

KHOA HỌC



KHÁM PHÁ

BẢY NÀNG CON GÁI CỦA EVA

THE SEVEN DAUGHTERS OF EVE

NGÀNH KHOA HỌC GIÚP TÌM RA CỘI NGUỒN



BRYAN SYKES



NHÀ XUẤT BẢN TRẺ

Table of Contents

[Tựa](#)

[MỤC LỤC](#)

[Lời giới thiệu của Nhà xuất bản W. W. Norton & Company](#)

[Về cuốn sách](#)

[Về tác giả](#)

[Lời dịch giả](#)

[DẪN NHẬP](#)

[1 HỌ HÀNG CỦA NGƯỜI BẮNG Ở DORSET](#)

[2 ADN LÀ GÌ VÀ NÓ ĐẢM ĐƯƠNG VIỆC GÌ?](#)

[3 TỪ NHÓM MÁU TỚI GIEN](#)

[4 VỊ SỨ GIẢ ĐẶC BIỆT](#)

[5 SA HOÀNG VÀ TÔI](#)

[6 CÂU ĐỐ GIỮA THÁI BÌNH DƯƠNG](#)

[7 NHỮNG NHÀ HẢI HÀNH VĨ ĐẠI NHẤT](#)

[8 NGƯỜI CHÂU ÂU KHỞI THỦY](#)

[9 NGƯỜI NEANDERTHAL CUỐI CÙNG](#)

[10 CƯ DÂN SĂN BẮT VÀ CƯ DÂN TRỒNG TRỌT](#)

[11 CHĂNG HỀ BÌNH YÊN](#)

[12 CỤ CHEDDAR LÊN TIẾNG](#)

[13 ADAM NHẬP HỘI](#)

[14 BẢY NGƯỜI CON GÁI](#)

[15 URSULA](#)

[16 XENIA](#)

[17 HELENA](#)

[18 YELDA](#)

[19 TARA](#)

[20 KATRINE](#)

[21 JASMINE](#)

[22 THẾ GIỚI](#)

[23 BẢN NGÃ](#)

[THE SEVEN DAUGHTERS OF EVE](#)

[CONTENTS](#)

[About the author](#)

[ACKNOWLEDGEMENTS](#)

[PROLOGUE](#)

[1 ICEMAN'S RELATIVE FOUND IN DORSET](#)

[2 SO, WHAT IS DNA AND WHAT DOES IT DO?](#)

[3 FROM BLOOD GROUPS TO GENES](#)

[4 THE SPECIAL MESSENGER](#)

[5 THE TSAR AND I](#)

[6 THE PUZZLE OF THE PACIFIC](#)

- [7 THE GREATEST VOYAGERS](#)
- [8 THE FIRST EUROPEANS](#)
- [9 THE LAST OF THE NEANDERTHALS](#)
- [10 HUNTERS AND FARMERS](#)
- [11 WE ARE NOT AMUSED](#)
- [12 CHEDDAR MAN SPEAKS](#)
- [13 ADAM JOINS THE PARTY](#)
- [14 THE SEVEN DAUGHTERS](#)
- [15 URSULA](#)
- [16 XENIA](#)
- [17 HELENA](#)
- [18 VELDA](#)
- [19 TARA](#)
- [20 KATRINE](#)
- [21 JASMINE](#)
- [22 THE WORLD](#)
- [23 A SENSE OF SELF](#)

Chia sẻ ebook : <http://downloadsachmienphi.com/>
Tham gia cộng đồng chia sẻ sách : Fanpage : <https://www.facebook.com/downloadsachfree>
Cộng đồng Google : <http://bit.ly/downloadsach>

BẢY NÀNG CON GÁI CỦA EVA

The Seven Daughters of Eve

Tác giả: Bryan Sykes

Dịch giả: Ngô Toàn – Mai Hiền

Nhà xuất bản Trẻ, 2008

Tạo ebook (14/01/'16): QuocSan.

Lời giới thiệu của Nhà xuất bản

W. W. Norton & Company

Về cuốn sách

Năm 1994, Giáo sư Bryan Sykes, một chuyên gia hàng đầu thế giới về AND và tiến hóa nhân loại, được mời để khám nghiệm một tử thi của một người đàn ông bị đông cứng trong băng đá tự nhiên ở miền bắc Italia. Tin tức về sự phát hiện của Người Băng này cũng như niên đại của ông, vốn được xác định là hơn 5 ngàn năm, làm say mê giới nghiên cứu và báo chí trên toàn thế giới. Nhưng những gì làm cho câu chuyện của Bryan Sykes trở nên cực kỳ lôi cuốn chính là việc ông tìm ra một hậu duệ của Người Băng. Đó là một phụ nữ đang sống ở nước Anh ngày nay.

Làm sao mà Sykes đã lần ra được một người họ hàng hiện đại của một người đàn ông đã sống cách đây hơn 5 ngàn năm? Trong cuốn sách **Bảy Nàng Con Gái của Eva** này, ông đã lần đầu tiên mô tả lại nghiên cứu của ông về một gen cực kỳ nổi bật, mà đã được truyền đi một cách nguyên vẹn trong nhiều thế hệ thông qua một dòng những người mẹ. Sau khi phân tích kỹ càng hàng ngàn chuỗi ADN trên khắp thế giới, Sykes thấy rằng chúng tập hợp lại thành một số ít các nhóm. Hóa ra người châu Âu và người Bắc Mỹ Caucasus có thể phần ra chỉ có bảy nhóm.

Kết luận này thật choáng váng: gần như mọi người có nguồn gốc châu Âu, cho dù họ có sống ở đâu trên thế giới đi nữa, đều có thể truy theo dòng mẹ đến một trong số bảy người phụ nữ, và vì vậy họ được gọi là: Bảy Người Con Gái của Eva. Bằng cách gọi tên họ là Ursula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrine và Jasmine và dựa trên những quy luật di cư của loài người lúc đó, Sykes đã phác họa được bức tranh cuộc sống và thế giới rất khác biệt và sống động của họ.

Đọc cuốn sách về bảy người phụ nữ này, ta biết được cách chính xác của việc truy ra nguồn gốc di truyền, biết được tổ tiên ta đã sống như thế nào và ở đâu, và vì sao mỗi chúng ta lại là một nhân chứng sống quan trọng mang trong mình những sợi ADN không bao giờ bị phá hủy, cái mà đã sống sót qua nhiều ngàn năm. Thực sự, **Bảy Nàng Con Gái của Eva** đầy ắp những câu chuyện kỳ thú: từ chuyện ông xác định ra các hải cốt của Sa hoàng Nicholas và Sa hậu Alexandra thông qua ADN của hai người họ hàng đang sống cho tới chuyện ông tìm ra nguồn gốc Tây Phi của một phụ nữ Ca-ri-bê mà tổ tiên của bà đã bị bán làm nô lệ hàng thế kỷ trước.

Bảy Nàng Con Gái của Eva là một công trình khoa học rất thuyết phục hé lộ cho ta thấy, làm sao một nghiên cứu sinh học có thể làm phong phú thêm những cuộc đời với những mối liên hệ chẳng chịt của chúng ta. Nó là một cuốn sách ghi lại rất nhiều những tiến bộ lý thú trong ngành di truyền học trong hơn một thập kỷ vừa qua. Tác giả không những là một nhà khoa học lỗi lạc, mà còn là một cây viết tài năng với giọng văn cực kỳ lôi cuốn. Nó mở ra cho chúng ta thấy rằng sẽ còn khám phá ra nhiều như thế nào về lịch sử tiến hóa con người mà đã cuốn hút biết bao nhà khoa học này.

Về tác giả

Bryan Sykes, Giáo sư Di truyền học Người của Đại học Oxford, có một sự nghiệp khoa học nổi bật. Sau khi trải qua những nghiên cứu y học về nguồn gốc của các bệnh di truyền về xương, ông bắt tay vào khám phá xem ADN, nguyên liệu di truyền, có thể tồn tại trong xương cổ đại không. Đúng là ADN có thể tồn tại, và ông là người đầu tiên công bố sự tái tạo ADN cổ từ các xương được khảo cổ học khai quật trên tạp chí Nature năm 1989. Từ đó đến nay, Giáo sư Sykes đã được mời với tư cách là một chuyên gia hàng đầu thế giới để kiểm tra một số trường hợp cực kỳ nổi bật, như là Người Băng, Người Cheddar và rất nhiều những người tự nhận là con của gia đình hoàng gia cuối cùng của Nga.

Cùng trong thời gian khoảng một thập kỉ qua, ông và các nhà khoa học cộng sự đã có thể lập ra sơ đồ tiến hóa hoàn thiện nhất thông qua ADN của nhân loại chúng ta, cái mà chưa từng xuất hiện bao giờ.

Ngoài việc là một nhà khoa học, ông còn là một phóng viên truyền hình và cố vấn khoa học cho Quốc hội Anh.

Lời dịch giả

Bạn đã từng muốn biết mấy mươi ngàn năm trước con người đã sống ra sao, đã ăn ở, yêu thương, ghen ghét, hờn giận, sinh sôi nảy nở, lễ bái và phát minh ra công cụ và nghệ thuật như thế nào? Cuốn sách bán chạy nhất nước Mỹ này mang đến câu trả lời cho bạn.

Cuốn sách phác ra bức tranh châu Âu cổ đại, từ những lãnh nguyên mênh mông đầy các loài thú rừng đến các dãy núi cao hùng vĩ, mà nổi bật trên đó là những bầy người nguyên thủy săn bắt hái lượm. Nó cũng vẽ ra cho ta một Thái Bình dương rộng lớn với những bước chân của con người lần đầu tiên khai phá nơi đây. Những hình ảnh và câu chuyện này có thể mang đến nguồn cảm hứng dồi dào cho trí tưởng tượng của bạn.

Nhưng trên hết, cuốn sách mang đến cho ta kiến thức khoa học thực sự. Tất cả các hình ảnh và sự kiện đều được dựa trên cơ sở chắc chắn của nhiều ngành, nổi bật là khảo cổ học và di truyền học. Chủ đạo là một khám phá làm thay đổi nhiều kiến thức cơ bản về tiền sử nhân loại và nhân chủng học, giúp tri thức con người tiến thêm một bước nữa. Đó là sự phát hiện ra đặc tính di truyền độc đáo của một chất liệu di truyền gọi là ADN ti thể. Thông qua nó, ta có thể lần về quá khứ xa xưa hàng chục ngàn năm tới tổ tiên của ta:

BẢY NÀNG CON GÁI CỦA EVA: NGÀNH KHOA HỌC GIÚP TÌM RA CỘI NGUỒN

Ở đây, ta lại còn bắt gặp bức tranh tả thực của ngành khoa học đương đại. Ta sẽ hiểu được những phương tiện cũng như cách thức các nhà khoa học hàng đầu thế giới làm việc trong thế giới nghiêm túc nhưng cũng rất đời thường của họ. Nếu hình ảnh và sự kiện của thế giới cổ đại chưa đủ tạo cảm hứng cho bạn, thì có lẽ những nhà khoa học hiện đại với cách làm việc chuyên nghiệp, đặt trọn tâm huyết, niềm tin và trí tuệ của mình vào công việc sẽ tạo niềm hứng thú cho bạn làm việc hăng say hơn chẳng?

Là những nhà khoa học, chúng tôi cũng đã điểm lại các bài báo và các phát hiện khoa học chính được mô tả trong cuốn sách này. Chúng tôi hết sức thán phục sự tài tình của tác giả, bởi tất cả những chi tiết đều hoàn toàn có thật, mà lại có thể được tái hiện lại một cách lôi cuốn và hấp dẫn đến vậy. Từ những kiến thức sơ đẳng đến phức tạp đều được tác giả trình bày một cách khéo léo, sống động và dễ hiểu với bất kỳ ai bằng một giọng văn truyền cảm và hài hước. Có lẽ, chính xúc cảm rất con người được tác giả đưa vào cuốn sách đã làm cho nó mềm mại và quyến rũ hơn. Sẽ khắp khiếm khi so sánh mức độ lôi cuốn với một tiểu thuyết trinh thám, nhưng đây là cuốn sách rất thú vị. Dù đã đọc nó hàng chục lần, bạn sẽ vẫn cảm thấy có nhiều điều để xem.

Dẫu biết rằng, khoa học trên thực tế còn nhiều phức tạp và không phải lúc nào cũng giản đơn như trình bày ở đây, cuốn sách vẫn xứng đáng được liệt vào những cuốn sách phổ biến khoa học để đời. "Đây là một trong các câu chuyện kỳ thú nhất về những phát hiện di truyền kể từ cuốn Chuỗi Xoắn Kép của James Watson. Một công trình mà tầm ảnh hưởng cả về mặt khoa học cũng như văn hóa sẽ còn được bàn luận lâu dài." (Nhà xuất bản W. W. Norton).

Chỉ có một đáng tiếc là cuốn sách này hầu như chỉ viết về châu Âu. Thế nhưng, như đã nói, sách luôn mang đến cảm hứng bất tận. Vì vậy, ước mơ cao nhất của chúng tôi khi mang đến cuốn sách này cho bạn đọc Việt Nam là trong tương lai, những công trình khoa học về di truyền học nói riêng và tất cả các ngành khoa học nói chung, sẽ được đóng dấu Việt Nam. Và khi đó, chúng ta sẽ có hẳn một bức tranh về người Việt Nam cổ đại cũng như biết rõ về tiền sử của dân tộc ta, cũng như tiền sử châu Âu mà chúng ta sắp sửa thưởng thức ở đây vậy.

Nhóm dịch giả chúng tôi rất hân hạnh giới thiệu cuốn sách giá trị này. Chúng tôi cố gắng hết sức để cân bằng giữa việc làm cho bản dịch trở nên gần gũi và dễ đọc hơn với việc truyền tải chính xác nội dung và văn phong của tác giả (có thể đôi chỗ rất trúc trắc, phức tạp do bản chất của đề tài và văn phong cổ điển Anh của tác giả). Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Giáo sư Nguyễn Văn Liễn đã luôn tạo động lực và điều kiện để công việc được hoàn thành. Trong thời gian tiến hành dịch thuật, chúng tôi cũng nhận được sự cổ vũ về ngôn ngữ rất tận tình từ Greg Morrison – một người Mỹ bản xứ và là đồng nghiệp của một trong các dịch giả. Bản dịch không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi sẽ rất vui mừng nhận được góp ý từ quý vị qua email:

7nangcongaiEva@gmail.com
Nhóm dịch giả Maryland 8.2007

DẪN NHẬP

Mình sinh ra từ đâu nhỉ?

Bạn có thường tự hỏi như vậy không? Chúng ta có thể biết cha mẹ, ông bà, và thậm chí là ông bà cố mình; nhưng không xa hơn nữa bởi vì hầu hết đối với chúng ta, con đường này bắt đầu mất dấu từ đó. Không hề chi, mỗi chúng ta đều mang ngay trong từng tế bào một thông điệp từ tổ tiên của mình. Nó nằm trong ADN của ta – chất liệu di truyền được trao từ tổ tiên ta hết thế hệ này sang thế hệ khác. Ngay trong ADN, không chỉ lịch sử của từng cá nhân riêng lẻ trong chúng ta mà cả lịch sử của toàn bộ nhân loại cũng được ghi lại. Với những tiến bộ gần đây của công nghệ nghiên cứu di truyền, ta có thể vén bức màn bí mật của lịch sử này. Cuối cùng thì chúng ta đã có thể giải mã các thông tin từ quá khứ. ADN không bị phai mờ đi như những bản viết cổ, nó không bị rỉ sét trong lòng đất như thanh kiếm của một chiến binh xa xưa. Nó cũng không bị xói mòn bởi gió mưa, hay không bị lụi tàn bởi lửa thiêu hay động đất. Nó là một nhà du hành từ quá khứ cổ xưa đến hiện tại và tương lai. Nhà du hành này đang sống trong tất cả chúng ta.

Đây là cuốn sách về lịch sử của thế giới được biết đến thông qua di truyền học. Nó cho thấy lịch sử của loài người chúng ta, *Homo sapiens*, được ghi lại trong gien, giúp ta lần ra nguồn gốc tổ tiên của mình đến tận quá khứ xa xôi, ngoài tầm với của tất cả các giấy tờ hay bất kỳ những bia đá nào. Những anh bạn gien này kể cho ta nghe câu chuyện bắt đầu từ hơn 100 ngàn năm trước, mà những chương của nó được giấu kín trong chính tế bào của mỗi chúng ta.

Nó cũng là câu chuyện của riêng tôi. Với tư cách là một nhà khoa học đang rèn luyện, tôi đã rất may mắn được sinh ra vào đúng lúc và có thể tham gia một cách tích cực vào chuyến hành trình kỳ thú vào quá khứ nhờ di truyền học hiện đại. Tôi đã tìm thấy ADN trong xương người cổ đại hàng ngàn năm về trước và cũng thấy chính xác gien này trong những người bạn tôi. Rồi tôi đã khám phá trong sự ngạc nhiên và thích thú đến tột cùng rằng, chúng ta đều liên hệ thông qua mẹ mình đến chỉ một số rất ít những người phụ nữ sống cách chúng ta vài chục ngàn năm về trước.

Trong những trang sau đây, tôi sẽ dẫn bạn đi qua những ngọt bùi và cả đắng cay của ngành nghiên cứu khoa học mũi nhọn đứng đằng sau những khám phá này. Ở đây bạn sẽ thấy những điều thực sự xảy ra trong một phòng thí nghiệm di truyền học. Cũng giống như mỗi bước đi của cuộc đời, khoa học cũng có những thăng trầm chìm nổi, cũng có những bậc anh hùng và những người nhỏ mọn.

HỌ HÀNG CỦA NGƯỜI BĂNG Ở DORSET

Vào thứ Năm ngày 19 tháng 9 năm 1991, hai nhà leo núi dày dạn kinh nghiệm của thành phố Nuremberg nước Đức là Erika và Helmut Simon đang sắp sửa chia tay kỳ nghỉ trên dãy Alps phía nước Ý. Đêm trước đó, họ nghỉ chân trong một cái lều để bàn chuyện sáng hôm sau rời nơi đây. Nhưng hôm ấy lại là một ngày nắng tuyệt đẹp, thế là họ quyết định dành cả buổi sáng để leo lên ngọn núi Finailspitze cao hơn 3.500 mét. Trên đường quay lại lều nghỉ để thu dọn ba-lô, họ lạc vào trong một rãnh có băng đang tan bao phủ một phần. Và bất ngờ, họ phát hiện dưới lớp băng là... thi hài của một người đàn ông!

Dù khủng khiếp, những phát hiện như thế không hiếm ở vùng núi cao Alps. Do vậy, hai vợ chồng Simon cho rằng đó là xác của một nhà leo núi bị tai nạn và rơi vào khe nứt của băng, có lẽ vài chục năm trước. Nghĩ là không có gì quan trọng, họ chỉ kịp báo cho một vài người biết và tiếp tục hành trình của mình. Hôm sau, hai nhà leo núi khác ghé lại chỗ này, họ đã ngạc nhiên khi nhìn thấy bên cạnh người đàn ông một chiếc rìu phá băng kiểu dáng cũ kỹ. Nhìn dụng cụ này, người ta có thể đoán tai nạn này đã xảy ra từ rất lâu. Cảnh sát được mời đến. Sau khi kiểm tra danh sách những người leo núi bị mất tích, họ cho rằng rất có thể đây là xác của Carlo Capsoni, một giáo sư âm nhạc ở Verona, mất tích năm 1941. Tận nhiều ngày sau đó, người ta mới chợt nhận ra rằng, đây hoàn toàn không phải là một cái chết của người hiện đại. Dụng cụ tìm được cạnh xác chết không giống một cái rìu phá băng ngày nay, mà giống rìu của... người tiền sử. Cạnh xác của người đàn ông còn có một cái túi làm bằng vỏ cây bu-lô (birch tree). Dần dần, người ta nhận ra rằng xác người này không phải chỉ nằm đây vài chục hay vài trăm năm, mà cả ngàn năm trước. Lúc bấy giờ, cả thế giới bắt đầu biết đến một phát hiện khảo cổ học vô cùng quan trọng.

Di hài khô héo của Người Băng^[1] (sau đó người ta gọi tên như thế) được mang về Viện Giám định Pháp y ở Innsbruck (Áo), để giữ lạnh. Trong lúc đó, một đội ngũ các nhà khoa học quốc tế được thành lập để tiến hành cuộc khảo sát nhỏ về phát hiện độc nhất vô nhị này. Do nhóm nghiên cứu của tôi ở Oxford là nhóm đầu tiên trên thế giới có thể tái tạo lại ADN từ xương người cổ, tôi được chỉ định để tìm xem liệu có thể phát hiện được ADN trong di hài này không. Thật là một cơ hội quá hấp dẫn để tham gia vào những phát hiện ly kỳ, tôi quyết định đổi nghề, từ nhà nghiên cứu di truyền học thông thường sang một hướng nghiên cứu hoàn toàn mới này. Nhiều đồng nghiệp của tôi coi đó là một quyết định lập dị, kỳ quái và mù quáng.

Lúc bấy giờ, dựa vào phương pháp đo tuổi bằng carbon – phương pháp đo niên đại của những hóa thạch dựa vào độ phóng xạ của carbon – người ta xác định được mức độ cổ xưa hiếm có của di hài này: nó có niên đại chừng 5.000 cho tới 5.350 năm.

Mặc dù di hài này còn cổ hơn rất nhiều so với những hóa thạch mà tôi có dịp nghiên cứu trước đây, tôi vẫn lạc quan tin rằng có thể chiết xuất ADN, bởi nó đã được bao bọc kỹ trong băng đá, ngăn cách khỏi môi trường đầy những tác nhân phá hủy ADN như nước và oxy. Nguyên liệu thí nghiệm chúng tôi nghiên cứu được đựng trong một cái lọ có nắp xoay, giống như những lọ vẫn dùng để đựng các mẫu xét nghiệm. Nói chung nó trông hết sức bình thường: giống như một thứ hồ sền sệt. Khi Martin Richards, người trợ lý nghiên cứu của tôi lúc đó, giúp tôi mở nắp lọ ra và bắt đầu tìm bên trong bằng một cái nhíp, mọi thứ trông có vẻ như là một hỗn hợp của da và xương. Mặc dù vậy, không có một dấu hiệu rõ rệt nào cho thấy nó đang phân hủy, nên chúng tôi hết sức lạc quan và bắt tay vào công việc một cách rất nhiệt tình. Quả đúng như thế, ngay trong phòng thí nghiệm ở Oxford, chúng tôi đã chiết ra được nhiều, rất nhiều ADN từ các mảnh xương.

Ngay sau đó, chúng tôi công bố những phát hiện của mình trên tờ *Science*, tạp chí khoa học hàng đầu của Mỹ. Thành thật mà nói, điều đáng chú ý nhất trong kết quả công bố không phải là chuyện lấy được DNA từ di hài – bởi chuyện này đã là một quy trình thông thường rồi – mà là chuyện chúng tôi đã thu được chuỗi ADN hoàn toàn giống với chuỗi mà một nhóm làm việc độc lập khác ở Munich cũng đã có được, cả hai nhóm chúng tôi đều đã chứng tỏ được ADN đó rõ ràng là của người châu Âu, bởi chúng tôi tìm ra chuỗi ADN giống hệt như thế trong những

người châu Âu đang sống. Chắc bạn lại nghĩ: cũng đâu có gì ngạc nhiên. Nhưng nghĩ thử xem, nếu lỗ toàn bộ câu chuyện này chỉ là một trò đại lừa bịp thì sao? Điều này có thể lắm chứ! Ví dụ người ta chôn xác ướp ở Nam Mỹ bằng máy bay tới, rồi vùi vào trong băng để đánh lừa thì sao. Không khí giá lạnh và khô khốc của sa mạc Atacama ở miền nam Peru và miền bắc Chile có thể giữ nguyên vẹn hàng trăm thi hài vùi trong những nắm mỡ nông, nên một tay lừa đảo nào đó dễ dàng kiếm được một cái xác kiểu này và dựng nên cả câu chuyện. Trong khi đó, điều kiện ở châu Âu ẩm ướt hơn nhiều, khiến cho xác chết nhanh chóng chỉ còn lại bộ xương. Nên nếu chuyện này chỉ là một trò lừa bịp, thì thi hài này chắc chắn phải được mang đến từ nơi khác, chẳng hạn là Nam Mỹ. Nghe có vẻ rất gương, nhưng trước đó người ta đã từng gặp những trò lừa đảo rất công phu kiểu như vậy. Chắc chúng ta còn nhớ chuyện Người Piltdown. “Hóa thạch” đáng xấu hổ này đã được “khám phá” ra từ một hầm đá sỏi ở Sussex (nước Anh) năm 1912. Nó có hàm dưới giống khỉ và hộp sọ giống người, vì thế nó đã được cho là loài động vật trung gian giữa người và đại vượn người (bao gồm gorilla, tinh tinh và đười ươi) – điều mà chúng ta vẫn hằng tìm kiếm. Chỉ mãi đến năm 1953, người ta mới biết đây là một trò bịp bợm, khi phương pháp đo phóng xạ carbon – cũng là phương pháp dùng sau này để tìm ra tuổi của Người Băng – đã chứng tỏ rành rành rằng sọ của Người Piltdown này là sọ người hiện đại. Kể thủ phạm, bây giờ vẫn chưa biết là ai, đã gắn hàm dưới của một con đười ươi vào một hộp sọ người, rồi bôi bẩn bằng hóa chất, làm cho nó trông có vẻ như rất lâu đời. Vụ lừa đảo đã phủ một màn đêm ám ảnh lên các công việc nghiên cứu tương tự và còn ảnh hưởng tới tận bây giờ. Vẫn còn nghi ngờ, nên hầu như ai cũng nghĩ Người Băng chẳng qua cũng lại là một trò lừa bịp nữa mà thôi.

Có rất nhiều cuộc phỏng vấn của báo chí sau khi công trình được công bố, và tôi phải giải thích rất nhiều lần cách thức chúng tôi chứng tỏ được Người Băng có nguồn gốc châu Âu. Nếu như đó là một trò bịp, ADN chắc chắn đã lật tẩy rồi. Vì nếu là lừa bịp thì những người có ADN gần giống nhất với Người Băng chắc hẳn phải là người Nam Mỹ, chứ đâu thể là người châu Âu được. Rốt cuộc, chính Lois Rogers, phóng viên báo *Sunday Times*, mới hỏi được một câu mang tính quyết định.

- Báo cáo của giáo sư nói rằng tìm thấy mẫu ADN giống hệt người châu Âu hiện đại. Vậy họ là ai? – Cô ấy hỏi cứ như thể là tôi có sẵn câu trả lời.
- Họ là ai ư? Là những người tình nguyện hiến mẫu ADN từ khắp châu Âu này thôi.
- Vâng, tôi hiểu. Nhưng mà chính xác là ai mới được chứ? – Cô vẫn khẳng khẳng.
- Tôi cũng không biết nữa. Chúng tôi giữ thông tin của tình nguyện viên bằng hồ sơ riêng, và những thông tin này được giữ bí mật.

Sau khi Lois gác máy, tôi bật máy tính lên để xem những mẫu ADN hiện đại nào đã trùng khớp với mẫu của Người Băng. LAB 2803 là một trong số đó, số seri “LAB” có nghĩa nó là của một người làm việc trong phòng thí nghiệm, hoặc của một người khách nào đó. Khi tôi đối chiếu số này với dữ liệu chứa danh sách những người tình nguyện, tôi không tin nổi là mình may mắn đến vậy. LAB 2803 là Marie Moseley, cô có chuỗi ADN trùng khớp với Người Băng. Điều này chỉ có thể có ý nghĩa duy nhất: Marie chính là họ hàng của Người Băng. Vì những lý do mà tôi sẽ giải thích kỹ càng trong những chương sau, có một mối liên hệ di truyền liên tục giữa Marie và mẹ của Người Băng. Mối liên hệ này bắt nguồn từ tận 5.000 năm trước và được ghi lại một cách trung thực trong ADN.

Marie là một chuyên viên tư vấn quản trị người Bournemouth ở Dorset, miền Nam nước Anh. Mặc dù Marie không phải là nhà khoa học, cô cực kỳ say mê tìm hiểu di truyền học và đã cung cấp một vài sợi tóc từ mái tóc đỏ dài của cô cho mục đích khoa học vài năm về trước. Cô ăn nói lưu loát, hướng ngoại và dí dỏm khiến tôi tin tưởng rằng cô hoàn toàn có thể xử lý mọi tình huống trước công chúng. Khi tôi gọi cho cô để hỏi xem liệu tôi có thể tiết lộ tên cô cho tờ *Sunday Times* hay không, cô đồng ý ngay lập tức. Và thế là hôm sau, tờ báo đó đã có một đoạn ngắn nói về cô với tiêu đề: “Họ hàng của Người Băng ở Dorset”.

Suốt một vài tuần sau đó, Marie trở thành tâm điểm chú ý trên thế giới. Trong tất cả các tiêu đề bài báo về cô, tôi thích nhất tiêu đề trên tờ *Irish Times*. Phóng viên đã hỏi Marie xem cô có tài sản nào thừa hưởng từ vị tổ tiên đáng kính của mình không. Một cách dí dỏm, cô cho biết rằng không có gì cả, nên câu chuyện đã xuất hiện với tiêu đề “Người Băng ra đi để lại một kẻ

nghèo khó ở Bournemouth”.

Đầu tiên, một trong những điều kỳ lạ nhất, ngạc nhiên nhất về câu chuyện này, khiến tôi phải kể ra ở đây, đó là Marie bắt đầu cảm thấy một thứ tình cảm gì đó đối với Người Băng. Cô ấy đã xem nhiều tấm hình của “ông” chuyển từ trong băng đá ra tủ làm lạnh, ra nhà khám nghiệm tử thi; rồi cả các mảnh xương của “ông”. Đối với cô, “ông” không còn là một trong những con người vô danh nào đó đáng quan tâm chỉ vì hình ảnh của họ đã xuất hiện trên các phương tiện truyền thông. Cô đã bắt đầu nghĩ về ông như một con người thật và hơn thế, như một người thân – mà chính xác ông là người thân của cô.

Tôi cảm thấy thật sự mê hoặc bởi mối liên hệ tình cảm giữa Marie với Người Băng mà cô cảm nhận được. Một điều bắt đầu lóe rạng trong đầu tôi: nếu Marie có thể tìm thấy mối liên hệ di truyền với một ai đó cách đây hàng ngàn năm, trước cả bất kỳ một cuốn gia phả nào từng được viết ra, thì bất kỳ ai khác cũng có thể. Có lẽ là chúng ta chỉ cần xem xét chính chúng ta, những con người hiện đại, để khám phá ra manh mối những bí ẩn của quá khứ. Hầu hết những người bạn khảo cổ học của tôi đều thấy điều này thật quá xa lạ. Bởi họ đã được học và tin rằng người ta có thể hiểu về quá khứ chỉ bằng cách nghiên cứu quá khứ mà thôi. Những con người hiện đại bây giờ đâu phải là mối quan tâm của họ. Tuy nhiên lúc đó tôi đã chắc chắn rằng nếu ADN được di truyền một cách nguyên vẹn qua hàng trăm thế hệ trong hàng ngàn năm, giống như tôi đã chứng tỏ bằng cách liên kết Marie với Người Băng, thì những con người bằng xương bằng thịt ngày nay cũng là một chứng nhân đáng tin cậy của quá khứ, chẳng thua gì những bằng chứng quý giá như một con dao găm bằng đồng hay mảnh vỡ của một cái lọ cổ đại nào đó.

Tôi cảm thấy hoàn toàn cần thiết phải mở rộng nghiên cứu của mình ra những con người hiện đại. Chỉ khi nào biết được nhiều thông tin về ADN của họ, tôi mới có thể hy vọng hiểu được kết quả thu lượm được trên các hóa thạch của người cổ và đặt chúng vào những hoàn cảnh nhất định nào đó. Thế là tôi lên đường đi khám phá với tất cả khả năng của mình về ADN của người châu Âu hiện đại và cả những người ở rất nhiều nơi khác trên thế giới, với tâm niệm rằng bất cứ những gì tôi thu lượm được đều có thể đã được trao lại cho chúng ta trực tiếp từ tổ tiên. Quá khứ ẩn chứa trong tất cả chúng ta.

Những công trình nghiên cứu của tôi trong suốt một thập kỷ qua đã chứng tỏ rằng, ngày nay ở châu Âu, mọi người đều có thể tìm ra mối liên hệ di truyền trực tiếp và liên tục về quá khứ xa xôi đến một trong bảy phụ nữ, tương tự như mối liên hệ giữa Marie và Người Băng. Bảy người phụ nữ này là mẫu tổ trực tiếp của hầu hết 650 triệu người châu Âu hiện đại. Khi tôi đặt tên cho họ là Ursula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrine và Jasmine, bỗng nhiên họ trở thành những con người sống động với một cuộc đời hằn hoi của riêng mình. Cuốn sách này kể về câu chuyện làm sao tôi có thể đi đến một kết luận khó tin đến vậy, và cả những gì tôi biết được về cuộc đời của bảy người phụ nữ này.

Biết mình là con cháu của Tara, nên tôi muốn biết về bà và cuộc đời của bà. Tôi cảm thấy có gì đó chung với bà, hơn là với những người khác. Theo những phương pháp sẽ được trình bày sau đây, tôi đã có thể ước lượng được bảy người phụ nữ này đã sống cách đây khoảng bao lâu và ở đâu. Tôi cho là Tara đã sống ở Bắc Ý vào khoảng 17 ngàn năm trước. Lúc đó châu Âu vẫn đang bị kìm kẹp trong kỷ Băng Hà cuối, và phần đất duy nhất có thể có người ở là phía cực nam châu Âu. Như vậy, vùng trung du Tuscani lúc đó khác xa bây giờ. Không có những ruộng nho, không có hoa tươi trang hoàng nông trại. Thay vào đó là những cánh rừng thông và cây bu-lô phủ dày đặc sườn đồi. Dưới những dòng suối là cá hồi và tôm, những thứ đã giúp Tara và gia đình sinh sống, bù đắp cho những lần cánh đàn ông đi săn hươu hay lợn lòi thất bại. Khi kỷ Băng Hà nói lỏng dần gọng kìm của nó, con cháu của Tara đi một vòng quanh vùng duyên hải rồi vào Pháp, nhập vào đoàn người đi săn đông đảo, đuổi theo những bầy thú vượt qua những lãnh nguyên phía bắc châu Âu. Cuối cùng, con cháu của Tara đi qua vùng đất liền mà sau này được gọi là eo biển Anh, rồi rẽ phải để đến Ireland và sau này hình thành vương quốc cổ Celtic.

Chẳng bao lâu sau khi những kết luận trong công trình của tôi được công bố, tin tức về bảy người mẫu tổ này bắt đầu thi nhau xuất hiện trên báo chí và truyền hình khắp thế giới. Các nhà văn và các nhà biên tập hình ảnh đã dùng hình tượng của họ để dựng nên hình ảnh đương thời của mình: Brigitte Bardot trở thành hiện thân của Helena; Maria Callas là Ursula; cô người mẫu

Yasmin le Bon được liên hệ một cách tự nhiên với Jasmine; Jennifer Lopez trở thành Velda. Rất nhiều người gọi điện cho chúng tôi để biết xem họ liên hệ với tổ mẫu nào đến nỗi chúng tôi đã thành lập một trang web để xử lý hàng trăm lời yêu cầu đó. Vậy là, chúng tôi đã tình cờ bắt gặp một điều gì đó thật căn cơ; điều mà chúng ta chỉ mới bắt đầu hiểu về nó.

Cuốn sách này kể lại câu chuyện đằng sau những khám phá này và những ý nghĩa rút ra từ đó, không phải chỉ ở châu Âu mà trên khắp cả thế giới. Đó chính là câu chuyện về di sản chung của chúng ta và tổ tiên. Di sản này dẫn chúng ta đi từ vùng Balkans trong Chiến tranh Thế giới Thứ nhất tới những hòn đảo nằm trong vùng nam Thái Bình dương. Rồi nó dẫn chúng ta đi từ thời hiện tại trở về thời kỳ đầu tiên của nông nghiệp và lâu hơn thế nữa, đến tổ tiên của chúng ta, những người đã từng đi săn cùng người Neanderthal. Kỳ lạ thay, chúng ta đều mang trong mình lịch sử này, trong chính gien của chúng ta. Gien – những “họa tiết” ẩn trong các sợi ADN – đã đi suốt thời gian từ các tổ tiên xa xôi để đến với chúng ta mà hầu như không hề thay đổi. Chúng ta không còn nói đến hai chữ “tổ tiên” như một hình ảnh trừu tượng nữa, mà họ chính là những người đã thực sự sống, tuy trong những hoàn cảnh khác xa những gì mà chúng ta đang được hưởng ngày nay. Gien của chúng ta đã có từ lúc đó. Nó đã được truyền cho chúng ta xuyên suốt nhiều thiên niên kỷ vừa qua. Nó đã xuyên qua đất liền và biển cả, vượt qua bao núi rừng. Tất cả chúng ta, từ người quyền uy nhất cho đến kẻ yếu ớt nhất, từ những người giàu vô độ đến những người nghèo khó tận cùng; đều mang trong tế bào của mình những gì còn sống sót sau chuyến hành trình vượt thời gian và không gian kỳ diệu ấy – chính là gien của chúng ta. Đây kiêu hãnh.

Phần đóng góp của tôi trong câu chuyện này bắt đầu từ Viện Nghiên cứu Y học Phân tử Oxford, nơi tôi làm Giáo sư Di truyền học. Viện là một phần của Đại học Oxford, mặc dù về mặt địa lý nó đã được tạm dời ra khỏi thế giới bí ẩn của khuôn viên đại học. Viện có nhiều bác sĩ và nhà khoa học làm việc với nhau để ứng dụng những kỹ thuật di truyền học và sinh học phân tử mới vào y khoa. Có những nhà miễn dịch học đang cố gắng tạo ra những vắc-xin chống lại bệnh AIDS, có các bác sĩ chuyên khoa ung thư đang tìm cách trị bệnh bằng cách cắt các mạch máu cung cấp cho tế bào ung thư, có các bác sĩ chuyên khoa huyết học đang nỗ lực chữa trị bệnh thiếu máu di truyền vốn mỗi năm cướp đi sinh mạng của hàng triệu người ở những nước đang phát triển, có các nhà vi trùng học đang tìm ra các bí mật của bệnh viêm màng não, và rất nhiều nhà nghiên cứu khác. Một nơi làm việc đầy hứng thú! Tôi được bố trí ở Viện vì tôi đã từng làm việc trên những bệnh di truyền ở xương, cụ thể là một căn bệnh kinh khủng gọi là *osteogenesis imperfecta*, thường gọi là bệnh xương thủy tinh. Trẻ sơ sinh mắc dạng nặng nhất của chứng bệnh này có lúc xương yếu đến mức hơi thở đầu tiên khi chào đời cũng có thể làm cho tất cả xương sườn gãy khiến cho bé nghẹt thở đến chết. Lúc đó, chúng tôi đang tìm kiếm nguyên nhân của chứng bệnh bi thảm này, cố gắng lần theo dấu vết của nó ở mỗi sự thay đổi nhỏ nhất trong gien tạo collagen. Collagen là loại protein quan trọng và có nhiều nhất trong xương để làm chắc xương, giống như cốt thép trong những tấm bê-tông vậy. Điều này có nghĩa là nếu thiếu collagen trong xương (do lỗi của gien), xương sẽ gãy một cách dễ dàng. Nghiên cứu của tôi bao gồm việc tìm hiểu rất nhiều về những sự thay đổi của collagen và gien của nó trong các cộng đồng cư dân – và chính qua công việc này, tôi đã có dịp tìm gặp Robert Hedges vào năm 1986.

Robert lúc đó điều khiển một phòng thí nghiệm chuyên giám định tuổi bằng carbon cho những di vật khảo cổ ở Oxford, ông luôn trăn trở về những phương pháp để lấy được nhiều thông tin hơn từ những mảnh xương mang đến phòng thí nghiệm của mình, hơn là chỉ đơn thuần giám định tuổi của chúng. Collagen là protein chủ yếu trong xương không chỉ của người sống mà cả của người chết, và người ta lợi dụng chính carbon trong collagen còn sót lại để xác định tuổi xương. Robert muốn biết liệu có thể lấy được chút thông tin di truyền nào trong những phân tử collagen còn sót lại trong các mảnh xương cổ không, nên ông và tôi đã vạch ra một đề án nghiên cứu. Là một loại protein, collagen được làm từ các phân tử đơn vị gọi là acid-amin được sắp xếp theo một thứ tự đặc biệt. Như chúng ta sẽ thấy trong chương kế tiếp, chuỗi phân tử acid-amin trong collagen cũng như bất kỳ một protein nào, đều được mã hóa bởi chuỗi ADN trong gien quy định protein đó. Chúng tôi hy vọng có thể khám phá ra chuỗi ADN trong gien quy định collagen cổ đại một cách gián tiếp, thông qua việc xác định trật tự chuỗi

acid-amin của các đoạn protein trong các mảnh xương cổ mà Robert có được. Chúng tôi thông báo tuyển trợ lý nghiên cứu vài lần, nhưng chẳng nhận được hồi âm nào cả. Lúc đó, thường thì một vị trí nghiên cứu di truyền học bình thường khác luôn có rất nhiều ứng viên nộp đơn. Vậy nên, tôi nghĩ rằng người ta không quan tâm đến vị trí này là do đề án nghiên cứu đó hơi khác thường. Thật đáng buồn, có quá ít những nhà khoa học trẻ bắt đầu sự nghiệp bằng cách dám phiêu lưu khỏi dòng nghiên cứu chính của mình. Do không tìm được người, chúng tôi phải dời ngày bắt đầu dự án tới một năm sau. Mặc dù ban đầu hơi thất vọng nhưng sự trì hoãn này lại hóa ra điều may mắn – bởi vì, trong lúc chờ dự án khởi động, một phát minh mới đã ra đời. Một nhà khoa học Mỹ ở California tên là Kary Mullis đã từng mơ về một phương pháp có thể khuếch đại những lượng vô cùng nhỏ ADN – thậm chí là một phân tử ADN duy nhất – trong ống nghiệm.

Một đêm thứ Sáu ẩm áp năm 1983, Mullis lái xe trên đường cao tốc số 101 dọc bờ biển; anh nhớ lại: “Đó là một đêm trời ẩm ướt và phảng phất hương thơm của những cây dẻ ngựa (buckeye) đang trổ hoa”, anh vừa lái xe vừa nói về những ý tưởng liên quan đến công việc của mình ở một công ty công nghệ sinh học với người bạn gái ngồi cạnh. Giống như những kỹ sư di truyền học khác, anh cũng đang nhân bản những phân tử ADN trong ống nghiệm. Bấy giờ, nó là một quá trình rất chậm vì các phân tử được nhân bản từng cái từng cái một. ADN giống như một đoạn dây dài, và quá trình nhân bản bắt đầu ở đầu này và kết thúc ở đầu kia. Rồi quá trình lại lặp lại từ đầu và tạo ra một phiên bản của phân tử ADN ban đầu. Đang nói say sưa, anh chợt nhận ra, thay vì bắt đầu nhân bản chỉ ở một đầu, ta bắt đầu luôn ở hai đầu cùng lúc. Như vậy thì có thể tạo ra một quá trình phản ứng dây chuyền. Bằng cách này, ta không phải chỉ sao chép từ phiên bản gốc nữa, mà là tạo phiên bản của phiên bản và nhân đôi số lượng ADN sau mỗi quá trình. Bây giờ, thay vì tạo ra được hai phiên bản sau hai chu trình, ba phiên bản sau ba chu trình, thì (vì ta nhân đôi số lượng sau mỗi chu trình) sẽ tạo ra được 2, 4, 8, 16, 32, 64 phiên bản sau 6 chu trình thay vì 1, 2, 3, 4, 5 và 6 mà thôi. Sau 20 chu trình, ta không phải chỉ có 20, mà là một triệu phiên bản. Đó thật là một thời khắc “Eureka”. Anh quay sang bạn gái xem nàng phản ứng thế nào. Nhưng... cô đã ngủ từ lâu!

Phát minh này sau đó đã mang lại một giải Nobel Hóa học xứng đáng cho Kary Mullis vào năm 1993, nó thực sự đã làm một cuộc cách mạng trong thực tiễn nghiên cứu di truyền học. Có nghĩa là giờ đây, thậm chí chỉ từ một mô bé xíu nhất, bạn có thể lấy được một số lượng không giới hạn các phân tử ADN. Chỉ cần một sợi tóc hay một tế bào duy nhất là đủ để tạo ra bất kỳ một số lượng ADN nào như bạn từng mong muốn. Ý tưởng thiên tài này của Mullis đã khiến dự án của chúng tôi trở nên thuận lợi hơn bao giờ hết. Tôi quyết định không làm việc với protein collagen nữa (nếu không thì mọi chuyện đã khó kinh khủng rồi), mà thay vì thế, tôi bắt đầu áp dụng phương pháp tạo phản ứng dây chuyền vừa mới phát minh ra. Dùng phương pháp này tôi hy vọng có thể khuếch đại lượng ADN nhỏ nhoi nào đó nếu may mắn còn sót lại trong những mảnh xương cổ đại. Nếu thành công, chắc hẳn chúng tôi sẽ có được một lượng thông tin lớn hơn nhiều so với lượng thông tin chúng tôi lấy được từ collagen. Chúng tôi sẽ làm việc trực tiếp với chính chuỗi ADN thay vì suy ra nó từ chuỗi acid-amin trong Collagen. Điều quan trọng hơn rất nhiều, đó là chúng tôi sẽ có thể nghiên cứu bất kỳ gien nào khác, chứ không chỉ gien điều khiển Collagen.

Cuối cùng thì thông báo tuyển trợ lý nghiên cứu của chúng tôi cũng có hồi đáp, và chúng tôi nhận Erika Hagelberg cùng tham gia. Hiển nhiên là chúng tôi không dám hi vọng tìm được người nào có kinh nghiệm làm việc với ADN trong xương cổ, vì điều này chưa được thực hiện bao giờ. Nhưng việc Erika có bằng hóa sinh, cộng với kinh nghiệm công tác trong phương pháp chữa vi lượng đồng căn và kiến thức về lịch sử y khoa, cho thấy cô có sự kết hợp giữa việc đào tạo khoa học căn bản với những quan tâm khoa học rộng rãi, và điều đó giúp cô phù hợp với vị trí này. Ngoài ra, cô cũng là ứng viên duy nhất. Rồi, bây giờ điều chúng tôi cần là một số mảnh xương cổ.

Năm 1988, tin tức bay đến từ một cuộc khai quật khảo cổ đang được tiến hành ở Abington nằm cách Oxford một vài kilomet về phía nam. Người ta đang xây một khu siêu thị quanh một nghĩa trang thời Trung cổ. Các máy móc đào xới đang hoạt động ngày đêm. Ban nghiên cứu khảo cổ của địa phương được cho hai tháng để khai quật khu mộ trước khi những nhà xây

dụng quay lại làm việc. Thế là tôi và Erika tới đó, công trường làm việc tấp nập. Đó là một ngày nắng nóng chói chang, rải rác khắp công trường là hàng chục người thợ khai quật chỉ mặc những thứ cần thiết nhất trên người. Họ dùng bay xới những đụn đất, rà soát xung quanh những hố đào, hoặc lội qua những rãnh chứa nước. Vài bộ xương lộ một phần ra ngoài, dính một lớp đất vàng nâu và được đánh dấu bằng những sợi dây bao quanh khu đất. Khi nhìn thật kỹ, chúng tôi thấy chẳng có gì đáng hy vọng cả. Do đã làm việc với ADN trong nhiều năm, tôi biết được phải xử lý thật thận trọng với nó. Những mẫu ADN luôn phải được lưu trữ đông lạnh ở nhiệt độ -70°C , bất cứ khi nào lấy ADN ra khỏi ngăn lạnh thì cũng phải luôn luôn giữ nó trong thùng đá. Nếu quên điều này và để cho đá tan ra thì chỉ có nước vứt nó đi, bởi vì như mọi người cho rằng ADN sẽ phân rã rồi bị phá hủy. Không ai nghĩ là nó có thể tồn tại được hơn vài phút khi để trên bàn thí nghiệm, trong nhiệt độ phòng, chưa nói gì đến việc nó bị chôn vùi dưới đất trong hàng trăm năm hay thậm chí là hàng ngàn năm.

Dù sao thì cũng nên thử một phen. Chúng tôi được phép lấy về ba cái xương đùi từ công trường khai quật, về đến phòng thí nghiệm, chúng tôi phải ra hai quyết định: làm sao để lấy ADN ra và đoạn ADN nào sẽ được chọn để đưa vào phản ứng khuếch đại. Điều thứ nhất thì cũng khá dễ. Chúng tôi biết rằng nếu có chút ADN nào còn lại trong xương thì chắc hẳn nó phải được kết hợp với khoáng chất xương được gọi là hydroxyapatite. Dạng canxi này đã được dùng trước đây để hấp thụ ADN trong quá trình tinh chế, nên rất có thể ADN cũng dính với chất hydroxyapatite trong xương cổ. Nếu đúng như vậy, chúng tôi phải nghĩ ra một cách để gỡ ADN ra khỏi canxi.

Rồi chúng tôi cắt xương ra thành nhiều đoạn bằng cưa sắt, làm đông lạnh chúng trong nitơ lỏng, đập vỡ ra thành bột, rồi nhúng bột này vào trong một hóa chất để nó dần dần lấy hết canxi ra trong vòng vài ngày. May thay, khi canxi được lấy ra hết thì vẫn còn chút gì đó dưới đáy ống nghiệm – một thứ cặn màu xám. Chúng tôi đoán đó là những gì còn sót lại bao gồm collagen, các protein khác, một ít tế bào, có thể một ít chất béo và – hy vọng – là một ít phân tử ADN. Chúng tôi quyết định lấy hết các protein bằng một loại enzym. Enzym là chất xúc tác của sinh vật, nó làm cho phản ứng xảy ra nhanh hơn rất nhiều. Chúng tôi chọn một enzym làm tiêu hóa hết protein, rất giống như các enzym trong bột giặt để làm sạch các vết máu và các vết bẩn hữu cơ khác. Rồi chúng tôi lấy chất béo ra bằng chloroform. Sau đó làm sạch những gì còn lại bằng phenol, một thứ chất lỏng rất khó chịu thường dùng trong xà phòng carbolic. Dù phenol và chloroform là các chất hóa học rất mạnh, chúng không phá hoại ADN. Cuối cùng, sau những đợt lọc bằng hóa chất đó, phần còn lại là chất lỏng vàng nhợt nhạt chỉ khoảng một thìa cà phê. Ít nhất về mặt lý thuyết nó phải chứa ADN, nếu thực sự có ADN trong xương. Nhiều nhất cũng chỉ có một ít phân tử thôi, nên chúng tôi phải dùng phản ứng khuếch đại ADN để nâng số lượng trước khi tiến hành bước tiếp theo.

Bản chất của phản ứng khuếch đại là phỏng theo hệ thống nhân bản ADN mà tế bào sử dụng. Ta phải có nguyên liệu để tạo ADN trong ống nghiệm. Đầu tiên là thêm một loại enzym nữa, lần này là enzym dùng trong việc sao chép ADN; nó được gọi là polymerase nên phản ứng được gọi tên khoa học là: phản ứng dây chuyền bởi polymerase hay viết tắt tiếng Anh là PCR (polymerase chain reaction). Kế tiếp, một vài đoạn ADN được thêm vào để hướng dẫn enzym tiến lại gần đoạn ADN gốc cần phải được khuếch đại và quên đi các thứ khác. Sau đó, nguyên liệu xây dựng ADN là các phân tử nucleotide được cho vào hỗn hợp cùng với một vài thành phần, ví dụ như magie để giúp cho chúng hòa với nhau. Tất nhiên là cộng với thứ mà bạn cần khuếch đại, trong trường hợp này là chiết xuất từ xương Abington mà chúng tôi hy vọng là có chứa một ít phân tử ADN rất cổ.

Sau đó chúng tôi phải quyết định gien nào cần khuếch đại. Bởi vì, như đã nói, chắc sẽ không có nhiều ADN còn lại trong xương, nên chúng tôi tìm cách để tối ưu hóa cơ hội bằng cách chọn một thứ gọi là *ADN ti thể*. Chúng tôi đã chọn như thế đơn thuần là vì trong một tế bào có chứa thứ này nhiều hơn hàng trăm lần so với các gien khác. (Hóa ra, sau này chúng ta cũng sẽ thấy, ADN ti thể có một tính chất rất đặc biệt làm cho nó trở nên rất lý tưởng để dựng lại quá khứ.) Nếu đúng là có ADN trong xương người Abington, thì khả năng lớn nhất chính là ADN ti thể.

Thế là chúng tôi cho hết các thành phần cần thiết vào ống nghiệm để tạo phản ứng khuếch đại ADN ti thể cùng với một vài giọt của chiết xuất xương quý hiếm đó. Để làm cho phản ứng

xảy ra trong ống nghiệm, ta phải đun sôi nó lên, làm mát đi, hâm nóng lên trong một vài phút, rồi lại đun sôi lên, làm mát, hâm nóng... Cứ thế lặp lại cả quá trình trong ít nhất 20 lần. Hiện nay, các phòng thí nghiệm di truyền học đều có đầy đủ máy móc để thực hiện các phản ứng này một cách tự động. Nhưng lúc đó thì chưa có. Nhớ lại thời những năm 1980, chỉ có một loại máy duy nhất trên thị trường và đắt bằng cả một gia tài, mà ngân quỹ của chúng tôi lại rất khiêm tốn. Cách duy nhất để làm là ngồi cầm đồng hồ bấm giờ trước ba cái bình nước, một cái sôi, một cái lạnh và một cái ấm ấm, rồi dùng tay chuyển các ống nghiệm từ bình này sang bình kế tiếp mỗi ba phút. Cứ lặp đi lặp lại như thế. Trong ba tiếng rưỡi đồng hồ. Tôi chỉ cố gắng làm được một lần, phản ứng chẳng hề xảy ra và tôi buồn thối ruột. Chắc chắn phải có cách tốt hơn chứ. Tại sao không dùng một cái ấm đun nước bằng điện nhỉ? Và tôi bỏ ra ba tuần tiếp theo mày mò với dây điện, cái đồ giờ, nhiệt kế, rơ-le, ống đồng, một cái van máy giặt và ấm nước mang từ nhà đến. Cuối cùng tôi cũng chế được một thiết bị xử lý được đúng quy trình trên. Nó có thể đun sôi, nó làm mát được (rất nhanh nhé) khi mở van máy giặt để nước lạnh chảy vào các cuộn ống đồng; và nó có thể làm ấm nữa. Thế là nó hoạt động được.

Chúng tôi có thể thấy rằng cái máy đó (tôi đặt tên cúng cơm cho nó là “Nàng hầu Gien”^[2], phỏng theo “Nàng hầu Trà” là cái máy pha trà mà nhiều người lớn tuổi vẫn xem là thứ thiết yếu trong phòng ngủ) xoay sở để tạo ra được phản ứng khuếch đại không chỉ trong các thí nghiệm thử với ADN hiện đại mà cả với chiết xuất xương người Abington, tuy rất yếu. Bằng cách đối chiếu chuỗi của nó với những chuỗi đã công bố trong các công trình khoa học, chúng tôi chứng minh ngay được rằng ADN thu được đích thị là của con người. Vậy là đã thành công. Đây, ngay trước mắt chúng tôi, ADN của ai đó đã chết cách đây hàng trăm năm, đã được cải tử hoàn sinh từ trong mồ, theo đúng nghĩa đen.

Bây giờ nhìn lại, tôi thấy không thể tin được là một thí nghiệm khởi đầu bằng việc phục hồi ADN từ những mảnh xương vụn trong khu nghĩa địa Abington (mà lúc mới lộ ra khỏi đất nhìn chẳng thấy chút hy vọng gì), sau đó lại dẫn đến những kết luận sâu sắc về lịch sử và linh hồn của loài người chúng ta. Khi mà câu chuyện của tôi mở ra, bạn sẽ thấy, cũng giống như hầu hết các nghiên cứu khoa học khác, đây không phải là một tiến trình liên tục dẫn đến một mục đích được xác định rõ ràng ngay từ ban đầu, mà nó giống các bước nhảy hơn. Mỗi bước được đẩy đưa do thời cơ, do quan hệ cá nhân, do điều kiện tài chính và ngay cả do những tai nạn gây thương tích thân thể nữa. Những điều này cũng ảnh hưởng ngang bằng với động lực thúc đẩy của ý chí nghiên cứu. Không có một con đường vạch sẵn nào dẫn đến sự khám phá ra “Bảy Người Con Gái của Eva”. Quá trình nghiên cứu chỉ nhích từng chút một, hầu hết là tiến lên, về phía một mục tiêu mờ mịt kế tiếp phía trước. Cũng giống như một người đi trong rừng sâu không có lối mòn, ta nhích lên được chỉ nhờ vào sự đánh giá những gì đã đi qua, mà không biết một chút gì về những thứ đang nằm phía trước.

Lúc ấy, mặc dầu kết quả nghiên cứu của chúng tôi là một thành tựu to lớn, điều lạ là mọi chuyện không có vẻ như vậy. Tôi nghĩ là Erika và tôi đã quá quan tâm đến chi tiết mà không đánh giá hết ý nghĩa của những gì đạt được. Ngoài ra, không phải lúc nào chúng tôi cũng ăn ý và hiệu quả với nhau, mà sự thật thì không hiểu sao là ngược lại. Căng thẳng tạo ra trong nhiều tuần, vì chuyện này chuyện kia. Chỉ mãi lâu sau đó tôi mới bắt đầu nhận ra rằng bước tiến mà chúng tôi đạt được không chỉ có ý nghĩa trong khoa học mà trong cả lịch sử phổ thông nữa. Chuyện này xảy ra sau đó; còn lúc này chúng tôi cứ để đầu óc tập trung hết vào chuyện công bố kết quả. Nghe phong phanh rằng có vài nhóm nghiên cứu khác cũng đang tìm cách lấy ADN từ xương cổ đại, chúng tôi quyết định phải công bố công trình của mình nhanh nhất, nếu không thì sẽ bị qua mặt. Trong khoa học, mấu chốt không phải là làm được thí nghiệm trước mà là công bố được công trình trước. Nếu có người công bố trước chúng tôi, chỉ cần trước một ngày thôi, họ mới chính là người thắng cuộc. May mắn thay, chúng tôi đã thuyết phục được ban biên tập tạp chí khoa học *Nature*^[3] để họ nhanh chóng đưa bài báo của chúng tôi vào in nhanh trong một thời gian kỷ lục, đó là ngay trước lễ Giáng sinh năm 1989.

Tôi hoàn toàn không chuẩn bị tinh thần cho những gì xảy ra sau đó. Mặc dù nghiên cứu của tôi về bệnh xương thủy tinh cũng thỉnh thoảng đã được nhắc đến ở báo chí phổ thông địa phương, và một hai lần được giới thiệu trên báo toàn quốc, nhưng điều đó không có nghĩa là mọi kết quả khoa học mới đều có thể khuấy động được giới truyền thông. Ngày hôm sau, vừa

đến sở làm thì chuông điện thoại đổ liên hồi từ giới báo chí gọi đến phỏng vấn. Với tôi, đó là một trải nghiệm mới lạ. Thực ra vài năm trước đó, tôi cũng từng làm một phóng viên của hãng ITN trong ba tháng, đó là chương trình của Anh chuyên đưa tin thương mại cho các kênh truyền hình toàn cầu. Nghề tay trái đó của tôi nằm trong chương trình thiện chí của Hiệp hội Hoàng gia^[4], nhằm làm cầu nối giữa phương tiện truyền thông đại chúng và khoa học. Tôi bị lôi cuốn vào việc đó bởi lương trả rất hậu hĩnh (với hy vọng kiếm đủ tiền bù cho mấy khoản bội chi của mình). Nhưng rồi cuộc thì tôi còn đâm ra nợ nần nhiều hơn khi bắt đầu làm, ít nhất cũng vì khoảng thời gian mà tôi bỏ ra ngồi quán bar, nhà hàng với những nhà doanh nghiệp giàu có. Ví dụ một tối nọ, tôi nhanh nhẩu mời một nhà diễn thuyết nổi tiếng uống nước, ông đáp bằng một câu trả lời rất ư là tuyệt vời: “Ồ, cảm ơn bạn thân. Cho tôi một Bollinger^[5] đi.” Tôi còn có thể làm gì hơn ngoài việc đồng ý chứ? Ấy thế nhưng, mặc dù tiền bạc đúng là đại họa, những tháng (ngày) ngắn ngủi đó cũng dạy cho tôi nhiều điều về truyền thông đại chúng, gồm cả việc biết cách gọt câu trả lời các phóng viên thành những câu đơn giản đúng ý họ muốn biết.

Sau một buổi sáng trả lời các câu hỏi của phóng viên về bài báo khoa học của mình, tôi bắt đầu thấy chán vì cứ phải giải thích đi giải thích lại ADN là gì, này nọ kia kia. Cho đến khi phóng viên tờ báo khoa học *Observer* gọi tới, tôi mới đỡ chán hơn một chút. Sau khi điếm qua những câu hỏi thông thường, ông ta hỏi bây giờ chúng ta có thể làm gì để ứng dụng kết quả này. Tôi trả lời rằng, có khả năng là chúng ta có thể trả lời câu hỏi: liệu người Neanderthal có thực sự tuyệt chủng hay chưa. Câu trả lời này hoàn toàn có lý, và hóa ra về sau mới biết đó là một lời tiên tri. Được đà tôi nói tiếp: “Dĩ nhiên chúng ta cũng có thể giải được nhiều bài toán đã làm đau đầu các học giả hàng thế kỷ, tỉ như Rameses đệ Nhị^[6] là đàn ông hay là đàn bà.” Nhưng mà sau đó tôi biết, chẳng có học giả nào hứng thú chuyện này cả, vì chẳng ai lại đi nghi ngờ chuyện vị Pharaoh vĩ đại này là một người đàn ông. Thế là ngày chủ nhật hôm sau, ngay dưới bức chân dung của vị vua này trên tờ báo đó, tôi đọc được câu “Vua Rameses đệ Nhị”.

Mấy năm sau, tôi may mắn được mời tham dự lễ khai mạc một cuộc triển lãm về Ai Cập cổ đại ở bảo tàng British, London. Tối đó là một cuộc triển lãm điêu khắc Ai Cập hoành tráng. Chỗ ngồi của tôi ngay đối diện với bức tượng bằng đá khổng lồ của Rameses. Từ trên cao ông đang nhìn thẳng vào tôi, ánh nhìn bao dung và thấu suốt đến mức khiến người ta run rẩy. Tôi biết ngay là ông đã nghe thấy câu chuyện đùa của tôi làm mất uy tín ông, và biết mình thế nào cũng gặp nhiều rắc rối ở kiếp sau.

Một trong những khó khăn lớn nhất trong việc tách ADN từ xương cổ đại là nếu không cực kỳ cẩn thận, ta có thể dễ dàng phạm sai lầm và kết quả là lại nhân bản ADN hiện đại, kể cả ADN của chính người đang thực hiện thí nghiệm, thay vì ADN trong bộ xương đó. Ngay cả khi tồn tại thực sự, ADN cổ đại cũng bị gãy vụn ra khá nhiều mảnh do tác động của những thay đổi hóa tính, hầu hết là do quá trình oxy hóa, dần dần làm biến đổi cấu trúc của nó. Nếu chỉ cần một chút tí ti ADN hiện đại rơi vào trong quá trình phản ứng thì enzym tổng hợp ADN, vì không hiểu ý, lập tức tập trung vào những anh chàng hiện đại này rồi tạo ra hàng triệu phiên bản, thay vì tạo ra các phiên bản cổ đại. Khi đó, nhìn thì có vẻ như phản ứng rất thành công, bởi vì ta chỉ nhỏ một giọt chiết xuất của xương cổ đại vào, mà cuối cùng lấy ra được hàng đống ADN. Chỉ đến khi phân tích kỹ càng hơn thì ta mới ngã ngựa ra rằng đó là ADN của chính mình, chứ chẳng phải của xương hóa thạch gì cả.

Mặc dù khá chắc chắn rằng điều này đã không xảy ra với xương người Abingdon, chúng tôi cũng đã nghĩ ra một cách để kiểm tra, đó là dùng ADN của một loài vật nào đó, thay vì của con người cổ đại. Như vậy một cách dễ dàng, chúng tôi sẽ biết ngay ADN là của con vật đó, chính là cái cần nhân bản, hay của con người vô tình rơi vào. Nguồn xương động vật tương đối cổ tốt nhất mà chúng tôi biết được là trên chiếc tàu đắm tên Mary Rose. Đó là một chiếc thuyền chiến rất oách đắm xuống biển ngoài khơi Portsmouth trong một cuộc đụng độ với đội thuyền chiến xâm lược của Pháp vào năm 1545. Chỉ rất ít thủy thủ sống sót. Hơn 400 năm trôi qua, chiếc tàu đắm này nằm trong bùn ở độ sâu 14 mét. Cho đến năm 1982 thì nó được vớt lên và trưng bày trong một viện bảo tàng ở Portsmouth, ở đây nó được ngâm vào trong một dung dịch chất chống đông để bảo quản cho gỗ khỏi bị oằn. Ngoài xương cốt của các thủy thủ xấu số trên tàu, người ta còn phát hiện được hàng trăm bộ xương thú và cá. Trước khi chìm, trên tàu chất đầy

lượng thực, bao gồm sườn bò, sườn lợn và nhiều thùng cá tuyết ướp muối. Chúng tôi đã thuyết phục được người quản lý bảo tàng để có được một mẫu xương sườn lợn để thử. Bởi vì hầu như sau khi chết, cái xương được chôn trong bùn không có oxy ở tận đáy biển vùng Solent, nên nó vẫn trong tình trạng rất tốt, và nhờ đó chúng tôi không gặp mấy khó khăn trong việc tái tạo ra được rất nhiều ADN từ nó. Chúng tôi đã tiến hành phân tích kỹ càng – và không có một chút nghi ngờ gì, những ADN tái tạo được là của lợn, không phải của người.

Mục đích của việc kể ra những chuyện này cho bạn nghe không phải là để dẫn bạn qua hết thí nghiệm này đến thí nghiệm khác, mà để giải thích những sự kiện đã xảy ra khi các kết quả khoa học đó được công bố. Càng ngày càng có thêm nhiều cú điện thoại và nhiều hàng tít báo chí – mà tôi thích nhất là tiêu đề trên tờ báo *Independent on Sunday*. “Heo mang hên đến cho nghiên cứu ADN” [\[7\]](#). Chà, mọi chuyện trở nên hấp dẫn rồi đây.

ADN LÀ GÌ VÀ NÓ ĐẢM ĐƯƠNG VIỆC GÌ?

Chúng ta đều biết rõ quy luật mà con người đã tồn tại hàng nghìn năm nay, đó là con cái thường giống bố mẹ và đứa trẻ sinh ra sau 9 tháng kể từ ngày giao hợp. Thế mà, cơ chế của việc di truyền ấy vẫn còn là một bí ẩn cho đến tận gần đây, mặc dù trước đó người ta liên tục đặt ra hàng loạt giả thiết khác nhau. Rất nhiều sách văn chương Hy Lạp cổ đề cập tới vấn đề các thành viên trong gia đình giống nhau, và đắm chìm trong các tư tưởng này là các nhà hiền triết cổ. Aristotle, có viết vào khoảng năm 335 trước công nguyên, cho rằng người cha tạo dựng hình ảnh của đứa bé, còn mẹ thì góp rất ít, chỉ gồm việc nuôi dưỡng trong tử cung cũng như sau khi sinh mà thôi. Tư tưởng này đúng là cơ sở thích hợp của tư tưởng trọng nam khinh nữ ở các nước phương Tây bấy giờ. Vì theo đó, chỉ điều sau đây mới được cho là hợp lý: người cha, người cung cấp tài sản và vị thế, cũng chính là người kiến tạo ra tất cả đặc tính và bản chất của con trẻ. Tuy vậy lý thuyết này cũng không xem nhẹ việc lựa vợ phù hợp. Bởi dù sao thì giống gieo trên đất tốt vẫn sinh trưởng mạnh hơn giống gieo trên đất cằn. Tuy nhiên, có một vấn đề khó khăn nảy sinh và chính nó đã ám ảnh biết bao thế hệ phụ nữ.

Nếu mà con trẻ sinh ra chỉ với sự kiến tạo của người cha, thế thì sao đàn ông lại có được con gái? Câu hỏi này thách đố Aristotle suốt đời, và câu trả lời của ông là: tất cả những em bé có thể giống cha mình ở mọi khía cạnh, kể cả việc là đàn ông, trừ khi chúng bị “can thiệp” từ trong tử cung. Sự “can thiệp” này có thể tương đối nhỏ, tạo ra những khác biệt tương đối không đáng kể, như một đứa trẻ có thể có tóc đỏ thay vì tóc đen như cha; hoặc có thể đáng kể hơn – như trở nên biến dạng hoặc trở thành phụ nữ. Quan điểm này đã tạo ra một hệ quả nghiêm trọng cho biết bao phụ nữ trong suốt chiều dài lịch sử: họ bị vu oan, bị bỏ rơi chỉ vì không thể sinh được con trai. Lý thuyết cổ này cũng đẻ ra một ý niệm “những tên lùn” (*homunculus*), một giống nhỏ bé xâm nhập vào người phụ nữ trong quá trình giao hợp. Thậm chí đến tận đầu thế kỷ 18, nhà tiên phong của kính hiển vi, Anthony van Leewenhoek, tưởng tượng rằng ông có thể nhìn thấy những tay tí hon này cuộn tròn trong đầu các tinh trùng.

Hippocrates, người thầy thuốc được nhắc đến trong lời thề của các bác sĩ mới ra trường (đến tận bây giờ), có cái nhìn bớt cực đoan hơn Aristotle, và phần nào nhận thấy vai trò của người phụ nữ. Ông tin rằng cả phụ nữ và đàn ông đều tạo ra các dung dịch của mỗi người, và đặc điểm của đứa trẻ sẽ được quyết định bởi phần dung dịch nào thắng thế khi chúng trộn lẫn vào nhau sau khi giao hợp. Việc đứa trẻ có thể có đôi mắt giống cha hay cái mũi giống mẹ cũng chính là kết quả của quá trình này. Nếu không có dung dịch nào của cha mẹ thắng thế trong việc tạo ra một đặc điểm nào đó, thì đứa trẻ sẽ mang đặc điểm ở giữa cả hai. Ví dụ như tóc có thể có màu ở giữa màu tóc của cả bố và mẹ.

Lý thuyết này liên hệ rõ ràng đến thực tế đời sống. “Nó giống y chang cha nó” hay “con bé này cười giống mẹ quá” và những quan sát tương tự khác được lặp lại hàng triệu lần mỗi ngày trên khắp thế giới. Ý tưởng cho rằng những đặc điểm của cha mẹ đã pha trộn và hợp nhất vào con cái được giới khoa học tin tưởng rộng rãi đến tận cuối thế kỷ 19. Darwin hẳn cũng chẳng khác hơn, và đó cũng là lý do vì sao ông không bao giờ có thể tìm ra một cơ chế thích hợp để giải thích thuyết chọn lọc tự nhiên của mình, bởi bất cứ đặc tính gì mới và trội lại tiếp tục bị pha loãng ra do quá trình pha trộn này ở mỗi thế hệ. Mặc cho ngày nay các nhà di truyền học cười nhạo sự ngớ ngẩn đó của các bậc tiền bối, tôi cũng không ngại dấn cá là cái thuyết trộn lẫn đó, đến tận bây giờ, vẫn là lời giải thích thỏa mãn nhất cho hầu hết những quan sát bằng mắt thường.

Cuối cùng thì cũng có hai phát kiến thiết thực ở thế kỷ 19 đã tạo manh mối cho việc tìm ra bản chất chuyện này. Một là sự phát minh ra chất nhuộm hóa học mới trong ngành công nghiệp dệt, và hai là việc thay đổi cách mài thấu kính của kính hiển vi khiến chúng hoạt động tốt hơn. Sự phóng đại lớn qua kính hiển vi đã giúp người ta có thể nhìn thấy những đơn bào khá dễ dàng; còn cấu trúc nội tại của chúng được khám phá khi người ta nhuộm chúng bằng thuốc nhuộm mới. Giờ thì sự sinh sản, quá trình hợp nhất của một tế bào trứng to với một chàng tinh trùng nhỏ bé mạnh mẽ đã có thể quan sát được. Khi tế bào phân chia, người ta có

thể thấy những cấu trúc như sợi chỉ rất lạ từ khi chúng đang trong quá trình tập hợp và sau đó phân chia đều ra cho các tế bào mới. Bởi chúng được nhuộm màu rất sáng bằng màu nhuộm mới nên những cấu trúc lạ lẫm này được biết dưới tên gọi “chromosomes” – theo tiếng Hy Lạp, nghĩa bóng bẩy là “những cơ thể được nhuộm màu” (nhiễm sắc thể). Mãi về sau người ta mới có những manh mối để hiểu chúng hoạt động thế nào.

Trong quá trình thụ tinh, một phần những sợi chỉ lạ lẫm có vẻ như bắt nguồn từ tinh trùng của cha và phần còn lại đến từ trứng của mẹ. Điều này được tiên đoán bởi Gregor Mendel, một tu sĩ ở thị trấn Brno thuộc cộng hòa Czech, ông đã được cả thế giới công nhận như ông tổ khi đặt nền tảng cho cả ngành di truyền học thông qua những thí nghiệm gây giống đậu Hà Lan trong vườn tu viện vào những năm 1860. Ông kết luận rằng trong bất cứ những gì được di truyền sang con cái, cha và mẹ đóng góp bằng nhau. Chẳng may, ông đã mất trước khi được nhìn thấy “nhiễm sắc thể”; nhưng ông đã đúng. Chỉ với một ngoại lệ quan trọng đối với ADN ti thể (chúng ta sẽ nói nhiều về chúng sau) và nhiễm sắc thể quyết định giới tính, thì gien – các phân đoạn mang mã di truyền nằm trong nhiễm sắc thể – được truyền thụ cân bằng từ cha và mẹ. Từ năm 1903, người ta đã nhận thức rất rõ về vai trò chủ đạo đối với di truyền của nhiễm sắc thể cũng như việc nó chứa đựng thông tin về cơ chế di truyền. Nhưng phải mất thêm 50 năm nữa thì người ta mới phát hiện ra được cái gì cấu tạo nên nhiễm sắc thể và cách thức hoạt động chúng với tư cách một thông điệp tự nhiên của sự di truyền.

Năm 1953, hai nhà khoa học trẻ làm việc ở Cambridge, James D. Watson và Francis Crick, đã tìm ra cấu trúc phân tử của một chất đã được biết từ lâu nhưng lại được đa số cho là ù lì và không quan trọng. Dường như để tăng thêm sự khó hiểu của chất này, người ta đặt cho nó một cái tên thật dài, Deoxyribonucleic acid, giờ được vui vẻ gọi tắt là ADN. Mặc dù cũng có vài thí nghiệm trước đó đã cho thấy ADN có liên quan đến cơ cấu của sự di truyền, nhưng người ta vẫn “khôn ngoan” rót tiền vào những thí nghiệm xem protein chính là nguyên liệu của di truyền học. Protein thì tinh vi, phức tạp, có đến 20 thành phần khác nhau (là những acid-amin) và có thể khoắc lên mình hàng triệu dáng vẻ khác nhau. Người ta đã nghĩ rằng, chắc chắn chỉ có thứ gì đó vô cùng phức tạp mới có thể điều khiển được một nhiệm vụ vĩ đại, đó là lập trình một tế bào trứng thụ tinh phát triển thành một cơ thể người với đủ hình hài và chức năng hoàn chỉnh. Không thể là anh chàng ADN này được, vì nó chỉ có bốn thành phần. Phải công nhận rằng nò ở đúng chỗ, ngay trong nhân tế bào, nhưng chắc nó ở đó chỉ để làm mấy việc tầm phào như hút thẩm nước hơn là làm các việc thông thái.

Mặc cho các nhà khoa học cùng thời đều bộc lộ rõ sự thiếu quan tâm đến chất này, Watson và Crick cảm thấy chắc chắn rằng nó đóng một vai trò chủ chốt trong cơ chế hóa học của việc di truyền. Họ quyết định làm một cú đột phá, tạo ra mô hình phân tử của chất này bằng cách sử dụng các kỹ thuật vốn chỉ được dùng để tìm hiểu cấu trúc của những protein quyền rũ hơn. Họ tạo ra một mạng đồng đặc ADN tinh khiết, rồi đem chiếu tia X tới tấp vào nó. Hầu hết các tia X khi chiếu vào mạng ADN đều xuyên qua luôn phía bên kia. Nhưng có vài tia va vào các nguyên tử trong mạng phân tử, rồi đi lệch theo một hướng khác bị chặn bởi một bản phim X-quang – loại phim mà các nhân viên X-quang hay dùng để chụp hình xương gãy. Những tia X phản xạ này tạo thành một hình các chấm đều đặn trên tấm phim. Vị trí chính xác của các chấm này sau đó được đem ra tính toán để cho ra vị trí các nguyên tử trong ADN.

Sau rất nhiều tuần xây dựng những mô hình khác nhau tượng trưng cho các nguyên tử trong ADN bằng mấy cái que, mấy tấm bìa giấy và kim loại, Watson và Crick đột nhiên tìm thấy một trong số chúng khớp chính xác với cấu trúc tia X. Mô hình thật đơn giản nhưng cũng thật kỳ diệu ấy lập tức gợi lên cơ chế hoạt động giúp ADN có thể xứng đáng làm một nguyên liệu di truyền. Watson và Crick công bố khám phá này với vẻ tự tin duyên dáng trên tạp chí khoa học rằng: “Không thoát khỏi tầm chú ý của chúng tôi, chính sự kết cặp đặc trưng mà chúng tôi đã giả thiết ngay lập tức dẫn tới một cơ chế sao chép khả thi của các nguyên liệu di truyền”. Họ đã hoàn toàn đúng và được trao tặng giải Nobel về Y khoa và Sinh lý học năm 1962.

Điều kiện thiết yếu ở nguyên liệu di truyền chính là một đặc điểm giúp nó được sao chép một cách trung thực nhiều lần qua thời gian, để khi một tế bào phân chia, cả hai tế bào mới – gọi là tế bào con – đều nhận một nửa nhiễm sắc thể bằng nhau từ nhân. Nếu nguyên liệu di truyền trong nhiễm sắc thể không thể được sao chép lại mỗi lần tế bào phân chia, thì chúng sẽ

nhANH chóng cạn kiệt. Đồng thời, sự sao chép này cũng phải đạt chất lượng rất cao, nếu không thì các tế bào sẽ không thể hoạt động được. YVatson và Crick đã phát hiện rằng mỗi phân tử ADN được cấu thành bởi hai cuộn dài, giống như hai thành cầu thang xoắn quấn vào nhau – một “đường xoắn kép”. Đến thời điểm sao chép diễn ra, hai dải của đường xoắn kép này tách ra. Mỗi ADN chỉ có bốn thành phần và chúng được gọi tắt theo chữ cái đầu trong tên hóa học của chúng: A trong Adenine, C trong Cytosine, G trong Guadanin, và T trong Thymine. Trong văn bản khoa học, chúng được gọi chung là các *đơn vị nucleotid*, mà tiếng Anh gọi tắt là *base* (đơn vị). Giờ bạn có thể tạm quên công thức hóa học của chúng, chỉ cần nhớ bốn ký tự: A, C, G và T là đủ rồi.

Bước đột phá trong việc giải đáp cấu trúc ADN xảy ra khi Watson và Crick nhận thấy rằng, chỉ có một cách duy nhất để hai dải của đường xoắn kép này có thể khớp với nhau, chính là: mỗi A trong chuỗi này chỉ có thể khớp với một T trên chuỗi kia. Giống như hai mảnh ghép hình, A sẽ khớp hoàn hảo với T chứ không phải G hay C hay A nào khác. Cũng y hệt như thế, chỉ có C và G trong mỗi bên khớp với nhau mà thôi, không phải với T hay A. Cách này khiến *cả hai* bên giữ chuỗi thông tin mã hóa bổ sung cho nhau. Ví dụ như chuỗi ATTCAG ở phía bên tay này phải khớp với chuỗi TAAGTC ở phía bên kia. Khi chuỗi xoắn kép tháo phần này ra, bộ máy tế bào lập tức tạo ra TAAGTC đối diện với ATTCAG trên chuỗi cũ và dựng nên ATTCAG đối diện với TAAGTC trên phần còn lại. Kết quả là tạo ra hai chuỗi xoắn kép mới y hệt bản gốc. Mỗi lần có hai bản sao hoàn hảo, vì vậy các chuỗi hóa học chỉ gồm bốn ký tự hóa học này luôn được bảo tồn. Vậy những chuỗi này là gì? Đó là một thông điệp, đơn giản và thuần khiết. Thực ra, ADN chẳng tự làm gì hết. Nó không giúp bạn thở hay tiêu hóa thức ăn đâu. Nó chỉ hướng dẫn mấy thứ khác làm các việc ấy. Hóa ra các tay quản lý trung tâm của tế bào nhận những hướng dẫn này và thực hiện nhiệm vụ đó lại chính là các anh chàng protein. Chúng có vẻ tinh vi, mà đúng là chúng tinh vi thật, nhưng chúng lại hoạt động dưới sự chỉ dẫn nghiêm ngặt từ hội đồng quản trị, chính là bản thân các ADN.

Mặc dù độ phức tạp của các tế bào, các mô và toàn bộ các cơ quan đều ở mức kỳ cùng, cách thức mà bản hướng dẫn cơ bản của ADN được viết ra lại đơn giản đến mức kinh ngạc. Giống như những hệ thống chỉ dẫn quen thuộc như ngôn ngữ, số liệu hay mã nhị phân tin học, vấn đề là không phải nhiều ký tự mà chính thứ tự mà các ký tự xuất hiện mới quan trọng. Ví dụ như “năng” và “ngắn” đều có các chữ cái giống hệt nhau, nhưng vì khác thứ tự nên các từ này có nghĩa hoàn toàn khác nhau. Tương tự như thế, 476021 và 104762 là những số khác nhau sử dụng các chữ số giống hệt nhưng xếp khác thứ tự. Hay là 001010 và 100100 có nghĩa khác nhau trong mã nhị phân. Cũng y hệt cách đó, thứ tự của bốn ký hiệu hóa học trong ADN biểu trưng các thông điệp khác nhau. ACGGTA và GACAGT là những phép đảo thứ tự ADN, chúng có nghĩa hoàn toàn khác nhau đối với tế bào, như “năng” và “ngắn” với chúng ta vậy.

Vậy thì các thông điệp này được viết ra và được đọc lên như thế nào đây? ADN chỉ giam mình vào trong nhiễm sắc thể, mà nhiễm sắc thể thì vốn không bao giờ rời nhân tế bào. Nên chính protein là những tác nhân thực hiện tất cả các công việc thực sự. Chúng là những người thi hành công vụ trong cơ thể. Chúng là những enzym tiêu hóa thức ăn và thực hiện quá trình trao đổi chất, chúng là các nội tiết tố (hormones) điều phối những gì diễn ra trong các phần khác nhau của cơ thể. Chúng là collagen của da và xương, là thành phần cơ bản (haemoglobin) của hồng cầu trong máu. Chúng là các kháng thể chiến đấu chống lại các dị vật vô tình hay cố ý lọt vào cơ thể như vi khuẩn. Nói khác đi là chúng làm mọi thứ. Lúc thì chúng là các phân tử đồ sộ, lúc thì nhỏ bé. Điều chung nhất là chúng đều được tạo thành từ những chuỗi phân tử acid-amin. Các acid-amin ở một đoạn này hút lấy các acid-amin ở các đoạn khác, thế nên chuỗi thẳng xinh xắn này vo lại thành một quả banh. Nhưng đó là một quả banh có hình dạng rất đặc biệt, hình dạng này cho phép các protein thực hiện nhiệm vụ của nó: thành chất xúc tác cho các phản ứng sinh học nếu chúng là enzyme, thành cơ bắp nếu chúng là các protein cơ, bẫy bắt vi khuẩn nếu chúng là bạch cầu, và vân vân. Có tất cả 20 acid-amin, một vài tay có cái tên hao hao giống nhau như lysine hay phenylalanine (một thành phần của chất ăn kiêng được làm ngọt) và những tên khác mà hầu hết người ta chưa nghe bao giờ, thí dụ như cysteine hay tyrosine. Thứ tự các acid-amin xuất hiện trong protein quyết định một cách chính xác hình dạng và chức năng sau cùng của chúng, còn tất cả những gì cần thiết xác định chính xác trật tự

này chính là bộ hướng dẫn nằm trong ADN. Bằng cách nào đó, thông tin được mã hóa nằm trong ADN nhân tế bào được mang tới các luồng sản xuất protein trong các phần khác của tế bào.

Nếu bạn sẵn lòng thì nhớ một sợi tóc xem. Bạn sẽ thấy cái viên trắng mờ ở chân tóc là gốc hay là nang tóc. Có khoảng một triệu tế bào trong mỗi nang tóc, và chúng chỉ có một mục đích duy nhất suốt đời là tạo ra tóc, tức là chủ yếu tạo ra các protein keratin. Khi bạn nhổ tóc ra, các tế bào trong đó vẫn hoạt động. Giờ tưởng tượng bạn ở trong những tế bào đó. Mỗi tế bào đều bận rộn tạo ra keratin. Nhưng sao chúng biết làm thế nào tạo ra keratin? Chìa khóa để tạo thành bất cứ protein nào, kể cả keratin, chỉ là vấn đề bảo đảm cho các acid-amin được đặt đúng thứ tự. Đúng thứ tự là sao? Hãy đi tra cứu thông tin ở các ADN trong nhiễm sắc thể ở nhân tế bào. Một tế bào tóc, như mọi tế bào khác trong cơ thể, đều có đủ bộ hướng dẫn của ADN, nhưng ta chỉ cần biết làm sao tạo ra keratin thôi. Tế bào tóc không bận tâm tạo ra xương hay máu, nên tất cả các chức năng này của ADN tắt đi. Nhưng mà phần hướng dẫn keratin, chính là gien keratin, thì mở cửa để tư vấn. Đó đơn giản là thứ tự của các ký tự ADN xác định thứ tự của các acid-amin trong keratin.

Chuỗi ADN trong gien keratin bắt đầu thế này: ATGACCTCCTTC... (vân vân và vân vân). Bởi không quen đọc các mã này nên ta thấy nó có vẻ như là một sự sắp xếp ngẫu nhiên của bốn ký tự trong ADN. Tuy nhiên, tế bào tóc lại không xem như thế. Đây là một phần nhỏ trong bộ mã tạo thành keratin, và được dịch ra rất đơn giản. Đầu tiên tế bào đọc bộ mã này thành mỗi nhóm ba ký tự. Nên ATGACCTCCTTC được đọc thành ATG-ACC-TCC-TTC. Mỗi nhóm ba ký tự này gọi là một bộ ba, vốn xác định một acid-amin nhất định. Bộ ba đầu tiên ATG là mã cho methionine, ACC là mã cho threonine, TCC cho serine, TTC cho phenylalanine và cứ thế. Bộ mã gien này được sử dụng bởi tất cả các gien trong tất cả các nhân tế bào của mọi loại thực và động vật.

Tế bào tạo các bản sao tạm thời của bộ mã này, như thể chúng đang photo vài trang của một cuốn sách, xong chúng chuyển các bản sao này cho các bộ máy tạo thành protein trong các bộ phận khác của tế bào. Khi đến đây, nhà máy sản xuất chuyển qua hành động. Đầu tiên chúng đọc bộ ba thứ nhất và giải mã chúng nghĩa là acid-amin methionine. Chúng lấy phân tử methionine khỏi kệ. Chúng đọc tiếp bộ ba thứ hai là threonine, lấy phân tử threonine xuống xong nối với methionine. Bộ ba thứ ba nghĩa là serine, vậy một phân tử serine nối vào phân tử methionine. Bộ ba thứ tư là phenylalanine, vậy một phân tử đó nối vào serine. Giờ chúng ta có bốn phân tử acid-amin xác định bởi chuỗi ADN của gien keratin được lắp ráp theo đúng thứ tự: methionine-threonine-serine-phenylalanine. Bộ ba thứ năm được đọc, giải mã rồi thêm vào, cứ thế tiếp tục. Quá trình đọc, giải mã rồi thêm acid-amin theo đúng thứ tự này tiếp diễn đến khi tất cả các chỉ dẫn đã được đọc hết. Giờ một phân tử keratin mới đã hoàn thành. Chúng được dỡ ra khỏi khuôn và di chuyển để hòa vào hàng trăm những tế bào khác nhằm hình thành nên một phần của tóc vẫn đang mọc ra từ da đầu bạn. À mà, đúng ra là nó đã tiếp tục mọc nếu bạn không nhổ nó ra.

TỪ NHÓM MÁU TỚI GIEN

Màu tóc là một trong những đặc điểm bề ngoài để nhận dạng một người. Nó là điều đầu tiên mà người ta chú ý ở một em bé, một người lạ hay một tên tội phạm truy nã nào. Đen hay vàng, lượn sóng hay thẳng, dày hay hói: đây là những hình ảnh mà ta hình dung trong đầu về một người chưa bao giờ gặp. Rõ là ta biết cách chải bới và làm đủ kiểu cho tóc của mình. Tiệm làm tóc có nhiều vô kể. Các sản phẩm nhuộm tóc màu sáng, màu tối, làm tóc thẳng, xoăn... xếp đầy trên kệ siêu thị. Tất cả chúng ta đang làm đủ cách để mái tóc của ta, vốn có từ lúc sinh ra, trở nên đẹp nhất. Nhưng chính gien mới là thứ quyết định phần cơ bản nhất. Sự khác biệt giữa tóc đỏ tự nhiên và tóc vàng tự nhiên nằm ở sự khác biệt của ADN. Trong gien của keratin và các thứ liên quan đến quy trình mọc tóc có những khác biệt nhỏ nhất nằm ở chuỗi ADN. Chúng là những thứ quy định đặc điểm màu sắc và kết cấu tóc. Hầu hết các gien ấy đến nay vẫn chưa được xác định, nhưng chắc chắn chúng đều được thừa hưởng từ cha mẹ, mặc dù không nhất thiết là sao chép giống hệt – nên cũng khá nhiều đứa bé mới sinh ra không có cùng màu tóc của cả cha lẫn mẹ.

Tuy vậy, sự khác biệt lớn nhất mà chúng ta thừa hưởng lại là những thứ không thể nhìn thấy bằng mắt và lẫn khuất trừ khi ta tình cờ phát hiện ra. Thứ khác biệt di truyền đầu tiên này được biết đến chính là nhóm máu. Nếu chỉ nhìn một người thì ta không thể nói người này thuộc nhóm máu gì. Thậm chí cả khi nhìn giọt máu của người đó ta cũng không nói được. Tất cả các loại máu đều nhìn rất giống nhau. Chỉ khi bắt đầu trộn máu của hai người khác nhau, sự khác biệt mới hiện ra rõ ràng. Nhưng mà, đâu có lý do gì tự nhiên trộn máu hai người lại với nhau, nên nhóm máu vẫn là điều bí ẩn cho đến khi việc truyền máu được phát minh.

Các ca truyền máu đầu tiên được ghi nhận là vào năm 1628 tại Ý, nhưng đã có nhiều người chết do những phản ứng dữ dội, nên việc truyền máu thời đó đã bị cấm; ở Pháp và Anh cũng tương tự. Mặc dù đã có vài thí nghiệm đáng lưu ý về việc truyền máu cứu do một thầy thuốc người Anh tên là Richard Lower thực hiện vào những năm 1660; kết quả cũng chẳng khá hơn và ý tưởng này đã bị vứt bỏ hàng mấy thế kỷ. Việc truyền máu cho người được tái thực hiện vào khoảng giữa thế kỷ XIX để chống lại bệnh xuất huyết bẩm sinh sau khi sinh, và đến năm 1875 đã có 347 cuộc truyền máu được ghi nhận. Nhưng thỉnh thoảng vẫn còn có rất nhiều bệnh nhân chịu hậu quả nguy kịch do phản ứng từ việc truyền máu.

Vào lúc đó, các nhà khoa học đã bắt đầu khám phá rằng chính sự khác biệt là nguyên nhân của vấn đề. Nhà vật lý người Pháp tên Leonard Lalois đã khám phá bản chất những phản ứng giữa các nhóm máu vào năm 1875, khi ông trộn máu động vật từ các mẫu khác nhau, ông nhận thấy những tế bào máu vón cục lại rồi bị vỡ ra. Nhưng phải đến tận năm 1900, nhà sinh học Karl Landsteiner mới hiểu được điều gì đã xảy ra và khám phá hệ thống nhóm máu người đầu tiên, chia máu người thành bốn nhóm: A, B, AB và O; gọi là hệ thống nhóm máu ABO. Khi máu người cho phù hợp với nhóm của bệnh nhân nhận máu, không có phản ứng xấu xảy ra, nhưng nếu ngược lại, máu sẽ vón cục rồi vỡ, gây ra những phản ứng nguy hiểm. Có nhiều bằng chứng lịch sử cho thấy người Inca ở Nam Mỹ đã thực hiện nhiều cuộc truyền máu thành công. Giờ chúng ta đã biết hầu hết người bản xứ Nam Mỹ đều cùng nhóm máu (nhóm O) nên khả năng người cho và người nhận có cùng nhóm máu O là rất cao, vì vậy việc truyền máu giữa những người Inca cũng sẽ ít nguy hiểm hơn ở châu Âu.

Không giống như việc di truyền phức tạp của tóc (mà ta vẫn chưa hiểu được tường tận), quy tắc di truyền của nhóm máu ABO lại hóa ra rất đơn giản và ta có thể dễ dàng theo dõi từ cha mẹ sang con cái. Nhóm máu được sử dụng rộng rãi để xác định cha đẻ – con ruột cho tới tận gần đây, khi có phương pháp xét nghiệm gien chính xác hơn. Ý nghĩa của nhóm máu trong câu chuyện của cuốn sách này là ở chỗ, chúng chính là thứ đầu tiên giúp đưa di truyền học vào ngành tiến hóa nhân loại mang tầm quốc tế. Để bắt đầu, chúng ta cần đi ngược đến Chiến tranh Thế giới thứ Nhất, từ báo cáo khoa học gửi đến Hiệp hội Y học Salonika[\[8\]](#) ngày 5 tháng Sáu năm 1918. Nó được dịch và đăng tải ngay năm sau trên tạp chí y học nước Anh *The Lancet*, dưới cái tựa “Bàn về sự khác biệt huyết thanh trong máu của những chủng tộc khác nhau:

những kết quả nghiên cứu ở biên giới Macedonia". Để cho bạn cảm nhận rõ sự sặc sỡ của những thứ đăng tải trên tờ *The Lancet* xuất bản ngày ấy, tôi xin kể rằng: bài báo đó được kẹp giữa một bài diễn thuyết về ml mắt thứ ba của loài bò sát do nhà giải phẫu học xuất chúng, Sir John Bland-Sutton viết, và những thông báo từ Văn phòng Chiến tranh rằng những người y tá có công trạng ở Ai Cập và Pháp sẽ sớm được nhà vua gởi giấy tuyên dương.

Tác giả của bài báo về nhóm máu là một nhóm hai vợ chồng, Ludvvik và Hanka Herschfeld, hai người này làm việc tại trung tâm thí nghiệm nhóm máu của Quân đội Hoàng gia Serbia, vốn là một phần của lực lượng quân Đồng minh chống Đức. Cuộc Chiến tranh Thế giới Thứ nhất đã có ảnh hưởng mạnh khiến việc truyền máu phát triển gần tới các tiêu chuẩn hiện đại. Trước chiến tranh, thông thường với một bệnh nhân cần truyền máu, bác sĩ cần phải kiểm tra nhóm máu người đó, sau đó kiểm tra nhóm máu bạn bè và người thân của người đó cho đến khi tìm được nhóm thích hợp. Nhu cầu truyền máu cao trên mặt trận ở châu Âu đã khiến người ta thành lập một ngân hàng lưu trữ máu của người hiến máu. Tất cả các chiến sĩ đều được kiểm tra nhóm máu và ghi vào hồ sơ, khi họ cần được truyền khẩn cấp để cứu chữa những vết thương nặng trên mặt trận, người ta có thể dễ dàng rút ra nhóm máu tương hợp cùng loại.

Ludvvik Herschfeld đã từng chứng minh vài năm trước đó rằng: nhóm máu A và B tuân thủ đúng quy tắc di truyền đã được Gregor Mendel trình bày. Ông không biết làm gì với nhóm máu O nên đã để riêng ra, mặc dù sau đó người ta thấy chúng cũng tuân theo cùng quy luật. Herschfeld nhận thấy chiến tranh là một cơ hội để khám phá thêm về các nhóm máu, và đặc biệt là sự tương quan giữa những phần khác nhau của thế giới. Phe Đồng minh tuyển quân từ nhiều quốc gia khác nhau, và nhóm Herschfeld đặt mục tiêu cố gắng đối chiếu kết quả các nhóm máu từ càng nhiều các quốc gia khác nhau càng tốt. Việc này đòi hỏi nhiều công sức, nhưng thời chiến tranh thì dễ hơn sau này, khi mà việc nghiên cứu như thế sẽ đòi hỏi rất nhiều năm đi lại. Hiển nhiên là vì lý do quân sự, nhóm nghiên cứu không có dữ liệu về người Đức (vốn ở bên kia chiến tuyến), và số liệu về họ được công bố trên tờ *The Lancet* là "trích dẫn từ trí nhớ".

Khi nhóm Herschfeld rà soát lại kết quả công việc, họ phát hiện ra tần suất xuất hiện các nhóm A và B của các binh sĩ đến từ các "chủng tộc" (họ gọi vậy) khác nhau thì có sự khác biệt rất lớn. Ở những người châu Âu, tỷ lệ là khoảng 15% nhóm máu B và 40% nhóm máu A. Tỷ lệ của những người mang nhóm B lại cao hơn trong các đội lính đến từ châu Phi hay Nga, cao nhất là 50% trong một trung đoàn Ấn Độ đang chiến đấu cho quân Anh. Khi mà tỷ lệ nhóm máu B tăng lên thì tỷ lệ nhóm máu A cũng giảm tương ứng.

Để rút ra kết luận, nhóm Herschfeld không ngần ngại diễn giải ý nghĩa kết quả này lên tầm phổ quát. Họ xác định rằng con người được tạo thành từ hai "chủng tộc sinh hóa", mỗi chủng tộc chứa nguồn gốc riêng: chủng tộc A mang nhóm máu A và chủng tộc B mang nhóm máu B. Bởi vì người Ấn Độ có tần suất nhóm máu B cao nhất, họ kết luận rằng "Chúng ta nên nhìn Ấn Độ như cái nôi của một phần nhân loại". Rồi để lý giải cho việc các nhóm máu, tức là các cộng đồng, đã lan tỏa ra thế nào, họ tiếp tục: "Dòng di cư rộng lớn của người Ấn Độ đã lan sang phía đông đến tận Đông Dương, và sang phía tây một cách chậm dần rồi cuối cùng xuyên thấu tận Tây Âu". Họ không chắc về nguồn gốc chủng tộc A, và nghĩ chắc là chúng có thể đến từ đâu đó miền Bắc hay Trung Âu. Giờ chúng ta biết những kết luận của họ là hoàn toàn vô lý, nhưng chính họ đã minh họa rằng các nhà di truyền học, từ đó đến giờ, chẳng bao giờ xấu hổ khi đưa ra các suy diễn vĩ đại.

Quy tắc cơ bản đằng sau kết luận tiến hóa, được rút ra từ kết quả nghiên cứu nhóm máu của Herschfeld, là "các chủng tộc" và "các cộng đồng" có tỷ lệ giữa các nhóm máu tương tự nhau thì có vẻ có cùng lịch sử hơn những nơi có các tỷ lệ khác nhau. Điều này nghe có vẻ phù hợp với suy nghĩ thông thường, và có vẻ như là một lời giải thích hợp lý cho sự tương tự về máu ở quân đội châu Âu. Nhưng cũng có nhiều điều ngạc nhiên. Ví dụ như tần suất nhóm máu của đội quân Madagascar và Nga gần như giống hệt. Phải chăng điều này nghĩa là nhóm Herschfeld đã khám phá ra bằng chứng di truyền của một cuộc xâm chiếm (đến nay chưa được ghi nhận) của người Nga đến vùng Madagasca, hay thậm chí ngược lại, sự tràn ngập của thực dân Madagascar lên đất Nga? Hay là người Senegal ở Tây Phi có mật độ nhóm máu giống với người Nga, cũng như mật độ máu người Anh giống người Hy Lạp. Phải chăng họ cũng có những mối liên quan tương

tự hay sao? Điều này chỉ mới nghĩ tới thôi thì cũng thấy bất bình thường rồi. Vấn đề nằm ở chỗ là bởi họ đã làm việc chỉ với một hệ thống di truyền – vốn là cái duy nhất họ có được – nên sự phân tích của họ tạo ra những sự so sánh tương như rất hợp lý nhưng kỳ thực là rất kỳ quặc giữa dân số và những yếu tố khác.

Những năm sau cuộc Chiến tranh Thế giới thứ Nhất, đến lượt một bác sĩ người Mỹ tên là William Boyd soạn lại đồng dữ liệu máu dồi dào từ các trung tâm truyền máu trên khắp thế giới. Làm việc này, ông nhận thấy rất nhiều sự không thống nhất trong kết quả gốc của Herschfeld về loại máu Nga (hoặc Madagascar) đến mức, ông đã chủ động lên tiếng để khiến các nhà nhân chủng học dừng lưu ý đến nhóm máu nữa. Boyd trích một lá thư của một người với tâm trạng bất mãn: “Tôi đã cố tìm hiểu xem nhóm máu tiết lộ điều gì cho ta biết về người cổ đại nhưng kết quả thu được vô cùng thất vọng”. Mặc dù vậy, những nỗ lực bất thành trong việc lý giải nguồn gốc nhân loại thông qua nhóm máu đã được đền bù bằng tư tưởng tự do của Boyd. Ông viết: “Trên phần nào đó của thế giới, một cá nhân được coi là thấp kém nếu ví dụ anh ta có da màu đen, nhưng ngược lại sự sở hữu nhóm máu A không làm anh ta bị gạt ra khỏi xã hội tốt đẹp nhất nào”.

Sau Chiến tranh Thế giới thứ Hai, vai trò người soạn dữ liệu nhóm máu từ khắp thế giới của William Boyd được chuyển sang cho một người Anh tên là Arthur Mourant. Là một người gốc Jersey trên eo biển Anh, Mourant đầu tiên có bằng địa chất nhưng không biến bằng cấp đó thành công ăn việc làm được. Phương pháp giáo dục rất lý thuyết đã khiến anh vô cùng chán ngán, nên quyết định giải quyết bằng cách trở thành một nhà phân tâm học. Để thực hiện điều này, anh quyết định đầu tiên là phải học y và đăng ký vào trường Y St. Bartholomew tại London, ở độ tuổi khá trẻ – 34 tuổi. Đó là vào năm 1939, ngay trước khi cuộc Chiến tranh Thế giới Thứ hai nổ ra. Để tránh các cuộc oanh tạc của quân Đức vào thủ đô, trường y của anh phải sơ tán từ London đến Cambridge, và cũng chính nơi đây anh đã gặp R. A. Fisher, nhà di truyền học có tầm ảnh hưởng lớn nhất vào thời ấy. Fisher đã tìm ra nguyên lý di truyền của những nhóm máu mới đang được khám phá, và một trong những cơ chế di truyền kép đặc biệt – nhóm máu Rhesus – đã mê hoặc anh. Nhóm máu mới này đã được Karl Landsteiner và người đồng nghiệp Alexander Wiener khám phá vào năm 1940 sau khi họ trộn máu người với máu thỏ đã được tiêm tế bào của khỉ Rhesus (do đó mà có tên như thế). Fisher đã đưa ra một lý thuyết rất phức tạp để giải thích cách thức những nhóm máu thứ cấp trong cùng một nhóm máu ABO được truyền từ cha mẹ sang con cái. Lý thuyết này bị Wiener phản bác mạnh mẽ bởi ông đưa ra một lời lý giải đơn giản hơn rất nhiều. Thử tưởng tượng Fisher vui đến cỡ nào khi anh chàng mới đến Arthur Mourant khám phá ra một đại gia đình lớn có mười hai anh chị em, làm một bằng chứng thực tế cho lý thuyết của mình. Fisher cho Mourant vào làm việc ngay lập tức, và anh chàng tỉ mỉ Mourant đã dành trọn phần đời còn lại của mình để biên soạn và diễn giải một sơ đồ phân bố nhóm máu chi tiết nhất chưa từng có. Anh đã không bao giờ trở thành một nhà phân tâm học.

Ngoài việc “giúp” Arthur Mourant kiếm được công ăn việc làm, nhóm máu Rhesus còn đóng một vai trò trung tâm trong ý niệm của mọi người về nguồn gốc người châu Âu hiện đại, và trong việc xác định cộng đồng có ảnh hưởng về mặt di truyền mạnh nhất đến châu lục này – chính là cộng đồng độc lập mạnh mẽ của người Basque ở Tây Bắc Tây Ban Nha và Tây Nam Pháp. Ngôn ngữ chung đã thống nhất người Basque. Đó là tiếng Euskara, vốn là thứ ngôn ngữ độc đáo không có chút liên hệ ngữ nghĩa gì với bất kỳ một sinh ngữ nào khác. Chỉ riêng sự tồn tại của nó trước những đối thủ hiện đại, như tiếng Castilia Tây Ban Nha và tiếng Pháp, cũng đủ gây ấn tượng. Nhưng cách đây 2000 năm, chính sự sụp đổ của Đế chế La Mã trong phần lãnh thổ Basque đã cứu tiếng Euskara khỏi sự xâm lăng hoàn toàn của tiếng Latin, tránh khỏi số phận của những ngôn ngữ đã bị tuyệt chủng ngày nay như tiếng Iberian ở miền Đông Tây Ban Nha và miền Đông Nam Pháp. Tiếng Basque cho chúng ta một manh mối vô giá về nguồn gốc di truyền của cả châu Âu, như chúng ta sẽ thấy phần sau của cuốn sách này. Chỉ khi Arthur xem xét kỹ lưỡng những nhóm máu Rhesus, thì giá trị về mặt di truyền học của chúng mới được nâng lên như ngày nay.

Hầu hết ai cũng từng về nghe về nhóm máu Rhesus khi nhắc đến một căn bệnh tên là “bệnh tan huyết ở trẻ sơ sinh”, hay phổ biến hơn là “hội chứng em bé Rhesus”. Tình trạng bệnh lý

ngghiêm trọng và nguy hiểm đến tính mạng này tác động đến bào thai thứ hai hoặc kế tiếp của những người mẹ đã mang nhóm Rhesus âm, tức là những người không mang kháng nguyên Rhesus trên bề mặt của tế bào hồng cầu. Những gì xảy ra là, khi một người mẹ có Rhesus âm mang thai đứa con với một người cha Rhesus dương (tế bào hồng cầu của người cha có mang kháng nguyên Rhesus), nguy cơ cao là bào thai sẽ mang Rhesus dương. Đứa trẻ đầu tiên thì không có vấn đề gì, nhưng khi nó sinh ra, một vài tế bào hồng cầu của nó có thể lọt vào hệ tuần hoàn của người mẹ. Hệ thống miễn dịch của người mẹ nhận biết các tế bào này với các kháng nguyên Rhesus như là những vị khách lạ, và bắt đầu tạo ra những kháng thể chống lại chúng. Điều này vẫn chưa tạo ra vấn đề nào cho người mẹ cho đến khi bà mang thai đứa con kế tiếp. Nếu bào thai cũng mang Rhesus dương, nó sẽ bị tấn công bởi các kháng thể chống Rhesus khi chúng đi qua nhau thai. Đứa trẻ mới sinh bị quá trình này ảnh hưởng thường có da xanh xao vì thiếu oxy trong máu. Đôi khi, người ta chữa bệnh bằng cách truyền máu, nhưng chuyện đó cũng quá mạo hiểm. May mắn thay, ngày nay “hội chứng trẻ xanh xao” đã không còn là một vấn đề to tát của y học nữa. Tất cả những người mẹ mang Rhesus âm đều được tiêm các kháng thể chống lại các tế bào máu mang Rhesus dương, nên nếu có anh chàng nào cố xoay sở để lọt vào được hệ tuần hoàn của người mẹ trong suốt quá trình sinh đứa bé đầu, thì sẽ lập tức bị quét sạch trước khi hệ thống miễn dịch của bà có cơ hội nhận ra chúng và bắt đầu sản xuất ra các kháng thể.

Mourant đã nhận ra ý nghĩa của những điều này đối với ý niệm về tiền sử người châu Âu: việc có hai nhóm máu Rhesus trong một cộng đồng không có ý nghĩa gì về mặt tiến hóa. Ngay cả một phép tính đơn giản nhất cũng có thể cho thấy rằng, việc mất nhiều đứa trẻ như thế không phải là một sự sắp xếp ổn định. Sẽ không có vấn đề gì nếu mọi người đều có cùng một loại Rhesus, cho dù là âm hay dương, chỉ cần là cùng một loại. Chỉ đến khi có những người mang Rhesus khác nhau phối ngẫu cùng nhau, thì những vấn đề nghiêm trọng này mới nảy sinh. Trong quá khứ, trước khi có việc truyền máu và tiêm kháng thể cho người mẹ mang Rhesus âm, hẳn đã có nhiều em bé đã chết vì bệnh tan huyết. Đây là một lực cản tiến hóa rất mạnh và suy ra được kết quả là: tình trạng bất cân bằng này cuối cùng sẽ dẫn đến có một trong hai nhóm máu Rhesus biến mất. Và đây chính xác là điều đã xảy ra – ở khắp nơi *nhưng ngoại trừ* châu Âu. Trong khi những nơi khác trên thế giới chủ yếu tràn ngập Rhesus dương, châu Âu lại nổi bật khi có tần suất hai loại gần bằng nhau. Đối với Mourant, đây là một dấu hiệu cho thấy cư dân châu Âu là một sự pha trộn và đến giờ vẫn chưa ổn định để loại bỏ đi một trong hai loại Rhesus. Lời giải thích của anh là, châu Âu ngày nay là một cộng đồng lai khá gần đây giữa những người mang Rhesus dương đến từ vùng Cận Đông và có thể chính là những người mang văn minh trồng trọt đến châu Âu bắt đầu cách đây 8000 năm, với con cháu của giống người săn bắt-hái lượm mang Rhesus âm trước đó. Nhưng ai là những người mang Rhesus âm?

Mourant tình cờ bắt gặp công trình của nhà nhân chủng học người Pháp H.V. Vallois. Trong đó, ông mô tả đặc điểm hộp sọ của người Basque đương đại có nhiều điểm chung với người hóa thạch cách đây 20.000 năm, hơn là với con người hiện đại ngày nay ở những vùng châu Âu khác. Mặc dù kiểu so sánh này bị rơi vào chỉ trích, nhưng rõ ràng nó là chất xúc tác cho ý tưởng của Mourant. Người ta đã biết rõ rằng Basque hiện nay là nhóm người có tần suất nhóm máu B thấp nhất trong tất cả những nhóm cư dân của châu Âu. Liệu có phải chính họ trước đây là nguồn gốc của nhóm Rhesus âm hay không? Năm 1947, Mourant đã sắp xếp một cuộc gặp mặt với hai người Basque đang ở London nhằm cố gắng dựng một chính phủ lâm thời, và họ hào hứng ủng hộ bất kỳ một nỗ lực nghiên cứu nào chứng minh được nguồn gốc di truyền của họ là độc nhất. Như hầu hết những người Basque khác, họ là những người ủng hộ cho nhóm chống Pháp. Họ hoàn toàn chống đối lại chế độ phát xít Franco tại Tây Ban Nha. Cả hai người này đã cung cấp mẫu máu và cả hai đều mang Rhesus âm. Sau những cuộc tiếp xúc này, Mourant đã lập ra một danh sách những người Basque ở Pháp và Tây Ban Nha, và hóa ra đúng như ông hy vọng, họ mang tần suất Rhesus âm rất cao, và thực sự là cao nhất thế giới. Ông kết luận từ điều này rằng, Basque chính là hậu duệ của dân cư gốc của châu Âu. Trong khi đó, tất cả những người châu Âu khác đều là sự trộn lẫn của những cư dân gốc và những người di cư gần đây hơn, mà ông nghĩ họ là những người thuộc nền văn minh nông nghiệp đến từ vùng Cận Đông.

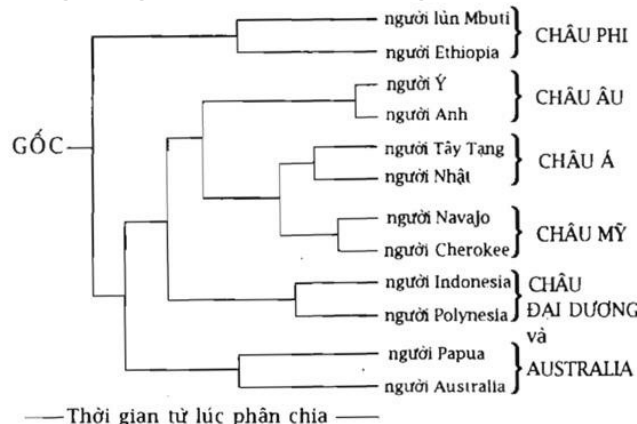
Kể từ giây phút đó, người Basque đã trở thành một cộng đồng cư dân chuẩn để người ta đối

chiếu và đánh giá những kết luận về tiền sử di truyền của những người châu Âu. Họ là người duy nhất trong vùng Tây Âu nói thứ ngôn ngữ đặc biệt không thuộc hệ ngữ Ấn-Âu, vốn bao quát toàn bộ các ngôn ngữ khác của Tây Âu. Sự thật ấy lại càng củng cố vị thế đặc biệt của họ.

Bước nhảy vọt kế tiếp bắt nguồn từ sự hợp nhất, bằng công cụ toán học, một lượng dữ liệu lớn của các nghiên cứu hàng thập kỷ trên những hệ riêng lẻ, chẳng hạn như dữ liệu của hệ thống nhóm máu. Người làm được điều này Luigi Luca Cavalli-Sforza (chúng ta sẽ gặp lại ông sau), người đã thống trị lĩnh vực này trong suốt 30 năm nay, cùng với một nhà thống kê người Cambridge, Anthony Edwards, và bằng máy tính đầu tiên chạy trên bìa đục lỗ. Bằng cách lấy trung bình trên một số hệ gien, họ lập tức có thể loại trừ hầu hết các kết luận kỳ quái và phản trực giác, vốn đã khiến các ứng dụng nghiên cứu nhóm máu trong ngành nhân chủng học không còn được tin cậy khi những nhóm máu được nghiên cứu riêng rẽ. Việc chỉ sử dụng một hệ thống đơn lẻ có khuyết điểm là hai cộng đồng cư dân, ví dụ như người Nga và người Madagascar, có thể có cùng một tần suất gien, nhưng đó là sự trùng hợp ngẫu nhiên chứ không phải do họ có cùng tổ tiên. Điều này hiếm xảy ra hơn rất nhiều nếu như ta so sánh nhiều hệ gien cùng một lúc, bởi nếu có một kết quả sai lạc thì ảnh hưởng của nó cũng trở nên không đáng kể. Thế là chẳng có cuộc xâm chiếm nào của người Nga đến vùng đất Madagascar cả. Tuy nhiên, nguyên lý cốt lõi thì vẫn không thay đổi. Trên phương diện tiến hóa, hai cộng đồng có cùng tần suất gien thì thường có mối liên hệ mật thiết với nhau hơn những cộng đồng có tần suất gien khác nhau.

Anthony Edwards giải thích ý tưởng của mình trong một bài báo tài tình trên tờ *New Scientist* năm 1965. Ông hình dung ra một bộ tộc mang theo mình 1 chiếc que có xỏ 100 cái đĩa cả trắng và đen. Mỗi năm, 1 đĩa, được chọn ngẫu nhiên, đổi từ màu này sang màu kia. Khi bộ tộc đó chia thành 2 nhóm, mỗi nhóm lấy theo mình một bản sao của cái que theo đúng thứ tự hiện có. Năm tiếp theo thì họ lại đổi các đĩa này ngẫu nhiên. Năm tới nữa cũng làm vậy, và năm tới nữa cứ thế tiếp tục tập quán thay đổi ngẫu nhiên đó. Bởi việc chuyển đổi này diễn ra hoàn toàn ngẫu nhiên và độc lập với nhau giữa hai bộ tộc, thứ tự các đĩa trên hai cọc càng ngày càng khác nhau. Kết quả là, nếu ta được xem 2 cái que do 2 bộ tộc con đó mang đi, ta có thể ước đoán được một cách tương đối họ đã tách khỏi nhau bao lâu bằng cách xem sự khác biệt của thứ tự những chiếc đĩa đen và đĩa trắng. Rất khó để đưa ra một khoảng thời gian chính xác chỉ bằng cách dựa vào tần suất gien. Nhưng sự tách biệt tương đối giữa hai bộ tộc được biết đến dưới cái tên “khoảng cách gien” là một thước đo hữu dụng về nguồn gốc tổ tiên chung của họ. Khoảng cách gien giữa họ càng lớn, thì họ đã tách ra càng lâu.

Đây là một hình ảnh minh họa khéo léo về quá trình trao đổi gien gọi là “sự trôi dạt gien” (genetic drift) xảy ra do sự tồn tại và biến mất của gien khi chúng truyền từ đời này sang đời khác. Quá trình này dẫn đến sự khác biệt càng ngày càng lớn trong tần suất gien qua thời gian, tương tự như hình ảnh thứ tự của những cái đĩa của Edwards. Tần suất gien có thể được sử dụng để truy ngược và tìm ra hai nhóm người đã từng ở trong cùng một cộng đồng chung cách đây bao lâu. Những nhóm người này có thể là cùng một làng, một bộ lạc hay một cộng đồng cư dân lớn. Không có giới hạn nào về số lượng các nhóm khi phân tích kiểu này. Nếu ta áp dụng cho toàn thể giới thì kết quả sẽ giống như sơ đồ trong hình 1.



Hình 1

Bên tay phải ta có một số “cộng đồng” (tôi lấy hai ví dụ cho mỗi châu lục), và theo chiều

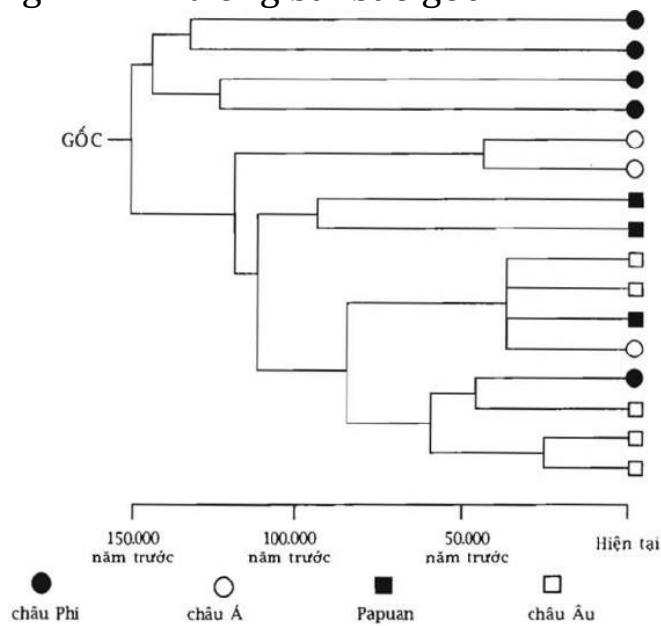
ngang ta có “khoảng cách gien” hay là trục thời gian. Cái này được gọi là “sơ đồ cây cư dân” với các đường đi từ trái qua phải cho ta thứ tự ước lượng mà các “cộng đồng” đó tiến hóa và tách rời nhau. Những đường này được xây dựng dựa trên sự đối chiếu tương quan các tần suất của rất nhiều các gien khác nhau. Nhìn sơ qua, nhiều sự phân nhóm có vẻ hợp lý. Hai nhóm cư dân châu Âu gồm người Anh và người Ý gần nhau trên hai nhánh nhỏ. Hai nhóm người Mỹ thể dân liên hệ với người bà con gần nhất của mình ở châu Á, giống như chúng ta nghĩ là những người Mỹ đầu tiên đã đi từ Siberi băng qua eo biển Bering (lúc đó chỉ là đất liền) đến Alaska. Hai nhóm cộng đồng châu Phi ở một nhóm khác những nhóm còn lại trên thế giới. Điều này nhấn mạnh một cách chính xác rằng châu lục có nguồn gốc rất cổ xưa này chính là cái nôi tiến hóa của nhân loại. Giản đồ cây này nhìn hợp lý hơn nhiều so với giản đồ được suy ra từ dữ liệu nhóm máu Chiến tranh Thế giới Thứ nhất, vừa đánh đồng Nga với Madagascar lại vừa hoàn toàn bỏ qua tầm quan trọng của châu Phi. Lý do như đã đề cập ở trên là những sự trùng hợp lạ lùng này xảy ra một cách ngẫu nhiên khi làm việc với hệ thống so sánh đơn lẻ (như hệ thống nhóm máu ABO), đã được giải quyết bằng cách tổng hợp các kết quả từ nhiều yếu tố di truyền khác nhau.

Edwards xác nhận rằng “cây tiến hóa này chắc chắn không đưa ra lời giải cuối cùng về sự tiến hóa của loài người”, và đưa ra một sơ đồ nữa để cung cấp thêm thông tin di truyền theo một hình thức dễ hiểu. Nhưng không may, những giản đồ cây cư dân này khi được công bố lần đầu với ý định khiêm nhường đáng kính như thế lại bị diễn dịch quá mức và trở thành nguồn gốc cho sự tranh cãi. Trong số vài lý do tranh cãi còn có chuyện chỉ vì cách trình bày của chúng. Đúng là chúng nhìn như những cây tiến hóa thực sự, và thực tế người ta luôn luôn diễn giải chúng ra như vậy. Nhưng chúng chỉ có thể là cây tiến hóa thực sự nếu sự tiến hóa nhân loại chỉ là kết quả của sự phân đôi cư dân dọc theo các nhánh (mà Edwards đã giải thích trong sự minh họa các bộ tộc bằng những cái que và đĩa của mình). Nếu như thế thì có một kết quả duy nhất là các nút (điểm mà hai nhánh cây bắt đầu chia ra) đại diện cho một thực thể. “Thực thể” ở đây là những cộng đồng cư dân đã tồn tại trước khi chia nhánh, và gọi là các tiền cư dân. Nhưng đây có thực sự là sự tiến hóa của nhân loại không? Ví dụ trong phần châu Âu của cây tiến hóa, chẳng lẽ lại có chuyện các tiền cư dân Anh-Ý bị chia rẽ, không bao giờ gặp lại, và trở thành các cư dân hiện đại của Anh và Ý ngày nay. Điều này có thể nếu người Anh và người Ý trở thành hai loài khác nhau ngay sau khi phân chia, và không bao giờ có thể giao phối lại lần nữa. Nhưng sự thực hiển nhiên là họ có thể, họ đã làm thế và họ luôn làm thế đấy chứ. Và chúng ta sẽ khám phá ra trong các phần sau của cuốn sách rằng nhân loại đã không tiến hóa theo cách này.

Có lẽ điều bị phản đối lớn nhất ở mô hình cây cư dân này chính là mô hình của nó đòi hỏi những thứ ở ngọn cây – những cộng đồng cư dân – phải được xác định một cách khách quan. Quá trình này tự nó phân loại con người thành các nhóm khác nhau, như thể sự phân chia nòi giống là vĩnh viễn. Nó gán một con số di truyền đại loại cho một thứ gì đó thực sự không tồn tại. Chắc chắn có những *con người* sống ở Nhật Bản và Tây Tạng, nhưng không thể nói mỗi nước là những *đơn vị dân cư độc lập* với nhau. Như cuốn sách này sẽ cho thấy không hề có một khái niệm gì gọi là chủng tộc nếu nói một cách khách quan. Ngay cả Arthur Mourant đã nhận ra điều này gần 50 năm trước đây khi ông viết: “Một nghiên cứu trên nhóm máu đã chứng tỏ rằng ngay cả một quốc gia tự hào nhất cũng không đồng nhất, và chứng minh quan điểm cho rằng: việc phân chia các chủng tộc ngày nay chỉ là sự phân chia nhân tạo”. Sự thôi thúc phải phân chia con người thành các nhóm chủng tộc mà không hề dựa trên cơ sở khách quan nào, là một hệ quả tất yếu nhưng đáng tiếc của sự lạm dụng hệ thống nghiên cứu dựa trên tần suất gien. Trong nhiều năm, nghiên cứu di truyền học con người bị sa lầy vào những thứ vô nghĩa về mặt khoa học (và nguy hiểm về mặt đạo đức) vì chăm chăm vào việc cố phân loại các cộng đồng cư dân càng ngày càng chi tiết hơn.

May mắn thay người ta đã tìm ra lối thoát cho vấn đề bế tắc này. Sự đột phá xảy ra bằng một bài báo khoa học trên tạp chí *Nature* vào tháng Giêng năm 1987 bởi nhóm tác giả gồm một nhà nghiên cứu hóa sinh tiến hóa, nhà khoa học quá cố Allan Wilson (là cựu chiến binh Mỹ), và hai sinh viên của ông – Rebecca Kann và Mark Stoneking – với tiêu đề “ADN ti thể và sự tiến hóa của loài người”, vấn đề cốt lõi của bài báo này nằm trong một sơ đồ mang vẻ bề ngoài rất giống cái cây mà tôi vừa phân tích. Tôi vừa chép lại một mục nhỏ ở đây trong Hình 2, trong đó

chỉ có 16 người thay vì 134 người như trong bài báo gốc.



Hình 2

Đó thực sự là một cây tiến hóa; nhưng lần này, sơ đồ có mang một ý nghĩa nhất định. Phía bên phải cây này, những ký hiệu tại ngọn của từng nhánh không phải là các cộng đồng cư dân nữa mà là 16 cá thể mà tôi đã chọn để minh họa cho điểm này, 16 người từ bốn phần khác nhau trên thế giới: những người châu Phi, châu Á, châu Âu và những người Papua Tân Ghinê. Sự cải thiện đầu tiên so với cái cây trước đây là: không giống như những *cộng đồng cư dân*, người ta không thể tranh cãi gì về sự tồn tại của những *người* này, rõ ràng là họ tồn tại. Một điểm cải thiện nữa là những cái nút của cây cũng là những con người thực sự chứ không phải là những khái niệm mang tính giả thiết như “tiền cư dân”. Chúng đại diện cho những tổ tiên gần nhất của hai người xuất phát từ điểm đó. Những đường nối 16 con người với nhau trên giản đồ đó được vẽ để phản ánh sự khác biệt di truyền giữa họ với nhau ở một gien rất đặc biệt gọi là “ADN ti thể” mà những tính chất khác thường và hữu ích của nó sẽ sớm được giới thiệu. Bởi những lý do mà tôi sẽ giải thích trong các chương tiếp theo, nếu hai người có ADN ti thể rất giống nhau thì họ sẽ có mối liên hệ gần nhau hơn về mặt di truyền so với hai người có ADN ti thể rất khác nhau. Họ có một tổ tiên chung đã sống gần thời nay hơn, và vì thế họ được nối với nhau bằng những nhánh ngắn hơn trong giản đồ đó. Những người với các ADN ti thể rất khác nhau thì có cùng một tổ tiên lâu hơn và được nối với nhau bởi những nhánh dài hơn.

Để hiểu rõ hơn điều này một lần nữa, ta dùng phép minh họa của bộ tộc với cái que xỏ mấy cái đĩa đen và trắng. Nhưng lần này cái que là ADN ti thể và bộ tộc bị chia làm hai trước đây bây giờ là một người có hai người con. Cả hai người con đều thừa hưởng cùng một ADN ti thể, tương tự như cái kiểu đĩa trên cái que. Đến lượt hai người này có con thì họ lại truyền ADN ti thể của mình cho con họ. Và cứ thế điều này sẽ tiếp diễn trong rất nhiều thế hệ. Thỉnh thoảng, các thay đổi ngẫu nhiên gọi là “đột biến gien” xảy ra đối với các ADN ti thể và làm cho nó thay đổi đi chút ít. Điều này xảy ra hoàn toàn ngẫu nhiên khi ADN được nhân bản trong quá trình phân chia của tế bào. Theo thời gian, càng nhiều sự thay đổi ngẫu nhiên được thêm vào, giữ lại và truyền sang các thế hệ tương lai. Rồi dần dần ADN ti thể của các thế hệ hậu duệ trở nên ngày càng khác đi với những người đầu tiên bởi vì ngày càng có đột biến ngẫu nhiên thêm vào.

Những đường kẻ trong mô hình cái cây ở Hình 2 là sự tái hiện mối liên hệ giữa 16 người này. Sự khác biệt trong các ADN ti thể của họ chính là điều cốt lõi mà chúng ta sẽ kiểm nghiệm ngay sau đây. Nhưng hãy nhìn cái cây một chút, nhánh cây phía trên cùng của hình có bốn người châu Phi ở đỉnh, trong khi những nhánh cây khác lại mang các cá thể khác từ phần còn lại của thế giới VÀ thêm một người châu Phi nữa. Trong phần “còn lại của thế giới” này, những nhánh cây gần nhau thì thoảng kết nối những người từ cùng một phần của thế giới như người Châu Á và người Papua ở phần trên của hình hay những người châu Âu ở phía dưới hình. Nhưng thỉnh thoảng chúng cũng kết nối những người từ những nơi khác nhau, như nhánh cây gần ở giữa hình kết nối một người Papua với một người châu Á và hai người châu Âu. Điều gì đã xảy ra?

Sự chia rẽ sâu sắc giữa nhánh châu Phi và phần kia của thế giới lại là một sự xác nhận nữa cho mức độ cổ đại của châu Phi. Sự lẩn lộn trong “phần còn lại của thế giới” là sự xác nhận chính xác những gì mà Arthur Mourant đã nghĩ trong đầu. Đó chính là “sự pha trộn đã đánh dấu lịch sử của mỗi sinh vật sống”. Nhưng có một sự băn khoăn nho nhỏ: liệu mô hình này chỉ là trò thọc gậy bánh xe, phá bình niềm tin vào mô hình cây cư dân của Edwards hay không khi nó cho thấy những sự xáo trộn “chủng tộc” (xét theo quan điểm của họ) khắp nơi như vậy? Ta không thể duy trì được ý tưởng rằng mỗi cộng đồng là một đơn vị tách biệt về mặt sinh học và di truyền, trong khi thực tế các cá nhân trong một cộng đồng lại có những mối quan hệ họ hàng gần nhất với một cộng đồng khác.

Hơn nữa, sau này chúng ta sẽ hiểu chi tiết hơn, bằng cách sử dụng quy trình đột biến đã được mô tả, ta có thể dự đoán được tỉ lệ mà các ADN ti thể thay đổi theo thời gian. Điều này có nghĩa là ta có thể tìm ra được khoảng thời gian đã trải qua. Khi thực hiện điều đó, tất cả các nhánh và các cành cây được chuyển về một điểm gần nhất, là “gốc” cây, cách đây khoảng 150.000 năm. Điều này có nghĩa rằng, toàn bộ loài người phải trẻ hơn và có mối quan hệ gần gũi nhau hơn rất nhiều so với rất nhiều người từng nghĩ.

Ảnh hưởng của công trình “ADN ti thể và sự tiến hóa của nhân loại” thật ghê gớm. Nó giải quyết chắc chắn một phần cuộc tranh cãi về sự tiến hóa của loài người. Có một cuộc tranh luận căng thẳng trong rất nhiều năm qua về nguồn gốc của nhân loại hiện đại, do sự diễn dịch khác nhau về các bộ xương hóa thạch, mà chủ yếu là xương sọ. Cả hai bên đều thống nhất rằng, giống người *Homo sapiens* hiện nay, giống người mà tất cả chúng ta đều thuộc về, xuất phát từ châu Phi. Cả hai bên cũng thống nhất rằng, giống người trước đó, được gọi là *Homo erectus*, là một kiểu tiến hóa trung gian giữa chúng ta và các hóa thạch của khỉ hình người cổ hơn rất nhiều. Người *Homo erectus* xuất hiện lần đầu tiên tại châu Phi vào khoảng hai triệu năm trước đây. Và đến khoảng một triệu năm trước, hoặc thậm chí sớm hơn, họ đã trải rộng đến những vùng ấm hơn của Cựu thế giới^[9]. Các hóa thạch *Homo erectus* đã được phát hiện từ những vùng phía Tây như châu Âu đến phía Đông như Trung Quốc và Indonesia.

Hai bên tranh cãi đều đã và đang thống nhất những điều trên. Điều chia rẽ họ chính là: liệu giống người hiện đại từ châu Phi có tỏa lan trong thời gian rất gần đây hay không? Trường phái “rời khỏi châu Phi” nghĩ rằng điều đó có xảy ra. Vào khoảng cách đây 100.000 năm, những con người mới – chính là giống nòi *Homo sapiens* của chúng ta – đã hoàn toàn thay thế *Homo erectus* trên suốt các khu vực của mình. Trường phái đối lập, các chuyên gia đa vùng miền, lại nhìn thấy các manh mối từ các mẫu hóa thạch và nghĩ rằng giống người *Homo sapiens* đã tiến hóa trực tiếp từ các cộng đồng *Homo erectus* bản địa của họ, chứ không phải đi từ châu Phi tới. Điều này có nghĩa là, ví dụ như người Trung Quốc là hậu duệ trực tiếp của người Trung Quốc *Homo erectus*; người châu Âu ngày nay được tiến hóa từ người châu Âu *Homo erectus*, chứ không phải là hậu duệ của các *Homo sapiens* di cư từ châu Phi. Theo trường phái đa vùng miền, người châu Âu hiện đại và người Trung Quốc hiện đại đã có cùng một tổ tiên chung ít nhất cách đây một triệu năm. Trong khi kịch bản “rời khỏi châu Phi” thì nói rằng họ có mối liên kết với nhau từ rất gần đây hơn.

Lần đầu tiên, bằng giản đồ cây “gien ti thể” chúng ta đã có được phương pháp đo thời gian. Nó chứng tỏ hoàn toàn rõ ràng rằng “người tổ tiên chung xét về mặt ti thể” của toàn bộ nhân loại hiện đại sống chỉ cách đây 150.000 năm. Điều này hoàn toàn phù hợp với lý thuyết “rời khỏi châu Phi” và được nhiệt tình đón nhận bởi những người ủng hộ. Nhưng điều này mang đến một cú sốc dữ dội cho những người thuộc trường phái đa vùng miền. Nếu như toàn bộ nhân loại hiện nay có mối liên hệ bằng một tổ tiên chung cách đây 150.000 năm, thì chắc chắn họ đã không tiến hóa từ các cộng đồng cư dân *Homo erectus* bản địa vốn đã có trong vòng hơn một triệu năm ở khắp nơi trên thế giới. Cho dù những người thuộc trường phái đa vùng miền (mà họ cũng là những người hoàn toàn hiện đại nhé) từ chối chấp nhận thua cuộc, mô hình cây “gien ti thể” đã đánh một đòn đau vào lý thuyết của họ, và đến nay vết thương ấy vẫn chưa lành.

Đối với chúng ta, đó lại là một tin hết sức tuyệt vời. Cuộc tranh cãi này đã đưa mô hình ADN ti thể vào vị trí của nó, với tư cách là một mô hình nền tảng để diễn dịch quá khứ của nhân loại. Sau đó, một làn sóng nỗ lực nghiên cứu khoa học đã dấy lên trong các phòng thí nghiệm trên

khắp thế giới. Điều này có nghĩa rằng sẽ có rất nhiều dữ liệu mà chúng tôi có thể dùng so sánh với kết quả của mình. Nếu phải diễn dịch những kết quả thu thập từ các xương cổ đại theo bối cảnh hiện đại, thì chi bằng chúng tôi sử dụng luôn chính ADN ti thể còn hơn.

VỊ SỨ GIẢ ĐẶC BIỆT

Ti thể (mitochondrion) là những cấu trúc tí hon tồn tại trong tế bào. Chúng không nằm trong nhân – một cái túi bé nhỏ ở giữa tế bào chứa nhiễm sắc thể – mà nằm bên ngoài, ở tế bào chất. Nhiệm vụ của chúng là giúp tế bào dùng oxy để sản xuất ra năng lượng. Tế bào càng mạnh mẽ thì càng cần nhiều năng lượng, và do đó nó lại chứa càng nhiều ti thể. Trong những mô năng động như cơ bắp, dây thần kinh và não bộ, mỗi tế bào có thể chứa đến một ngàn ti thể.

Mỗi ti thể được bao trong một cái màng. Bên trong màng này, tất cả các hoạt chất (enzym) cần thiết cho khâu cuối cùng của bài aerobic tiêu hóa được sắp xếp theo một cấu trúc khéo léo. Đây là nơi mà các nhiên liệu chúng ta lấy vào từ thức ăn được đốt cháy trong một biển oxy. Không có lửa khói gì ở đây, tất cả phân tử oxy chỉ được hòa tan; nhưng cũng giống như sự đốt cháy trong lò lửa hay động cơ xe, nhiên liệu và oxy được kết hợp để sản xuất ra năng lượng. Những lò lửa cũng như các động cơ tạo ra năng lượng của chúng dưới dạng sức nóng và ánh sáng. Các ti thể thì không cho ra lửa khi đốt cháy nhiên liệu, nhưng cũng làm nóng lên, chính một phần sức nóng được tạo ra bởi các ti thể giữ ấm chúng ta. Tuy nhiên, sản phẩm chủ yếu lại chính là các phân tử năng lượng cao, được gọi là ATP, mà cơ thể chúng ta dùng để chạy hầu như mọi thứ, từ sự co bóp của cơ tim của bạn, đến dây thần kinh của võng mạc của bạn đang chăm chú đọc những trang sách này, và đến những tế bào trong não của bạn đang diễn dịch chúng.

Nằm ngay chính giữa mỗi ti thể là một mẫu nhỏ ADN – một nhiễm sắc thể mini chỉ dài 16.500 đơn vị. Nó nhỏ xíu so với các nhiễm sắc thể trong nhân tế bào vốn có khoảng 3 tỷ đơn vị. Chỉ riêng việc tìm thấy các ADN trong ti thể đã là một bất ngờ lớn rồi. Và đó là một thứ thật lạ kỳ. Đầu tiên là việc chuỗi xoắn kép của ADN này cuộn lại thành một vòng tròn. Vi khuẩn và các vi sinh vật khác cũng có nhiễm sắc thể vòng, nhưng những sinh vật đa bào phức tạp, nhất là con người, thì chắc chắn là không có. Bất ngờ tiếp theo là mã di truyền của ADN ti thể hơi khác hơn mã di truyền được dùng trong nhiễm sắc thể nhân tế bào. Các gen của ti thể mang mã của các enzyme hấp thụ oxy làm việc trong ti thể. Tuy nhiên, nhiều gen điều khiển sự làm việc của các ti thể lại nằm sâu trong các nhiễm sắc thể nhân tế bào, chứ không phải trong ti thể.

Làm sao chuyện này xảy ra được nhỉ? Lời giải thích hiện nay rất ấn tượng. Người ra cho rằng ti thể đã từng là các vi khuẩn sống độc lập, cách đây hàng trăm triệu năm đã xâm chiếm các tế bào cao cấp và nằm luôn trong đó. Bạn cũng có thể gọi chúng là các tên ăn bám (ký sinh trùng), hoặc bạn cũng có thể gọi đó là quan hệ cộng sinh, trong đó cả ti thể và tế bào đều giúp đỡ lẫn nhau. Các tế bào được tăng thêm một sức mạnh rất lớn nhờ có thể dùng oxy. Một tế bào có thể tạo ra rất nhiều ATP, có năng lượng cao hơn từ cùng một lượng nhiên liệu đốt bằng oxy so với khi không có oxy. Về phần mình, các ti thể rõ ràng đã thấy cuộc sống của chúng trong tế bào thoải mái hơn so với cuộc sống bên ngoài. Dần dần, trải qua hàng triệu năm, một vài gen ti thể được chuyển vào trong nhân tế bào và ở hẳn trong đó. Điều này có ý nghĩa là ti thể bây giờ bị nhốt vào trong tế bào và không thể trở lại thế giới bên ngoài ngay cả khi chúng muốn vì sẽ không đủ gen để hoạt động. Thậm chí bây giờ bạn cũng có thể thấy bằng chứng của việc di chuyển gen giữa ti thể và nhân mà đã không thành công. Các nhiễm sắc thể trong nhân bị nhiễm các đoạn gãy của gen ti thể, vốn đã được chuyển vào nhân qua quá trình tiến hóa. Các đoạn gãy này không thể làm gì được cả, vì chúng đã không còn nguyên vẹn. Nên chúng chỉ ở yên đó như các “hóa thạch nguyên tử” và để lại dấu vết của những sự chuyển giao bất thành trong quá khứ.

Có một điều nữa rất đặc trưng của ti thể. Không giống như những ADN trong nhiễm sắc thể nhân tế bào, vốn được thừa hưởng từ cả bố và mẹ, ti thể được thừa hưởng từ chỉ một người là mẹ mà thôi. Tế bào chất của một tế bào trứng được nhồi khoảng một phần tư triệu ti thể. Để so sánh, ta thấy tinh trùng có rất ít ti thể, chỉ đủ để cung cấp năng lượng cho chúng bơi trong tử cung trên đường tìm gặp trứng. Sau khi một tinh trùng chui được vào trứng để giao “bao kiện” của nó chứa các nhiễm sắc thể nhân, nó không còn dùng đến các ti thể nữa bởi chúng đã bị vút đi cùng với cái đuôi tinh trùng. Chỉ có cái đầu tinh trùng cùng với cái bao kiện ADN nhân chui vào trong trứng. Quả trứng tròn trĩnh đã được thụ tinh giờ đây có ADN nhân từ cả bố và mẹ,

nhưng ti thể của nó là những cái đã từng ở trong tế bào chất – tức là chỉ từ mẹ. Chính bởi lý do đơn giản đó nên ADN ti thể luôn luôn chỉ được truyền theo dòng mẹ mà thôi.

Quả trứng đã được thụ tinh này sau đó liên tục phân chia. Đầu tiên nó tạo ra phôi, rồi một thai nhi, sau đó là một em bé sơ sinh, cuối cùng là một người lớn. Trong suốt quá trình này, các ti thể duy nhất có mặt là các bản sao của ti thể ban đầu xuất phát từ trứng của người mẹ. Mặc dù cả nam và nữ đều có ti thể trong tất cả các tế bào của họ, chỉ có phụ nữ mới truyền ti thể của mình cho con cái mà thôi, bởi chỉ có phụ nữ mới tạo ra trứng. Người cha truyền ADN nhân cho thế hệ tiếp theo nhưng ADN ti thể của họ không đi xa hơn được nữa.

Những thay đổi ở ADN cả trong ti thể và trong nhân tế bào xuất hiện một cách tự phát do những lỗi xảy ra trong quá trình sao chép khi tế bào phân chia. Các tế bào có các hệ thống kiểm tra lỗi và chúng sửa chữa được hầu hết các lỗi đó; nhưng một số ít tránh khỏi sự giám sát này và lọt qua được. Nếu như những đột biến này xảy ra trong các tế bào sẽ sản xuất ra trứng hay tinh trùng, gọi chung là các *tế bào sinh sản*, thì chúng có thể được chuyển sang thế hệ tiếp theo. Còn các đột biến xảy ra trong các tế bào khác của cơ thể, gọi là các *tế bào sinh dưỡng* – những tế bào không tạo ra các tế bào sinh sản – thì chúng sẽ không được truyền sang con cái. Hầu hết các đột biến ADN chẳng tạo ra tác dụng nào cả. Chỉ khi chúng tấn công và làm tê liệt một gien rất đặc biệt nào đó thì các đột biến này mới bộc lộ ra ngoài, mặc dù điều này là rất hy hữu. Trong trường hợp xấu nhất, các đột biến này có thể tạo ra các bệnh di truyền nguy hiểm, vài bệnh sẽ được kể trong các chương sau, nhưng hầu hết chúng là vô hại.

Tỷ lệ xảy ra các đột biến trong ADN nhân là cực kỳ thấp – gần như là chỉ một trong một tỉ nucleotid (đơn vị) tạo ra đột biến trong mỗi lần chia tế bào. Trong khi đó, ti thể lại không quá cảnh giác với hệ thống kiểm tra lỗi của chúng và cho qua khoảng nhiều hơn 20 lần số đột biến. Điều này có nghĩa là chúng ta có thể bắt gặp nhiều đột biến ở ADN ti thể hơn so với ở ADN nhân. Hay nói cách khác, “đồng hồ phân tử” được dùng để tính thời gian trải qua của ADN nhịp nhanh hơn rất nhiều trong ti thể so với trong nhân tế bào. Điều này làm cho ti thể trở nên hấp dẫn hơn trong vai trò là một công cụ nghiên cứu tiến hóa của nhân loại. Nếu như tỷ lệ đột biến là quá thấp, thì sẽ có quá nhiều người có cùng một ADN ti thể giống hệt nhau và như vậy sẽ không có đủ sự biến đổi để cho chúng ta biết về những phát triển theo thời gian.

Vẫn còn có một điểm lợi khác. Mặc dù đột biến có trên toàn bộ vòng ADN ti thể, và Allan Wilson và các học trò của cụ đã sử dụng toàn bộ chúng trong công trình “ADN ti thể và sự tiến hóa của nhân loại”, có một dải ngắn của ADN trên đó đột biến xảy ra đặc biệt thường xuyên. Dải này, dài khoảng 500 đơn vị, được gọi là “vùng điều khiển”. Nó đã có thể tích lũy được nhiều đột biến bởi vì khác với các phần còn lại của ADN ti thể, nó chẳng mang mã cho bất kỳ một thứ gì cả. Nếu như nó thực sự mang mã thì rất nhiều đột biến này ắt hẳn đã ảnh hưởng lên sự hoạt động của các enzyme ti thể rồi. Điều này thỉnh thoảng xảy ra khi đột biến tấn công vào các phần khác của ADN ti thể nằm ngoài vùng điều khiển; chẳng hạn có một vài bệnh thần kinh hiếm gặp gây ra bởi sự đột biến trong gien làm tê liệt các phần thiết yếu của bộ máy ti thể. Bởi vì chúng bị tổn hại quá nhiều, những ti thể này không thể sống sót khỏe mạnh và rất hiếm khi được truyền sang cho thế hệ tiếp theo. Vì thế, các đột biến này dần dần mất đi. Nhưng ngược lại, những đột biến trong vùng điều khiển lại không bị trừ khử, bởi vì vùng điều khiển chẳng có một chức năng cụ thể nào. Chúng trung tính. Có vẻ như đoạn ADN này phải có mặt ở đó, chỉ để cho ti thể có thể phân chia đúng cách, còn cái chuỗi cụ thể có mặt mũi ra sao thì không quan trọng lắm.

Tình hình trở nên rất thuận lợi đối với nghiên cứu của chúng tôi với sự có mặt của đoạn ngắn của ADN có nhét đầy những đột biến gien trung tính này. Rõ ràng việc đọc chuỗi của vùng điều khiển, chỉ gồm 500 đơn vị là nhanh hơn và rẻ hơn rất nhiều so với việc đọc toàn bộ của ADN ti thể gồm 16.000 đơn vị. Nhưng liệu vùng điều khiển có đủ ổn định để có ích trong việc kiểm tra sự tiến hóa của loài người hay không? Từ công trình của Allan Wilson, chúng ta biết rằng, chiều dài của lịch sử tiến hóa của giống nòi chúng ta – những *Homo sapiens* – bao gồm ít nhất 150.000 năm – hay là 6.000 thế hệ, trung bình 25 năm một thế hệ. Nếu như đột biến trong vùng điều khiển quá điên cuồng và thất thường, thì việc đọc những tín hiệu quan trọng trong một mớ những thay đổi vô nghĩa và ngẫu nhiên đó là cực kỳ khó, nếu không muốn nói là hoàn toàn không thể. Vậy chúng tôi cần phải kiểm tra trước khi bắt tay vào một nghiên cứu lớn trên

diện rộng, tiêu tốn nhiều tiền bạc và thời gian. Làm cách nào tốt nhất bây giờ?

Lý tưởng nhất là tìm ra một lượng lớn những người đang sống, chứng minh được họ là hậu duệ theo dòng mẹ từ một người phụ nữ duy nhất. Trong thời gian nghiên cứu về di truyền học y khoa trên các bệnh di truyền về xương, tôi đã làm việc với một số gia đình lớn; thế là tôi đã lấy biểu đồ có ghi lại phả hệ của họ ra nghiên cứu. Mặc dù trong đó có ghi vài thế hệ, nhưng chán một nỗi là có quá ít những quan hệ theo dòng mẹ nối những thành viên đang sống trong những gia đình đó với nhau. Hay là tôi đi nài nỉ mấy gia đình này cho gộp mấy người bà con không được ghi lại trên gia phả nhỉ. Chuyện này cũng hơi mất công đây. Nhưng còn cách nào khác đâu. Thế là tôi bắt đầu lục lại tên tuổi và địa chỉ của họ. Trên đường về nhà tối hôm ấy, đang miên man nghĩ chuyện khác, đột nhiên một ý tưởng chợt lóe lên trong đầu tôi. Nó chợt đến từ tiềm thức và thần kỳ đến mức ta biết ngay trong một mili giây đó là câu trả lời cho vấn đề của mình, mặc dù chưa kịp nghĩ toàn bộ vấn đề. Tôi bất chợt nhớ ra loài chuột đồng Syria^[10].

Hồi còn nhỏ, tôi đã đọc trong cuốn bách khoa toàn thư dành cho trẻ em rằng tất cả những con chuột đồng vàng nuôi trong nhà trên thế giới này đều là hậu duệ của một con chuột cái duy nhất. Tôi dám chắc rằng mình đã không nhớ gì về chuyện này suốt từ thời ấy đến nay, nhưng bây giờ tự nhiên ý nghĩ ấy lại trở về. Tôi nhớ rõ là lúc đọc cuốn sách đó, tôi không nghĩ điều này là có thật. Nhưng nếu nó có thật thì sao? Nó sẽ là một cách lý tưởng để kiểm nghiệm sự ổn định của vùng điều khiển. Tất cả những con chuột Syria trên thế giới có thể có một mối liên hệ theo dòng mẹ trực tiếp đến “mẫu tổ của tất cả mọi con chuột Syria”. Điều này dẫn đến kết quả là chúng sẽ thừa hưởng ADN ti thể từ con chuột mẹ này, bởi vì các ADN ti thể được truyền theo dòng mẹ trong loài chuột đồng cũng giống như loài người vậy. Tất cả những gì tôi phải làm là sưu tầm ADN từ những giống chuột đồng đang sống và so sánh các chuỗi ADN trong vùng điều khiển của chúng với nhau. Tôi không cần đến một gia phả chính xác bởi vì nếu thực sự mọi thứ đều bắt đầu từ chỉ một con chuột mẹ, thì bất kể thế nào đi nữa tất cả chuột đồng đều có thể truy ngược về con chuột này. Nếu vùng điều khiển đủ ổn định, thì chuỗi ADN trong tất cả những dòng giống chuột đồng đang sống phải tương tự hoặc giống hệt nhau.

Tôi hỏi Chist Tomkins, một sinh viên đang bắt đầu làm luận án năm cuối về di truyền học ở phòng thí nghiệm của tôi vào hè năm 1990, xem cậu có thể tìm được thứ gì về chuột đồng Syria hay không. Christ đi thẳng tới thư viện công cộng ở Oxford và trở về với một tin tốt đẹp: cậu đã tìm ra một cơ quan gọi là Hội đồng Quốc gia về chuột đồng Syria ở Anh. Cậu gọi cho người thư kí ở đó, và hôm sau chúng tôi đã lên đường tới địa chỉ tại Ealing, Tây London. Tại đây, chúng tôi được thư kí của câu lạc bộ chuột đồng Syria của Anh – cụ Roy Robinson – chào đón nồng hậu mà không mấy may một chút nghi ngờ (giờ tiếc thay cụ đã qua đời).

Cụ Robinson quá cố là người thuộc thời đại trước, một nhà khoa học nghiệp dư tự học xuất chúng. Căn phòng làm việc ánh sáng lờ mờ của cụ chất đầy những cuốn sách về di truyền học động vật, mà rất nhiều trong số đó do Cụ tự viết. Cụ lấy ra một cuốn sách của mình về loài chuột đồng Syria. Mắt cụ kém, ngay cả khi đeo một cặp kính dày cộp mà vẫn phải ghé sát mặt vào những dòng chữ. Cụ xác nhận câu chuyện thời thơ ấu của tôi về loài chuột đồng. Chắc chắn vào năm 1930, một đoàn thám hiểm động vật, khi đến những ngọn đồi Aleppo (giờ là Halab), vùng Tây Bắc Syria, đã bắt được bốn chú chuột gặm nhấm vàng nâu bé nhỏ và khác thường, một con cái và ba con đực, và đem chúng về đại học Hebrew ở Jerusalem. Chúng được nuôi cùng nhau, con chuột cái nhanh chóng mang thai rồi sinh lứa đầu. Rõ ràng nuôi nhốt như thế thì chẳng có gì khó khăn để chúng giao phối với nhau. Sau đó trường đại học này phân bổ chúng đến những Viện nghiên cứu Y học trên khắp thế giới. Và từ đó chúng trở nên phổ biến, thay thế cho loài chuột thường và chuột cống thông dụng – mặc dù chúng là những con vật thí nghiệm khó chịu, chỉ hoạt động về đêm, nóng nảy và sẵn sàng cắn người đang giữ chúng (vì tốt cho chúng mà!). Nơi đầu tiên nhận chuột là Viện Nghiên cứu Hội đồng Y khoa tại Mill Hill (Đồi cối xay gió) phía bắc London. Viện này chuyển vài con cho Sở thú London. Đến năm 1938, những con chuột Syria đầu tiên đến được nước Mỹ.

Thỉnh thoảng, khi những con vật thí nghiệm này không còn cần dùng nữa, chúng được các nhân viên đem về và nuôi trong nhà như thú cưng chứ không bị giết bỏ. Qua thời gian, những con chuột Syrian lan rộng từ gia đình này sang gia đình khác, số lượng của chúng tăng lên.

Những tay lai giống thương mại bổ sung chúng vào catalog, và bắt đầu xuất hiện các nhóm yêu thích chơi chuột đồng. Vào năm 1947, một con chuột đốm bỗng nhiên xuất hiện trong bầy. Nó là con chuột đầu tiên mở màn cho sự xuất hiện của hàng loạt những con chuột lông đa màu, sinh ra bởi sự đột biến tự phát trong gen quyết định màu lông, rồi được biểu hiện ra ngoài do sự phối ngẫu trong cùng bầy đàn. Chẳng khó khăn gì để những sự đột biến này kết hợp với nhau và sản sinh ra một giống thuần chủng. Những tay lai giống càng hăng hái tìm ra những màu lông mới; và sau một vài năm người ta đã khám phá ra rất nhiều đột biến gen và tạo ra nhiều giống thuần chủng – màu kem, quế, sa-tanh, đồi mồi và nhiều màu khác nữa. Chuột đồng vốn là thú nuôi đẹp, giờ đây chúng càng thêm hấp dẫn với những màu lông khác nhau. Thế là một sự bùng nổ dân số chuột bắt đầu: ngày nay, trên khắp thế giới, có trên 3 triệu con chuột đồng được nuôi trong nhà.

Khi chúng tôi đến thăm, cụ Robinson sống trong một khu vườn ươm cũ đã xuống cấp nhiều. Mảnh đất hình chữ nhật này được bao quanh bởi những bức tường xây bằng những vung gạch cũ xinh đẹp và chứa đầy những luống hoa tốt um và một vài ngôi nhà kính nứt vỡ. Ở đây có thêm hai nhà kho khá lớn, và chúng tôi đi thẳng đến cái đầu tiên bên trái, cụ Robinson mở cửa và mời chúng tôi vào. Chúng tôi không thể tin nổi vào mắt mình. Trong nhà kho là hàng chồng những cái lồng chuột, tất cả đều được dán nhãn và đánh số, mỗi cái là tổ của một gia đình chuột đồng. Cụ Robinson đã thu thập được mỗi màu một mẫu, và cho chúng giao phối lẫn nhau để khám phá hết bộ gen của chúng. Có những con chuột trắng tuyền, lại có những con màu tím hoa cà, có con lông sậm ngấn và những con có bộ lông dài và mịn như một con dê angora^[11]. Cụ Robison nổi tiếng về lĩnh vực chuột đồng đến mức, mỗi lần tìm ra màu lông nào mới, người ta lại gọi một đôi chuột màu ấy đến Ealing cho cụ. Có nghĩa là lúc này đây chúng tôi đang mục kích bộ sưu tập chuột đồng mẫu của cả thế giới. Sau cùng, cụ mở ra một lon thiếc cũ hiệu “Quality Street”^[12], bên trong xếp gọn gàng những bộ da khô của những con chuột giống đã được gửi đến cho cụ. Martin Richards, người đi cùng Chris và tôi, thích đến mức đã mua một đôi chuột đồng ở tiệm bán thú nuôi ở Ealing trên đường về nhà. Sau này, anh nuôi chúng trong nhà được hai năm thì chúng chết. Nhưng điều có ý nghĩa trực tiếp hơn, là chúng tôi mang từ bộ sưu tập của cụ Robinson một vài sợi lông lấy từ mỗi giống chuột.

Cụ Robinson cũng đã cho chúng tôi địa chỉ liên lạc của những câu lạc bộ người lai giống và người nuôi chuột trên khắp thế giới. Tuy nhiên, khi Chris sắp sửa viết thư xin mẫu lông thì chúng tôi mới nhận thấy điều này không dễ dàng gì. Chúng tôi đã phát hiện là phải cần thật nhiều lông mới đủ trích được ADN. Lông chuột rất mịn và thường bị gãy ngay trên gốc. Mặc dù những con chuột chẳng phiền gì khi bị nhổ vài sợi lông, nhưng nếu xin cả một túm lông khá khá thì chắc chúng không thoải mái gì lắm, và chủ nhân của chúng hẳn nhiên cũng khó chịu như vậy. Vậy là cần tìm đến một nguồn ADN khác. Chúng tôi bỗng nghĩ ra một điều, thoát đầu tưởng là dở hơi. Ta biết rằng phản ứng khuếch đại ADN vô cùng nhạy, nhờ đó mà chúng tôi đã lấy được ADN từ bộ xương cổ. Liệu có đủ lượng tế bào chuột rụng ra từ thành ruột già lẫn trong chất thải của chúng chẳng? Nếu như vậy, chắc chắn ngay cả những chủ nuôi kỹ tính nhất cũng không khó chịu khi gửi vài cục phân chuột cho công việc khoa học. Nhưng như thế liệu có hiệu quả không? Chỉ có một cách để tìm ra điều này, nên ngày ngày hôm sau Martin đã xuất hiện với một ít phân chuột nhà anh. Nó khô quắt lại như phân chuột thường và trông hoàn toàn không phản cảm chút nào. Nhưng Chris vẫn dùng kẹp để nhặt và bỏ chúng vào ống nghiệm. Anh đun sôi trong một vài phút, quay ly tâm cho các chất bã lắng xuống và lấy một giọt chất lỏng trong suốt cho vào phản ứng khuếch đại ADN. Hóa ra chiêu này có hiệu quả thật.

Trong suốt thời gian còn lại của mùa hè đó, những người mê chơi chuột đồng trên khắp thế giới đã gửi cho chúng tôi mấy gói nho nhỏ. Mấy gói này cầm nghe lạo xạo nên chưa mở ra cũng biết ngay là thứ gì bên trong. Cuối cùng, chúng tôi cũng có được ADN từ 35 con chuột Syria. Chẳng bao lâu Chris đã đọc được các chuỗi ADN ti thể trong vùng điều khiển của tất cả chúng. Chúng tuyệt đối giống nhau. Vậy là cuối cùng câu chuyện cũng có thật. Những con chuột đồng nuôi từ khắp thế giới thực sự xuất phát từ một con chuột mẹ duy nhất. Nhưng điều quan trọng hơn đối với chúng tôi chính là điều này cho thấy vùng điều khiển ổn định một cách tuyệt đối. Từ những con chuột đồng đầu tiên bắt được ở Sa mạc Syria cho tới hàng triệu con cháu chất chứt chứt... Của chúng ở mọi góc ngách trên thế giới, vùng điều khiển của ADN đã được sao

chép tuyệt đối trung thực, không có chút sai lệch nhỏ nào.

Để hình dung hết được mức độ tuyệt diệu của chuyện này, ta hãy nghĩ thế này! Bình thường, một con chuột đồng có thể sinh ra 4-5 thế hệ mỗi năm. Với tốc độ đó, chắc chắn đã có đủ thời gian để tạo ra 250 lứa chuột đồng từ năm 1930. Ngay cả khi 35 con chuột kia không chắc đã được truyền theo dòng mẹ riêng biệt từ tận năm 1930, thì điều chúng hoàn toàn không có sự khác biệt nào trong chuỗi ADN cũng đã giải tỏa mọi băn khoăn lo lắng của tôi trước đây rằng các đột biến trong vùng điều khiển có thể xảy ra quá nhanh. Hoàn toàn ngược lại, thực sự thì rất cuộc đây là một đoạn ADN rất ổn định đáng tin cậy. Nó không hề đầy những đột biến khiến chúng ta hoàn toàn không thể lần theo dấu vết suốt hàng trăm thế hệ tổ tiên của loài người mà chúng ta muốn khám phá. Tất nhiên rằng, sẽ có khả năng ngay cả khi vùng điều khiển là ổn định ở chuột đồng, nó có thể không ổn định ở con người. Nhưng tôi thì không nghĩ rằng chuyện đó có thể xảy ra, bởi vì tôi đã hiểu rõ đặc tính cơ bản của ti thể rồi. Thế là tôi chuẩn bị đánh liều một phen.

Không phải chỉ mình tôi mong muốn tìm hiểu vấn đề này. Trước đó rất lâu, đã có nhiều nhà khoa học khác có cùng chung ý tưởng này. Họ cũng nhận thấy rằng đoạn ADN rất đặc biệt này có tiềm năng làm sáng tỏ không chỉ bức tranh lớn về tiến hóa của con người mà cả rất nhiều về những bí ẩn gần đây nữa.

SA HOÀNG VÀ TÔI

Vào tháng 7 năm 1991, người ta phát hiện ra 9 hài cốt trong một nấm mồ nông vui giữa rừng cây bulô ngoại ô Ekaterinburg, trước đây là vùng Sverdlovsk, của tỉnh Urals, Nga. Kết quả khai quật này là đỉnh cao của những năm kiếm tìm kiên định của nhà địa chất người Nga Aleksandr Avdonin, ông cho rằng đó là nơi yên nghỉ của những người cuối cùng trong gia đình Romanov, gia đình hoàng tộc nước Nga. Vì Sa hoàng cuối cùng, Nicholas đệ Nhị, vợ ông, Hoàng hậu Alexandra, và năm người con đã bị xử tử, cùng với vị bác sĩ và ba người hầu trong tầng hầm chính căn nhà mà họ đã bị quản thúc. Đó là đêm ngày 16 tháng 7 năm 1918, trong tình cảnh bất ổn của nước Nga sau cách mạng, lo sợ rằng những người Nga Trắng lúc đó đang tiến gần về thành phố có thể giải phóng gia đình Sa hoàng, một quyết định đã được ban hành, ở mức tối cao, là tử hình tất cả họ.

Ngày nay, căn nhà này không còn ở đó nữa, nó bị phá hủy vào năm 1977 theo lệnh của bí thư thứ nhất của vùng Sverdlovsk, một Boris Yeltsin trẻ tuổi. Nhưng số phận của gia đình Romanov vẫn còn nhiều điều bí ẩn. Có nhiều tin đồn dai dẳng rằng gia đình Romanov đã được đưa đến nơi an toàn và được bảo vệ cẩn thận. Một tin đồn rở tai khác là Sa hậu và những người con đã bị lén chuyển sang Đức. Nhưng vẫn còn một tin đồn khác cho rằng Sa hoàng vẫn ở trong điện Kremlin, nơi mà Lenin chuẩn bị khôi phục nền quân chủ ngay khi giai cấp tư bản bị loại trừ, và rồi Sa hoàng sẽ lại được “tái kết nối với thần dân”.

Việc phát hiện các bộ xương ít nhất cũng hứa hẹn mang đến những chứng cứ khách quan cho cuộc tranh cãi này. Việc chứng tỏ rằng những hài cốt lấy từ hố đất ấy thực sự là của gia đình Romanov hay không sẽ là một bằng chứng của câu chuyện tử hình lúc đó. Việc tìm thấy này ít nhất cũng khớp với vài nguồn tin lúc đó cho rằng những thi hài đã được chất lên một xe tải và chở vào trong một khu rừng ngoại ô. Theo những nguồn tin này, những người thi hành án đã hoảng loạn khi xe tải của họ bị sa lầy, và họ đã ném xác vào trong một cái hố được đào vội vã trước khi xối acid sulfuric lên những thi thể, hòng xóa đi các dấu vết nhận dạng.

Khi tất cả những mảnh xương được lắp ghép lại, người ta nhanh chóng làm sáng tỏ rằng đó là hài cốt của chỉ 9 người, ít hơn 2 người so với trong tổng số nạn nhân trong cuộc tử hình. Sau một quá trình dài và khó nhọc của việc lắp ghép lại hơn 800 mảnh xương và dựng lại những xương sọ đã bị rạn nứt do bị đập bởi báng súng của đội thi hành án, người ta kết luận những bộ xương là của Sa hoàng và Sa hậu, 3 trong số 5 người con của họ – Maria, Tatiana và Olga; bác sĩ riêng Eugieny Botkin và ba người hầu, Alexei Trupp, người hầu phòng, Ivan Kharitonov, người đầu bếp và Anna Demidova, thị nữ của Sa hậu. Không có dấu vết gì của người con gái út Anastasia cũng như thái tử Alexei. Liệu ngoài sự dựng hình này, ta còn có cách nào khác để xác nhận danh tính của họ không?

Trước đó, chúng tôi đã công bố một công trình vào năm 1989 chứng minh rằng ADN có thể được chiết xuất từ mảnh xương còn lâu năm hơn thế này. Cho nên theo lẽ tự nhiên, người ta cũng cố gắng chiết xuất ADN từ những hài cốt vùng Ekaterinburg, với hy vọng có thể xác nhận đây là gia đình Romanov. Công việc được thực hiện bởi Viện Hàn lâm Khoa học Nga và Cơ quan Nghiên cứu Pháp y của Anh. Đầu tiên họ dùng phương pháp giám định dấu ấn di truyền thông thường, nhằm nhận biết giới tính của các bộ xương và xác nhận rằng thực sự đó là một gia đình gồm có bố mẹ và 3 người con. ADN từ những bộ xương được giả định là của bác sĩ Botkin và những người phục vụ được xác nhận là không liên quan đến gia đình này và cũng không liên quan đến nhau. Đến lúc này thì mọi thứ đều khớp với các kết luận của những chuyên gia nghiên cứu xương.

Những nhà khoa học cũng đã thành công trong việc khôi phục những ADN ti thể từ những bộ xương này và đi đến kết luận rằng có hai tập hợp chuỗi ADN khác nhau trong gia đình ấy. Người phụ nữ, được cho là Sa hậu, và ba người con có cùng một chuỗi ADN ti thể y hệt nhau. Người đàn ông, được cho là Sa hoàng, có chuỗi ADN khác biệt. Đây chính xác là kiểu hình như mong đợi mà ta luôn gặp ở một gia đình thông thường. Cả ba người con đã thừa hưởng chuỗi ADN ti thể từ người mẹ, trong khi người bố thừa hưởng từ chính mẹ ông và không truyền sang

cho bất kỳ người con nào. Tuy nhiên, chỉ mỗi việc lấy ADN ti thể và xác định chuỗi không thôi thì không thể xác định được đây thực sự có phải là gia đình Romanov hay không. Bởi vì bất kỳ một gia đình nào cũng có kiểu hình như thế, mẹ và con cái có cùng một chuỗi, còn người cha thì có chuỗi khác. Cách duy nhất để chứng tỏ đây là gia đình nào là ta phải xác định các người bà con hiện tại của Sa hoàng và Sa hậu – những người liên hệ với những người Nga quá cố này – thông qua một loạt các mối liên kết hoàn toàn theo dòng mẹ. Họ không nhất thiết phải là những người bà con đặc biệt gần gũi; sức mạnh thực sự của các ADN ti thể là chúng không hề bị phai mờ đi vì khoảng cách. Chỉ cần những mối liên hệ riêng theo dòng mẹ này không bị đứt đoạn bởi một mối liên kết giữa cha con[13], thì các ADN ti thể sẽ được xác định.

May mắn thay, chúng ta có thể tìm ra họ hàng theo dòng mẹ trực tiếp ngày nay của cả Sa hoàng và Sa hậu. Sa hoàng có một mối liên hệ theo dòng mẹ liên tục thông qua người bà Louise Hesse-Cassel[14], Nữ hoàng Đan Mạch, với Bá tước Nicolai Trubetskoy hiện đã 70 tuổi và đang sống nghỉ hưu thanh nhàn trên bờ biển Côte d'Azur[15] sau quãng đời làm một nhà đầu tư ngân hàng. Còn Sa hậu có thể được truy theo một dòng mẹ trực tiếp thông qua người chị gái của mình là công chúa Victoria Hesse đến Hoàng tử Philip, Công tước Edinburgh, chồng của Nữ hoàng Elizabeth đệ nhị. Sau một vài vòng thương thuyết kín đáo, cả hai người đàn ông đã đồng ý cung cấp những mẫu máu nhỏ nhỏ mà người ta có thể chiết xuất ADN từ đó. Chúng đã cho thấy những điều gì?

Để so sánh các chuỗi ADN ti thể, người ta so sánh nó với một chuỗi ADN tham chiếu[16], nó chính là ADN ti thể đầu tiên được lập chuỗi bởi một nhóm nghiên cứu ở Cambridge vào năm 1981. Theo phương pháp này, một chuỗi ADN nào khác biệt với chuỗi ADN tham chiếu tại vị trí số 15 và vị trí thứ 100, trong vùng điều khiển dài 500 đơn vị, thì được viết tắt là “15, 100”. Chuỗi của Công tước Edinburgh là 111, 357 theo như hệ thống kí hiệu này. Ở tất cả 498 vị trí khác dọc theo chuỗi ADN 500 đơn vị này, chuỗi của Công tước hoàn toàn giống với chuỗi tham chiếu.

Việc lấy được một chuỗi hoàn chỉnh từ ADN cổ lúc nào cũng khó hơn nhiều so với việc lấy từ một mẫu hiện đại. Những sợi ADN này đã bị phân rã qua thời gian, nên thậm chí một đoạn 500 đơn vị tương đối ngắn của vùng điều khiển cũng cần được dựng lại thông qua nhiều đoạn trùng lặp nhau khoảng hàng trăm đơn vị. Đây là một quá trình khó nhọc, nhưng cuối cùng chuỗi Sa hậu (giả định) và ba người con của bà cũng đã được xác định. Chúng chính xác là những chuỗi 111, 357. Tất cả chúng đều phù hợp một cách tuyệt đối với chuỗi của Công tước Edinburgh.

Tuy nhiên, sự chính xác cao này đã không xảy ra với người đàn ông vốn được giả định là Sa hoàng, ông không phù hợp tuyệt đối với Bá tước Trubetskoy. Trong khi chuỗi của Trubetskoy là 126, 169, 294, 296, thì ADN của Sa hoàng (giả định) có đột biến chỉ tại các vị trí 126, 294 và 296 mà thôi – tuy rất giống nhưng lại không trùng khớp. Rõ ràng đây là một bước lùi của công trình nghiên cứu này. Theo đà tiến tới, đã có rất nhiều những bằng chứng gián tiếp nối kết những thi thể này với gia đình Sa hoàng, và lại có thêm một sự trùng hợp chính xác giữa người phụ nữ với Công tước Edinburgh. Chúng ta đã gần tới đích thì gặp phải điều ngoài mong đợi. Nhưng việc kiểm tra di truyền sẽ mất ý nghĩa nếu ta mập mờ giữa các kết quả có được. “Gần giống” hoàn toàn khác với “trùng khớp”. Và nếu như sự liên hệ theo giòng mẹ qua sáu đời với Bá tước Trubetskoy không bị đứt đoạn thì sự giống nhau đó phải là trùng khớp mới phải.

Liệu có khi nào Bá tước không thực sự là một bà con của Sa hoàng, mặc dù rằng gia phả đã ghi nhận như vậy? Nếu như thế thì có thể đã có một sự gián đoạn ở nơi nào đó trong mối liên hệ giữa Sa hoàng trong khoảng ngược thời gian tới Louise Hesse-Cassel rồi xuôi thời gian đến Bá tước Trubetskoy. Điều này có nghĩa là một người nào đó trong chuỗi liên hệ này có một người mẹ khác với người mẹ đã được ghi nhận trong gia phả. Điều này luôn luôn có thể xảy ra – chẳng hạn có một người nào đó là con nuôi, hay bị nhầm lẫn lúc mới sinh – nhưng khả năng này quá xa vời. Nếu như chúng ta đang lần theo giòng bố thì chắc hẳn sự việc đã khác. Một đứa bé có thể có một người bố đẻ khác với người đàn ông đã lấy mẹ nó; nhưng kiểu nhầm lẫn như thế thường ít khả năng xảy ra theo dòng mẹ. Vì xét cho cùng thì cả người mẹ và đứa bé đều phải có mặt lúc sinh nở. Cho nên, người ta chỉ có thể đưa ra một kết luận chính thống duy nhất: người đàn ông đó không phải là Sa hoàng; và bởi vì phương pháp giám định gen truyền thống

đã chỉ ra rằng ông là cha của ba đứa trẻ cùng tìm thấy trong mộ, suy ra ngôi mộ này rất cuộc không phải là của gia đình Romanov.

Nhưng cho dù chuỗi ADN ti thể của Trubetskoy và của bộ xương người đàn ông kia không hoàn toàn giống hệt nhau, chúng cũng rất tương tự nhau; đây, chúng ta đã suýt bỏ lỡ một ý tưởng sâu xa hơn. Họ có cùng ba đột biến ở các vị trí 126, 294 và 296. Trubetskoy có một đột biến nữa ở vị trí 169. Liệu có thể có nhầm lẫn khi đọc chuỗi ADN của Sa hoàng không? Thế là nhóm nghiên cứu xem lại tấm phim gốc ở máy đọc chuỗi và quan sát rất kỹ nơi hiển thị vị trí 169 trên mẫu của Sa hoàng. Cuốn phim nhìn giống như 4 đường với 4 màu chồng lên nhau, thể hiện kết quả đọc được từ 4 kênh phát hiện 4 loại nucleotit: màu đỏ là T, màu đen là G, xanh dương là C, và xanh lục là A. Trong khi phim của Trubetskoy hiện ra một đỉnh màu đỏ tại vị trí 169 tương ứng với đột biến T, thì phim của Sa hoàng, tại vị trí đó, thể hiện một đỉnh màu xanh dương, tương ứng với C, y hệt như của chuỗi tham chiếu. Nhưng ngay dưới đỉnh là màu xanh dương lại là một chấm nhỏ màu đỏ. Liệu có khi nào ADN của Sa hoàng là sự trộn lẫn giữa hai chuỗi ADN ti thể. Chuỗi chính là 126, 294, 296; và một chuỗi nữa nhỏ hơn rất nhiều gồm ba đột biến đó và một đột biến ở vị trí 169? Có một cách để tìm ra câu trả lời là dòng hóa (nhân bản vô tính) nó.

Dòng hóa là cách duy nhất để tách các phân tử ADN khác nhau trong một hỗn hợp, ngắn gọn thì đó là việc đánh lừa bốn vi khuẩn để chúng chỉ nhận duy nhất một phân tử ADN và rồi sao chép nó tựa như ADN là của chính chúng vậy. Nhồi ADN vào vi khuẩn là một quá trình có hiệu suất rất thấp, chỉ khoảng một phần triệu con chấp nhận nó mà thôi. Cho dù thế, chỉ cần vài tá vi khuẩn bị thuyết phục chịu lấy ADN vào mình, thì chúng có thể được xử lý theo cách mà chỉ chính chúng mới có thể sống sót và phát triển thành những cụm khuẩn. Ta có thể lọc chúng ra rồi đọc ADN chứa trong chúng. Trong mỗi cụm vi khuẩn, tất cả những ADN đều là những phiên bản của ADN đầu tiên được lấy vào. Nếu như chúng bắt đầu bằng một hỗn hợp hai phân tử ADN khác nhau, một số cụm vi khuẩn sẽ mang loại này còn một số cụm khác sẽ mang loại kia. Các nhà khoa học đã thành công trong việc tạo ra 28 dòng vô tính chứa ADN ti thể của "Sa hoàng". Khi mỗi dòng trong số chúng được đọc riêng rẽ thì 21 dòng chứa đựng chuỗi chính 126, 294, 296 mà không có đột biến ở vị trí 169. Nhưng ADN từ bảy dòng còn lại thực sự đã có chứa thêm đột biến 169 và như vậy nó tuyệt đối trùng khớp với chuỗi của bá tước Trubetskoy.

Các nhà khoa học đã suýt mắc sai lầm, bởi vì đây là trạng thái rất hiếm: một đột biến mới, trong trường hợp này là vị trí 169, đang trong giai đoạn hình thành. Trạng thái này được gọi tên chính thức là *heteroplasmy*, và hầu như chưa từng bao giờ được quan sát và lúc ấy người ta hiểu rất ít về nó. Chúng ta sẽ thấy trong các chương sau rằng giờ đây người ta đã hiểu biết hơn rất nhiều về *heteroplasmy*, nhưng hồi năm 1994 ấy, khi bài báo về hài cốt của gia đình Romanov được công bố, thì nó là một phát hiện rất mới. Lúc đó, phát hiện này thực sự là một cứu cánh của các nhà nghiên cứu. Đó là bằng chứng mà họ cần để chứng minh rằng thực sự có một đường liên kết liên tục theo dòng mẹ giữa bộ xương của Sa hoàng (giả định) ở Ekaterinburg và người họ hàng còn sống của Sa hoàng Nicholas đệ nhị thực sự.

Sự trùng hợp về ADN ti thể chắc chắn là những chứng cứ thuyết phục ủng hộ cho kết luận những bộ xương của Ekaterinburg thực sự là của gia đình Romanov. Nhưng đó có thực sự là một bằng chứng không? Bằng chứng thì chẳng bao giờ là tuyệt đối. Nó chỉ luôn mang tính tương đối mà thôi. Trong trường hợp gia đình Romanov, mức độ chắc chắn có thể được tính toán bằng toán học dựa trên mức độ phổ biến của những chuỗi ADN ti thể này ở châu Âu. Trong những ngày còn mới mẻ đó, chúng ta còn chưa biết nhiều về ADN của người châu Âu, cho nên lúc đó rất khó để biết được bằng chứng này mạnh đến mức nào. Còn bây giờ thì chúng ta đã biết rất nhiều ADN hơn để so sánh, và chúng tôi biết rằng chuỗi ADN của Công tước Edinburgh (111, 357) là cực kỳ hiếm: chúng tôi đã không gặp lại nó lần nào nữa trong hơn sáu ngàn người châu Âu. Bởi vì nó chưa tìm thấy ở bất kỳ nơi nào khác, chúng ta không thể dự đoán chính xác tần suất xuất hiện của nó, nhưng có rất nhiều khả năng là nó không thể cao hơn một phần ngàn^[17]. Điều này có nghĩa là, cao nhất chỉ có thể có một người được chọn ngẫu nhiên trong một ngàn người châu Âu là có chuỗi ADN ti thể là trùng hợp với chuỗi của Công tước Edinburgh. Cho nên vẫn còn một khả năng rất nhỏ là những bộ xương của những người phụ nữ Ekaterinburg không phải là của Sa hậu và những đứa con, mà là của một gia đình khác

chẳng may có cùng ADN ti thể với Công tước Edinburgh. Chuỗi Trubetskoy (126, 169, 294, 296) lại một lần nữa rất hiếm và cũng không lặp lại trong 6.000 người châu Âu hiện đại. Tuy nhiên, chuỗi chính của Sa hoàng (126, 294, 296) thì lại thường gặp hơn rất nhiều với tỉ lệ nhỏ hơn 1% trong những người châu Âu. Cho nên, một lần nữa cũng có một khả năng nhỏ để cho bộ xương của người đàn ông không phải là bộ xương của Sa hoàng mà là của một người khác tình cờ có cùng chuỗi.

Mặc dù những sự giống nhau này đã đủ để tạo ra một bằng chứng rất mạnh, ta lại thêm một chuyện nữa để xem xét. Ta chưa tính đến chuyện có hai tập hợp các chuỗi giống nhau đã được tìm thấy trong cùng một ngôi mộ, và là của cùng một gia đình gồm bố mẹ và 3 đứa con dựa theo phương pháp giám định ADN. Điều này ảnh hưởng đến kết quả như thế nào? Câu trả lời đó là thực chất nó làm cho bằng chứng đây là gia đình Romanov tăng độ tin cậy lên rất nhiều. Xác suất để có được những chuỗi ADN giống hệt từ *cả hai* tập hợp ADN ti thể là *tích* của các xác suất riêng lẻ. Đó là $1/1000$ nhân với $1/100$, trở thành một con số rất nhỏ, gần như triệt tiêu, là $1/100.000$. Thêm vào đó, những bằng chứng gián tiếp dẫn đến việc phát hiện ra ngôi mộ và bằng chứng của vết thương do đạn bắn khiến cho chúng ta gần như chắc chắn 100%.

Nhưng vẫn còn một điều bí ẩn nữa. Chỉ có 5 hài cốt của gia đình Romanov được tìm thấy – 2 người lớn và 3 bé gái. Chính thức mà nói thì người ta có thể xem đây là bằng chứng chống lại việc coi đây là những bộ xương của gia đình Romanov. Tuy vậy, có những tin đồn dai dẳng rằng một vài người con đã thoát khỏi cuộc xử tử đó. Khi có một thông cáo của Xô viết nói rằng chỉ có Sa hoàng mới bị tử hình, còn những người còn lại của gia đình đã được đưa đến nơi an toàn, thì nhiều tay lừa đảo trắng trợn cũng xuất hiện liền sau đó. Có một đạo, ở thị trấn nào của Siberia, do người Nga Trắng chứ không phải người Bôn-sê-vích quản lý, cũng có những kẻ tự nhận mình là công chúa và thái tử. Hầu hết đây là những kẻ lừa đảo trắng trợn dễ nhận thấy, nhưng một vài tay đã lừa giỏi đến mức khiến người ta tin sái cổ trong một thời gian dài. Một tay lái buôn thậm chí còn lập ra một dịch vụ xuất khẩu thường xuyên, bằng cách thuyết phục những nhà triệu phú ở địa phương góp tiền cho hắn để đưa những người ty nạn Hoàng tộc ra nước ngoài an toàn. Đồng bọn của hắn đóng giả “công chúa”, thậm chí còn giả bộ đưa tay cho những nhà tài trợ xúc động hôn lên tay khi cô nàng nói lời chào cuối cùng đầm nước mắt với đất nước thân yêu.

Hơn bất kỳ ai khác, mẹ của Sa hoàng – Hoàng hậu Marie Federovna sống lưu vong ở Copenhagen – làm cho truyền thuyết về sự sống sót của gia đình bà được lưu truyền. Bà không thừa nhận rằng họ đã chết mãi cho đến trước khi bà qua đời vào năm 1928. Thế là suốt 10 năm cuối đời, bà gặp phải vô số những kẻ giả danh là cháu nội mình. Cho đến lúc đó, dai dẳng nhất là một người phụ nữ được biết với tên Anna Aderson. Chuyện bắt đầu khi một người phụ nữ trẻ nhảy từ trên cầu xuống dòng kênh Landwehr ở Berlin vào năm 1919, bảy tháng sau vụ tử hình ở Ekaterinburg. Cô được cứu lên nhưng cương quyết từ chối tiết lộ danh tính. Cô bị đưa vào bệnh viện tâm thần với cái tên “Fraulein Unbekannt”, tiếng Đức nghĩa là “cô gái vô danh”. Một trong những người ở cùng bệnh viện với cô, Clara Peuthert, do đọc được một nguồn tin về cuộc tử hình trên một tờ báo của Berlin, đã tin rằng người bệnh nhân thu mình không giao thiệp này không ai khác mà chính là Công chúa Tatiana, người con gái thứ hai của Sa hoàng. Sau khi được rời viện tâm thần, cô đã “tranh đấu” cho trường hợp của Fraulein Unbekannt cùng với những người Nga Trắng lưu vong ở Berlin. Nhờ những mối quan hệ này, cô thu xếp cho thị tì củ của Sa hậu, Baronness Buxhoeveden đến viếng thăm Fraulein Unbekannt. Đó là lần đầu tiên trong rất nhiều những cuộc gặp gỡ tai hại thường xuyên khác của cô với những người có tham vọng dựng nên danh tính thực sự của “người con sống sót”. Lần đó, Fraulein Unbekannt đã trốn dưới khăn trải giường. Baronness chẳng nói năng gì rồi kéo tấm khăn trải ra và lôi cô ra khỏi giường. “Cô ta không thể nào là Tatiana được”, Baronness thốt lên. Cô ta quá thấp. Thế là không còn cách nào khác Fraulein Unbekannt chối rằng thực tế cô chưa hề tự nhận mình là Tatiana, là người con gái cao nhất của Sa hoàng. Chỉ cao có 5 feet 2 inch (1m57), thực ra Unbekannt giống với Anastasia nhiều hơn. Và đó là điều mà cô đã tuyên bố trong suốt cuộc đời còn lại của cô, bằng cách lấy tên Anna giống với tên viết tắt của Anastasia. Và nhiều năm sau cô ta còn thêm vào cái họ “Anderson” để đánh lừa các nhà báo địa phương trong một lần cô ta ở một khách sạn tại Long Island, New York.

Cuộc đời lâm ly của Anna Anderson, trải qua trong bệnh viện và trong nhà những người ủng hộ cô, kết thúc vào năm 1984 ở Charlottesville bang Virginia, Mỹ. Nếu thực sự là Anastasia thì cô hưởng thọ tám ba tuổi. Trong suốt những năm đó, cô bị lôi kéo vào một cuộc chiến không có hồi kết thúc giữa những tay ủng hộ và những người muốn gạt bỏ danh tính của cô. Những người phản đối cô thì bị xem là muốn chứng tỏ toàn bộ gia đình Sa hoàng đã chết hòng được hưởng lợi từ những khoản tiền mà gia đình Romanov đã gửi vào các ngân hàng ngoại quốc. Những người ủng hộ cô cũng bị coi là thêm muốn những tài sản đó cho chính bản thân họ. Trong suốt cuộc xung đột và tranh cãi này, chính Anna Anderson chưa bao giờ dám theo đuổi dứt khoát tuyên bố của mình. Bất cứ khi nào có cơ hội để gây ấn tượng với những người bà con họ hàng của Sa hoàng, những người đã bị thuyết phục để ghé thăm cô, cô trở nên kiêu ngạo, bất hợp tác bằng cách không trả lời những câu hỏi, và thường trốn vào phòng mình. Trong khi thái độ này tự thân nó đã bác bỏ danh tính của cô trong con mắt của kẻ dèm pha, thì chính sự dè dặt không dám thể hiện rõ của cô, cộng với niềm tin tự thân tuyệt đối rằng chính mình là Anastasia, đã thuyết phục được những người ủng hộ. Câu chuyện chưa bao giờ được giải quyết một cách thuyết phục trong suốt cuộc đời của cô, và cô mất đi khi lời tuyên bố của mình vẫn không hề được khẳng định hay phủ nhận. May cho cô là cô đã chết trước khi con mắt lạnh lùng của di truyền học soi xét trường hợp này. Nếu như cô sống lâu hơn một vài năm nữa, giống như Hoàng hậu Elizabeth cùng thời của cô, vị Mẫu hậu, người vẫn còn sống ở tuổi 100, thì cuộc đời lừa gạt của cô chắc hẳn đã bị vạch trần không hề thương tiếc.

Trong một đoạn rất ly kỳ của cuộc điều tra, người ta đã phục hồi được ADN ti thể từ mẫu sinh thiết lưu trữ của Anna Anderson lấy được khi cô nhập viện vì phải phẫu thuật chữa tắc ruột vào năm 1979. Đó là một chuỗi hoàn toàn khác với chuỗi ADN của Sa hậu. Anna Anderson không thể nào là Anastasia. Một cuộc kiểm tra mà chỉ cần nhiều nhất một tháng để làm đã phá vỡ ngay lập tức một trong những thiên tiểu thuyết lãng mạn và dai dẳng nhất đã lôi cuốn thế giới từ đầu đến cuối thế kỷ 20. Sức mạnh của ADN thật dữ dội, nó có thể đập tan những chuyện hoang đường – ngay cả những cái mà chúng ta có thể đã muốn tin.

Thay vì giống với chuỗi của Sa hậu, chuỗi ADN trong sinh thiết của Anna Anderson lại trùng hợp với người họ hàng theo dòng mẹ đang còn sống của một người có tên là Franziska Schanzkowska. Đó là một bệnh nhân ở viện tâm thần Berlin đã biến mất vào năm 1919 một ít lâu trước khi “Anastasia” xuất hiện trong cùng thành phố. Thực tế thì những người chống đối Anderson luôn cho rằng cô ta chính là Franziska Schanzkowska chứ không phải là Anastasia như cô ta tuyên bố. Rốt cuộc, ADN đã chứng minh họ đúng.

Thế là những bí ẩn về cuộc đời của Anastasia vẫn còn đó chưa được khám phá. Phòng thí nghiệm của chúng tôi đã hơn một lần được yêu cầu để giám định ADN của những người tự nhận mình là công chúa. Buồn lòng thay, không có ai trong số họ qua được cuộc khảo sát của cuộc kiểm nghiệm ADN. Trong bộ phim *Anastasia* được sản xuất năm 1956 dưới dạng một tiểu thuyết lãng mạn chứ không phải là một tài liệu mang tính hiện thực, Hoàng hậu Marie Federovpna buộc Anastasia (do Ingrid Bergman thủ diễn) trải qua hàng loạt những cuộc kiểm tra để chứng minh liệu cô có phải là cháu gái của mình không. Cuối cùng bà đã chấp nhận người phụ nữ trẻ và bộ phim kết thúc có hậu. Nếu có mặt anh chàng ADN ở đó, câu chuyện đã không diễn ra như thế rồi. Nhưng bộ phim cũng đã là một phần thưởng cho Anna Anderson khi tạo ra sự đồng cảm sẻ chia từ các thành viên của Hoàng tộc.

Nếu Anna Anderson, người thuyết phục nhất trong những người tự nhận, đã không phải là Anastasia thật, thì có lẽ cuối cùng vị Công chúa ấy đã chết cùng với các chị em của mình. Hồ chôn chỉ chứa đựng thi hài của 3 cô gái mà thôi. Hai thi hài còn lại, một của một trong các công chúa và một của hoàng tử Alexei, vẫn còn mất tích. Alexei cũng có những người mạo danh mình. Một thủy thủ Xô viết – Nikolai Dalsky – luôn một mực khẳng định quyền lợi của mình đối với vương miện của Hoàng gia cho đến khi ông ta qua đời năm 1965. Con trai ông này là Nikolai Romanov thừa hưởng tuyên bố sau cái chết của cha mình, và cũng tự nhận con trai Vladimir của mình là một Sa hoàng tử. Tuy nhiên sự thật gần như chắc chắn là cả gia đình Sa hoàng đã bị tử hình vào lần đó. Nhiều báo cáo, ở mức độ có thể tin cậy, ghi nhận rằng những người có nhiệm vụ giấu các thi thể thoát đầu cố gắng đốt xác trong những khu rừng gần vùng đất mà các hài cốt giờ đây được tìm thấy. Những người này dựng giàn thiêu rồi đặt cái xác nhỏ

nhất lên đầu tiên, đó là xác của Alexei, sau đó là một trong các xác của các công chúa, rồi tưới xăng lên và châm lửa. Nhưng ngọn lửa không thiêu hủy tất cả. Răng và những mảnh xương vỡ vung vãi gần ngọn lửa. Những người này thay đổi kế hoạch và ném những cái xác còn lại vào một hố cạn. Nếu chuyện này là đúng, thì thi hài của Alexei và Anastasia không hề nằm trong mộ phần của những kẻ mạo danh kia mà đã cháy thành tro bụi dưới lớp lá rừng của tỉnh Urals, nước Nga.

Mặc dù khoái uống Vodka, tôi chưa bao giờ tự coi mình là một Romanov. Nhưng tôi không thể không chú ý rằng chuỗi ADN của tôi lại rất giống với chuỗi của Sa hoàng Nicholas đệ nhị. Nếu mà bạn làm lơ chút xíu về những yếu tố nhỏ nhất ADN của Sa hoàng liên quan tới heteroplasmy ở vị trí 169, thì cả tôi và Sa hoàng đều có những kí hiệu 126, 294 và 296. Chuỗi ADN ti thể của chúng tôi trùng khớp ở mọi vị trí trong số 500 đơn vị ADN. Đây chỉ là một sự ngẫu nhiên, hay là tôi có quan hệ với dòng họ Romanov, cũng như mối dây liên hệ tổ tiên xa xôi giữa Marie và Người Bàng? Ngắn gọn mà nói, liệu tôi và Sa hoàng có bà con không? Câu trả lời đáng kinh ngạc là “Có”.

Chúng ta có thể dừng chân ở đây để nhìn nhận lại một điều hoàn toàn hợp lý nhưng hết sức phi thường tạo nên cơ sở của phần lớn những gì mà cuốn sách này bàn đến. Nếu hai người suy ngược về dòng mẹ của họ – thông qua mẹ, bà ngoại, bà cố ngoại và nhiều người trước đây nữa – thì cuối cùng hai dòng này sẽ hợp lại ở một người phụ nữ duy nhất. Đơn giản nhất là nếu hai người này là anh em: người phụ nữ duy nhất này chính là mẹ của họ. Nếu hai người này là anh em hay chị em họ, thì hai dòng này hợp nhất ở bà ngoại. Mặc dù nếu không đọc gia phả thì hầu hết chúng ta mất dấu ngay từ điểm này, nguyên tắc này vẫn tồn tại cho dù ta có suy ngược về quá khứ xa xôi đến mấy. Bất kỳ hai người nào, trong gia đình của bạn, thành phố của bạn, đất nước của bạn – thậm chí trên cả thế giới – đều được kết nối thông qua mẹ của họ rồi “những người mẹ của những người mẹ” của họ đến một tổ mẫu chung. Sự khác biệt giữa từng cặp hai người bất kỳ chỉ ở câu hỏi: “người tổ mẫu đó đã sống cách đây bao lâu” mà thôi.

Cũng dễ hiểu là nếu dựa vào gia phả họ hàng để tìm mối liên hệ di truyền theo dòng mẹ này, ta chỉ có thể truy về một vài thế hệ ông bà trước ta mà thôi, còn lại đều đã mất dấu hết cả. Cho nên chúng ta chẳng thể biết câu trả lời của câu hỏi này. Nhưng ADN không lãng quên. Với đặc trưng của nó là sự thừa hưởng chuyên biệt thông qua dòng mẹ, ADN ti thể giúp ta suy ra chính xác con đường đó theo thời gian. Và bởi chuỗi ADN ti thể thay đổi theo thời gian do các đột biến ngẫu nhiên, mặc dù rất chậm thôi, chúng ta có thể sử dụng nó như một cái đồng hồ. Nếu hai người có cùng chung một mẫu tổ trong quá khứ gần, thì các ADN ti thể của họ sẽ không đủ thời gian để thay đổi. Giống như chuột đồng, các ADN ti thể của hai người này hoàn toàn giống nhau. Nếu người mẫu tổ này sống lùi xa về quá khứ hơn thì sẽ có khả năng cho một đột biến xuất hiện đầu đó trên một hoặc cả hai dòng bắt nguồn từ mẫu tổ đi tới hai người hiện tại. Nếu mẫu tổ sống trước đó lâu hơn nữa, thì có thể có hai hay nhiều hơn đột biến nữa. Bằng cách đếm sự khác biệt giữa hai chuỗi, ta có thể ước lượng độ dài của mối liên kết theo dòng mẹ giữa hai người bất kỳ trên thế giới. Để ước lượng được niên đại, chúng ta cần biết tốc độ đột biến cho các ADN ti thể. Chúng ta sẽ tìm hiểu sâu hơn làm thế nào mà các tỉ lệ này được ước lượng ở chương sau (chương 11). Ước lượng tốt nhất là, tính trung bình nếu hai người có cùng một tổ mẫu chung cách đây 10.000 năm thì sẽ có một khác biệt trong chuỗi vùng điều khiển của họ. Nếu người mẫu tổ chung này sống cách đây 20.000 năm, thì chúng ta sẽ có thể tin rằng sẽ có hai điểm khác biệt do đột biến trong ADN ti thể của họ.

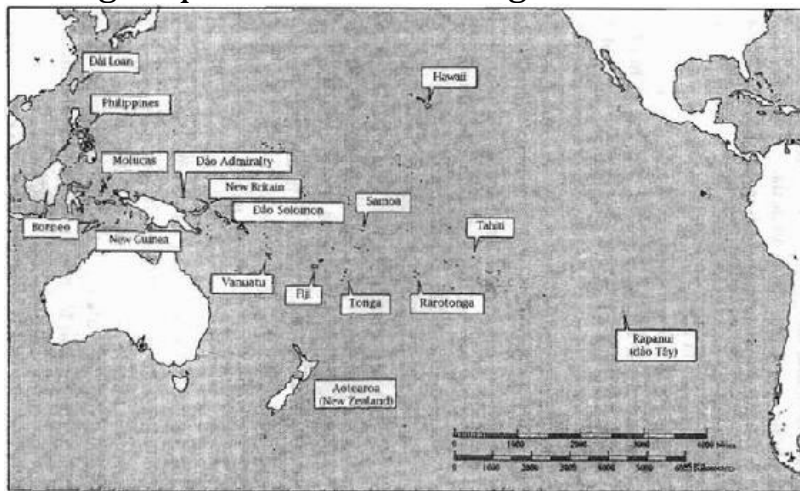
Tất nhiên, chẳng có giấy tờ tài liệu nào có thể ghi nhận là hai người nào đó có mẫu tổ chung cách đây 20.000 năm cả, nên ta phải tìm cách khác. Bằng phép suy luận logic ta thấy, nếu hai người có chuỗi điều khiển giống hệt nhau, thì tính trung bình tổ tiên chung của họ sẽ sống đầu đó trong khoảng 10.000 năm trở lại đây. Sa hoàng và tôi có cùng chung vùng điều khiển. Vậy suy ra tổ tông chúng tôi, suy ngược từ phía tôi, từ mẹ tôi Irena Clifford đến bà tôi Elizabeth Smith và về phía Sa hoàng thông qua mẹ của ông, Hoàng hậu Marie Fedorovna đến mẹ của bà là Louise Hesse-Cassel, Nữ hoàng Đan Mạch, chắc chắn phải nhập lại ở một tổ mẫu chung sống trong vòng 10.000 năm trở lại đây. Tôi chắc là không đủ gần gũi để mơ tới chuyện giành gia sản của dòng tộc Romanov được rồi!

Việc đo đạc mối liên quan tổ tiên trong hàng chục ngàn năm có vẻ quá thô sơ để thành một điều gì đó hấp dẫn. Tuy nhiên, mặc dù các đột biến ti thể xảy ra quá chậm đến mức không tin nổi, may mắn thay sự chậm chạp đó lại vừa đúng độ để nghiên cứu sự tiến hóa của con người trong vòng vài trăm ngàn năm qua – là khoảng thời gian chủ yếu diễn ra sự tiến hóa ấy. Nếu như tốc độ đột biến nhanh hơn mức độ đó, thì mối liên hệ sẽ khó theo dõi hơn. Nếu như nó chậm hơn, thì sẽ có quá ít sự khác biệt giữa hai người để tìm ra được một quy luật nào. Ta lại làm một phép suy luận logic nữa, nếu bất kỳ hai người nào cũng có thể suy về tổ mẫu chung, thì bất kỳ *nhóm* người nào cũng có thể làm như thế được. Cứ như thế, dần dần tôi đã nhận ra rằng chúng ta đang có trong tay năng lực để tái hiện lại phả hệ theo dòng mẹ của cả thế giới. Không biết cả thế giới có đồng ý không; nhưng tôi chắc chắn ông anh họ xa của mình, Nikolai Aleksandrovich, Sa hoàng của tất cả nước Nga, sẽ chuẩn y ngay. Nhưng bây giờ vấn đề là: chúng ta phải bắt đầu từ đâu?

CÂU ĐÓ GIỮA THÁI BÌNH DƯƠNG

Cứ vào 9 giờ 15 mỗi tối, hãng hàng không New Zealand lại có một chuyến bay mang số hiệu NZI cất cánh từ phi trường quốc tế Los Angeles, California. Trong vòng 30 giây, chuyến bay ấy sẽ băng qua dải đất liền nằm giữa đường băng và đại dương. Chẳng có bộ phận giảm thanh nào giúp động cơ bớt ồn đi chút ít. Mà cũng chẳng có nhu cầu đó. Chuyến bay NZI giờ đã ở trên Thái Bình dương, và chúng ta sẽ chẳng nhìn thấy đất liền cho đến khi máy bay băng qua bán đảo Coromandel nằm ở Đảo Bắc của New Zealand, rồi đến đích là thành phố Auckland cách đó 50 kilomet. Nhưng mà vẫn còn đến bảy ngàn dặm và mười bốn tiếng đồng hồ trước mặt. Từ giờ đến đó chỉ là một đại dương trải rộng phía dưới – biển Thái Bình dương – trải dài đến tưởng như vô biên. Rải rác trên cái màn mênh mông ấy là hàng ngàn những hòn đảo nhỏ. Nhưng chúng quá bé nhỏ so với biển cả, nên từ trên máy bay ta sẽ chẳng thể nhìn thấy bất kỳ hòn đảo nào, dù chỉ là thoáng thấy. Trước thời những con tàu châu Âu đầu tiên khám phá vùng Thái Bình dương, tất cả các hòn đảo này đã được phát hiện và định cư bởi những người mà tôi phải kính phục gọi là những nhà thám hiểm hàng hải vĩ đại nhất trên thế giới – những người dân đảo Polynesia.

Tôi ước gì mình có thể nói rằng quyết định làm việc tại Polynesia là kết quả của một kế hoạch cẩn thận hẳn hoi, trong đó tôi phải cân nhắc giữa một bên là những lợi thế về mặt khoa học khi nghiên cứu cư dân vùng đảo, và một bên là những khó khăn tốn kém do công việc xa xôi tận bên kia địa cầu. Tôi ước gì mình có thể nói được như thế, nhưng sự thật là nó lại đến do... một tai nạn xảy ra với tôi – đúng là như vậy đấy. Vào mùa thu năm 1990, tôi được nghỉ phép nên đã thu xếp đến Đại học Washington ở Seattle (Mỹ) một thời gian, rồi sau đó dự định sẽ đến Melbourne, Australia. Có nghĩa là tôi sẽ phải bay bằng qua Thái Bình dương. Cũng bởi chưa từng thấy một hòn đảo nhiệt đới nào, tôi quyết định quá cảnh tại hai nơi, một là Hawaii và hai là một nơi gọi là Rarotonga thuộc quần đảo Cook. Tôi chưa bao giờ nghe nói gì về Rarotonga cả, bởi vậy cũng thấy ngờ ngợ về quần đảo Cook, nhưng mà nó lại phù hợp với lịch bay và thuận đường hơn nếu ghé qua các đảo nổi tiếng hơn như là Tahiti hay Fiji.



Hình 3

Mà đi như thế thì cũng bù lại được nhiều thứ. Hawaii thì rõ ràng là nhiệt đới và rất đẹp rồi; hơn nữa, ở ngay xung quanh thủ phủ của nó, Honolulu trên đảo Oahu, bạn biết ngay là mình đang ở nước Mỹ: những tòa nhà cao, những tiệm bánh pizza và cả nghĩa địa của thú cưng. Thế nhưng, lần đáp xuống Rarotonga đó của tôi lại là một trải nghiệm văn hóa hoàn toàn khác biệt. Không có bằng chuyển, tôi phải tự vác lấy hành lý của mình từ một cái ống. Một anh chàng với cây ghita đang hát bài ca chào mừng (chắc là vậy) vô cùng ấn tượng vào lúc 4 giờ sáng. Rồi tôi cũng gặp được Malcom. Với gương mặt đỏ gay tươi cười, Malcom Laxton-Blinkhorn là người Anh, nghe tên cứ tưởng người hoành tráng lắm (cả nghĩa đen lẫn nghĩa bóng), đến khi thấy mặt mới biết nghe vậy mà không phải vậy. Anh làm nghề mà ta có thể gọi là “nghề thập cẩm” – đặc công hàng hải, nông dân chăn cừu, diễn viên, nhà truyền hình... Và giờ đây là chủ khách sạn ở Rarotonga và đã kết hôn với một cô nàng bản xứ. Mặc dù khách sạn của anh nằm ở bờ biển

phía bên kia đảo, Rarotonga chỉ rộng có 26 dặm nên chúng tôi cũng chẳng phải đi lâu. Trời vẫn còn tối, nhưng đâu ai nỡ lòng ngồi yên một chỗ mà không xuống mép nước chơi một chút. Tôi bắt đầu nhận thấy khung cảnh không có vẻ yên bình như lẽ ra nó phải có. Có những âm thanh ầm ì, nho nhỏ, xa xa nhưng dai dẳng, tựa như có một đường cao tốc cách đâu đây một hai dặm. Nhưng thực sự thì trên đảo không có xe hơi, mà đường cao tốc lại càng không. Âm thanh tôi nghe thấy chính là tiếng của đại dương. Khi ánh mặt trời sáng lên, tôi có thể nhận ra một đường trắng mỏng gần phía chân trời. Đó là những đợt sóng cuộn lên từ đại dương, mà ngay cả những ngày êm dịu như hôm nay vẫn vỗ ầm ì vào những ghềnh san hô bao quanh và chở che cho đảo.

Kế hoạch của tôi là chỉ ở Rarotonga vài ngày trước khi lên đường đi Melbourne và tiếp tục công việc của mình. Như hầu hết các du khách khác, tôi thuê một chiếc xe máy nhỏ, rồi thi bằng lái xe trong đó phải chạy 50 yard trên đường rồi quay về sở cảnh sát. Lấy xong được bằng lái tôi leo lên xe phóng. Nhưng rồi... Rầm... Tôi đâm thẳng vào một cây cọ. Kết cục là một bên vai bị gãy. Tôi chẳng thể nào rời đảo đến khi xương ổn định lại. Người ta bảo phải mất khoảng vài tuần. Thế là tôi đành sắp xếp ở lại lâu hơn.

Rarotonga là đảo chính ở vùng miền Nam của quần đảo Cook – một quần đảo rải rác rộng 700 dặm đến tận phía tây Tahiti. Quần đảo này lấy tên của Thuyền trưởng James Cook, nhà hàng hải người Anh thế kỷ mười tám. Hình chân dung của ông (hình như tấm nào cũng giống nhau) có ở khắp nơi trên đảo, trong đó ông luôn luôn mang một cái nhìn chòng chọc bí hiểm, nhất là sau khi bạn nốc cạn một chai bia của đảo này. Mặc dù Cook đã thám hiểm qua rất nhiều đảo, không hiểu sao ông lại không nhìn ra đảo Rarotonga, mặc dù nó là hòn đảo lớn nhất trong quần đảo Cook và cao đến 650 mét. Niềm vinh dự được là người châu Âu đầu tiên đặt chân đến Rarotonga đến tay những người nổi loạn trên Hạm đội ngự lâm Anh (HMS) [\[18\]](#) *Bounty*, những người đã dừng chân trên đường tìm đến đảo Pitcairn xa xôi hơn mong tìm nơi nướng nấu thoát khỏi tầm kiểm soát của Hải quân Anh. Ngày nay quần đảo Cook là một vùng tự trị, có ký hiệp ước song phương với New Zealand về mặt ngoại giao và quốc phòng. Nhưng trước kia, quần đảo này từng là thuộc địa của Anh và hiện giờ vẫn là thành viên của khối Thịnh vượng chung châu Âu. Mặc dù tôi không chắc có tới 1% dân Anh từng nghe qua về quần đảo Cook hay chưa, nhưng người dân đảo nơi đây thì vẫn duy trì phong tục tập quán từ những người bảo hộ cũ ấy. Có nhiều thời gian rảnh, và với cánh tay vẫn đang bó bột, tôi đi nghe một buổi nghị sự của quốc hội quần đảo Cook. Nhà Quốc hội nơi đây chỉ là một cái nhà tạm lợp tôn lợp sóng gần đường băng, nhưng quy trình làm việc ở đây cũng trịnh trọng không thua gì Hạ viện Anh (House of Common) tại Westminster. Ngồi trước phòng là phát ngôn viên, tất cả mọi phát biểu đều được anh giới thiệu trước. Các dự thảo luật được đưa ra lấy ý kiến trong các phiên họp giới thiệu. Các phần nghị sự diễn ra ngay trên sàn nhà, và một cuộc tranh cãi đủ các hồi diễn ra tuần tự giữa các phe. Rồi đến phần nghị sự có giới hạn thời gian [\[19\]](#). Lúc đó đã là khoảng 5 giờ chiều, khi mà cuộc tranh cãi dài lê thê về lương thưởng của các ông nghị và các nhân viên nhà nước từ đủ các cánh đang diễn ra, chính phủ bắt đầu đưa ra luật “cắt thời hạn” để giới hạn thời gian tranh luận. Lý do là gì? Các thành viên nội các đã đồng ý hát tại hội gây quỹ cho đội bóng rổ của một trường cấp hai vào lúc 6 giờ 30, vậy nên công việc của Quốc hội phải kết thúc lúc 6 giờ. Đây rõ ràng là nơi mà người ta có những ưu tiên rất đúng đắn.

Một di sản từ quá khứ nữa là viện bảo tàng kiêm thư viện. Mặc dù nơi này bao quanh bởi hàng cọ dừa và những cây xoài trĩu quả, khi bước chân vào trong tôi lại thấy mình như được trở về quê hương Anh quốc: sự tĩnh lặng, hàng hàng những kệ sách và một cô thủ thư kín đáo với con dấu cao su để đóng dấu sách cho mượn. Một không gian thật vắng lặng. Có một loạt sách đáng kể về Thái Bình dương, thế là tôi bắt đầu đọc về phần của thế giới – nơi mà tôi đang bị cầm chân không tính trước (nhưng không phải là chẳng vui lòng) chờ đến khi đoạn xương gãy của tôi liền lại. Ngồi trên mép biển, ngắm nhìn đại dương xa xa sau những đợt sóng vỗ vào rặng san hô, biết rằng chúng kéo dài ngàn dặm ra khắp mọi hướng, tôi nhận thấy một câu hỏi cứ mãi thôi thúc mình. Làm thế nào người Polynesia có thể khám phá ra và định cư tại hòn đảo này, họ đã đến từ nơi nào?

Thuyền trưởng Cook, cho dù không phải là người đầu tiên, đến nay vẫn là nhà hàng hải châu Âu khám phá ra Thái Bình dương đã từng chu du qua nhiều nơi nhất. Sinh trưởng trong một

gia đình bình dị ở miền Yorkshire với sở thích đi biển từ rất sớm, ông đã gia nhập một con tàu khởi hành từ cảng Whitby. Đó là thời mà để có được một công việc thành đạt ở Hải quân Hoàng gia, nhất thiết phải mang trong mình dòng máu quý tộc. Thế mà chỉ bằng sự thông tuệ trong ngành hàng hải, Cook đã thăng chức hết cấp này lên cấp khác, từ thủy thủ quèn thành Đô đốc trên chính con tàu của mình. Qua những hải trình đầy ấn tượng của ông trên dòng sông nổi tiếng St Lawrence^[20] ở trận chiến chống Pháp tại vùng Quebec (Canada), ông được chọn làm Đô đốc cho con tàu HMS *Endeavour* và dẫn đường cho một nhóm nhà khoa học của Hiệp hội Hoàng gia Anh quan sát sự di chuyển của sao Kim qua Mặt trời. Việc tính toán khoảng cách giữa Mặt trời và Trái đất là rất quan trọng để xác định thời gian cho sự kiện hiếm có này. Và vị trí tốt nhất cho việc quan sát sự di chuyển năm 1769 là ở vùng đảo Tahiti. Sau khi hoàn thành sứ mệnh, Cook khởi hành một chuyến thám hiểm Thái Bình dương rộng lớn hơn. Chính chuyến thám hiểm này, cùng với hai chuyến hải hành khác của ông, đã đưa ông đến New Zealand, Australia, bờ Tây Bắc Thái Bình dương của châu Mỹ, băng qua eo biển Bering và cuối cùng là Hawaii. Nơi đây, ông bị sát hại bởi những người thổ dân tại Vịnh Kealakekua của Đảo Lớn^[21] vào ngày lễ Tình nhân năm 1779.

Là một nhà hàng hải, Cook có mối lưu tâm rất chuyên nghiệp về nguồn gốc của những người mà ông gặp trên những hòn đảo xa xôi thưa vắng ấy. Trong suốt thời gian ba cuộc hành trình của mình, ông quan sát thấy có sự tương đồng, trong cả dáng vẻ lẫn ngôn ngữ, giữa những người dân trên những hòn đảo tách biệt nhau như Hawaii, Tahiti và New Zealand, và kết luận là họ có cùng một tổ tiên chung. Nhưng tổ tiên này ở đâu? Dân gian Polynesia cũng nhắc đến một vùng đất tổ là Havaiiki, nhưng không xác định vị trí vùng đất ấy. Cook cũng chỉ biết rõ rằng những ngọn gió và dòng nước trên Thái Bình dương đi từ Đông sang Tây bằng qua đại dương, theo hướng từ châu Mỹ sang châu Á. Nếu người Polynesia đến từ châu Á, thì hẳn họ phải đương đầu với cả gió lẫn dòng nước; trong khi nếu đến từ Mỹ, họ lại được chính các tác nhân thiên nhiên này hỗ trợ. Chúng rõ là những lực đẩy đáng kể. Các nhà hàng hải Tây Ban Nha đã là những người đầu tiên thám hiểm Thái Bình dương, và họ chỉ có thể đi theo một hướng từ Đông sang Tây. Cánh buồm từ địa phận của mình ở Trung Mỹ đến Philippines, họ đã không thể đi ngược lại con đường cũ, và không còn lựa chọn nào để quay về ngoài việc hành trình theo đường vĩ tuyến vòng quanh trái đất. Họ đã đi lên phía Bắc qua Nhật Bản và Alaska, rồi xuống phía Nam vùng ven biển Thái Bình dương của Bắc Mỹ. Nếu những chiếc thuyền buồm của Tây Ban Nha, với sức di chuyển ghê gớm và hệ thống định vị tinh vi, mà vẫn không thể đánh bại sức gió và dòng chảy, thì làm sao những chiếc hải thuyền bé nhỏ hơn nhiều của người bản địa Polynesia lại có thể làm được thế?

Một nhóm các nhà nhân chủng học phương Tây nọ đã tin tưởng giản đơn là người Polynesia quá kém cỏi để có thể đóng một hải thuyền kỹ lưỡng đủ để đi thám hiểm, đặc biệt nếu đó là thuyền buồm đi bằng sức gió. Do đó họ cảm thấy chẳng cần có thêm bằng chứng nào để chứng minh những người dân đảo có nguồn gốc châu Mỹ. Dưới góc nhìn của họ, cách duy nhất để những người nguyên thủy này có thể đến được những hòn đảo là do bị lạc khi đang đánh cá, rồi cứ thế trôi dạt vào đảo – mà không để ý nếu như thế nghĩa là họ phải đi đánh cá với cả đại gia đình mình, cả thú nuôi và cả những củ khoai sọ chất trên thuyền. Di sản kinh dị này bắt nguồn từ thái độ thực dân da trắng vẫn còn được người Polynesia cảm nhận sâu sắc. Nguồn gốc Á châu của họ chắc chắn sẽ dẹp tan điều phi lý này mãi mãi, và xác lập tổ tiên của họ chính là những bậc thầy của biển cả.

Cuộc tranh cãi trong tư tưởng của người châu Âu xung quanh nguồn gốc của người Polynesia đã tồn tại hơn 200 năm qua. Một mặt, bằng chứng của khảo cổ học và ngôn ngữ, của các giống gia súc và cây trồng tìm thấy trên đảo Polynesia, tất cả đều chỉ về nguồn gốc Đông Nam Á. Nhưng mặt khác, có một truyền thuyết lâu đời mà gần đây được nhà nhân chủng học Nauy, Thor Heyerdahl khôi phục lại, đã áp đặt nguồn gốc châu Mỹ lên những cư dân Polynesia đầu tiên. Trong số các bằng chứng cho mối liên hệ với châu Mỹ, hấp dẫn nhất chính là việc trồng trọt phổ biến khắp đảo Polynesia giống *kumara* hay là khoai lang châu Mỹ, vốn chắc chắn bắt nguồn từ vùng Andes của Nam Mỹ. Trong cuốn sách của mình, Heyerdahl cũng cung cấp những mối liên hệ khác về ngôn ngữ, thần thoại và những di vật, như mặt đá của những đồ chạm khắc tìm thấy ở đảo Phục sinh (Easter) mang những đường nét cực kỳ giống phong cách của người

Inca. Nhưng chứng tích quan trọng nhất của ông là một chuyến hành trình trên cái gọi là *Kon-Tiki*, nó là một chiếc bè gỗ mà chính ông dùng để đi, hay đúng hơn là trôi, từ bờ biển Nam Mỹ bốn ngàn dặm đến đảo Tuamotu không xa Tahiti. Tất nhiên, việc chứng tỏ là điều đó *có thể* thực hiện được không có nghĩa là điều đó *đã* được thực hiện. Nhưng *Kon-Tiki* vẫn là lý lẽ thuyết phục được rất nhiều người.

Tuy nhiên, xem đó chỉ là những lời khoác lác của Heyerdahl, những nhà khoa học nghiêm túc vốn khó nhọc ráp lại những bằng chứng về nguồn gốc Á châu đã vô cùng tức giận và không giấu giếm cảm xúc của mình trong những trang viết. Ngồi trong thư viện ở Rarotonga, tôi bị sốc bởi những lời độc địa rỉ ra từ bất kỳ trang viết nào khi nhắc đến lý thuyết của Heyerdahl. Ý tưởng của ông chắc hẳn đã không được sự ủng hộ rộng rãi từ giới khảo cổ học, nhưng với tôi, là một người tiếp cận vấn đề một cách mới lạ, thì những bằng chứng của ông nhìn bề ngoài ít nhất cũng có vẻ đáng được tưởng thưởng. Thế nhưng thật lạ lùng, chỉ cần nhắc đến chữ H thôi cũng đủ khiến các học giả từ trung bình đến uyên thâm đều trở nên mất bình tĩnh.

Tôi ngồi trong quán cà phê Lucy ở Avarua, thủ đô (thực ra cũng là thành phố duy nhất) của Rarotonga, kêu một ly kem chỉ để nhìn mọi người ra vào quán. Họ trông giống người châu Mỹ hay người châu Á nhỉ? Tôi thấy không rõ ràng lắm. Tôi nhớ lại hình ảnh một cô bé trong câu chuyện khám phá rừng nhiệt đới Amazon trên bìa tạp chí *National Geographic*, cô bé cũng giống người châu Á đấy chứ. Giá mà tôi có thể thử ADN ti thể của những người trong quán nhỉ! Tôi chắc chắn mình có thể nói ngay họ có liên hệ di truyền đến châu Á hay châu Mỹ. À, có cơ hội rồi đây. Trong cuộc tái khám kế tiếp ở bệnh viện để kiểm tra cái vai gầy, tôi sẽ giới thiệu mình là nhà di truyền học và trình bày những suy nghĩ tôi có trong đầu. Nghĩ vậy và tôi thực hiện thật. Thế là bằng cách này hay cách khác tôi đã thuyết phục được bệnh viện cho tôi 35 mẫu máu còn thừa sau những cuộc kiểm tra đường huyết. Bệnh tiểu đường rất phổ biến ở Rarotonga nên người ta đi kiểm tra lượng đường trong máu rất nhiều. Tôi trữ các mẫu máu trong tủ lạnh ở khách sạn. Sau khi cái vai lành – hình như hơi nhanh một chút thì phải – tôi mang những ống nghiệm máu quý giá này cùng với mình đến Australia (ở đó tôi suýt bị hải quan tịch thu), rồi cuối cùng quay về Anh và phòng thí nghiệm.

Ngay sau khi trở về, tôi mở các mẫu máu ra. Máu chảy rỉ ra khắp nơi, mấy cái ống thủy tinh ngã nghiêng – nhưng cũng may, không phải tất cả đều vậy. Có 20 mẫu vẫn còn nguyên, tôi bắt tay vào việc đọc các đoạn ti thể ADN của chúng. Ngày nay, việc đọc chuỗi ADN được thực hiện rất nhanh chóng nhờ những thiết bị đắt tiền. Nhưng hồi đầu những năm 1990 thì đó là một quá trình thủ công trong đó phải đính lại những mảnh ADN vỡ bằng các chất đồng vị phóng xạ nhẹ, xong rồi tách chúng ra trong điện trường. Đến giai đoạn cuối của quá trình dài ấy, tấm phim X-quang ghi lại kiểu mẫu của những dải phóng xạ mang thông tin chuỗi ADN từ từ hiện ra từ cái máy tráng phim. Đó luôn là một giây phút căng thẳng. Liệu nó sẽ hiện ra những dải đẹp đẽ không, hay là chẳng có dải nào cả? Nếu các dải phóng xạ hiện ra quá mờ hoặc chẳng có dải nào, thì chắc chắn có cái gì đã không hoạt động như mong muốn, và như vậy lại phải ngồi vào phòng thí nghiệm trong 3 ngày để làm lại từ đầu.

Lúc này, ngay 10 mẫu đầu tiên trong số 20 mẫu đã cho kết quả tốt đẹp. Hiện ra trên các tấm phim tia X là 4 cột lớn các dải tối, giống như những cái mã vạch, do các kích hoạt phóng xạ yếu đã làm đen các chất nhũ ảnh. Mỗi cột trong số 4 cột được chia thành 10 cột nhỏ, mỗi cột nhỏ là của một mẫu máu. Mỗi cột trong số 4 cột lớn đó biểu hiện chuỗi ADN theo từng đơn vị, ghép chúng lại với nhau ta có thể tìm ra chuỗi ADN đầy đủ. Tôi đã sắp xếp thế này: đặt 10 mẫu cạnh nhau để cho dễ nhận biết đâu là sự khác biệt giữa mỗi mẫu. Đó thực sự là điều mà tôi muốn tập trung vào – sự khác biệt giữa mọi người, chứ không phải sự tương đồng. Một đường gạch ngang tất cả 10 bản theo dõi có nghĩa là 10 mẫu trùng hợp nhau tại vị trí đó, còn một đường gạch đứt khúc nghĩa là có một vài mẫu không trùng nhau.

Trong phòng thí nghiệm, chúng tôi cho máy đọc các chuỗi ADN của chính mình và một vài người bạn, đa số là người châu Âu, và thông thường thì trong bất kỳ mẻ 10 mẫu nào cũng có khoảng vài chục dòng đứt đoạn nhiều ẩn ý này. Khi tấm phim của người Rarotongan hiện ra từ cái máy tráng phim, tất cả những dải băng đều ổn, nhưng lại không có một đường đứt đoạn nào cả. Chúng giống nhau như đúc. Liệu tôi đã làm điều gì sai chẳng? Hay là tôi đã vô tình trộn mấy cái mẫu này với nhau trong quá trình thực hiện nhỉ? Tôi phải làm thêm tấm phim thứ hai cho

các mẫu từ số 11 đến 20 xem sao. Và khi công việc xong xuôi, lại có thêm một tấm phim toàn đường thẳng nữa. Nhưng tôi phát hiện một dải còn, chỉ một thôi, khác biệt với những dải khác. Rất khác biệt. Và ba dải nữa có một đường đứt đoạn. Vậy là các mẫu máu không bị trộn lẫn. Đó là những kết quả trung thực. Tôi lập tức nhận ra rằng đây là một kết quả tuyệt vời, và tôi sẽ sớm có câu trả lời về nguồn gốc của người Polynesia.

Đọc qua các chuỗi ADN kỹ càng hơn và so sánh chúng với mẫu tham chiếu của người châu Âu, tôi nhận thấy chuỗi chính có chung trong 16 mẫu (trên tổng số 20 mẫu Polynesia) có sự khác biệt ở bốn vị trí: 189, 217, 247, và 261. Chuỗi tương tự có chung trên 3 mẫu khác ở tấm phim thứ hai có 3 đột biến như trên ngoại trừ vị trí 247. Nếu không thì toàn bộ ADN ti thể của họ đã trùng khớp nhau rồi. Như vậy thì họ phải liên quan rất gần với 16 người trước. Nhưng mà mẫu thứ 20 thì lại hoàn toàn khác. Nó có 9 đột biến so với chuỗi tham chiếu trong cả vùng điều khiển, và chẳng có đột biến nào giống với nhóm Rarotongan chính kia cả. Bởi vì các mẫu máu này được lấy từ phòng khám ngoại trú tại Avarua, nên chẳng có gì bảo đảm rằng chúng là của người Rarotongan bản xứ, và tôi giả định rằng chuỗi ADN lạ này là của một khách du lịch đến từ một vùng khác trên thế giới. Nhưng chẳng có thể nói được đây là vùng nào, bởi đến năm 1991 vẫn chỉ có rất ít chuỗi ADN ti thể được công bố.

Tôi tập trung vào kết quả chính, sự tương đồng đến mức kinh ngạc của 19 trong số 20 mẫu. Đây hẳn phải là ADN ti thể của người Polynesia gốc. Tất cả những gì chúng ta cần làm để trả lời câu hỏi về người Polynesia là xem xét người Đông Nam Á và người Nam Mỹ để so sánh. Nếu chúng ta tìm được các mẫu ADN giống với người Chile hay Peru, hay thậm chí cả vùng ven biển Bắc Mỹ nữa, thì Heyerdahl đã đúng. Còn nếu chúng ta tìm thấy chúng ở vùng Đông Nam Á, thì ông đã sai. Chưa hết, nếu chúng ta thấy chúng chẳng giống vùng nào, thì mọi người đều sai cả. Nhưng dù kết quả cho ra bất kỳ điều gì đi nữa, thì luôn có một điều chắc chắn là: chúng ta sẽ giải quyết được vĩnh viễn cuộc tranh cãi ác liệt kéo dài đã hơn 200 năm qua. Tôi bắt đầu lên kế hoạch cho chuyến đi kế tiếp.

Đến đây, bạn có thể thắc mắc rằng: “Nếu chắc là nó dễ dàng đến thế, thì việc phân tích nhóm máu đã cho câu trả lời từ lâu rồi chứ?” Thực tế không phải các nhóm máu của người Polynesia chưa từng được nghiên cứu. Kết quả đầu tiên về người Samoa ở miền trung Polynesia đã được công bố năm 1924, chỉ năm năm sau khi tờ *The Lancet* đăng tải công trình của nhóm Herschfeld lần đầu tiên giới thiệu tiềm năng của việc dùng nhóm máu trong ngành nhân chủng học. Miền nam Thái Bình dương, như tôi vừa biết qua, đã là một nơi để nghiên cứu khoa học thực địa [22] phổ biến từ lâu. Tuy nhiên, trong khi họ gọi ra các lý lẽ thiên về nguồn gốc Đông Nam Á, công việc kéo dài hàng thập kỷ trên những nhóm máu và các hệ thống di truyền cổ điển vẫn chưa cho ra được một câu trả lời rõ ràng cho câu hỏi đồ này. Đầu tiên là bởi vì các biến dị không được xác định, thứ hai là bởi các mối liên hệ tiến hóa giữa các kiểu máu vẫn chưa được biết đến. Ví dụ người Polynesia, bản xứ Nam Mỹ hay Đông Nam Á, tất cả đều có tần suất nhóm máu O cao. Người Polynesia cũng có tần suất nhóm máu A cao, mà nhóm máu này lại gần như vắng mặt ở Nam Mỹ. Nhưng họ cũng có tần suất nhóm máu B rất thấp, mà nhóm này lại rất phổ biến ở Đông Nam Á. Vậy bạn có kết luận gì từ tất cả các kết quả này? Các số liệu ủng hộ cho lý thuyết nào đây? Người ủng hộ nguồn gốc Á châu có thể lập luận rằng việc nhóm máu A cực hiếm ở người Nam Mỹ bản xứ có ý nghĩa rằng người Polynesia nhóm máu A không thể đến từ Nam Mỹ. Nhưng những người ủng hộ cho trường hợp gốc Nam Mỹ cũng có thể đường hoàng đáp lời, như Arthur Mourant đã nói năm 1976, rằng người Polynesia nhóm máu A không phải xuất phát từ châu Á mà từ những người châu Âu bằng việc kết hôn với nhau trong 300 năm qua. Và dù sao đi nữa, những người nhóm máu B đến từ châu Á để ở đâu mất rồi? Và cuối cùng thêm vào cho những điều không chắc chắn này một dữ kiện nữa. Đó là tất cả những người châu Mỹ đều có thể truy về nguồn gốc tổ tiên của họ từ châu Á, qua những người định cư bằng qua chiếc cầu đất liền Bering hàng ngàn năm trước. Rồi cuộc bạn có một mớ bòng bong. Nhóm máu O có thể đến Polynesia trực tiếp từ châu Á hoặc gián tiếp từ châu Mỹ. Chẳng có cách nào để biết được cả. Chỉ với ba nhóm máu thôi – A, B và O – thì những điều mang tính chắc chắn vẫn nằm ngoài tầm với.

Những dấu hiệu di truyền cổ điển thì còn mờ mịt hơn nữa. Phức tạp nhất là hệ thống đánh dấu loại mô quan trọng trong việc cấy ghép cơ quan. Giống như máu cần kiểm tra chéo trước

khi truyền để tránh hiện tượng đông máu xảy ra, ta cũng cần phải khớp các loại mô cơ của người cho và người nhận khi cấy ghép các cơ quan như tim, cột hay tủy xương. Bạn chưa thấy người ta phải chờ truyền máu vì luôn có thể tìm được nhóm máu phù hợp, nhưng chắc đã bạn đã từng nghe những câu chuyện thương tâm về các bệnh nhân chờ hàng tháng trời hay hàng năm trời để tìm ra một quả tim hay thận hiến tặng, và thường chết trước khi tìm được. Bởi vì trong khi máu chỉ có bốn nhóm (A, B, AB và O), mô lại có hàng chục loại khác nhau.

Ngay tại đây và bây giờ, tôi phải thừa nhận một nhược điểm nghiêm trọng của bản thân. Tôi hoàn toàn bó tay khi phải đối diện với sự phong phú tới mức rối rắm của các loại mô. Vài người bạn thân của tôi là các nhà nghiên cứu sự miễn dịch của tế bào, những người sống, làm việc và thở với các loại mô, và Viện nghiên cứu nơi tôi làm việc cũng chất đầy thứ ấy. Nhưng cứ có một cái gì đó trong bộ não của tôi bị tắt đi khi họ bắt đầu mô tả về các loại mô khác nhau. Tất cả chúng đều bắt đầu với ba chữ cái HLA. Rồi có thêm mấy con số và chữ cái dính kèm phía cuối: HLA-DRB1, HLA-DRB2, HLA-B27 và cứ thế. Rất nhiều lần tôi phải đi dự các báo cáo khoa học mà bắt đầu là một màn hình trưng ra một cái bảng tá pí lù khủng khiếp chứa toàn số và chữ. Rất nhiều năm rồi tôi đã cố tập trung tìm hiểu, và nghĩ chắc là cuối cùng nó cũng thấm vào đầu nếu mình cố gắng cật lực. Dù gì đi nữa, tôi phải dạy điều này trong lớp di truyền học của mình. Nhưng chẳng có tí kết quả gì cả. Tôi đành phải bắt đắ dĩ kết luận rằng tôi thiếu năng lực bẩm sinh trong việc hiểu được các loại mô, ngoài việc biết là chúng có nhiều khủng khiếp. May mắn thay, điều đó cũng là tất cả những gì mà bạn cần biết. Bởi chính vì chúng có quá nhiều, nên có rất nhiều dữ liệu từ Polynesia, Nam Mỹ và Đông Nam Á, tương đối dễ để tìm chúng. Và tôi cá là, hầu hết các loại mô đều liên quan giữa người Polynesia và châu Á. Nhưng không phải tất cả. Một nhóm được gọi là HLA-Bw48 rất hiếm ngoại trừ ở người Polynesia, Inuit và người thổ dân Bắc Mỹ. Tuy nhiên, mặc dù có rất nhiều loại mô, người ta vẫn chưa rõ mối liên hệ tiến hóa giữa các loại khác nhau. Cho nên, ví dụ bạn không thể nói nhóm HLA-Bw48, nhóm cũng được tìm thấy ở Nam Mỹ, có liên hệ gần với các nhóm Polynesia khác hay không. So sánh điều đó với trường hợp ADN ti thể của vùng Rarotonga. Chúng ta biết được rằng chỉ có ba loại; chúng ta cũng biết rằng hai trong số chúng liên quan rất gần với nhau, trong khi cái thứ ba thì không. Điều đó, rồi chúng ta sẽ thấy, có ích vô cùng. Chúng ta có thể tìm ADN ở vùng đất khác, không chỉ để tìm ra bản thân các ti thể ADN Polynesia, mà còn các ti thể khác có mối liên hệ với chúng nữa.

Đến khi tôi lên kế hoạch xong cho chuyến quay trở lại và thuyết phục được Hiệp hội Hoàng gia tài trợ cho chuyến đi (bởi vì, như tôi trình bày trong hồ sơ trình Hiệp hội, dù gì đi nữa họ cũng đã từng tài trợ cho chuyến hải hành đầu tiên của Cook đến Tahiti rồi mà), thì các số liệu từ những người Bắc và Nam Mỹ do các nhà nghiên cứu khác tìm ra cũng đã bắt đầu xuất hiện. Tương tự như các mẫu của Rarotonga lập thành một nhóm (nếu chúng ta thống nhất rằng có hai loại gần nhau trong cùng một nhóm và quên đi cái chuỗi ADN đơn lẻ từ “vị du khách” ấy), ở châu Mỹ có bốn nhóm theo các số liệu trên; nhóm thứ tư khá tương đồng với chuỗi Rarotonga chủ yếu (189, 217, 247, 261), nhưng chỉ với hai sự khác biệt ở vị trí 189 và 217. Kết quả này cũng thú vị đây. Thêm vào đó, cả ADN của người châu Mỹ bản xứ và người Rarotonga có cùng chung một điểm đặc biệt nữa. Ngay ở phần đối diện với vùng điều khiển trong vòng ADN ti thể, có một mẫu ADN nhỏ xíu, chỉ dài khoảng 9 đơn vị, bị mất dấu. Đây rõ ràng tăng thêm cơ hội cho việc người châu Mỹ và người Polynesia có bà con. Tình thế đang nghiêng về phía Heyerdahl đây.

Tôi đã từng nghe rằng ở Hawaii, Rebecca Cann (là một đồng tác giả với Allan Wilson trong bài báo đầu tiên năm 1987 về ADN ti thể và sự tiến hóa của nhân loại) đang nghiên cứu ADN của người Hawaii. Đó là một công việc khó khăn, bởi vì, không giống như người Rarotonga, người Hawaii bản xứ chỉ còn lại rất ít. Trong 200 năm, sự nhập cư (chủ yếu từ châu Á và châu Mỹ) đã khiến người Hawaii bản xứ giảm số lượng và thành một cộng đồng thiểu số, mà rất nhiều người trong số họ có đời sống cực kỳ khó khăn. Đây là một hậu quả quá quen thuộc của chủ nghĩa thực dân. Tuy nhiên, hiện nay người ta có các kế hoạch trao tặng học bổng và phần thưởng cho những ai chứng minh được họ là hậu duệ của những người Hawaii bản xứ. Một trong những cách chứng minh là thông qua việc kiểm nghiệm ADN, nên điều này đã tăng thêm khích lệ cho các khoa học gia tìm hiểu về các gen ti thể của người Hawaii bản xứ.

Trong chuyến quay lại Rarotonga, tôi sắp xếp để gọi điện cho Becky Cann ở Hawaii. Lúc ấy chúng tôi ngồi trong phòng thí nghiệm của chị cùng với một nghiên cứu sinh, tên là Koji Lum, để so sánh các kết quả. Chẳng mất nhiều thời gian để khám phá ra rằng chúng tôi có cùng nhóm Polynesia chủ yếu, cùng với đoạn (9 đơn vị) mất dấu đỏ và cùng những đột biến vùng điều khiển. Điều này làm chúng tôi hào hứng, vì nó đã xác nhận mối liên hệ giữa người trên đảo Hawaii và người trên đảo Rarotonga, cách 3.000 dặm về phía nam. Tôi hình dung ngay về khoảng cách đại dương vĩ đại đã tách biệt hai quần đảo, và những chuyến hải hành kỳ diệu đã mang những gien này băng qua biển cả. Cho dù điều này không hề bất ngờ, bởi vì nhiều dấu hiệu phong phú từ ngày thuyền trưởng Cook cho tới bây giờ đã chứng minh những người Polynesia đều có cùng một tổ tiên rồi, nhưng việc tận mắt mục kích bằng chứng này khiến tôi phần khích hân lên. Sau đó, bất đắc dĩ, Becky phải đi chuẩn bị cho một buổi hội thảo, để lại Koji và tôi trong văn phòng cùng chia sẻ sự kính phục những chuyến hải hành của người Polynesia đã mang các gien di truyền này đến Rarotonga và Hawaii.

Những gì tiếp theo là một trong những phút giây hiếm hoi trong khoa học, khi một điều chưa ai biết được khám phá ra. Khi đang phải lo đóng gói các dữ liệu thì tôi chợt nhớ ra chuỗi Rarotonga lạ thường mà tôi đã cho là của một du khách rồi quên bẵng đi ít nhiều. Thế là tôi quay sang Koji và hỏi xem anh có bao giờ trông thấy chuỗi nào tương tự như vậy ở người Hawaii bản xứ không. Anh đồng ý nhìn qua một cái và mở cái bảng kết quả của mình ra. Có một chuỗi bất thường khác biệt hẳn so với những cái khác. Tôi trải cái bảng của mình ra, giống như một cuộn báo (thời đó chưa có máy tính xách tay mà) trên đó có in chuỗi của người Rarotonga, và nhanh chóng lấy được cái chuỗi bất thường. Lúc đầu chuỗi của Koji và của tôi nhìn hoàn toàn khác nhau, nhưng hóa ra là chúng tôi để ngược nhau. Tôi xoay cái bảng mình lại, và tôi bắt đầu dò theo cái chuỗi Rarotonga lạ kỳ này. Tôi đọc từ bên trái qua. Đột biến đầu tiên nằm ở vị trí 144.

“Anh có cái gì ở 144 không?”. Tôi hỏi.

“Có”, Koji đáp.

Tôi tiếp tục thêm 4 đơn vị nữa đến 148. “Có gì ở 148 không?”.

“Có, cũng ở mẫu đó luôn”, anh đáp.

Tôi bắt đầu cảm thấy sự phấn khích chạy rần rần trong cột sống. Tôi tiếp tục: “223?”.

“Có”.

“241?”

“ Có”.

Tôi hỏi hả: “293?”.

“Có”.

“362”.

“Có”.

Vậy là chúng hoàn toàn trùng hợp nhau. Chúng tôi cùng nhìn lên. Mắt nhìn nhau, rồi hai nụ cười lớn nhưng lặng lẽ tỏa sáng trên hai gương mặt. Đây chẳng phải là ADN của người du lịch nào khác cả. Bỏ qua khả năng xa vời rằng tôi đã có thể vô tình lấy được mẫu máu của người Hawaii bản xứ đang du lịch ở Rarotonga, thì đây chính là kiểu ADN của người Polynesia chính cống đã được mang tới Thái Bình dương lên tận các quần đảo Cook và Hawaii. Nhưng nó từ đâu đến? Chắc phải mất thêm 6 tháng nữa để tìm ra đây.

Tôi bay xuống Rarotonga, quả quyết hơn bao giờ hết rằng chúng tôi đã giải đáp được bí ẩn xung quanh nguồn gốc của người Polynesia. Khi tôi đến nơi, Malcolm, chủ khách sạn trong chuyến thăm trước, sắp xếp cho tôi gặp người điều hành văn phòng thủ tướng. Hầu hết ở các nước khác thì đó là chuyện không thể, nhưng ở Rarotonga thì mọi chuyện được hoàn thành ngay trong bữa tiệc Giáng sinh của Malcolm trên bãi biển. May mắn tôi gặp được Tere Tangiiti ở đó, nhưng phải sắp xếp một cuộc hẹn khác trang trọng hơn, bởi trong ký ức mãi mãi của tôi bữa tiệc đó không phải là một cuộc gặp trình trọng nghiêm túc, mà là một bữa tiệc... đầy màu xanh thắm. Đó màu của Curaçao trộn với sâm-panh, tạo ra món cocktail Lagoon xanh. Lagoon

xanh, hải sản ộp-lết và hệ tiêu hóa của tôi không thể đi chung với nhau được. Sau đó tôi khám phá ra một điểm khoa học “thú vị” rằng bất cứ thứ gì họ dùng để tạo màu cho Curaçao đều... không tiêu hủy được trong bao tử con người. Mười năm sau tôi vẫn ớn mãi cái hình ảnh của nó.

Tôi cần giấy xin phép của nội các cộng với sự hợp tác của George Kotela ở bộ y tế để sưu tập nhiều mẫu ADN từ Rarotonga và những hòn đảo khác. Thế là tôi gặp họ ở văn phòng thủ tướng ở ngay tầng trên của bưu điện. Đúng là họ giúp đỡ hết mức. Trong vòng vài tuần tôi đã thu thập được 500 mẫu máu từ Rarotonga, Atiu, Aitutaki, Mangaia, Pukapuka, Rakahanga, Manihiki và thậm chí từ những đảo san hô nhỏ xíu như Palmerson (dân số 66 người). Tôi cẩn thận sắp xếp chúng vào một thùng lạnh rồi mang trở lại Oxford.

NHỮNG NHÀ HẢI HÀNH VĨ ĐẠI NHẤT

Viện Y học Phân tử, nơi đặt phòng thí nghiệm của tôi, được xây dựng bắt nguồn từ công trình khoa học tiên phong của vị giám đốc đầu tiên của nơi này, Giáo sư Sir David Weatherall. Sự nghiệp nghiên cứu trong 25 năm qua của ông tập trung vào những căn bệnh di truyền trong máu, đặc biệt là những bệnh liên quan đến thành phần chính yếu của các tế bào hồng cầu – là haemoglobin. Những căn bệnh này không phổ biến lắm ở Bắc bán cầu, nhưng lại có tác hại tàn phá sức khỏe cộng đồng ở những vùng châu Phi, châu Á và châu Âu Địa Trung hải. Những căn bệnh chủ yếu, gồm bệnh thiếu máu tế bào khuyết (hay còn gọi là tế bào hình liềm – *sickle cell anaemia*) ở châu Phi vùng nam Sahara và bệnh thiếu máu vùng biển (*thalassaemia*) ở châu Á và châu Âu, cướp đi sinh mạng của hàng trăm ngàn trẻ em mỗi năm. Nguyên nhân của việc đau lòng này là những đột biến tí hon trong gien haemoglobin gây ra một sự thay đổi nhỏ trong đặc tính chuyên chở oxy của hồng huyết cầu. Trong bệnh thiếu máu tế bào khuyết, tế bào hồng cầu thường hình tròn, nhưng giờ bị thay đổi hình dạng, như cái tên gọi bệnh đã ám chỉ, và chẳng bao lâu sau các tế bào này không thể chảy qua những mạch máu nhỏ nhất nữa, làm nghẽn dòng máu chảy đến những cơ quan trọng yếu. Trong bệnh thiếu máu vùng biển, các haemoglobin tự vón cục trong những tế bào hồng cầu mà cuối cùng bị phá hủy trong lá lách. Cả hai căn bệnh về máu này có thể gây tử vong nếu không cứu chữa, và chỉ có một cách cứu chữa hữu hiệu duy nhất là liên tục truyền máu, cách này – chưa nói đến những tác dụng phụ do cơ thể sẽ phải chứa chất sắt quá nhiều – cũng đã nằm ngoài khả năng ngân sách cho sức khỏe cộng đồng ở hầu hết những vùng có bệnh.

Nguyên nhân gì khiến những căn bệnh này chỉ xảy ra ở nơi này mà không ở nơi khác? Câu trả lời là – bệnh sốt rét. Bệnh thiếu máu tế bào khuyết và bệnh *thalassaemia* được tìm thấy chủ yếu ở những vùng có bệnh sốt rét. Điều kiện cần để cả hai bệnh này phát triển được là một lượng gấp đôi các gien haemoglobin đột biến, mỗi nửa được truyền từ cha hoặc mẹ. Rất nhiều những chứng bệnh di truyền có cơ cấu giống như vậy; ở người châu Âu, căn bệnh phổ biến là xơ hóa nang, khi cha mẹ mang những bản sao của gien đột biến nhưng không mang triệu chứng bệnh. Vì một lý do nào đó thậm chí đến nay vẫn chưa được rõ hoàn toàn, các ký sinh trùng gây bệnh sốt rét rất khó tấn công những tế bào hồng cầu của những người mang bệnh thiếu máu tế bào khuyết và bệnh *thalassaemia*, khiến cho những bệnh nhân này, ít ra phần nào, trở thành miễn dịch với bệnh sốt rét. Trải qua nhiều thế hệ, sự miễn dịch này dẫn đến việc lây lan những tế bào haemoglobin đột biến trong những vùng có bệnh sốt rét thông qua quy luật chọn lọc tự nhiên^[23]. Tuy nhiên, khi những tế bào đột biến này tốt cho người mang nó, thì lại tàn phá chính con cái họ, bởi con cái của những bố mẹ mang đột biến nhận hai lượng đột biến haemoglobin và phát triển căn bệnh về máu tiềm ẩn tai họa đó. Chính sự quân bình tàn khốc giữa lợi thế miễn dịch của những người mang đột biến và sự loại dần con cái của họ làm cho sự đột biến gien này luôn có tần suất cao ở nơi nào người ta phát hiện ra bệnh sốt rét. Bệnh sốt rét không trực tiếp gây ra những căn bệnh này, nhưng chúng gián tiếp gây ra bằng cách cho phép (mà thực chất là giúp cho) những đột biến haemoglobin (chính là nguyên nhân gây bệnh thực sự) tồn tại và phổ biến. Thế nên ngay cả khi xóa sổ bệnh sốt rét, ta cũng không thể xóa sổ những căn bệnh này ngay lập tức được, ở vùng châu Âu Địa Trung hải – như Sardinia (Ý), Hy Lạp, đảo Cyprus và Thổ Nhĩ Kỳ – các chương trình tận diệt muỗi anophen đã gần như xóa sổ bệnh sốt rét, nhưng không xóa được bệnh *thalassaemia*. Hàng chục ngàn người vẫn mang những haemoglobin đột biến. Vì thế, chỉ khi có một chương trình hoàn toàn khác, để kiểm tra gien của những ông bố bà mẹ tương lai xem họ có phải là những người mang đột biến hay không, mới có thể làm giảm thiểu căn bệnh này được.

Rất nhiều người từ Địa Trung hải đã di cư đến các vùng khác nhau trên thế giới, đặc biệt là Mỹ, Canada, Australia và Anh. Cùng với họ, chính xác là bên trong họ, là những gien bệnh *thalassaemia*, thế nên căn bệnh này cũng xâm nhập vào những vùng dân cư trên. Tương tự như vậy, việc nhập cư cưỡng bách từ những con tàu nô lệ từ Tây Phi đã mang gien tế bào khuyết đến Bắc Mỹ. Vì thế hiện nay ta vẫn phát hiện tế bào khuyết ở Bắc Mỹ, cho dù nơi đây không hề có bệnh sốt rét. Dần dà, trải qua nhiều thế hệ, bệnh sẽ mất dần ở những cộng đồng cư dân này

bởi các đột biến bị loại trừ bằng những chương trình dịch tế chủ động hay đơn giản là do những người mang bệnh qua đời. Không có bệnh sốt rét đi kèm, căn bệnh này sẽ chịu sự tận diệt như tất cả những gien mang bệnh khác – đó là sự đào thải do quá trình chọn lọc tự nhiên.

Việc làm sáng tỏ được gốc rễ của bệnh thiếu máu tế bào khuyết và bệnh thalassaemia đã ảnh hưởng lớn đến ngành di truyền học. Sẽ không hề phóng đại quá lời nếu nói rằng không có hai ví dụ của hai căn bệnh này hướng dẫn các nhà nghiên cứu, thì con người sẽ không đạt được những bước tiến tuyệt vời từ giữa những năm 1980 đến nay trong việc tìm ra nguyên nhân của những căn bệnh di truyền khác đã suy tụt xuất hiện. Những kết quả nghiên cứu về bệnh thiếu máu di truyền đã thuyết phục các nhà khoa học và bác sĩ rằng chính những đột biến gián đơn trong gien thực sự gây nên bệnh tật.

Lợi điểm của tất cả công trình này trong việc tìm tòi nguồn gốc người Polynesia của tôi đến giờ đã cụ thể hơn. Chính những nghiên cứu ngay tại địa bàn trên những hòn đảo Đông Nam Á và châu Đại dương, chủ yếu là Papua Tân Ghinê, Vanuatu và Indonesia, cuối cùng đã chứng minh mối liên hệ giữa bệnh thalassaemia và bệnh sốt rét. Gien bệnh thalassaemia chỉ được tìm thấy ở những vùng trũng thấp, đầm lầy, những khu vực gần bờ biển, nơi bệnh sốt rét phổ biến, trong khi những miền đồi núi, nơi muỗi không thể tồn tại vì độ cao, những gien gây hại lại gần như vắng mặt. Kết quả của việc nghiên cứu này là ở chỗ những mẫu ADN lấy từ những đảo đó chất đầy trong những máy giữ lạnh ở Viện Nghiên cứu Y học Phân tử. Tôi không cần đi kiếm ở đâu xa hơn ngay tầng một của cơ quan mình để tìm ra những mẫu máu góp thêm vào bộ từ đảo Polynesia. Đó là cả một bộ sưu tập to lớn bao gồm ít nhiều toàn bộ nguồn gốc từ Đông Nam Á đến vùng Thái Bình dương xa xôi. Nếu người Polynesia đã đến bằng con đường đó, chắc hẳn chúng ta cũng sẽ tìm ra ADN ti thể của họ lác đác dọc đường.

Trong suốt mùa hè năm 1992 tôi đọc được hơn 1200 ADN ti thể. Điều tôi cần làm đầu tiên là xem liệu có thể tìm ra ADN nào có mang cái đoạn thiếu nhỏ nhỏ (nói ở chương trước) không. 19 trong số 20 mẫu ở Rarotonga có mất đi một đoạn nhỏ xíu và rất dễ kiểm tra điều này. Và có đây: rất phổ biến ở Samoa và Tonga, ít phổ biến hơn miền tây xa hơn ở vùng Vanuatu và bờ biển Tân Guinea. Đoạn thiếu này có ít hơn nữa ở vùng Borneo và Philipines, nhưng vẫn còn có ở vùng xa hơn về phía tây giữa những người Đài Loan bản xứ. Đây có vẻ như là một bằng chứng tin cậy cho nguồn gốc Á châu. Nhưng nên nhớ chúng ta biết được từ những công trình đã được công bố rằng những mẫu thiếu cũng được tìm thấy ở Bắc và Nam Mỹ. Phải chăng chúng tôi đang bị rơi vào tình trạng rối rắm, giống như tất cả những ai đã từng cố gắng dùng di truyền học để giải câu đố này mà không thể nào phân biệt được giữa một gien đã đến Polynesia trực tiếp từ châu Á và một gien được mang đến gián tiếp qua cây cầu đất liền đến châu Mỹ^[24]? Niềm hy vọng duy nhất của chúng tôi là chính đoạn gien điều khiển có thể nói lên sự khác biệt.

Chuỗi phổ biến ở Rarotonga, và ở phòng thí nghiệm ở Hawaii, là những đột biến 189, 217, 247 và 261, cùng một mẫu khuyết kia. Những chuỗi khác, ít phổ biến hơn nhưng có liên quan một cách rõ rệt, có những đột biến 189, 217, và 261 nhưng không có 247. Khi lần lượt hết tấm phim này đến tấm phim khác lộ mình ra khỏi máy tráng trong vài tuần kế tiếp, tôi đã trở nên rất thành thạo trong việc nhận ra những kiểu chuỗi nhiều ẩn ý của người Polynesia trong các dải trên phim. Chúng ở đó, trải dài dọc theo một dải đảo kéo đến tận Polynesia. Chúng tôi càng đi xa về phía tây và càng tiến gần đến vùng đất chính của châu Á, thì chuỗi 247 càng trở nên hiếm hơn, trong khi một loại mới chỉ với đột biến 189 và 217 bắt đầu xuất hiện, và đạt ở mật độ cao nhất giữa đảo Ami, Bunum, Atayal và Paivvan ở Đài Loan. Lịch trình của toàn bộ cuộc hành trình kinh ngạc ấy là đây. Rồi tôi gọi điện cho tất cả những ai mà tôi nghĩ họ có thể có các chuỗi ADN ti thể của người châu Mỹ bản xứ. Tôi muốn chắc chắn rằng đột biến 247, đột biến xác định ADN ti thể của người Polynesia, không hề có nhiều ở châu Mỹ. Nhưng chẳng ai thấy nó cả. Thậm chí dù chỉ một lần cũng không. Heyerdahl đã sai.

Tôi không khỏi cảm thấy hơi thất vọng rằng mình đã không thể bênh vực cho người đã từng truyền cảm hứng cho cả một thế hệ bằng chuyến hải hành của mình trên chiếc bè *Kon-Tiki*. Nhưng chuyện đã thế rồi. Lý thuyết của ông đã héo úa trước ánh sáng mạnh mẽ của di truyền học. Ý kiến của đa số đã được chứng minh: người Polynesia đã đến từ châu Á chứ không phải châu Mỹ. Tôi không bao giờ biết được rằng bản thân Heyerdahl nghĩ gì về điều này. Nhưng tôi chắc chắn rằng, ở tuổi 83^[25], ông có nhiều việc đáng làm hơn là đáp trả lại sức mạnh tuyệt vời

của di truyền học hiện đại. Có những lời tán dương rì rào của các tổ chức nhân chủng học khi chúng tôi công bố các kết quả của mình. Nhưng các học giả này cũng đã tin chắc và thấy thuyết phục về những bằng chứng về nguồn gốc châu Á từ lâu rồi, nên thông tin mới này chẳng làm họ phấn khích nhiều lắm. Cùng chung quan điểm với số đông thì chả khuấy động gì cái mặt nước đang yên ả. Nhưng không cùng chung quan điểm, cả trường hợp như sau này tôi gặp lại khi nghiên cứu một phần khác trên thế giới, thì lại là một vấn đề lớn không hề có khái niệm bình yên.

“Dấu chân” của gien trên các đảo rải rác của Thái Bình dương mênh mông giờ đã được soi sáng như ban ngày. Tổ tiên người Polynesia đã bắt đầu chuyến du hành hùng tráng của mình từ vùng bờ biển Trung Quốc hoặc Đài Loan. Đây là vùng có tần suất cao nhất của một chuỗi ADN ti thể, chuỗi mà chúng ta có thể giả định một cách chắc chắn là tổ tiên của hầu hết các chuỗi của người Polynesia hiện đại (với các đột biến ở 189 và 217 và một mẫu khuyết nhỏ). Chúng tôi cũng tìm thấy trong các mẫu từ Đài Loan những chuỗi khác với các đột biến thêm vào mẫu cơ bản (189, 217), nhưng ở những vị trí mà chúng tôi không tìm thấy ở những vùng khác trong khu vực. Đây là những đột biến xảy ra ở Đài Loan sau khi tổ tiên của người Polynesia đã đi khỏi. Bằng cách đếm các đột biến và nhân với tỉ lệ đột biến, chúng ta có thể dự đoán độ dài của thời gian kể từ khi bản thân chuỗi ADN tổ tiên đầu tiên đến Đài Loan. Như chúng ta sẽ thấy khi tiến tới khám phá bức tranh di truyền học ở châu Âu, đây là một lĩnh vực đang được bàn cãi trong nghiên cứu ngày nay. Tuy nhiên, những đột biến từ kiểu cơ bản (189, 217) rất đa dạng ở Đài Loan cho thấy rằng các chuỗi này thực sự đã có từ rất lâu, có lẽ 20 đến 30 ngàn năm trước.

Có rất nhiều những di chỉ nói lên việc bùng nổ cư dân rất đột ngột ở những hòn đảo Đông Nam Á cách đây khoảng ba đến bốn ngàn năm, được chứng minh bởi hàng loạt các cổ vật cùng thời với nền kinh tế nông nghiệp. Nổi bật nhất trong số này là những đồ gốm mang phong cách cá biệt gọi là Lapita, với một lớp men màu đỏ bên ngoài và miệng bình có những hoa văn nằm ngang hình răng cưa. Đối với các nhà khảo cổ học, những đồ gốm cổ có thể xác định được phong cách là một phần thưởng đích thực. Chúng đã tồn tại hàng ngàn năm dưới mặt đất, và những phong cách men tương tự nhau có thể giúp chúng ta biết được những vùng địa lý cách xa nhau lại có liên hệ với nhau. Tất nhiên, điều này không chắc chắn mang ý nghĩa là những người dùng các đồ gốm này có liên hệ với nhau về mặt sinh học, nhưng nó là một dấu hiệu chắc chắn về sự tiếp xúc của con người ở những nơi khác nhau. Chỉ trong vòng 500 năm, bắt đầu từ 3.500 năm trước đây, vùng cư dân Lapita xuất hiện trên bờ biển những đảo phía tây Thái Bình dương, từ quần đảo Admiralty bắc Tân Ghinê đến Samoa phía tây Polynesia. Những người ủng hộ cho trường phái nguồn gốc Á châu của người Polynesia đã luôn gán sự bùng nổ nhanh chóng này, vốn ám chỉ một khả năng vượt biển tinh tế, cho những người đã khai phá toàn bộ đảo Polynesia. Sự thiếu vắng kỳ lạ của đồ gốm Lapita trên những hòn đảo phía đông Samoa được giải thích là do thiếu nguồn đất sét phù hợp. Giờ thì di truyền học đã chắc chắn đứng về phía những người tin vào nguồn gốc châu Á hơn là những người tin vào nguồn gốc châu Mỹ của người Polynesia, liệu chúng tôi có thể nói điều gì mới về nơi bắt đầu sự lan rộng đặc biệt của con người và những đồ gốm này không?

Đầu tiên, sự thiếu vắng hoàn toàn của đột biến 247 ở Đài Loan khiến cho nó hoàn toàn có vẻ như không bắt đầu từ nơi này. Nếu gien đã khởi nguồn từ đây, thì tôi đã thấy hàng đồng đột biến 247 ở Đài Loan rồi. Cũng như vậy, tôi chưa bao giờ nhìn thấy đột biến 247 ở phía Tây Borneo. Vậy thì cuộc bùng nổ chóng vánh Lapita chỉ có thể được củng cố bằng di truyền học nếu nó bắt đầu đâu đó ở miền tây Borneo. Tôi đã trông thấy đột biến 247 ở Moluccas, một quần đảo ở Indonesia, và như vậy nó đã ở đó đủ lâu để tích lũy thêm những đột biến khác. Dự đoán cao nhất của tôi về nơi khởi nguồn của những người Polynesia Lapita nổi bật kia có thể là nơi nào đó trên quần đảo này. Từ nơi này, dòng ti thể hướng ra Thái Bình dương, đến Hawaii rồi lên phía bắc, đến Rapanui (đảo Phục sinh) ở phía đông và đến Aotearoa (New Zealand) ở miền viễn nam.

Tất cả những điều này được thấy rõ từ các mẫu chính của người Polynesia. Nhưng còn cái chuỗi ADN vừa hiếm vừa lạ mà tôi đã tìm thấy trong máu của bệnh nhân ngoại trú ở Avarua và Koji Lum lại cũng thấy trong một người Hawaii bản xứ thì sao? Phải chăng đây là một tiếng

vọng mơ hồ cho những “người Polynesia gốc Mỹ” của Heyerdahl? Chắc chắn chúng tôi có gặp lại chuỗi này trên đảo Polynesia sau khi mở rộng thu thập mẫu khắp đảo, tuy nhiên chúng vẫn không phổ biến. Thế nhưng, không có người nào tôi biết từng gặp được chuỗi nào tương tự như nó ở Bắc và Nam Mỹ. Sau đó chúng tôi tìm thấy thêm một mẫu nữa ở Vanuatu và thêm hai mẫu nữa ở bờ biển phía bắc Papua Tân Ghinê. Tuy nhiên, chỉ khi tôi lần theo dấu của những mẫu cũ bên trong vùng đồi núi của Tân Ghinê thì tôi mới tìm thấy chuỗi này có rất nhiều. Đây là ADN ti thể đã được truyền lại cho những cư dân ngày nay từ những người định cư sớm nhất của hòn đảo to lớn này – những người định cư mà, căn cứ vào niên đại của các di chỉ khảo cổ, đã kiến tạo con đường đến nơi này ít nhất cách đây 40 ngàn năm, cùng với thời điểm di cư xa xưa đã mang những người châu Úc đầu tiên đến châu lục mệnh mông này. Vậy là các cu tổ mẫu của vị bệnh nhân ngoại trú bí hiểm ở bệnh viện Avarua kia đã ở trên đảo Tân Ghinê gần 40 ngàn năm trước khi gia nhập cuộc hải hành Lapita hướng về phía đông về nơi vô định.

Từ bờ biển phía bắc của Tân Ghinê là một dãy đảo, đứng từ đảo này có thể nhìn thấy đảo tiếp theo, kéo sâu vào Thái Bình dương đến tận quần đảo Solomon. Đây là những hòn đảo với các ngọn núi cao mà ta có thể nhìn thấy chúng nơi đường chân trời trước khi khởi hành từ một đảo, hay ít nhất trước khi mất dấu nơi khởi hành. Kỹ thuật định hướng tương đối an toàn này đã giúp những người định cư đầu tiên của Tân Ghinê băng qua Tân Anh quốc và Tân Ireland, đặt chân đến những hòn đảo chính của quần đảo Solomon, đến tận San Cristobal cách đây 30 ngàn năm. Nhưng đây đã là điểm cuối cùng của cây “cầu cảng” rồi, bởi sau đó là biển mệnh mông mà miền đất gần nhất, quần đảo Santa Cruz, còn xa đến 300 kilomet tít tắp sau đường chân trời. Chưa từng có bằng chứng khảo cổ học nào cho thấy sự định cư xa hơn quần đảo Solomon cho đến khi có sự xuất hiện của người Lapita 27 ngàn năm sau đó.

Đã có hai thành tựu cốt yếu cho phép thực hiện các làn sóng di cư đến những vùng chưa biết. Thành tựu đầu tiên là sự phát triển của tàu biển thân đôi giúp chống lật úp. Những con thuyền hoành tráng này đạt đến kích thước khổng lồ. Những người châu Âu đầu tiên đến đảo Polynesia đã trông thấy những chiếc xuồng dài đến 30 mét và những phiên bản nhỏ hơn vẫn còn được sử dụng đến ngày nay. Tàu có hai mũi ở hai đầu, và do đó có thể luồn lách băng qua gió rồi đi lùi lại mà không cần xoay đầu. Đây là những tàu thuyền đã mang người Polynesia tiến vào Thái Bình dương. Thành tựu bổ sung và cũng cốt yếu không kém đó là sự tập hợp nhiều kỹ năng định hướng rất tinh vi. Trong khi những người định cư đầu tiên đến được Australia, Tân Ghinê và quần đảo Solomons nhờ lái thuyền tới những mục tiêu có thể trông thấy được, người Polynesia đã chèo thuyền vào khoảng không, không những không thể nhìn thấy đất liền mà thậm chí cũng chẳng biết có mảnh đất liền nào hay không nữa. Ta có thể xác định quá trình của họ thông qua niên đại các di chỉ khảo cổ. Họ định cư khá nhanh chóng ở đảo Santa Cruz và những hòn đảo của Vanuatu, nghỉ chân trước khi vượt 750 km đến đảo Fiji và xa hơn đến Samoa và Tonga, sau đó nghỉ chân lần nữa trước khi nhảy đến điểm tận cùng của đảo Polynesia. Rồi họ đến đảo Phục Sinh và Hawaii khoảng 1.500 năm trước, và sau cùng, đến New Zealand vào 1.200 năm trước. Vậy là chỉ trong vòng 2.000 năm, họ đã đến tất cả các hòn đảo trong đại dương mệnh mông này. Làm sao họ có thể làm được điều kỳ diệu đó?

Với đầy đủ nước và thực phẩm, những chiếc thuyền ra khơi ngược hướng với những cơn gió khắp nơi trên biển. Việc này trông có vẻ khó nhọc, nhưng ít nhất nó cũng bảo đảm một hành trình trở về tương đối an toàn: định hướng bằng những vì sao và chỉ cần lái thuyền xuôi hướng gió thổi là về bến quê nhà. Cũng khá dễ dàng khi du hành dọc theo đường vĩ độ bằng cách dõi theo mặt trời hoặc một vì sao xác định ở cùng một vị trí tương đối với con thuyền mỗi đêm. Khi đến lúc phải trở về nhà, việc này chỉ đơn giản là đi ngược chiều lại và lái thuyền xuôi theo chiều gió với cùng những vì sao trên dẫn đường. Nhưng thực tế vẫn đầy những hiểm nguy. Mất dấu đảo nhà là một việc hoàn toàn quá dễ xảy ra, nhất là khi nếu con tàu phải băng qua đêm tối hoặc bão tố. Chắc hẳn đã có rất nhiều mất mát đã xảy ra.

Những điều vẫn còn rất ấn tượng cho đến tận thời nay chính là những tín hiệu mà người Polynesia đã dùng để dò tìm sự hiện diện của những vùng đất trước khi nhìn thấy chúng. Hình dạng của những đám mây trên một hòn đảo tiết lộ sự hiện diện của nó trên đường chân trời, sắc xanh lá cây và màu xanh thẫm của những đảo san hô vòng nằm sát mặt nước biển được phản chiếu lên những đám mây trong những điều kiện phù hợp. Hướng bay đi và về tổ của

chim cũng là một manh mối. Những mảnh vỡ nổi dập dềnh trên mặt biển cũng cho thấy có đất liền ngược chiều gió đang thổi. Đó là những tín hiệu hữu hình. Nhưng những nhà hải hành xưa kia không chỉ *nhìn thấy* con đường phía trước mặt; họ cũng còn *cảm nhận* được chúng nữa. Thậm chí đến bây giờ những hoa tiêu truyền thống vẫn cảm nhận được những đổi thay trong những chuyển động của biển cả. Những đợt sóng còn từ đáy quét qua đại dương sẽ dội lại từ các hòn đảo – giống như những gợn sóng từ một hòn đá thả xuống mặt nước dội lại bờ. Thậm chí cách đất liền hàng trăm dặm, một hoa tiêu lành nghề có thể dùng chân để cảm nhận sự giao thoa khi hai đợt sóng quét qua nhau.

Nhưng đó chỉ là cách mà người Polynesia đã đến đây, mà không phải vì *sao* họ đến đây. Điều gì đã dẫn dắt họ đi đến những kỳ công phi thường của việc khai phá này vẫn còn là một bí ẩn. Không thể nói rằng họ cần di chuyển để thỏa mãn những nhu cầu kinh tế vì tình trạng tăng dân số. Rất nhiều những hòn đảo trên đường về phía Thái Bình dương xa xôi rất lớn và màu mỡ, và ngay cả đến giờ này vẫn không hề đông dân cư. Có lẽ do họ có một thôi thúc vô bờ để khám phá những điều chưa biết. Họ hẳn đã hành trình bằng qua Thái Bình dương đến tận Nam Mỹ. Chúng ta biết được điều này từ bằng chứng của Kumara, khoai lang châu Mỹ, vốn đã và đang được trồng khắp đảo Polynesia. Người ta không phủ nhận rằng khoai lang châu Mỹ là cây trồng vùng Andes thực sự, vậy điều này có nghĩa là phải có ít nhất vài sự tương tác giữa những người Mỹ bản địa và người Polynesia. Di truyền học bác bỏ lời lý giải của Thor Heyerdahl rằng khoai lang châu Mỹ đã được mang vào Thái Bình dương bởi những người đến từ Nam Mỹ mà ông cho là đã khai phá đảo Polynesia: vì chúng tôi đã chứng minh không có một chút nghi ngờ, rằng việc khai phá Thái Bình dương đã xảy ra theo chiều ngược lại. Để có loại khoai lang được nhập từ Nam Mỹ, người Polynesia phải tìm cách băng qua Thái Bình dương. Nhưng họ chẳng để lại dấu tích di truyền nào ở Nam Mỹ. Theo những gì tôi biết, không một mẫu ti thể ADN nào của người Polynesia được tìm thấy ở Nam Mỹ. Tuy nhiên, cuối cùng tôi đã tìm thấy hai chuỗi ti thể từ Tahiti ở Polynesia thuộc Pháp phù hợp với mẫu đã được công bố tại Chilê. Tôi muốn nghĩ rằng điều này có thể là một tín hiệu mờ nhạt của một người phụ nữ đã đi cùng đoàn người Polynesia trong chuyến hải hành trở về Thái Bình dương của họ từ Nam Mỹ, nhưng tôi chẳng thể chứng minh được điều này.

Người Polynesia khám phá và định cư ở Aotearoa, “vùng đất của những dải mây trắng”, mà chúng ta biết dưới cái tên New Zealand. Di truyền học cũng lại chứng minh không chút nghi ngờ rằng: người Maori của vùng Aotearoa có cùng đích xác một loại ADN ti thể với những người anh em của mình ở đảo Polynesia. Điều này thống nhất hoàn toàn với truyền thuyết truyền miệng của người Maori, kể về một đội thuyền từ 8 đến 10 chiếc, khởi hành từ trung tâm Polynesia, có khi chính từ Rarotonga cũng nên, và cuối cùng đến được Aotearoa. Họ đã tìm ra một hòn đảo lạ lùng nhưng màu mỡ không một cư dân nào, chỉ có nhiều loài động vật chưa từng thấy bao giờ, trong đó có cả những con chim moa không biết bay (nay đã bị săn bắn đến tuyệt chủng), bà con với loài đà điểu châu Phi.

Du hành thật xa về phía nam, những nhà hải hành đã cảm thấy mình còn rất ít hy vọng để quay về nếu họ không khám phá ra đất liền. Đi đến Aotearoa không còn đơn giản là vấn đề lái thuyền trong gió dọc theo một đường vĩ độ, với nhận thức rằng nếu không khám phá ra vùng đất liền nào thì chỉ cần quay ngược chiều để đi về nhà, dọc theo đường cũ, dựa vào những cơn gió cùng chiều. Chuyến hải hành đến Aotearoa đã mang họ băng qua nhiều vĩ độ, và đến tận miền nam nơi có những cơn gió mậu dịch ổn định, rồi đến những vùng đại dương mà những cơn gió nơi ấy khó lường hơn nhiều. Nhìn chung, đó lại là một bậc nữa trong trình độ khám phá biển cả, sự thuần thục và lòng can đảm của họ ở mức cao đến độ mà tôi cảm thấy chắc chắn rằng, người Polynesia hẳn phải đến được Australia, hoàn thành con đường trên đại dương của mình. Nhưng nếu họ có cập bến nơi này, họ cũng không để lại dấu vết gì. Có lẽ họ chỉ cảm thấy thoải mái khi định cư ở những vùng đất không người mà thôi. Không biết có phải họ đã lái thuyền từ Nam châu Đại dương và băng biển Ấn Độ dương đến Madagascar – thời đó vẫn chưa có người, và giờ đây ít nhất một phần của nó cũng có những người định cư dùng ngôn ngữ tương tự như họ? Họ có thể làm thế được không nhỉ? Tôi hoàn toàn tin tưởng là họ đã làm được. Nhưng mà, có thật thế không nhỉ? Một ngày nào đó, gien sẽ nói cho chúng ta biết.

Mỗi khi nghĩ về công trình về người Polynesia, tôi lại thấy một cảm giác phấn khích dâng lên

trong lòng. Tôi lại cảm thấy mình trên một hòn đảo ở giữa Thái Bình dương ngắm nhìn đại dương xa xa sau những rừng san hô, lòng tràn ngập một khát khao cháy bỏng tìm ra câu trả lời cho một câu hỏi. Tôi đã thực sự muốn biết người Polynesia từ đâu đến. Đó là một cuộc tìm kiếm nảy sinh đơn thuần từ lòng hiếu kỳ, và giờ đây câu trả lời đã đến, rõ ràng và minh bạch, trong vòng hơn 3 năm. Chứng kiến ADN ti thể đã giúp xác định vấn đề nguồn gốc người Polynesia một cách quả quyết như thế nào, tôi rất tự tin về khả năng di truyền của nó để giải những câu hỏi thậm chí khó hơn trên những “đấu trường” gần nhà hơn nhiều.

NGƯỜI CHÂU ÂU KHƠI THỦY

Cuộc khai quật mười năm ở Boxgrove, khu gần thành phố thánh đường Chichester ở Sussex Anh quốc, đã cho phép tìm ra nhiều cổ vật nhưng lại không có thứ nào nổi trội. Boxgrove giờ là mỏ đá, nhưng nửa triệu năm trước đây, nó đã từng là một đồng bằng ven biển hẹp nằm giữa những ghềnh đá vôi và biển cả. Cát và sỏi nơi đây, vốn đang được khai thác, đã được mang đến bởi những cơn lũ lụt muộn hình thành từ sự tan chảy thảm khốc của đoạn cuối kỷ Băng Hà. Trong vài năm, Boxgrove cho ra vài công cụ đá và những mảnh xương thú với các dấu cắt cho thấy những xác động vật này đã được mổ thịt một cách có tính toán bằng những hòn đá sắc như dao cạo. Nếu có nghi ngờ về độ sắc của chúng, bạn hãy thử gõ ra một lát đá từ một hòn đá lửa lớn. Nó đủ sắc để cạo nhẵn một bộ râu đấy. Xương xẩu và các mảnh đá được đeo gọt là những dấu hiệu rõ ràng cho thấy có sự cư trú của con người, nhưng không hiểu sao lại chẳng có dấu tích nào của chính bản thân những con người đó cả. Thế là tổ chức Di sản Anh, tổ chức chính phủ chi trả cho cuộc khai quật này, đã nói rõ rằng họ sẽ không tài trợ cho bất kỳ việc đào xới nào nữa. Vào đầu tháng 11 năm 1993, chỉ vài tuần trước khi cuộc khai quật bị từ bỏ hoàn toàn, các nhà khoa học đang đánh dấu một cái rãnh cuối cùng và Roger Pedersen bắt đầu đào.

Roger, một thành viên của đội tình nguyện hăng hái và là sức sống của tất cả các cuộc đào bới khảo cổ, xúc tiến đào cái rãnh với cái xẻng trên tay. Sau hai tuần, anh đã đào sâu đến những lớp cát, ghi nhận lại phương hướng của mỗi cổ vật mà anh bắt gặp. Đó là một công việc chậm chạp và gian khó, càng cực nhọc hơn khi trời mưa gió và giá lạnh. Thế rồi, chỉ ngay sau bữa trưa thứ Sáu ngày 13 tháng 11 năm 1993, anh tìm được một mẫu xương – một cái xương ống chân của một người rất cổ. Anh đã khám phá ra một mảnh xương của Người Boxgrove. Và anh đã cứu cả cuộc đào xới ấy.

Sau đó tôi được xem mảnh xương ấy. Thậm chí một người chẳng phải chuyên gia như tôi vẫn có thể nhìn thấy thành xương bao xung quanh chỗ chứa tủy dày đến như thế nào, so với xương người hiện đại. Đó là xương ống chân của giống người có tầm vóc to lớn và khỏe mạnh. Nhưng liệu đây có phải là tổ tiên con người không? Câu hỏi thẳng thắn này chạm ngay đến cốt lõi của cuộc tranh cãi xung quanh nguồn gốc loài người, bởi một nguyên nhân đơn giản: trong khi tất cả các giống người đang sống (hay tương tự cho cả chim và thú) đều có các tổ tiên, ta không thể tự nhiên suy ra rằng tất cả các hóa thạch người đều có các hậu duệ. Người Boxgrove tìm thấy ở trên có thể là một tiền nhân của giống người hiện đại của thế kỷ 21, hoặc cũng có thể thuộc về một giống nòi nay đã tuyệt chủng.

Cuộc tranh cãi xung quanh các hóa thạch người ở đâu cũng y hệt như thế. Có rất nhiều di chỉ cổ đại ở châu Âu, châu Á và đặc biệt ở châu Phi mang lại những thứ mà ta dễ dàng nhận ra chúng là dấu hiệu của các hoạt động của con người. Đó chủ yếu là những tàn dư của các công cụ đá vốn có khả năng tồn tại lâu dài trong thời gian. Đôi khi cũng có những xương thú với các vết cắt có chú ý của con người, tương tự như những xương tìm thấy ở Boxgrove. Hiếm gặp hơn nữa là xương của chính người cổ đại. Những mẫu vật cực kỳ quý giá đã được các nhà cổ sinh vật học nghiên cứu và tranh luận hàng thập niên. Tên gọi của những bộ xương này – gồm *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo heidelbergensis*, *Homo neanderthalensis* – phản ánh sự lộn xộn trong việc cố gắng xếp loại chúng vào những loài khác nhau. Tuy nhiên, đây là những loài được xác định trên cơ sở đặc điểm giải phẫu của các bộ xương, đặc biệt là các xương sọ, chứ không dựa trên cơ sở sinh học – vốn là cơ sở để phân định các loài khác nhau, tách biệt nhau về mặt di truyền và không có khả năng phối ngẫu với nhau. Đây chỉ là một sự phân loại theo kiểu thực hành, chứ không nói lên một ý nghĩa tiến hóa nào cả. Chỉ dựa trên hình dạng của xương thì hoàn toàn không có cách nào biết được liệu những giống người (tôi dùng cụm từ “giống người” để bao hàm tất cả những gì thuộc loại *Homo*) từ các vùng khác nhau trên thế giới có khả năng giao phối thành công với nhau hay không. Nếu chúng có thể phối ngẫu cùng nhau, thì có một khả năng là chúng đã trao đổi gen cho nhau và làm lan truyền các đột biến gen qua lại với nhau. Kết quả là tất cả chúng sẽ cùng nằm trong cùng một tập hợp gen. Nhưng nếu những giống người khác nhau không thể phối ngẫu cùng nhau, thì chúng trở thành các loài khác nhau về mặt sinh học với những tập hợp gen khác nhau. Con đường tiến hóa của chúng bị tách rời,

rồi vươn ra theo các hướng khác nhau mà không có chiều quay lại. Một khi hai hoặc nhiều hơn trong số các loài này trở nên mâu thuẫn với nhau về không gian hoặc tài nguyên sinh sống, và nếu không đạt được một sự thỏa thuận, một trong các loài sẽ trở nên tuyệt diệt.

Đây là câu hỏi nằm đằng sau những cuộc tranh cãi kéo dài nhất và sâu sắc nhất về tiến hóa loài người. Liệu các loài khác nhau được xác định bởi các nhà cổ sinh vật học – gồm *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* và chính chúng ta, *Homo sapiens* – có là những phần của một tập hợp gien chung hay không? Hay, nói theo cách khác, liệu những người hiện đại là hậu duệ trực tiếp của những hóa thạch được tìm thấy trên mỗi vùng lãnh thổ của họ, hay rất nhiều trong số các hóa thạch này là của những loài người tách biệt về mặt sinh học mà nay đã tuyệt chủng?

Không có chút nghi ngờ đáng kể nào về việc tất cả những con người còn sống đến ngày nay là thành viên của một loài duy nhất, *Homo sapiens*. Các sự kiện lịch sử vài trăm năm qua đã hòa trộn mọi người từ các vùng khác nhau trên thế giới, và chứng minh đầy đủ rằng tất cả mọi khả năng kết hợp giao phối giữa người và người đều thành công. Ít nhất, có lẽ không phải tất cả mọi sự phối ngẫu giữa con người đều đã diễn ra, tôi cũng rất chắc chắn không có một rào cản sinh học nào giữa tất cả mọi người trên thế giới.

Các tài liệu hóa thạch của loài người, mặc dù chưa hoàn chỉnh và còn nhiều chấp vá, đều thống nhất nói rằng châu Phi là cái nôi đầu tiên của tất cả các loài người ở châu Phi, và chỉ có ở châu Phi mới có một chuỗi những mẫu vật hóa thạch đầy đủ, bao gồm những hình thức trung gian từ vượn người đến người trải dài qua ba triệu năm. Dựa trên các tài liệu hóa thạch này chúng ta có thể nói, người tiền sử đã trải qua ít nhất thêm một triệu năm nữa ở châu Phi trước khi du hành sang các khu vực xa xôi hơn. Những di vật ở Java và Trung Quốc rất giống những hóa thạch *Homo erectus* ở châu Phi không chỉ về hình dạng tổng quát, mà cả về các loại công cụ đá được tìm thấy ở các di chỉ này. *Homo erectus* rõ ràng là rất giống người, hoàn toàn đứng thẳng, bộ não to với khả năng chế tạo và sử dụng những công cụ đá phức tạp. Thế nhưng, lại không có hóa thạch trung gian (từ vượn người đến người – ND) ở nơi nào khác ngoài châu Phi. Tuy nhiên, trong khi các tài liệu ghi chép về hóa thạch tỏ ra rất chắc chắn trong việc xác định châu Phi là cái nôi của nhân loại – một kết luận mà ngày nay có rất ít sự bất đồng – chúng ta cũng phải chỉ ra vài giới hạn. Ví dụ như: chưa hề có hóa thạch nào của con người từng được tìm thấy ở Tây Phi, vậy là con người chưa từng ở Tây Phi cho đến tận gần đây? Thực ra, bởi vì những cánh rừng nhiệt đới không phải là nơi lý tưởng để bảo tồn các di vật, nên các xác động vật nhanh chóng bị phá hủy và chúng ta không tìm thấy hóa thạch nào. Ví dụ chúng ta không thấy có hóa thạch của đại vượn người nào (gô-ri-la, tinh tinh hay đười ươi). Nên nếu chỉ căn cứ vào các tài liệu hóa thạch, thì suy ra chúng chưa từng tồn tại; mà hiện thời chúng ta biết được từ chính mắt mình rằng chúng có tồn tại, và chúng vẫn đang tồn tại.

Mặc dù những mảnh xương của Người Boxgrove và một số những người khác chỉ là những dấu hiệu mờ mờ mà chúng ta có được về những người châu Âu đầu tiên, những người đã sống cách đây hơn nửa triệu năm, nhưng lịch sử gần đây hơn của châu Âu lại gắn kết chặt chẽ với một dạng người phổ biến – Người Neanderthal. Vào năm 1856, các công nhân khai thác đá vôi ở thung lũng Neander gần vùng Düsseldorf của nước Đức đã cho nổ một cái hang nhỏ và trong lúc đang thu dọn đá, họ bắt gặp một cái hộp sọ, rồi thì xương đùi, xương sườn, xương cánh tay và xương vai. Thoạt nhiên, họ cho rằng mình đã bắt gặp di tích của một cái hang gấu đã tuyệt chủng, vốn rất thường xảy ra ở vùng châu Âu này. Chỉ do tình cờ mà họ kể về chuyện khám phá này cho một thầy giáo trong vùng và một nhà tự nhiên học rất nhiệt tình tên là Johann Karl Fuhlrott. Khi mới trông thấy cái hang, ông đã nhận ra ngay đó không hề là một cái hang gấu. Đó cũng chính xác là những gì mà người ta còn tranh cãi cho đến vài năm sau. Hộp sọ đó không phải là của khỉ hình người, nhưng với cái trán to như thế thì nó cũng không phải chính xác là người. Vậy thì đầu tiên là thử tìm hiểu xem nó có niên đại bao lâu.

Ở thung lũng Neander của vùng Neanderthal nước Đức, những mảnh xương đã được tìm thấy vào khoảng thời gian mà các nhà địa chất đang chỉ trích phần ghi chép về tạo hóa trong kinh thánh – họ không thể chấp nhận rằng thế giới này chỉ mới vài ngàn năm tuổi. Ba năm sau, Charles Darwin công bố bài báo *Bản về nguồn gốc của các loài* và bệ thờ của câu chuyện Chúa sáng tạo thế giới như là một chân lý kinh điển bắt đầu rạn nứt. Dần dà, ý tưởng rằng con người

thực sự có những tiền nhân cổ trở nên được chấp nhận rộng rãi hơn, và càng ngày càng có vẻ là “người” Neanderthal là một trong số các tiền nhân cổ đó. Nhưng người ta chỉ đạt được kết luận này sau khi loại bỏ một loạt những trò vớ vẩn của những kẻ hám danh ăn theo các khám phá bất ngờ như thế này. Bọn họ đi từ những kết luận “siêu phàm” – rằng đây là hộp sọ của một người đàn ông với một chứng bệnh xương kỳ bí ảnh hưởng đến độ dày của xương và đỉnh trán – đến những điều lố bịch – rằng đây là bộ xương của một kỵ sĩ Cossack, người đã bị thương trong thời chiến tranh Napoleon và trườn đến hang trú ẩn rồi chết. Không lẽ kỵ sĩ mà không có gươm và giáp...?

Trải qua 100 năm sau, những hóa thạch khác được tìm thấy cũng phù hợp với cùng các đặc điểm: hình dáng nặng nề, hộp sọ lớn (thực tế hơi lớn hơn so với kích thước trung bình của người hiện đại) chắc là để chứa một bộ não lớn, không có cằm thật, mũi nhô lên; và cũng có sự khác biệt nổi bật là một cái trán dồ. Các hóa thạch đó được phát hiện ở Gibraltar và phía nam Tây Ban Nha. Thực ra, mẫu vật Gibraltar đầu tiên đã được khai quật vào năm 1848, tám năm trước khi có cuộc khám phá Neanderthal, nhưng đã bị bỏ quên. Chúng cũng được tìm thấy ở Bỉ, Pháp, Croatia; và từ những vùng xa xôi của Israel, Iraq và đến tận miền đông như Uzbekistan. Những công cụ đá được tìm thấy ở vùng Neanderthal tiên tiến hơn so với các công cụ của tiền nhân của họ, dù không hơn nhiều lắm. Họ có thể có ý thức mai táng hoặc thậm chí biết để ý chăm sóc người ốm và sắp chết. Đây chắc chắn không phải là những súc vật man rợ theo trí tưởng tượng phổ biến. Nhưng câu hỏi vẫn còn đó: liệu những người này có phải là tổ tiên của người châu Âu hiện đại hay chỉ là một dạng tiến hóa cuối cùng khác trước khi bị tuyệt chủng?

Câu hỏi như thế cũng được đặt ra cho những phần khác trên thế giới. Liệu người Trung Quốc hiện đại có phải là hậu duệ của những di vật hàng triệu năm được tìm thấy ở Chu Khẩu Tiệm gần Bắc Kinh? Liệu người cổ Ngandong tại Java có phải đã trở thành những người Australia và Papua bản xứ ngày nay không? Đây chắc chắn là quan điểm của một trường phái đang chiếm ưu thế trong giới cổ sinh học vật ngày nay – những nhà đa vùng miền. Họ cho là đã quan sát được sự đổi thay trong những đặc điểm cơ thể con người qua hàng triệu năm, từ những vị cổ nhân xương nặng nề đến các hậu duệ mảnh khảnh nhẹ nhàng (ít nhất là trên lý thuyết) thông qua một quá trình thích nghi diễn ra ở những tốc độ khác nhau, ở những vùng khác nhau của thế giới. Mặc dù sống xa nhau về mặt địa lý, những nhóm người vẫn có sự tiếp xúc đủ để duy trì một tập hợp gen chung và cho phép người *Homo sapiens* hiện đại có thể phối ngẫu với bất kỳ ai mà họ muốn. Tất nhiên, luôn giả sử là họ có cơ hội.

Phe đối lập – trường phái thay thế – tranh cãi dữ dội quan điểm của kịch bản trên. Quan điểm của họ là hóa thạch Neanderthal và hóa thạch Zhoukoudian cùng với Ngandong, cũng được biết dưới cái tên người Peking và Java, đều là những di tích của những giống người đã bị tuyệt chủng và đã bị thay thế bởi người *Homo sapiens* lan tỏa từ châu Phi. Những bằng chứng hóa thạch được đưa ra để ủng hộ cho lập luận này chính là sự xuất hiện bất ngờ tại châu Âu, vào khoảng 45 ngàn năm trước, một giống người với bộ xương nhẹ hơn rất nhiều và hộp sọ gần như không thể phân biệt được với hộp sọ của người châu Âu hiện đại. Không nghi ngờ gì, ngay cả các nhà cổ sinh vật học thích tranh cãi nhất cũng cho rằng đây là xương cốt của chính giống loài chúng ta, người *Homo sapiens*. Ở châu Âu, những hóa thạch này mới đầu được biết dưới cái tên Cro-Magnon, (cũng tương tự như truyền thống đặt tên theo vùng tìm thấy, như Neanderthal) được đặt theo tên của vùng hang động ở Cro-Magnon, Pháp: đây là một trong những nơi mà loại xương này được tìm thấy lần đầu vào năm 1868. Trường phái thay thế lên tiếng rằng, thật vô lý nếu một sự đột biến to lớn đến như thế xảy ra, chuyển từ người Neanderthal hình dáng nặng nề đến người Cro-Magnon trông gần như hoàn toàn hiện đại, mà chỉ mất có một đêm (tính theo thời gian tiến hóa). Các bằng chứng khảo cổ học cho thấy người Cro-Magnon thay thế đột ngột người Neanderthal đó là việc sử dụng những bộ công cụ tiên tiến, chạm trổ tinh tế hơn rất nhiều, trong đó có những mảnh đá lửa làm dao, dụng cụ nạo và chạm khắc; sự xuất hiện lần đầu tiên của xương thú và gạc hươu nai như một chất liệu thủ công, và sự xuất hiện của một yếu tố then chốt hơn cả – đó là *nghệ thuật*.

Người Cro-Magnon đã phát minh ra nghệ thuật tượng trưng. Trên 200 hang động ở Pháp và ở phía bắc Tây Ban Nha được trang trí bằng những hình ảnh động vật hoang dã đầy sức sống và đẹp lạ lùng. Hươu và ngựa, voi mamút và bò rừng trang hoàng những bức tường ở các hang

động sâu nhất, cách xa ánh sáng ban ngày. Chúng không hề thô mộc hay nguệch ngoạc như trẻ con vẽ, mà bộc lộ những hình ảnh hoàn chỉnh và chừng chạc – đó là một sự mô tả mang tính trừu tượng và thần bí về thế giới của họ.

Liệu có khi nào người Neanderthal không chỉ biến đổi về mặt hình dạng thể xác và kỹ thuật, mà còn biến đổi trở thành các nghệ nhân nữa? Những nhà đa-vùng-miền cho là thế, và họ nghĩ là chúng ta có thể tìm ra trong xương hay trong các công cụ đá những cái được cho là những hình thức trung gian thường gặp ở một thời kỳ chuyển giao. Nhưng người ta không tìm thấy hang động trang trí nghệ thuật ở bất cứ đâu mà người Neanderthal từng sống. Trường phái tin vào việc thay thế đột ngột liên hệ hình thức giải phẫu và kỹ thuật của người hiện đại tới châu Phi, đến những di chỉ như Omo-Kibish ở Ethiopia, vốn có niên đại hơn hàng trăm năm. Mặc dù vậy, tuy những hộp sọ có cấu tạo giống người hiện đại được tìm thấy dọc theo con đường từ Cận Đông đến châu Âu, phần lớn là Qafzeh và Skhul ở Israel, chẳng có dấu hiệu nghệ thuật nào nơi đây cả.

Nếu không có bằng chứng mới từ một nguồn hoàn toàn độc lập khác, chính là di truyền học, cuộc tranh luận về việc liệu người châu Âu bản xứ là hậu duệ của người Neanderthal hay của người Cro-Magnon đến sau với dáng vẻ khác biệt, sẽ còn tiếp tục gay gắt và không có lời đáp. Trong tất cả những nỗ lực của nhân loại, lĩnh vực nào thiếu bằng chứng khách quan thì các quan điểm và con người chắc chắn sẽ phân cực thành những trường phái đối lập nhau. Một khi thành trì đã dựng lên thì những người canh giữ đâu có dễ gì bị đánh bật, họ thà chết còn hơn thay đổi quan điểm. Bởi vậy, khi đặt vấn đề áp dụng những công cụ di truyền đầy năng lực để giải câu đố hóc búa trên, chúng tôi biết con đường trước mắt mình sẽ đầy chông gai.

NGƯỜI NEANDERTHAL CUỐI CÙNG

Di truyền học phát huy sức mạnh tối ưu khi được dùng để phân định hai lý thuyết đối nghịch nhau, ở Thái Bình dương nó đã xác định rõ nguồn gốc châu Á của người Polynesia, và bác bỏ lý thuyết nguồn gốc châu Mỹ của Thor Heyerdahl. Liệu nó có thể làm nên thành tích tương tự cho châu Âu hay không? Liệu di truyền học có thể đưa ra một câu trả lời sáng tỏ như thế cho số mệnh người Neanderthal không? Liệu những con người kỳ lạ này là bước chuyển tiếp của con đường tiến hóa trở thành người châu Âu hoàn toàn hiện đại, hay họ thực ra là những giống loài khác, đã bị thay thế bởi những người mới đến từ châu Phi với bộ xương nhẹ nhàng hơn, công nghệ tiên tiến hơn và đầu óc nghệ thuật hơn? Đây là câu hỏi cốt lõi mà giờ đây tôi đặt ra để trả lời bằng ADN ti thể. Sự thành công đối với chuột đồng Syria cho tôi đủ tự tin về độ tin cậy của phân đoạn ADN, được biết dưới cái tên “vùng điều khiển”. Thêm vào đó, cuộc trình diễn rực rỡ của nó ở Thái Bình dương càng giúp tôi cảm thấy sẵn sàng để gỡ rối vấn đề của châu Âu, vốn phức tạp hơn rất nhiều lần.

Tôi đã khám phá ra nguồn gốc thực sự của người Polynesia, bằng cách nghiên cứu những khác biệt di truyền mà chúng tôi tìm thấy ở những hậu duệ hiện đại. Tuyệt đại đa số đều có các chuỗi ADN hoặc là giống hệt, hoặc là gần giống nhau. Đọc theo toàn bộ 500 đơn vị của đoạn ADN mà chúng tôi lập chuỗi rất nhiều lần, chỉ có một đơn vị duy nhất khác biệt, hoặc nhiều nhất là hai. Căn cứ vào thước đo thời gian tiến hóa, ta suy ra tất cả những người này thực sự cũng có chung một tổ tiên rất gần đây. Ta có thể lần ngược theo dòng di truyền của những chuỗi ADN đồng nhất hay gần như đồng nhất này từ Polynesia, hết đảo này sang đảo kia, đến tận Đài Loan rồi nam Trung Quốc. Đó là một lịch trình tuyệt đẹp về chuyển hải hành khó tin của những người Polynesia đầu tiên, mà ta có thể đọc dễ dàng từ gien của những cư dân hiện tại. Nhưng có một số ít người Polynesia, khoảng 4%, ADN của họ lại kể một câu chuyện khác. Họ gồm một nhóm người có chuỗi ADN liên hệ gần với nhau, nhưng lại khác biệt trung bình 13 đột biến so với chuỗi cơ bản của người Polynesia. Nhóm này không đến từ vùng đất liền châu Á, mà – như đã mô tả trong chương 7 – có thể suy ngược về bờ biển Tân Guinê, nơi một toán người, hay là chỉ mỗi một cô gái nào đó, đã lên con thuyền Lapita và nhắm thẳng hướng đông tiến ra Thái Bình dương.

ADN ti thể đã cho chúng ta thấy rất rõ rằng, các tổ tiên của người Polynesia đến từ hai nơi khác nhau – từ hai dân tộc rất khác nhau, rồi trở nên hòa trộn. Có khi nào người châu Âu cũng cho thấy một sự trộn lẫn rõ rệt về mặt di truyền, giữa nhóm “Neanderthal” và nhóm “Cro-Magnon” chẳng hạn, và rồi chúng ta sẽ tìm thấy điều này trong cộng đồng cư dân hiện tại chẳng? Mặc dù sự hòa trộn gien Neanderthal và gien Cro-Magnon, nếu có, thì cũng đã kéo dài 40, 50 năm rồi, so với chỉ 3 hay 4 ngàn năm ở Thái Bình dương, tôi vẫn nghĩ rằng mình có thể lập ra được những nhóm khác biệt ở châu Âu, như khi tôi đã làm ở Polynesia. Tôi tin chắc như vậy vì tất cả nhờ vào phương cách di truyền đặc biệt của ADN ti thể. Không giống như nhiễm sắc thể trong nhân tế bào, ADN ti thể không hề bị xáo trộn ở mỗi thế hệ. Sự thay đổi duy nhất là do đột biến tạo ra, và 40 ngàn năm không phải là quá dài so với thang thời gian đột biến. Như vậy, nếu như có một sự giao phối đáng kể giữa những người Neanderthal và người Cro-Magnon, chúng ta sẽ tìm thấy minh chứng trong dân cư ngày nay.

Cách duy nhất để nhóm nghiên cứu của tôi tìm ra là phải bắt đầu các cuộc thử nghiệm, và phải là thử nghiệm trên diện rộng. Làm cách nào tốt nhất bây giờ? Yêu cầu ai đây, yêu cầu cách nào? Và yêu cầu cái gì? Một mẫu máu ư? Có hàng trăm câu hỏi cần phải trả lời, nhưng có một điều tôi tin chắc: nếu khả dĩ, chúng tôi sẽ tự thu thập mẫu máu, chứ không dựa vào những bộ sưu tập cũ. Lý do mang tính khoa học cho việc này là chúng tôi muốn biết chắc chắn mẫu máu ấy lấy từ đâu để biết tổ tiên của nó, ví dụ như bắc xứ Wales, thì nó sẽ là từ một người có tổ tiên ở đó. Chúng tôi ngồi xuống để bàn thảo cách thức làm. Martin Richards, giờ đây đã là nhà khoa học cấp cao của nhóm, nghĩ đến việc tiếp cận các Hiệp hội nghiên cứu lịch sử dòng họ (family history societies) của địa phương; nhưng tôi không chắc con đường này sẽ giúp chúng tôi có được một tầm bao phủ đủ rộng trong một khoảng thời gian ngắn. Quỹ nghiên cứu của chúng tôi chỉ còn đủ hoạt động một năm nữa, nên cần phải xây dựng một kế hoạch thuyết phục, dựa

trên các kết quả hữu ích, mới có thể tiếp tục giành được tài trợ cho dự án này. Tôi thích ý tưởng đi ra lấy mẫu ở chợ gia súc gia cầm, lý do là những người nông dân luôn có vẻ là cộng đồng cư dân ổn định nhất, với những gốc rễ địa phương xa xưa lâu đời nhất. Nhưng rốt cuộc chính là Kate Smalley, thành viên thứ ba của đội nghiên cứu, mới là người đưa ra được giải pháp tối ưu.

Kate từng là giáo viên trước khi đến với nghiên cứu khoa học, và cô nghĩ rằng nếu chúng tôi viết thư cho các trường có dạy môn sinh học ở lớp Sáu, chúng tôi có thể kết hợp một bài giới thiệu về di truyền học hiện đại với việc thu thập mẫu máu. Cách này chắc chắn sẽ rất thuận lợi. Kate nghĩ nếu chúng tôi liên hệ với các trường đề nghị điều này, họ sẽ thích ngay, không chỉ vì di truyền học đã bắt đầu trở nên quan trọng trong thi cử, mà cũng bởi vì chuyện này sẽ cho các giáo viên được nghỉ hai tiết dạy liền. Kate hoàn toàn đúng và chúng tôi nhận được 100% hồi đáp tốt đẹp từ các trường.

Nhưng bắt đầu từ đâu nhỉ? Trước hết phải đến nơi mà chúng tôi có thể chắc chắn tìm được một tỉ lệ cao các gia đình địa phương định cư lâu dài ở đó. Tôi có đọc vài bài báo công bố vào những năm 1950 viết về các nhóm máu ở xứ Wales. Một giai thoại đặc biệt đập vào mắt tôi. Người ta đồn đại rằng, ở miền trung xứ Wales, người dân có hình dạng đầu rất lạ. Trong những ngày ấy, may mắn là cũng qua lâu rồi, các nhà khảo cổ học xem kích thước hộp sọ là một trong những cơ sở tin cậy cho ý tưởng phân loại toàn bộ nhân loại theo những chủng loài khác nhau. Theo như bài báo, đầu của vài người ở miền trung xứ Wales có kích cỡ rất gần với kích cỡ đầu của “Người thời Đồ Đá” hay cái gì đó đại loại như vậy. Rõ ràng một cửa hiệu bán mũ trong khu chợ của phố Llandysul, không xa Cardigan, thường phải cung cấp những cái mũ đặt may bởi vì có rất nhiều khách hàng của họ không thể đội vừa cỡ tiêu chuẩn. Chúng ta không nên xem những chuyện này là nghiêm túc, nhưng cũng không nên bỏ ngoài tai. Rốt cuộc, chính kích cỡ hộp sọ là điều đầu tiên khiến Authur Mourant chuyển sự chú ý của mình đến người Basque khi tìm kiếm những hậu duệ của cư dân châu Âu “gốc” cơ mà. Vậy thì xứ Wales có vẻ như là một nơi thuận lợi để bắt đầu đây. Chưa đầy một tháng sau Kate đã vạch ra một chuyến đi kéo dài một tuần lễ, đến tất cả các nơi trọng điểm.

Vào đầu mùa xuân năm 1992, chúng tôi leo lên hai chiếc xe hơi, vạch ra một hành trình hình còng của phức tạp, trong đó hai cặp (có thêm Catherine Irven nghỉ một tuần từ dự án khác để tham gia) sẽ đi hai hành trình khác nhau vòng quanh xứ này, và gặp nhau ở giữa đường để xem nhóm kia tiến triển đến đâu rồi. Xe hơi của tôi lúc đó là chiếc Mk II Jaguar/Daimler chạy đã 30 năm. Tôi đã mua nó vào lúc chắc chắn là bị điên, từ một ga-ra ở New Zealand năm kia, rồi thuê người ta gởi về bằng đường biển. Nó hay bị bung vòi nước, khiến cho nước làm nguội máy chảy ra ngoài, làm nhiệt độ động cơ xe tăng vọt lên, rồi cuối cùng là chết máy. Thế nên ngoài những dụng cụ lấy mẫu máu, tôi còn bắt buộc phải mang theo đủ bộ đồ nghề cho cái xe – may mà vừa đủ. Khi chúng tôi lướt vào trường Bala, ở miền trung bắc xứ Wales, có một tiếng nổ lớn và mùi dầu khét lẹt ngập ngụa trong xe. Chúng tôi lết vào bãi đậu xe bên hông sân trường và, khi lũ trẻ dòm ra từ các cửa sổ lớp học, tôi mở mui xem có việc gì. Dầu đen sì bắn ra tứ tung và một đám khói xám cay xè xộc lên từ chỗ dầu chảy lên cái ống bô quá nóng. Chắc chắn tôi chẳng thể nào xoay sở được việc mà lại không bị dính đầy dầu rồi. Xuất hiện với bộ dạng này rõ là chẳng đẹp để gì, nhất là lại đến xin mẫu máu. Thế là tôi đóng nắp ca-pô lại rồi bước vào trường.

Thường thì họa vô đơn chí. Trước đó, chúng tôi có nói rõ là các trường học hoàn toàn có thể thông báo qua báo chí địa phương về việc chúng tôi sắp đến. Đây có vẻ là một ý tốt – cho đến khi chúng tôi đến trường Ysgol-y-Gader ở Dolgellau. Cùng ngồi với hiệu trưởng Catherin James trong phòng của bà là một phóng viên từ tờ báo *Caernarvon and Denbigh Herald*.

“Vậy là ông đến đây để kiểm tra máu của bọn trẻ?” Anh ta hỏi, mở đầu cuộc phỏng vấn với vẻ vô tư.

“À, vâng,” tôi đáp. “Nhưng chỉ để lấy ADN, một chất liệu di truyền thôi”.

“Sao ông lại đến Dolgellau?”.

Tôi đưa ra một bản mô tả ngắn về cơ sở khoa học của dự án và những gì chúng tôi muốn làm. Tôi giải thích rằng, vì sự ổn định của cộng đồng cư dân trong vòng vài thế kỷ qua, chúng tôi đặc biệt lưu tâm đến khu vực xứ Wales, như Dolgellau chẳng hạn, nơi mà ngôn ngữ Welsh vẫn còn

được sử dụng. Anh có vẻ như không tin tôi.

“Ông thực sự đến đây bởi vì nhà máy điện hạt nhân, đúng không?” Anh nhìn thẳng vào tôi. “Ông muốn kiểm tra những đột biến trên bọn trẻ, đúng không?”.

Tôi choáng váng. Dolgellau chỉ cách lò phản ứng hạt nhân Trawsfynydd 12 dặm về phía nam. Vài tháng trước đó, báo chí đã đưa tin có mối liên quan giữa các đột biến ở trẻ em sống gần nhà máy tái xử lý hạt nhân ở Sellafield, Cumbria với việc các ông bố làm việc ở đây. Guồng mặt của vị hiệu trưởng nhanh chóng đổi từ sự quan tâm chút ít đến thái độ cực kỳ nghi ngại. Liệu trường của bà, hay chính bà, đang bị lợi dụng bởi một đại gia ẩn danh của ngành công nghiệp năng lượng hạt nhân, nguy trang dưới hình thức một cuộc nghiên cứu nghe có vẻ vô tư về gien vùng Celtic^[26]?

“Tất nhiên là không”, tôi lúng túng và bắt đầu gồng mình phủ nhận ý này, khẳng định ý kia. Tôi nhắc lại bài viết về cơ sở khoa học, bảng mô tả về ADN ti thể, một bảng tóm tắt công việc của chúng tôi trên những bộ xương cổ đại, và cuối cùng bổ sung điều cuối, mà tôi nghĩ là một bằng chứng không thể bác bỏ được về sự trong sáng của chúng tôi. “Dù sao đi nữa”, tôi nói một cách tự tin, “tôi mới trở về từ một cuộc nghiên cứu tương tự thể này ở nam Thái Bình dương”. Chuyện này chắc chắn sẽ có tác dụng. Hay ít nhất cũng gần gần như vậy chứ, tôi nghĩ vậy.

“Thế chẳng phải người ta vừa thử bom nguyên tử ở đó à?” Anh ta đáp lại, nhanh như chớp.

Tôi lăm bầm, hít một hơi sâu, và bắt mình tiếp tục giải thích thêm 20 phút nữa. Cuối cùng họ đều bị thuyết phục về sự vô tư của chúng tôi và chúng tôi có thể bắt tay vào việc.

Khi kết thúc bài thuyết trình cho các học sinh lớp Sáu, tôi hỏi xin mẫu máu. Tôi biết trước sẽ có nhiều khó khăn hơn vào lúc này. Lấy ADN từ những học sinh (theo luật, các em phải trên 16 tuổi mới có quyền tự quyết định cho mẫu hay không) thì không thể lấy một mẫu máu lớn, chúng tôi quyết định chỉ lấy một giọt máu trích từ đầu ngón tay. Điều này cũng khó chịu chút ít, nên chúng tôi sợ là không em nào dám làm. Đầu tiên, để chứng tỏ là chẳng đau đớn gì cả, tôi chích vào ngón tay mình và thấm giọt máu vào một tờ giấy thấm đặc biệt. Kế tiếp, người giáo viên bắt đầu thử; rồi từng học sinh một tiếp theo. Đối với những thiếu niên chưa bao giờ làm việc này, cần phải có chút dũng cảm mới được. Những gì xảy ra kế tiếp thật sự là một phần thưởng bất ngờ. Chính xác bởi vì các em này cần làm điều gì đó dũng cảm, nên em nào làm xong liền vọt ngay ra khỏi lớp và chạy vòng quanh sân trường – lúc đó đang giờ nghỉ trưa – thách các bạn mình làm như thế. Một dòng người cho máu xuất hiện. Tất cả đều thề rằng mình trên mười sáu tuổi và năn nỉ để được lấy mẫu máu, không phải bởi vì các em cực kỳ thích thú với dự án khoa học mà bởi vì muốn chứng tỏ bản thân mình cũng dũng cảm không kém gì bạn bè. Làn sóng chứng tỏ lòng dũng cảm này lan truyền sang cả các phòng nhân viên và nhà bếp, cho nên đến đầu giờ học chiều chúng tôi đã có được mẫu máu từ tất cả các bọn trẻ đủ lớn, từ giáo viên, những người bảo vệ và các cô nuôi.

Vào cuối tuần, chúng tôi đã có hơn 600 mẫu máu thấm khô vào các bìa giấy, từ khắp các nơi ở xứ Wales – thật là một sự thu hoạch đáng kể vượt xa mong đợi của chúng tôi. Mặc dù những gì thu được nghe có vẻ không nhiều lắm, và chỉ là một phần nhỏ xíu trong tổng số cư dân xứ Wales gần như ba triệu người, 600 chuỗi ADN ti thể cũng quá đủ để có một ý niệm chính xác về cấu trúc di truyền tổng quát của đại đa số. Trở về phòng thí nghiệm, chúng tôi bấm các chấm tròn máu khô từ các bìa giấy ra và sửa soạn để trích lượng nhỏ ADN mà chúng chứa đựng. Mặc dù có rất nhiều tế bào trong máu, nhưng chúng hầu hết đều vô ích. Các hồng huyết cầu, vốn mang oxy và làm cho máu đỏ, thì quá chuyên dụng nên chúng không cần đến nhân hay ti thể; nên các thành phần thừa này nhanh chóng bị loại khỏi đời sống của tế bào, rồi cuộc là chẳng có ADN nào trong hồng cầu. Chỉ có bạch cầu, bởi công việc của chúng là tìm kiếm và hủy diệt các vi khuẩn và virus xâm nhập, mới lưu giữ các nhân tế bào và các ADN ti thể của mình. Tế bào bạch cầu chỉ chiếm khoảng 0,1% của các tế bào trong máu, cho nên dù 1 giọt máu có thể chứa đến 50 triệu tế bào, chỉ có 50 ngàn trong số chúng có chứa đựng chút ADN nào đó. Nhưng thế này cũng rất nhiều để tiến hành phương pháp khuếch đại ADN vốn rất nhạy bén và tinh vi. Chúng tôi cũng lấy mẫu ADN từ giọt máu giống như cách mà các phòng giám định pháp y xác định gien di truyền từ quần áo bị dính máu. Việc này gồm các bước: đun sôi giọt máu khô trong dung dịch kiềm pha loãng để tách các tế bào ra và để các ADN hòa tan vào dung dịch, sau

đổ thêm vào chút chất dẻo resin để thẩm hết các chất sắt đã được lọc ra khỏi các tế bào hồng cầu, nếu không chúng sẽ ảnh hưởng đến phản ứng khuếch đại ADN. Mọi việc rất hiệu quả, và không lâu sau chúng tôi có được 100 chuỗi ti thể ADN của người xứ Wales đầu tiên.

So với các chuỗi Polynesia tương đối đơn giản, các chuỗi của người xứ Wales đến từ đủ các nơi. Không có dấu hiệu nào phân tách rạch ròi ở xứ Wales như ở Polynesia – vốn gồm hai nhóm khác biệt thể hiện rõ việc pha trộn của những nguồn gốc khác nhau. Giờ đây, có vẻ như chúng là nhiều nhóm nhỏ liên quan khá gần gũi với nhau, chứ không phải hai nhóm lớn tách biệt bằng các số lượng đột biến lớn. Thế nên, đây chẳng có vẻ gì là có sự trộn lẫn của hai loại ADN ti thể khác nhau, trong khi ta hy vọng sẽ tìm ở xứ Wales sự hòa trộn giữa tiền nhân Neanderthal và Cro-Magnon. Giả dụ xứ Wales là đại diện cho toàn bộ châu Âu, thì chúng cho thấy tổ tiên chung của người châu Âu sống tương đối gần đây.

Đọc theo đoạn 500 đơn vị của ADN ti thể vùng điều khiển, khoảng cách trung bình giữa hai người bất kỳ trong số những người xứ Wales tình nguyện cho máu là ba đột biến. Nhớ lại tỉ lệ mà chiếc đồng hồ ADN ti thể đếm nhịp, ta có: nếu hai người với một đột biến giữa họ, thì coi như là họ có cùng một mẫu tổ khoảng 10.000 năm trước. Kết quả của xứ Wales cho thấy rằng thời gian trung bình mà chúng ta cần đi ngược về quá khứ để kết nối bất kỳ hai người xứ Wales nào chỉ là 30 ngàn năm; và thậm chí sự khác biệt lớn nhất giữa hai tình nguyện viên chỉ là tám đột biến, nghĩa là họ có cùng tổ tiên chỉ cách đây 80 ngàn năm. Mặc dù đó là khoảng thời gian dài ghê gớm, nó cũng chẳng bao giờ đủ dài để khiến một trong các tình nguyện viên là hậu duệ của người Neanderthal còn người kia là của người Cro-Magnon. Theo các nhà cổ sinh vật học theo trường phái thay thế, người Neanderthal và người Cro-Magnon có cùng chung tổ tiên ít nhất cách đây 250 ngàn năm (trừ khi họ quá sai lầm thôi). Có nghĩa là ADN ti thể của các hậu duệ người Neanderthal và của người Cro-Magnon phải khác nhau trung bình ít nhất là 25 đột biến. Khác biệt lớn nhất là chúng ta thấy ở xứ Wales chỉ là tám. Vậy đây không phải là một cộng đồng cư dân pha trộn giữa những tiền nhân và những người hiện đại. Như vậy, chỉ có thể xảy ra một trong hai điều: hoặc tất cả người Wales là người Neanderthal hoặc tất cả họ là người Cro-Magnon. Nhưng mà là người nào đây?

Một vài chuỗi ADN mà chúng tôi lấy từ các vùng khác nhau của Tây Âu không cho thấy người xứ Wales hoàn toàn khác biệt những vùng còn lại. Như vậy, sự thay thế khắc nghiệt hết hoàn toàn 100% tổ tiên người Neanderthal bởi người Cro-Magnon hoặc ngược lại, có vẻ như đã diễn ra khắp châu Âu. Cuộc kiểm tra nghiêm ngặt để phân biệt 2 tổ tiên cạnh tranh nhau, xem ai là tổ tiên thực sự, có thể thực hiện bằng cách so sánh giữa chuỗi người châu Âu với các dữ liệu tương ứng sẵn có từ các phần khác trên thế giới, bao gồm cả những dữ liệu của người Polynesia. Nếu như có sự khác biệt lớn, bằng 25 đột biến hoặc hơn, giữa người châu Âu và người Polynesia, thì lá phiếu sẽ được bỏ cho tổ tiên người Neanderthal. Nếu như sự khác biệt thua xa số đó, thì có nghĩa là 100% người châu Âu có tổ tiên là người Cro-Magnon, và chiến thắng sẽ thuộc về trường phái thay thế trước sự thua cuộc của trường phái đa vùng miền.

Khi chúng tôi xem xét các dữ liệu, số lượng đột biến khác biệt lớn nhất mà chúng tôi tìm thấy giữa hai người là mười bốn, đó là giữa ông Teri Tupuaki, một ngư dân người Mangaia của quần đảo Cook, và bà Gwyneth Roberts, người nấu bữa trưa cho trường học ở Bala, bắc xứ Wales. Hai người này cách nhau nửa vòng trái đất, giữa họ là câu trả lời cho bài toán làm chia đôi hai trường phái trong gần suốt thế kỷ 20! Người châu Âu không khác biệt nhiều đến thế so với phần còn lại trên thế giới, chắc chắn là không có nơi nào có đủ số đột biến khác biệt để kết luận chắc chắn rằng tất cả họ là hậu duệ của người Neanderthal. Và bởi vì “luật chơi” là: hoặc có tất cả hoặc không có gì, người Neanderthal nhất định đã tuyệt chủng. Giờ đây, tất cả những người châu Âu hiện đại hẳn phải truy về tổ tiên của mình là giống người đến sau, người Cro-Magnon, với bộ xương nhẹ nhàng, kỹ thuật đá lửa tiên tiến và với nghệ thuật tuyệt vời của họ. Đây là một sự thay thế hoàn toàn một giống người bằng một giống người khác. Phải chăng đó là một quá trình chủ động và bạo lực, trong đó những người đến sau, chính là tổ tiên của chúng ta, xua đuổi hay thậm chí giết hại những cư dân Neanderthal, hay phải chăng chính sự cao cấp về kỹ thuật và sự vượt trội về trí tuệ của họ đã dần dà tách ly những cư dân cũ ra khỏi xã hội? Chỉ với di truyền học thì không thể nói được. Rõ ràng, các ghi chép về hóa thạch cho thấy người Neanderthal còn tồn tại kéo dài ít nhất 15 ngàn năm sau khi những người Cro-Magnon đầu

tiên đặt chân đến Tây Âu cách đây 40 cho tới 50 ngàn năm. Khi người Neanderthal cuối cùng lìa khỏi thế giới (có lẽ là ở nam Tây Ban Nha, nơi hầu hết các bộ xương được tìm thấy gần đây), cái chết của con người này đã lật ra một trang mới trong lịch sử khai phá của con người ở châu Âu. Kỷ nguyên của người Neanderthal, trải qua một phần tư triệu năm, giờ đã kết thúc, tận diệt và không thể tái hồi, trong một cái hang ở phía nam Tây Ban Nha cách đây 28 ngàn năm.

Phải thừa nhận là tôi ngạc nhiên, cả thất vọng nữa, bởi sự thay thế này quá tuyệt đối. Ngay cả giờ đây chúng tôi có được chuỗi ADN ti thể của hơn sáu ngàn người châu Âu, chúng tôi chưa bao giờ gặp một ai, cho dù chỉ là một chút xíu nào đó, là một người Neanderthal còn sót lại. Tất nhiên chúng tôi không thể có được chuỗi ADN của tất cả mọi người, chúng tôi cũng không có cơ hội để nhận mẫu từ hết thảy các ngóc ngách của châu lục này. Tôi vẫn duy trì niềm hy vọng rằng một ngày nào đó, trong một mê hiên thị nào đó từ cái máy đọc chuỗi, tôi sẽ tìm ra một chuỗi khác biệt với tất cả các chuỗi còn lại, nó gọi lên một tiếng vọng yếu ớt về cuộc gặp gỡ giữa người Neanderthal và người Cro-Magnon dẫn đến sự ra đời của một đứa bé. Nếu ta bắt gặp được thì không thể nào để vuột mất. Vào năm 1997, người ta đã đọc chuỗi ADN của chính bộ xương người Neanderthal đầu tiên tìm thấy ở thung lũng Neander. Nó có 26 đột biến khác biệt so với người châu Âu trung bình, gần đúng như ước đoán cho rằng họ là một loài có chung tổ tiên với người *Homo sapiens* cách đây một phần tư triệu năm. Chuỗi ADN của người Neanderthal thứ hai, lần này tìm thấy ở vùng núi Caucasus, được báo cáo trong văn bản khoa học năm 2000. Nó cũng có sự khác biệt tương tự như trên với những người hiện đại. Vậy là, những bộ xương này không phải là của tổ tiên của chúng ta.

Vào năm 1998, một phần bộ xương của một đứa bé với các đặc điểm giải phẫu học trung gian giữa người Neanderthal và người Cro-Magnon được tìm thấy ở Bồ Đào Nha. Liệu đây có thể là bằng chứng về sự giao phối giữa hai loại người này không? Cũng có thể đấy. Ta cần phải kiểm tra ADN của đứa trẻ đó mới biết được. Nhưng nếu như sự phối ngẫu giữa người Cro-Magnon và Neanderthal diễn ra thường xuyên, thì chắc chắn chúng ta sẽ thấy được bằng chứng trong một nhóm gien ti thể ngày nay, mà thực tế chúng ta lại chẳng tìm được. Nếu sự gặp gỡ giữa người Neanderthal và người Cro-Magnon tương tự như những cuộc chạm trán trong lịch sử cận đại, giữa một nhóm người mới đến và nhóm cư dân bản địa đang "cầm quyền", thì chúng ta có thể nghĩ là cuộc giao phối đã xảy ra giữa người đàn ông Cro-Magnon và người phụ nữ Neanderthal hơn là chuyện ngược lại. Trong trường hợp này, ADN ti thể sẽ là một "báo cáo viên" xuất sắc về những cuộc gặp gỡ này, bởi con cháu của chúng sẽ có một sự trộn lẫn cân bằng của ADN nhận từ cả cha và mẹ, ADN ti thể của chúng (thừa hưởng từ mẹ) sẽ là 100% Neanderthal. Là một nhà di truyền học, tôi không thể hình dung nổi xã hội đó với các quy tắc ràng buộc đủ mạnh đến mức cấm điều này không bao giờ xảy ra; nhưng ta vẫn phải trở lại với thực tế và nhìn nhận sự vắng mặt hoàn toàn của ADN ti thể người Neanderthal ở châu Âu hiện đại.

Liệu có khi nào cuộc giao phối ấy đã diễn ra, nhưng lại không tạo ra được những đứa con có thể tồn tại và sinh sản được? Có rất nhiều ví dụ trong thế giới động vật về chuyện lai giống giữa hai loài khác nhau cho ra một đứa con hoàn toàn khỏe mạnh nhưng lại vô sinh. Một ví dụ kinh điển nhất là con la, một thành quả giao phối ngẫu nhiên hay cố ý giữa một con lừa đực và một con ngựa cái. Gien của ngựa và lừa tất nhiên tương thích với nhau bởi vì những chú la con sinh ra rất khỏe mạnh và hoàn toàn hữu dụng, trừ việc sinh sản. Lý do là vì lừa và ngựa có số nhiễm sắc thể khác nhau. Ngựa có 64 nhiễm sắc thể, lừa có 62. Tất cả các động vật có vú, kể cả con người, đều thừa hưởng nửa bộ nhiễm sắc thể từ mỗi cha mẹ của mình để tạo thành một bộ nhiễm sắc thể hoàn chỉnh. Thế nên con la lấy 32 nhiễm sắc thể từ con ngựa mẹ và 31 nhiễm sắc thể từ con lừa bố – và kết quả là nó có 63 nhiễm sắc thể. Điều này chẳng gây ra vấn đề gì cho tế bào sinh dưỡng của con la, bởi vì cả gien mẹ ngựa và bố lừa đều có thể được diễn dịch mà không phụ thuộc việc chúng nằm trên nhiễm sắc thể nào. Chỉ khi con la cố gắng giao phối thì sự lộn xộn mới xảy ra. Bởi vì 63 là số lẻ nên không thể chia đôi nó ra để lấy một nửa số nhiễm sắc thể được. Vì một nguyên nhân nữa, sự xáo trộn của các nhiễm sắc thể xảy ra ở mỗi thế hệ dẫn đến việc tinh trùng hay trứng của con la có đến hai bản sao của vài gien này nhưng thiếu bản sao của vài gien kia. Với hai lý do như vậy, con la không thể nào sinh sản.

Liệu cuộc gặp gỡ giữa người Neanderthal và người Cro-Magnon cũng chịu chung số phận

này và tạo ra chỉ duy nhất một thể hệ lai vô sinh bởi vì họ có số nhiễm sắc thể khác nhau? Những họ hàng linh trưởng gần với chúng ta nhất, những đại vượn người (gô-ri-la, tinh tinh và đười ươi) có hơn chúng ta một nhiễm sắc thể. Ở một thời điểm nào đó trong vòng sáu triệu năm từ khi con người và đại vượn người tách khỏi tổ tiên chung, hai nhiễm sắc thể, vốn vẫn còn tách biệt ở đại vượn người, nhập lại làm một để tạo ra nhiễm sắc thể số hai của con người. Ta không thể biết tại điểm nào trong giống nòi của chúng ta, việc sát nhập nhiễm sắc thể này diễn ra, nhưng nếu nó xảy ra *sau khi* các nhánh trở thành người Cro-Magnon và người Neanderthal, thì có thể có sự mất cân bằng nhiễm sắc thể, trong đó người Neanderthal có 48 nhiễm sắc thể và người Cro-Magnon chỉ có 46. Con cái từ sự kết hợp giữa một người Cro-Magnon và một người Neanderthal sẽ có 47 nhiễm sắc thể và mặc dù có thể hoàn toàn khỏe mạnh, họ vẫn gặp khó khăn giống hệt như con la khi tạo ra tình trùng hoặc trứng. Không ai biết được người Neanderthal có bao nhiêu nhiễm sắc thể, nhưng tôi nghĩ rằng một ngày kia chúng ta sẽ có thể tìm ra. Tôi nghĩ người ta có thể tiến hành các thí nghiệm trên việc này. Đến khi đó chúng ta sẽ không biết việc vắng mặt hoàn toàn các ADN ti thể của người Neanderthal ở châu Âu hiện đại có thể quy cho các vấn đề sinh học cơ bản trên, hay là do sự tương khắc xã hội giữa tổ tiên Cro-Magnon của chúng ta và những giống người khác sống cùng châu lục với họ.

Bài báo công bố kết luận di truyền học của chúng tôi về sự tuyệt chủng của người Neanderthal gặp một loạt lời mỉa mai từ các tờ báo khổ nhỏ ở nước Anh. Tờ *Daily Express* cho đăng một tấm hình người Neanderthal song song với chân dung Laim Gallagher, một ca sĩ của Oasis – một nhóm nhạc rock Anh, trong điệu bộ ủ rũ thê thảm. Bài báo cất vấn, làm thế nào ngành di truyền học lại có thể tuyên bố rằng người Neanderthal đã tuyệt chủng trong khi đối diện với các bằng chứng khắp nơi cho thấy họ vẫn đang sống và sống khỏe vào cuối thế kỷ 20 ở nước Anh? Tất nhiên, họ luôn giữ cái giọng chế nhạo rằng người Neanderthal thì thô lỗ và chậm trí, mà điều này thì chẳng có bằng chứng gì cả. Những thành kiến loại này khiến tôi không trả lời các cuộc điện thoại và các lá thư. Tác giả của các cuộc điện thoại hay lá thư này muốn quả quyết rằng họ biết một ai đó (tất nhiên không bao giờ là chính bản thân họ) là người Neanderthal. Tôi vẫn còn nhớ một lá thư của Larry Benson từ Santa Barbara ở California viết kể cho tôi nghe rằng, cô nhân viên tính tiền ở siêu thị địa phương của ông ta có tất cả các đặc điểm của một người Neanderthal, ông ta tỏ rõ là người tốt, có thể nói là rất vui lòng cung cấp mẫu kiểm nghiệm ADN nữa (các thư hồi đáp xác nhận với tôi điều này). Nhưng tôi đã chẳng màng tới.

Vậy là người Neanderthal đã tuyệt chủng. Họ hoàn toàn bị thay thế ở châu Âu và ở toàn bộ khu vực của mình, bởi một giống nòi mới *Homo sapiens* với sự tiên tiến về kỹ thuật và nghệ thuật, mà đại diện ở châu Âu là người Cro-Magnon. Những gì đã xảy ra ở châu Âu, trong phạm vi mà chúng ta có thể nói bằng di truyền học, cũng xảy ra trên khắp thế giới. Người *Homo sapiens* dần dần trở nên vượt trội và sau đó trở thành giống người duy nhất, hoàn toàn xóa bỏ các dạng người trước đó. Người Neanderthal, hay *Homo neanderthalensis* (chúng ta điều chỉnh tên gọi khi thống nhất rằng họ cấu thành một giống loài khác với bản thân chúng ta) biến mất khỏi châu Âu, và người *Homo erectus* biến mất khỏi châu Á. Liệu người *Homo sapiens* và người *Homo erectus* có trùng lãnh thổ với nhau ở châu Á không thì vẫn còn chưa chắc chắn, ở Trung Quốc có một khoảng trống trong các tài liệu về hóa thạch ở vào khoảng thời gian cách đây 100.000 năm cho đến 40.000 năm. Có lẽ người *Homo erectus* đã tuyệt chủng trước khi người *Homo sapiens* đến. Không có bằng chứng hóa thạch nào cho thấy rằng người *Homo erectus* đã từng đến Australia hay Mỹ, điều này chứng tỏ rằng người *Homo sapiens* có thể là những người đầu tiên sinh sống ở hai châu lục này. Ở châu Phi, nơi người *Homo sapiens* đầu tiên xuất hiện, sự thay thế các giống người khác cũng có thể diễn ra đột ngột hay dần dần. Cho dù cơ chế thế nào và lý do là gì đi chăng nữa, *Homo sapiens* đã hoàn toàn thay thế các giống người khác trên khắp thế giới. Khi người Neanderthal cuối cùng mất đi, cách đây 28 ngàn năm, chỉ duy nhất một nòi giống con người còn lại thống trị hành tinh này. Giống loài của chúng ta.

Không có dấu hiệu phối ngẫu rõ ràng nào, không có tàn tích thuyết phục nào của các gien cổ của giống người này ở bất kỳ nơi đâu. Nhưng, như với người châu Âu, có rất nhiều người chưa được kiểm tra ADN. Ai biết được rằng mẫu kế tiếp sẽ mang đến dấu hiệu ấy? Ai có thể chắc rằng trong những đồi núi xa xôi của vùng Bhutan, những sa mạc trơ trọi của A-rập, những cánh

rừng của trung Phi hay những con phố náo nhiệt của Tokyo, lại không có một ai đó đang nắm giữ bằng chứng của một trang sử khác biệt khắc vào đâu đó trong gien mình?

CƯ DÂN SĂN BẮT VÀ CƯ DÂN TRỒNG TRỌT

Mặc dù kỹ thuật đồ đá Cro-Magnon tiến bộ hơn hẳn so với công cụ của người Neanderthal, đời sống của thời Đồ Đá Cũ vẫn dựa vào việc săn bắt. Các nhà cổ sinh vật học chia Thời Đồ Đá ra làm ba giai đoạn, căn cứ trên các kiểu công cụ đá được sử dụng. Đây không phải là cách chia nghiêm ngặt và chặt chẽ, cũng không có những giới hạn phân biệt rõ ràng, nhưng nó đã tồn tại như một cách thức hữu dụng để mô tả những đặc điểm chính của các di chỉ, nơi mà các bằng chứng duy nhất để suy luận chỉ là các dụng cụ do con người chế tác được tìm thấy nơi đó. Một nhà khảo cổ có qua trường lớp sẽ có thể nói ngay lập tức rằng mình đang làm việc với một di chỉ Thời Đồ Đá Cũ, Giữa hay Mới, nhờ vào những đặc điểm của các công cụ đá và những cổ vật khác được tìm thấy nơi đó mà chẳng cần tìm ra bộ xương người nào để giúp phân loại cả.

Thời Đồ Đá Cũ, hay còn gọi là *Palaeolithic* (từ tiếng Hy Lạp có nghĩa là “cũ” và “đá”) bao trùm khoảng thời gian từ sự xuất hiện đầu tiên của các công cụ đá cách đây khoảng hai triệu năm, cho đến khi kết thúc kỷ Băng Hà cuối cùng cách đây khoảng 15 ngàn năm. Có một sự khác biệt to lớn giữa các búa rìu cầm tay thô kệch của đầu thời đại này và các công cụ đá lửa [27] được chế tác tinh vi cuối thời đại này. Để phân biệt những giai đoạn khác nhau của sự phát triển này, kỷ Palaeolithic còn được chia thành ba giai đoạn con là Hạ, Trung và Thượng. Kỷ Palaeolithic Hạ gần như trùng với thời gian của người *Homo erectus*, kỷ Palaeolithic Trung tương đương khoảng thời gian của người Neanderthal; và gần đây nhất, kỷ Palaeolithic Thượng, mô tả khoảng thời gian ở châu Phi, bắt đầu cách đây khoảng 100 ngàn năm khi người *Homo sapiens* đã bắt đầu hiện diện, ở châu Âu, kỷ Palaeolithic Thượng chưa bắt đầu cho đến khi người *Homo sapiens* đầu tiên, tức là người Cro-Magnon, xuất hiện với các kỹ thuật đồ đá tiên tiến của mình vào giữa 40, 50 ngàn năm trước.

Sau khi kỷ Băng Hà cuối kết thúc, Thời Đồ Đá Giữa, hay còn gọi là *Mesolithic*, đưa chúng ta đến sự khởi đầu của nền văn minh nông nghiệp. Ranh giới giữa kỷ Palaeolithic Thượng và kỷ Mesolithic không rõ ràng. Chỉ có một sự tăng tiến trong mức độ tinh tế của các công cụ đá được chế tác và phong cách đặc trưng của các công cụ làm từ xương và sừng hươu nai. Người ta đã phát hiện thêm nhiều di chỉ khảo cổ của các thời đại này gần các bờ biển. Tuy nhiên không tìm ra một kỹ thuật đồ đá hoàn toàn mới nào như cái đã làm phân biệt giai đoạn Giữa và Thượng của kỷ Palaeolithic. Trong khi đó, vào cuối Thời Đồ Đá Giữa – Mesolithic, sự biến đổi đã diễn ra vô cùng ghê gớm. Thời Đồ Đá Mới, hay còn gọi là Neolithic, là giai đoạn của trồng trọt–chăn nuôi, và điều này đi đôi với một bộ công cụ hoàn toàn mới – lưỡi liềm để cắt thân lúa mì, đá để nghiền bột – và, gần như lúc nào cũng có, chính là những bằng chứng đầu tiên của đồ gốm.

Người Cro-Magnon của kỷ Palaeolithic Thượng ở châu Âu sống thành những đoàn du cư theo dấu những bầy thú mà họ săn bắt, và di dời lều trại theo mùa. Mặc dù hiện nay vẫn còn một số cực kỳ nhỏ những người trên thế giới vẫn sống theo cách này, đối với hầu hết chúng ta (chắc chắn là hầu hết các bạn đang đọc cuốn sách này) thì nền tảng cơ bản của đời sống đã đổi khác hoàn toàn. Đó là do một cuộc cách mạng kỹ thuật đã lấn lướt tầm quan trọng của bất kỳ cải tiến hình dạng và hình thái nào của công cụ đá trong việc kiến tạo thế giới hiện đại. Cuộc cách mạng đó là nông nghiệp. Trong vòng chỉ có mười ngàn năm, đời sống con người đã thay đổi vượt qua tất cả các nhân thức, và tất cả các thay đổi này có thể quy cho việc nắm được quyền điều khiển việc sản xuất ra thực phẩm.

Cách đây mười ngàn năm, các tổ tiên săn bắt-hái lượm của chúng ta đã đặt chân đến gần như tất cả các phần mà con người có thể đi đến trên trái đất. Họ đã đi đến bắc và nam châu Mỹ từ Siberi. Họ định cư ở Australia và Tân Ghinê sau những lần vượt biển quan trọng. Rồi tất cả những vùng có thể sinh sống của lục địa châu Phi và châu Âu đã được họ khai phá. Chỉ có quần đảo Polynesia, Madagascar, Iceland và Greenland vẫn chưa được trải qua bàn tay lao động của con người. Các đoàn từ 10 đến 50 người di chuyển quanh một vùng đất, tồn tại dựa vào những loại thú có thể săn, hoặc đào bới và nhặt nhạnh trái cây dại, hạt và rễ củ theo mùa. Rồi thì, một cách độc lập ở những thời điểm khác nhau, ở ít nhất chửn vùng khác nhau trên thế giới, sự

thuần hóa các cây trồng và thú vật hoang dã bắt đầu trở thành chuyện nghiêm túc. Đầu tiên ở vùng Cận Đông khoảng mười ngàn năm trước; rồi trong vòng một vài ngàn năm, các trung tâm nông nghiệp mới đã xuất hiện ở cả nơi này và ở những nơi mà giờ đây là Ấn Độ, Trung Quốc, Tây Phi, Ethiopia, Tân Ghinê, Trung Mỹ và phía đông nước Mỹ. Đây không phải là một quá trình đột ngột, nhưng một khi nó xảy ra, nó có một tác động không thể nào lay chuyển và đảo ngược đối với bước ngoặt của giống loài chúng ta.

Chưa bao giờ có một lời lý giải hoàn toàn thỏa đáng vì sao nông nghiệp lại bắt đầu, khi nào nó bắt đầu, và làm cách nào nó nảy nở ở các vùng khác nhau trên thế giới, suốt thời kỳ mà chẳng có chút khả năng liên lạc nào giữa nhóm người này với nhóm người khác. Đây là khoảng thời gian mà thời tiết được cải thiện, mặc dù chỉ chậm chạp, sau giai đoạn khắc nghiệt cực đại của kỷ Băng Hà cuối. Trời trở nên ấm áp và ẩm ướt hơn. Sự di chuyển của những đoàn thú rừng trở nên khó đoán trước và chế độ mưa cũng thay đổi. Mặc dù thế, không có thứ gì trong số những điều trên giải thích sự chuyển dời căn cơ, từ cuộc sống của những tay săn bắt đến cuộc sống của những người trồng trọt. Vì sao điều này lại không xảy ra trước đó? Cũng có vài quãng dừng ấm áp giữa các kỷ Băng Hà trong suốt thời gian tiến hóa của con người, khi đó thời tiết cũng thuận lợi để người ta có thể thử làm nông nghiệp. Chắc chắn thứ quan trọng còn thiếu lúc đó chính là một *trí tuệ* có thể nghĩ đến việc đó.

Cho dù lý do ẩn sau sự phát minh của nông nghiệp là gì đi nữa, không ai nghi ngờ tác động của nó. Điều đầu tiên là nó làm cho số lượng con người bắt đầu gia tăng. Một cách gần đúng tương đối thấp, sai số tùy theo vùng địa lý, những người săn bắt hái lượm cần một vùng đất khoảng 10 km vuông để tồn tại. Nếu vùng đất đó dùng để trồng trọt hay chăn nuôi thú vật, năng suất của nó có thể tăng lên đến 50 lần. Việc di cư theo mùa để theo đuổi các bầy thú rừng hay các thức ăn hoang dã tất nhiên là không còn cần thiết nữa. Dần dần, các lán trại trở nên cố định, rồi theo thời gian các làng mạc và khu phố mọc lên. Việc sản xuất thức ăn nhanh chóng không cần đến nỗ lực con người để duy trì. Thế nên việc tất cả mọi người cùng phải lao động cả ngày không còn cần thiết nữa; thế là một vài người quay sang các công việc khác, trở thành các thợ thủ công, nghệ sĩ, thầy cúng và rất nhiều các việc chuyên môn khác.

Nhưng không chỉ có toàn những điều tốt lành. Sự gần gũi của các súc vật nuôi và cư dân đông đúc trong làng xã và phố thị đã dẫn đến sự xuất hiện của bệnh dịch. Bệnh sởi, lao phổi và đậu mùa băng qua các rào cản giống nòi, từ gia súc lây lan sang người; bệnh cúm, ho gà và sốt rét lan từ heo, vịt và gà. Quá trình như thế vẫn còn diễn ra tận ngày nay với bệnh AIDS và bệnh bò điên. Tuy nhiên, khả năng đề kháng của các cộng đồng thường xuyên có bệnh dần tốt hơn, và ở đó bệnh dần dần đỡ nghiêm trọng hơn. Nhưng khi mầm bệnh xâm nhập vào một cộng đồng chưa từng bị bệnh, chúng tàn phá với tất cả cơn thịnh nộ khởi đầu của mình. Cơ chế này đã thường lặp lại suốt lịch sử loài người. Sự định cư của người châu Âu đến Bắc Mỹ sau chuyến hải hành của Christopher Columbus năm 1492 đã vô tình (hay đôi khi là cố ý) trở nên dễ dàng hơn khi người thổ dân châu Mỹ bị nhiễm bệnh, như bệnh đậu mùa chẳng hạn, và chết hàng triệu người.

Hạt nhân đầu tiên của việc thuần hóa mà chúng ta được biết xuất hiện cách đây mười một ngàn năm ở vùng Cận Đông, nơi mà giờ đây được biết dưới cái tên Lưỡi Liềm Cận Đông (Fertile Crescent). Khu vực này gồm các phần nằm trong Syria, Iraq, Thổ Nhĩ Kỳ và Iran ngày nay, và được điều hòa thủy lợi bởi đầu nguồn sông Tigris và Euphrates. Nơi này hoặc xung quanh nơi này, những người săn bắt-hái lượm bắt đầu thu lượm và ăn hạt cỏ dại. Họ vẫn lệ thuộc vào các bầy linh dương thường băng qua các vùng đồng cỏ vào mùa di cư của chúng, nhưng hạt cỏ thì rất nhiều và dễ dàng hái lượm. Đây không phải là nông nghiệp, mà chỉ là một mặt khác của việc nhặt nhạnh từ các mùa màng tự nhiên. Theo tất yếu, phải có vài hạt vương vãi ra, rồi nảy mầm và lớn lên vào năm sau. Từ việc để ý sự sinh sản tự nhiên này đến việc trồng trọt có chủ ý gần lán trại chỉ là một khoảng cách nhỏ. Rồi việc này trở thành ít nhiều cố định ở vùng đất đó, nhờ vào sự dư thừa thức ăn đại trong vùng. Qua thời gian, các cây trấu hạt hơn được cố ý chọn lọc, và sự khác biệt với các giên tự nhiên tăng lên trong tập hợp cây được chọn. Thế là sự thuần hóa đích thực đã bắt đầu.

Quy trình tương tự như trên đã lặp lại ở những vùng khác trên thế giới, vào thời gian muộn hơn và với những cây trồng khác hơn: lúa ở Trung Quốc, mía đường và khoai môn ở Tân Ghinê,

cây teosinte (tổ tiên hoang dã của cây bắp) ở Trung Mỹ, bí và hoa hướng dương ở đông nước Mỹ, đậu ở Ấn Độ, kê ở Ethiopia và lúa miến ở Tây Phi. Không chỉ có cây dại mà các thú hoang dã cũng được tuyển chọn vào đời sống thuần hóa. Cừu và dê ở Cận Đông cùng với bò (sau đó được thuần hóa riêng biệt ở Ấn Độ và châu Phi), lợn ở Trung Quốc, ngựa và bò Tây Tạng ở Trung Á, và lạc đà (không bướu) ở vùng Andes Nam Mỹ được thuần hóa vào việc phục vụ con người. Mặc dù hầu hết các giống loài chống lại quy trình này – ví dụ như, không một con nai nào thậm chí ngay cả bây giờ có thể hoàn toàn được thuần hóa – sự thuần hóa thú hoang và cây trồng để sản xuất thực phẩm chính là chất xúc tác cho phép người *Homo sapiens* có thể lan tràn và thống lĩnh Trái đất.

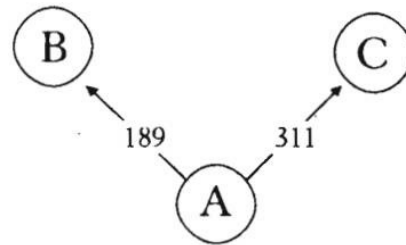
Nhưng điều này đã được hoàn thành như thế nào? Phải chăng có sự thay thế người săn bắt-hái lượm bằng những người trồng trọt, giống như người Neanderthal đã bị đẩy dạt sang một bên bởi người Cro-Magnon có kỹ thuật tiến bộ? Hay phải chăng chỉ là *tư tưởng* nông nghiệp, chứ không phải chính bản thân những người trồng trọt, lan tỏa từ vùng Cận Đông sang châu Âu? Đây có vẻ là một vụ tranh cãi nữa giữa hai lý thuyết đối lập nhau cố thể được giải quyết bằng di truyền học – thế là chúng tôi đặt mục tiêu giải quyết điều này.

Vào mùa hè năm 1994, vào lúc tôi giành được một quỹ nghiên cứu ba năm cho các dự án cần tiến hành, tôi đã sưu tập được vài trăm mẫu ADN từ khắp châu Âu, bổ sung vào các mẫu mà chúng tôi đã xin được trong chuyến đi đến xứ Wales hai năm trước đó. Hầu hết chúng đều do đội nghiên cứu sưu tập được, hoặc là thông qua bạn bè, mỗi khi có cơ hội. Chẳng hạn như, một người bạn của tôi đính hôn với một cô gái người Basque ở Tây Ban Nha, thế là anh ta làm ngạc nhiên bố mẹ vợ tương lai của mình bằng cách đến nhà với một cái hộp có lưỡi trích và sắp xếp chích ngón tay tất cả các bạn bè và gia đình từ trên xuống dưới. Hay là một sinh viên y khoa người Đức đang thực tập mùa hè tại phòng thí nghiệm của tôi trong một dự án khác, một hôm đi chơi lướt ván trượt ở Bavaria tranh thủ lặn theo một hộp dụng cụ lấy mẫu máu. Những mẫu ADN khác có được từ những người đồng nghiệp “chiến hữu” ở Đức và Đan Mạch, họ gửi những túi nhỏ chứa những sợi tóc dính vào những mẫu băng dính. Chân tóc là một nguồn cung cấp ADN rất tốt, nhưng cần làm tỉ mỉ, vì nhiều người, nhất là người tóc vàng, thường bị gãy tóc trước khi nhổ được chân tóc. Mà nhổ tóc thì cũng đau chứ.

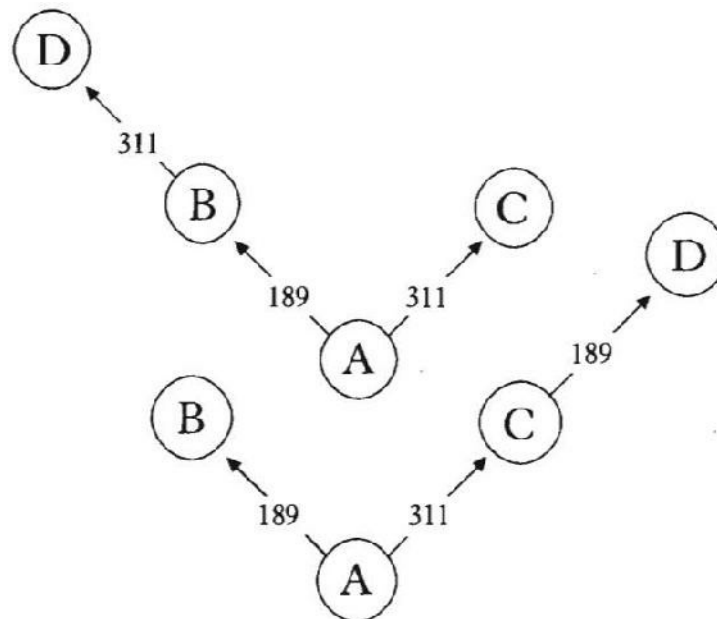
Một năm nữa trôi qua, đến đầu mùa hè năm 1995, một vài bài báo bắt đầu xuất hiện trong các tài liệu khoa học về ADN ti thể, từ những nơi xa xôi như Tây Ban Nha, Thụy Sĩ và Ả rập Saudi. Nhờ một điều tiên quyết khi công bố trên các tạp chí khoa học là tác giả phải chứa dữ liệu của bài báo (trong trường hợp này là các chuỗi ti thể) trong một cơ sở dữ liệu công khai; thế là với sự giúp đỡ của các bài báo này chúng tôi đã nâng cao được số lượng mẫu của mình. Tuy nhiên, bản thân các bài báo đó lại không mấy khả quan lắm. Các cách thức thống kê dữ liệu để so sánh một cộng đồng dân cư này với cộng đồng khác bị giới hạn rất lớn, do các chương trình máy tính lúc bấy giờ chưa đủ hiệu quả. Các cây dân cư được máy tính vẽ ra cực kỳ tồi và không mang nhiều ý nghĩa. Áp dụng phương pháp này, một cộng đồng cư dân này trông chẳng khác gì một cộng đồng kia, nên các tác giả không thể nào tránh khỏi những kết luận bi quan về giá trị của ADN ti thể trên khắp châu Âu. So với châu Phi vô cùng “kích thích” (đang được khám phá lúc đó) bởi nó là nơi có sự khác biệt lớn hơn rất nhiều giữa các chuỗi ADN từ các vùng khác nhau, châu Âu bắt đầu bị mang tiếng là mờ nhạt và kém thú vị. Tôi chẳng nghĩ vậy chút nào. Có hàng đồng sự khác biệt và hiếm khi chúng tôi tìm thấy hai chuỗi giống nhau. Châu Phi “hứng thú hơn” thì có vấn đề gì nào? Chúng tôi muốn biết về châu Âu, và tôi chắc chắn là chúng tôi có thể.

Khi tập hợp tất cả các dữ liệu châu Âu lại, chúng tôi bắt đầu cố gắng lắp các chuỗi vào một hệ thống có thể cho thấy mối quan hệ tiến hóa của chúng với nhau. Điều này đã rất hiệu quả ở Polynesia, nơi chúng tôi thấy hai nhóm rất khác nhau và tiếp tục khám phá ra nguồn gốc địa lý khác biệt của chúng. Chúng tôi nhanh chóng nhận ra là điều này khó khăn hơn rất nhiều ở châu Âu. Khi chúng tôi đẩy các dữ liệu vào chương trình máy tính được lập trình để vẽ ra các cây (sơ đồ) tiến hóa từ các chuỗi phân tử, kết quả có được là một cơn ác mộng. Sau khi “suy nghĩ” một hồi lâu rất lâu, máy tính cho ra hàng ngàn các giải đáp, với khả năng xảy ra bằng nhau. Nó không thể đưa ra được một cây tiến hóa đích thực nào. Kết quả trông thật thất vọng. Tình trạng này là tồi tệ nhất đây. Không đưa ra được một hệ thống tiến hóa khả dĩ nào để kết nối các

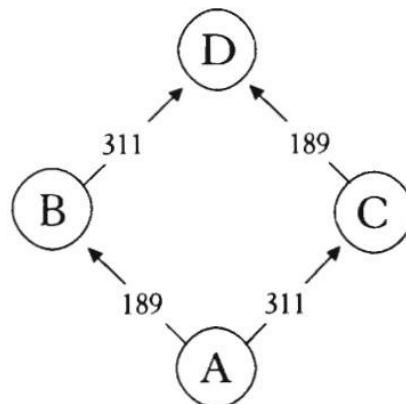
chuỗi ADN châu Âu, chúng tôi sắp bắt buộc phải công bố kết quả của mình, những kết quả của ba năm trời làm việc rông rã và tiêu tốn tiền bạc chỉ cho ra một sự so sánh dân cư nhạt nhẽo và gần như vô nghĩa. Sự so sánh này cho ra những kết luận hơi ời như là: người Hà Lan có đặc điểm gen giống với người Đức hơn là giống với người Tây Ban Nha. Hay thật!



Hình 4a



Hình 4b



Hình 4c

Trước khi tiếp tục bước với cái kết luận tệ hại đó – mà chúng tôi cũng phải công bố cái gì đó sớm sớm để còn hy vọng giành thêm được ngân quỹ – chúng tôi trở lại với các dữ liệu thô ban đầu. Thay vì tổng nó vào máy tính, chúng tôi bắt đầu vẽ các sơ đồ trên giấy. Ngay cả như vậy, chúng tôi cũng chẳng tạo ra một một kết quả có nghĩa nào. Ví dụ, chúng tôi có bốn chuỗi rõ ràng liên quan đến nhau nhưng không thể kết nối lại bằng một sơ đồ tiến hóa rõ ràng được. Hình 4a cho thấy một ví dụ. Chuỗi A là chuỗi tham chiếu, chuỗi B có một đột biến ở vị trí 189 và chuỗi C có một đột biến ở vị trí 311. Cái này thì dễ rồi. Vẽ chuỗi A trước, sau đó một đột biến 189 dẫn đến chuỗi B. Tương tự, một đột biến ở 311 dẫn chuỗi A đến chuỗi C. Dễ ợt. Mà cũng không có gì nhập nhằng cả. Rồi, nhưng phải làm gì với chuỗi như chuỗi D với đột biến ở 189 và 311 đây. Chuỗi D có thể vẽ từ B với một đột biến ở 311, hoặc từ C với đột biến ở 189 (xem Hình 4b). Cách nào cũng thấy rõ là các đột biến xảy ra nhiều hơn một lần, mà đột biến là thứ dùng để phân loại mọi thứ. Chúng quay vòng lần quẩn ngay tại cùng một vị trí. Chả trách máy tính cũng

rối tung. Vì không thể nào giải quyết được sự nhập nhằng, nó vẽ ra cả *hai cây*. Có thêm sự nhập nhằng ở nơi nào khác nữa, máy tính lại vẽ ra bốn cây. Một cái khác nữa và nó phải vẽ ra tám cây và cứ thế. Dễ thấy là chỉ cần có một ít sự quay vòng như vậy thôi là máy tính có thể tạo ra hàng trăm hoặc hàng ngàn các cây tương tự và loại trừ lẫn nhau. Làm sao giải quyết chuyện này bây giờ? Chắc là chúng tôi bị kẹt rồi. Tuần tiếp theo, tôi nghĩ mình sẽ giải quyết chuyện này. Tôi lấy ra một miếng giấy và bắt đầu vẽ, nhưng rồi nhận thấy tất cả ý tưởng mà mình từng có chẳng hữu ích gì. Rốt cuộc, một hôm nọ, tôi ngồi trong phòng uống cà phê cả ngày, nguệch ngoạc vẽ lên miếng khăn giấy bất cứ khi nào có lời giải hé lên trong đầu. Rồi tôi nghĩ không cần cố gắng cho ra sơ đồ một cái cây hoàn chỉnh. Cứ để sự nhập nhằng yên vị ở đấy. Thay vì cố gắng quyết định xem D đi từ cái nào (B hay C), cứ vẽ nó ra như một hình vuông (Hình 4c). Thoải mái chấp nhận rằng mình không biết được nguồn gốc nào dẫn tới D, tôi có thể để nó như vậy. Hóa ra, chìa khóa là đây. Một khi giải thoát mình khỏi thế kẹt đó, phần còn lại thật dễ dàng. Có thể thư giãn được rồi! Tôi không còn cố vẽ ra sơ đồ một cái cây hoàn chỉnh từ hàng ngàn khả năng. Chỉ có một sơ đồ duy nhất, không phải là một cái cây mà là một mạng lưới, nó chắc chắn sẽ bao gồm cả những nhập nhằng, nhưng tất cả những hình dạng và cấu trúc của chúng đều mang đầy đủ thông tin.

Khi đó, độc lập với nhóm chúng tôi ở Oxford, một nhà toán học Đức tên là Hans-Jrgien Bandelt đã nghiên cứu một phương pháp lý thuyết cho chính tình huống như trên, ông đang nghiên cứu cách tốt nhất để sát nhập các chuỗi ADN với các loại đột biến song song, mà chúng tôi đang tìm kiếm, vào một sơ đồ tiến hóa. Ông liên hệ với chúng tôi vì ông cần một vài dữ liệu thực tế để “ngâm cứu”, và lúc ấy chúng tôi nhận thấy mình đang suy nghĩ cùng một hướng và giải quyết vấn đề theo cùng một cách, vẽ các mạng lưới chứ không phải các cây. Chỉ có sự khác biệt lớn là Hans-Jrgien đã áp dụng sự chặt chẽ của toán học vào quá trình vẽ sơ đồ mạng lưới, đó là một lợi điểm then chốt để chấp nhận và coi việc vẽ mạng lưới là một khả năng đáng tin cậy thay cho các dạng cây truyền thống.

Trở ngại quan trọng này đã vượt qua được, giờ đây chúng tôi có thể tập trung vào bức tranh đang chậm chậm hiện ra từ sơ đồ các chuỗi châu Âu. Trong khi ở Polynesia chúng tôi thấy có hai nhóm khác biệt rõ ràng, thì mạng lưới châu Âu tự phân loại ra thành những nhóm có liên quan đến nhau, những nhóm có các chuỗi ADN ti thể trông có vẻ như lệ thuộc vào nhau. Chúng không có sự tách biệt nhau một cách rõ ràng như của người Polynesia, theo nghĩa là có ít đột biến hơn để làm tách một nhóm này với nhóm kia. Chúng tôi phải cố nhìn kỹ để tìm ra các đường ranh giới, và Martin Richards cùng tôi bỏ ra nhiều tiếng đồng hồ để xác định xem thế nào là ăn khớp nhất. Có năm, sáu hay bảy nhóm đây? Khó quyết định thật. Đầu tiên, chúng tôi quyết định là có sáu nhóm. Sau đó, chúng tôi phát hiện là mình đã bỏ qua một chỗ có thể chia nhóm lớn nhất trong số sáu nhóm này ra thành hai nhóm nhỏ hơn, từ đó chúng tôi có bảy nhóm, và biết được hình thức bộ khung sườn của toàn bộ sơ đồ châu Âu.

Nhưng vấn đề của chúng tôi lúc này không phải có chính xác bao nhiêu nhóm, mà là chúng có thể thực sự được chia thành các nhóm hay không. Rõ ràng đây không phải là một bức tranh thuần một màu và không có cấu trúc gì như cái đã công bố trong những bài báo khoa học mùa hè năm 1995. Lúc đó nó đã khiến các tác giả phải thất vọng thốt lên rằng, người ta chẳng lời ra được điều gì có ích từ việc nghiên cứu ADN ti thể người châu Âu cả. Phải công nhận là các nhóm này rất khó nhận ra, mà thực sự là không thể nhận ra nếu không có bản tóm tắt bằng sơ đồ mạng lưới. Nhưng chắc chắn chúng tồn tại, không nghi ngờ gì nữa.

Giờ đây, chúng tôi đã xác định được có bảy nhóm rồi nên biết những gì sẽ làm tiếp theo, ví dụ như tìm hiểu xem các nhóm được tìm thấy ở đâu, bao nhiêu tuổi. Nhờ biết được tốc độ đột biến của ADN ti thể trong vùng điều khiển, chúng tôi có thể kết hợp với số lượng ti thể có trong mỗi bảy nhóm để biết được thời gian mà mỗi nhóm đã trải qua để tiến hóa đến tình trạng phức tạp hiện nay của chúng. Cách này rất hiệu quả đối với Polynesia. Hai nhóm mà chúng tôi tìm ra tích lũy tương đối ít các đột biến vì một lý do đơn giản là, con người nhiều nhất cũng chỉ mới ở đảo Polynesia được ba ngàn đến bốn ngàn năm thôi. Khi chúng tôi tìm ra độ tuổi di truyền của hai nhóm Polynesia ở các quần đảo khác nhau bằng cách nhân với tốc độ đột biến, chúng rất phù hợp với thời gian định cư được xác định bởi ngành khảo cổ. Cụ thể là, những hòn đảo có người định cư sớm nhất, Samoa và Tonga ở phía tây Polynesia, có nhiều đột biến tích

lũy nhất trong các nhóm và có thời gian di truyền được tính ra là ba ngàn năm, rất giống với niên đại khảo cổ. Xa hơn về phía đông, quần đảo Cook có ít các đột biến tích lũy hơn và có độ tuổi trẻ hơn. Aotearoa (New Zealand), hòn đảo cuối cùng được người Polynesia định cư, có rất ít các đột biến trong số các nhóm và có niên đại trẻ nhất trong tất cả.

Khi áp dụng chính xác cùng một quy trình đó cho các nhóm ở châu Âu, chúng tôi vô cùng ngạc nhiên. Chúng tôi cứ tưởng kết quả sẽ là một độ tuổi tương đối trẻ, mặc dù không trẻ như ở Polynesia, bởi trong sách vở ghi lại rất rõ ràng sự tác động lan tràn của việc di cư nông nghiệp từ Cận Đông trong vòng mười ngàn năm qua. Đó là các bài học lịch sử di truyền châu Âu mà hẳn là tất cả chúng ra đều được biết, việc bùng nổ dân số ở Cận Đông do nông nghiệp đã gây ra việc tiến vào châu Âu của những người này, tuy chậm chạp nhưng không gì ngăn được. Kết quả là họ tràn ngập và thắng thế cộng đồng người săn bắt-hái lượm bản địa vốn thừa thớt. Nếu điều này đúng sự thật, thì chắc chắn là độ tuổi di truyền của tất cả các nhóm, hoặc ít nhất là phần lớn các nhóm, phải là 10 năm hoặc ít hơn chứ. Nhưng chỉ có 1 trong 7 nhóm phù hợp với mô tả trên. Sáu nhóm còn lại có độ tuổi lớn hơn rất nhiều. Chúng tôi kiểm tra lại các chuỗi ADN. Có khi nào chúng tôi ghi nhận quá nhiều đột biến? Không. Chúng tôi kiểm lại các phép tính. Chúng ổn cả. Đây rõ ràng là một thách đố; nhưng chúng tôi vẫn chẳng nghi ngờ cái tín hiệu đã được thiết lập sẵn đó – cho đến khi chúng tôi xem xét những người Basque.

Theo như các lý do đã được đề cập ở chương trước, người Basque từ lâu đã được xem là những người sống sót cuối cùng của cộng đồng săn bắt-hái lượm nguyên thủy ở châu Âu. Dùng một ngôn ngữ khác biệt cơ bản và sống ở vùng cuối cùng ở châu Âu tiếp nhận nông nghiệp, họ có tất cả các dấu ấn của một cộng đồng độc đáo và có thể tự hào về sự khác biệt của mình. Nếu như phần còn lại của châu Âu có thể suy về tổ tiên của mình là những người trồng trọt đến từ Cận Đông, thì chắc chắn người Basque, những người sót lại cuối cùng của thời đại săn bắt-hái lượm, phải có một dải phân bố các chuỗi ti thể rất khác biệt. Nên theo lý lẽ đó, chúng tôi phải tìm được những nhóm ti thể mà không có ở bất kỳ nơi nào khác, và cũng như vậy chúng tôi phải không thấy bóng dáng của những nhóm phổ biến ở nơi khác trong cộng đồng người Basque. Nhưng khi lôi các chuỗi của những anh bạn Basque ra xem xét, chúng tôi chẳng thấy tí tẹo dị thường nào cả. Họ hoàn toàn giống như tất cả các người châu Âu khác – với chỉ có một ngoại lệ đáng chú ý: trong khi họ có đủ đại diện trong tất cả sáu nhóm lâu đời, họ không có chút nào trong nhóm thứ bảy vốn ít tuổi hơn nhiều. Chúng tôi lấy thêm các mẫu Basque. Câu trả lời vẫn như vậy. Thay vì có một chuỗi rất khác thường, người Basque cũng rất châu Âu như bất kỳ những người châu Âu nào khác. Kết quả này không hề hợp với câu chuyện nói rằng người săn bắt đã bị quét đi bởi làn sóng tràn vào của những người nông dân Neolithic. Nếu người Basque là các hậu duệ của các người săn bắt hái lượm Palaeolithic, thì hầu hết tất cả những người còn lại trong chúng ta [\[28\]](#) cũng vậy.

Nhưng còn nhóm thiếu vắng những người Basque – nhóm đã tách biệt khỏi các nhóm còn lại do có tuổi đời trẻ hơn, hợp với thời gian người Neolithic thì sao? Khi phác họa ra các địa điểm mà chúng tôi tìm ra nhóm này trên bản đồ châu Âu, chúng tôi có được một bức tranh rất đáng chú ý. Sáu nhóm già hơn được tìm thấy khắp mọi nơi trên châu lục này, mặc dù vài nhóm có phổ biến hơn ở vài nơi so với các nhóm khác. Còn nhóm trẻ hơn lại có sự phân bố rất đặc biệt. Nó chỉ thành hai nhánh, mỗi nhánh có một bộ đột biến hơi khác nhau. Một nhánh xuất phát từ vùng Ban-căng, băng qua đồng bằng Hungaria, dọc theo thung lũng có các dòng sông của Trung Âu rồi đến biển Ban-tích. Nhánh kia bị giữ lại ở bờ biển Địa Trung hải xa nhất là Tây Ban Nha, sau đó men theo bờ biển Bồ Đào Nha và lên đến bờ biển Đại Tây dương phía tây nước Arih. Theo như ngành khảo cổ học, đúng là có hai dòng di truyền chính xác như thế tạo thành bởi những người chăn nuôi-trồng trọt đầu tiên. Ta có thể nhận ra ngay lập tức những di chỉ trồng trọt xuất hiện sớm ở châu Âu thông qua các loại đồ gốm ở đó, giống như đồ sứ Lapita xác định những vùng đất Polynesia ban đầu ở Thái Bình dương. Nhánh chạy băng qua tận Trung Âu từ Ban-căng, vốn bắt đầu khoảng 7.500 năm trước đây, được ghi nhận bởi sự hiện hữu của những di chỉ ở đây với một phong cách trang trí đặc trưng gọi là đồ gốm Trang Trí Kẻ (Linear), trong đó các bình lọ bằng đất sét được rạch các thiết kế hình học trừu tượng. Di chỉ của các đồ gốm Linear phác ra một dải mỏng vắt qua Trung Âu, nơi mà thậm chí ngày nay một nhánh của nhóm trẻ hơn ấy vẫn còn đang tập trung ở đó. Ở vùng trung và tây Địa Trung hải, những di chỉ

nông nghiệp được xác định bởi một kiểu đồ gốm nữa, gọi là các đồ Trang Trí Ấn (Impressed) bởi vì đất sét được trang trí bằng các dấu ấn của các vật thể khác, thường là vỏ sò, trước khi đem nung lửa. Một lần nữa, sự phân bố hòa nhịp giữa các di chỉ đồ gốm trang trí ấn và nhánh kia của nhóm trẻ hơn nổi bật lên. Đây không có vẻ là một sự ngẫu nhiên. Hai nhánh của các nhóm ti thể trẻ này có vẻ theo sau các bước chân của những người chăn nuôi-trồng trọt đầu tiên khi họ đi trên con đường tiến vào châu Âu.

Chúng tôi cần có thêm một bằng chứng nữa để đủ tự tin công bố với thế giới sự *hiệu đính từ gốc* của mình về tiền sử người châu Âu. Nếu nhóm trẻ hơn thật sự là một dấu hiệu của những người châu Âu đầu tiên, thì chúng phải phổ biến ở vùng Cận Đông hơn ở châu Âu. Lúc đó, những chuỗi duy nhất mà chúng tôi có được của vùng đó là lấy từ Bedouin, Ả Rập Saudi. Trong khi chỉ có 15- 20% người châu Âu thuộc về nhóm trẻ hơn này – tùy vào cộng đồng được xét – thì đã phân nửa người Bedouin nằm trong nhóm đó.

Giờ đây chúng ta đã có bằng chứng rằng hầu hết các người châu Âu hiện đại suy về tổ tiên của mình, xa hơn thời Neolithic, đến những người săn bắt-hái lượm thời Palaeolithic, bao gồm cả những người Cro-Magnon đầu tiên đã thay thế người Neanderthal. Tất nhiên, có cả bằng chứng về những người đến sau từ Trung Đông vào thời Neolithic. Sự tương ứng giữa sự phân bố địa lý của nhóm trẻ hơn theo kết quả của chúng tôi với những tuyến đường mà những người chăn nuôi-trồng trọt đã đi để tiến vào châu Âu theo sự xác định của khảo cổ học, là một bằng chứng tốt đẹp cho điều đó. Nhưng đó không phải là một sự thay thế hoàn toàn. Nhóm trẻ hơn chỉ chiếm cao nhất 20% trong số người châu Âu hiện đại. Chúng tôi sẵn sàng đi công bố đây.

CHẰNG HỀ BÌNH YÊN

Giáo sư Luigi Luca Cavalli-Sforza là một người có địa vị rất hợp với vẻ thanh lịch của ông. Dáng vẻ sung mãn dù rằng đã ở cuối tuổi 70, mái tóc bạc luôn được chải láng mượt, ông lúc nào cũng giữ được phong thái đỉnh đạc, dù là ở phòng hội nghị bận rộn của các cuộc hội thảo khoa học hay các nhà hàng sang trọng chào đón các vị đại biểu đặc biệt. Những đóng góp và tầm ảnh hưởng của ông trong khoa học không thể dùng lời diễn tả hết được. Những nhà khoa học đã từng nghiên cứu dưới trướng ông, cho dù là ở Italy hay sau này ở Đại học Stanford, California, hiện nay đều giữ những chức vụ hàn lâm quan trọng trong ngành di truyền nhân chủng học. Chính Luca là người đã hình thành nên lý thuyết thống trị ngành tiền sử châu Âu trong vòng một phần tư thế kỷ trước. Theo như lý thuyết của ông hoặc ít nhất là theo phiên bản mà các nhà khảo cổ học tin tưởng, những người trồng trọt đến từ vùng Cận Đông đã lấn át các hậu duệ của người Cro-Magnon, những người mà chính họ đã thay thế người Neanderthal. Đây là một sự thay thế rộng khắp mang ý nghĩa rằng hầu hết những người châu Âu hiện đại có tổ tiên không phải là những người săn bắt-hái lượm mà là những người trồng trọt.

Từng tập hợp được hồ sơ của hàng ngàn mẫu máu và những cuộc kiểm tra di truyền khác trên khắp châu Âu, Luca đã tổng hợp các kết quả vào một đại lượng gọi là “độ thay đổi của tần suất gen” để tóm tắt lại núi dữ liệu đó. Những độ thay đổi này được sắp xếp thành những vectơ đơn giản, được gọi là các thành phần cốt yếu, được thể hiện bằng những đường vẽ trên bản đồ. Điểm nổi bật nhất là, thành phần cốt yếu đầu tiên bắt chéo qua bản đồ châu Âu từ Anatolia ở Thổ Nhĩ Kỳ tới Anh quốc và Scandinavia ở phía tây bắc. Theo như Luca và đồng nghiệp của ông, đó chính là dấu hiệu của một dòng người to lớn tràn vào châu Âu từ Cận Đông. Sự phù hợp giữa trục đông nam-tây bắc của đường chéo di truyền này với hành trình các cư dân nông nghiệp đầu tiên được đi qua suy ra từ khảo cổ học lúc ấy tỏ ra rất thuyết phục. Những người trồng trọt đã tràn ngập châu Âu.

Tầm ảnh hưởng của kết luận của Cavalli-Sforza lan xa hơn những giới hạn nhỏ hẹp của di truyền học nhân loại, đến cả ngành khảo cổ học và các ngành có liên quan. Mặc dù có vài nhà khảo cổ học không có cùng kết luận trên và thấy rằng các dấu hiệu ghi nhận trên chỉ là những dòng di dân nhỏ mà thôi, họ lại gặp khó khăn để làm cho mọi người nghe thấy quan điểm của mình. Như tất cả các lĩnh vực hàn lâm khác, khảo cổ học cũng có “mốt” của nó, và “mốt” ở châu Âu lúc đó chính là sự định cư rộng khắp của những người trồng trọt di cư đến. Nhưng trước khi Cavalli-Sforza và đồng sự của ông, nhà khảo cổ học người Mỹ, Albert Ammerman, lần đầu tiên đưa ra ý kiến của mình vào những năm 1970, “mốt” này chưa xuất hiện. Vào thời ấy, “khẩu vị” là phải dành cho sự phát triển bản xứ hoàn toàn; cho sự thích nghi dần dà với kiến thức và thực hành của văn minh nông nghiệp của những người săn bắt-hái lượm thời châu Âu Mesolithic, mà không có sự di dân rộng khắp nào cả. Nên lý lẽ ban đầu được Ammerman và Cavalli-Sforza đưa ra cho rằng, ít nhất có vài sự di dân và vài sự nhập cư từ Cận Đông. Trong bầu không khí hàn lâm có quan điểm trái ngược như vậy, các tác giả đã cố gắng mô tả quá trình này bằng những thuật ngữ nghe có vẻ khiêm tốn. Nó được gọi là “dòng khuếch tán – Demie Difussion”. “Diffusion” tức là “sự khuếch tán” còn “Demie” mang nghĩa “của con người”. Vậy Demie Diffusion là một cụm từ nhẹ nhàng chỉ việc di chuyển dần dần lan xa của những người trồng trọt từ nơi của họ ở vùng Cận Đông. Tuy nhiên, dòng khuếch tán không phải là một ý tưởng mang tính mô tả đơn thuần; nó có một cơ sở toán học mạnh mẽ. Nó có nền tảng là mô hình toán học được xây dựng bởi người thầy của Arthur Mourant – nhà di truyền học thống kê vĩ đại R. A. Fisher, người đã phát minh ra mô hình mô tả sự lan truyền của bất cứ thứ gì – con người, thú vật, gen – tỏa lan từ vùng phát triển trung tâm. Mô hình toán học này được đặt cho một cái tựa ghê gớm là “làn sóng của sự tiến triển”.

Trong suốt 20 năm qua, “làn sóng của sự tiến triển”, tên của mô hình toán học đó, đã dần dần thay thế cụm từ “demie diffusion” trong mô tả sự lan tỏa của việc trồng trọt. Tôi không hoàn toàn hiểu được lý do của việc này. Có lẽ khi mô hình trở nên được chấp nhận rộng rãi thì không cần phải trình bày nó với một sắc thái hòa hiếu trong cái môi trường hàn lâm vốn chống lại bất kỳ những lý thuyết nào nói về sự di cư trên diện rộng của con người; hoặc đơn giản chỉ là các

nhà khảo cổ học đã bị mờ mắt bởi sức mạnh của cái cụm từ “làn sóng của sự tiến triển”. Trong bất kỳ một sự kiện nào, hình như sự ghê gớm luôn lấn át sự nhẹ nhàng. Ý niệm về việc ảnh hưởng dần dần của các cư dân nông nghiệp đến sau đã bị thay thế trong tư tưởng của số đông bởi hình ảnh những làn sóng những người trồng trọt ào ạt chiếm giữ lấy đất đai, quét sạch tất cả những ai và những gì trên đường đi của họ. Hình ảnh những người trồng trọt đã tràn lấp những cư dân gốc trở thành tri thức phổ biến trong ngành khảo cổ học.

Cơn “sóng thần” ấy không chỉ mang nông nghiệp đến châu Âu, mà theo như nhà khảo cổ học lỗi lạc Colin Renfrew ở Cambridge, nó còn mang ý nghĩa quyết định sự khởi đầu và phổ biến hệ ngôn ngữ gốc của hầu hết các ngôn ngữ ở đây. Mặc dù điều này chẳng phải hiển nhiên đối với bất kỳ ai ngoại trừ các nhà ngôn ngữ học chuyên nghiệp, không có gì nghi ngờ rằng tất cả những ngôn ngữ được sử dụng ở châu Âu ngày nay đều bắt nguồn từ một gốc rễ chung, chỉ có một vài ngoại lệ. Hệ ngôn ngữ đó là hệ ngôn ngữ Ấn-Âu (Indo-European). Cách thức xây dựng câu cú tương tự nhau và rất nhiều từ ngữ có chung tiết lộ mối quan hệ giữa chúng. (Tuy là mối quan hệ này có thể không rõ ràng với hầu hết chúng ta khi còn phải đánh vật với các cuốn sách thành ngữ để học thuộc.) Nó khiến các nhà ngôn ngữ phải nối kết tiếng Anh với tiếng Bồ Đào Nha, và tiếng Hy Lạp với tiếng Celtic. Ngoại lệ là tiếng Euskara của người Basque, tiếng Phần Lan, tiếng Estonia, tiếng Lap và tiếng Hungary. Trong khi tiếng Euskara là độc nhất trong số những ngôn ngữ châu Âu hiện đại và không thể dễ dàng liên hệ với bất kỳ một ngôn ngữ nào khác (mặc dù vài nhà ngôn ngữ học thấy có mối liên hệ với những ngôn ngữ của vùng núi Caucasus), bốn ngôn ngữ còn lại là thành viên của hệ ngôn ngữ Uralic vốn có nguồn gốc từ phía đông xa hơn.

Yếu tố “Ấn” có mặt trong “Ấn-Âu” bởi vì có một mối liên hệ chặt chẽ (một lần nữa chỉ các nhà ngôn ngữ học mới thấy) giữa tiếng châu Âu và tiếng Phạn. Mối liên hệ này được William Jones khám phá vào năm 1786 khi ông đang làm quan toàn quyền ở Ấn Độ cho chính quyền Anh. Đó thật là một công trình đáng kinh ngạc của một học giả không chuyên. Thật vậy, Jones đã phát minh ra ý niệm về “hệ ngôn ngữ” mà đến nay vẫn là một công cụ chính của ngôn ngữ học so sánh hiện đại. Tư tưởng thiết yếu của “hệ ngôn ngữ” là tất cả những ngôn ngữ khác biệt luôn tiến hóa từ một nguồn gốc chung (ngôn ngữ đó chắc chắn đã tuyệt chủng). Điều này đặt ra một câu hỏi về nơi đầu tiên mà ngôn ngữ Ấn-Âu được sử dụng và một cách quan trọng hơn, làm thế nào chúng lan rộng từ đó ra. Renfrew – nhà khảo cổ học – suy ra rằng ngôn ngữ Ấn-Âu gốc được dùng ở Anatolia ở miền trung Thổ Nhĩ Kỳ, và rồi lan sang châu Âu bởi những người trồng trọt đầu tiên. Sự thay thế to lớn những người săn bắt hái lượm bởi “làn sóng của sự tiến triển” nông nghiệp, một tên gọi sang trọng mà “dòng khuếch tán” lén lút chiếm lấy, chính là thứ cần thiết để ngôn ngữ lan tỏa từ cơ sở của chúng ở Anatolia.

Giờ đây đã có cả một liên minh hùng mạnh của di truyền học, khảo cổ học và ngôn ngữ học ủng hộ cho lý lẽ rằng những người săn bắt-hái lượm thời Mesolithic của châu Âu đã bị lấn át bởi những người trồng trọt thời Neolithic. Thế nên, trước khi chúng tôi cho ra những kết quả sừng sốt của mình, “lẽ phải” được chấp nhận lúc đó là: hầu hết những người châu Âu bản xứ ngày nay không phải là hậu duệ của những người đã trải qua những khắc nghiệt của kỷ Băng Hà cuối, mà của những người trồng trọt chỉ cách đây mười ngàn năm rong ruổi với một túi hạt giống và vài con thú nuôi. Nhưng điều này lại không khớp với độ tuổi của những nhóm ADN. Những tín hiệu mạnh mẽ nhất phát ra từ ADN ti thể trong người châu Âu ngày nay bắt nguồn từ xa xưa hơn rất nhiều so với mười ngàn năm. Do vậy, chúng tôi nhìn nhận đó là những tín hiệu của người săn bắt-hái lượm. Những tín hiệu này không phải là những lời thì thào yếu ớt của những con người thua trận đứng bên lề, mà là một lời tuyên ngôn lớn và vang dội từ những tổ tiên săn bắt-hái lượm của chúng ta: “Chúng tôi vẫn còn đây!”.

Tôi quyết định trình bày công trình của chúng tôi ở Hội nghị châu Âu lần thứ hai về Lịch sử Dân số tổ chức ở Barcelona tháng 11 năm 1995. Tôi biết chắc những nhà chủ xướng của lý thuyết “làn sóng của sự tiến triển” sẽ có mặt ở đó, nên ít nhất những gì tôi phải nói ra sẽ được chú ý tới. Tôi có 20 phút để trình bày. Phòng hội nghị rất lớn với 400 đại biểu và còn nhiều chỗ ngồi nữa. Tôi được giới thiệu bởi nhà tổ chức Sir Walter Podmer, thành viên của Hiệp hội Hoàng gia và là một cộng tác viên lâu năm của Luca Cavalli-Sforza, cũng là đồng tác giả với ông trong hai cuốn sách giáo khoa nhiều ảnh hưởng về di truyền học. Vốn biết Walter ít khi nhận

xét hòa hiếu về những trình bày của người khác, nhưng tôi nghĩ thầm câu giới thiệu của ông: “Và người trình bày kế tiếp là Bryan Sykes, người sẽ nói về ti thể. Mà tôi thì không tin vào ti thể”, là một lời giới thiệu thiếu độ lượng. Tôi bắt đầu trình bày những điểm cơ bản về bản hiệu đính của chúng tôi về tiền sử châu Âu.

Walter và Luca đang ngồi cạnh nhau ở hàng ghế đầu tiên ngay dưới bục thuyết trình. Trong một khán phòng lớn và đông người nghe thể này, thật khó mà để ý hết được ai đang làm gì. Ấy thế mà... Khi tôi đi từ luận điểm này sang luận điểm kia, tôi bắt đầu thấy Walter trở nên kích động, ông bắt đầu lăm bằm một mình, rồi với Luca. Thoạt đầu không thể nghe được, nhưng mỗi lúc mỗi lớn hơn. “Rác rưởi”, “vớ vẩn”; tôi chắc là đã nghe thấy như vậy. Ông bắt đầu bồn chồn, nhấp nhồm trên ghế mỗi lần tôi chuyển sang một trang trình chiếu mới. Khi đi đến trang chiếu kết luận, tôi có thể thấy tai ông xì khói.

Ngay khi tôi vừa kết thúc, Walter và Luca đứng phắt dậy, ném hàng loạt câu hỏi vào tôi. Tôi đã biết Walter quá lâu và đã chứng kiến ông nóng nảy nhiều lần rồi. Tôi đã thấy ông ép các nhà nghiên cứu trẻ bởi lối hỏi mang tính tấn công, nhưng những lúc đó tôi cứ đinh ninh rằng điều tương tự sẽ không xảy ra cho mình. Chỉ có một phương thuốc hiệu quả với Walter, đó là cãi lại. Tôi cũng đã đoán trước sẽ có tranh cãi nảy lửa, và khi chịu sự “tấn công” này, tôi có cảm giác như đang trong một cuộc thẩm vấn ở Tòa án tối cao hay là một cuộc tranh luận sôi sục trong nghị trình của Hạ viện. Tôi bắt đầu tự thấy khoái chí.

Rồi Walter khẳng khái rằng họ (tức là Walter và Luca) chưa bao giờ nói rằng những người trồng trọt lấn át những người săn bắt-hái lượm. Tất nhiên tôi đã mang theo cuốn sách giáo khoa viết chung của họ *Di truyền học, tiến hóa và con người* để chống lại sự khẳng khái kiểu này. Để đáp lời, tôi mở ngay trang có đánh dấu bằng miếng dán màu vàng và đọc to: “*Nếu cộng đồng người châu Âu được cấu thành chủ yếu từ người chăn nuôi-trồng trọt vốn di cư từ vùng Cận Đông, thì gien của người Cận Đông gốc có lẽ đã bị loãng đi dần dần bởi gien của những người bản xứ khi người nông dân tiến về phía tây. Tuy nhiên, mật độ của những người săn bắt hái lượm có lẽ nhỏ và sự pha loãng này (của gien những người Cận Đông) cũng có thể tương đối ít*”. Trắng đen rõ ràng đây, ngay trong từ ngữ của chính họ. Nó rõ là một sự thay thế rộng khắp về tất cả mọi mặt, chỉ ngoại trừ... mỗi cái tên gọi. Walter thở phào phàn nàn cuối cùng và ngồi xuống. Vị chủ tọa thông báo hết phần trình bày của tôi. Vậy là tôi đã “sống sót” qua cú sặc đầu tiên, nhưng ngồi đã châm cho một chiến sôi sục không thể giải quyết cho đến tận 5 năm sau.

Trong khoa học ngày nay, những cuộc hội thảo quốc tế như cuộc hội thảo ở Barcelona rất hữu ích trong việc công bố những khám phá mới và nhận được những phản ứng đầu tiên. Nhưng công trình trình bày ở một hội nghị không có giá trị thực sự cho đến khi nó được công bố ở một tạp chí khoa học. Trước khi công bố, bài báo phải được phản biện bởi các phản biện viên kín, là các chuyên gia trong ngành. Việc phản biện bao gồm kiểm tra kỹ lưỡng số liệu, phương pháp và cả những kết luận của bài báo. Họ làm việc này không lương và dưới một bắt buộc là phải công khai bất kỳ một mâu thuẫn đáng lưu tâm nào. Mặc dù những trình bày ở hội nghị luôn phải chính xác, chỉ đến khi quá trình khảo sát trước khi công bố công trình đó thì những nhận định, kết quả, suy luận và diễn giải mới được kiểm tra lại từ đầu chí cuối. Với những phản ứng dữ dội về bản xem xét lại từ gốc của chúng tôi về tiền sử châu Âu mang về khiêu khích ở Barcelona, không có gì ngạc nhiên khi chúng tôi trình bản thảo cho tờ *American Journal of Human Genetics* – tạp chí hàng đầu của Mỹ về di truyền nhân loại, thì những người phản biện tỏ ra khắt khe hơn thường lệ. Họ nhấn mạnh rằng, phương pháp nghiên cứu tiến hóa bằng mạng lưới mà chúng tôi đã công bố vào năm 1995 là một bài báo quá nặng tính toán học và không rõ ràng, cần phải được giải thích thêm lần nữa trong phụ lục. Họ đòi hỏi thêm những bảng biểu bổ sung mà theo tôi là những bản so sánh cộng đồng lỗi thời. Nhưng cuối cùng, họ đã công bố nó. “*Dòng giống Đồ Đá Cũ và Đồ Đá Mới trong tập hợp gien ti thể người châu Âu*” xuất hiện trong ấn bản tháng 7 năm 1996. Bài báo đang được in. Đã dựng xong quầy triển lãm rồi, giờ chúng tôi đang chờ phản hồi đây.

Trong một thời gian, không có chuyện gì xảy ra cả. Sau đó chúng tôi bắt đầu nghe từ những người bạn rằng công trình này đang được thảo luận, mà tốt nhất thì bị coi là không có giá trị lắm và tệ nhất thì là hoàn toàn sai. Ngạc nhiên thay, mục tiêu chủ yếu của lời xì xào bàn tán lại không phải chúng tôi mà là chính bản thân ADN ti thể, vốn đã tự chứng tỏ rất hữu ích trong

việc giải quyết câu đố về người Polynesia. Đột nhiên nó bị miêu tả là không đáng tin cậy, không ổn định, với quá nhiều những đột biến song song trong đoạn mà chúng tôi đã chọn để sử dụng. Tốc độ đột biến ước lượng bị tấn công và bị coi là sai một cách nghiêm trọng. Điều này có nghĩa rằng, độ tuổi của các nhóm ADN thực tế trẻ hơn rất nhiều so với chúng tôi đã nghĩ, và do đó hoàn toàn phù hợp với mô hình “làn sóng của sự tiến triển” với bản chất là một tập hợp gien từ những người trồng trọt. Điều cuối cùng, ADN ti thể bị coi chỉ là một vật ghi dấu hay một nhân chứng đơn độc của những sự kiện nào đó, mà sự liên quan và giá trị của chúng đối với tiền sử châu Âu như thế nào thì không thể đánh giá được.

Khi một bài báo gây tranh cãi được công bố, thì việc tờ báo khoa học đã công bố nó nhận và công bố những đánh giá phê bình của những người khác trong ngành là chuyện thông thường. Những bài phản biện này nằm dưới hình thức *Lá thư gửi Ban biên tập*. Các tác giả của bài báo gốc được có cơ hội để hồi đáp, và nếu họ thực hiện điều đó, thì cả hai “lá thư” sẽ xuất hiện cạnh nhau trong cùng một ấn bản của tờ tạp chí đó. Không có gì ngạc nhiên khi Cavalli-Sforza đã soạn thảo một lá thư kiểu như vậy về bài báo của chúng tôi và đã được tờ báo *American Journal of Human Genetics* chấp thuận. Ban biên tập đã gửi cho chúng tôi một bản sao lá thư của Luca cùng với lời mời phản hồi nó.

Lá thư là một sự tấn công khinh miệt vào ti thể nói chung và vào sự diễn giải của chúng tôi về dữ liệu của vùng điều khiển nói riêng. Tuy nhiên, nó cũng chứa đựng một phát biểu rất thú vị mà chúng tôi đang chờ để nghe. Mặc dù những ảnh hưởng lẫn át của những người trồng trọt Neolithic trong việc cấu thành tập hợp gien của người châu Âu là luận điểm chính của mô hình “dòng khuếch tán” hoặc là “làn sóng của sự tiến triển” của Luca, chưa có số liệu nào từng xuất hiện để đánh giá phần đóng góp của họ trong tập hợp gien hiện đại đó, kể cả trong chính công trình của Luca. Như vậy chúng tôi không thể đối chiếu với ước đoán của mình là trên dưới 20% người châu Âu ngày nay truy ngược về tổ tiên của họ là những nhà nông nghiệp đầu tiên này. Giả thuyết được hầu hết mọi người đưa ra là những người trồng trọt đã “lấn át” những người săn bắt. Đó chắc chắn là cách mà một thế hệ những nhà khảo cổ học đã diễn giải mô hình “làn sóng của sự tiến triển”. Thế nhưng quy mô của việc nhập cư này chưa từng được định lượng bao giờ. Có lẽ là không có nhu cầu. Mô hình đến lúc này đã đạt được vị thế của nó và tất cả mọi người đều biết – hoặc nghĩ rằng họ biết – nó có nghĩa là gì. Nhưng giờ đây, lần đầu tiên, Luca đưa ra con số tỷ lệ gien của người châu Âu hiện đại cấu thành bởi những người trồng trọt đến từ vùng Cận Đông. Theo như lá thư đó, nó xấp xỉ bằng với tỷ lệ của những biến dị gien đóng góp vào “thành phần chủ yếu thứ nhất” [29]. Thành phần này đã phác nên dòng chảy của gien xuyên qua châu Âu từ đông-nam sang tây-bắc. Và con số đó là 26%. Không có một chứng minh toán học hay bất cứ thứ gì hỗ trợ cho phát biểu này, nhưng chúng tôi sẽ không phiền con số này đâu. Nó đủ sát sao với ước đoán của chúng tôi (là khoảng 20%) từ việc phân tích ADN ti thể, để coi như không còn nhiều điều tranh cãi nữa.

Mặc dù đây là một thông báo mới và quan trọng từ Luca, chúng tôi chắc chắn cần phải hồi đáp lá thư cùng những phê bình về ADN ti thể trong thư của ông. Ông ấy có mọi quyền phê bình. Hoàn toàn hợp lý để đòi hỏi một sự minh bạch tuyệt đối từ bất kỳ người nào dám thử thách một quan điểm đã được chấp nhận từ lâu. Những tuyên bố khác thường, như tuyên bố của chúng tôi, thì cũng đòi hỏi những minh chứng phi thường. Mặc dù vậy, tất cả chúng tôi vẫn cảm thấy chịu nhiều áp lực. Chúng tôi là những cậu nhóc dám cả gan cản đường đi của “Chân lý”. Tuy nhiên, tôi luôn tin tưởng là chúng tôi đã đúng và chưa bao giờ may mắn nghi ngờ điều đó. Còn có gì ngoài việc trả lời những chỉ trích từng cái một.

Chúng tôi rất tự tin rằng phản đối đầu tiên có thể bị bỏ lại – phản đối đó nói rằng: chúng tôi đã lựa chọn ADN ti thể, khu vực điều khiển quá bí ẩn với rất nhiều những đột biến song song và hoàn toàn không đáng tin cậy. Có rất nhiều những thay đổi đơn vị khác có thể được dùng như là những “nhãn mác phân tử” xung quanh vùng ADN ti thể. Nếu chúng tôi vẽ một cây tiến hóa mới sử dụng những dấu hiệu khác thay vì sử dụng đoạn ADN của vùng điều khiển, thì một trong hai điều sẽ xảy ra: hoặc là những nhóm này sẽ hoàn toàn phù hợp với nhóm của chúng tôi hoặc là không. Nếu như nó phù hợp thì đoạn điều khiển phải đáng tin cậy. Còn nếu như nó không giống, thì có nghĩa là đoạn điều khiển coi như bỏ đi, và chúng tôi cũng phải đầu hàng thôi.

Với cuộc kiểm tra này, chúng tôi chung lưng với Antonio Torroni, một nhà di truyền học người Ý ở Roma, người đã bỏ ra nhiều năm phát triển một hệ thống kỹ thuật phức tạp để đọc những “nhân phân tử” này. Ông đưa ra những mẫu mà ông đã kiểm tra để chúng tôi lập chuỗi của vùng điều khiển. Còn chúng tôi mang những mẫu đã được lập chuỗi vùng điều khiển đến Roma để chạy trên hệ thống của ông. Những kết quả có được không thể nào tuyệt vời hơn. Gần như có sự trùng khớp tuyệt đối giữa những nhóm được xác định bởi hệ thống “nhân” của Antonio và của chúng tôi. Một hay hai chênh lệch nhỏ nhanh chóng được giải quyết. Mặc dù có sự giống nhau hoàn toàn – đúng là tới mức thể, chúng tôi vẫn quyết định bỏ luôn việc dùng số để phân loại nhóm và thay bằng sự phân loại dùng chữ cái của Antonio. Giờ thì chúng tôi đã có bằng chứng rằng, vùng điều khiển rất cuộc không phải là một đoạn ADN không kiên định có thể dẫn đến những sai lệch và làm thất vọng, mà nó là một “chiến hữu” rất tin cậy và chân thành, một khi ta hiểu nó.

Những chỉ trích về tốc độ đột biến khó trả lời hơn. Có một sự thật chắc chắn rằng, nếu chúng tôi sử dụng một tốc độ đột biến quá nhỏ so với thực tế do ước đoán sai, thì khi đó độ tuổi của các nhóm có thể sai lệch một cách nghiêm trọng. Nếu như những dự đoán của chúng tôi sai lệch tới mười lần, như một số người nghĩ, thì niên đại các nhóm của chúng tôi đang ở thời Đồ Đá Cũ bỗng trôi dạt về thời Đồ Đá Mới ngay. Như vậy thì chúng tôi bắt buộc phải nói lời chia tay với anh bạn lý thuyết mới này rồi.

Cơ bản có hai cách để dự đoán tốc độ đột biến. Hoặc ta có thể đo nó bằng cách cố gắng quan sát trực tiếp sự thay đổi từ một thế hệ đến thế hệ tiếp theo, hoặc là đếm số đột biến đã tích lũy vào hai nhóm – có thể là những bộ tộc, hai cộng đồng cư dân, hoặc hai loài – mà đã bị tách ra từ khoảng thời gian được biết trước. Ước lượng đầu tiên nhất về tốc độ đột biến, tức là tốc độ của những “đồng hồ phân tử”, đã được thực hiện trước đây bằng cách so sánh con người và họ hàng gần nhất là tinh tinh, rồi kết hợp nó với khoảng thời gian từ khi hai loài có cùng chung tổ tiên, dự đoán là khoảng cách đây bốn đến sáu triệu năm. Tất nhiên, người ta không biết chính xác sự tách biệt giữa con người và tinh tinh diễn ra khi nào, đặc biệt bởi vì chẳng có hóa thạch tinh tinh nào để tìm ra cả. Có một con đường khác cũng đã được dùng là ước lượng tốc độ đột biến đã được tích lũy ở người thổ dân châu Mỹ, những người đầu tiên đã đến được châu lục này cách đây vào khoảng mười hai ngàn năm. Điểm nổi bật là cả hai phương pháp này rất thống nhất với nhau và cho ra một con số vào khoảng một đột biến trong vòng 20 ngàn năm theo một dòng mẹ. Khi truy lại tổ tiên chung giữa hai người hiện đại, như điều tôi đã làm khi dự đoán độ tuổi tổ tiên chung của tôi và Sa hoàng, có hai dòng, mỗi dòng có một cơ hội để đột biến, phát triển lên từ tổ tiên chung đến mỗi người chúng tôi. Chỉ có một đột biến tách biệt trên vùng điều khiển giữa tôi và Sa hoàng, nhưng đột biến đó có thể xảy ra bất cứ nơi nào dọc theo hai dòng mẹ bắt nguồn từ tổ tiên chung của chúng tôi. Ở tốc độ một đột biến trên mỗi 20 ngàn năm dọc theo một dòng, nó đã xác định độ dài *tổng cộng* của hai dòng này là 20 ngàn năm. Cũng bởi vì Sa hoàng và tôi ít nhiều cùng thời, độ dài của mỗi dòng nối về tổ tiên chung do vậy là phân nửa – 10.000 năm. Công trình của chúng tôi ở Polynesia cũng cho thấy một sự thống nhất cực kỳ cao giữa niên đại của việc định cư dựa theo khảo cổ học và theo di truyền học sử dụng tốc độ đột biến này. Nếu tốc độ này sai đi mười lần ở châu Âu, thì nó cũng đã sai ở tất cả mọi nơi khác. Điều đó có nghĩa rằng tinh tinh và con người đã tách biệt nhau chỉ cách đây 400.000 – 600.000 năm, châu Mỹ đã có người định cư đầu tiên cách đây 1.200 năm trước, và Polynesia đã có người khai phá *đầu tiên* cách đây 300 năm – sau cả khi người châu Âu đã đến đó! Điều này hoàn toàn điên rồ và tốc độ mà chúng tôi sử dụng không thể quá sai đến thế.

Đo đạc tốc độ đột biến một cách trực tiếp là một việc khó khăn. Nó đồng nghĩa với việc cố gắng tìm ra một biến đổi giữa một bà mẹ và đứa con. Chúng tôi dự đoán rằng cần phải kiểm tra hàng ngàn cặp mẹ và con để nhặt ra một đột biến mới. Điều này nằm ngoài tầm với và không có gì để bàn nữa rồi. May mắn thay, quá trình đột biến trong ti thể tuy là một quá trình dần dà, nhưng nó hóa ra không quá khó khăn để quan sát bằng một cách khác. Trên thực tế, các đột biến xảy ra một cách độc lập trong từng phân tử ADN khác nhau của từng ti thể khác nhau. Tuy nhiên, trong hầu hết mọi người, các chuỗi ADN ti thể trong tất cả những tế bào sinh dưỡng đều giống nhau hoàn toàn. Hai chân lý này lại đặt ra một nghịch lý. Một đột biến chỉ có thể diễn ra ở một phân tử ADN trên một ti thể trong một tế bào, vậy thì làm sao có thể xoay sở để xâm

chiếm toàn bộ cơ thể?

Để có thể truyền qua một thế hệ mới, một đột biến cần phải xảy ra ở tế bào sinh sản của nữ giới, là một trong những tế bào sẽ được phân chia để trở thành trứng. Một đột biến cũng có thể sinh ra trong các tế bào sinh dưỡng khác – trong da, xương, máu. Tuy nhiên vì những đột biến này không được truyền qua thế hệ kế tiếp, chúng không đóng vai trò nào trong mô hình tiến hóa. Những điều có vẻ luôn xảy ra là, mỗi lần tế bào sinh sản của nữ giới phân chia, nó chỉ lấy theo vài ti thể mà thôi. Nếu như những ti thể có đột biến ADN mới vượt qua được cái phần cổ chai này cùng với “vài ti thể” ở trên, thì chúng có thể tạo ra một tỉ lệ ADN ti thể có đột biến lớn hơn các trong tế bào mới. Khi những tế bào này phân chia, chúng tạo khả năng để cho những đột biến mới sẽ được làm giàu thêm, và cứ như vậy.

Chỉ có 24 lần phân chia tế bào trong tế bào sinh sản của nữ giới giữa một thế hệ và thế hệ tiếp đó. Đây chính là 24 cơ hội cho sự sinh sôi của một đột biến mới; nhưng quá hiếm để đủ cho nó tràn ngập hoàn toàn trong một thế hệ. Cá nhân trưởng thành từ trứng đã thụ tinh này sẽ có sự trộn lẫn giữa hai chuỗi ti thể: chuỗi cũ giống như chuỗi của người mẹ, và chuỗi mới tạo ra do một đột biến mới xuất hiện trong những tế bào sinh sản ban đầu.

Chúng tôi đã xem xét kỹ những kết quả lập chuỗi trong vòng vài năm qua để tìm kiếm những dấu hiệu của sự pha trộn ti thể trong cùng một người. Kết quả là có khoảng 1,5% người có sự pha trộn ti thể lẫn nhau. Sau đó dò theo sự pha trộn này thông qua các dòng họ, chúng tôi nhận thấy rằng cần có trung bình sáu thế hệ để một đột biến trở nên ổn định và duy trì. Chắc hẳn còn nhớ trường hợp khác thường của Sa hoàng, người đã có sự pha trộn giữa hai ADN ti thể khác nhau trong tế bào xương của ông. Có vẻ như ông đang trong bước chuyển khi mà một đột biến mới đang tìm cách “tranh đấu” để đạt được sự ổn định. Cuối cùng nó đã đạt được, như chúng ta có thể quan sát trong tế bào của những người họ hàng hiện nay của ông, như Bá tước Trusbetskoy. Như những gì chúng tôi rút ra được từ thực nghiệm, quá trình này không phải là tất yếu và không đảo ngược. Có một vài đột biến xuất hiện rồi khá dần trong một hoặc hai thế hệ, nhưng rất cuộc sau đó lại trôi vào mờ mịt và biến mất. Như vậy đây là quan sát trực tiếp sự xuất hiện và lan rộng của những đột biến mới, và từ những dữ liệu này, chúng tôi có thể đưa ra một ước đoán riêng biệt về tốc độ đột biến. Phương pháp này hoàn toàn độc lập với những phương pháp phức tạp khác do phải có được niên đại chính xác giữa những sự kiện trong quá khứ, như sự tách rời giữa con người và tinh tinh. Một lần nữa, mặc dù chỉ tương đối, ước đoán độc lập này rất phù hợp với tốc độ đột biến mà chúng tôi đang sử dụng. Chúng tôi đã có câu trả lời cho câu chỉ trích thứ hai, ADN ti thể đã tồn tại với tiếng tăm vẫn còn nguyên vẹn của mình.

Các luận điểm mà Luca nêu ra trong thư của ông mà chúng tôi đã đáp lời, là những câu hỏi có giá trị và nghiêm túc về một công nghệ mới, đặc biệt là công nghệ đã dùng để “viết lại kịch bản” về tiền sử vốn đã chiếm giữ ý nghĩ của mọi người trong thời gian quá dài. Chúng cần được và đã được lật lại để làm sáng tỏ. Nhưng, điều xảy ra kế tiếp đe dọa tiếng tăm không chỉ những nghiên cứu của chúng tôi ở châu Âu, mà là tất cả những công trình về tiến hóa sử dụng ADN ti thể từng được áp dụng trên con người. Đó là câu hỏi về “sự tái hợp” và chúng tôi cần phải giải quyết nỗi ám ảnh của nó.

Nói một cách ngắn gọn, điều làm cho nhiễm sắc thể trong nhân tế bào trở nên rất khó sử dụng để theo dõi lịch sử tiến hóa chính là “thói quen” xáo trộn thông tin ở mỗi thế hệ của chúng. Trước giai đoạn phân chia cuối cùng của những tế bào sinh sản để tạo ra giao tử (tinh trùng hoặc trứng), các nhiễm sắc thể có những cuộc sống riêng biệt nhau và không liên quan gì nhiều với nhau. Tuy nhiên, trong lần phân chia tế bào cuối cùng đó, cặp nhiễm sắc thể thừa hưởng từ mỗi cha mẹ “len lén” gặp nhau, giống như giun đất lúc “hẹn hò”, và bắt đầu trao đổi một chút ADN. Sau sự “âu yếm” này, chúng rút lui và trở về những giao tử khác biệt. Nhưng giờ đây, chúng không còn là những nhiễm sắc thể giống như những nhiễm sắc thể kia nữa mà là những ADN Mosaic (thể khảm). Chúng đã trải qua một việc gọi là “sự tái hợp”. Nó là nguyên nhân cốt lõi cho sự tồn tại của giới tính, vì thông qua nó ta có được khả năng tiềm ẩn để tạo ra những tổ hợp mới và tốt hơn để tạo ra những bước tiến trong tiến hóa.

Sự tái hợp có nhiều ưu điểm cho những nhà khoa học. Nó rất hữu ích trong việc phác thảo ra bản đồ gen của những bệnh di truyền nghiêm trọng trên những nhiễm sắc thể nhất định. Nó cũng là công cụ trong việc tìm ra bộ nhiễm sắc thể của toàn bộ loài người. Nhưng trong việc

theo dõi ADN qua các thế hệ, thì sự tái hợp là một phiên toái rất lớn. Một trong những đặc điểm của ADN ti thể khiến nó trở thành một công cụ rất hữu hiệu trong việc tìm hiểu quá khứ xa xưa của nhân loại chính là ở chỗ, những thông tin nó mang lại cho ta *không* bị xáo trộn bởi sự tái hợp. Sự khác biệt duy nhất giữa chuỗi ti thể của tôi và chuỗi ti thể của mẫu tổ trực tiếp của tôi là sự thay đổi đã trải qua hàng triệu năm thông qua đột biến. Với sự tái hợp, có thể sẽ có chuyện không chỉ có một “tổ tiên ti thể” mà hàng tá “tổ tiên ti thể”. Tất cả những điều đã được giả định về di truyền học ti thể sẽ bị đặt vào vòng nghi vấn.

Thế cho nên, khi hai bài báo công bố về bằng chứng sự tái hợp của ti thể xuất hiện trên ấn bản tháng 3 năm 1999 của tạp chí khoa học uy tín *Proceedings of the Royal Society*, chúng đã tạo ra một làn sóng chấn động khắp thế giới. Các ban biên tập của những tạp chí khoa học hàng đầu, *Science* ở Washington và *Nature* ở London, lập tức công bố những thách thức mang tính nền tảng đối với giới chuyên gia về ADN ti thể. Nếu sự tái hợp *thực sự* diễn ra, như những bài báo trên đã nêu ra, thì có nghĩa là *tất cả* những công trình đã được công bố suốt một thập kỷ trước về tiến hóa nhân loại dựa trên ADN ti thể đều hoàn toàn sụp đổ.

Sự chú ý rộng rãi của giới khoa học tới những bài báo này không phải chỉ ở nội dung, mà còn bởi uy tín to lớn của tác giả của một trong hai bài báo, John Maynard Smith, một nhà sinh vật học tiến hóa người Anh. Ông là thủ lĩnh của những nhà sinh học tiến hóa Anh quốc, tác giả của nhiều cuốn sách giáo khoa và những công trình nhiều ảnh hưởng khác, và vẫn còn hiện diện một cách năng nổ ở tuổi độ 80 của mình. Sự chỉ trích từ một tên tuổi lẫy lừng như vậy, như mũi tên bắn đi không chút lực cản nào, báo hiệu một sự xáo sổ cho chúng tôi và bất kỳ một người nào trong ngành. Cơ sở của những lập luận hoàn toàn mang tính lý thuyết của Maynard Smith là ở chỗ: có quá nhiều những biến dị trong ADN ti thể, mà chỉ mình đột biến sẽ không thể tạo ra ngần ấy được. Nhưng sự thật thì không phải cứ loại trừ những cơ chế khác vốn không thể gây ra “số lượng biến dị cao hơn dự đoán” mà Maynard Smith quan sát thấy là có thể chứng minh cho sự có mặt của sự tái hợp được. Lập luận đó làm ta nhớ lại lời khuyên của Sherlock Holmes dành cho bác sĩ Watson trong truyện *Dấu hiệu bộ tứ*. “Sau khi đã gạt bỏ tất cả những gì không thể xảy ra được, thì giả thiết còn lại, *dẫu là bất bênh, thiếu cơ sở đến đâu chăng nữa*, phải là sự thật”. Nhưng những gì làm cho lập luận của Maynard Smith có sức lôi cuốn chính là những thông báo (trên một bài báo in cạnh đó) về những bằng chứng thực tế của sự tái hợp ti thể trên một hòn đảo nhỏ xa xôi tên là Nguna ở Thái Bình dương. Và tác giả chủ đạo (trong số 6 tác giả) là Erika Hagelberg.

Erika, chắc bạn còn nhớ, đã từng làm việc ở phòng thí nghiệm của tôi trong vụ tái tạo ADN từ xương người đầu tiên hồi cuối những năm 1980. Từ đó đến nay, cô đã tạo được tên tuổi của mình trong ngành ADN cổ và đã tham gia vào vài vụ khám nghiệm pháp y nổi tiếng, nhất là khi cô và đồng sự tái hiện ADN từ di hài Joseph Mengele, viên bác sĩ tai tiếng của Đức Quốc xã đã từng làm những thí nghiệm cực kỳ dã man trên những tù nhân ở trại tập trung tàn bạo ở Auschwitz, Ba Lan. Với những vụ này và vài vụ khác lặn lừng, cô đã tạo nên danh tiếng là một nhà khoa học giàu sáng tạo. Thật không may, nhiều ran nứt trong quan hệ đã nảy sinh trong những ngày cuối cùng mà Erika làm việc trong phòng thí nghiệm của tôi, và bất chấp những nỗ lực thì thoảng từ hai phía chúng tôi nhằm hàn gắn lại, tình hình vẫn không hề được cải thiện mà trái lại càng ngày càng trầm trọng. Sự căng thẳng mới này như một giọt nước làm tràn ly.

Điều cốt lõi trong bằng chứng của Erika về sự tái hợp là một đột biến ti thể đặc biệt ở vị trí 76 trong vùng điều khiển xuất hiện ở một số nhóm khác nhau trên một hòn đảo nhỏ Nguna. Tương tự như bài báo của Maynard Smith hậu thuẫn cho nó, bài báo này cũng *không* là một bằng chứng *trực tiếp* về sự tái hợp của các ti thể. Tuy nhiên, đột biến ở vị trí 76 là cực hiếm ở bất kỳ nơi nào khác trên thế giới. Do đó, việc nó thường xuyên xuất hiện và xuất hiện trong nhiều nhóm khác nhau ở trên cùng một hòn đảo nhỏ cần một lời giải thích đặc biệt. Điều này có nghĩa là: hoặc là những đột biến đó đã xảy ra tự phát trên nhiều nhóm khác nhau, vốn là điều cực kỳ khó xảy ra^[30], hoặc là đột biến ở vị trí 76 trên một nhóm này bằng cách nào đó đã lan truyền sang các nhóm khác. Và điều duy nhất khiến nó có thể xảy ra là sự tái hợp.

Để sự tái hợp của ADN ti thể diễn ra cần có hai điều kiện. Thứ nhất phải có một cách nào đó để cho hai phân tử ADN ti thể dạng vòng xích lại gần nhau và trao đổi những đoạn ADN. Điều này không có vẻ quá khó. Có khoảng tám phân tử ADN trên mỗi ti thể và chúng hoàn toàn được

tân hưởng sự tự do để tiếp cận nhau. Vậy chúng có thể dễ dàng trao đổi ADN với nhau. Điều khó chấp nhận hơn là phải có hai bộ gen ti thể rất khác nhau trên cùng một tế bào. Bởi vì, nếu toàn bộ ti thể trong cùng một tế bào có cùng chính xác một chuỗi ADN, thì chúng có thể trao đổi ADN cho nhau bao nhiêu tùy thích mà không gây ra bất kỳ sự khác biệt nào bởi kết cục là tất cả các ti thể vẫn có cùng chuỗi ADN như nhau. Chỉ khi nào có hai ti thể *khác nhau* trao đổi ADN thì ta mới để ý được sự khác biệt. Vậy thì sự quan sát ở Nguna đòi hỏi phải có những con người lúc đó hoặc trong quá khứ có mang những hỗn hợp ti thể. Một thành phần của hỗn hợp này phải là một ADN thuộc một nhóm, ta gọi là A, có đột biến ở vị trí 76 trong vùng điều khiển. Thành phần kia phải là ADN ti thể của một nhóm hoàn toàn tách biệt, hãy gọi là B, mà không có đột biến ở vị trí 76. Hai ti thể này sẽ trao đổi những đoạn ADN sao cho một đoạn từ nhóm A vốn mang đột biến 76 nhảy sang được nhóm B.

Chỉ có một cách để khiến hai ti thể từ hai nhóm khác nhau vào cùng một tế bào: một trong số chúng phải đến không phải từ trứng mà là từ tinh trùng. Vậy thì, nếu lời tuyên bố về sự tái hợp này đúng là sự thật, nó sẽ là một cú đòn đoi chí mạng. Nó không chỉ khiến việc dõi theo dòng ti thể theo thời gian là điều bất khả vì sự xáo trộn tiềm ẩn trong sự tái hợp, mà còn bởi vì sự di truyền này hóa ra không chỉ hoàn toàn theo dòng mẹ. Không còn an toàn để giả định rằng các ADN ti thể của chúng ta đến từ những tổ tiên theo dòng mẹ nữa. Nó cũng có thể đến từ dòng bố nữa chứ. Cần phải hành động thôi. Một cuộc họp khẩn cấp của chúng tôi diễn ra.

Vincent Macaulay, một nhà vật lý học xuất thân từ một nhà toán học cừ khôi, đã gia nhập nhóm nghiên cứu từ hai năm trước. Anh kiểm tra đi kiểm tra lại những dữ liệu về chuỗi ADN trong bài báo của Maynard Smith. Không thể tin được, rất nhiều trong số những đột biến đó đều là ảo. Hoặc là chúng đã bị sao chép sai lệch từ kho dữ liệu công cộng, hoặc là bản thân những dữ liệu thô khi đem vào kho dữ liệu này đã có sẵn sai lệch (thực tế điều này xảy ra khá thường xuyên). Hai loại sai lệch này gộp chung lại tạo ra nhiều đột biến hơn thực tế. Sau khi sửa chữa những sai lầm trong số liệu và thực hiện lại các phép tính của Maynard Smith, chúng tôi dễ dàng nhận ra sức mạnh của những lập luận toán học về sự tái hợp đó suy yếu đi một cách thê thảm. Ngay lập tức chúng tôi viết thư cho Maynard Smith và ông đã rất lịch sự thừa nhận sai lầm của mình.

Lời nhận định về sự tái hợp mà Erika Hagelberg đưa ra lại là một phát biểu nghiêm chỉnh hơn. Mặc dù không có bằng chứng trực tiếp về sự tái hợp (nên phải xác định chính xác các đoạn ADN nào đã được trao đổi giữa hai ti thể), nhưng hiện tượng này cũng khó giải thích bởi bất kỳ một cơ chế nào khác ngoài sự tái hợp. Nhưng theo tôi, điều này có thể xảy ra chỉ khi đã có một lỗi nghiêm trọng mang tính hệ thống nào đó trong quá trình lập chuỗi những mẫu Nguna. Nghe cũng có vẻ khó xảy ra, bởi vì Erika là một nhà khoa học kinh nghiệm vốn đã quen với nguyên tắc rằng những tuyên bố phi thường đòi hỏi những bằng chứng phi thường. Như thông lệ, những chuỗi này chắc đã được Erika kiểm tra lặp đi lặp lại nhiều lần trước khi đưa ra một kết luận có hàm ý sâu xa như thế.

Bản thân Nguna là một hòn đảo nhỏ bé nằm ngoài khơi Espirito Santo ở Vanuatu, phía tây Fiji, và Vanuatu là quần đảo đã từng được chúng tôi nghiên cứu trước đây trong công trình về Polynesia. Chúng tôi đã được tặng một số mẫu, và khi kiểm tra lại, tôi đã nhận thấy rằng có bốn mẫu đến từ chính Nguna. Vào những ngày trước đó, chúng tôi đã không báo cáo về những đột biến thấp hơn vị trí 93, bởi vì những hệ thống mà chúng tôi đã sử dụng vào thời điểm đó thỉnh thoảng đưa ra những kết quả không đáng tin cậy dưới vị trí đó. Bởi vậy, không có gì là ngạc nhiên khi dữ liệu máy tính trước đó của chúng tôi cho thấy không có một đột biến nào ở vị trí 76 quan trọng này. Tuy nhiên, chúng tôi vẫn còn giữ những phim X-quang cũ, mà trên đó những chuỗi ADN đã được thể hiện bằng các dải. Không biết phép màu nào mà tôi đã tìm được cái đĩa đựng phim Nguna chụp vào ngày 2 tháng 6 năm 1992, và chất lượng vẫn hoàn hảo. Tôi có thể dễ dàng đọc rõ chuỗi ADN cho tới vị trí 76 và thấp hơn nữa. Không có dấu hiệu của sự thay đổi ở vị trí 76 ở bất kỳ mẫu nào trong số đó. Tôi lập tức đến gặp người đồng nghiệp đã cung cấp những mẫu máu gốc để giải thích những gì tôi đã tìm thấy, ông đưa ra thêm vài mẫu Nguna nữa, và chúng tôi kiểm tra những mẫu này để tìm ra những thay đổi ở vị trí 76. Không có mẫu nào có cả. Không thể tin được rằng, chúng tôi không thể tìm ra bất kỳ một đột biến 76 nào trong số 20 mẫu từ một hòn đảo nhỏ bé như thế, trong khi Erika báo cáo phân nửa số mẫu

của cô lấy từ cùng nơi ấy là có đột biến.

Tình hình trở nên nghiêm trọng tới mức chắc chắn chúng tôi phải liên hệ với Erika. Và tôi gửi email cho cô ở Dunedin, New Zealand, nơi cô đang làm việc ở Đại học Otago. Do đã có quan hệ căng thẳng trước đây, tôi cố gắng tỏ ra rất lịch sự và đi thẳng vào vấn đề. Tôi giải thích rằng chúng tôi không tìm thấy bất kỳ đột biến nào ở vị trí 76 trong những mẫu lấy từ cùng một hòn đảo bé nhỏ đó. Liệu cô có thể cho tôi biết nguồn gốc của những mẫu Nguna mà cô công bố, và gợi ý cho tôi để có thể tái hiện kết quả tìm kiếm của cô hay không? Cô hồi đáp rằng cô rất chắc chắn về những mẫu đó, sẽ kiểm tra lại kết quả khi có thể, rằng cũng có khả năng có sai lầm trong quá trình lập chuỗi, nhưng cô cũng đã làm việc với rất nhiều dữ liệu nên kết luận đưa ra là rất đáng tin cậy. Hiểu được mức độ nghiêm trọng của tình hình và tác động của nó, thậm chí là những nghi ngờ về sự tái hợp ti thể sẽ tác động lên danh tiếng cả ngành, nên tôi viết một yêu cầu thứ hai về các mẫu ở Nguna. Cách hỏi thăm này cũng không bình thường cho lắm, nhưng không phải là chưa có ai làm bao giờ. Tôi đề cập trước đó rằng đối với mọi bài báo khoa học được công bố, luôn có ngầm ý rằng, bất cứ khi nào có thể, dữ liệu thô phải luôn sẵn sàng để những nhà khoa học khác có thể xác nhận. Nguyên tắc này là rất cơ bản trong nghiên cứu khoa học. Không có sự xác nhận độc lập của một nhóm khác, hay ít nhất là một cơ hội để thực hiện điều đó, những kết quả khoa học sẽ không có giá trị. Trong hầu hết các trường hợp, một cuộc kiểm tra thực tế thường không cần thiết, bởi vì sẽ có những kết quả mới nhanh chóng xác nhận kết quả cũ. Nhưng đây là một tình huống mà trong đó toàn bộ một ngành bị đe dọa tuyệt chủng. Sự thật về những mẫu Nguna cho dù là gì đi nữa cũng phải được tìm ra. Và phải tìm nhanh chóng.

Tôi rất buồn phải báo cáo rằng những yêu cầu về mẫu Nguna chẳng có kết quả gì. Tôi cũng không biết có những phòng thí nghiệm nào khác cố gắng liên hệ với Erika để tái hiện các kết quả hay không. Trong khoảng thời gian này, danh tiếng của ti thể với tư cách là một công cụ đáng tin cậy đang trên đà xuống dốc. Ngay cả những sinh viên chưa tốt nghiệp cũng được nghe về điều này. Trong kỳ thi về nhân chủng sinh học năm 1999 ở Oxford, sự "băng hà" của ti thể xuất hiện trong đa số những câu trả lời của sinh viên. Rồi trong một cuộc họp của khoa động vật học, nơi người ta trình bày những công trình mới của Maynard Smith, tôi cảm thấy cực kỳ khó chịu khi đến phần giải đáp thắc mắc ở cuối bài trình bày. Lúc đó tôi cứ phải đứng ra bảo vệ danh tiếng của ti thể trước đám đông khán giả, gồm cả những vị có tầm cỡ và ảnh hưởng lớn trong ngành sinh học tiến hóa, những người luôn trong tư thế sẵn sàng xóa sổ vai trò của ti thể.

Đến lúc đó thì tôi đã khá chắc chắn rằng dữ liệu của Erika là sai. Tuy nhiên, ý nghĩ đó cũng chẳng giúp được gì. Cũng chẳng hữu ích gì khi công bố kết quả của chúng tôi từ cùng một hòn đảo. Vẫn còn đó nhiều điều chưa chắc chắn, và bài báo gốc vẫn còn đứng vững ở đó. Nếu như bài báo đó sai, thì nó phải được chính bản thân Erika đính chính trên những tạp chí khoa học. Trong thời gian đó, tôi cũng cố gắng rất nhiều để liên hệ với các đồng tác giả của bài báo đó, nhưng tuyệt nhiên vẫn không có một tín hiệu gì từ họ cả.

Tháng 9 năm 1999, sắp sửa có một hội nghị khoa học ở Cambridge mà cả tôi và Erika đều có mặt để trình bày. Đó là cuộc hội thảo về châu Âu, và tôi chỉ trình bày một bài báo trước đó về công trình châu Âu của chúng tôi. Erika đã được mời để nói về những hòn đảo Thái Bình dương, và như chúng tôi dự đoán, đó là về sự tái hợp ti thể. Nói chung, những hội thảo khoa học thường diễn ra trong không khí rất lịch sự. Có một lời giới thiệu ngắn gọn từ chủ tọa, người thuyết trình sẽ bước lên trình bày bài báo, thường là bằng máy tính hay đèn chiếu truyền thống; kết thúc là vài tràng pháo tay lịch sự, vài câu hỏi từ khán giả, có thể có thêm vài tiếng vỗ tay nữa; rồi vị chủ tọa giới thiệu người trình bày kế tiếp. Trong lần đó, khi Erika sắp sửa trình bày, sự mong đợi hiện rõ từ phía khán giả, sự mong đợi tỏa lan trong không gian, cả khán phòng im phăng phắc như không muốn lỡ mất một lời.

Erika bắt đầu bằng việc nói rằng cô sẽ không phát biểu về sự tái hợp. Những tiếng xì xầm ngạc nhiên lan truyền khắp khán phòng. Vì sao cô ấy phải đi đến nửa vòng trái đất để dự cuộc hội nghị về lịch sử di truyền học châu Âu này nếu không phải để nói về sự tái hợp ti thể? Khi cô bắt đầu nói về những khía cạnh khác về công trình của cô ở Thái Bình dương, tôi biết mình phải đặt câu hỏi về công trình ở Nguna mặc dù nó không phải là điểm chính trong bài trình

bày. Đó là cách duy nhất để tìm ra sự thật. Liệu cô ta có khẳng khẳng với câu chuyện của mình không? Khi cô kết thúc bài trình bày, tôi giơ tay và vị chủ tọa mời tôi đặt câu hỏi. Thực sự tôi rất căng thẳng, tôi có thể nghe tim mình đập thình thịch. Nhưng vấn đề này quan trọng tới mức tôi phải cố nén xúc động, và cố hết mức để trình bày câu hỏi bằng một giọng không chứa đựng cảm xúc gì.

“Erika ạ”, tôi bắt đầu, “mặc dù chị không đề cập đến vấn đề này rõ rệt trong bài nói, nhưng chị cũng biết, đã có rất nhiều người lưu tâm đến tuyên bố của chị về việc tìm ra các ví dụ của tái hợp ti thể ở đảo Nguna. Chị cũng biết rằng, phòng thí nghiệm của tôi không tìm thấy bằng chứng về sự tái hợp trong những mẫu từ cùng hòn đảo đó. Đã có một ý kiến trên một bài báo khoa học (không phải của tôi), cho rằng có thể có một lỗi mang tính hệ thống trong các chuỗi ADN xuất hiện trong bài báo. Liệu chị có thể đáp lại ý kiến này hay không?”.

Cô ấy đã trả lời ngay lập tức rằng cô đã kiểm tra các chuỗi rồi và bảo lưu quan điểm của mình.

Tôi buộc phải tiếp tục. “Trong trường hợp đó thì”, tôi đáp lại, “tại sao chị lại từ chối yêu cầu mượn mẫu của chúng tôi để các chuỗi đó được kiểm tra lại một lần nữa một cách độc lập?”.

Cả phòng hội nghị đông cứng lại trong sự im lặng tuyệt đối.

“Tôi đâu có từ chối”, cô trả lời.

“Nhưng chị đã từ chối trả lời yêu cầu của tôi, thì cũng như thế cả thôi”, tôi phản đối lại.

Sắp sửa nẩy lửa rồi đây! Erika buộc tội tôi là muốn theo đuổi vấn đề vì có động cơ cá nhân chứ không phải động cơ khoa học gì cả. May mắn thay, trước khi tôi có thể trả lời cú sac này thì có một ai đó đặt một câu hỏi có liên quan về dữ liệu tái hợp. Nhưng người này cũng nhận được câu trả lời mà theo tôi là cũng chẳng thỏa đáng không kém. Ấy vậy mà cho dù đến cuối buổi hội nghị, chắc chắn có rất nhiều người trong khán giả phải có nghi ngờ về bài báo đó đó, nó vẫn đứng vững. Chưa có sự rút lui nào. Chưa có.

Sau hội nghị đó, Erika chịu áp lực từ một đồng tác giả trong bài báo gốc buộc phải công khai vấn đề. Cuối cùng, cô ấy thừa nhận rằng những chuỗi đó đã thực sự sai. Đó là vào tháng 8 năm 2000, gần 18 tháng sau khi bài báo đầu tiên ấy xuất hiện, bản đính chính mới được công bố. Vì một lý do không thể giải thích nào đó, những chuỗi đầu tiên của vùng điều khiển đã bị dịch đi mười đơn vị. Đây là điều có thể xảy ra nếu máy đọc chuỗi bị cố ý chỉnh sửa. Đơn vị ADN ở vị trí 76, mà máy tính đã ghi nhận như là một đột biến, thực tế mà một đơn vị bình thường ở vị trí 86. Như vậy rốt cuộc là không có đột biến nào ở vị trí 76. Quá trình đi tìm sự thật là một trải nghiệm căng thẳng, mệt mỏi và phiền lòng. Tất nhiên, ai cũng có thể phạm sai lầm. Nhưng việc để mất quá nhiều thời gian cho việc làm rõ sự thật trong một vấn đề lớn và có nhiều ứng dụng như thế, theo tôi là một tinh thần trái khoa học. Nhưng đây rồi. Ti thể đã sống sót qua nỗi sợ hãi tái hợp.

CỤ CHEDDAR LÊN TIẾNG

Mặc dù giờ đây các lý lẽ khoa học của chúng tôi đã tỏ ra rất chặt chẽ, tôi vẫn e có một lỗ hổng nào đó trong phần trình bày về tiền sử châu Âu mà biết đâu ngay cả những lời phản biện khắt khe nhất cũng đã bỏ sót. Sự phản biện đã rất hữu ích, vì nó đã khiến chúng tôi phải kiểm tra và chứng minh ý nghĩa khoa học của công cụ chính trong nghiên cứu của chúng tôi, chính là ADN ti thể, trên mọi phương diện mà ta có thể thấy được. Chúng tôi đã kiểm tra rồi tái kiểm tra. Chúng tôi đã bỏ ra nhiều tuần liền để chạy những phiên bản khác nhau của chương trình tính toán mạng lưới tiến hóa, và tất cả chúng đều cho ra cùng một kết quả. Chúng tôi đã vượt qua cơn bão của sự tái hợp. Đến lúc đó, chúng tôi vẫn cảm thấy chắc chắn rằng, các chương chủ đạo của lịch sử di truyền học châu Âu đã được viết vào thời săn bắt hái lượm, trước khi những người trồng trọt đến đây rất lâu. Để mọi điều tốt đẹp hơn, nền văn minh nông nghiệp đã thêm vào một vài đoạn quan trọng, nhưng chắc chắn nó đã không gạch bỏ hết những chương đầu đó. Chúng tôi cảm thấy rất tự tin rằng, hầu hết những người châu Âu bản xứ có thể truy về nguồn gốc theo dòng mẹ đến những người săn bắt hái lượm đã sống vào buổi bình minh của thời Đồ Đá Mới, khi nông nghiệp mới bắt đầu.

Tuy nhiên, mặc dù chúng tôi tin chắc vào dữ liệu và cách thức mà chúng tôi diễn giải dữ liệu, những kết luận của chúng tôi vẫn chỉ là những suy luận về quá khứ. Những suy luận này dựa trên một lượng lớn dữ liệu và các phương pháp thống kê hiệu quả, nhưng dù gì đi nữa, chúng cũng vẫn chỉ là những suy luận. Thế nên tôi vẫn cảm thấy hơi lo lắng. Có lẽ chúng tôi đã phạm sai lầm về độ tuổi? Không, tôi không nghĩ vậy. Nhưng giả dụ chúng tôi đã sai lệch đi hai lần thì sao? Giả dụ những sự kiện mà chúng tôi đã xác định niên đại là 50 ngàn năm thực tế chỉ xảy ra cách đây 25 ngàn năm thì sao? Quan trọng hơn, giả dụ những nhóm ti thể chủ yếu mà chúng tôi đã xác định là có tuổi gần gần giai đoạn kết của kỷ Băng Hà cuối, khoảng giữa 15 và 20 ngàn năm, cũng bị sai như vậy, cho nên chúng thành ra là dưới mười ngàn năm thì sao? Thế thì nó mang họ lại quá gần với thời kỳ Đồ Đá Mới, và như vậy có nghĩa họ cũng có thể là một phần của làn sóng cư dân nông nghiệp cận Đông mất rồi còn gì!

Những gì chúng tôi cần là một cuộc kiểm tra trực tiếp ADN lấy trên những hóa thạch người có niên đại đã được xác định là trước khi nông nghiệp có mặt. Chỉ cần chúng tôi tìm ra được ADN trên xương cốt của những người săn bắt, vốn đã sống hàng ngàn năm trước khi nông nghiệp từng được phát minh ra, và thấy nó thuộc vào một trong những nhóm chính yếu này thì coi như mọi việc được giải quyết. Khi đó, chúng tôi chẳng cần phải dựa vào việc tái dựng ADN từ chuỗi hiện đại nữa, mà tìm ra được chính ADN thực chất của thời Palaeolithic châu Âu. Nếu thế, những nhóm ti thể này chắc chắn đã đến châu Âu hàng ngàn năm trước khi nông nghiệp đến nơi, và niên đại ước lượng của chúng tôi phải đúng. Trái lại, nếu như ADN từ những hóa thạch rất xa xưa ấy không giống với bất cứ thứ gì mà chúng tôi tìm được ở châu Âu, thì nền tảng lý thuyết của chúng tôi có nguy cơ sụp đổ. Lúc đó, chúng tôi không thể nào chắc chắn liệu tổ tiên của đa số những nhóm hiện đại đã ở châu Âu trước thời trồng trọt hay chưa.

Xương cốt người từ thời Đồ Đá Cũ Thượng thì rất hiếm và chỉ thấy thưa thớt vài nơi. Thứ nhất, mười ngàn năm là một thời gian rất dài, và chỉ trong trường hợp tốt nhất thì những bộ xương này mới có thể tồn tại lâu đến thế. Vậy nên, bất kỳ một bộ xương nào còn tồn tại đều là những mẫu vật được bảo quản nghiêm ngặt trong các bảo tàng, vì đúng là cần được như thế. Chúng tôi phải chuẩn bị đề án nghiên cứu thật tốt mới có thể thuyết phục được người phụ trách bảo tàng cho phép lấy mẫu trên một thứ hiếm hoi như vậy. Có một thuận lợi là, ít nhất tôi được ghi nhận là đã lấy được ADN từ những mẫu xương cổ xưa. Cùng với những đồng nghiệp của mình, tôi là người đầu tiên đã từng làm điều đó với bộ xương Abingdon vào năm 1989, mặc dù trong vụ đó (trường hợp này), nguyên vật liệu chỉ là một mẫu xương cổ vài trăm năm mà thôi. Công trình của tôi sau đó trên Người Băng đã được biết rộng rãi và được đánh giá rất cao. Nhưng đó là một vụ đặc biệt với một xác người hoàn toàn đóng băng. Năm ngàn năm thì đúng là rất lâu, nhưng không đủ lâu để kéo dài đến trước thời nông nghiệp. Mặc dù ADN của Người Băng thuộc về một trong những nhóm chính yếu, nó không củng cố được lý thuyết của chúng tôi vì ông đã sống hai ngàn năm *sau* khi nông nghiệp đến được dãy An-pơ. Chúng tôi

phải tìm kiếm những xương cốt ít nhất lâu gấp đôi Người Bàng. Nhưng sự thực thì Người Bàng là người cổ nhất đến bảy giờ từng được chiết xuất ADN thành công. Là một thi thể chôn vùi trong băng sâu đến như vậy, ông là một trường hợp ngoại lệ. Không có gì bảo đảm rằng xương bình thường có thể giữ ADN đến năm ngàn năm, chưa nói gì đến mười ngàn năm.

Mặc dù ADN rõ ràng là một phân tử cứng cáp hơn rất nhiều so với người ta tưởng, (có người đã không dám lấy ADN ra khỏi tủ lạnh để phân tích vì sợ chúng bị phân hủy), nó cũng không thể tồn tại lâu dài một mình được. Chúng cần phải được giữ trong xương để tồn tại hàng ngàn năm. Thứ phân biệt xương và răng với tất cả cơ bắp khác chính là chất hydroxyapatite – một khoáng chất rắn với thành phần chủ yếu là canxi. Chất này bảo vệ protein và ADN khỏi bị phân hủy bằng cách ngăn chặn sự xâm nhập của vi khuẩn và nấm, vốn là các tác nhân hủy hoại các cơ mềm khác trên phần còn lại của thi hài. Một khi những khoáng chất vẫn còn nguyên thì ADN còn có cơ hội khỏi bị hủy hoại. Nhưng nếu canxi không còn thì ADN cũng bị phân hủy và nhanh chóng biến mất. Canxi là chất kiềm nên nó tồn tại lâu trong đất kiềm, lâu hơn những môi trường khác rất nhiều. Trong đất trung tính và đặc biệt là đất acid, ADN có tuổi thọ ngắn hơn. Những thi thể chìm trong than bùn ở phía bắc châu Âu, cho dù có da và tóc vẫn còn nguyên, vẫn nhìn rúm rỏ và giống như bị xẹp hơi vì canxi trong xương đã bị hòa tan vào đầm lầy acid. Có rất nhiều protein trong các thi hài đó, bởi vì chúng được acid bảo vệ chống lại sự phân hủy, vì acid vốn giết các loại vi khuẩn và nấm. Tuy nhiên, do cấu trúc phân tử của nó, ADN bị cắt thành nhiều đoạn rất nhanh ngay cả trong acid loãng. Do vậy, thật không may là những thi hài dưới bùn không phải là một nguồn cung cấp ADN cổ đại có giá trị.

Hơi nóng cũng là tác nhân xấu. Các xác ướp Ai Cập là những mục tiêu đầu tiên và được đặt nhiều hy vọng tìm được ADN cổ đại, và đúng là đã tìm được một chút nào đó. Nhưng chỉ tìm được trong xác của những người giàu có, được ướp cẩn thận tránh khỏi mục rữa không chỉ do các tác nhân bảo quản tự nhiên trong dung dịch ướp, mà còn bởi nhiều lớp quách bằng gỗ và đá. Những lớp áo quan này niêm cái xác dưới những hầm mộ nhằm tránh khỏi nhiệt độ thiêu đốt của mặt trời. Còn có hàng ngàn xác của người nghèo được chôn kém kỹ lưỡng hơn rất nhiều trong những nấm mồ cạn, chỉ ngay dưới cát. Dù những xác ướp này chỉ có tuổi khoảng hai, ba ngàn năm, chúng hầu như không chứa chút protein hay ADN nào. Chất canxi vô cơ không bị ảnh hưởng của nhiệt độ, nhưng những phân tử hữu cơ đã mất hết từ lâu do bị gãy vỡ rồi bị tẩy đi bởi nhiệt độ thiêu đốt trên sa mạc.

Như vậy thì chúng tôi cần phải tránh những xác chết ở những xứ nóng và những nơi có acid, thế là chúng tôi hướng sự chú ý vào những hang động đá vôi ở phía bắc châu Âu. Trong những hang động này, nhiệt độ mát, và quan trọng hơn, luôn ổn định quanh năm. Sự thay đổi nhiệt độ mỗi ngày từ lạnh sang nóng rồi ngược lại ở vùng sa mạc Ai Cập chắc là làm tổn hại ADN nhiều hơn chỉ có sức nóng một mình. Một nhiệt độ vừa ổn định vừa mát mẻ thì hứa hẹn hơn. Nhưng điều làm vùng đá vôi có giá trị nhất trong việc này chính là do tính kiềm của nó. Hóa chất cấu tạo nên xương và đá vôi tương tự nhau về mặt hóa học. Chúng đều là các hợp chất của canxi. Nước khi chảy qua hang đá, tạo ra các măng đá và nhũ đá và bao phủ trần hang bằng các phiến đá chảy, hòa tan rất nhiều canxi. Canxi có ở khắp nơi. Nhờ thế nên xương nằm trong hang đá vôi không bị tẩy mất khoáng chất. Nếu khoáng chất được giữ lại, và nếu nhiệt độ không quá cao, chắc chắn ADN cũng vẫn còn lại.

Hang động ở Cheddar Gorge thuộc hàng những hang động nổi tiếng nhất ở nước Anh. Một con đường nhỏ, lồng lộng gió, nối liền từ đỉnh của vùng núi Mendip khoảng 20 dặm về phía tây của thành phố Bath. Thoạt đầu, nó cũng giống như mọi thung lũng cây cối khác trong vùng đó. Cây tần bì và táo gai mọc hai bên đường đi và vào mùa xuân, khu rừng ngập đầy hoa trắng và mùi hăng của tỏi dại. Đi xuống chút nữa, hai bên thung lũng ngày càng cao lên và cây cối nhường chỗ cho sườn núi ngày càng dốc. Cho đến khi cách đỉnh núi chừng một vài dặm, ta đang đứng giữa những bức tường khổng lồ bằng đá vôi cao 300 feet (khoảng 100 mét). Ngoại trừ đáy của hẻm núi thì không có dấu hiệu nào của con suối đã hình thành ra nó. Nó đã biến mất dưới lòng đất từ rất lâu, khi nó kiến tạo những hang động và những hẻm hóc từ đá núi. Khi những mái trần đá sập xuống, rồi lại sập nhiều lần nữa thì một hẻm đá được hình thành. Những hang động mới nhất vẫn còn ở đấy, vẫn chưa bị phá hủy bởi sức nặng của nước và trọng lực. Trong một thành phố du lịch rộn rịp của Cheddar ở chân hẻm núi, hang động tạo ra những

nguồn kinh doanh béo bở còn pho-mát thì tạo ra sự nổi tiếng cho thành phố. Bên phía tay trái của hẻm núi, đối diện trực tiếp với quán bar Cá và Gà hang Cheddar, có lối vào bị che khuất một phần bởi cà phê Thám hiểm và một cửa hiệu nữa, là một trong những hang động lớn nhất và nổi tiếng nhất trong số những hang ở đây: hang Gough. Trong một bảo tàng gần lối vào hang là bức tượng của một cư dân tiền sử được ghi nhận nhiều nhất: Người đàn ông Cheddar. Ông đã được khai quật vào năm 1903 và sau đó được xác định niên đại bằng phương pháp đo phóng xạ carbon là khoảng cách đây 9000 năm, ít nhất 3000 năm trước khi nông nghiệp đặt chân đến nước Anh. Bức tượng đúc là bản sao của bộ xương gốc được lưu giữ ở Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên ở London, dưới sự trông nom của Christ Stringer, trưởng Nhóm Nguồn gốc Nhân loại. Tôi gọi điện cho ông và sắp xếp một cuộc hẹn.

Tôi đã được biết Christ qua danh tiếng của ông và được gặp ông một lần trong cuộc hội thảo ở đảo Sardinia, Italy. Bảo tàng Lịch sử Tự nhiên tôi đã biết từ thời thơ ấu. Thời ấy, được đi thăm bảo tàng này là một phần thưởng của mẹ dành cho hai anh em tôi trong những ngày nghỉ học. Khi tôi hướng bước chân về phía cổng vào [\[31\]](#) vươn lên sừng sững, tôi cảm thấy một sự phấn khích thực sự khi được trở về viện bảo tàng, nhưng không phải như một cậu học sinh mà là một nhà khoa học chuyên nghiệp. Để đến được văn phòng của Chris Stringer, tôi phải đi băng qua bộ xương của một chú khủng long khổng lồ, *Dipodocus*, choán lấy khu sảnh vào hoành tráng. Rồi tôi quẹo phải vào một hành lang rộng, trên những bức vách treo những bộ xương của những con thằn lằn cá (Ichthyosaur) và những loài bò sát biển khác vẫn còn nằm một phần trong đất sét xanh vùng vách đá Dorset nơi chúng được tìm thấy. Nhưng khi tôi bước qua cánh cửa phòng thực vật học, không khí và cách trang trí thay đổi đột ngột: từ ấn tượng chuyển sang hiện đại. Từng hàng nối hàng những tủ không tên đựng những di vật quý được phân loại. Văn phòng hiện đại của Christ Stringer bắt đầu từ chúng tích lặn im một cách lạ lùng, những kiệt tác vô giá của thiên nhiên.

Nhấp một ngụm trà, tôi không mất nhiều thời gian để giải thích lý do mong có được mẫu hóa thạch người từ thời Palaeolithic, ông đã đọc về những cuộc tranh luận do công trình về tiền sử châu Âu của chúng tôi khơi mào, và nhanh chóng hiểu được ý nghĩa của việc kiểm tra ADN từ một bộ xương tiền nông nghiệp, ông hỏi về khả năng khôi phục được ADN, bất kỳ loại nào, nếu ông ấy cho phép chúng tôi kiểm tra. Nhưng tôi không thể đưa ra một câu trả lời chắc chắn. Suy cho cùng, Người Băng là một trường hợp khác thường nên không thể hứa rằng chúng tôi có thể đạt kết quả tốt từ một bộ xương không được đóng băng với gấp đôi số tuổi. Không có lời bảo đảm đó thì dễ hiểu là Christ rất do dự trong việc cho phép chúng tôi trích ra một chút từ một thứ quý giá như xương Cù Cheddar. Nhớ tới việc mình đã từng thành công với xương thú từ vụ chiếc tàu đắm *Mary Rose*, tôi đưa ra một đề nghị mà hy vọng có thể giúp chúng tôi thoát khỏi ngõ cụt này. Nếu có bất kỳ xương thú vật nào từ hang Gough có tuổi tương đương, liệu chúng tôi có thể thử nó không? Nếu như thành công; chúng tôi tin chắc là những điều kiện trong hang động đủ tốt để bảo tồn ADN trong mười ngàn năm. Hạnh phúc thay, có nhiều xác thú vật trong hang Gough và chúng tôi trở về Oxford với một mẫu xương nai.

Trong vòng một tháng tôi trở lại văn phòng của Chris với một tin tốt lành. Có rất nhiều ADN trong mẫu xương nai đó. Chris đồng ý rằng đây là một bằng chứng đủ thuyết phục để tôi lấy mẫu từ xương người. Trên bàn làm việc, ông cẩn thận đặt ra di hài thực sự của Cù Cheddar, mỗi thứ đựng trong một thùng giấy carton có chèn lên cotton. Hộp sọ đựng trong một hộp gỗ vừa vặn, với lớp xốp cao su đỡ chắc chắn vì nó được dựng lại tỉ mỉ từ hàng tá hoặc rất nhiều những mảnh vỡ được dán xi măng lại với nhau. Tôi không dám đụng vào nó. Cuối cùng, chúng tôi dừng lại ở một mẫu xương ngón chân cái trông có vẻ cứng cáp. Chris gói nó trong một thùng carton nhỏ và tôi lấy nó trở về phòng thí nghiệm.

Ngày hôm sau, tôi cẩn thận khoan xuyên vào cái xương. Nhìn bề ngoài nó là một miếng xương cứng cáp, nhưng thực tế là không. Chẳng mất tí thời gian nào, tôi đã xuyên qua lớp vỏ xương mỏng vào phần xốp tổ ong bên trong. Những mảnh đen rơi từ những lỗ khoan xuống đồng bột xương màu nâu. Những mảnh đen đó nhìn không hề giống xương, mà chắc là những cục đất nhỏ xuyên qua khe nứt vào trong xương. Tôi nhặt chúng ra từng miếng một bằng một cái kẹp nhỏ, rồi bỏ sang một bên. Chính xác có 17,8 miligram bột xương Cù Cheddar. Vậy là đủ; tôi không muốn khoan thêm lỗ nào nữa. Ngày hôm sau, tôi thấy cách này không hiệu quả.

Không có bất kỳ dấu hiệu của ADN nào. Các lần chạy với ADN thử đều hoạt động hoàn hảo. Những chấm đèn huỳnh quang màu cam sáng xác định sự có mặt của ADN được khuếch đại, đều nằm bên phía bên cực dương. Sau đó, những tấm phim trắng chạy thử cùng lúc với nước mà chưa cho bột xương để kiểm tra sự nhiễm bẩn, tất cả đều trắng cho thấy mọi thứ đều sạch. Nhưng khi cho những mẫu trích ra từ ngón chân của người Cheddar, phim cũng vẫn trắng như vậy. Thật là một thất vọng cay đắng.

Tôi trở lại London để kể lại vấn đề này với Chris. Chúng tôi đã biết rằng sự thành công với xương động vật có nghĩa là môi trường hang Gough đủ tốt để bảo tồn ADN trong vòng ít nhất mười ngàn năm. Tuy nhiên, có thể sự thật là những cái xương này đã nằm ngoài cái hang trong gần cả thế kỷ nay rồi và đã có điều gì xảy ra với nó. Có thể là chất keo dùng để cố định xương đã can thiệp vào quá trình trích ADN. Hoặc có thể là chẳng có chút ADN nào ở đó cả. Để chúng tôi có thể vừa suy nghĩ vừa xem xét, Chris lại vào mang bộ xương trở lại phòng làm việc và đặt lên bàn. Thật không dễ để liên hệ cái sọ này với một người đang sống, nhưng khi tôi nhìn vào nó để trên bàn, tôi bắt đầu tưởng tượng ra da thịt của cái đầu. Viết ra thế này thì nghe có vẻ rùng rợn, nhưng lúc đó tôi chẳng mấy may nghĩ tới chút nào. Trong trí tưởng tượng của tôi, cái sọ không còn là mảnh xương vô hồn nữa mà là hiện lên như một con người thực sự. Tôi không có một hình dung rõ ràng về hình dạng của ông, không biết được ông có tóc đen hay vàng, mắt nâu hay mắt xanh thẫm, nhưng tôi thực sự có một cảm giác mạnh mẽ rằng đó là một con người. Có thể nhìn lạ lùng, xa cách, và cổ xưa..., nhưng ông thực sự là một con người với những câu chuyện ông có thể kể về cuộc đời ông, gia đình ông. Tôi nhấc cái hàm dưới lên và nhìn kỹ, những chiếc răng này chắc ông đã dùng để ăn quả phỉ và nhai thịt nai sống đây. Men răng đã ngả màu nâu, nhưng răng không bị sâu. Kỳ thực chúng nhìn rất khỏe mạnh so với bộ răng đã trám nhiều chỗ của tôi. Khi tôi nói ra điều này với Chris một cách vu vơ, ông quay sang và nói: “À, nếu như anh nghĩ những cái trong này còn tốt thì vào đây xem thử một cái”. Ông dẫn tôi ra khỏi phòng làm việc và tới căn phòng rộng với các tủ đựng cổ vật. Chúng tôi đi về một phía căn phòng và Chris mang ra một hộp gỗ nữa. Ông mở nó ra, và bên trong nằm trên một tấm đệm cao su, một cái hàm dưới của một người đàn ông trẻ tuổi hơn. Bộ răng thật hoàn hảo. Trắng, đều đặn và không hề có dấu hiệu bị sâu gì cả. Chắc là vừa mới từ trong quảng cáo kem đánh răng ra đây! Tôi tưởng bộ răng này chắc khoảng vài trăm năm trước là cùng. Nhưng mà không phải vậy. Đây là bộ răng của một người đàn ông trẻ tuổi đã sống cách đây mười hai ngàn năm – trước Cụ Cheddar cả ba ngàn năm – do chính Chris đã khai quật từ hang Gough năm 1986.

Trở lại văn phòng sáng trưng, bộ răng còn nhìn đẹp hơn nữa. Không biết trong những chiếc răng đó, ngà và tủy răng được bảo vệ tốt hơn ở trong xương không nhỉ? Liệu những phân tử ADN ít ỏi mà chúng tôi cần để kiểm tra có trốn bên trong những chiếc răng được bọc bởi lớp vỏ che chắn kín đáo này không nhỉ? Cho dù đã thất bại với xương ngón chân của Cụ Cheddar, chúng tôi cũng đồng ý thử một phen. Nhưng chưa ai có kinh nghiệm gì trong việc chiết xuất ADN từ răng, đặc biệt là răng vẫn còn nằm trong hàm. Tất nhiên là không thể nghĩ tới chuyện xin phép nhổ chúng ra để dễ làm hơn rồi. Đến lúc phải từ biệt, tôi đề nghị một giải pháp đó là khoan vào trong răng mà không làm hỏng men răng và vẫn giữ nguyên chúng ở trong hàm. Nếu như tôi có thể làm như vậy thì chắc Chris sẽ cho phép tôi mang về một mẫu của hang Gough.

Hai tuần sau, tôi trở lại đó sau khi đã thực nghiệm trên một vài cái răng do nha sĩ của tôi đưa cho, ông Miller. Tôi đã hoàn thiện một phương pháp để khoan vào răng hàm và lấy ngà ra mà chiếc răng vẫn còn ở nguyên trong hàm. Tôi đã mang theo một vài mẫu làm thử để Chris xem xét. Sau khi thử và loại bỏ một cái khoan răng thông thường (vì khí nén thổi bay hết bột răng), tôi tìm được một cái khoan mẫu nhỏ do một đồng nghiệp giới thiệu. Tôi đã mua nó từ một người bán đồ sắt trên đường Tottenham Court ở London. Nó thật hoàn hảo trong việc tạo ra một lỗ khoan nhỏ ngay dưới phần men răng. Khi đã khoan thủng lớp ngoài, tôi thay một mũi khoan dài hơn để ngo ngoáy bên trong, biến lớp ngà răng mềm thành một lớp bột mịn. Tôi còn tạo ra cả một thiết bị hút và sử dụng nó để dùng để lấy bột từ bên trong răng vào một ống nghiệm nhỏ. Cái lỗ này sau đó chỉ cần trám lại bằng xi măng cùng màu, và cái răng sẽ trông như trước lúc khoan. Còn ngà răng thì chứa đầy ADN, ít nhất là phần ngà mà tôi đã thử.

Để tránh nguy cơ luôn có mặt của các yếu tố nhiễm bẩn bởi các ADN hiện đại, tôi cần phải

khoan những cái răng của bộ xương hóa thạch Cheddar ngay tại phòng thí nghiệm của tôi. Chúng tôi vừa mới lắp đặt một phòng sạch cách ly và có hệ thống lọc không khí. Nó đã được mua dưới dạng một bộ trọn gói làm sẵn được sản xuất cho ngành công nghiệp sản xuất chip Silicon. Không khí đi vào sẽ được lọc và duy trì ở một áp suất dương. Điều này có nghĩa là sẽ không có cơ hội cho bụi hay vảy da lọt vào phòng khi bạn bước qua hệ thống chặn khí. Sự phòng ngừa bụi bẩn này là một việc tốn kém và đòi hỏi sự cẩn trọng, nhưng cũng xứng đáng. Thế nên tôi phải lấy cái xương hàm về Oxford. Chuyện này thật là ác mộng. Tôi đã đến London bằng xe buýt, và cũng bằng xe buýt tôi phải mang mẫu vật vô giá không gì thay thế được này trong một cái hộp cạnh tôi. Mỗi giây tôi lại phải xoay lại nhìn nó để chắc ăn rằng nó còn nằm ở đó, cố gắng tưởng tượng ra những điều tôi có thể nói nếu chẳng may làm mất nó. Tạ ơn trời, nó không mất; và vào xế trưa nó đã được khóa lại an toàn trong một hộp mẫu vật ở Oxford.

Ngày kế tiếp tôi bắt đầu công việc trích ngà răng. Mọi việc không thể trơn tru hơn được nữa. Lưỡi khoan xuyên vào chiếc răng hàm thứ hai một cách khá dễ dàng, nhưng cũng không quá dễ (dấu hiệu của việc bảo tồn kém) và có một chút mùi khét trong không khí. Đó chính là collagen đã bị bốc hơi bởi mũi khoan nhanh, một mùi mà tôi rất ghét mỗi khi phải đi nha sĩ khám răng. Nhưng hôm nay tôi lại yêu thích nó, bởi nó là dấu hiệu cho thấy có nhiều protein còn lại trong mẫu vật, mà nơi nào có protein thì nơi đó thường có ADN. Khi tôi bật cái bơm hút lên, một ít bột màu kem nhạt bay ra khỏi cái răng và rơi vào ống nghiệm. Có rất nhiều bột, gần được 200 miligram. Tôi lấy 50 miligram, chừa lại rất nhiều để làm lại lần sau, rồi bắt đầu quá trình chiết xuất.

Chiều hôm sau, tôi biết đã có được ADN ti thể từ cái răng. Rồi trong hai tuần tiếp theo tôi thực hiện việc đọc chuỗi, kiểm tra lại lần nữa và xác nhận nó bằng lần chiết xuất thứ hai. Vậy là tôi đang được mục kích chuỗi ADN của một bộ xương người cổ xưa nhất tính cho đến lúc đó mà đã từng được chiết xuất thành công ở bất cứ nơi đâu trên thế giới. Nhưng đó không phải là điều quan trọng nhất. Quan trọng là, thông tin cốt yếu mà chúng tôi đã hằng tìm kiếm là đây, nằm ngay trong cái chuỗi ADN ti thể này. Nó có phải chính xác là chuỗi mà ngày nay phổ biến hầu khắp châu Âu, hay nó là một di vật tầm thường nào đó giờ đây đã bị tuyệt chủng?

Câu trả lời giờ đã rõ như ban ngày. ADN cổ đại của hang Gough cũng hoàn toàn đương đại. Chuỗi này nằm ngay trong trung tâm của nhóm lớn nhất trong số bảy nhóm ti thể, và đến bây giờ, nó là chuỗi phổ biến nhất ở châu Âu. Vậy mà nó đã được tìm thấy trong răng của một nam nhân trẻ đã sống đầy 7 ngàn năm trước khi nông nghiệp đặt chân đến nước Anh. Đây là bằng chứng rằng chuỗi này, nhóm này, và mở rộng ra, những nhóm khác tương tự có cùng một độ tuổi ước lượng đã tồn tại “khỏe mạnh” và thực sự được xác lập nên trong châu Âu rất lâu trước khi những cư dân nông nghiệp đặt chân tới. Tập hợp gen của thời Đồ Đá Cũ Thượng đã không hề mất mát đi bởi những cư dân nông nghiệp đến từ Trung Đông. Vậy là có nhiều những người “săn bắt-hái lượm” trong chúng ta hơn bất kỳ ai đã từng nghĩ.

Lần trước tôi chỉ được khoan vào ngón chân cái của Cụ Cheddar, nhưng đó không phải là lần cuối tôi được gặp Cụ. “Chúng tôi” một lần nữa được giới thiệu trong một chương trình phim tài liệu truyền hình. Philip Priestley, một nhà sản xuất phim tư liệu, đã dựng lên một loạt chương trình dựa trên khảo cổ học cho một kênh truyền hình ở phía tây, và một trong số chúng đã được dựng xung quanh việc khai quật cung điện Saxon ở Cheddar. Cho đến lúc đó, công trình của tôi về sự di truyền liên tục từ thời Đồ Đá Cũ tới thời đại ngày nay cũng đã khá nổi tiếng. Cho nên Philip nghĩ sẽ tạo ra một chương trình truyền hình hấp dẫn nếu ông có thể liên hệ, thông qua ADN, giữa một người hiện đại nào đó đang sống trong thành phố của chính Cụ Cheddar. Điều này nghe vừa hay ho thú vị lại cũng đáng thực hiện, nhưng tôi đã giải thích rằng chúng tôi đã thử chiết xuất ADN từ xương cốt của Cụ Cheddar mà không thành công. Nếu ông ta xin được sự cho phép của Chris Stringer tôi sẽ sẵn lòng thử lại một lần nữa, và lần này làm với răng mà không phải xương ngón chân, nhưng với điều kiện là nếu không có kết quả gì thì chúng tôi sẽ không phải lên phim. Tôi luôn luôn làm việc trên cơ sở đó. Tôi đã biết rất nhiều những chương trình bắt đầu với một tham vọng lớn về một khám phá khoa học vĩ đại, và kết cục thì lại đuối dần sau những thí nghiệm thất bại. Thế nên với tất cả những quy tắc đã được thống nhất và sau một cuộc hành trình căng thẳng trên xe buýt nữa, lần này tôi có được một mảnh xương cổ xưa còn nổi tiếng hơn trước trong một cái hộp mang bên cạnh. Và tôi bắt đầu

khoan vào răng hàm của Cù Cheddar.

Khi bột răng được tạo ra, không được sạch như là bột từ xương của người thanh niên cổ đại trước đó, nhưng đủ số lượng cho việc chiết xuất. Chúng tôi tìm thấy đủ lượng ADN để tái tạo một chuỗi và chúng tôi không ngạc nhiên là nó phù hợp với 1 trong số 7 nhóm gen. Philip, trong tâm trạng hồi hộp dễ hiểu khi thời hạn làm phim đã cận kề, đã vô cùng vui sướng và lập tức lên kế hoạch cho đoạn phim thứ hai, đó là việc tìm người thích hợp trong các cư dân Cheddar. Di chỉ của lâu đài Saxon, “nhân vật” chính trong một loạt chương trình TV khác, nằm trong sân một trường trung học địa phương. Do đó thật là tự nhiên khi đề cập với nhà trường xem họ có đồng ý cho học sinh tham gia vào chương trình hay không. Đến giờ chúng tôi đã hoàn thiện quy trình lấy mẫu ADN. Thay vì lấy mẫu máu, chúng tôi dùng một cái bàn chải nhỏ chà nhẹ vào thành miệng là có thể lấy ra đủ số lượng tế bào để thu được cđ man nào là ADN. Sau khi làm một chuyến thăm ngắn, chúng tôi đã có 20 mẫu từ những em lớp 6 và một vài giáo viên. Biết rõ mức độ thường gặp của chuỗi Cù Cheddar trong người Anh hiện tại, tôi tính cơ hội khoảng 50-50 để có được một mẫu gần giống trong số 20 mẫu lấy được. Trong vòng 4 ngày chúng tôi đã có kết quả. Chúng tôi biết được tên (và hóa ra nó lại là điều cốt yếu nhất), và độ tuổi của các tình nguyện viên. Lúc này, Philip và tôi đang nói chuyện điện thoại.

“Tôi tìm ra một mẫu giống”, tôi nói với anh.

“Ai thế?” là câu hỏi đầu tiên của anh.

Đây không phải là một phần của thỏa thuận. Trong khi chúng tôi đã đồng ý để xem có tìm được mẫu nào giống trong số 20 công dân đó không, tôi lại không đồng ý để xác nhận danh tính của bất kỳ một cá nhân nào, vì một lý do rất xác đáng. Mặc dù các em và cha mẹ đã kí đơn chấp nhận việc thí nghiệm ADN và việc các em có thể tham gia vào truyền hình, tôi vẫn cảm thấy có nguy cơ rằng họ chưa lường được mức độ của sự việc nếu có điều gì đó không hay xảy ra. Mặc dù không có cách nào biết trước được câu chuyện sẽ trở nên ầm ĩ đến mức nào, kinh nghiệm về câu chuyện của Marie Moseley và Người Băng là một dấu hiệu tiềm ẩn của nó.

Đến đây, Philip trở nên bồn chồn thấy rõ. Anh nghĩ rằng câu chuyện không còn giá trị nếu không có một con người cụ thể nào và lập tức fax cho tôi một bản copy của tờ đơn tán thành. Nhưng theo tôi, đó chỉ là một tờ đơn khô khan theo một dạng có sẵn. Nó không đủ làm một cơ sở để có thể chứng tỏ là họ đã đồng ý cho việc giới truyền thông rộng khắp có thể xấp nhập vào đời tư của các em – những đứa trẻ đang ở tuổi ăn tuổi lớn. Tôi đối chiếu danh sách chuỗi với tên tuổi của những người tình nguyện. Không phải một mà có tới ba người giống: hai người có ADN trùng hợp với Cù Cheddar, còn người kia sai khác một đột biến duy nhất. Trong khi hai người trùng hợp là trẻ em, người gần giống là một giáo viên, hóa ra đó lại là trưởng bộ môn lịch sử Adrian Targett. Anh cũng là người đã tổ chức cho chúng tôi quay phim trong trường. Tôi quyết định chọn Adrian chứ không chọn hai em học sinh kia. Sau này tôi mới biết, đó là một trong những quyết định sáng suốt nhất. Trong khi đó, Philip và nhóm thông cáo cho bộ phim lên kế hoạch tổ chức sơ “bật mí với khán giả”, trong đó Adrian Targett được công bố là một họ hàng của Cù Cheddar trước những ống kính camera cùng với sự có mặt của đoàn phóng viên truyền hình. Họ cũng bắt đầu cảm nhận được mức độ lớn chuyện của nó rồi. Ngày hôm sau, tôi tới quầy báo và không tin nổi vào mắt mình. Câu chuyện về Adrian Targett và Cù Cheddar xuất hiện trên mọi tờ báo: từ tờ *Times London* cho tới tờ báo khổ nhỏ *Daily Star* đều có hình Adrian đứng cạnh người bà con cổ đại nổi tiếng trên trang bìa. Tôi mua cả đồng báo đó về.

Những tuần sau đó, câu chuyện về Cù Cheddar đã lan truyền khắp thế giới. Tôi gặp lại Adrian Targett trong một chương trình đối thoại trên truyền hình. Anh kể cho tôi nghe rằng một tờ báo lá cải, nổi tiếng trong mấy vụ đăng hình những cô gái hở ngực, đã chào mời anh bằng một số tiền vào hàng chục ngàn bảng để đăng hình anh mặc khố lông đứng bên cạnh người bà con cổ xưa của mình. Là một người nhạy cảm và tỉnh táo trước địa vị của mình là một thầy giáo, anh đã từ chối. Nhưng tôi tự hỏi mấy tờ báo lá cải này sẽ chào mời đến giá nào để một cô gái mới lớn mặc một bộ đồ tương tự hay ít vải hơn nữa? Thậm chí đến bây giờ, đã nhiều năm rồi, người ta vẫn còn nhớ về câu chuyện Cù Cheddar, mặc dù không phải lúc nào cũng chính xác. Năm 2000, khi tôi đang thuyết trình trước các khán giả Mỹ về một vấn đề hoàn toàn khác thì một người phụ nữ hỏi tôi: “Giáo sư là người đã lấy ADN từ Cù Pho-mát phải không?” Vào lúc

đó, không có gì ngạc nhiên, tôi nhận hàng tá thư mỗi tuần sau khi câu chuyện nổ ra. Rất nhiều những lá thư khen ngợi, thậm chí có cả một bức thư giới thiệu kỹ càng từ những tử nhân trong nhà tù San Quentin ở California. Họ háo hức thảo luận về khám phá này trong cuộc gặp sắp tới của nhóm nghiên cứu nhân chủng học của họ. Nhưng nổi bật nhất là lá thư được gửi từ thư ký của ngài Lord Bath. Hóa ra những cái hang Cheddar là một phần bất động sản của ông. Rõ ràng ông đã đọc được câu chuyện (từ tờ *Times London* hay tờ lá cải *Daily Star* thì tôi không rõ), nên ông cũng muốn biết xem mình có bà con gì với Cụ Cheddar hay không.

Alexander Thynn, tức là Lord Bath, là chủ nhân của Longleat – một trong những ngôi nhà đẹp nhất ở nước Anh. Nó nổi tiếng bởi có công viên thú, nơi khách tham quan có thể nhìn thấy sư tử Longleat và các thú dữ khác từ một chiếc xe đặc biệt. Bản thân Lord Bath được triu mến gọi là Chàng Đào Hoa[32], nổi tiếng bởi cuộc đời rất phong lưu của mình. Ngoài người vợ cả hợp pháp và mấy đứa con, ông còn có một tá những vợ lớn vợ bé hầu hết sống trong vùng bất động sản của mình. Đây đúng là người mà tôi cần làm việc đây. Thế là cuối tuần sau đó tôi lên đường tới Wiltshire. Tôi được dẫn lên một căn phòng ở tầng thượng của ngôi nhà tráng lệ Elisabetha. Lord Bath, giờ đây đã ở tuổi 60 nhưng vẫn chứa những tia nhìn tươi trẻ lấp lánh trong mắt, đang đứng đó trong một cái áo captan[33] rực rỡ. Ông có cả một bộ sưu tập áo này chất đầy cái tủ cạnh một bàn bằng gỗ to khủng khiếp. Cuộc sống rõ ràng rất phù hợp với ông. Ông rót ra hai ly rượu rosé từ một cái vôi gắn trên tường trong khi tôi giới thiệu qua về di truyền học. Sau một vài ly, chúng tôi đi thẳng vào việc kiểm tra ADN. Rồi ông dùng bộ dụng cụ để lấy một ít tế bào trong miệng. Suốt buổi sáng hôm đó, cũng có một số người ra vào căn phòng nên họ được khuyến khích cho mẫu thử và họ rất vui vẻ làm việc này. Ông rõ ràng là rất được lòng nhân viên đấy chứ. Tới trưa thì đã có khoảng gần chục mẫu thử, cũng vừa lúc tôi phải cáo từ.

Khi chúng tôi có được kết quả thử nghiệm thì không có gì ngạc nhiên khi Lord Bath không có liên hệ gần với Cụ Cheddar, vì chẳng có gì đảm bảo điều này cả. Nhưng người quản gia Cuthbert của ông thì lại có chuỗi ADN *hoàn toàn trùng khớp*. Như vậy, nếu muốn thì ông quản gia này có thể vỗ ngực về tông môn dài 9.000 năm của mình và nhìn dòng họ Thynn chỉ có 500 năm bằng nửa con mắt. Tôi hỏi Lord Bath xem Cuthbert thế nào khi nhận biết thông tin này, liệu ông ta có đánh giá lại thái độ của mình với giới quý tộc hay không. “Vâng,” ông đáp lời với một nụ cười, “anh ta cảm thấy rất tự tin từ đó”.

Như vậy, chúng tôi đã làm hết sức có thể để xác nhận phát biểu khoa học là: các mẫu tổ của đa số người châu Âu hiện đại đã sống ở châu Âu rất lâu trước khi nông nghiệp đặt chân đến. Tuy vậy, chúng tôi không thể nói được điều gì về các gien khác, mà chỉ về ADN ti thể mà thôi. Nhưng chỉ dựa trên những ADN ti thể hiện đại và cổ xưa, chúng tôi đã có một bức tranh rất rõ ràng về tiền sử châu Âu. Đó không phải là một sự thay thế cực lớn trên diện rộng những người săn bắt-hái lượm bằng những người chăn nuôi-trồng trọt, mà trái lại đó là một bức tranh cho thấy sự trường tồn của di sản từ thời Đồ Đá Cũ cho tới ngày nay. Chỉ còn lại một luận điểm bác bỏ cuối cùng của Cavalli-Sforza mà chúng tôi đã không thể trả lời. Đó là cho dù ta có nghiên cứu nó ở phương diện nào đi nữa, ADN ti thể rất cuộc cũng chỉ là một gien duy nhất. Và bởi vì duy nhất, có thể nó không có sự ổn định để có thể làm đại diện cho toàn bộ di sản di truyền của nhân loại được. Tất nhiên tôi không nghĩ điều này có khả năng xảy ra. Nhưng những gì chúng tôi cần để củng cố thêm cho kịch bản tiền sử châu Âu của mình lại có được từ một gien khác hoàn toàn...

ADAM NHẬP HỘI

Câu chuyện mà tôi đã thuật lại trong cuốn sách này là câu chuyện về lịch sử thế giới được ghi nhận trong loại gen có thể đọc được dễ dàng nhất, ADN ti thể. Vậy là cho đến giờ, chỉ mình *Eva* kể cho ta nghe câu chuyện đó. Sự đơn giản và đẹp đẽ của góc nhìn lịch sử thông qua ADN ti thể có được nhờ vào đặc tính di truyền độc đáo của nó. Cụ thể đó là bức thông điệp được truyền đi hầu như nguyên vẹn qua rất nhiều thế hệ, được điều chỉnh chỉ bởi chiếc đồng hồ phân tử gõ nhịp chậm rãi khi các đột biến dần dần tích lũy từng cái từng cái một.

Mọi chuyện sẽ vô cùng lạ lùng nếu một kịch bản lịch sử thứ hai hoàn toàn khác được mã hóa trong những gen khác mà chúng ta mang trong người. Tất cả những gen này nằm trên nhiễm sắc thể ở nhân tế bào. Theo những ước đoán gần đây nhất, có tới gần 30.000 gen như vậy. Phải chăng có tới 30.000 kịch bản về quá khứ của loài người được in lên các gen đó? về một phương diện nào đó thì có, bởi vì mỗi gen này có thể có một lịch sử khác nhau. Mỗi gen có thể có những tổ tiên khác nhau ở một thời điểm nào đó trong quá trình tiến hóa của nhân loại. Tuy nhiên, mặc dù các gen trong nhân tế bào được truyền qua thời gian, ta vẫn gần như không thể dùng chúng để suy ra những con “đường mòn di truyền” rõ rệt theo cách đã làm với ADN ti thể. Lý do là, không giống như ADN ti thể, các gen nhân tế bào được thừa hưởng đồng đều từ cha mẹ. Trong khi bạn chỉ có một “tổ tiên” ti thể gần đây nhất, là mẹ của bạn, thì bạn lại có hai “tổ tiên nhân tế bào”, là cha mẹ của bạn. Chuyện này nghe chưa có gì quá phức tạp. Nhưng nếu quay lại một thế hệ nữa, giờ đây bạn có bốn tổ tiên nhân tế bào: ông bà nội ngoại của bạn, nhưng vẫn chỉ có một tổ tiên ti thể: bà ngoại của bạn. Thêm một thế hệ nữa, bạn đã có tám tổ tiên nhân tế bào, ông bà cố của bạn, mà vẫn chỉ có một tổ tiên ti thể mà thôi, đó là bà ngoại của mẹ bạn. Sau mỗi thế hệ, số tổ tiên nhân tế bào gấp đôi lên. Quay trở về 20 thế hệ, đến năm 1500, về mặt lý thuyết, bạn có thể có trên một triệu tổ tiên đã góp phần vào gen của mình. Trên thực tế, nhiều trong số các “tổ tiên lý thuyết này” thực ra chỉ là một người, mà dòng máu của họ đến với bạn theo những con đường khác nhau thông qua các thế hệ (nam nữ đều có) trên những con đường chẳng chịt không thể nào đoán biết được.

Hầu như ta không thể nào lần theo các mối liên hệ chẳng chịt như một mê cung này của tất cả 30.000 gen. Thêm vào đó là sự nhầm lẫn do tái hợp, độ phức tạp còn khủng khiếp hơn nữa. Sự xáo trộn nhiễm sắc thể ở mỗi thế hệ khiến cho bản thân bất kỳ một gen của người nào cũng có thể là sự kết hợp giữa một phần của một tổ tiên này và một phần của một tổ tiên khác. Thế cho nên, việc đọc từng kịch bản khác biệt của lịch sử nhân loại từ các gen, và các mẫu nhỏ của gen, trong nhân tế bào là vô cùng phức tạp đến mức không thể thực hiện bây giờ. Sẽ mất rất nhiều thời gian mà cũng lắm công sức chỉ cho ra kết quả tương đương những tóm tắt thô sơ nhất về lịch sử nhân loại mà chúng ta đã có từ thời còn sử dụng phương pháp so sánh tần suất gen.

Tuy nhiên, có một gen, hoặc chính xác hơn là một nhiễm sắc thể, nằm ngoài sự phức tạp khủng khiếp này. Nó được gọi là nhiễm sắc thể Y, và chỉ có một chức năng duy nhất trong đời: tạo ra đàn ông. So với các nhiễm sắc thể khác, nó nhỏ, còi cọc, và thực sự chỉ mang một gen có ý nghĩa mà thôi: gen làm tất cả các bào thai không biến thành bé gái. Nếu không có nhiễm sắc thể Y, quy trình tự nhiên là các bào thai đều phát triển thành nữ giới. Nếu một bào thai có nhiễm sắc thể Y, và nếu gen của nó (được gọi bằng cái tên rất xoàng là SRY) hoạt động hiệu quả, thì nó sẽ kích hoạt một số gen trong những nhiễm sắc thể khác, để hướng bào thai phát triển thành nam thay vì nữ. Các gen này kìm nén sự phát triển buồng trứng, và thay vào đó là sự phát triển của tinh hoàn và sự sản sinh ra hoóc-môn testosterone của nam giới.

Có hai phát hiện đã giúp ta xác định vai trò then chốt của gen SRY trong việc quyết định giới tính. Thứ nhất là trường hợp một bé gái sinh ra nhưng lại mang nhiễm sắc thể Y. Trường hợp này cực kỳ hiếm với tỉ lệ một trên khoảng 20 ngàn ca sinh nở. Những cô gái này trông bình thường, trí thông minh bình thường và phát triển bình thường, mặc dù thường hơi cao hơn trung bình một chút. Nhưng đến tuổi dậy thì, buồng trứng và tử cung của họ không phát triển được bình thường và họ không thể có con. Những phân tích gen trên nhiễm sắc thể Y của các

cô gái này cũng cho thấy rằng gen SRY bị thiếu hoàn toàn hoặc có một đột biến khiến nó không thể hoạt động bình thường được. Một bằng chứng minh họa khác chứng minh chính bản thân gen SRY có tác dụng để tạo ra đàn ông, đó là những nghiên cứu trên chuột. Chuột đực cũng có nhiễm sắc thể Y và mang một gen tương tự như gen SRY của con người, được gọi là Sry (cố gắng lắm người ta mới nghĩ ra tên kêu như vậy đấy!) Trong một thí nghiệm khéo léo, gen Sry được dòng hóa từ những con chuột đực và cấy vào trứng đã được thu tinh, mà những trứng này vốn có khả năng trở thành chuột cái. Cho dù bào thai của chuột chỉ có một gen đồng hóa được cấy vào, chứ không phải toàn bộ nhiễm sắc thể Y, chúng vẫn biến thành những con chuột đực.

Vậy thì đó là cách thức quyết định giới tính của một đứa bé. Những người cha, là đàn ông, có nhiễm sắc thể Y. Phân nửa các tinh trùng của họ chứa đựng nhiễm sắc thể Y, mang những gen SRY. Và phân nửa còn lại mang một nhiễm sắc thể khác – nhiễm sắc thể X. Giới tính của đứa trẻ tùy thuộc hoàn toàn vào loại tinh trùng cụ thể nào sẽ vào trứng của người mẹ. Nếu như tinh trùng đến được trứng mang nhiễm sắc thể X thì đứa bé sẽ là gái. Nếu nó mang nhiễm sắc thể Y thì đứa bé sẽ là trai. Phụ nữ không có bất kỳ một ảnh hưởng nào về giới tính của đứa trẻ cả. Chỉ đơn giản vậy thôi nhưng đã có biết bao người phụ nữ trong thế kỷ trước đã khao khát được biết? Đã bao nhiêu lần sự “thất bại” trong việc sinh ra những đứa con trai bị đổ lỗi, dù cố ý hay không, cho những người vợ là họ không có khả năng sinh ra con trai?

Cũng như ADN ti thể di truyền theo dòng mẹ qua các thế hệ, sự thừa hưởng nhiễm sắc thể Y của những đứa con trai từ cha mình có thể suy theo dòng bố từ thế hệ này sang thế hệ khác. Nếu như ta có thể đọc chuỗi nhiễm sắc thể Y, và nếu nó không dính líu gì đến sự tái hợp vốn làm bức thông điệp lịch sử bị xáo trộn, thì ta có thể tin rằng nó sẽ bổ sung cho ADN ti thể trong việc đọc lại quá khứ, không phải theo dòng mẹ mà theo dòng bố. Tương tự như các nhiễm sắc thể nhân tế bào, nhiễm sắc thể Y là một phân tử ADN rất dài và không nối thành một vòng. Trong khi ADN ti thể chỉ có 16 ngàn rưỡi đơn vị trong vòng ADN của nó, nhiễm sắc thể Y dài đến 60 triệu đơn vị từ đầu này sang đầu kia. Tuy còi cọc so với những nhiễm sắc thể khác, nó vẫn chứa nhiều ADN hơn một ti thể 4 ngàn lần. Thêm vào mức độ phức tạp đó, có một vài gen của nó bị xáo trộn, ở mỗi đầu mút của nhiễm sắc thể Y có một phần ADN để nó kết hợp với nhiễm sắc thể X. Những gen trong những phần này của nhiễm sắc thể Y được tạo ra từ các dòng di truyền tổng hợp, và trao đổi ngẫu nhiên từ nam sang nữ, cũng tương tự như tất cả những gen nhân tế bào khác. Nhưng vì phần này chỉ bao gồm ít hơn 10% của toàn bộ nhiễm sắc thể, nó không gây ra vấn đề lớn. Quan trọng hơn là 90% còn lại của nhiễm sắc thể Y nằm giữa hai đầu thì không bị trộn lẫn và được truyền đi nguyên vẹn qua các thế hệ. Tuy nhiên, có một câu hỏi đặt ra là: các nhiễm sắc thể Y có khác nhau không, và nếu có thì chúng khác nhau như thế nào? Chỉ khi đoạn này rất phong phú và khác biệt thì mới có giá trị trong việc diễn dịch lại lịch sử nhân loại. Nếu các nhiễm sắc thể Y của tất cả mọi người giống nhau hoàn toàn thì nó chẳng có ích gì cho mục đích của chúng ta cả.

Nhiễm sắc thể được các nhà di truyền học tế bào (cytogeneticist) nghiên cứu rất sâu bằng kính hiển vi trong các phòng thí nghiệm y học di truyền. Họ đang ngày đêm làm việc để phát hiện ra các dị thường mà từ đó họ có thể chẩn đoán các chứng bệnh di truyền như hội chứng Đào (Down), hay để giải thích nguyên nhân gây vô sinh. Nhờ vào các nghiên cứu như thế, họ đã thấy có vài nhiễm sắc thể Y nổi bật hơn, chúng dài hơn mức trung bình rất nhiều. Điều này có vẻ hứa hẹn, nhưng thực ra chỉ dựa vào sự khác biệt độ dài, ta không thể có được phương pháp chính xác để phân biệt các nhiễm sắc thể Y trên diện rộng. Ngoài ra, chính độ dài của từng nhiễm sắc thể nhất định cũng không ổn định mà thay đổi từ thế hệ này sang thế hệ khác. Vì vậy, chúng ta cần một hệ thống kiểm tra tương tự hệ thống đã mang ADN ti thể lên hàng “ngôi sao”, để áp dụng trên ADN nhiễm sắc thể Y. Có rồi thì việc tìm ra cách đọc nhiễm sắc thể Y trên hàng trăm hay hàng ngàn tình nguyện viên sao cho ít tốn kém và dễ dàng là một việc đơn giản. Nhưng đoạn nhiễm sắc thể Y nào sẽ cho thấy sự khác biệt lớn nhất giữa nhiều người với nhau?

Sự khác biệt phong phú của ti thể tập trung trong một vòng ADN nhỏ chỉ vài ngàn đơn vị. Thử ví hơn nữa, vùng điều khiển giữ một phần ba sự khác biệt của toàn bộ ti thể lại được nén trong 500 đơn vị, và có thể đọc chuỗi chỉ bằng một lần chạy máy tự động. Liệu nhiễm thể Y có tương tự vậy không? Không mất nhiều thời gian lắm người ta đã có câu trả lời. Với hy vọng thành

công, một vài phòng thí nghiệm đã bắt đầu tìm kiếm sự khác biệt giữa những nhiễm sắc thể Y bằng cách đọc chuỗi cùng một đoạn ADN của chúng, lấy từ các tinh nguyên viên có mối quan hệ xa nhất có thể. Trong một nghiên cứu đầu tiên, người ta đã đọc chuỗi của 14 ngàn đơn vị lấy từ nhiễm sắc thể Y của 12 người đàn ông có phân bố địa lý cách xa nhau. Chỉ duy nhất một đột biến đơn được tìm thấy. Nếu một bộ 14 ngàn đơn vị tương tự như thế, lấy ra từ ADN ti thể thay vì một nhiễm sắc thể Y, nó có thể cho thấy hàng tá những đột biến trên cùng một lượng người. Một phòng thí nghiệm khác đã đọc chuỗi một đoạn 700 đơn vị trên một gien của nhiễm sắc thể Y lấy từ 38 người đàn ông khác nhau và không phát hiện ra bất kỳ một sự khác biệt nào giữa họ!

Chuyện này khiến các nhà khoa học đang nghiên cứu vô cùng thất vọng (may quá, tôi không phải là một trong số họ). Có một vấn đề rất đau đầu ở đây. Tại sao nhiễm sắc thể Y lại quá tương tự nhau trên khắp thế giới như vậy? Đáng lẽ, do nhiễm sắc thể Y không mang một gien nào có ý nghĩa, và chứa nhiều ADN “rác” không có một chức năng nào rõ rệt, phải có nhiều khác biệt trên nhiễm sắc thể Y hơn những nhiễm sắc thể giàu gien thông thường khác, chứ không phải ít thế này. Vì ADN “rác” chẳng có chức năng gì cả, nên nó có chuỗi chính xác thế nào thì không quan trọng và kết quả là đột biến có thể hoàn toàn tự do tích lũy trên nó. Trong khi đó, trong những gien đóng vai trò quan trọng ảnh hưởng đến quá trình hoạt động sống, hầu hết những đột biến sẽ nhanh chóng bị loại bỏ bởi sự chọn lọc tự nhiên. Tại sao lại có quá ít đột biến trong nhiễm sắc thể Y quả là một câu đố hóc búa.

Giả thiết được chấp nhận rộng rãi nhất giải thích sự kém phong phú này là, trên thực tế, đàn ông thường có nhiều con hơn phụ nữ. Nếu trong quá khứ, chỉ có một ít đàn ông có rất nhiều con (tức là cũng có nhiều con trai), nhiễm sắc thể Y của họ sẽ nhanh chóng lan rộng ra lẫn át các nhiễm sắc thể Y của những người đàn ông không may có ít hoặc là không có con. Vậy nếu tiếp tục giả thiết là điều này xảy ra thường xuyên ở con cháu của họ, kết quả nhận được là nhiễm sắc thể Y ngày nay ít khác biệt hơn rất nhiều so với trường hợp tất cả những người đàn ông có số con cái tương đối xấp xỉ bằng nhau. Quả thực có những đàn ông thực sự sung mãn. Kỷ lục gia thế giới là Moulay Ismail, quốc vương Ma-rốc. Người ta cho rằng ông có 700 con trai (chắc là số con gái cũng nhiều như vậy) vào lúc ông 49 tuổi năm 1721. Ông mất vào năm 1727, và ai biết được là trong 6 năm cuối đời đó ông lại chẳng sinh thêm một người con nào. Người phụ nữ sinh nhiều nhất thua xa kỷ lục trên. Bà là Feodora Vassilyev, người Nga, đã sinh ra 69 người con trong khoảng từ năm 1725 tới năm 1765. Tất cả đều là sinh đa – 16 cặp sinh đôi, 7 cặp sinh ba và sinh bốn – thế nên bà cũng là một người nổi tiếng về việc sinh đa. Khả năng sinh ra số lượng con cái lớn của phụ nữ bị giới hạn bởi đặc tính sinh lý, họ chỉ có thể có thai mỗi năm nhiều nhất một lần. Đàn ông, lại không bị giới hạn bởi lịch trình này và, trên lý thuyết, có thể có hàng nghìn con cái. Tấn trò đời của những người đàn ông cực kỳ mắn đẻ gieo rắc giống của họ trên toàn thế giới, là như vậy đấy. Nó đã khiến cho nhiễm sắc thể Y giảm thiểu sự phong phú chỉ bởi các “chiến tích phi thường” của sở thích đa thê của họ. Thật là kỳ quặc. Nhưng rồi cuộc, những nghiên cứu miệt mài và khó nhọc trong phòng thí nghiệm trên khắp thế giới trong vòng 10 năm qua cũng đã tìm thấy nhiều đột biến trên nhiễm sắc thể Y.

Những đột biến này có hai loại chủ yếu. Loại thứ nhất giống hoàn toàn với những gì mà ta đã quen nhìn thấy trên ADN ti thể: một sự thay đổi nhỏ từ một đơn vị này sang một đơn vị khác. Tuy nhiên, không giống như trong ti thể, vốn gần như được nén vào vùng điều khiển, những đột biến này phân bố một cách gián đoạn và vô thứ tự dọc theo suốt chiều dài của nhiễm sắc thể Y. Thật tình đây là một điều phiền toái, bởi vì mỗi một đột biến phải được kiểm tra riêng biệt. Nhưng dù sao, nó cũng không phải là một trở ngại không thể vượt qua. Loại đột biến thứ hai rất hiếm gặp ở ti thể, và ta chỉ bắt gặp một ví dụ ở các mẫu Polynesia. Đó là sự thiếu hụt một đoạn chín đơn vị trong vòng ADN ti thể. Phân tích kỹ càng chuỗi ADN ở vùng đó cho thấy, hóa ra đó không phải là một sự thiếu hụt ở người Polynesia, mà trái lại trong hầu hết chúng ta, đoạn đó được lặp lại. Loại đột biến mà trong đó một đoạn ADN được lặp đi lặp lại nhiều lần rất phổ biến ở nhiễm sắc thể trong nhân, và nhiễm sắc thể Y không phải là một ngoại lệ. Người ta đã phát hiện được hàng chục những đoạn lặp lại kiểu này trên nhiễm sắc thể Y, và sự khác nhau giữa các cá thể là ở số lần lặp lại. Cũng may, việc đếm sự lặp lại này cũng dễ thực hiện. Vậy thực tế là có hàng ngàn loại nhiễm sắc thể Y mà có thể được phân biệt với nhau thông qua hai loại

đột biến này. Việc lập “hồ sơ” phân loại nhiễm sắc thể Y dựa trên gien đã trở thành hiện thực.

Bởi vì các nhà khoa học đã phải tốn rất nhiều công sức để tìm ra được các đột biến có ý nghĩa, họ rất thận trọng trong việc công bố mỗi khi tìm ra một đột biến mới. Kết quả là, các phòng thí nghiệm đã chia thành các phái đối lập nhau và dùng các tập hợp đột biến khác nhau để xác định các nhiễm sắc thể Y. Tới nay vẫn chưa có một chuẩn mực chung nào. Điều này có nghĩa là sẽ có nhiều mạng tiến hóa khác nhau đang được tạo ra bởi các “liên minh” phòng thí nghiệm khác nhau. Đây chỉ là một tình trạng tạm thời thôi. Tôi hy vọng và tin tưởng trong tương lai gần, những khác biệt này có thể được giải quyết để tạo ra một chuẩn mực thống nhất mà ai cũng chấp nhận. Nhưng giờ này thì mọi chuyện thế nào? Đặc biệt là, liệu lịch sử châu Âu được tìm ra nhờ anh chàng nhiễm sắc thể Y này có mang chút gì đó tương đồng với cái được tìm ra nhờ ADN ti thể – vốn là nền tảng của cuốn sách này không? Kịch bản do nhiễm sắc thể Y về các sự kiện có phù hợp với kịch bản do ADN ti thể tạo ra trong việc nhấn mạnh rằng thời đại Đồ Đá Cũ là nguồn gien cho tương lai không? Hay nói cách khác, liệu lịch sử của đàn ông có phù hợp với lịch sử phụ nữ không? Câu trả lời nằm trong một bài báo khoa học công bố trong một ấn bản của tờ Science vào ngày 10 tháng 11 năm 2000.

Bài báo có tựa đề: “Di sản gien của những *Homo sapiens* thời Đồ Đá Cũ trong cư dân châu Âu hiện đại: một góc nhìn từ phía nhiễm sắc thể Y”. Đó là thành quả của những hợp tác to lớn giữa các nhà khoa học Ý, Đông Âu và Mỹ. Khi tôi đang dự một hội thảo khoa học ở London do Hiệp hội Hoàng gia tổ chức thì nhận được bản fax của bài báo. Đài BBC đã đề nghị tôi viết một bài bình luận về bài báo đó trong ngày nó được công bố. Nhận được bản fax, tôi lập tức mang nó vào một phòng khách có cửa sổ nhìn ra công viên St James’s Park rồi ngồi xuống. Tôi nín thở khi lướt qua cái danh sách tác giả dài dằng dặc. Đây rồi, nằm ở vị trí thứ hai từ cuối lên chính là cái tên L. Luca Cavalli-Sforza. Sau những “trận chiến” trong vòng 4 năm qua, tôi chưa bao giờ nằm mơ rằng đối phương cuối cùng sẽ đồng ý với mình.

Đọc qua bài báo, tôi có thể thấy nó được xây dựng theo những đường lối tương tự như bài báo của chúng tôi năm 1996. Họ đã đọc được các nhiễm sắc thể Y của 1.007 đàn ông ở 25 địa điểm ở châu Âu và Trung Đông. Rồi, cũng giống như chúng tôi đã làm, họ lập ra một mạng lưới di truyền rồi xác định các nhóm. Họ phát hiện ra 10 nhóm nhiễm sắc thể Y so với 7 nhóm mà chúng tôi đã tìm được dựa vào ADN ti thể. Rồi họ cũng ước lượng tuổi của các nhóm này dựa trên số đột biến tích lũy được trong mỗi nhóm, hết như phương pháp của chúng tôi. Mỗi trang báo lật ra, cảm xúc trong người tôi lại tăng lên một chút. Tuổi của các nhóm này sẽ là bao nhiêu đây? Liệu chúng có phải là hầu hết thuộc thời Đồ Đá Cũ, giống như 6 trong số 7 nhóm ti thể không? Hay là chúng có niên đại gần đây hơn rất nhiều, cùng với thời Đồ Đá Mới và những người trồng trọt đầu tiên? Hiểu rõ Luca với vị trí nổi bật trong hàng tác giả và quan điểm được biết đến rộng rãi của ông về độ lớn của những ảnh hưởng di truyền học của cư dân nông nghiệp, tôi biết thế nào rồi bài báo cũng phản bác chúng tôi cho mà xem. Nó dày đặc những dữ liệu thống kê, nhưng ở đó, trang áp chót, mắt tôi lướt qua đoạn văn mang tính sống còn. Nó bắt đầu thế này: “Đã có những phân tích về sự biến đổi của các chuỗi ADN ti thể trong các cộng đồng châu Âu,” và ở đây bài báo của chúng tôi năm 1996 được trích dẫn. Bài báo tiếp tục: “Những số liệu này cho thấy tập hợp gien có khoảng 80% thuộc thời Đồ Đá Cũ và 20% thời Đồ Đá Mới.” Chà, cũng công bằng đấy chứ! Tôi tiếp tục câu tiếp theo, và chuẩn bị trong đầu là nó sẽ bắt đầu đánh đổ luận điểm của chúng tôi. Nhưng không phải! Thay vào đó, câu đó là: “Dữ liệu và phân tích của chúng tôi ủng hộ kết luận này.”

Thật không thể tin nổi. Sự căng thẳng như tháo chảy ra khỏi cơ thể tôi. Cuộc chiến đã kết thúc. Chúng tôi đã bị vắt kiệt suốt bốn năm rưỡi qua, đã hoang mang về các tỷ lệ đột biến có thể sai, về sự tái hợp ti thể làm mọi thứ đảo lộn, và về vùng điều khiển hoàn toàn không tin cậy được. Và giờ đây mọi thứ đã kết thúc. ADN ti thể và nhiễm sắc thể Y đã kể cùng một câu chuyện. Lịch sử đàn ông đã ăn khớp với lịch sử phụ nữ. Luca và tôi cuối cùng cũng có thể thống nhất. Đó là một cuộc chiến gay go, nhưng sòng phẳng. Các nhà trồng trọt người Neolithic chắc hẳn là rất quan trọng, nhưng họ chỉ đóng góp vào 1/5 gien của chúng ta. Chính những người săn bắt của thời Palaeolithic mới là người tạo nên phần chính của tập hợp gien châu Âu hiện đại.

BẢY NGƯỜI CON GÁI

Từ những di vật ở hẻm núi Cheddar chúng tôi đã tạo ra được bằng chứng trực tiếp về mối liên hệ di truyền giữa những người đang sống ngày nay và những người săn bắt của thời Palaeolithic Thượng. Giờ đây chúng ta đã biết rằng đó là sợi chỉ liên tục, được khắc ghi một cách chuẩn xác và trung thực trong gien của chúng ta. Sợi chỉ đó kéo dài ngược về quá khứ trước cả những thời kỳ đầu của lịch sử hiện đại, vượt qua cả thời đại đồ sắt, đồ đồng, đến một thế giới cổ đại của băng giá, rừng và lãnh nguyên. Chỉ có những nhịp đập vô cùng chậm rãi của chiếc đồng hồ phân tử mới phân biệt được ADN mà chúng ta tìm thấy ở người Cheddar với ADN của hai hậu duệ hoàn toàn hiện đại: Adrian Targett và người quản gia Cuthbert. Việc tái dựng lại mô hình tiến hóa, mà chúng tôi thực hiện trên ADN thu thập từ những người châu Âu đang sống, đã cho ra kết luận đó. Và cuối cùng, chúng tôi cũng đã tìm ra các vật chứng để xác nhận nó. Giờ đây chúng tôi cũng đã có một chứng nhận quan trọng từ hệ thống di truyền khác – nhiễm sắc thể Y – để cùng xác nhận gốc rễ di truyền của chúng ta thực sự bắt nguồn sâu xa từ thời Palaeolithic.

Sơ đồ của chúng tôi đã xác định có bảy nhóm gien chính trong những người châu Âu. Trong số mỗi nhóm này, các chuỗi ADN hoặc là giống hệt, hoặc tương tự nhau. Hơn 95% người châu Âu bản xứ ngày nay thuộc vào 1 trong 7 nhóm này. Lời diễn giải của chúng tôi dựa trên độ tuổi được ghi nhận của các nhóm này nhấn mạnh rằng, lịch sử châu Âu hình thành từ thời săn bắt hái lượm Palaeolithic. Chúng tôi đã tìm ra điều này bằng cách tính trung bình số đột biến có trong toàn bộ những thành viên hiện đại của 7 thị tộc^[34] khác nhau này. Điều này cho chúng tôi một thước đo để biết rằng có bao nhiêu lần chiếc đồng hồ phân tử đã gõ nhịp trong mỗi thị tộc. Biết được tốc độ gõ nhịp của chiếc đồng hồ thì chúng tôi có thể suy ra mỗi thị tộc thực sự bao nhiêu tuổi. Những nhóm già tích lũy nhiều thay đổi qua hàng thiên niên kỷ. Chiếc đồng hồ phân tử, chậm rãi như nó vẫn chậm rãi, đã gõ được nhiều nhịp hơn. Ngược lại, những nhóm trẻ hơn chưa có nhiều thời gian để tích lũy nhiều thay đổi như thế, và những chuỗi ADN của những người trong nhóm mới sẽ giống nhau hơn.

Bảy nhóm này có độ tuổi từ 45.000 đến 10.000 năm. Điều mà những con số ước lượng này thực sự nói với chúng ta là độ dài của thời gian cần có để tất cả các đột biến trong một nhóm có thể phát sinh từ một chuỗi cơ sở đơn lẻ. Và qua sự suy luận hoàn toàn logic, một kết luận đương nhiên nhưng cực kỳ thú vị là chuỗi cơ sở đơn nhất ở gốc của mỗi bảy nhóm đó được mang trong mình của *duy nhất một người phụ nữ*. Vậy thì độ tuổi mà chúng tôi đã ghi nhận cho mỗi nhóm trở thành một thời điểm trong quá khứ, lúc bảy người mẫu tổ này thực sự sinh sống. Chỉ cần tôi đặt cho họ những cái tên là họ có thể bước ra ngoài đời thực và trở nên sống động. Và rồi, một mong muốn mãnh liệt để biết về đời sống của họ bỗng thức tỉnh trong tôi, và cả những ai từng nghe về họ. Ursula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrine và Jasmine trở thành những người thật. Tôi đã chọn những cái tên bắt đầu bằng chữ cái là tên của nhóm dựa trên hệ thống phân loại bằng chữ cái của Antonio Torroni. Ursula là thị tổ của nhóm u. Nhóm H có Helena ở gốc. Jasmine là tổ tiên chung của nhóm J và cứ thế. Họ không còn là những khái niệm lý thuyết nữa, không còn lơ mờ như những phép thống kê máy móc, giờ đây họ là những con người thực sự, là những người phụ nữ mà hầu hết mọi người ở châu Âu ngày nay đều kết nối đến thông qua một “dây rốn” – có thể nói như thế – dây rốn liên tục đến tận trong quá khứ xa xôi. Họ trông như thế nào đây?

Một phụ nữ cần thỏa mãn vài yêu cầu để trở thành một thị tổ. Yêu cầu tiên quyết là bà phải có con gái. Điều này rõ ràng, bởi vì những gien mà chúng ta đang theo dõi, ADN ti thể, được truyền từ mẹ đến con gái. Một người phụ nữ chỉ có con trai không thể nào trở thành thị tổ, bởi vì con của bà sẽ không thể nào tiếp tục truyền ADN ti thể mà bà truyền cho. Điều kiện thứ hai là bà phải có ít nhất *hai* con gái. Cách dễ thấy nhất để hiểu tại sao là ngược hướng lại, từ hiện tại trở về quá khứ. Thị tổ phải là người mẫu tổ theo dòng mẹ *gần nhất* mà tất cả những thành viên một dòng có chung. Hình dung rằng một thị tộc có 10 triệu thành viên đang sống và giả sử rằng chúng ta biết chính xác mối liên hệ giữa họ nhờ các giấy tờ tửy thân. Ngược về quá khứ từ

thế hệ này sang thế hệ khác, chúng ta sẽ thấy các dòng mẹ nhập vào từ từ với nhau, các dòng anh chị em sẽ hội tụ lại ở mẹ của họ. Sau hai thế hệ, những chị em họ sẽ hội tụ với nhau ở bà ngoại của mình – tức là mẹ của mẹ. Sau ba thế hệ, những anh chị em họ xa hơn sẽ hợp nhất trong bà cố ngoại của họ. Sơ đồ thị tộc như hình tháp ngược, hay là một cái cây, nhiều nhánh hội tụ lại một nhánh to hơn, rồi nhiều nhánh to hơn này lại hội tụ về một cành. Và cứ thế. Càng ngày số cành càng ít lại khi đi từ trên xuống dưới. Sau mỗi thế hệ lại có càng ít những người trong thị tộc đó có hậu duệ theo dòng mẹ là những người đang sống ngày nay. Cách đây hàng trăm hay hàng nghìn thế hệ, chỉ có hai phụ nữ trong dòng có thể công nhận có những hậu duệ theo dòng mẹ đang sống ở thế kỷ 21. Tiếp tục quay trở về xa hơn nữa thì dòng mẹ của hai người phụ nữ này lại nhập lại thành một người phụ nữ đơn lẻ, chính là thị tổ thực sự. Và để đứng ở vị trí này, bà không phải có một mà là ít nhất *hai* con gái.

Để diễn tả điều tinh tế khó hình dung này ta hãy nhìn Hình 5, tôi đã vẽ ra một sơ đồ phả hệ theo dòng mẹ của 15 người phụ nữ đang sống, tương trưng bởi 15 vòng tròn bên phải, chỉ có người phụ nữ được đánh dấu mũi tên là mẫu tổ *gần nhất* của *tất cả* 15 người. Mẹ của bà cũng là mẫu tổ của tất cả 15 phụ nữ đó, nhưng không phải gần nhất. Cũng như vậy, hai con gái bà, được đánh dấu hoa thị, cũng là mẫu tổ của nhiều phụ nữ đang sống, nhưng không có ai trong hai người là mẫu tổ của *tất cả* 15 người. Nếu chúng ta coi đây là một thị tộc, thì chỉ có người phụ nữ được đánh dấu mũi tên mới là thị tổ. Chính quy tắc này vẫn đúng ngay cả khi có 15 người, 15 ngàn người hay 15 triệu người. Ta vẫn chỉ có một thị tổ mà thôi.

Một thị tổ không nhất thiết (và chắc chắn là không) phải là một người phụ nữ duy nhất ở thời điểm bà đang sống. Nhưng bà là người duy nhất có được mối dây liên hệ theo dòng mẹ liên tục đến tận ngày nay. Những người cùng thời với bà, rất nhiều trong số họ cũng có con gái và cháu gái, nhưng họ không phải thị tổ là vì một lúc nào đó trong khoảng tử xa xưa đến bây giờ, những hậu duệ theo dòng mẹ của họ hoặc là không có con hoặc là chỉ có con trai. Đường dây bị ngắt. Tất nhiên, bởi chúng ta chỉ có những tài liệu ghi nhận không lâu hơn vài trăm năm, chưa nói gì đến vài ngàn năm, chúng ta không bao giờ hy vọng có thể biết chính xác con đường nối kết với thị tổ. Tất cả những gì mà chúng ta có thể làm là sử dụng chuỗi ADN và những nhịp chậm rãi của chiếc đồng hồ phân tử (tức là những đột biến xuất hiện một cách chậm rãi), để tái hiện những sự kiện chính yếu trong những dòng mẹ này. Mặc dù ta không bao giờ có thể có được một bức tranh hoàn chỉnh cho một dòng mẹ, điều đó cũng không làm lung lay điều tất yếu và hợp lý rằng chỉ có một thị tổ cho mỗi thị tộc. Kết luận đó là đương nhiên.

Điều còn mở ngỏ cho tranh luận là thời điểm chính xác mà bảy người phụ nữ này đã sống. Tôi cho ra các ước lượng thời gian tốt nhất có thể được bằng cách tính tổng các đột biến đã tích lũy trong mỗi bảy thị tộc. Nơi sinh sống mà tôi đã chọn cho bảy phụ nữ này, cũng chỉ là ước lượng tốt nhất của tôi, được rút ra từ phân bố địa lý ngày nay của các thị tộc và các phân nhánh của chúng.

Nói chung, nguồn gốc địa lý của các thị tộc gần như không nhất thiết là nơi gien của nó phổ biến nhất ngày nay, mà là nơi gien của nó có biến đổi nhiều nhất. Ví dụ, trở lại Thái Bình dương, thị tộc phổ biến nhất ở Polynesia lại không bắt nguồn từ đó. Tuy có rất nhiều người trong thị tộc này đang sống ở Polynesia, sự phân bố lại không phong phú: hầu hết những người Polynesia ngày nay trong thị tộc này đều có cùng chuỗi ADN. Chỉ trên cơ sở di truyền học đơn thuần, thì nguồn gốc của thị tộc này có vẻ ở phía tây nhiều hơn, trên những hòn đảo Indonesia xung quanh Moluccas. Mặc dù thị tộc này không đặc biệt phổ biến ở Moluccas ngày nay, có rất nhiều những sự khác biệt ở đây hơn ở Polynesia. Chỉ có một phần cộng đồng di cư đến Polynesia mà thôi, cho nên sự phong phú trong thị tộc ở Polynesia giảm xuống, ở người Đài Loan bản xứ, độ phong phú trong thị tộc này thậm chí cao hơn ở Moluccas, nhưng cũng không đặc biệt phổ biến ở đây, điều này khiến Đài Loan có khả năng trở thành nguồn gốc của Polynesia nhiều hơn Moluccas đối với Polynesia. Trở lại vấn đề này ở châu Âu, mặc dù không có được sự đơn giản như khi làm việc với cư dân trên một nhóm đảo riêng biệt, ta vẫn có thể áp dụng điều tương tự. Nguồn gốc của một thị tộc có vẻ gần như trùng với địa điểm mà ngày nay nó phân hóa nhiều nhất. Dù vậy, đó vẫn chỉ là lập luận lý thuyết, cần phải cân đối nó với thực tế. Ví dụ, thị tổ của một dòng có độ tuổi 20 ngàn năm không thể nào sống ở Scotland mặc dù đó có thể là nơi dòng này phân hóa nhiều nhất ngày nay, bởi một lý do hết sức thực tế là

Scotland bị băng bao phủ vào thời điểm đó. Tôi hoàn toàn chấp nhận rằng có nhiều điều không chắc chắn về địa điểm chính xác mà những người phụ nữ này đã sống. Tất nhiên, tôi sẽ lo lắng nếu sự bất định tương tự cũng xảy ra với lý thuyết chính xác đằng sau các nghiên cứu về gien. Nhưng việc có các yếu tố huyền hoặc bí ẩn bao quanh một số khía cạnh nào đó của bảy người này, theo tôi, không phải là không thích hợp.

Tôi càng ngày càng mê mải vào bảy người phụ nữ này, tôi bắt đầu tưởng tượng ra xem họ đã tồn tại thế nào. Trong tôi tràn ngập sự hiếu kỳ ghê gớm về đời sống của họ. Di truyền học đã dẫn dắt tôi về thời gian và không gian nơi những người thị tổ này đã từng sống. Giờ đây, dựa trên những tài liệu rất chắc chắn của khảo cổ học và khí tượng học, tôi có thể phác ra những nét chính về thời kỳ và cuộc sống của họ. Những ghi nhận về nhiệt độ của quá khứ được chứa đựng trong các lõi băng lạnh giá của các tảng băng địa cực. Những bờ biển nổi chìm cho thấy sự thay đổi của mặt nước biển, vốn là những đặc điểm nổi bật trong 50 ngàn năm qua. Thực vật để lại dấu vết trong phấn hoa đã tồn tại hàng ngàn năm sau khi những bông hoa đã rụng đi. Sự thay đổi những kiểu công cụ làm từ đá và xương được khai quật từ di chỉ nơi ở của con người ghi nhận sự thăng trầm của những bước tiến kỹ thuật. Xương cá và xương thú trong vùng di chỉ đó mách cho chúng ta biết về chế độ ăn uống của tổ tiên chúng ta. Ta có thể kết hợp tất cả những chứng tích hữu hình này với di truyền học để tái tạo lại hình ảnh đời sống của bảy người phụ nữ, Ursula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrine và Jasmine. Họ là những người thật, gần như y hệt chúng ta về mặt di truyền học, nhưng họ sống trong những hoàn cảnh rất khác biệt. Kỉ diệu thay những cuộc đời mà họ đã trải qua.

Giờ đây, hãy đi cùng tôi, trong cuộc hành trình vào quá khứ xa xưa. Lần theo sợi dây di truyền liên tục nối chúng ta với tổ tiên, chúng ta có thể phiêu lưu trở về thời đại trước cả bình minh của lịch sử, đến một thế giới của băng tuyết, đến những ngọn núi trơ trụi và đồng cỏ bất tận để gặp bảy người phụ nữ nổi bật này – bảy Người Con gái của Eva.

15

URSULA

Ursula sinh ra trong một thế giới rất khác thế giới ngày nay của chúng ta. Cách đây 45 ngàn năm, thời tiết lạnh hơn ngày nay rất nhiều, và vẫn còn tiếp tục lạnh hơn cho đến hàng thiên niên kỷ sau dẫn đến kỷ Băng Hà Vĩ đại. Ursula sinh ra trong một cái hang nông khoét vào vách đá dưới chân một đỉnh núi, ngày nay chính là đỉnh Parnassus, gần với di chỉ Delphi của Hi Lạp cổ. Từ miệng hang nhìn xuống 300 mét dưới chân núi là vùng đất rộng lớn kéo dài đến tận biển cách đó 20 dặm về phía nam. Ngày nay, vùng đất này ngập tràn màu xanh đậm của những mảng cây ô liu cổ; nhưng thời ấy khung cảnh chỉ là những mảnh rừng thưa thớt dồn về gần dốc núi, với những đồng cỏ rộng lớn xa xa phía sau. Từ cái hang ấy đến bờ biển xa hơn vài dặm so với ngày nay, do mực nước biển thấp hơn vì nước đại dương đã bị đóng thành băng, và bị giữ lại trong các chỏm băng và các sông băng nằm ở các thung lũng của những dãy núi to lớn. Nhiệt độ lúc ấy vẫn tiếp tục thấp dần trong 25 ngàn năm kế tiếp, đó là một phần của chu kỳ thời tiết đều đặn, đã trải qua được ít nhất 400 ngàn năm, và chắc chắn vẫn còn tiếp tục trong tương lai.

Mặc dù vậy, Ursula hoàn toàn chẳng màng gì đến những thay đổi dài kỳ đó – cũng như chúng ta ngày nay trong đời sống thường nhật của mình. Những gì quan trọng đối với cô là đoàn 20 người của mình vào lúc đó. Ursula là con thứ, anh trai cả đã bị một con báo bắt đi lúc hai tuổi, khi lũ báo tấn công vào một khu trại dựng tạm trong đêm tối. Đó là một thảm kịch, nhưng lại không hiếm khi xảy ra trong thế giới của Ursula. Rất nhiều trẻ con, và thỉnh thoảng cả người lớn, bị lũ sư tử, báo và linh cẩu ăn thịt. Tuy việc mất đi đứa con trai của mình là một tai họa đau đớn cho mẹ của Ursula, chỉ ít thì bà lại được mang thai lần nữa. Trong thời gian nuôi dưỡng đứa con trai, chu kỳ kinh nguyệt của bà bị hoãn lại, trứng không rụng và bà không thể thụ thai. Đây là một sự thích nghi do tiến hóa để những đứa trẻ sinh ra cách nhau đủ xa. Chỉ khi nào một đứa trẻ có thể đi vững để bắt kịp cuộc di trú của cả đoàn thì người mẹ mới có thể thụ thai lần nữa, và điều này mất ba hoặc bốn năm. Thế là một năm sau khi mất con trai, bà sinh ra Ursula.

Đó là vào tháng ba, ngày đang dần dài hơn và đoàn người phải rời khỏi bờ biển nơi họ đã trú chân qua mùa đông. Đó là thời điểm đẹp nhất trong năm. Mẹ của Ursula luôn ngóng chờ mùa xuân. Bờ biển vào mùa đông ảm ướt và tối tăm, lại chẳng có cái hang nào để trú ngụ nên bà phải vất vả sống trong cái chòi thô bằng gỗ và da thú. Thứ đầy chẳng phải là nhà, và đời sống ấy quá khó khăn và bất tiện đến hết mức. Nhưng họ vẫn phải dời xuống khỏi đỉnh núi vì nơi đó trời quá lạnh, và dù sao đi nữa thì những đoàn thú rừng mà họ sống tùy thuộc vào đã rút xuống tầng đất thấp hơn. Có rất nhiều thú rừng, nhưng rất khó bắt. Bà đặc biệt thích bò rừng, chúng thường tụ tập trên thảo nguyên với số lượng khá khá vào thời gian đó trong năm. Nhưng thực tế thì không thể đi bộ mà săn chúng ở ngoài trời, việc này quá khó khăn và nguy hiểm. Bởi chúng thận trọng, đói khát và vô cùng nóng nảy. Chỉ mới đây thôi, hai chàng trai trẻ đã bị xéo đến chết trong một cuộc tháo chạy tán loạn, và từ đó mọi người quyết định rằng không đáng phải liều lĩnh như vậy, nên việc săn bò rừng vào mùa đông đã bị cấm. Việc mất đi hai tay thợ săn trong đoàn người nhỏ là một tổn thất rất nghiêm trọng, bởi điều đó có nghĩa là sẽ có thêm mấy miệng ăn dư ra, sẽ chia bớt phần của phụ nữ và trẻ con. Thế nhưng đoàn người chỉ tồn tại khi hỗ trợ lẫn nhau, nên chẳng ai khó chịu về những người sống phụ thuộc.

Việc săn bò rừng đã bị cấm nên thực phẩm duy nhất cho trai người vào mùa đông là những xác thú tìm được trong rừng hay trên thảo nguyên, hoặc là những con hươu thỉnh thoảng họ bắt được trong rừng hay trên những dốc cao. Sục sạo kiếm ăn trong rừng là một việc nhằm chán đối với những tay thợ săn, mà đâu phải là không nguy hiểm. Họ phải đi bộ hàng dặm, mở to mắt để bắt được dấu hiệu của một con thú chết bởi một con sư tử hay một con báo nào đó, và hy vọng có thể lấy những gì còn sót lại. Họ có thể may mắn nhìn thấy những con điều hươu lượn vòng trên đầu, nếu đó là một ngày trong trẻo. Nhưng thường thì chỉ là những cuộc lê bước dài tới nơi để nghe những tiếng gầm gừ đáng sợ của lũ linh cẩu đang tranh nhau dọn sạch cái xác đó trước họ. Cần có ít nhất năm người để có được cuộc tấn công thành công chống lại bầy linh cẩu. Cố gắng tạo ra thật nhiều tiếng động, họ vội vàng mang cái xác đi gấp và đuổi bọn linh cẩu chạy tán loạn trước khi bọn thú này nhận ra chuyện gì đang xảy ra. Sau đó hai người sẽ

nhận nhiệm vụ xẻo những miếng thịt còn lại trong khi nhóm kia đối diện với những con linh cầu hung hăng, rình rập chực vồ vào họ và cả cái xác. Họ ném đá vào bọn linh cầu, la hét để xua đuổi chúng cho đến khi hai người kia cố gắng vờ vét những gì mà họ có thể, đặc biệt là những miếng sườn nhiều thịt nhất. Sau đó là vấn đề rút lui nhanh chóng và có tổ chức, vừa đi vừa tiếp tục ném đá và hò hét. Họ có mẹo là chừa cái xác lại một chút, còn những thứ thu lượm được thì bọc trong một tấm da. Bằng cách đó những con linh cầu sẽ ngưng đuổi theo họ mà quay lại ăn những thứ họ chừa lại. Chuyện này thật tồi tệ và hèn hạ. Những con linh cầu thật kinh tởm, nước dãi chảy ra từ những cái miệng gớm ghiếc của chúng đang tạo ra những âm thanh hãi hùng. Chẳng có gì để tự hào về cách thức sống này, tất cả mọi người đều muốn thoát khỏi những bãi cỏ sũng nước này và trở về với những ngọn núi càng nhanh càng tốt, nơi ít ra họ có thể săn bắt một cách đúng nghĩa.

Khi những con chim én đầu tiên trở về từ mùa đông ở châu Phi lượn trên đầu, đoàn người nhỏ trại và bắt đầu đi về phía bắc hướng lên những ngọn núi. Mục đích của họ là cần đến đó trước khi những con bò rừng di chuyển lên những bãi cỏ cây mùa hè trên đỉnh Parnassus; như thế để có cơ hội tốt mà bẫy chúng, phục kích chúng khi chúng tập trung đi qua những vách đá dốc đứng. Nhưng mà ngay cả như thế thì cũng chẳng dễ dàng gì. Nếu con người đã từng bị đâm đạp bởi sự tháo chạy của bọn bò rừng trên thảo nguyên trống, thử tưởng tượng bầy thú rừng còn nguy hiểm đến thế nào khi chúng bị kiềm chặt trong một hẻm núi chỉ rộng 10 mét ở điểm hẹp nhất. Như thông lệ, lại có một cuộc tranh cãi xem cách nào tốt nhất. Chuyện này lúc nào cũng xảy ra. Vài người tán thành việc khóa hẻm đá lại rồi xua những con đầu đàn vào lối hẹp, sau đó ném đá và phóng lao cho chúng chết, vấn đề của cách này là khi cảm nhận được nguy hiểm, một vài con bò khi bị dồn vào góc sẽ lao ngược trở lại theo bản năng. Viễn cảnh phải đối diện với hàng tấn cơ bắp và sừng nhọn lao vào thật quá sức với nhiều người, nên họ phóng lên bờ đá. Khi những con thú thoát nạn quay lại bầy chính, chúng sẽ làm tất cả bầy hoảng loạn và chạy ào qua hẻm đá với một tốc độ kinh khủng. Những người tán thành một phương pháp ít táo tợn hơn chỉ ra những nguy hiểm của việc tấn công trực tiếp này. Họ tranh cãi rằng sẽ đơn giản hơn nếu chờ đến khi bầy thú chính đã đi qua hẻm núi rồi tấn công những con tụt lại phía sau. Kiểu này không “anh hùng” cho lắm, nhưng thường hiệu quả. Những con bò rừng bị tụt lại phía sau thường là những con già trong bầy, nhưng thịt chúng vẫn ăn ngon hơn là những miếng thịt vụn do bọn linh cầu chừa lại.

Trong khi cuộc tranh cãi vẫn tiếp tục, mẹ của Ursula lui vào cái chòi trong hang. Mặc dù chuyện sinh nở khi đoàn người đang di chuyển không phải hiếm, nhưng sinh nở trong một nơi trú ngụ cố định dù sao cũng thuận lợi hơn. Hang đang trở nên khô ráo hơn nhờ thời tiết ẩm dần và mặt trời nhô cao hơn. Bà rất mừng vì cái hang có điều kiện khá tốt trước khi sinh nở. Cái mùi thoang thoảng quanh hang cho thấy rõ đã có một con gấu trú chân trong hang mùa đông vừa rồi. Những sinh vật to lớn và đáng sợ này (to hơn cả những con gấu xám Alaska) là một mối hiểm họa đe dọa đoàn người. Chúng thường tấn công những toán thợ săn, nên việc họ giết được một con gấu là một sự kiện đặc biệt. Nhưng giờ những con gấu này đã rời kỳ ngủ đông của chúng từ lâu, và sẽ không có hiểm nguy nào trở lại trước mùa thu tới.

Ursula được sinh ra cũng khá dễ dàng. Dì của Ursula làm bà đỡ, bà cắt dây rốn cho Ursula bằng một mảnh đá lửa sắc rồi cột nó lại. Như tất cả những em bé đã được sinh ra trong suốt lịch sử loài người, Ursula chào đời với một tiếng khóc lớn khi không khí tràn vào buồng phổi của cô lần đầu tiên. Trong vòng vài giây, khí oxy trong lành đã được hấp thụ vào dòng máu của cô và được lưu chuyển khắp não và cơ bắp, thay thế cho sự cung cấp của nhau thai trước đây. Gần như ngay lập tức, cô rúc đầu vào ngực mẹ, bú những dòng sữa tinh túy tự nhiên. Trong sữa cũng có những kháng thể mà cô sẽ cần để chống lại sự nhiễm trùng trong khi hệ thống miễn dịch của cô đang phát triển.

Như một vài lần (*thiếu các trang 236-238*)...

Cho đến khi được một tuổi, Ursula được mẹ mang theo trong lúc đi hái lượm thức ăn hàng ngày, thường thì trong khu rừng gần trại. Bản thân mùa xuân là một mùa đói kém, trên cây chưa có trái; đoàn người chỉ biết trông chờ vào những người đàn ông để giết một vài con hươu hay thậm chí là vài con bò rừng. Nhiệm vụ của Ursula ngay khi cô vừa biết đi vững là phải giúp mẹ tìm thức ăn trong rừng, nơi cô có thể bắt ếch bên bờ suối, tìm trứng chim trong bụi, đào rễ

và củ với một cái que hay mẫu sừng nai đỏ. Mùa thu là mùa tuyệt nhất trong rừng: có những quả phỉ và sồi để nhặt, dầu chín treo trên những chùm cây và có nhiều nấm dưới mặt đất. Đoàn người thường cứ phải di chuyển liên tục từ nơi này sang nơi khác khi mùa thay đổi. Mùa hè họ có thể săn thỏ rừng và nai trên núi, mùa thu họ trú ngụ quanh những hẻm núi có rừng sồi để bẫy lũ thú rừng quay lại. Rồi mùa đông đến, họ trở xuống đồng bằng rồi quay lại nơi trú ngụ vào mùa xuân. Cái vòng này cứ lặp lại từ năm này qua năm khác. Có những năm tốt đẹp, bọn thú rừng nhiều hơn và nhiều trẻ con sống sót hơn. Nhiều năm khác khắc nghiệt hơn, trẻ con và người già chết đói trong những mùa đông dài. Cuộc sống vô cùng khó nhọc và sự tồn tại tùy thuộc rất nhiều vào sức chịu đựng và sự may mắn.

Ursula là một trong những đứa trẻ may mắn và đã sống sót. Mẹ của Ursula mất ở tuổi 29 khi cô vừa mười hai tuổi, ở tuổi đó, bà đã bị rụng vài cái răng và chân bị gãy rất nặng từ một cú ngã. Vết thương bị nhiễm trùng và sáu tuần sau bà chết vì nhiễm vào máu. Cái chết tương đối sớm của bà lại không tác động ghê gớm vào cuộc đời của Ursula. Cô đã đủ lớn và lập tức được một người dì nhận nuôi. Bà rất hoan hỉ vì có thêm một tay phụ giúp việc hàng ngày, vốn đang trở nên mệt nhọc hơn với hai đứa bé phải chăm chút. Sau đó ít lâu, Ursula, với cơ thể nảy nở, được đám thanh niên để mắt tới. Họ cố gắng để chứng tỏ mình, chạy đua hoặc đấu nhau để gây được sự chú ý của cô. Một người tặng cô một cái vòng cổ làm bằng những mảnh sừng hươu xỏ bằng lông ngựa. Một chàng khác tặng cô một con dao đá lửa rất đẹp được khắc tỉ mỉ để không làm gì hơn ngoài việc trang trí. Giờ lại có anh chàng khác luôn ghé thăm mỗi lần anh đi săn về, rồi cho cô quyền lựa chọn đầu tiên những gì mà anh săn được vào ngày hôm đó. Bằng những cách thức ganh đua riêng, họ đang chứng tỏ là người chu cấp giỏi, người có thể đỡ dần cho cô và những đứa con tương lai của cô. Phải lựa chọn một trong những người cầu hôn mình, cô quyết định người đã cho mình vật trang trí, mặc kệ những lời khuyên nhủ cứng rắn của bà dì nên chọn anh chàng thợ săn, bởi bà cũng quen hưởng phần nào những gì mà anh mang lại.

Mùa xuân sau, khi vừa 15, Ursula sinh con gái đầu lòng. Cũng như mẹ mình, Ursula nuôi dưỡng đứa trẻ và diu con trên lưng khi nhặt nhạnh trong rừng. Bốn năm sau, cô có thêm một đứa con gái nữa. Cả hai đứa đều lớn lên khỏe mạnh. Ursula sống khá lâu đủ để nhìn thấy hai đứa con sinh cháu ngoại cho mình. Rồi bà đã mất vài năm sau đó, ở buổi xế chiều của tuổi 37. Vì răng yếu và rụng đi khá nhiều, bà càng ngày càng yếu hơn và không thể nhai thức ăn cứng, vốn là thứ chủ yếu từ những cuộc săn thú. Khi đoàn người chuẩn bị nhổ trại từ trên đồi đến trại mùa đông, bà biết rằng mình không thể nào thực hiện cuộc hành trình nên đã đề nghị mọi người cứ để mặc bà chết trong chính cái hang mà bà và cả những đứa con đã được sinh ra. Cả gia đình miễn cưỡng rời xa bà, họ cũng biết đoàn người không thể nào lo cho một thành viên ốm đau trên một đoạn đường dài trước khi đến bờ biển. Thế nên họ cố gắng làm cho bà thoải mái được chút nào đó khi còn nấn ná ở lại. Họ quấn bà trong một tấm da gấu để giữ ấm. Với cái nắm tay cuối cùng đầm nước mắt, hai người con gái vĩnh biệt bà rồi cùng đoàn người đi về phía hẻm núi. Ursula nằm ở cửa hang nhìn xuống thảo nguyên bao la hướng ra biển xa, cho đến khi đoàn người chỉ còn là một chấm nhỏ. Cũng có những lúc do hôn mê, bà tưởng chừng như họ vẫn còn ở đó xa xa. Sáng hôm sau bà qua đời. Nhưng... da bị xé toạc và đầm máu là chứng tích còn lại của bà sau một sự kết thúc chóng vánh và dữ dội. Con gấu đã quay trở lại.

Ursula không hay biết rằng, cả hai người con gái của mình sẽ tạo ra một dòng mẹ liên tục từ bà cho tới tận ngày nay thông qua những đứa con, cháu chắt nhiều thế hệ. Bà cũng không biết mình sẽ là một thị tộc – là người phụ nữ duy nhất của thời đó có thể làm được. Bất kỳ một thành viên nào trong thị tộc này đều có thể truy theo dòng mẹ một cách liên tục đến Ursula. Thị tộc của bà là những người đầu tiên thành công trong việc tồn tại lâu dài ở châu Âu. Trong một khoảng thời gian tương đối ngắn, họ đã trải rộng ra toàn bộ châu lục, khiến cho người Neanderthal đi đến bờ tuyệt chủng. Ngày nay có khoảng 11% người châu Âu hiện đại là những hậu duệ theo dòng mẹ trực tiếp của Ursula, họ từ khắp nơi ở châu Âu, nhưng thị tộc này đặc biệt hiện hữu nhiều ở phía đông nước Anh và Scandinavia. Cụ Cheddar có lẽ là người được biết đến nhiều nhất trong số các thành viên cổ xưa của thị tộc.

16

XENIA

20 ngàn năm đã trôi qua kể từ khi Ursula qua đời, giờ đây đã là 25 ngàn năm trước thời hiện đại và thế giới thậm chí còn lạnh lẽo hơn. Người Neanderthal đã tuyệt chủng và giống người hiện đại thống trị châu Âu. Vùng bình nguyên rộng lớn, kéo dài từ vùng đất thấp là nước Anh ở phía tây đến Kazakhstan ở phía đông, hầu như trơ trụi và chỉ gồm vài mảng cây bulô và những rừng liễu nằm gần rìa phía nam. Đây là một nơi đầy gió và trống trải với cái lạnh khắc nghiệt lan tỏa từ những chỏm băng địa cực đang ngày một lớn lên, khiến nhiệt độ mùa đông xuống dưới -20°C trong vài ngày hoặc vài tuần. Hơi lạnh và sự khắc nghiệt đã là thế, nhưng những lãnh nguyên châu Âu vẫn có một đời sống dồi dào và vẫn còn nhiều thứ làm thực phẩm được. Những đàn bò rừng khổng lồ và tuần lộc di chuyển rộng rãi băng qua bình nguyên, chúng ăn những cây rêu và cỏ đang sinh sôi nảy nở. Những đàn ngựa và lừa hoang nhỏ hơn cũng có mặt nơi đó và con người có thể săn bắt. Nhưng con vật ghê gớm nhất mà không có kẻ thù nào để sợ hãi đó là loài ma-mút (mammoth) lông xoắn khổng lồ. Chúng không có kẻ thù nào trong tự nhiên, cho tới khi con người xuất hiện.

Xenia được sinh ra vào cuối mùa xuân, trời đầy gió và tuyết mặc dù đã vào tháng tư. Tuyết phủ đầy mặt đất vào mùa đông và vẫn tiếp tục bao phủ khắp nơi ngoại trừ một vùng đất thấp nhất nằm trên một lớp bùn dày và bắn thiêu xung quanh khu trại. Mẹ sinh ra Xenia trong một cái lều hình tròn đường kính khoảng ba mét. Khung lều được xây dựng hoàn toàn bằng xương ma mút. Hai cái ngà khổng lồ làm thành cái cửa, có rèm che là ba lớp da bò rừng để chắn cái lạnh xâm nhập vào trong. Khoảng trống giữa những cái xương được trám rêu và đất. Mái lều được lợp bằng những lớp đất dày rễ cỏ, trát vào mạng lưới đan bằng cành liễu. Từ một cái lỗ sưởi nhỏ ở giữa cái lều, hơi nóng ửng đỏ của ngọn lửa hồng soi lờ mờ những vách tường. Không có củi để đốt, vì tất cả cây cối xung quanh vùng đã được dùng để nhóm lửa hết cách đây hàng tháng trời. Những thứ đang dùng để đốt trong lều của Xenia là xương thú. Chúng tạo ra một mùi hôi thối phát ồm không thể nào quên, đó cũng là mùi đầu tiên là cô người được từ lúc mới chào đời. Xương ma mút và bò rừng có đầy trên lãnh nguyên tạo thành thứ nhiên liệu bất đắc dĩ này, nhưng thả chịu đựng mùi hôi thối vẫn tốt hơn là chịu giá lạnh đến chết.

Lán trại được xây dựng trên một phần đất cao, cách đó một dặm là một dòng sông lớn chảy hiền hòa. Nhiều thế hệ bò rừng đã băng qua dòng sông này, trên đường đi đến và quay về từ những vùng đất mùa hè có thức ăn nuôi dưỡng. Cũng giống như trại mùa xuân của Ursula được đặt gần với những tuyến đường di cư của bầy thú, trại của Xenia cũng được đặt để tận dụng những dòng thực phẩm ổn định và có thể trông cậy vào. Kể từ thời của Ursula, đã có một vài tiến bộ kỹ thuật. Những ngọn giáo gắn đá ở đầu đã được cải thiện, tầm hoạt động và sự chính xác của chúng được tăng lên do có một bộ phận ném giáo. Bộ phận này được làm từ một mảnh gỗ hoặc xương ngắn khum vào một đầu để đặt cán giáo, làm cho tay ném dài hơn. Những điều mới lạ và những phát kiến như thế này sớm được phổ biến khi những đoàn người tụ tập lại, trong những cuộc vượt sông hoặc những lần gặp gỡ trên lãnh nguyên vào cuối mùa hạ.

Mỗi năm bò rừng băng qua sông ở cùng một điểm. Nơi đó con sông rẽ ngoặt tạo thành một dòng xoáy, và nước đào sâu mặt đất dốc ở mép bờ sông. Những bầy thú di cư đã tạo ra một con đường qua bờ sông, vốn mỗi năm lại mỗi dốc hơn càng khiến chúng ra khỏi sông khó khăn hơn. Nếu khôn hơn, chúng đã tìm kiếm một lối qua sông khác an toàn hơn rồi; nhưng chúng đã sử dụng một đoạn đường này hàng thế kỷ và sẽ không thay đổi. Sự bướng bỉnh mù quáng và việc từ chối thích nghi này lại khá trái ngược với đức tính của con người, nhưng lại rất tiện cho đoàn người của Xenia. Khi những con thú đang phải gắng sức để thoát khỏi dòng sông, mệt mỏi vì phải bước đi loạng choạng trên những nền sỏi vỡ của bờ đất, những người ném lao sẽ tấn công chúng dễ dàng. Để tránh bị trông thấy và không làm đàn thú kinh hãi quá sớm, họ xây dựng một chỗ núp từ xương ma mút phủ da lên để lừa chúng.

Ngoài việc cùng đi về một hướng, bầy thú luôn đến vào cùng một thời điểm mỗi năm. Đoàn người có thể cảm nhận được khi nào chúng sắp đến. Khi ngày dài ra và khi những con ngỗng trời bay về từ phương nam, đoàn người đi săn bắt đầu đi đến phía bờ sông để đến chỗ núp. Đàn

bò rừng thường băng qua sông rất nhanh, nếu chờ đến khi thấy chúng thì đã quá trễ, vậy nên họ phải núp sẵn sàng. Dấu hiệu đầu tiên của chúng là những âm thanh trầm và nhỏ từ phía đông bắc, nghe trong gió như những tiếng sấm rì rầm liên tục. Khi âm thanh nghe ngày càng rõ hơn, thần kinh bắt đầu căng ra, những người thợ săn kiểm tra lại giáo xem mũi đá đã tra chắc vào cán gỗ chưa. Tiếng thùng thùng như hàng ngàn cái trống càng ngày càng lớn hơn. Rồi sau đó là tiếng bắn tóe nước báo hiệu rằng con thú đầu đàn đã bước chân vào vùng đất cạn ở bên kia dòng sông, tuy vẫn còn khuất tầm mắt họ. Những người thợ săn vẫn nấp chờ đợi khi những con thú bơi ngang qua sông. Khoảng thời gian đó tưởng như bất tận nhưng thực ra chỉ 2-3 phút mà thôi.

Cuối cùng khi những con thú đi đầu sông nước đang tiếp tục di chuyển hướng lên, chúng bị trượt chân rớt trở lại dòng sông. Chúng đang ở trong tầm nhìn. Những con đi đầu này đang cố gắng vượt lên khỏi bờ sông trơn trượt, nhưng những con đi sau đang dón lên khiến chúng càng trở nên hoảng hốt hơn. Nhưng cuối cùng, con quái vật khổng lồ màu nâu đỏ đã tìm được chỗ đặt chân và bắt đầu đi lên bờ sông cách toán thợ săn đang nấp chỉ chưa đầy hai mét. Họ vẫn chờ đợi, cho đến chúng phải đi chậm lại vì cố gắng vượt lên khỏi bờ sông. Rồi, từ sau những tấm da, những người thợ săn phóng những cây lao nhằm hướng những con thú. Họ nhắm vào cổ và ngực. Những đầu mảnh đá sắc như dao cạo cắm ngập vào sườn của nhiều con bò. Những con thú bị thương đảo đôi mắt to lớn và rống lên trong đau đớn; chúng rất khó bị giết chết hoàn toàn. Toán thợ săn chỉ hy vọng là giáo của họ đâm trúng động mạch hay cắm vào phổi chúng. Khi con thú bị thương chạy về hướng lãnh nguyên, toán thợ săn rời bỏ chỗ nấp và đuổi theo. Nếu họ may mắn, con thú bị thương sẽ ngã xuống rồi bị giết chết an toàn bằng một mũi giáo xuyên qua tim. Nếu bị thương nhẹ hơn, chúng sẽ ráng lết đi một vài dặm và chết những ngày sau đó trong lãnh nguyên.

Mỗi khi con quái vật ngừng kháng cự vì mất máu hoặc thiếu oxy, toán thợ săn vây quanh để giết nó, đâm những cây lao sâu vào ngực cho đến khi con thú nhắm mắt, lưỡi thè ra và chết hẳn. Hành động nhanh chóng với những con dao đá mài, toán thợ săn lột da và xẻ thịt con thú ngay tại chỗ chúng nằm và mang thịt trở về trại đôi khi xa đến vài dặm. Nhiều khi, họ không cần lấy hết những mảnh thịt vụn của cái xác, họ chỉ lấy những mảnh thịt ngon ở sườn và vai, cũng như lấy đi tim, gan và thận. Họ để phần còn lại trên lãnh nguyên, với những đầu giáo bằng đá cắm vào những cái đầu to lớn. Những thứ này như là những manh mối để lại cho các nhà khảo cổ học hàng thiên niên kỷ sau biết rằng con quái thú đã gặp phải cái chết như thế nào.

Chỗ thịt của con bò rừng có thể dùng được vài tuần cho đến khi đợt tuyết sau cùng trong lãnh nguyên tan đi, và ngày kéo dài hơn. Chim dẽ, vịt và ngỗng từ những vùng đất lạnh ở phía bắc bay về phía nam nhiều hơn để giao phối trên vùng lãnh nguyên. Chúng bắt đầu xây tổ trên những đám rêu và cỏ tồi tàn. Trong vòng vài tuần, đời sống trở nên dễ dàng. Nhưng trước đó rất lâu, đoàn người phải đi về phương nam để đuổi theo những bầy thú. Di chuyển từ một lán trại tạm thời sang một lán trại khác luôn luôn là cách sống của Xenia và đoàn người của cô. Nhu cầu cấp bách nhất là kiểm tra xem có đủ thức ăn trong suốt mùa hè để những thành viên trong đoàn người tích lũy đủ chất béo để tồn tại qua những tháng mùa đông trụi không. Đoàn người của Xenia trông cậy hoàn toàn vào những con thú di cư và theo chúng suốt mùa hè. Không có bánh xe chuyên chở, thậm chí là ván trượt tuyết cũng không, nên mọi thứ đều phải mang vác. Những khung xương ma-mút có thể được bỏ lại chỗ cũ và dùng lại vào năm tới, nhưng những tấm da cũ thì không bao giờ tồn tại quá một mùa đông. Cuộc sống khắc nghiệt đến mức, bất kỳ người nào không thể đi bộ trong những chuyến hành trình dài này – những người ốm, người già – đều bị bỏ lại đến chết. Chỉ đến khi đứa bé có thể đi bộ để theo kịp đoàn người và không phải bế nữa thì mẹ của nó mới có thể thụ thai lần nữa.

Xenia, một cô gái sớm phát triển, thừa hưởng mái tóc màu vàng hoe và đôi mắt màu xanh xám của cha. Cô chạy đùa với những đứa trẻ khác trong đoàn người, giúp đỡ mẹ sắp xếp lán trại, chỉ thỉnh thoảng cô mới được cho phép theo cha ra ngoài để săn những con lừa hoang vào mùa hè. Trong một vài dịp hiếm hoi khi ông săn thành công, cô giúp ông lột da lấy thịt. Thỉnh thoảng, trong những cuộc đi tuần vui vẻ này họ có thể gặp gỡ với những đoàn khác, những người cũng đang đi tuần vùng lãnh địa kề cận. Thường thì những lần gặp gỡ này rất thân thiện, và thành viên của các đoàn người khác nhau có thể nhớ và nhận ra nhau. Họ cũng hay trao đổi

thông tin, chủ yếu là về thời tiết và săn bắt, và cả về gia đình của họ. Ngôn ngữ của họ còn đơn giản nhưng cũng đã phát triển tới mức có thể phổ biến những thông tin cơ bản. Thỉnh thoảng một vài thanh niên ghé qua lán trại của đoàn người khác và thậm chí ở đó cả mùa. Trên những con đường nhỏ này, những dòng thông tin và dòng người vẫn đối trao trong cái hoang vu và giá lạnh mênh mông.

Xenia có thai và đó là một lần thai nghén rất khó khăn. Càng gần cuối, cô càng ít di chuyển. Mặc dù là một cô gái khỏe mạnh, cô gần như không thể đi lại khi cái bụng bầu của cô càng ngày càng to. Thoạt đầu mẹ của cô, rồi đến cả những người phụ nữ khác trong đoàn người cũng bắt đầu lo lắng. May mắn thay, họ đang ở trong lán trại mùa hè, thú rừng rất nhiều và họ không phải di chuyển trong vài tuần nữa. Nhưng những người phụ nữ không lo lắng về vấn đề di chuyển, mà lo rằng Xenia không phải sắp sinh một mà tới hai đứa trẻ. Đây là điều khủng khiếp. Một người mẹ sẽ không thể nuôi dưỡng và ẵm bồng hai đứa trẻ cùng lúc. Do việc có thai bị làm chậm một cách tự nhiên: một người mẹ chỉ có thể mang thai đứa kế tiếp khi đứa trước đó đã hoàn toàn cai sữa. Sự thích nghi về mặt hooc-môn này chính xác là để ngăn không cho phụ nữ có hai con cùng một lúc. Tuy vậy, trong khoảng 100 ca sinh nở lại có 1 ca sinh đôi, như Xenia đang sắp sửa đây. Điều này đã xảy ra trước đây và có một luật lệ nghiêm khắc trong đoàn là đứa trẻ nhỏ hơn sẽ bị giết ngay lập tức. Chỉ có một ngoại lệ rất hiếm là khi một phụ nữ khác trong đoàn vừa mất con và vẫn còn có sữa. Nhưng năm đó chẳng có người mẹ nào mất con cả.

Bản thân Xenia không hề nhận thức được điều tàn khốc nhưng là một truyền thống cần thiết này. Thậm chí cô cũng chưa từng biết có ai đã sinh đôi chưa, bởi vì những đứa bé yếu hơn đã bị giết ngay sau khi sinh và đem chôn một cách lặng lẽ. Xenia cũng không biết được mình sắp sinh đôi hay không, nhưng mẹ cô thì rất chắc chắn. Thật khác thường, bà đã giải bày mối lo sợ này cho cha của Xenia nghe. Điều này là bất thường vì việc sinh nở luôn luôn thuộc quyền quyết định của nữ giới, ông chưa hề nghe về “luật sinh đôi” này, nhưng cũng đồng ý với nó. Ông cũng rất lo lắng vì sợ rằng Xenia sẽ không qua khỏi lần sinh nở. Lại thêm một khác thường nữa, ông kể chuyện này với một người trong đoàn khác. Người này ông đã gặp mấy tháng trước và có con gái bằng tuổi Xenia. Hóa ra cô gái này vừa mới sinh con đầu lòng vài ngày trước, nhưng thằng bé quá nhỏ và ốm yếu, đến mức có vẻ không sống nổi. Tối hôm đó, cha mẹ Xenia suy tính một kế hoạch. Nếu họ có thể lén đem một trong hai đứa sinh đôi ra ngoài rồi trao cho ông bạn, ông ấy chắc sẽ đồng ý mang về cho con gái nếu như lúc đó cô đã mất đứa con trai. Chuyện này phụ thuộc may rủi rất nhiều, vì đâu ai biết trước được ông bạn có đồng ý hay không.

Khuya hôm đó, hai đứa con gái sinh đôi của Xenia ra đời. Cô ôm chúng vào ngực một lúc rồi mẹ cô ra một quyết định chóng vánh và lấy một trong hai đứa ra ngoài. Bà quấn nó trong một tấm da thỏ mềm và đưa nó cho cha Xenia đang đợi. Ông lập tức đem nó đến lán trại lảng giềng cách đó 20 dặm về phía đông. Đến sáng sớm thì ông đến nơi và người bạn ra đón. Đứa bé trai của con gái ông bạn vừa chết cách đây hai ngày. Cha Xenia trao đứa bé cho ông bạn trong khi ông ấy vẫn đang suy nghĩ về đề nghị nuôi giúp này. Nếu ông bạn không chấp nhận thì cha Xenia không còn cách nào khác là phải giết đứa bé đi. Sau một vài giây cân nhắc giữa sự đau khổ của con gái mình khi mất đứa con trai, và khả năng con gái mình có thể từ chối không nuôi một đứa trẻ lạ, ông bạn đồng ý mang cái bọc đang đối lả vào trong.

Xenia không bao giờ biết được điều gì đã xảy ra cho đứa con gái của mình, bà cũng không bao giờ biết được rằng bà là một thị tở. Đứa con gái mà bà giữ lại với mình đã tạo ra một nòi giống kéo dài đến tận ngày nay ở châu Âu, với 6% cư dân ngày nay suy ngược về tổ tiên theo dòng mẹ của họ đến Xenia theo nhánh đó. Đứa trẻ được nhận nuôi cũng lớn lên khỏe mạnh rồi đơm hoa kết trái. Đoàn người của bà và những hậu duệ của họ càng ngày càng di chuyển về phía đông xa hơn, vượt qua thảo nguyên vô tận của vùng trung Á và Siberi. Cuối cùng họ gia nhập vào đoàn người di cư đến châu Mỹ. Ngày nay có 1% người Mỹ bản xứ là những hậu duệ trực tiếp theo dòng mẹ của Xenia. Ở châu Âu, ba nhánh của thị tộc này xòe ra khắp châu lục, một vẫn còn giới hạn ở phía đông châu Âu, trong khi hai nhánh còn lại đã lan rộng ra hơn đến phía tây vào miền trung châu Âu và đến tận Pháp và Anh.

Helena sống cách đây 20 ngàn năm, vào thời kỳ Băng Hà cuối trở nên gắt gao khốc liệt nhất. Những sông băng và cánh đồng băng bao phủ toàn Scandinavia và trải dài đến tận phía nam, nơi ngày nay là thành phố Béc-lin và Vác-sa-va. Biển Ban-tích lúc đó là một biển băng, cũng tương tự như Biển Bắc kéo dài từ Đan Mạch đến đập nước Humber (bờ đông của nước Anh). Vào mùa đông, Đại Tây dương lạnh giá và đóng băng kéo dài đến tận miền nam là Bordeaux, vùng Vương Quốc Anh vẫn còn nối với đại lục châu Âu bằng đất liền và bị chôn vùi trong băng đến tận nơi mà ngày nay là vùng trung du nước Anh, miền trung xứ Wales và nam Ireland. Năm này qua năm khác, lãnh nguyên – tức là vùng lãnh địa trống trải chỉ có một lớp đất mỏng và một ít cây cối mọc lên trên cái lạnh – mở rộng càng ngày càng xa về phía nam, gần chạm tới Địa Trung hải. Nhiệt độ giá băng và những trận mưa tuyết dữ dội làm cho lãnh nguyên không thể cư trú được trong mùa đông. Các đoàn người săn bắt vốn lang thang hầu hết bắc Âu đang dần dần bị đẩy về phía dãy núi cao Pyrenees và An-pơ. Nhiều người di cư xuống một thung lũng rộng gần sông Rhône và tỏa ra những vùng đất trũng bao quanh Địa Trung hải. Lúc đó, các đầm phá được tạo ra gần các bờ biển, nhưng mép biển xa hơn hàng dặm so với ngày nay. Nước bị nhốt trong các tảng băng nhiều đến nỗi làm cho mặt biển thấp hơn ngày nay đến hơn 100 mét.

Con người cũng có thể sống tạm ổn ở những nơi gần bờ biển và trong những khu rừng gần đó. Helena trải qua tuổi thơ trong một vùng đất với phong cảnh như thế. Cô giúp mẹ tìm nấm trong rừng, lội trong những đầm nước mặn bắt nghêu sò. Cha cô săn trong rừng một mình, tìm bắt hươu nai hoặc những con thú khác. Vào cuối hạ, khi sương mù bắt đầu giăng phủ những sớm mai trên vùng đầm lầy, mọi người chuẩn bị cho một cuộc tập trung lớn.

Họ nhổ trại và di chuyển vào sâu trong đất liền, hướng về phía những ngọn đồi, chỉ mang theo những thứ gọn nhẹ và thiết yếu nhất. Khoảng vài ngày họ lại gặp một đoàn người khác cũng đi như thế. Họ không cản trở nhau, mà trái lại còn cùng nhau chia sẻ những hào hứng và ước mong. Rừng càng ngày càng thưa dần và họ tiến vào lãnh nguyên. Họ băng qua hết đồi núi nhấp nhô, đến những vùng bằng phẳng trên cao, rồi qua những thung lũng. Cuối cùng sau sáu tuần, họ đến đích. Đó là thung lũng của vùng Dordogne, tây nam nước Pháp. Dòng sông xanh thẳm và rộng lớn chảy êm đềm giữa những vách đá vôi dựng đứng màu vàng nâu.

Đoàn người sắp sửa dựng trại dưới một trần đá ngay cửa một cái hang sâu. Nhưng trước khi tiến hành, họ phải đi rất sâu vào trong hang để chắc chắn là không có ai hoặc con thú gì ở đó. Việc này luôn luôn nguy hiểm và đáng sợ. Bọn linh cẩu, sư tử và gấu khổng lồ cũng thường trú ngụ trong hang. Nếu chẳng may bọn chúng có trong đó thật, thì đoàn người phải mau chạy ra ngoài nếu không sẽ bị tấn công đến chết. Nhưng năm nay họ may mắn, cái hang không có con gì cả. Thế là trại được dựng lên gần cửa hang. Chuyến hành trình dài đã kết thúc. Helena và mọi người có thể nghỉ ngơi dưới ánh mặt trời ấm áp, ngắm nhìn dòng sông êm đềm chảy qua dưới đó 100 feet (30 m). Phong cảnh thật đẹp. Những ngày sau đó, những hang kế cận cũng có những đoàn người khác tới ở. Họ từ những nơi xa hơn tập trung về nơi này. Cũng như tổ tiên của họ, họ đến đây để săn những con tuần lộc đang trên đường đi từ những nơi ăn lá mùa hè trên vùng cao Massif ở vùng trung nam nước Pháp, xuống những cánh đồng thấp hơn để kiếm ăn vào mùa đông. Chúng phải đi qua Dordogne và đi qua hẻm núi. Và đoàn người của Helena đang chờ chúng.

Nhưng sự kiện chung ấy của mọi người vẫn còn vài tuần nữa mới đến, vẫn còn rất nhiều thứ phải chuẩn bị. Cha của Helena đang chuẩn bị dỡ ra vài phiến đá nhỏ từ một lõi đá lửa rất mịn mà ông đồi được hồi đầu năm. Lõi đá rất tốt, không có vết nứt nhỏ nào và thậm chí còn có hoa văn nữa. Vì chế tác công cụ rất giỏi nên ông có thể tạo ra mọi thứ từ cái lõi đá quý này, tùy vào nhu cầu. Chọn một chỗ ngồi nơi cửa hang, ông chuẩn bị thay cái mũi giáo “chiến hữu” của mình, để còn dùng nó làm vũ khí chính trong cuộc săn tuần lộc sắp tới. Lõi đá là một hình trụ, rắn, cỡ một miếng pho-mát nhỏ. Ông xoay xoay nó, xem xét thật kỹ, dựa trên kinh nghiệm nhiều năm để tính xem nên chẻ vào chỗ nào để tách ra được những miếng đá mỏng. Đường như ông có thể cảm nhận được cấu trúc bên trong của phiến đá, biết được từng thớ của nó.

Cuối cùng ông cũng đã tìm ra. Cầm cái lõi đá trong tay trái, còn tay phải cầm một hòn đá cuội to. Ông gõ mạnh vào lõi đá. Nó bị tách ra từng phiến mỏng, đúng như ông đã lường trước. Thuận đà, ông chẻ ra thêm năm lưỡi đá nữa rồi đem cắt cái lõi. Năm lưỡi đá rất vừa vặn, chúng dài chừng tám phân và dày chừng ba phân. Sau khi được chỉnh kỹ lại, chúng trở thành dao cắt, dao cạo lông thú, mũi giáo, hay những cái dao móc để chặt đồ cứng như xương hay sừng. Kiểm tra kỹ những lưỡi đá xong, ông chọn ba cái làm mũi giáo, một cái làm dao cạo lông tuần lộc, và hai cái còn lại làm dao móc chặt xương. Mặc dù cả sáu cái lưỡi đều có thể tùy ý chỉnh sửa thành bất cứ đồ vật nào ở trên, nhưng ông biết dựa vào kinh nghiệm lâu năm của mình cái nào thì thích hợp cho đồ dùng nào nhất. Nhiệm vụ tiếp theo của ông là tạo kim khâu từ sừng tuần lộc cho vợ. Ở đây tuần lộc có nhiều và cũng có thể săn được. Với sự khéo tay của mình, ông làm ra nhiều vật dụng từ sừng rồi đi trao đổi lấy những lõi đá do những người ở đoàn khác kiếm được. Sự trao đổi này khiến hai bên cùng có lợi, vì mỗi người có thể làm được việc mà mình giỏi nhất. Helena cũng thừa hưởng sự khéo tay của ông. Thấy cha đang ngồi làm kim khâu, cô tới ngồi cạnh và nài nỉ được giúp ông cái gì đó.

Quần áo mặc đủ ấm và chắc chắn là thứ thiết yếu của cuộc sống lúc đó. Mùa đông, nhiệt độ có thể xuống đến âm mười độ C trong những đợt rét dài hàng tuần. Cũng may là da thú không thiếu, và mọi người có thể làm ra những cái áo may vừa với mình. Áo làm từ da thỏ, sóc hay các loại da mềm khác. May quần áo là nhiệm vụ của phụ nữ. Mẹ Helena có tay khỏe và mắt tinh tường rất cần cho công việc khâu áo. Bà cắt những tấm da cho vừa khít với nhau, dùng dùi để đục những cái lỗ dọc theo mép da, rồi dùng gân tuần lộc để làm chỉ khâu chắc lại. Bà sẽ làm một cái áo cho Helena. Trẻ con ở tuổi Helena lớn nhanh lắm, và người lớn phải vất vả để chăm lo quần áo cho chúng. Anh trai của Helena lớn hơn cô tới bảy tuổi nên không thể dành được quần áo cho cô. Thỉnh thoảng cô lại được cho một cái áo mà một đứa nào đó lớn hơn đã để lại. Nhưng cô vẫn thích một cái áo mới hơn. Quần áo phải vừa sát mới có thể chống lại được cái lạnh buốt giá. Mẹ đang đo cỡ cho Helena bằng một dải da tuần lộc. Cả quá trình may đo này phải mất gần một ngày. Một cái áo vừa vặn là rất đáng tự hào, nên mẹ cô rất kỹ lưỡng trong việc này. Với khả năng may vá của mẹ và kỹ năng chế tác của cha, gia đình Helena được nhiều người biết đến và họ có một địa vị nhất định trong đoàn người.

Khoảng 10 ngày sau, họ đã hoàn thành việc chuẩn bị. Helena có một bộ áo mới, mẹ cô đã có cả chục cái kim bằng sừng, còn cha cô thì đã có những mũi giáo mới. Ngày đã ngắn hơn và lạnh hơn, lá cây bu-lô đang ngả vàng, ban đêm đã bắt đầu có sương giá bao phủ trên đỉnh những ngọn cây bắc ở thung lũng dưới xa. Đoàn tuần lộc chắc sắp đi qua đây rồi. Nhưng trước khi chúng xuất hiện, như để chắc chắn là chúng sẽ xuất hiện, người ta tổ chức một nghi lễ quan trọng. Một đêm trăng tròn sau những đêm sương giá, những người đàn ông trong đoàn người, cùng những người thợ săn từ đoàn khác xung quanh đó đổ về phía một vách đá, nơi có một tảng đá hình tròn. Họ vẽ đất đỏ lên mặt, bôi than lên khắp mình. Họ lật tảng đá ra một bên rồi lẳng lẽ tiến vào hang, tay cầm những chiếc đèn nhỏ làm bằng mỡ động vật để thắp sáng đường đi. Anh trai Helena lần đầu tiên được tham dự. Cậu đã đủ lớn để được phép tham gia đoàn đi săn, nên phải cùng đi tới cái hang này. Cậu ghét bóng tối, và ghét hơn nữa cái cảm giác bị giam trong những cái hang chật hẹp. Toán đàn ông càng ngày càng đi sâu vào lòng hang, những ngọn nến bập bùng khiến bóng họ chiếu trên thành hang trở thành những hình thù kỳ quái. Cuối cùng, khi đã đi được khoảng nửa dặm, lối vào hang hẹp bỗng dần dần mở ra thành một lòng hang rộng. Một sự im lặng bao trùm, chỉ còn tiếng nước tí tách nhỏ giọt từ trần hang. Tường hang có những nhũ đá tạo ra do nước chảy lâu năm, chúng sáng lấp lánh phản chiếu ánh nến. Ở một bên, ba nhũ đá lớn dài khoảng hai mét treo từ trần hang rủ xuống gần chạm với ba măng đá thấp mọc lên chắc nịch. Nhưng phải đến 5.000 năm sau, chúng mới có thể thực sự chạm tới nhau.

Nhưng những kỳ quan tự nhiên này không phải là thứ mà toán đàn ông tới để chiêm ngưỡng. Họ rẽ phải rồi trèo lên một lối đi dẫn từ lòng hang chính. Trong ánh nến yếu ớt, trên tường phía trên đầu họ hiện ra những hình thù thú vật. Những hình vẽ khổng lồ của những con ngựa hoang, tuần lộc và những con bò hung dữ trải khắp tường hang phẳng lì. Thấy vậy, anh trai Helena, vốn đang sợ cảm giác giam nhốt trong hang, bỗng giật bắn mình rồi lùi lại ôm chặt lấy cha. Ngọn nến trên tay văng ra, rơi xuống một vũng nước kêu xèo xèo rồi tắt ngấm. Một con bò

mộng dường như đang nhìn thẳng vào cậu, khi mũi rồi cúi đầu hướng sừng nhọn về trước như chực xông tới xuyên cậu vào thành hang. Dù đã được nghe cha nói trước về các hình vẽ này, cậu vẫn không hình dung ra nó ghê gớm đến vậy. Chúng trông rất thật, rất sống động và nguy hiểm nữa. Cậu muốn chạy ra khỏi hang nhưng cha đã ôm chặt rồi vuốt tóc trấn an cậu.

Trong im lặng, những người đàn ông này nhìn lên những sinh vật mà họ không chỉ sợ mà còn phải sống phụ thuộc vào. Dưới ánh sáng mờ mờ, những hình ảnh này giống như là những con vật đang có thật. Chúng gần như đang di chuyển. Cha Helena dụi mắt. Dù đã đến đây 20 năm nay rồi, lần đầu tiên với cha mình rồi sau đó là đi một mình, ông vẫn luôn có cảm giác kỳ lạ này. Các hình vẽ quá cao không thể chạm tới để xem chúng thực sự có di chuyển hay không. Toán người vẫn nhìn chăm chăm vào chúng, từ con này sang con khác như thể đang kiểm tra lại. Chúng như đang nhìn vào đoàn người đi săn, nhớ những hình ảnh này để sau đó gặp lại họ ở trong đời thực. Không ai biết được những bức vẽ này có từ bao giờ, và do ai vẽ. Có lẽ chúng đã có ở đó từ ngàn xưa rồi.

Sau một khoảng thời gian tựa như một đời người đối với anh Helena, không khí thay đổi. Đến giờ, những hình ảnh chập chờn này đã trở thành những con vật thực sự trong tâm trí của những người đàn ông. Từng người một, họ lấy cây giáo dài ra, và với một tiếng thét lớn, họ lùi lại rồi nhảy xổ đến đâm vào sườn những con thú tưởng tượng. Họ không chạm vào chúng. Mà họ không cần phải làm vậy. Những con thú vật này đã xuất ra khỏi bức tường và treo lơ lửng trong không khí. Cái hang vang vọng những tiếng hét khùng khiếp của họ khi họ khẩn cầu những phép lạ hiển linh có thể biến sự tàn sát mang tính lễ nghi những con vật tưởng tượng này trở thành những cuộc tàn sát thực sự những con vật đang sống.

Sau một vài phút, tiếng ồn ào tắt ngấm. Họ hạ giáo xuống, rồi một lần nữa nhìn chăm chăm vào những con mồi tưởng tượng. Đó là những gì họ có thể làm để mong cho những con mồi sẽ đến và họ sẽ may mắn trong mùa săn. Rồi không ai bảo ai, những người đàn ông lục đục lui ra khỏi cái hang, trở lại không khí trong lành của buổi đêm. Cái giá lạnh làm họ tỉnh lại và trò chuyện với nhau, họ thảo luận các chiến lược. Anh trai của Helena vui mừng khi được trở về thế giới bên ngoài.

Một tuần sau, bắt đầu xuất hiện những con tuần lộc đầu tiên lác đác đi qua khe núi. Tình hình đang khá dần lên. Chúng đang ở hữu ngạn và rất khó khăn vượt sông để đến được khe núi. Đoàn người của Helena đã chọn một điểm ẩn nấp, nơi mà dòng sông chảy qua những tảng đá lớn. Chỗ này sông rộng chừng 50 mét, và giữa sông có một đảo đá nhô lên. Họ phục sau những phiến đá, và hy vọng rằng khi vượt sông đoàn tuần lộc sẽ băng qua đây, vì những năm trước chúng cũng đi như vậy. Chỗ này cách hang ở chừng 100 mét, thế nên hai mẹ con Helena có thể quan sát những người thợ săn đang nấp và sẵn sàng tấn công con mồi.

Năm nay, lần đầu tiên cha Helena sẽ thử cái ném giáo mới. Cái này đã có khá lâu, nhưng ông vẫn thích phóng giáo kiểu truyền thống hơn. Ưu điểm của cái ném giáo là làm cho giáo được ném xa hơn, chính xác hơn và nếu như con mồi chạy mất thì chỉ mất cái đầu giáo chứ không mất toàn bộ cây giáo. Cái ném giáo là một miếng gỗ chắc, gắn lỏng vào đuôi giáo và có tác dụng như một cánh tay đòn. Bằng cách giơ ra sau vai rồi quật tới trước, mũi giáo sẽ bay ra nhanh hơn nhiều so với cái giáo truyền thống. Mũi giáo là một mảnh xương hay mảnh đá được mài sắc nhọn, tra vào một cán gỗ ngắn. Tác động của cái mũi giáo được ném kiểu này cũng mạnh như một cái giáo dài. Cha Helena đã tập dùng nó nhiều lần, nhưng ông vẫn không thích lắm. Ông chỉ mang theo để cho những người bạn – lâu nay vẫn cố gắng khuyên ông dùng nó – không phàn nàn gì ông.

Helena quan sát cha và anh quỳ nấp sau những tảng đá trên cái đảo giữa sông đó. Thành linh, một nhóm tuần lộc nhỏ xuất hiện cách cái đảo khoảng 300 mét. Chúng tỏ ra rất sợ sệt, vừa đi chậm chậm vừa khịt mũi và quay đầu sang bên này bên kia để quan sát. Cô nằm bẹp xuống và dòm qua một tảng đá. Nếu bọn tuần lộc thấy cô, chúng sẽ chạy ngược lại ngay. Chúng di chuyển chậm chậm qua đảo đá. Chúng có cảm nhận được sự có mặt của những thợ săn không nhỉ? Chúng đến ngay phía dưới Helena, nơi dòng sông luồn vào trong hai vách đá dựng đứng. Cô ghé mắt nhìn xuống bọn chúng từ trên cao. Cô đã có thể thấy những cái lưng xám và những bộ sừng to của chúng. Cô đếm được mười hai con và nghĩ chắc đó là một con tuần lộc mẹ với đàn con của nó. Nhưng vì tuần lộc đực và cái đều có sừng như nhau nên cô không chắc lắm. Chúng

dừng lại chừng vài phút rồi quyết định quay ngược lại. Nhưng rồi một con nhảy ùm xuống nước rồi bắt đầu bơi tới hòn đảo đá. Những con khác cũng theo sau. Toán thợ săn căng người ra, tim đập mạnh, miệng khô khốc.

Khi con tuần lộc đầu tiên bơi tới đảo đá, toán thợ săn xông vào chúng. Từ một khoảng cách ngắn, họ ném những mũi giáo chí mạng và chính xác vào những con mồi. Hai con đổ gục xuống, máu chảy khắp cổ. Những con còn lại chạy thục mạng. Cha của Helena đã đâm giáo trúng sườn một con nhỏ, rồi chạy theo để hạ gục bằng cách cắt cổ họng nó. Sau loạt ném giáo, một vài con bị thương quay đầu trở lại. Toán người đuổi theo cố kéo chúng. Anh Helena ngốc nghếch giữ một con tuần lộc lớn chỉ bị thương nhẹ. Nó quay lại và quật cái sừng thật mạnh trúng ngay vào đầu khiến cậu ta ngất xỉu rồi rơi xuống nước. Từ trên cao nhìn thấy điều xấu xảy ra, Helena hét to lên để cho cha thấy, ông ngẩng lên rồi nhận ra điều chẳng lành, ông nhìn khắp mặt sông để tìm con trai và thấy cậu trôi ra gần dòng nước xiết. Vội vàng, ông để mặc con tuần lộc vừa hạ sát được ở đó, nhảy bổ xuống nước. May thay ông vớt được con trai trước khi quá muộn, kéo cậu vào bờ và quên hết cả cuộc đi săn. Anh chàng cũng may hồi tỉnh, nhưng con tuần lộc thì đã trôi mất từ lâu. Nó trôi đến phần nước chảy xiết mà không ai kịp lấy lại.

Helena nhìn theo tiếc nuối. Nước sông không còn trong nữa mà ngầu đỏ máu của tuần lộc. Những đoàn người khác nếu may mắn thấy dòng nước đỏ này, họ sẽ vớt được nó. Nhưng với đoàn người của Helena, đó là một thảm họa. Họ chỉ giết được ba con, hai con nhỏ và một con lớn. Như vậy là một mùa đông đói kém sẽ đến trừ khi chúng còn tới nữa. Sau hai tuần rông rã, họ không đợi thêm được nữa. Tuyết bắt đầu rơi, còn những đoàn người khác đã dời đi tới chỗ cắm trại mùa đông. Thế là họ gói ghém mọi thứ rồi lên đường đi mãi về phía biển. Nếu sống sót qua mùa đông, họ có thể quay lại đây vào năm sau với hy vọng rằng họ sẽ may mắn hơn.

Năm tháng trôi qua, cứ đều đặn theo từng mùa từng mùa. Anh Helena chết ba năm sau đó khi bị một đoàn ngựa hoang, mà anh và các bạn khác dai dột phục kích, đâm đạp đến chết. Cha Helena sống thêm được mười năm nữa, đủ lâu để thấy Helena sinh ra đứa đầu tiên trong ba đứa con gái. Mẹ cô bắt đầu mắc chứng viêm khớp nặng, khiến bà không thể nào may vá được nữa. Bà mất vào năm sau khi bệnh lan ra đầu gối rồi khớp chân. Helena sống đến 42 tuổi, là một tuổi rất thọ vào thời ấy. Bà mất sau khi thấy mặt những đứa cháu ngoại đầu tiên.

Sau nhiều thế hệ nối tiếp nhau, thị tộc của Helena trở nên phổ biến nhất châu Âu, trải rộng ra khắp châu lục. Chuỗi ADN ti thể tham chiếu^[35] là của Helena. 47% người châu Âu hiện đại là thành viên của thị tộc này. Không biết sự thành công đáng kể này có phải là nhờ chính chuỗi ADN ti thể đã mang những đặc điểm tốt, khiến những người mang nó có ưu thế về mặt sinh học; hay chỉ là ngẫu nhiên mà có rất nhiều người châu Âu hiện đại đến thế có thể truy theo dòng mẹ đến bà – Helena của những mùa đông lạnh giá trong kỷ Băng Hà cuối.

18

YELDA

3.000 năm sau thời Helena, kỷ Băng Hà Vĩ đại xiết những gọng kìm chặt hơn. Cách đây 17.000 năm, bình nguyên Bắc Âu đều trở nên hoang vắng; mọi sinh vật và cả con người đều bị ép vào vùng Ukraina, nam Pháp, Ý và bán đảo Iberi. Velda, người con thứ tư trong số bảy nàng con gái của Eva, sống ở miền nam Tây Ban Nha, vùng miền núi Cantabria, phía sau những gì mà giờ đây là cảng Santander. Thềm lục địa ở đây rất dốc, nên bờ biển cổ không khác bây giờ là mấy, mặc dù mực nước biển thấp hơn 100 mét so với ngày nay. Cũng giống như nhiều người khác từ trước đó cho đến bây giờ, gia đình Velda sống nhờ vào những đàn bò rừng và nhiều loại thú hoang khác thường có ở vùng cao nguyên phía nam vào mùa hè. Họ cũng đi săn ở vùng rừng rậm bao phủ miền duyên hải. Nhờ sống ở giữa hai nguồn tài nguyên đó, Velda và đoàn người của cô có thể cầm cự được lâu dài xung quanh khu vực này. Việc cạnh tranh để chiếm được vùng đất thuận lợi cũng khá gay gắt, nên bảy người của Velda quyết định lưu lại đây lâu dài. Nếu họ rời bỏ chỗ này để di cư theo mùa đến một bờ biển hay vào sâu trong đất liền để săn bò rừng, thì rất có thể sẽ có đoàn người khác đến chiếm giữ. Điều này không những khó chịu, mà còn tiềm ẩn nguy hiểm nữa. Đã có nhiều người bị chết khi đánh nhau để cố bảo vệ hay giành lại quyền sở hữu một cái hang.

Những đoàn người thường ở trong một cái hang nhất định quanh năm, nên thường thì họ có quyền coi đó là nhà mình. Việc có đoàn bị đánh đuổi ra khỏi hang bởi đoàn khác là chuyện của quá khứ, chứ lúc bấy giờ rất hiếm khi xảy ra. Tuy vậy, điều này lại có nghĩa là khi đi săn tập thể lâu ngày, đàn ông thường phải rời hang, để lại phụ nữ và trẻ em ở nhà. Chồng Velda là một tay thợ săn cừ, và ngay cả trong những thời gian thú săn hiếm hoi, anh vẫn luôn mang về nhà thứ gì đó để nuôi ba đứa con gái sau mỗi chuyến đi săn. Khi anh đi vắng, Velda thường tìm thức ăn trong khu rừng quanh hang. Mẹ cô, một phụ nữ đã già ngoài 37, cũng thường giúp cô trông coi mấy đứa bé khi chúng còn quá nhỏ để đi theo mẹ tìm thức ăn. Kiếm ăn ngày này qua ngày khác là một công việc cực nhọc. Nhưng cô thuộc khu ấy như lòng bàn tay. Cô biết suối nào có cá nhỏ, hồ nào có ếch nhái và nơi đâu có cây sồi trĩu quả để hái.

Velda là một phụ nữ đẹp nổi bật, với chiều cao khoảng 5 feet 4 inch (1,62 m), cô cao hơn hầu hết phụ nữ khác. Cô có đôi mắt nâu sáng lấp lánh và mái tóc đen dài phủ lên bờ vai. Da cô đen nhạt vào mùa đông, nhưng dễ dàng rám nắng vào mùa hè và mặt cô trở nên đen bóng. Thời tiết có thể lạnh, nhưng mặt trời thì vẫn tỏa nắng rực rỡ như ngày nay. Mặc dù cô bỏ hầu hết thời gian ra để kiếm thức ăn, có những ngày hè sáng sủa cô thích tìm một nơi yên tĩnh, và nằm phơi nắng vài giờ để suy nghĩ về cuộc đời. Cô hài lòng về cuộc sống của mình, cho dù vẫn phải đánh vật để nuôi nấng ba đứa con mỗi khi không có chồng bên cạnh. Cô gần gũi với những phụ nữ trạc tuổi mình trong đoàn, những người này đều là bà con của cô theo cách này hay cách khác, và thường trò chuyện tâm sự cùng nhau cũng như giúp đỡ lẫn nhau trong những việc của phụ nữ. Mẹ và chị cô giúp cô lúc cô sinh nở, cũng giống như cô đã từng giúp chị và những người bạn khác. Đàn ông lúc đó không làm gì giúp cho việc sinh nở của phụ nữ cả, vì việc đàn ông quanh quần bên cạnh người vợ đang sinh là một điều khác thường, vì vậy, phụ nữ mới chính là những người kiểm soát toàn bộ quá trình cũng như mọi bí ẩn của sự sinh nở. Họ nắm giữ tương lai của cả đoàn người. Đối lại, đàn ông đỡ đàn họ bằng cách tìm thức ăn và bảo vệ họ khỏi sự tấn công của thú hoang, vốn luôn là một mối đe dọa thường trực. Chồng Velda là một người tốt bụng và luôn chăm chút cho cuộc sống. Mỗi lần anh đi săn về, Velda lại thấy rất vui vì anh thường chất đầy kệ thịt. Thỉnh thoảng, anh phải vắng nhà khoảng vài ba tuần để đi săn xa. Anh chỉ về khi nào không thể mang thêm được nữa.

Trong suốt những tuần anh vắng nhà, và đặc biệt là những lần đàn ông trong bầy đi vắng hết, cô cảm thấy rất nguy hiểm. Nỗi sợ hãi lớn nhất của cô là những cuộc tấn công về đêm của bọn báo. Cô biết một vài trường hợp trẻ con bị báo vồ khi đang ngủ. Khi màn đêm sắp buông xuống, cô nhóm lên một đống lửa ở cửa hang và lui vào trong một ngách hang ngủ cùng với con trên một tấm da thú trải làm giường. Mẹ cô cũng tới ngủ cùng, vì về nguyên tắc thì sự có mặt của bà cũng làm tăng thêm độ an toàn. Nhưng bà đã già và chậm chạp, và lại còn ngáy rất to khi ngủ nữa. Veldachỉ ngủ chập chờn, rồi thức dậy kiểm tra ngọn lửa nhiều lần trong đêm. Chỉ

những lúc chồng cô trở về thì cô mới yên tâm ngủ nhiều hơn được.

Vào một đêm nọ, cô cảm thấy có những con thú di chuyển trong ngoài bóng đêm. Không phải là cô nghe thấy được chúng, vì chúng di chuyển rất khẽ, nhưng cô cảm nhận được sự hiện diện của chúng. Một lần cô trông thấy hai con mắt màu xanh bắt ánh lửa, sáng lóe trong đêm tối như mực. Cô căng người ra, chớp lấy ngọn giáo luôn để sẵn bên mình, rồi ném thêm một nhánh củi vào lửa. Khi ngọn lửa bùng lên, đôi mắt biến mất và con thú bỏ đi. Cô đoán là con thú tưởng có nhiều người trong hang nên không dám mạo hiểm mò vào.

Trẻ con hiếm khi bị giết bởi những cuộc tấn công trực tiếp. Mà chúng thường biến mất do sự bất cẩn của người lớn hay là do lửa tắt. Thường thì những con thú bắt trẻ con đi nhẹ nhàng và êm thấm đến mức không ai hay biết gì cho đến tận sáng hôm sau thức dậy. Sự biến mất kiểu này là vô cùng kinh khủng. Bởi mọi người không biết liệu nó bị thú ăn thịt thật không hay chỉ là đi lạc loang quanh đâu đó. Điều này đã xảy ra đối với em họ của Velda. Người phụ nữ này đã bỏ cả ngày trời để tìm đứa con duy nhất của mình. Không biết nó còn sống và ở đâu đây trong khu rừng không? Thật buồn vì câu trả lời là không. Một con báo đã ngoạm lấy cổ họng khi đứa bé đang ngủ, cái hàm khỏe của nó chet lấy khí quản của đứa bé khiến nó không thể kêu khóc gì được. Con báo tha nó đi một cách dễ dàng không một tiếng động. Nỗi sợ hãi bóng đêm là hoàn toàn thực tế.

Velda và các chị em khác cố gắng an ủi em họ cô, nhưng cô em họ không bao giờ nguôi ngoai được sự mất mát kinh khủng đó. Cô bị hôn mê, rồi không chịu ăn uống gì cả mà ngồi một mình trên cao nhìn đăm đăm vào cánh rừng tối thẫm rồi gọi tên con gái không ngớt. Những phụ nữ khác khi mất con thường thì họ sinh ra ngay đứa khác, nên sự đau khổ cũng nguôi ngoai. Nhưng em họ của Velda, ám ảnh bởi ý nghĩ rằng con gái mình vẫn còn sống nên đã không chịu sinh thêm đứa nữa. Cô trở nên quá yếu và không thể mang thai. Chồng cô trông chờ sự bình phục của cô, nhưng cuối cùng tuyệt vọng nên đã bỏ đoàn người đi tìm nơi khác tốt hơn. Cô đi không định hướng vào trong rừng, vừa khóc yếu ớt, vừa tìm hết bụi cây ngọn cỏ cố tìm ra con mình. Mỗi tối, Velda và các bạn khác dìu cô lại vào trong hang, nhưng cô chẳng ăn uống gì mấy và cũng không ngủ được. Một ngày kia, khi mùa đông đang đến gần, mãi tới tối cô mới về tới hang. Mọi người đã luôn nhắc cô phải quay về lúc trời còn sáng và khi đã có nhiều ngọn lửa thấp lên. Nhưng cô chỉ nghe theo những lời khuyên này một vài bữa rồi thôi. Thế rồi một ngày cô không bao giờ quay trở lại. Người ta không tìm thấy xác cô, nên không biết chuyện gì đã xảy ra. Nhưng họ nghi ngờ rằng cũng chính con báo đã bắt con cô đã theo dõi và tấn công cô. Nó vồ từ phía sau khi cô đang trên đường về nhà, băng qua những bụi cây. Cô chẳng còn chút sức lực nào kháng cự, và rồi nhanh chóng bị nó xé xác để mang về cho một ổ báo con đang trông chờ.

Velda có một khả năng nghệ thuật rất lớn. Ông nội của cô là một trong những người đàn ông đã vẽ lên hang nghi lễ, và cô cũng từng cố gắng tái hiện những hình ảnh tuyệt vời ấy lên vách hang của mình. Ước vọng lớn nhất của cô là được cho phép vẽ lên những hang lớn dùng làm lễ nghi trước những cuộc đi săn. Đây là một đặc ân được ban xét vô cùng khắt khe. Không những một người cần phải có khả năng vẽ, mà còn cần phải mang những điều màu nhiệm đặc biệt nữa. Nhưng thường thì rất khó chứng minh điều đó, nên các nghệ nhân khao khát thường có khuynh hướng phóng đại tính lập dị của mình để được để ý hoặc tuyên bố rằng họ là hậu duệ của các thầy phù thủy lâu đời. Velda bộc lộ tài năng chạm khắc rất tinh tế trên những đồ trang trí bằng xương thú, hoặc cả trên ngà voi ma-mút nếu mà cô kiếm được. Cô chạm ra những họa tiết vừa mang tính tượng trưng vừa mang tính tả thực. Cô thường phải mất hàng tuần hay hàng tháng để làm xong một tác phẩm, và thường phải làm việc khuya bằng ánh sáng của ngọn lửa khi lũ trẻ đã ngủ say. Kế hoạch tham vọng nhất của cô là làm một cái phóng lao bằng một mảnh gỗ của cây bách xù, được trang trí tuyệt đẹp làm quà cho chồng. Cái phóng lao không phải để đi săn, mà chỉ dùng để làm lễ mà thôi. Sau này, người ta đã có những vũ khí tượng trưng để làm lễ phù phép, thay vì những vũ khí thật, như để tăng thêm phần màu nhiệm của phép thuật. Đúng là hợp lý và có hiệu ứng hơn nhiều khi người ta giơ những vũ khí tượng trưng này lên trong những dịp như vậy. Velda bỏ ra ba tháng hè để chế tác cái phóng lao này vì cô muốn nó phải sẵn sàng để dùng trong lễ kỷ niệm mùa thu đang tới. Khi chồng cô đi săn vắng nhà thì cô bắt tay vào việc thoải mái hơn. Còn khi anh ở nhà, thì cô lại phải giấu nó trong một kẽ hang. Cô muốn giữ bí mật để làm anh bất ngờ.

Vật phẩm đã được hoàn thành và nhìn tuyệt đẹp. Dọc theo thân của nó, Velda đã khắc một nhóm ba con bò rừng. Phải xoay vòng cái cán ta mới thấy hết được bức tranh, tuy thế các mặt của hình vẽ rất khớp với nhau. Một trong ba con có cái đầu quay ra sau đang liếm mình. Cô cẩn thận khắc nhiều đường nhỏ để minh họa lông trên lưng con vật và đặc biệt chú ý tới cái đầu nó. Các mí mắt nổi lên bao quanh hai con mắt to, còn lỗ mũi thì sáng lấp lóe tựa như bên ngoài thật vậy. Từng đêm từng đêm cô lại thêm vào một vài chi tiết nhỏ cho đến khi hoàn toàn hài lòng với tác phẩm, rồi đem cất nó đi đợi ngày chồng trở về.

Nhưng anh đã không bao giờ trở về nữa. Khi đám bạn sẵn trở về từ trên núi, họ định ninh là anh đã về nhà từ trước đó rồi. Sau khi giết được một con bò, anh đã từ biệt họ hăm hở trở về nhà. Anh đã lấy hết những chỗ thịt ngon của nó và bắt đầu một cuộc đi bộ ba ngày trở về hang. Những người bạn sẵn đã vẫy tay tạm biệt khi anh đi về hướng thung lũng, nơi dẫn anh về nhà. Không ngờ đó là lần cuối cùng mà họ thấy anh. Do đó khi biết anh chưa trở về, họ lập tức quay lại chỗ đi săn để tìm anh. Khó có chuyện anh đi lạc, bởi anh quá quen thuộc vùng đất này rồi. Thời tiết lâu nay vẫn tốt, không quá lạnh nên không thể có chuyện anh chết cóng được. Thỉnh thoảng, có những chàng trai cũng gia nhập những bầy người khác gặp trong lúc đi săn. Nhưng chỉ những ai độc thân mới làm vậy, còn những người đang có vợ con trông chờ ở nhà thì không bao giờ. Anh cũng không có gì khác thường khi chào tạm biệt các bạn. Cũng không phải lúc đó anh không được khỏe. Đây thật là một điều bí ẩn. Sau bốn ngày tìm kiếm trên đường mà anh có thể đã đi để về nhà, họ tìm hết khe đá thường dùng làm nơi nghỉ chân, vẫn không thấy dấu vết nào cả. Qua ngày thứ năm, họ đi lên núi cao hơn vào một cái hang núi to mà trước đó thỉnh thoảng những người đi săn dê núi vẫn hay vào trú. Cũng khó có khả năng anh đã tạt sang đây, đặc biệt là sau một lần đi săn thành công như vậy, nhưng họ vẫn cứ trèo lên cho chắc.

Cách cửa hang 100 mét, họ bất ngờ tìm thấy một thi thể, hay chính xác là những gì còn lại của thi thể. Bộ áo lông thú nhàu nát bọc lấy một đồng rìi rạc những xương và thịt. Tất cả nội tạng – tim gan phèo phổi – đều không còn. Xương sườn còn vướng mấy miếng da thịt vẫn còn đó. Khiếp quá họ quay mặt đi. Họ biết đó chính là anh chứ không ai khác. Mặt bị cào xé và hộp sọ bị bể ra nên không thể nhìn ra, nhưng rõ ràng cây giáo của anh còn nằm cạnh đó. Khoảng 50 mét cách đó có một cái xác nữa, nhưng lần này không phải là xác người, mà một con linh cẩu lớn bị một cái giáo đâm vào ngực. Vậy là anh đã chết giữa một đám đông thú vật phạm ăn và ghê tởm. Anh đã cố gắng chống trả, làm một con bị thương chí mạng và có lẽ cũng làm những con khác bị thương. Nhưng bọn chúng quá đông đối với chỉ một người cô thế, và cuối cùng thì anh bị áp đảo rồi bị xé xác ra từng mảnh.

Họ mang những gì còn sót lại của anh bỏ vào một cái khe đá lộ thiên, rồi lấy đá lấp lại. Người bạn thân nhất nhất lấy mũi giáo của anh, và đám người lặng lẽ rút lui khỏi sườn núi. Velda hay tin dữ qua thái độ những người trở về. Cô cầm lấy mũi giáo ôm vào ngực, rồi oà khóc nức nở. Sau đám mây mù khổ đau và tuyệt vọng đó, cô phải đối mặt với tình cảnh thực tại gay go của mình: một mình phải tiếp tục nuôi ba đứa con. Cô không thể nào nuôi nổi gia đình một mình, mà trong rừng không có nhiều thức ăn, làm sao qua được mùa đông đang đến. Lúc đó việc mất chồng mất vợ không phải là hiếm, ở tình cảnh của cô, thông thường người ta chọn cách đi thêm bước nữa càng nhanh càng tốt. Đối với Velda, việc này không khó vì cô rất xinh đẹp và hoàn hảo. Nếu không tìm thấy người cùng đoàn của mình, cô có thể tìm ở đoàn khác gần đây. Nhưng Velda đã không chọn cách này. Cô ở vậy cùng đoàn người, vất vả trải qua mùa đông bằng cách cố gắng hết sức lực của mình để kiếm quả và hạt chín trong rừng. Những đứa con của cô, cả đứa bé nhất cũng tham gia kiếm ăn. May mắn thay, năm đó cuộc đi săn được mùa và họ kiếm được nhiều cá hồi trên sông ở vùng thung lũng phía dưới cái hang. Thức ăn đầy đủ và mẹ con Velda không bị chết đói.

Dù sao đi nữa, đoàn người cũng vẫn trông nom đỡ dằn mẹ con Velda. Cô cảm ơn họ bằng những mảnh chạm khắc nho nhỏ. Đó là những vật linh thiêng có thể mang theo mình: một con bò bằng ngà voi có thể mang theo lúc đi săn, hay một con cá mang ở cổ khi bắt cá. Tiếng tăm về tài chạm khắc tinh tế của cô nhanh chóng lan truyền, rồi những tác phẩm này được những đoàn người khác thích thú trao đổi. Qua những cố gắng đó, các con cô đều trưởng thành và tìm thấy bạn đời. Hai đứa rời đoàn theo chồng, và một đứa ở lại với cô trong cùng cái hang nơi cô đã lớn lên. Khi cô bước sang tuổi 30, già đi nhiều nhưng vẫn còn khỏe mạnh, cuối cùng cô cũng

đạt được ước nguyện của mình là được phép trang trí một phần hang lễ. Rồi cô mất nhẹ nhàng trong giấc ngủ ở tuổi 38, do ảnh hưởng của cả tuổi già và sức yếu. Sáng hôm sau, khi đưa con gái nhận ra mẹ đã chết, giá lạnh và bình an; nó còn tìm thấy hai vật bên cạnh cô trong tấm chăn da. Một là cái mũi giáo cũ ngày nào, mòn đi vì tay cầm trong nhiều năm tháng. Cái còn lại là cái phóng lao bằng gỗ cây bu-lô chạm khắc thật đẹp mà chưa từng ai nhìn thấy.

Ngày nay, khoảng 5% người châu Âu bản xứ nằm trong thị tộc của Velda, họ phổ biến ở phía tây Âu hơn là phía đông. Rất nhiều con cháu của Velda đã hành trình xa khỏi quê hương đến miền núi Cantabria. Một nhóm nhỏ đã tìm được đường tới tận phía đỉnh bắc của Scandinavia, rồi sinh con đẻ cháu là những người Saami ngày nay ở Phần Lan và bắc Na Uy.

19 TARA

Velda và Tara sống xấp xỉ cùng thời, khoảng 17.000 năm trước, thời chìm sâu trong kỷ Băng Hà cuối. Cũng có thể họ đã sống chính xác cùng thời; nhưng chắc chắn hai người đã không gặp nhau và có đời sống rất khác biệt. Velda sống ở nơi mà ngày nay là Tây Ban Nha, còn quê hương của Tara thì lại là những dãy đồi Tuscani ở tây bắc Ý. Velda cũng như Helena trước đó đều có đời sống khá “sung túc”. Họ sống trong một thế giới có nhiều thú trong lãnh nguyên di cư theo mùa khá ổn định, và nhờ đó luôn lấy được thịt ăn mà chẳng cần phải đi xa hơn khỏi cửa. Sự phong phú này làm cho cuộc sống của họ khá dễ dàng, và vì vậy dân số tăng lên. Vào những lần thợ săn tụ họp hàng năm, các đoàn người gặp gỡ, trao đổi nhiều điều với nhau; nhờ đó, những tập quán văn hóa nghệ thuật bay bổng dần dần được nhen nhóm. Họ làm ra những đồ trang sức chạm trổ rất đẹp, những tấm bùa hộ mệnh từ đủ loại vật liệu – gỗ, ngà voi, vỏ sò cho đến xương thú vật. Hàng trăm cái hang dùng làm nhà ở của họ đều được trang trí bằng những hình ảnh thú hoang đẹp đẽ và ấn tượng.

Trớ trêu thay, mặc dù ấm áp hơn, thế giới của Tara lại ít thịnh vượng hơn. Nhiệt độ ấm hơn khiến rừng cây sinh sôi nhiều hơn và dày hơn, do đó không có chỗ cho thú lãnh nguyên. Thay vào đó là hươu châu Âu và lợn lòi. Những con thú này rất khó săn và đôi khi rất hung dữ. Dù rừng dày hơn thì có nhiều thứ để hái lượm hơn, nhưng sự thiếu hụt những nguồn cung cấp thực phẩm ổn định từ thú săn lớn đã làm cho dân số trong vùng của Tara ít hơn rất nhiều so với vùng Cantabria của Velda, hay là Dordogne của Helena. Sự tương đối nghèo nàn này đã làm chậm lại ý thức nghệ thuật cũng như ý thức tương tác xã hội của những người thời Tara. Họ sống khép kín hơn, trong mỗi đoàn có khoảng 20 người khỏe mạnh phải làm việc vất vả hơn để kiếm đủ thức ăn nuôi cả đoàn. Họ thường xuyên phải di dời khi thức ăn trong một vùng cạn kiệt. Cuộc sống của Tara là như thế.

Mẹ Tara chết khi cô lên 10 và em trai mới 6 tuổi. Dì đã nuôi nấng hai chị em và san sẻ những thứ bà hái lượm được trong rừng. Cha cô cũng mang về những thứ ông săn được, khi thì một con lợn rừng nhỏ, một con chồn, con hoẵng hay may mắn hơn là một con hươu đỏ^[36]. Săn được một con hươu đỏ là niềm vui lớn của cả lán trại, họ tụ tập quanh đồng lửa để ăn mừng và chia phần cho tất cả mọi người. Tara còn giữ cây sáo của mẹ và thường thổi lên những âm điệu sống động trong những dịp vui vẻ hiếm hoi này. Cha cô đã làm ra cây sáo này từ xương cánh một con thiên nga mấy năm trước; ông dùi bốn lỗ dọc theo một cạnh, một lỗ để thổi còn ba lỗ kia để bấm ngón tay. Dải âm thanh rất giới hạn, nghe chỉ khá hơn tiếng thở phù phù một chút, nhưng thế cũng đủ làm cho không khí quanh trại rộn ràng hơn, mọi người say sưa ca hát và nhảy múa đến tận khuya. Hôm sau họ đều dậy muộn. Thế nhưng, những công việc nhọc nhằn thường nhật ấy cũng có thể trở đi một lần cũng chẳng sao.

Khi mùa hè chuyển sang thu, đoàn người của Tara di chuyển dần về vùng đất thấp hơn, dọc theo thung lũng Arno để xuống bờ biển. Chuyến đi ấy dài hơn ngày nay 20 dặm, vì lúc đó mực biển thấp hơn. Phía xa xa đường chân trời, thấp thoáng tầm mắt, là những hòn đảo Corsica và Sardinia chưa có người ở, nối liền nhau bằng một dải đất liền. Tara yêu biển và thường thả bộ hàng dặm dài trên bãi cát thênh thang, nhặt nhanh những thứ mà cô yêu thích để chơi hoặc để dùng vào việc gì đó. Cô rất yêu những vỏ sò và luôn nhặt đầy đem về trại mỗi chiều. Cô đục lỗ chúng bằng một hòn đá sắc, lấy sợi rong biển hay cỏ khô xâu lại thành vòng đeo cổ. Mấy sợi rong biển hay cỏ khô này rất dễ đứt, nhưng chẳng sao, cô lại có cỏ đi ra bờ biển tìm nhiều vỏ sò hơn.

Một hôm, đang dạo dọc bờ biển, cô thấy xa xa một vật màu xám nằm ngay trên mép nước. Tiến lại gần, cô nhận ra đó là xác một con cá heo, miệng há ra để lộ hàm răng sắc và đều đặn. Cái xác còn tươi, hẳn là nó chết chưa lâu. Những con hải âu đã biết từ trước, chúng bay vào rửa mắt con cá, nhưng chẳng làm được gì trên bộ da dày của nó cả. Mặc dù chưa nhìn thấy cá heo bao giờ, Tara biết ngay nó có thể ăn được và lập tức chạy về trại báo với mọi người. Ai nấy đều đứng tay, tập trung lại rồi mang theo dao chạy ra chỗ con cá. Thanh niên và trẻ em chạy dẫn đầu, những người trung niên đi bộ theo sau, và sau cùng còn những người trên 35 tuổi, vừa

bước đi vừa tiếc nhớ thời tuổi trẻ cũng hăng hái và nhanh nhẹn của mình.

Khi đến gần mũi vịnh, nơi Tara phát hiện ra con cá, họ đứng sững lại. Có nhiều người lạ đang ở đó. Những người này đã bắt đầu cắt da con cá, và ngừng tay ngẩng nhìn lên khi thấy đoàn người của Tara từ xa. Họ có thể giành con cá về mình, nhưng họ chỉ có 5 người, gồm 2 đàn ông, 1 phụ nữ và 2 đứa trẻ; trong khi đoàn của Tara có tới 10 người. Nếu xảy ra đánh nhau, chắc chắn họ thua ngay. Thịt cá heo là một phần thưởng đáng giá đấy, nhưng chẳng đại gì. Có một quy ước nghiêm ngặt mà mọi người thời ấy đều hiểu, đó là thợ săn có quyền chiếm giữ những gì mình săn được. Tương tự, một cái xác thú thuộc về đoàn người nào phát hiện ra nó trước. Cho nên đúng lý thì lúc ấy đoàn người của Tara nên quay về và công nhận mình không phải là những người đến đầu tiên. Nhưng sự thật thì Tara chính là người đầu tiên phát hiện ra con cá.

Tara chẳng hiểu gì về quy ước này, nhưng cô ám ức rằng phần thưởng của mình bị tước mất, cô chạy về phía đoàn người ấy. Cha cô hét lớn, bảo cô dừng lại, nhưng cô vẫn chạy, ông quát mọi thứ, trên tay chỉ còn mỗi cây giáo ngắn, lao theo. Những người còn lại cũng chạy theo. Ba người đang đứng cạnh cái xác bắt đầu thủ thế. Tara chạy nhanh đến nỗi cha cô cố lắm mới gần bắt kịp. Cô chỉ còn cách cái xác 300 mét. 200 mét. Rồi 100 mét. Nhóm người kia giờ giáo lên. 50 mét nữa. Một cái rướn người, cha túm được vai cô và đẩy cô ngã xuống cát. Ông đứng dậy và lập tức che chắn cho Tara, ông chĩa mũi giáo về phía hai người đàn ông kia vì họ đã bắt đầu tiến lại. Đoàn người phía sau lưng ông còn xa quá nên ông đang đối mặt với nguy hiểm. Khi hai bên chỉ còn cách nhau vài bước chân, ông bỗng nhận ra người đàn ông cao lớn bên trái. Thì ra đó là chồng của em gái ông, ông kêu lớn tên anh ta. Những người kia đứng khựng lại. Và rồi, một nụ cười lớn nở ra trên khuôn mặt người đàn ông cao lớn ấy. Ông ta quăng giáo, chạy vội lại ôm chầm lấy cha Tara. Nét nhẹ nhõm sáng lên trên mặt mọi người, thần kinh đang căng thẳng giãn ra. Đoàn người Tara chạy cũng vừa đến nơi. Tara cuống quýt mô tả cô đã phát hiện con cá thể nào, chỉ vào những dấu chân của mình vẫn còn lại trên cát để làm chứng. Nhưng không cần phân bua nữa, vĩ đám người kia đã đồng ý chia chiến lợi phẩm. Chùng này đủ cho tất cả mọi người, và dù sao cũng phải nhanh tay lên. Thủy triều đang lên.

Cô của Tara cùng vài người nữa đến và bắt đầu lột da cái xác. Chốc chốc họ lại phải lùi cái xác nhích lên bãi cát vì thủy triều đang dâng lên và đe dọa cuốn cái xác ra biển. Một toán trẻ con đem những miếng thịt lên chỗ an toàn trên bãi cát. Lúc họ hoàn thành cũng là lúc mặt trời màu cam đỏ rực lặn xuống mặt biển. Đêm tối yên bình và tất cả cũng đồng ý hạ trại ngay tại chỗ để nghỉ qua đêm. Họ nhanh chóng kiếm đủ củi để nhóm một ngọn lửa, dựng lên một cái dàn thiêu để quay những miếng thịt đồ ổi. Trong ánh sáng rực rỡ mềm mại của ngọn lửa, khuôn mặt ai nấy sáng bừng, những thành viên từ cả hai đoàn người bắt đầu làm quen với nhau. Tara còn quá nhỏ để nhớ mặt cô ruột của mình, cha cô cũng đã không gặp bà vài năm rồi từ khi bà rời đoàn người. Ông ngồi cạnh bà, kể lại cái chết đau lòng của mẹ Tara hai năm trước, và nỗi nhớ da diết trong lòng ông. Thế là bà đề nghị ông đưa anh em Tara gia nhập đoàn người của bà một thời gian.

Đó là lý do vì sao Tara đã rời đoàn người, cùng em trai gia nhập đoàn khác đi săn xa hơn, phía trên bờ biển. Bốn năm sau, cô có thai và đưa đầu lòng trong số hai cô con gái của cô ra đời. Ngay khi chào đời, đứa trẻ đã thừa hưởng mái tóc đỏ cháy của cha cô. Đến khi tròn một tuổi, nó cũng thừa hưởng tính nết độc lập của Tara. Nó rất bướng bỉnh, hay lấy đá cuội, thậm chí đá lửa rất sắc, cho vào miệng. Tara là một người mẹ cần cù, ở trong đoàn người mới này cô cũng được nhiều người quý mến. Chồng của Tara là người đàn ông tốt bụng giỏi giang, và cuộc sống mặc dù khó khăn nhưng lúc nào cũng đầm ấm.

Cô trông chờ đến mùa đông để ra bờ biển. Cô luôn là người đầu tiên xung phong ra bờ biển tìm thức ăn. Địu con gái trên lưng, cô thường đi bộ dọc theo bờ biển hàng dặm mỗi ngày. Cô thuộc lòng từng hòn đá, từng hòn sỏi, từng mảng cát và nhận ra ngay những điểm khác biệt mới do biển tạo ra. Cô yêu thiên nhiên hoang dã, với những làn sóng vỗ mạnh vào bờ biển do những cơn bão thổi từ hướng tây. Sau khi những cơn bão nhiều ngày rút đi, đó là lúc tốt nhất để kiếm tìm trên bờ biển. Cô đi ra ngoài khi mặt trời hắt những tia nắng đầu tiên, háo hức khám phá những kho báu mới mà biển đã ném lên bờ cát. Một hôm, sau một cơn bão dữ dội, gió và mưa vẫn còn thổi, cô bắt gặp một thân cây dài, bạc thếp dạt vào mép nước từ lúc nào. Rõ ràng là nó đã trôi trên biển rất lâu, bởi vì những con hào bám đầy vào mặt gỗ – nhưng chỉ có

một mặt, còn mặt kia của cây gỗ vẫn không có gì, trông thật lạ.

Ngày hôm sau, cô trở lại đó cùng cha. Tuy thân cây rất lớn, dài khoảng ba mét và rộng nửa mét, nhưng nếu hai cha con cùng ghé lưng đẩy thì vẫn có thể làm nó dịch chuyển chút ít. Điều gì khiến nó trở nên nhẹ như thế? Phần mặt gỗ bị hào bám thì rất cứng và được đánh bóng bởi sóng biển. Mặt bên kia thì lỗ chỗ và mềm. Thử dùng một mảnh đá sắc, Tara đục nó một cách dễ dàng. Thế là họ cạo đi những phần mềm, có lẽ đã bị mục ngay từ đầu, cho đến khi cạo rộng được toàn bộ khúc gỗ. Lúc này nó vẫn còn nặng nhưng do có thêm một vài người bạn mới tham gia, họ mang nó đi dễ dàng. Tất nhiên, điều đầu tiên họ làm là đẩy nó xuống biển và bắt đầu ném đá vào. Biển êm ả và khúc gỗ nổi dễ dàng trên mặt nước phẳng lặng. Nó luôn nổi ở một tư thế duy nhất: mặt rộng hướng lên trên và mặt bám hào hướng xuống dưới. Điều này thật lạ lùng, nhưng nó chỉ khiến mọi người nghĩ ra một trò chơi mới: được một điểm nếu ném trúng khúc gỗ và hai điểm nếu ném đá lọt vào trong.

Sau một lúc, mọi người chán trò chơi và bắt đầu quay về nhà. Chẳng vì điều gì, Tara và con gái nấn ná ở lại. Họ đứng ở mép vịnh gần một mỏm đá thấp. Khúc gỗ trôi dọc theo bờ biển cho đến khi nó dừng lại tựa vào phiến đá. Hai mẹ con đi theo sau, rồi ngồi xuống và vu vơ ném thêm vài hòn đá vào nó. Giờ nó đã rất gần nên những hòn đá dễ dàng rơi vào trong thân khúc gỗ. Mặc dù chở nhiều đá như vậy nó vẫn cứ nổi. Tara tự hỏi liệu nó sẽ thế nào nếu cô bỏ những hòn đá to hơn vào trong khúc gỗ. Thế là cô khuân một hòn đá xám to và cẩn thận bỏ vào trong khúc gỗ, định ninh nó sẽ chìm. Nhưng, lạ chưa kìa, nó không chìm. Thậm chí khúc gỗ còn có vẻ vững vàng hơn.

Một ý nghĩ lóe lên. Cô gọi con gái mình lại, nhắc nó bỏ lên khúc gỗ. Khúc gỗ trĩu xuống mặt nước nhưng vẫn không chìm. Cô kéo khúc gỗ dựa sát vào bờ đá rồi tự mình bước vào. Họ vẫn nổi trên mặt nước. Cô đẩy người vào vách đá. Và thế là khúc gỗ, hay kể từ đây có thể gọi là con thuyền, trôi chậm rãi vào làn nước trong vắt. Cô quỳ xuống, theo bản năng lấy tay khua nước. Con thuyền chậm lại rồi bắt đầu đổi hướng. Thật tuyệt vời. Cô có thể nhìn thấy những dải cát trắng và những hòn đá đen dưới đáy nước ở bờ bên kia. Cô cẩn thận để không làm chiếc thuyền mất thăng bằng và cảm nhận được khi nào nó bắt đầu tròn trĩnh. Sau một hồi lâu cô nhận thấy mình đã được dòng nước đưa đến cái vịnh bên cạnh. Khua tay vài cái, cô trôi vào bãi cát và nhảy lên bờ, nhắc con gái lên và cố kéo cái thuyền lên đất khô.

Ngày hôm sau, thời tiết yên lành và chiếc thuyền vẫn còn trên bờ biển khi cô rủ đoàn người trở lại đó. Lũ trẻ thì chơi trên thuyền còn cánh đàn ông đua xem ai chèo nhanh hơn. Có người tìm được một miếng gỗ phẳng và dùng như một mái chèo. Cuối cùng, Tara cùng chồng chèo chiếc thuyền về bãi biển chỗ cắm trại, cẩn thận lôi nó lên bờ cho an toàn trước làn thủy triều. Một vài đoàn người khác ghé qua lán trại vào mùa đông rất thán phục đồ chơi mới này. Tuy nhiên, nó chẳng có công dụng nào rõ rệt ngay lúc ấy, chủ yếu là để chơi. Mãi sau đó, họ mới nghĩ đến chuyện dùng nó để đến những hòn đảo ngoài bờ biển, hành trình vượt qua những dòng nước cạn ở cửa sông để bắt cá thồn bơn và lươn. Cuối mùa xuân, họ kéo nó cất lên bờ đất cao. Họ phải đi sâu vào đất liền cho đợt săn mùa hè ở miền đất cao hơn. Khi mùa thu đến, con gái thứ hai của Tara ra đời: không phải có tóc đỏ như cha cô, mà là mái tóc thẳng nâu đậm như mẹ cô. Nhưng giống như cả hai, nó có đôi mắt màu xanh sáng, rất đặc biệt vì mọi người trong đoàn thường có mắt màu nâu sáng của cây phỉ.

Khi họ quay trở lại vào đầu mùa đông, con thuyền vẫn ở đó và vẫn còn có thể đi biển dù có mục đi ít nhiều. Cánh đàn ông bắt đầu làm một con thuyền mới từ những thân cây mới đốn còn tươi. Nhưng hóa ra việc này không dễ: hầu hết những cái cây hoặc là quá mục rữa nên mới tự ngã, hoặc nếu bị bão thổi ngã thì thân cây lại quá cứng. Khi mùa xuân đến, Tara vì quá yêu biển đã đề nghị đoàn người thay vì đi lên những ngọn đồi, có thể ở lại dưới bờ biển, làm thêm nhiều con thuyền để đánh cá ở những vùng nước cạn và con rạch gần bờ biển. Có hai gia đình đồng ý thử, và họ đã trải qua một năm lên xuống bãi biển trên con thuyền mới này. Đàn ông săn nai và lợn rừng trong đầm lầy, còn phụ nữ và trẻ em thì nhặt những con sao sao và ốc hưng bám trên đá khi thủy triều xuống. Khi một chỗ không còn săn bắt được nữa, họ có thể dễ dàng đi dọc bờ biển đến một nơi khác. Họ khám phá ra một hòn đảo gần đấy có nhiều hòn đá với những con trai màu xanh thép bao phủ. Hải cẩu cũng thường ghé lên những hòn đá này để đổi gió hoặc sinh sản. Chúng trở thành những con mồi dễ dàng cho những tay thợ săn, những người có thể

chèo chậm rãi không bị chúng để ý, rồi trèo lên bờ và đánh bằng gậy trước khi chúng có thể trượt xuống biển. Đời sống biển cả rất phù hợp với Tara. Tuy vậy, họ không lệ thuộc vào biển cả, bởi họ luôn có thể tiến về những cánh rừng và đồi; nhưng họ tạo dựng đời sống từ nó, và nó tạo ra một sự thay đổi từ việc sục sạo vòng quanh đất rừng. Cuộc sống này cũng có vẻ an toàn hơn.

Tara có thêm một đứa con nữa, một cậu con trai, cả ba đứa con đều khỏe mạnh, trưởng thành và sinh con đẻ cái. Tara cũng biết mặt ba đứa cháu đầu lòng của mình, tất cả đều là gái. Bà mất vào một mùa đông, ở gần bờ biển nơi bà đã từng tìm thấy xác con cá heo năm nào. Bà được chôn cất trong một ngôi mộ đào trên đồi cát. Mặt bà được bôi đỏ bằng đất thổ hoàng, dường như việc tô màu cho đôi má có thể làm bà hồi sinh lại. Xung quanh cổ bà là nhiều chuỗi đeo màu đỏ bằng hàng trăm mảnh vỏ sò. Giờ đây bà vẫn nằm đấy, cách 20 dặm từ bờ biển Livorno, dưới lòng biển Địa Trung hải biếc xanh. Bên trên đó 100 mét, những hậu duệ của bà vẫn lướt đi qua lại trên nhiều phiên bản cải tiến từ khúc gỗ rỗng của bà năm nào.

Ngày nay chỉ có 9% người châu Âu bản xứ là nằm trong thị tộc của Tara. Họ sinh sống dọc theo Địa Trung hải và mép tây của châu Âu, và cả những vùng khác nữa. Họ đặc biệt đông đảo ở phía tây nước Anh và Ireland.

20

KATRINE

Quảng trường San Marco Ở Venice lại bị ngập nước lần nữa. Nước biển chảy ồ ạt tràn qua những cửa cống bằng đá khiến những người thợ phải lắp ghép một lữ những tấm cầu phao bằng gỗ, giúp du khách có thể đi quanh quảng trường. Chẳng có thứ gì, cho dù là biển cả, có thể kìm chân du khách dạo quanh nhà thờ và cung điện Doge. Venice đang chìm dần xuống biển. Cách đây 15 ngàn năm, khi Katrine sống nơi đó, bờ biển vẫn còn cách đó 100 dặm. Biển Adriatic rất cạn. Vào kỷ Băng Hà cuối, nước biển trên toàn thế giới hạ thấp khiến cho biển Adriatic co lại chỉ có một nửa diện tích ngày nay. Vào lúc đó, thậm chí Katrine có thể đi bộ thẳng một đường từ split ở Croatia đến Ancona ở Italy mà chẳng phải lội qua một vùng nước nào. Bà sống trong một bình nguyên bao la kéo dài từ đây đến dãy An-pơ, bao gồm cả thung lũng Po rộng lớn từ Milan đến Turin. Nếu khi ấy thời tiết lạnh hơn, chắc đây đã là những lãnh nguyên to lớn đầy ngựa, bò rừng, hươu và ma-mút. Nhưng thời tiết lại tương đối ấm ở miền đất phía nam nên rừng cây có thể sinh sôi. Những cánh rừng đó giống như là riêng của Katrine vậy. Đó là cả một kho thức ăn tự nhiên nếu ta biết nơi để tìm và biết chuẩn bị để tìm ra. Tuy nhiên, những cánh rừng lại rất bao la mà dân cư thì thưa thớt trải ra những khu vực rộng lớn. Con người lúc ấy vẫn sống thành từng đoàn, thường kết hợp lại khi cùng băng qua rừng. Đoàn người của Katrine sống ở phía bắc của khu rừng, nơi đầu lũng lại những sườn dốc của dãy An-pơ. Sừng sững nổi lên trên bình nguyên là những chỏm băng cao ngất và những sông băng bao la, rộng lớn hơn ngày nay rất nhiều. Trong mắt Katrine, đó là một thế giới xa xôi và cấm kỵ.

Khi ấy cô là một cô bé xinh đẹp với mái tóc tươi sáng và đôi mắt màu xanh lá. Chẳng bao lâu sau tuổi dậy thì, cô mang thai với một người bạn của anh trai mình. Vào mùa hè trước khi Katrine sinh nở, đoàn người dời lên một đỉnh núi để săn sơn dương. Chồng của cô vẫn còn thiếu kinh nghiệm đi săn trên núi, nên không ý thức được sự nguy hiểm khi săn bắt trên cao. Anh lén theo một toán sơn dương băng qua vách núi, với hy vọng sẽ có thể dọa và xô chúng xuống những vách đá sắc nhọn phía dưới. Nhưng không may, anh đã trượt chân và rơi xuống hơn 100 mét rồi chết. Thời còn sống, anh đã luôn là một anh chàng xốc nổi. Toán người đã đón nhận cái chết của anh vừa đau buồn vừa khó chịu. Thật không hay, ngay khi sắp có thể tìm kiếm thức ăn về, đền đáp những tháng ngày được đoàn người nuôi nấng, anh lại tự hại mình.

Phản ứng của Katrine cũng khó chịu như thế. Chỉ vì đại đột, anh đã bỏ lại cô với tình cảnh phải nuôi con một mình. Katrine quyết định tìm kiếm người thay thế càng nhanh càng tốt. Đứa bé được sinh ra vào tháng mười, lúc đoàn người đã đi xuống từ đỉnh núi và bắt đầu kiếm ăn trong rừng. Đó là một bé gái thật dễ thương, mang đôi mắt nâu đậm giống hệt cha; nhưng ngay từ khi nó mới chào đời, Katrine đã không cảm thấy chút tình cảm gắn bó nào. Chỉ cần nhìn thấy đứa bé rúc vào ngực mình cũng đủ khiến cô cực kỳ khó chịu. Tại sao cô lại bị bỏ rơi cùng một đứa bé khóc thút thít này, chỉ bởi một người đàn ông tắc trách, lẽ ra phải có đủ chín chắn nghĩ về vợ con mình trước khi đặt mình vào tình thế nguy hiểm? Nhưng chẳng thể làm được điều gì, cô chẳng thể dồn đẩy nó cho ai cả. Không có ai mất con để mà cho cả.

Mẹ cô nhận ra có điều gì đó bất ổn trầm trọng giữa Katrine và đứa bé, nhưng bà chẳng biết phải làm sao. Từ đây cho đến khi nó hoàn toàn được cai sữa, ít nhất cũng phải ba năm nữa, chẳng có thể làm được điều gì cả. Khi đứa bé lớn lên, bắt đầu trườn bò, nhưng vấn đề vẫn chẳng có gì cải thiện. Nhìn con bé lớn lên mỗi ngày, cái cách mà nó mỉm cười, vẫy tay – Katrine chẳng thấy chút gì của bản thân mình mà chỉ toàn bóng dáng của người cha vô trách nhiệm đã qua đời. Cuối cùng, sau bốn năm đằng đẳng, đứa bé đã hoàn toàn cai sữa. Katrine chẳng bỏ phí thời gian trong suốt ngày tháng đó. Mỗi khi có thể là cô lại bỏ đứa bé cho mẹ và đi chơi với những người bạn của anh trai. Qua ba năm, cô ngủ với tất cả bọn họ, nhưng vì vẫn còn trong thời gian cho con bú, cô không có thai. Mẹ cô biết được việc và nhiều lần bà đã cảnh báo cô thôi đi cái trò đại đột này. Còn cha cô có vẻ không quan tâm mấy.

Thế rồi, tất nhiên, điều gì đến cũng sẽ đến. Cô có thai lần nữa, gần như ngay lập tức sau khi đứa bé cai sữa. Cha của cái thai này có thể là bất kỳ ai trong số ba anh chàng, mà cô chẳng biết chính xác là ai cả. Không thể chấp nhận rằng cô có thêm con mà lại không có một người chồng

đúng nghĩa, bà mẹ nói chuyện nhỏ to, nài nỉ cô chỉ ra đâu là cha ruột cái thai. Cô thậm chí không chịu nói ba anh chàng có thể ấy. Anh trai của cô cũng không muốn nói ra. Tình hình thật tuyệt vọng. Cha Katrine không còn trẻ trung gì, đã phải nuôi thêm hai miệng ăn so với trách nhiệm tự nhiên của ông, nay thêm một người nữa, chắc chắn trách nhiệm của ông lại nặng nề hơn. Dù rất thương con gái, ông vẫn bắt ép cô nói ra danh tính cha của cái thai. Cô vẫn giấu nhem. Khi tin Katrine có bầu loan đi khắp trại, không ai trong số ba anh chàng kia đứng ra nhận đó là con mình. Điều đó cũng dễ hiểu.

Khi đứa bé lọt lòng, mẹ của Katrine nâng nó lên, nhẹ nhàng giao nó cho cô. Cô nhìn nó, chờ đợi cái cảm giác cực tuyệt mà cô đã trải nghiệm ở lần sinh đầu. Nhưng không phải vậy. Khi đón đứa con gái bé nhỏ trong vòng tay và ôm nó vào ngực, lòng cô bỗng nhiên tràn ngập một cảm giác ấm áp dịu dàng. Mặc dù tình cảnh của cô lúc này rõ ràng càng tuyệt vọng hơn trước đó, nhưng cô chẳng thấy oán giận gì. Chẳng có người đàn ông nào trong số ba anh chàng ấy đứng ra đỡ đỡ cô. Nhưng thái độ của cô đối với đứa con gái thứ hai hoàn toàn khác, chẳng có lời giải thích nào cho sự thay đổi này, nhưng chắc chắn rằng một điều căn cơ nào đó đã thay đổi trong Katrine. Cô nuôi dưỡng đứa bé thật cẩn thận và chu đáo, chỉ để nó cho mẹ trông khi cô phải thu xếp đi nhặt thức ăn trong rừng. Cô cũng bắt đầu gần gũi hơn với đứa con gái đầu lòng, không còn xem nó là một gánh nặng hay là sự khó chịu, và ý thức phải che giấu nhiều hơn. Sự thay đổi đột ngột này chẳng có lý do rõ ràng nào, nhưng lại mang đến những kết quả tốt đẹp. Cha cô và anh trai không còn phiền lòng về cái miệng ăn thêm vào, bởi giờ đây Katrine cũng làm việc trong rừng. Khi mùa hè đến, họ lại phải leo lên đỉnh núi lần nữa. Thậm chí Katrine nghĩ mình có thể cùng đi lên dốc cao. (Một năm trước đây không bao giờ có chuyện ấy, bởi cô không bao giờ hào hứng giúp mọi người, cô chỉ lo cho chính bản thân mình mà thôi.) Nhưng việc đó vẫn còn quá sớm, cứ mỗi 4 giờ cô lại phải cho con bú.

Trong lúc cha cô và anh trai vẫn còn đang đi săn trên núi, một điều lạ lùng đã xảy ra ở lán trại chính trong khu rừng thông. Đó là một đêm tối không trăng, Katrine và mẹ đang ngồi cạnh đồng lửa. Hai đứa bé đều đã ngủ say, đứa lớn gối đầu lên lòng mẹ còn đứa bé thì đang nằm cạnh đó, trên mặt đất mềm mại. Ngay khi Katrine đang chuẩn bị thu dọn cho buổi tối, cô cảm thấy có thứ gì đó đang di chuyển trong rừng, cách khoảng 10 mét từ phía bên kia đồng lửa. Cánh rừng là một nơi nhiều hiểm nguy, bọn linh miêu, chó sói và gấu vẫn luôn hoạt động suốt đêm. Cô cố nhìn sâu vào cánh rừng nhưng không thấy gì nên thu dọn đi ngủ.

Đêm sau đó, lại có điều tương tự xảy ra. Cô gọi mẹ mình, nhưng bà cũng không thấy gì. Mắt bà không còn tốt như trước kia nữa. Nó lại di chuyển, chắc chắn là có thứ gì ngoài đó. Katrine căng mắt và dờn chỗ để nhìn xung quanh ngọn lửa. Giờ đây cô có vị trí tốt hơn để quan sát. Nhưng vẫn không thấy gì. Cô bước xa ra khỏi ngọn lửa chừng 10 mét để mắt quen với bóng tối. Sau vài phút, cô bắt đầu nhìn ra một hình thù xám nhạt giữa những tảng đá, nó di chuyển, nhẹ nhàng nhưng rất rõ. Cô nhìn chăm chú vào nó lần nữa. Nằm ngay đó, với 4 cái chân có móng xoài ra, đúng là một con sói trưởng thành. Cô hét lên một tiếng kêu nhưc óc. Nhanh như chớp, con sói đi mất. Katrine chạy vội lại nơi an toàn bên ngọn lửa, tất cả mọi người đều bị đánh thức dậy vì tưởng có gì tấn công trong bóng tối. Katrine bình tĩnh và kể cho họ nghe những gì cô đã trông thấy. Một con sói đến quá gần trại con người như thế thì quả thật rất bất thường. Có rất nhiều sói quanh đây, bởi họ vẫn nghe những tiếng sói hú vang vọng khắp thung lũng trong đêm. Thỉnh thoảng, người ta lại cảm thấy như đang bị lũ sói bám gót, họ xoay lại và nhìn thấy những hình thù với những cái chân dài đang lờn xa xa. Chúng không rút lui mà còn gườm lại, như thể nói “cẩn thận đấy”. Tuy vậy, trên thực tế chúng rất hiếm khi tấn công con người, đặc biệt là khi con người tụ tập thành nhóm, và chúng không bao giờ đến gần lán trại. Vậy nên, mọi người đều cho rằng Katrine đã ngủ mơ.

Nhưng họ đổi ý khi con sói lại đến lần nữa vào đêm hôm sau. Nó ngồi im trên một vạt cỏ ngay chỗ hòn đá lần trước. Đến giờ, mọi người đều tin rằng nó chỉ có một mình. Một người đàn ông bước chậm rãi về phía nó. Nó vẫn nằm yên cho đến khi anh chỉ còn cách 20 mét, nó nhồm dậy và chạy lon ton khá bình tĩnh trở lại vào màn đêm. Sinh vật này muốn gì? Rõ ràng là nó không có ý định tấn công họ, nhưng lý do gì khiến nó ngồi đó và nhìn họ thôi? Sự tình lại lặp lại vào đêm kế tiếp.

Bấy giờ, anh trai và cha của Katrine đã trở về từ cuộc đi săn với một con sơn dương vác

ngang trên vai. Người ta nhanh chóng xẻ và nướng thịt trên ngọn lửa. Con sói đã trở lại. Cha của Katrine cầm một miếng thịt sống trên một tay, tay kia cầm cây giáo, ông bước chậm rãi về phía con thú. Nó đưa cái đầu ngó nghiêng bên này bên kia như thể để quyết định nên lẩn đi hay không. Cách con thú 20 mét, ông đặt ngọn giáo xuống và đi lom khom, ông di chuyển chậm về phía trước, vừa đi vừa nói khẽ, cho đến khi ông chỉ cách nó khoảng 20 bước chân. Con sói càng trở nên bồn chồn. Nhưng nó vẫn không lẩn đi. Thật nhẹ nhàng và không có một động tác bất ngờ nào, cha Katrine quăng miếng thịt về phía con sói. Ông đi lùi về, vẫn hướng mặt về phía nó. Khi ông đã hoàn toàn trở lại về bên ngọn lửa trại, con sói đứng dậy, tiến về phía miếng thịt, đánh hơi thật nhanh rồi ngoạm nó vào mồm và lon ton chạy mất.

Mọi người nhìn nhau ngỡ ngàng im lặng vài giây rồi mới bắt đầu bàn tán về sự việc. Một người trong toán đàn ông đã nghe kể một câu chuyện tương tự xảy ra cách đây vài năm ở một lán trại trên núi về phía đông nhưng ông chưa tin. Có lẽ chẳng có lời giải thích nào cho thái độ của con sói. Những đêm kế tiếp, con sói quay trở lại cùng vị trí đó và lấy những thứ thức ăn người ta ném cho nó. Nó cũng bắt đầu xuất hiện vào cả ban ngày, đi theo sau toán thợ săn lên đồi. Vài tuần qua đi, nó càng ngày càng trở nên dạn dĩ, đến gần đám lửa hơn và cuối cùng rón rén lấy thịt ngay trên tay người. Họ bắt đầu quen dần với người bạn lạ lùng này. Nhưng bằng đi một thời gian, họ quên nó và trở về với nhịp sống bình thường.

Khoảng 6 tuần sau, khi cha và anh trai của Katrine lại trở về sau một cuộc đi săn thành công khác, họ bỗng cảm thấy có ai đang đi theo sau mình. Họ quay lại và ngay đó, một con sói đứng im trên đường, bên cạnh nó là 2 chú sói con. Lúc đó người ta mới biết nó không phải là một con sói đực. Con sói cái cùng 2 đứa con theo sau họ đến lán trại, ngồi xuống ngay gần chỗ cũ của nó. Phải chăng đây là lý do để nó ghé qua lán trại? Phải chăng nó cảm thấy có thể xin vài mảnh thịt thừa từ chuyến săn cho những đứa con của nó? Đúng là nó luôn nhận thức ăn, và khi 2 con sói con đủ lớn thì nó cho chúng trực tiếp nhai những mẩu thịt. Sau đó vài tuần nữa, con sói đã là một người bạn thường trực của đoàn người, hai chú cún con thì chơi với lũ trẻ trong rừng. Khi đến lúc đoàn người phải nhổ trại, dời đến những vùng đất thấp hơn, con sói có vẻ không muốn theo họ xuống đồng bằng, nhưng lại muốn lũ con của mình đi theo. Nó muốn rời hai đứa con nên đẩy chúng vào lán trại đang được tháo dỡ. Katrine hiểu ý, cô cúi người, bế hai con cún lên và mang chúng đi.

Trong suốt mùa đông ở đồng bằng, hai chú sói con lớn rất nhanh nhờ những miếng thịt được ném cho. Chúng theo sau đoàn thợ săn bất cứ nơi nào, thậm chí tham gia săn đuổi, mang về những con hoẵng hoặc một con lợn rừng đã bị thương vì trúng lao. Những đoàn người khác đi ngang qua không tin vào mắt mình khi nhìn thấy những con sói trong lán trại. Câu chuyện cũ là có thật. Những con sói ở với đoàn người qua mùa đông ấy, giúp đỡ việc đi săn và hình thành nên mối ràng buộc thân thiết với gia đình Katrine. Mùa hè năm sau, khi đoàn người trở lại trên núi, hai con sói đã trưởng thành, chúng càng ngày càng năng động, thỉnh thoảng rời lán trại sau khi trời tối, không về cho đến tận sáng hôm sau. Chúng bị giằng xé giữa cuộc sống với loài người, một cuộc đời an toàn có thức ăn ổn định, với tiếng gọi của đồng loại là tiếng hú ám ảnh vang vọng quanh thung lũng. Một ngày kia chúng đã không trở về.

Katrine và đoàn người không bao giờ quên cuộc gặp của họ với con sói cái và những chú cún con. Cuộc gặp gỡ lạ lùng giữa người và sói ấy còn lặp lại thêm nhiều lần nữa. Thỉnh thoảng, những con sói ở lại với đoàn người từ năm này đến năm sau. Chúng dần dần trở nên lệ thuộc vào con người và mất đi bản năng hoang dã, trở thành loài vật đầu tiên trong rất nhiều loài vật chấp nhận đời sống thuần dưỡng. Chúng trở thành chó. Cách đây 8.000 năm, chó đã trở thành một đồng sự không thể thiếu của những người đi săn du hành khắp châu Âu sau kỷ Băng Hà cuối. Một vài con trở nên quý giá đến mức chúng được làm lễ mai táng cùng với chủ nhân của mình.

Thị tộc của Katrine phát triển ở phía bắc Ý và xa hơn. Mười ngàn năm sau thời của Katrine, một trong những hậu duệ của bà đã chết khi băng qua đỉnh An-pơ. Chúng ta biết ông ta dưới cái tên Người Băng. Ngày nay 6% người châu Âu bản xứ nằm trong thị tộc của Katrine. Thị tộc này vẫn phổ biến nhất xung quanh vùng Địa Trung hải, nhưng cũng như những thị tộc khác, nhiều thành viên của nó ngày nay đã rải rác khắp châu Âu.

So với những khó khăn và bất ổn trong cuộc sống của sáu người phụ nữ mà chúng ta đã gặp gỡ, Jasmine có một đời sống dễ chịu hơn rất nhiều. Bởi vì một điều, Jasmine đã có một nơi ở cố định, đó là một trong những mô hình xóm làng đầu tiên. Nhưng nhà ở lúc đó không thể gọi là sang trọng, cho dù giàu tương đương đến mấy. Cô sống trong một cái lều đào một phần xuống đất và có những cây gỗ chống một mái lợp bằng cây sậy. Những cái lều này thật bé nhỏ và chật chội; nhưng chúng là mái ấm. Ngôi làng có dân số khoảng 300 người, nhiều hơn so với những lán trại tạm bợ là nơi ở của sáu người phụ nữ kia. Ngôi làng cách dòng sông Euphrates (giờ là sông Syria) khoảng một dặm. Dòng sông Euphrates mang nước mưa và tuyết tan từ vùng núi Anatolia ở phía bắc, xuyên qua những đồng bằng cỏ cây rộng lớn, nhập vào sông Tigris trong hành trình đến vịnh Ba Tư.

Kỷ Băng Hà vĩ đại đang ở hồi kết thúc. Những tảng băng đã tan rất nhanh trong vòng bốn ngàn năm trước đó khi nhiệt độ toàn cầu tăng lên một cách thất thường để hướng tới nhiệt độ hiện thời. Lượng nước bị giam giữ trong các hồ trữ băng giờ đây chảy xuống những lòng chảo ở đại dương làm cho mực nước biển dâng cao khắp địa cầu. Khi nước biển chảy ngược dần vào phần đất liền khác, băng qua eo biển Hormuz để tạo ra Vịnh Ba Tư, những vùng đồng bằng dưới thấp nằm giữa Ả Rập và Iran ngày nay bị ngập nước. Biển Adriatic càng ngày càng đẩy dần bờ của nó xa hơn về phía bắc, hướng đến vị trí ngày nay – ngang với cái phá ở Venice. Nước biển cũng chảy qua Bosphorus và rót vào Biển Đen. Khi nước biển chảy vào nơi giờ đây là Biển Bắc, biển Ireland và eo biển Anh, nước Anh và Ireland bắt đầu bị mất phần đất nối liền với lục địa châu Âu và cả phần đất nối liền với nhau, ở bên kia địa cầu, châu Đại dương và Tân Ghi-nê, vốn từng nối với nhau tạo thành vùng đất Sahulland, giờ đây bị tách rời khi eo biển Torres bị nước lấp đầy. Những đồng bằng mênh mông của Sundaland từng nối liền Malaysia, Sumatra, Java và Borneo thành một vùng đất liên tục giờ đã chìm xuống biển. Chiếc cầu đất liền quan trọng nối liền châu Á với châu Mỹ cuối cùng đã chìm sâu xuống vùng nước lạnh lẽo của eo biển Bering.

Tất cả những vùng đất này lúc đó đều đang có người cư trú và họ đã phải dời đi khi mực nước biển dâng cao. Đó chẳng phải là một quá trình dần dà, mỗi năm dâng lên vài phần milimet như người ta tưởng tượng trước đây. Thực tế, nó xảy ra trong một loạt những giai đoạn, mỗi giai đoạn nước dâng lên rất nhanh, và đạt tổng cộng là vài mét chỉ trong vài thập kỷ. Nguyên nhân là do những tảng băng lục địa tan chảy tạo thành những hồ nước ngọt bao la trong đất liền, mà đường nối giữa những hồ nước này với biển cả bị khóa lại chỉ bởi một số lưỡi băng. Một trong những tảng băng đó trải dài qua vùng rộng lớn giờ đây là vịnh Hudson, khóa một cái hồ trong vùng đất liền rộng lớn bao phủ phần lớn Canada. Khi những rào cản băng này bị chọc thủng, nước đột ngột được giải phóng phun vào đại dương khiến cho mực nước biển dâng lên khắp toàn cầu vào khoảng nửa mét chỉ trong một thời gian rất ngắn. Ngày nay với độ dâng cao mực nước này, nó sẽ không chỉ nhấn chìm hàng triệu kilomet vuông những vùng đất trũng, mà còn làm ngập rất nhiều những thành phố ở cửa sông và bãi biển. Nếu những sự kiện như trên là chính xác, thì đoạn kết đột ngột của kỷ Băng Hà đã mang đến một thảm kịch cho tất cả các cư dân của vùng đồng bằng ven biển, rất nhiều người bị nhấn chìm hoặc chỉ ít cuộc sống của họ cũng bị tàn phá. Truyền thuyết về những cơn đại hồng thủy được nhắc đến rất nhiều trong các huyền thoại. Có lẽ đây chính là cơ sở của câu chuyện ấy.

Làng của Jasmine không bị ảnh hưởng bởi sự xâm lấn của nước từ Vịnh Ba Tư. Họ đã phát triển để tận dụng một sự di cư theo mùa khác, không phải là những cơn bão rừng, tuần lộc của lãnh nguyên mà là linh dương Ba Tư. Ngôi làng nằm gần tuyến đường của những cuộc di cư của chúng vào mùa xuân từ những hoang mạc nóng bỏng của Ả Rập đến những đồng cỏ trên đồi bao quanh vùng đất êm đềm này. Thịt của chúng có thể sấy khô và trữ được vài tháng, tuy là không được cả năm.

Jasmine nhặt quả dầu và quả hồ trăn từ những cánh rừng gần đấy, nhưng nhiệm vụ chính của cô là trông chừng những gì mà cô gọi là “mảnh vườn thí nghiệm” của mình. Từ bao năm nay

khi đuổi theo bầy linh dương lên tận trên đồi, những chàng trai đã tự chống đói bằng cách ăn những hạt cỏ dai mọc nơi đó. Mặc dù họ phải nhai rất nhiều mới nuốt nổi, nhưng ít ra cỏ dai không giống linh dương, nó bao giờ cũng có và chẳng chạy đi đâu cả. Anh chàng của Jasmine không phải là một tay thợ săn giỏi. Cô quen anh hồi còn là một cậu bé, và mỗi khi nhìn anh cố tập ném đá vào con linh dương giả thì cô lại không thể nhìn được cười. Trông anh thật tuyệt vọng. Lần duy nhất trúng mục tiêu là khi anh thấy hòn đá chứ không ném. “Chẳng ai thấy ngon lao như thế cả!” – cha anh hét lên. Càng lớn lên thì anh có khá hơn, nhưng họa chẳng là phép màu mới giúp anh giết được một con linh dương thật. Và thực tế là anh chẳng bao giờ mang về được con nào cả. Không ai kể cả Jasmine biết được anh có một điểm yếu di truyền ở vai, khiến anh không thể làm khá hơn được. Nhưng những gì Jasmine yêu quý ở anh là tính ham tìm hiểu, trí thông minh và lòng nhân hậu. Anh luôn mang phong thái nhẹ nhàng mà cô thấy thật hấp dẫn. Mặc dù có hơi lo rằng anh sẽ không trở thành một người đàn ông chu cấp tuyệt vời cho gia đình (Jasmine vẫn muốn có thật nhiều con mà!), cô vẫn tin rằng họ sẽ có cách xoay sở.

Những khi cô chăm bẵm đứa bé đầu tiên, anh cùng toán thợ săn lên đồi, đuổi theo bọn linh dương và cừu hoang. Anh mang giáo theo mình nhưng không có ảo tưởng giết được thứ gì, mà chỉ canh chừng thôi. Điều mà anh thực sự quan tâm là nhặt nhanh và mang về làng thật nhiều hạt cỏ dai. Anh mang theo hai bao tải to được khâu từ da linh dương, và tìm được một ngọn đồi nơi cỏ mọc rất dày và có nhiều hạt đã sắp chín. Dùng một tay, anh túm một mớ cỏ, bỏ nó vào miệng bao và lắc mạnh. Hạt rụng gần hết vào cái bao. Chỉ mất khoảng một giờ để chất đầy hai bao, rồi anh đi bộ trở về làng trong khi đám bạn vẫn đang cố giết con linh dương đầu tiên.

Về đến nhà, việc đầu tiên anh làm là cố chà những cái lông cứng vẫn còn bám vào hạt bằng cách lấy một hòn đá to lăn đi lăn lại trên cái bao. Khi anh đổ những thứ bên trong ra thì phần lông cứng của hạt bay theo gió để lại một đồng hạt mịn. Anh ngâm hạt vào nước một hồi thật lâu rồi trao cho Jasmine một vốc đầy. Khó mà gọi là ngon lành vì vỏ khô vẫn còn bám trong kẽ răng, nhưng ăn cũng tạm được. Rồi anh cố nghiền mấy hạt khô giữa hai hòn đá để cho bong lớp vỏ cứng bên ngoài rồi thổi đi theo gió. Anh cố gắng làm thật khéo léo đến cùng.

Anh đã giữ lại vài vốc hạt để xem có thể trồng gần làng không vì đã biết rằng hạt sẽ nảy mầm thành những cây mới. Người ta đã từng mang về nhiều hạt dai, tuy không nhiều như vậy, nên anh đã để ý rằng những hạt cây tình cờ rơi xuống trên mặt đất ẩm ướt sẽ nhanh chóng tạo ra những mầm xanh nho nhỏ mà qua thời gian, chúng sẽ lớn thành cây mới. Nhưng lần này anh sẽ trồng chúng một cách có hệ thống. Cùng với Jasmine, anh tìm được một mảnh đất bằng phẳng vài trăm mét cạnh bờ suối, cỏ mọc lưa thưa và họ nhổ đi để phát quang. Anh lấy cái nạo bằng đá và vạch một đường trên đất, rải một hàng hạt và phủ đất lấp lại (nếu không thì mấy con chim sẽ trong làng thế nào cũng nhặt hết, vì chúng cũng bắt đầu thích ăn). Trồng được mười hàng thì hết hạt và họ quay về làng.

Hôm sau họ trở lại để xem. Nhưng mảnh đất trông vẫn y hệt như lúc họ đi khỏi. Vài hôm sau trời mưa và cũng chẳng có chuyện gì xảy ra. Thế rồi một tuần sau, Jasmine bế con ra mảnh đất, và nơi đó, cố choài ra khỏi mặt đất là mười hàng mầm xanh bé xíu. Cô chạy về định kể với chồng nhưng anh vẫn chưa trở về từ một chuyến đi săn chẳng có xơ múi gì. Kể từ ngày đó, Jasmine và gia đình dành hết thời gian bên mảnh đất, cùng nhau phát quang thêm những mảnh đất khác và trồng thêm nhiều hạt lấy từ ngọn đồi, họ trồng bất cứ thứ gì ăn được. Nhiều loài đậu lăng dai được trồng cùng với những cây lúa mì dai ban đầu. Khi họ khoe việc trồng trọt với những người cùng làng, có người thì hoan nghênh nhưng cũng có những người phản đối. Tuy vậy gia đình Jasmine không nghĩ thứ này có thể thay thịt linh dương và quả hồ trăn để làm thức ăn chính được, mà chúng chỉ có thể bổ sung và làm họ bớt lệ thuộc vào nguồn thực phẩm từ rừng. Rõ ràng là những hạt trồng này đều ăn được đấy chứ. Hạt được nghiền giữa hai hòn đá lớn để tách những cái vỏ lông ra có thể nấu thành một món cháo mềm để nuốt hơn rất nhiều.

Nhưng rồi một hôm họ nhận thấy, sau mỗi cơn gió mạnh, hầu hết các hạt bị thổi bay đi và mất mát rất nhiều. Nhưng có vài cây chịu được gió và vẫn giữ được hạt dính lại, bởi cuống hạt ít giòn hơn. Hai người tự hỏi không biết nếu lấy những hạt này trồng thì chúng có cho ra những cây tốt như thế không? Thế là họ đã thử và thấy hiệu nghiệm. Dần dần, năm này qua năm khác, họ chọn những cây có hạt bám chắc và mập mạp để trồng. Chỉ trong vài năm, những cây lúa mì

trên cánh đồng của họ đã không còn giống những cây lúa mì đại nữa. Chúng đã được chọn lọc nhân tạo trở thành thứ của cải đáng giá.

Giờ đây, cả những người từng nghi ngại nhiều nhất trong làng cũng đã thay đổi suy nghĩ, đặc biệt là sau vài năm khi những con linh dương cứ hiếm dần. Một vài người khác háo hức tự trồng lấy mảnh đất của mình bằng hạt giống Jasmine đưa cho. Vài người khác ghé thăm từ những làng kế cận cũng thấy ấn tượng và nài nỉ Jasmine cho họ đem vài hạt về làng. Ý tưởng này nhanh chóng lan truyền khắp vùng. Giờ đây chồng của Jasmine đã từ bỏ việc giả vờ đi săn và chú tâm vào những việc ở nhà. Họ có năm đứa con, có lẽ hơi nhiều so với mong muốn của anh, nhưng anh làm sao được? Jasmine liên tục có thai; thậm chí ngay cả khi đứa trước chưa kịp cai sữa, cô lại có thai lần nữa. Cũng may giờ đã có nguồn thức ăn đầy đủ từ mảnh vườn, vốn đã được nói ra gấp nhiều lần so với lúc đầu.

Họ nghe nói rằng ở một ngôi làng khác cách đây sáu ngày đi đường về phía bắc, người ta đã tìm cách giữ được những con dê hoang. Họ đã bắt được hai chú dê con trong một chuyến đi săn và mang về cho bọn trẻ chơi. Thế rồi, chúng lớn quá nhanh, không còn chơi được nữa, và thay vì giết ăn thịt như ý định ban đầu, họ lại buộc chúng vào thân cây để chúng khỏi chạy mất mà vẫn ăn được bất cứ cây cỏ nào mà chúng với được. Một năm sau, con cái đẻ ra một con dê con. Bây giờ họ đã có hàng tá dê ở đủ độ tuổi. Khi cần thịt, họ giết một con. Dễ dàng hơn rất nhiều so với việc đi săn. Vậy là người ta đã bắt đầu nắm bắt được ý tưởng tự nuôi trồng lấy thức ăn của mình.

Mọi việc tiếp diễn rất thuận lợi cho gia đình Jasmine. Họ có một mảnh vườn lớn cạnh dòng suối và đồng ý cho những phụ nữ cùng làng giúp mình rồi chia cho họ một phần sản phẩm từ mảnh vườn. Càng ngày càng có nhiều người đón nhận cách sống mới này. Công việc luôn cuốn hút mọi người vì ai cũng có thể tham gia, từ phụ nữ, trẻ em, cho đến các ông bà cụ. Lúc nào cũng có việc làm, có thể là dẹp mớ cỏ dại, tưới chút nước hay phát quang miếng đất. Mọi người cũng không phải hoàn toàn lệ thuộc vào việc trồng cấy này bởi những cây sồi và hồ trần vẫn còn đó, người ta vẫn có thể săn linh dương. Thật là một sự kết hợp hoàn hảo.

Khi Jasmine ngồi nhìn cánh đồng lúa mì đã sẵn sàng gặt hái, chút ít nào đó cô nhận thấy mình và mọi người đã bắt đầu một cuộc cách mạng sẽ thay đổi thế giới này mãi mãi. Chỉ trong vòng vài thế hệ sau Jasmine, những ngôi làng khắp vùng đã chuyển đổi cách sống của họ từ săn bắt và hái lượm sang việc bắt những bầy dê, cừu và những con thú khác, biến chúng thành gia súc thuần hóa. Việc giao phối có chọn lọc đã biến cây và động vật từ trạng thái hoang dã thành những vật nuôi của con người trong một thời gian rất ngắn. Những con cừu cho ra lông dài và xoắn hơn dùng để kéo thành sợi vải, dê cung cấp sữa đều đặn, bò được thuần hóa từ những con bò rừng hung bạo trở thành những vật nuôi ngoan ngoãn và là nguồn chu cấp thịt sữa và sức kéo.

Việc con người sản xuất ra được thực phẩm và kiểm soát được đất đai đã làm dân số tăng lên không ngừng. Điều này một phần do nguồn dinh dưỡng ổn định hơn, nhưng cũng bởi do những hạt ngũ cốc mới có nhiều carbon hydrat làm mất đi cơ chế ức chế rụng trứng của hooc-môn trong suốt thời gian tiết sữa ở phụ nữ, mà trước đây đã bảo đảm khoảng cách đủ dài giữa những đứa trẻ. Sự tăng dân số không hoàn toàn là tin tốt lành, nó dẫn đến việc đông quá tải và xuất hiện những bệnh truyền nhiễm vốn chưa bao giờ có cơ hội xuất hiện ở những đoàn người săn bắt- hái lượm giữa không gian rộng lớn. Sự gần gũi giữa người và thú được thuần hóa đã khiến những cho virus, vốn vô hại trên thú vật, nay lây lan sang cộng đồng người. Bệnh sởi, lao phổi và đậu mùa bị lây từ bò, bệnh cúm và hỏ gà lây từ heo và vịt. Dựa trên những dấu hiệu của bệnh tật có trong xương của họ, ta thấy sức khỏe của những cư dân nông nghiệp đầu tiên đã giảm sút đáng kể so với những người thời săn bắt-hái lượm. Hơn nữa, khi con người bỏ dần việc đi săn và hoàn toàn lệ thuộc vào cây trồng và thú nuôi, họ dễ bị đói kém khi mất mùa do khô hạn và bệnh dịch. Nhưng dân số vẫn tăng. Không có gì ngăn chặn được sự phát triển của việc chăn nuôi trồng trọt. Một ngàn năm sau thời của Jasmine, nền kinh tế nông nghiệp đã băng qua biển Aegean từ bán đảo Anatolia (Thổ Nhĩ Kỳ) để đến vùng đồng bằng Thessaly ở phía bắc của Hy Lạp. Sự hiếm hoi của các di chỉ của những người săn bắt hái lượm cùng thời ở khu vực này cho thấy dường như phần này của châu Âu vắng bóng con người cho đến khi những cư dân nông nghiệp đến định cư. Nhưng trên những phần khác của châu Âu, những

người săn bắt hái lượm vẫn sinh sống yên ổn.

Khi kỷ Băng Hà Vĩ đại kết thúc, đường biên phía nam của lãnh nguyên chậm chậm rút dần lên phía bắc. Nguồn thú săn dồi dào cũng đi theo, và theo sau là con người. Những hậu duệ của Ursula, Xenia, Helena, Velda, Tara và Katrine đã di chuyển lên phía bắc xuống để chiếm lấy bình nguyên châu Âu rộng lớn. Phía sau họ, thời tiết ấm áp hơn khuyến khích sự sinh trưởng của cây cối và khung cảnh trở thành một khu rừng đang thay lá, với những cây thông lớn tràn lấp núi đồi. Mặc dù chúng không cho ra nhiều thực phẩm như lãnh nguyên, nhưng các vùng đất này vẫn được con người chiếm hữu để tìm thực phẩm từ biển – cá, sò và ốc – nhằm bổ sung cho nguồn thú hoang đang giảm sút.

Những bản đồ địa hình trước đây vẽ ra sự lan tỏa của nông nghiệp bằng những mũi tên lớn băng qua bề mặt của địa cầu, trông như một kế hoạch quân sự được hoạch định cẩn thận. Chúng cho thấy châu Âu bị bao vây bởi những cuộc di cư theo hình gọng kìm bắt nguồn trên vùng đất chính của Hy Lạp. Ở bên sườn phía nam là mũi tấn công theo đường biển dọc theo bờ biển Adriatic và bờ Địa Trung hải xuyên đến tận Bồ Đào Nha. Trong lúc đó, một mũi tấn công lớn lên phía bắc châu Âu cũng được sắp đặt từ vùng Ban-căng, với các đoàn binh “lê-dương” những người nông dân tràn ra từ Hungary và chiếm giữ lục địa từ phía tây là Bỉ và Pháp đến phía đông là Ukraine. Còn hy vọng nào cho người dân địa phương trước sự tấn công dữ dội như thế? Nhưng thực tế, chẳng có cuộc tấn công nào như vậy cả. Những phân tích khảo cổ kỹ lưỡng trên các di chỉ nông nghiệp chắc chắn đã vẽ ra được hướng đi và khoảng thời gian mà nông nghiệp đã lan tỏa. Ta có thể nhận biết dễ dàng những di chỉ này, dựa trên đồ gốm và những công cụ nông nghiệp đa dạng khác, rõ rệt nhất là những dấu vết lều trại còn để lại trên mặt đất. Nhưng như chúng ta đã thấy trong câu chuyện của Jasmine, bản chất của nông nghiệp là nó có thể tỏa ra nhanh chóng chỉ bằng cách truyền miệng và truyền đi vài hạt giống hay vật nuôi. Đó là một ý tưởng, và ý tưởng thì hoàn toàn có thể lan tỏa. Không cần phải nhấn mạnh nó dưới hình thức một cuộc xâm lấn trên diện rộng nào cả.

Những nghiên cứu khảo cổ gần đây cho thấy rằng, con người đã đón nhận nông nghiệp với những tốc độ khác nhau ở những nơi khác nhau. Ví dụ, cộng đồng cư dân của Đan Mạch, với việc thu lượm những nguồn hải sản đủ để chu cấp cho một cộng đồng cư dân đông đúc, đã tiếp nhận nông nghiệp trên diện rộng muộn hơn cả ngàn năm so với những người láng giềng của họ chỉ cách đó 100 dặm về phía nam. Ở những nơi khác như Bồ Đào Nha, các di chỉ nông nghiệp xuất hiện không xa những di chỉ của những người săn bắt hái lượm, vốn tồn tại một cách ổn định trên những nguồn thức ăn giàu có ở cửa sông Tagus. Có vẻ như ở đây chỉ có một nhóm nhỏ những cư dân nông nghiệp di cư đến, rồi từ đó truyền đi những kiến thức mới về trồng trọt đến những vùng đất mới này.

Những bằng chứng ở châu Âu trình bày trong cuốn sách này ủng hộ mạnh mẽ cho sự thật rằng nguồn gốc gien của chúng ta bắt nguồn từ thời Đồ Đá Cũ Thượng. Sáu trong số bảy người thị tộc, với đời sống tưởng tượng mà chúng ta đã lướt qua, là một phần của cộng đồng cư dân đó. Họ biết rõ mỗi tấc đất của mình. Họ quan hệ tốt với những người xung quanh. Họ biết trao đổi nguyên liệu thô và những sản phẩm đã hoàn chỉnh. Họ là những người biết nắm bắt cơ hội. Nếu nuôi trồng là phù hợp thì họ sẽ nuôi trồng. Nếu cần có người dạy họ cách trồng trọt thì đã có các hậu duệ của Jasmine. Sự thực rằng các hậu duệ của Jasmine vẫn sống và ấm no ở châu Âu là bằng chứng của việc có một lượng gien đáng kể mang đến từ Cận Đông – chỉ đáng kể thôi, chứ không phải lấn át toàn bộ. Chỉ có ít hơn một phần năm dân số châu Âu hiện đại nằm trong thị tộc của Jasmine. Với một số ít ngoại lệ, tất cả những người còn lại đều có nguồn gốc sâu hơn ở châu Âu. Rồi vào một lúc nào đó trong quá khứ, tổ tiên của chúng ta chuyển từ việc săn bắt và nhặt nhạnh để đón lấy nền kinh tế nông nghiệp. Trong những thời điểm gần đây hơn, một số hậu duệ của những tổ tiên này đã từ bỏ những vùng đất nông nghiệp ấy để tạo ra cuộc sống thành thị được duy trì bởi kỷ nguyên máy móc. Đây chính là một sự chuyển biến nữa diễn ra khi con người thực hiện những quyết định cá nhân của mình để đi đến một cuộc sống tốt hơn.

Ngày nay, chỉ dưới 17% người châu Âu bản xứ (mà chúng tôi thu được mẫu ADN) thuộc thị tộc của Jasmine. Không giống các thị tộc kia, thị tộc của Jasmine không phân bố đều khắp châu Âu. Một nhánh nổi bật đi theo bờ biển Địa Trung hải đến Tây Ban Nha và Bồ Đào Nha; từ đây,

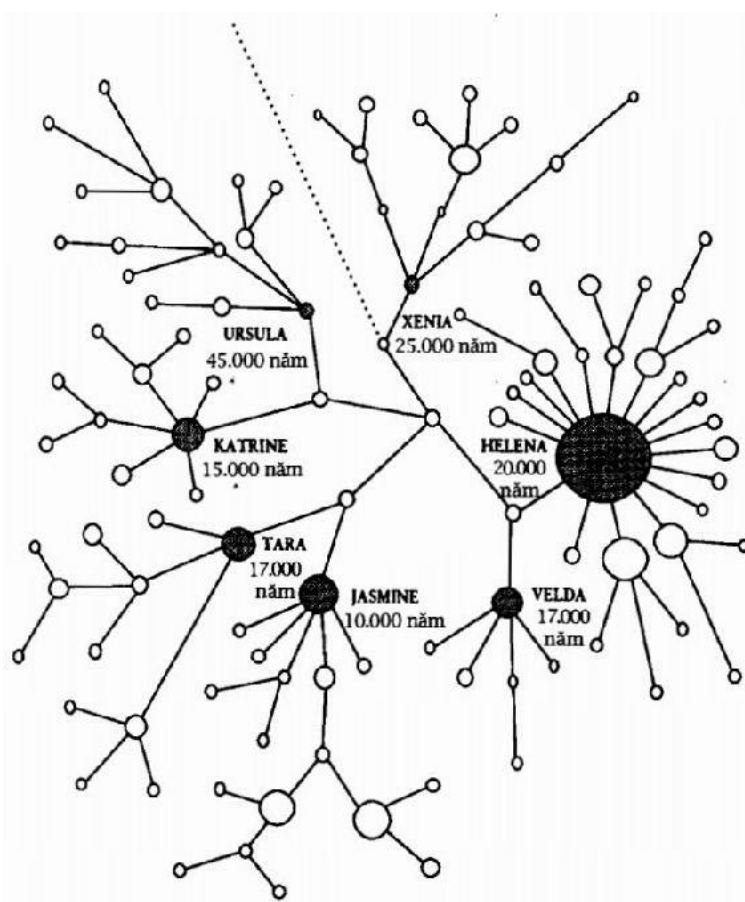
họ tìm được con đường đi đến phía tây nước Anh, nơi họ đặc biệt phổ biến ở Cornwall, xứ Wales và bắc Scotland. Một nhánh khác bao phủ con đường xuyên qua Trung Âu, con đường mà những cư dân nông nghiệp đầu tiên đến đây canh tác trên những thung lũng phì nhiêu và cả những bình nguyên bắc Âu. Đến tận bây giờ, cả hai nhóm này đều sống ở gần những tuyến đường đã được tạo ra bởi những tổ tiên trồng trọt của họ trên chuyến hành trình từ Cận Đông chậm rãi tiến vào châu Âu.

22

THẾ GIỚI

Những đời sống tưởng tượng của bảy người phụ nữ này đã làm nảy sinh rất nhiều câu hỏi. Liệu họ có phải là những người phụ nữ duy nhất vào thời điểm đó không? Chúng ta đã thấy rõ ràng là họ không phải. Thực tế, họ đã sinh ra và mất đi cùng với rất nhiều phụ nữ khác. Ví dụ như Ursula, thị tổ lâu đời nhất của chúng ta, có rất nhiều phụ nữ cùng thời. Nhưng bà là người phụ nữ duy nhất trong số họ có hậu duệ trong những người châu Âu ngày nay, họ chiếm một tỉ lệ đáng kể là 11% trong toàn bộ dân số châu Âu hiện đại. Dòng dõi *ti thể* của những người cùng thời với bà không còn tiếp tục đến tận ngày nay. Những nhánh này đã suy yếu dần đi vì những người phụ nữ không có con hoặc chỉ có con trai mà thôi. Tuy nhiên, nói như thế không có nghĩa là những người phụ nữ đương thời với bà hoàn toàn không có đóng góp gì về mặt di truyền cho nhân loại hiện đại. Bởi vì cũng rất có thể có một vài gien trong nhân tế bào (mà không phải trong ti thể) của họ có thể hoán đổi giữa hai giới tính qua các thế hệ (thông qua những cơ chế như là sự tái hợp), nên không bị gián đoạn và có thể tồn tại tới tận ngày nay. Nhưng chúng chỉ có thể đến nơi qua những con đường rất ngoằn ngoèo mà ta không thể nào theo dõi được. Rất nhiều người cùng thời của Xenia, mà không phải bản thân Xenia, có thể cũng là hậu duệ theo dòng mẹ của Ursula trước đó. Cũng như vậy, con cháu của Helena, Velda, Tara và Katrinae chắc đã pha trộn với các thành viên của các thị tộc khác lâu đời hơn. Và khi những hậu duệ của Jasmine có những nhà tiên phong thuộc tập quán văn hóa trồng trọt – chăn nuôi đến từ vùng Cận Đông, chắc họ đã truyền những kiến thức này đến con cháu của sáu người phụ nữ kia.

Một câu hỏi nữa cũng xác đáng và thường gặp là liệu có bất kỳ điều gì đặc biệt ở những người phụ nữ này không. Điều gì khiến họ nổi bật so với những người xung quanh đến vậy? Tiếc thay, câu trả lời ở đây là không – ngoài điều kiện cần thiết là mỗi người cần có hai người con gái thì chắc không còn có điều gì đặc biệt ở họ. Họ không phải là nữ hoàng hay đế vương – những danh xưng đó chưa tồn tại vào thời ấy. Họ đặc biệt xinh đẹp hoặc rất anh hùng? Cũng có thể đúng mà cũng có thể không. Họ hoàn toàn bình thường. Cho dù đời sống của họ rất khác chúng ta ngày nay, nhưng trong thời ấy họ chẳng có gì khác biệt so với những người còn lại cả. Họ không hề hay biết rằng mình sẽ là các thị tổ và trở thành nhân vật của cuốn sách này. Cũng như bất kỳ một người phụ nữ nào đang sống ngày nay, nếu có hai con gái, đều có khả năng trở thành người thành lập một thị tộc mới, và giả sử cuốn sách này được viết lại vào 50 ngàn năm sau thì biết đâu họ lại là các nhân vật nổi bật trên trang bìa. Đến khi đó, một vài trong số bảy thị tộc này có lẽ đã bị trôi vào tuyệt chủng, và được thay thế bởi những thị tộc khác mà những người sáng lập mới chắc đang sống đâu đây.



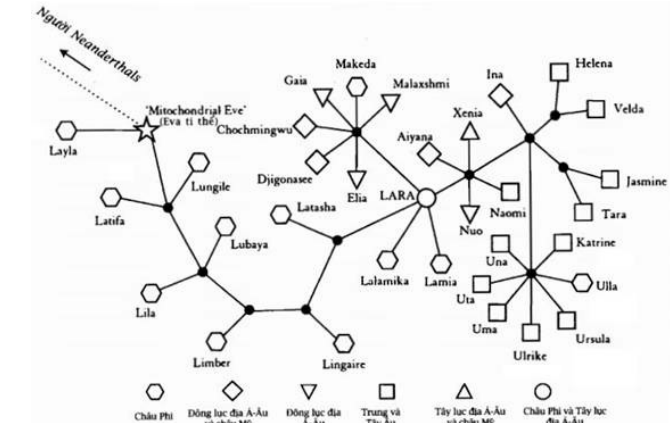
Hình 6

Nhưng có lẽ câu hỏi hấp dẫn nhất là về bản thân những tổ tiên của chính bảy người phụ nữ này. Thật thú vị, chúng ta đã khám phá ra bảng phả hệ của chính họ. Giờ đây chúng ta có thể truy ngược về quá khứ để tái hiện lại ADN ti thể của bảy người phụ nữ này, rồi tìm ra mối quan hệ tổ tiên của họ. Tôi đã tái hiện lại mối liên hệ này ở Hình 6, mỗi hình tròn tượng trưng cho một chuỗi DN ti thể nhất định, và diện tích của một hình tròn tương ứng với số người có cùng chuỗi. Diện tích hình tròn càng lớn thì càng có nhiều người có cùng chuỗi này. Những đường nối các vòng tròn thể hiện các đột biến trong ADN ti thể, đường nối càng dài thì càng có nhiều đột biến xảy ra làm các chuỗi này càng khác nhau. Sơ đồ này phác ra các mối quan hệ chính xác, theo mức độ mà chúng ta biết ở thời điểm hiện tại, giữa những chuỗi khác nhau được tìm thấy ở châu Âu ngày nay. Các nhánh sơ đồ tượng trưng cho các mối di truyền theo dòng mẹ trong hình được vạch ra dựa trên ADN. Chúng ta không chỉ biết được mối quan hệ giữa các gien trong cùng một thị tộc, mà biết được cả mối quan hệ giữa những thị tộc với nhau. Thị tộc của Helena và Velda rất gần với nhau. Cả hai cùng có chung một thị tổ được thể hiện bởi một vòng tròn nhỏ nơi tách rời nhau. Jasmine và Tara cũng có chung tổ tiên, tương tự như Ursula và Katrina cũng thế. Có thể có một ngoại lệ ở tổ tiên chung của Helena và Velda, những tổ tiên chung còn lại đã sống, rất có thể là ở Trung Đông, rất lâu trước khi giống người hiện đại từng đặt chân đến châu Âu. Đi về phía giữa giản đồ ta sẽ gặp thị tổ chung của mọi người châu Âu, nơi mà nhánh của Xenia tách khỏi các nhánh khác. Toàn bộ châu Âu nối với cả thế giới thông qua người phụ nữ này. Mối liên hệ thể hiện bằng đường đứt khúc. Và bởi vì châu Âu về cơ bản chỉ là một phần của toàn bộ thế giới, ta hoàn toàn có thể xây dựng một sơ đồ tương tự nhưng lớn hơn bao trùm toàn bộ địa cầu.

Đúng vậy, mặc dù cuốn sách này chủ yếu nói về châu Âu, những gì tôi viết ra đây đều có thể áp dụng cho bất cứ nơi đâu trên thế giới. Trong mười năm trở lại đây, người ta đã tiến hành nhiều chương trình nghiên cứu tích cực để phân tích và công bố chuỗi ADN ti thể của khoảng vài ngàn người trên khắp các ngõ ngách của trái đất. Các công việc này được tiến hành hoàn toàn giống quy trình chúng tôi đã làm để phát hiện ra “bảy người con gái của Eva”. Kết quả cuối cùng của những phân tích này là chúng ta đã phát hiện ra thêm 26 thị tộc khác trên thế giới. Có thị tộc chúng ta biết rất rõ, có thị tộc chúng ta chỉ hiểu sơ sài. Dù vậy, tôi cũng đã đặt tên cho toàn bộ chúng. Tất nhiên là bức tranh chung rồi sẽ thay đổi khi mà có thêm nhiều

người ở những vùng đã lấy mẫu trước đây cũng xung phong hiến mẫu ADN. Nhưng chúng ta đã có đủ thông tin để bắt đầu diễn giải kết quả.

Trong 33 thị tộc chúng ta đã phát hiện được trên toàn thế giới, có mười ba thị tộc ở châu Phi. Có rất nhiều người đã rời khỏi châu Phi trong một ngàn năm gần đây, rất nhiều trong số họ bị cưỡng bách làm nô lệ và được mang đến châu Mỹ và châu Âu. Nhưng nguồn gốc di truyền của họ hoàn toàn là ở châu Phi. Mặc dù châu Phi chỉ chiếm 13% dân số thế giới, 40% thị tộc trên thế giới bắt nguồn từ đây. Lý do là người *Homo sapiens* đã sống ở châu Phi lâu hơn rất nhiều so với bất kỳ nơi nào khác. Khảo cổ học ủng hộ khẳng định này, nghiên cứu về hóa thạch người cũng ủng hộ khẳng định này, và giờ đây, di truyền học cũng tiếp tục ủng hộ. Đã có một khoảng thời gian dài để các đột biến tích lũy ở châu Phi, và như vậy, có đủ thời gian để cho các thị tộc mới được tạo ra và trở nên khác biệt với nhau một cách rõ nét dễ nhận thấy. Có nơi tập trung nhiều thị tộc hơn những nơi khác, tuy trong cùng một lục địa châu Phi. Tuy nhiên, không có sự liên quan giữa thị tộc phân chia về mặt gen với các bộ lạc phân chia về mặt xã hội. Đây là một sự phản ánh của mức độ rất cổ xưa của các nguồn gốc gen, chúng có trước cả sự tạo thành các bộ lạc và những sự phân chia xã hội khác tới hơn 100 ngàn năm.



Hình 7. Các thị tộc trên thế giới và nơi phát hiện

Kỳ diệu thay, cho dù các thị tộc châu Phi thường là cổ xưa nhất trên thế giới, chúng ta vẫn có thể tái hiện lại mối liên hệ gen giữa chúng với nhau. Cho nên, thông qua đó, chúng ta nghiên cứu được tổ tiên của các tổ tiên. Cuối cùng thì giấc mơ của tôi về việc xây dựng một cấu trúc gen theo giòng mẹ hoàn chỉnh của toàn nhân loại đã trở thành hiện thực. Khi đi ngược quá khứ, lần lượt các thị tộc hợp nhất lại với nhau cho tới khi chỉ còn lại duy nhất một mẫu tổ, đó là thị tổ của tất cả các thị tộc ở châu Phi cũng như toàn thế giới. Sự tồn tại của bà đã được tiên đoán trước trong một bài báo khoa học về ADN ti thể và tiến hóa nhân loại công bố năm 1987. Ngay lúc ấy, người ta đặt cho bà tên gọi là “Eva Ti thể” – nghe chẳng giống cái tên châu Phi chút nào. Bà là thị tổ của mọi thị tổ của tất cả sáu tỉ người trên trái đất. Chúng ta tất cả đều là con cháu trực tiếp của bà. Nhưng, cũng giống như Ursula hay là những “con gái của Eva” khác, “Eva Ti Thể” không phải là người phụ nữ duy nhất vào thời của bà. Dù việc ước lượng dân số loài người của thời điểm 150 ngàn năm trước không hơn một sự... đoán mò là mấy, ta cũng có thể nói có khoảng vài ngàn người. Trong số những con người này, chỉ có nhánh của Eva là tồn tại liên tục cho tới tận ngày hôm nay. Những nhánh khác đã bị héo mòn hết cả. Nhưng họ và cả Eva nữa cũng phải có cùng một thị tổ khác lâu đời hơn cả họ. Rồi thị tổ này cũng không phải là phụ nữ duy nhất lúc ấy, và theo tất yếu logic, lại phải có một người khác là thị tổ của thị tổ của Eva này. Dòng suy nghĩ này kéo dài mãi mãi, càng ngày càng trở nên vô cùng khi ta đi tới hàng triệu năm về trước, vào thuở bình minh của loài người và cả những loài khác mà từ đó chúng ta tiến hóa lên. Đường vẽ đứt nét trong hình 7 chỉ ra dòng dõi lâu đời này, mà theo đó loài chúng ta, *Homo sapiens*, nối với những loài người đã tuyệt chủng kia – Neanderthal và *Homo erectus*, và cuối cùng là đến tổ tiên chung của các loài người và các loài linh trưởng khác.

Với chúng ta, chỉ ngược dòng thời gian đến Eva Ti Thể là đủ. Di truyền học cho chúng ta biết rất rõ rằng những con người hiện đại có nguồn gốc từ châu Phi vào khoảng 150 ngàn năm trước. Vào một lúc nào đó, khoảng 100 ngàn năm trước, loài người hiện đại bắt đầu tỏa ra khỏi châu Phi để trở thành những cư dân hiện tại của thế giới. Nhờ việc tái hiện lại cấu trúc gen, chúng ta có thể biết được một điều kỳ lạ rằng việc định cư của con người trên phần còn lại của

trái đất chỉ bắt nguồn từ một trong mười ba thị tộc của châu Phi. Chắc chắn lúc đó không phải là một lần di cư lớn. Nếu như có khoảng vài trăm cho tới vài ngàn người di khỏi châu Phi, thì chắc phải có vài thị tộc châu Phi có mặt trong phần thế giới còn lại. Nhưng điều này không xảy ra. Chỉ có một thị tộc, mà tôi gọi là thị tộc của Lara, tạo ra sự di cư này mà thôi. Từ bằng chứng ADN tỉ thể, trên phương diện lý thuyết, hoàn toàn có thể chỉ có một người phụ nữ rời châu Phi và kể từ người phụ nữ này, tất cả chúng ta trên phần thế giới còn lại có thể được coi là hậu duệ theo dòng mẹ trực tiếp của bà. Tất nhiên, tôi nghĩ việc chỉ duy nhất một phụ nữ rời khỏi châu Phi là rất khó có thể, bởi vì bà cũng có những người cùng thời trong đoàn người di hái lượm, của mình. Nhưng số lượng người ra đi chắc hẳn là rất nhỏ. Đây không phải là một sự di cư lớn. Còn bản thân Lara lại không phải trong đoàn người di cư này. Chắc chắn bà đã sống ở châu Phi, có lẽ là ở Kenia hoặc ở Ethiopia. Chúng ta biết được điều này vì có rất nhiều người châu Phi ngày nay là thành viên của thị tộc của bà. Như vậy bà đã sống ở “cái nôi nhân loại” và không hề hay biết gì đến món quà của mình dành cho thế giới thông qua những hậu duệ của mình, những người đã ra đi từ châu Phi. Mặc dù vậy, ta vẫn thấy kết luận: toàn bộ phần thế giới còn lại có thể suy ngược lại tổ tiên theo dòng mẹ trực tiếp đến Lara là một kết luận hết sức kinh ngạc. Bà thật sự là Eva Ti Thể của phần thế giới còn lại, ngoài châu Phi.

Tất cả những dữ kiện khoa học cho thấy Cận Đông là nơi con người hiện đại xuất phát để khai phá những phần còn lại của thế giới. Lúc đó nó là con đường duy nhất để rời khỏi châu Phi, bằng qua Sinai. Cũng có thể có con đường thứ hai là bằng qua eo biển Gibraltar, ngay lối vào của Địa Trung hải, giữa bắc Phi và Tây Ban Nha. Đây là một cái kênh rất sâu chưa bao giờ có đất nổi liền ngay cả khi mực nước biển thấp nhất, mặc dù nó chỉ rộng có 15 kilomet ở điểm hẹp nhất, hơn nữa ngọn núi đá cao của Gibraltar có thể nhìn thấy dễ dàng từ phía châu Phi. Nhưng cả ngành khảo cổ học lẫn di truyền học đều không có ý cho rằng con người thời ấy đã sử dụng con đường này.

Có các bằng chứng hóa thạch rất đáng tin cậy ở Israel cho thấy người *Homo sapiens* đã đến Cận Đông cách đây ít nhất 100 ngàn năm. Trong cuốn sách này chúng ta đã tìm hiểu việc di cư một cách ngập ngừng và gián đoạn của nòi giống chúng ta lên phía bắc và phía tây vào châu Âu, mà cuối cùng chỉ thành công cách đây 50 ngàn năm. Điều gì đã giữ họ lại ở Cận Đông trong khoảng thời gian 50 ngàn năm trước đó? châu Âu lúc ấy đã có người Neanderthal sinh sống, vốn có thể chất đã thích nghi với cái lạnh và đã biết cách tạo ra các dụng cụ để săn những con thú lớn trong lãnh nguyên. Người *Homo sapiens* ở Cận Đông lúc đó chắc hẳn cần đến những lợi thế nào đó, tuy là nhỏ, để vượt trội hơn người Neanderthal. Như vậy, khoảng thời gian dài trải qua ở Cận Đông có thể đã giúp họ chuẩn bị được những sự phát triển tuy chậm về kỹ thuật, và quan trọng hơn là những tương tác xã hội để cuối cùng giúp họ thiết lập một địa vị lâu bền ở châu Âu.

Sự khai phá phía bắc châu Á cũng có thể bị trì hoãn bởi lý do trên. Đó cũng là một vùng đất bao phủ bởi thảo nguyên và lãnh nguyên chạy dài thành một dải liên tục từ Ukraina ở phía tây đến vùng cao nguyên của Mông cổ ở phía đông. Những di chỉ khảo cổ ở Mông Cổ có độ tuổi cách đây 35 ngàn năm chứng minh cho sự đặt chân của những người săn bắn với những mũi tên bằng đá lửa khá tinh vi trong vùng đất hoang vắng này vào khoảng thời gian mà giống người hiện đại bắt đầu khai phá những đồng bằng phía Tây Âu. Sự sống của họ cũng có thể phát triển theo những con đường tương tự với những người châu Âu đầu tiên mà chúng ta đã gặp, đó là đi theo những cuộc di cư theo mùa của những con thú lãnh nguyên và cuộc đấu tranh để tồn tại qua những mùa đông khắc nghiệt. Chúng ta hiểu biết rất ít về gien ti thể của vùng đất rộng lớn này, bởi chưa có thể thu thập mẫu đại trà, nhưng chúng ta biết đủ để hoàn toàn chắc chắn rằng cuộc chinh phục châu Mỹ đã được khởi hành từ đây.

Có bốn thị tộc ti thể bao trùm hầu hết bộ gien của người châu Mỹ bản xứ. Chúng ta đã có thể tái hiện lại tất cả bốn thị tộc này và làm sáng tỏ những liên hệ di truyền với những người đang sống ở Siberia hoặc ở phía trung bắc Á ngày nay. Nếu họ đi bằng đường bộ, thì tuyến đường của họ vào châu Mỹ chỉ có thể là thông qua Alaska. Chúng ta có đủ thông tin về những sự thay đổi của mực nước biển trong suốt 100 ngàn năm qua để biết rằng có hai thời kỳ đã có một chiếc cầu nổi đất liền liên tục giữa Siberi và Alaska. Chiếc cầu đầu tiên được hình thành cách đây 50 ngàn năm và tồn tại được khoảng 12 ngàn năm. Chiếc cầu thứ hai trùng hợp với kỷ

Băng Hà Vĩ đại cuối cùng vào khoảng giữa 25 và 13 ngàn năm cách đây, khi mặt đất ở đó cao hơn mực nước biển.

Vẫn còn có một cuộc tranh cãi nảy lửa về việc châu Mỹ lần đầu tiên có người ở khi nào? Những người đầu tiên đó đã băng qua chiếc cầu có trước hay có sau? Trước đây, người ta đã dựa vào hai di chỉ ở Nam Mỹ để ủng hộ giả thuyết chiếc cầu thứ nhất. Di chỉ thứ nhất là một cái hang ở Pedro Pudara, Brazil được biết bởi những bức họa trên đá của nó. Trong tầng đất đá, ở những độ sâu được xác định niên đại 17 ngàn năm, người ta đã tìm thấy những mảnh vỡ của các bức họa đó. Nhưng vẫn còn cuộc tranh cãi là những mảnh vỡ này có từ lâu như vậy hay chỉ là rất gần đây, và sở dĩ có niên đại tưởng chừng lớn như thế là do bị chìm xuống thấp hơn do những tác động xáo trộn của giun đất hoặc những loài sinh vật khác. Di chỉ thứ hai là ở Monteverde ở phía bắc Chile, nơi mà người ta phát hiện những mảnh gỗ, có lẽ là một phần của một cái chòi, ở độ sâu mà mới đầu nhà khảo cổ học khai quật cho là có niên đại 30 ngàn năm, mặc dù giờ đây họ đính chính lại với niên đại nhỏ hơn nhiều. Nhưng người ta không tìm thấy một bộ xương người nào ở cả vùng Pedro và Monteverde, và câu hỏi lớn vẫn còn treo lơ lửng về sự xác thực của hai di chỉ.

Có lẽ bằng chứng lớn nhất chống lại giả thuyết chiếc cầu thứ nhất là, nếu thực sự đã có người đến châu Mỹ từ lúc đó, thì dân số chắc hẳn đã bùng nổ trên một vùng đất chưa có người ở với đầy thú vật có thể săn bắt, và như thế thì chắc chắn phải để lại rất nhiều dấu vết. Không phải là chưa có ai tìm kiếm các dấu vết này. Các nhà khảo cổ học châu Mỹ đã làm việc vất vả nhưng không tìm ra thứ gì cả. Trái lại, người ta tìm được rất nhiều bằng chứng của việc định cư một cách liên tục từ cách đây 12 ngàn năm, với hàng trăm di chỉ rải rác khắp Bắc và Nam Mỹ.

Những bằng chứng di truyền học từ những người châu Mỹ bản xứ hiện đại cũng thiên về phía giả thiết chiếc cầu thứ hai. Thông qua sự tích lũy đột biến gen, chúng ta đã xác định được độ tuổi của cả bốn thị tộc những người châu Mỹ bản xứ là trong khoảng 13 ngàn năm gần đây. Đánh giá trên những sơ đồ mạng lưới gen Siberi và Mông cổ hiện đại cho thấy rất rõ rằng những thị tộc này đã được thiết lập và tách biệt khỏi nhau rất lâu trước khi họ đến được châu Mỹ. Điều tương tự cũng xảy ra với thị tộc thứ 5 vốn ít người – thị tộc Xenia – chiếm 1% người châu Mỹ bản xứ. Như chúng ta đã thấy, thị tộc đó có nguồn gốc từ biên giới của châu Âu và châu Á.

Như vậy, việc băng qua chiếc cầu thứ hai từ Siberi đến phía tây Alaska chắc hẳn đã diễn ra ngay khi kỷ Băng Hà đang sắp mãn cuộc và mực nước bắt đầu dâng lên lần nữa. Nhưng vào được Alaska không phải là đã hết chuyện. Phía bắc Mỹ vẫn còn bị bao phủ bởi hai mảng băng lớn. Một mảng băng bao lấy miền núi phía tây-bắc Mỹ và những ngọn núi cao phía nam Alaska; mảng còn lại bao phủ toàn bộ Canada, ở đỉnh điểm của kỷ Băng Hà cuối, khi mực nước biển đủ thấp để lộ ra chiếc cầu từ Siberi, hai mảng băng lớn này chập lại với nhau cắt đứt đường tiến vào nội lục địa. Những người châu Mỹ đầu tiên đã phải đối mặt với thể tiến thoái lưỡng nan. Lúc đó, nếu thời tiết lạnh vừa phải để họ có thể tiến vào Alaska từ phía tây bằng đường bộ, thì những mảng băng ở phía đông phía trước mặt họ sẽ quá lạnh không thể vượt qua. Ngược lại, nếu trời đủ ấm để băng qua những mảng băng đó thì chiếc cầu đất liền sau lưng họ sẽ bị ngập do băng tan. Chắc chắn đã có một khoảng thời gian mà họ bị mắc kẹt lại ở phía tây Alaska. Cuối cùng hai mảng băng dịch xa nhau đáng kể để tạo ra một hành lang giữa chúng. Đây không phải là một thung lũng xanh tươi, mà là một đoạn đường khắc nghiệt mà qua đó những người tiên phong đã tiến lên từng chút từng chút một. Ở cuối hành lang mở ra Đại Bình Nguyên (Great Plains) phong phú với thú rừng. Đó chắc chắn là một tín hiệu tuyệt vời để chào đón những người tiên phong đầu tiên đã vất vả xuyên qua hành lang băng. Kể từ đó, con đường trở nên rộng mở cho việc di cư nhanh chóng sang toàn bộ vùng Bắc và Nam Mỹ, và theo như những kết quả phân tích của nhiều di chỉ cho thấy, nó đã được hoàn thành ở một tốc độ kỷ lục, chỉ trong vòng một ngàn năm.

Những kết quả nghiên cứu di truyền học rất thống nhất với bức tranh này – ngoại trừ một chi tiết, đó là việc một trong số bốn thị tộc này, thị tộc của Ina, giờ đây hầu như vắng mặt trong các cư dân hiện đại của Siberi và Alaska. Người ta tìm thấy thị tộc này trong những người hiện đại ở Nam và Trung Mỹ và vẫn còn nhiều ở những người châu Mỹ bản xứ ở phía bắc như đảo Vancouver ven biển tây bắc Thái Bình dương, nhưng không xa hơn. Lý thú thay, đây cũng chính

là dòng thị tộc có liên hệ gần với việc định cư trên hòn đảo Polynesia từ Đông Nam Á. Như chúng ta đã thấy ở một chương trước, những chuỗi ADN đã biết của người Polynesia và những thành viên bản xứ châu Mỹ của thị tộc lan tỏa rộng này có sự khác biệt đáng kể. Điều này loại trừ khả năng di cư tới châu Mỹ từ châu Á bằng đường biển Thái Bình dương ngang qua Polynesia. Tuy nhiên sự vắng mặt đáng chú ý của thị tộc này trong những cư dân hiện nay của Siberi và Alaska khiến tôi nghĩ rằng, chúng ta có thể tìm thấy một bằng chứng di truyền của một cuộc chinh phục thứ hai bằng đường biển từ Đông Nam Á đến phía bắc châu Á, rồi đi xuống dọc theo bờ Thái Bình dương của Bắc Mỹ. Sự dâng cao nước biển nhanh chóng làm ngập phần lớn Đông Nam Á có thể là một động lực lớn cho việc tìm những vùng đất mới. Phải chăng việc đi tìm những vùng đất mới bằng đường biển đó của thị tộc nổi tiếng này đã phân thành hai nhánh, ngoài nhánh về phía đông-nam và cuối cùng đã dẫn đến việc định cư các hòn đảo Thái Bình dương xa xôi mà ta đã khẳng định, còn có một nhánh lên phía trên – qua những vùng biển cực bắc và cuối cùng đến những vùng đất ôn hòa của Trung Mỹ? Thật là một chuyến du hành tuyệt diệu!

Những người ở vùng đất châu Á đại lục cũng đã đến Nhật Bản vào cùng khoảng thời gian với những người đầu tiên đặt chân đến châu Mỹ. Một trong những câu hỏi lớn về thời tiền sử của Nhật Bản là mức độ mà người hiện đại có liên quan dòng giống đến những người Jomon, vốn được cho là đến Nhật bản cách đây 12 ngàn năm, hay đến những người Yayoi và những người di cư sau đó từ Hàn Quốc vào khoảng 2.500 năm trước đây. Vấn đề này cũng có những điểm tương đồng với câu hỏi về thành phần của bộ gien của người châu Âu hiện đại và liệu có phải hầu hết họ đều là con cháu của những người săn bắt – hái lượm hay là của những người chăn nuôi – trồng trọt mới đến gần đây hơn từ Cận Đông. Chúng ta đã có thể giải quyết tranh cãi này thông qua ADN ti thể. Liệu chúng ta có thể làm lại điều này ở Nhật Bản chăng?

Có hơi ít các công trình đã được thực hiện ở Nhật Bản, nhưng đã cho tín hiệu hy vọng rằng di truyền học có thể trả lời câu hỏi này. Ngoài những người Nhật trên hòn đảo trung tâm Honshu, Shikoku và Kyushu, những nhà nhân chủng học còn nhận thấy hai nhóm dân tộc đương đại: người Ainu ở Hokkaido phía bắc, và người Ryukyuan đang sống chủ yếu ở những hòn đảo ở phía cực nam của Okinawa. Có một lý thuyết cho rằng những người Ainu và Ryukyuan là con cháu của những người Jomon bản xứ – vốn từng chiếm toàn bộ Nhật Bản và sau đó bị xua từ những hòn đảo trung tâm đến Hokkaido ở phía bắc và Okinawa ở phía nam bởi sự xuất hiện của người Yayoi đến từ Hàn Quốc, số ít những công trình được tiến hành ở Nhật đó đã cho kết quả phù hợp *một phần* với ý kiến này, vì nó cho thấy những người Nhật Bản hiện đại từ những hòn đảo trung tâm vượt hơn những người Ainu và Ryukyuan về khía cạnh có cùng ADN ti thể với người Hàn Quốc hiện đại. Tuy nhiên, các công trình nghiên cứu đó cũng cho thấy rằng người Ainu và Ryukyuan không có nhiều mẫu ADN giống nhau. Việc ước lượng niên đại, tương tự như những gì chúng tôi đã thực hiện ở những nhóm chủ yếu ở châu Âu, cho thấy rằng những người Ainu và Ryukyuan đã tích lũy những đột biến riêng biệt trong suốt 12 ngàn năm qua – điều này cho thấy rằng họ là con cháu của những người Jomon nguyên thủy, nhưng họ cũng không có liên hệ gì với nhau về mặt di truyền kể từ thời điểm đó.

Mặc dù đa số người Nhật Bản hiện giờ sống ở Honsu, Shikoku và Kyushu, họ thực sự có rất nhiều những chuỗi ADN ti thể chung với người Hàn Quốc hiện đại; do đó họ là con cháu theo dòng mẹ của người Yayoi và của những người di cư về sau. Rất nhiều người Nhật Bản khác cũng là con cháu theo giòng mẹ của người Jomon và có những họ hàng theo giòng mẹ gần nhất là những người Ainu và Ryukyuan. Vậy là, mặc dù di truyền học xác nhận rõ ràng những người di cư Yayoi từ vùng đất liền châu Á có tác động rất đáng kể, vượt xa so với những tác động của những cư dân chăn nuôi – trồng trọt ở Cận Đông đối với châu Âu, sự tác động này cũng không phải là lấn át hoàn toàn những gì có trước đó. Chúng ta còn phải làm nhiều điều cần thiết nữa ở Nhật Bản; nhưng không có nghi ngờ gì rằng ADN ti thể cho thấy những người Nhật hiện đại là sự pha trộn giữa người Jomon và người Yayoi và một lần nữa xác nhận: sự phân loại rạch ròi giữa những chủng người khác nhau về mặt di truyền học là điều không thể.

Cả châu Mỹ và Nhật Bản đều được khai phá bởi con cháu những người săn bắt hái lượm, những người vốn đã thích nghi để tồn tại với những điều kiện khắc nghiệt của vùng lãnh nguyên châu Á. Đó là một thế giới hoàn toàn khác biệt với thế giới mà tổ tiên của họ đã nếm

trải ở vùng Cận Đông. Có vẻ như người *Homo sapiens* đã phải trải qua 50 ngàn năm ở vùng Cận Đông để thích nghi, cả về mặt thể lực lẫn tổ chức, với những điều kiện khắc nghiệt ở đây. Nhưng còn có một con đường khác ra khỏi Cận Đông mà không liên quan gì đến việc thích nghi với đời sống của vùng lãnh nguyên, những thức ăn không liên quan gì đến bò rừng hay tuần lộc. Lối thoát đó là dọc theo bờ biển Ả rập, vịnh Ba Tư và Pakistan, phía nam những dãy núi vĩ đại của vùng trung Á, rồi vào Ấn Độ và Đông Nam Á. Tuyến đường này ấm hơn nhiều và có những điều kiện giống như ở châu Phi hơn là tuyến đường phía bắc lạnh giá. Có thể họ đã theo đường này mà thẳng tiến, mà không cần một quãng nghỉ chân cho quen với sự giá lạnh như khi đi lên phía bắc với những vĩ độ cao hơn. Phải chăng họ đã di chuyển theo con đường biển phía nam này hàng ngàn năm trước khi những người bà con xa của mình đến được châu Âu và bắc Á? Tiếc thay, không những chúng ta không phát hiện được một di vật nào trên đất liền để ủng hộ kết luận về một cuộc di cư cổ đại dọc theo tuyến đường phía nam này, mà còn do sự dâng cao của mực nước biển nên những di chỉ ở những vùng bờ biển giờ đây đã chìm dưới nước. Tuy vậy, ít nhất gần đây người ta đã phát hiện được rìu tay và những mảnh đá vỏ chai ở một vùng hóa thạch lộ thiên ở mép của biển Đỏ. Dù người ta không tìm được bộ xương người nào ở đó, nên chúng ta không thể chắc chắn là những con người ở vùng đất đó có liên quan về mặt giải phẫu học với người *Homo sapiens* hay không, đây vẫn là một bằng chứng trực tiếp cho thấy có con người sinh sống vùng biển này từ những ngày đầu tiên nhất.

Những người đầu tiên khám phá châu Đại dương, dù là ai đi chăng nữa, chắc chắn phải biết đi thuyền. Ngay cả khi mực nước biển ở mức thấp nhất, họ cũng phải hành trình ít nhất 50 kilomet băng qua biển để đi đến được châu Đại dương. Nhưng họ đã đến đó cách đây bao lâu? Cũng giống như ở châu Mỹ, người ta vẫn còn tranh cãi về niên đại của những di chỉ khảo cổ thuộc khoảng thời gian đầu tiên của châu Đại dương. Tuy nhiên, dựa trên đánh giá niên đại gần đây của những di chỉ chìm dưới đất ở vùng đông nam Australia, người ta cho rằng người *Homo sapiens* đã đến đó cách đây ít nhất 60 ngàn năm. Mặc dù những niên đại này chỉ tương đối, nó vẫn mang ý nghĩa rằng con người đã đến được Australia thậm chí hàng ngàn năm trước khi có người sinh sống ở châu Âu và Bắc Á.

Nếu như khảo cổ học không thể kết luận, thì di truyền học có thể nói với chúng ta điều gì? Do lý do lịch sử, những người thổ dân châu Đại dương rất ngại việc thử gen. Kết quả là người ta biết rất ít chuỗi ADN ti thể của người châu Đại dương bản xứ. Những chuỗi đã được công bố cho thấy chúng không có một liên hệ nào gần gũi với bốn thị tộc từ bắc Á đã định cư ở châu Mỹ, mà trái lại là rất xa xôi. Điều này loại trừ khả năng rằng chính một bộ phận những cư dân săn bắt, những người đã băng qua châu Á – phía bắc Himalaya – rồi tiếp tục đi chinh phục châu Mỹ, quay về phía nam rồi trở thành những người đầu tiên đến được châu Đại dương. Chúng ta chỉ có thể chắc chắn đến vậy. Ngoài ra điều đó cũng cho thấy đã có những cuộc di cư trước đó của những người từ vùng Cận Đông băng qua phía nam châu Á. Tiếc thay, hiện giờ chúng ta chưa đủ khả năng nói chi tiết hơn về mối liên hệ di truyền của họ với những người từ những vùng khác của nam Á. Cũng từ những chuỗi ít ỏi đã được công bố, chúng ta có thể thấy rằng châu Đại dương có thể nắm giữ một số thị tộc đến giờ chưa được xác định. Đó là những dấu hiệu của việc họ đến đó rất sớm và có rất nhiều thời gian để những đột biến có thể tích lũy. Chúng cũng là những dấu hiệu cho thấy ở đó có một cộng đồng tương đối nhỏ giữ được sự ổn định qua hàng ngàn năm. Điều này hoàn toàn phù hợp với những gì mà chúng ta đã biết về điều kiện khô cằn và khắc nghiệt bao phủ châu lục rộng lớn này, nó đã khiến cho dân cư ở đây tăng trưởng ở mức tối thiểu.

Tôi khá chắc chắn rằng di truyền học có thể kể cho chúng ta nghe rất nhiều về câu chuyện khi nào và bằng cách nào những người châu Đại dương đầu tiên đã đến nơi. Tôi cũng chắc chắn rằng lịch sử này thuộc về những người châu Đại dương bản xứ chứ không phải những người châu Âu bản xứ như tôi. Đó chính là lịch sử của họ, không phải của tôi. Và riêng tôi rất mong họ chia sẻ cùng với chúng ta.

23

BẢN NGÃ

Đến đây tôi bỗng nhận ra rằng mình đã sa đà quá nhiều vào một thứ ngôn ngữ để nói về con người cổ đại, mặc dù đã rất cố tránh. Đó là một thứ ngôn ngữ mô tả khái quát, nhưng lại chứa những cụm từ nghe có vẻ trong sáng nhưng rất máy móc như là “những người châu Mỹ đầu tiên” hay là “những người châu Đại dương đầu tiên”. Điều này có thể gây ra những sự hiểu nhầm tai hại, cứ như tự nhiên người ta viết ra cuốn sách hướng dẫn: “O này các bạn, đây là thời điểm cách đây 15 ngàn năm đây. Hãy băng qua chiếc cầu Bering đi thôi. Nhưng nhanh chân lên nào, nó không tồn tại mãi mãi đâu!” Hay đến lượt mình, người Neanderthal nói: “Tiếc quá các cậu ạ, nhưng đã đến lúc cần tuyệt chủng rồi và hãy để người Cro-Magnon tiếp nối thôi.” Đây là những điều tuyệt đối vô lý và cũng hết sức vô nghĩa. Làm gì có ai vạch kế hoạch ra cho sự *phát triển tự nhiên* của loài người như vậy? Không ai có thể nhìn thấy gì phía sau đường chân trời. Toàn bộ tiền sử loài người chỉ dựa trên những hoạt động và quyết định cụ thể của từng cá nhân riêng lẻ, hay nhiều nhất thì cũng chỉ là những nhóm nhỏ không hơn vài chục người mà thôi.

Sẽ là chính xác khi phát biểu, “những người La Mã đã xâm chiếm Anh vào năm 43 sau CN.” Phát biểu này hoàn toàn có nghĩa. Một đế chế với quân đội được tổ chức cẩn thận, đưa ra những quyết định rồi đặt ra những phương hướng hành động để thực hiện những quyết định đó. Nhưng điều này đòi hỏi mục đích và mức độ tổ chức cao hơn rất nhiều những gì từng có ở thời xa xưa của chúng ta. Dường như thế giới hiện tại, với những chính phủ, hội đoàn và ủy ban này nọ với sức mạnh tập thể đang che mắt chúng ta khỏi những khả năng và tầm quan trọng của những hành động cá nhân trên diện nhỏ. Tôi đã cố gắng nhấn mạnh điều này trên những đời sống tưởng tượng của “bảy người con gái”. Mặc dù tất cả sự tồn tại của họ phụ thuộc hoàn toàn vào những yếu tố không thể điều khiển được vào thời ấy – sự di chuyển của những bầu trời, sự mở rộng và co hẹp của những tảng băng – hành động phản ứng hàng ngày của họ chỉ là những lựa chọn cá nhân phụ thuộc vào những điều kiện đó. Hiểu được như thế, chúng ta sẽ thấy sự tiến hóa của nhân loại lệ thuộc vào những sự kiện và những bất ngờ – chúng là những biến số. Chỉ cần một chiếc thuyền chìm, một hòn đảo Polynesia sẽ không được khám phá thêm 100 năm nữa.

Tôi thích di truyền học hiện đại bởi nó nhấn mạnh vào đúng chỗ: vào từng cá nhân và những phản ứng của họ. Điều này hấp dẫn hơn rất nhiều so với kiểu di truyền học lỗi thời, vốn bị bó hẹp bởi chính phương pháp của nó, ép con người vào những sự phân loại rối tung và càng ngày càng vô nghĩa. Trước khi tôi bắt đầu công việc này, tôi luôn nghĩ về tổ tiên của mình là một tập hợp mơ hồ những người đã khuất, họ không có một mối liên hệ chắc chắn nào với tôi hay với thế giới hiện đại. Lúc đọc về người Cro-Magnon đã sống thế nào vào thời ấy, tôi cũng thấy thú vị – nhưng điều đó cũng chẳng có gì đáng kể liên quan đến tôi. Nhưng nhờ vào di truyền học, tôi đã nhận thấy một trong những tổ tiên của tôi đã thực sự ở đó, tham gia vào các hoạt động sống, và giờ đây không chỉ đơn thuần là cảm giác thú vị nữa – tôi cảm thấy xúc động thực sự. ADN là một thông điệp soi sáng mối liên hệ đó, được chuyển giao từ thế hệ này sang thế hệ khác, được mang theo – đúng nghĩa đen – trong thân thể các tổ tiên tôi. Mỗi thông điệp đều trải qua một cuộc hành trình vượt không gian và thời gian, một cuộc hành trình được thực hiện qua rất nhiều thế hệ bắt nguồn từ một mẫu tổ. Chúng ta sẽ không bao giờ biết tất cả những chi tiết của những cuộc hành trình này, vốn trải qua hàng ngàn năm và hàng ngàn dặm, nhưng ít nhất chúng ta có thể tưởng tượng ra chúng.

Tôi tưởng tượng mình đang đứng trên một sân khấu. Trước mặt tôi, trong ánh sáng mờ ảo, tất cả những con người đã từng sống đang xếp thành hàng nối hàng, kéo dài thật xa. Họ không tạo ra bất cứ âm thanh gì mà tôi có thể nghe được, nhưng họ đang nói chuyện với nhau. Tôi cầm trong tay đầu sợi chỉ kết nối tôi với mẫu tổ của tôi ở đầu kia, xa rất xa. Tôi kéo sợi chỉ, thế là từng gương mặt người phụ nữ ở từng thế hệ cảm nhận cái giật đó và ngẩng lên nhìn tôi. Gương mặt của bà sáng lên giữa đám đông bởi một ngọn lửa kỳ lạ. Tổ tiên của tôi là đây. Tôi nhận ra bà tôi ở hàng đầu, nhưng những thế hệ phía sau bà là những gương mặt không quen thuộc với tôi. Tôi nhìn xuống dãy người. Những người phụ nữ này đều trông không giống nhau.

Có những người cao, có những người thấp, có những người đẹp, có người giản dị, có những người trông giàu có sang trọng, lại có những người trông nghèo nàn. Tôi muốn hỏi lần lượt mỗi người về cuộc sống, những niềm hy vọng và nỗi thất vọng, những niềm hân hoan và sự hi sinh của họ. Nhưng khi tôi nói họ lại không thể nghe được. Tuy vậy, tôi vẫn cảm thấy một mối liên hệ vô cùng gần gũi, bởi đây chính là tất cả những người mẹ đã truyền thông điệp quý giá ấy cho tôi, từ người này qua người khác, qua một ngàn cuộc sinh nở, một ngàn tiếng khóc và một ngàn vòng tay ôm ấp một ngàn đứa trẻ sơ sinh. Rồi sợi chỉ ấy hóa thân thành chính sợi dây rốn.

Một ngàn hàng ở phía sau tôi chính là Tara đang đứng, người thị tổ của thị tộc tôi. Bà kéo sợi dây rốn đó. Trong đám đông lớn, một ngàn tổ tiên cảm nhận được cái giạt của sợi chỉ tỏa ra từ phía bà. Thế rồi bản thân tôi cũng cảm nhận được cái kéo đó từ chính bụng của mình. Trên sân khấu sáng bừng của sự sống, tôi nhìn sang phải rồi sang trái và cảm nhận rằng những người khác cũng cảm thấy cái giạt đó. Đây là rất nhiều người khác trong thị tộc của Tara. Chúng tôi nhìn nhau và cảm nhận được những mối quan hệ theo dòng mẹ sâu sắc của chúng tôi. Rồi tôi nhìn những anh chị em mình. Giờ tôi đang nhận thấy họ là ai, cảm thấy giữa chúng tôi một điều gì đó chung và thật sâu sắc. Tôi cảm thấy gần hơn với những người này hơn người khác. Cũng giống như tổ tiên tôi, mỗi người có mỗi nét riêng của mình, nhưng khác họ ở chỗ, những anh chị em tôi đang sống cùng với tôi, và tôi có thể kể cho họ nghe những điều mà tôi vừa nhìn thấy.

Khi hai con người tìm ra họ có cùng một thị tộc, họ thường có cảm giác thân thuộc với nhau. Rất ít người có thể diễn đạt chúng bằng ngôn từ, nhưng cảm giác đó chắc chắn tồn tại. Tuy ADN nói chung và gien ti thể nói riêng là công cụ để tìm ra những mối liên hệ họ hàng đó, tôi không tin chúng là tác nhân hay có liên quan trực tiếp đến cảm xúc này. Tất nhiên chúng là những gien quan trọng và như chúng ta đã thấy ở những chương trước, chúng giúp cho những tế bào có thể sử dụng oxy. Thế nhưng không có bằng chứng thì chúng ta khó có thể chứng minh rằng chính sự tương tự trong quá trình trao đổi chất gây ra cảm giác chung này. ADN tất nhiên là một vật thể hữu hình mà đã được truyền chính xác theo nghĩa đen, từ thế hệ này qua thế hệ khác; thế nhưng, chính vai trò như là một biểu tượng cho thấy sự cùng chung tổ tiên mới là sức mạnh thực sự của ADN, chứ không phải cơ chế hóa học mà nó điều khiển.

Có rất nhiều người trải qua một cảm giác của sự gần gũi và thân thiết với những người khác trong cùng một thị tộc. Nhưng liệu tự họ có cảm nhận được là họ có chung họ hàng nếu không có cuộc thử nghiệm ADN? Giả sử hai người lạ bước vào một căn phòng đông người, họ trông thấy nhau và bỗng cảm thấy một sự thân thiết kéo họ lại với nhau một cách bản năng nhưng không hiểu tại sao. Liệu đây có phải là họ đang hành động dưới những ảnh hưởng của những hiểu biết tiềm thức về một mối liên hệ có từ cổ xưa? Tuy tới giờ vẫn chưa có cuộc nghiên cứu nào khám phá ra được khả năng đáng chú ý này, nhưng khi mà càng ngày càng có nhiều người tìm ra được thị tộc mà mình thuộc về thì những phản ứng của họ về tổ tiên của mình, những phản ứng dành cho nhau sẽ xuất hiện. Khi đó, hy vọng chúng ta có thể nói được điều gì đó.

Vậy cái gì chính là cái chúng ta có cùng với những thành viên khác trong cùng thị tộc của mình? Đó là một mẫu ADN giống hệt nhau được truyền từ những tổ mẫu xa xưa. Chúng ta sử dụng nó liên tục. Những tế bào trong từng sợi cơ đang đọc thông điệp mà nó mang, rồi thực thi những hướng dẫn của nó hàng triệu lần mỗi giây. Mỗi phân tử oxy mà chúng ta tiếp nhận vào cơ thể khi hít thở cũng phải được xử lý theo những công thức đã được truyền cho chúng ta từ tổ tiên. Tự quá trình này cũng đã là một mối quan hệ hết sức cơ sở giữa chúng ta. Nhưng tuyến đường mà thông qua đó những gien này đến được với chúng ta lại có tầm quan trọng của riêng nó, bởi vì đó chính là sự gắn kết giữa người mẹ và người con. Đây là một nhân chứng sống cho cái chu trình mang nặng đẻ đau, nuôi dưỡng và yêu thương bền bỉ vốn lại bắt đầu mỗi lần một đứa trẻ mới ra đời. Nó lặng lẽ ẩn sau bản chất bí ẩn của nữ giới qua hàng ngàn thế hệ. Đây là một phép màu vĩ đại nối kết tất cả mọi người trong cùng một thị tộc.

Tuy vậy, mối quan hệ huyết thống đó chẳng hề rõ ràng chút nào trong một thế giới mà phần chủ yếu là để ghi lại mối di truyền theo đàn ông. Tất cả chúng ta đều quen thuộc với những bảng vàng nhằm ca tụng những dòng họ giàu có và quyền lực. Không có một ngoại lệ nào, những thứ này chẳng qua chỉ để ghi lại dòng chảy của tước hiệu, đất đai và tài sản của người

cha sang con, hết thế hệ này đến thế hệ khác. Thậm chí gia phả của một dòng họ bình thường nhất, không có quyền uy hay tiền bạc để truyền cho các thế hệ, cũng được xây dựng trên bộ khung này. Nguyên nhân trực tiếp của việc độc quyền nam giới trong quá khứ, đơn giản là vì những hồ sơ ghi chép của tất cả gia tộc đều phải sử dụng họ (thay vì tên). Vì họ là thứ duy nhất để được ghi vào hồ sơ nên không có gì ngạc nhiên dẫn đến một kết quả khác là gia phả được lập theo người đàn ông[37]. Nhưng nguyên nhân trên hết chính là thái độ gia trưởng của một cộng đồng cư dân phía tây mà chúng ta đã điếm qua trong lý thuyết đầu tiên về di truyền học. Chỉ có tài sản và địa vị mới là những điều được xem là đáng được thừa hưởng và chúng được truyền theo dòng bố.

Một truyền thống phổ biến theo đó người phụ nữ thay họ gốc của mình bằng họ của chồng sau khi cưới, khiến cho việc truy theo dòng mẹ rất khó khăn bởi vì họ của người phụ nữ thay đổi ở mỗi thế hệ[38]. Nhưng việc duy trì họ gốc của người phụ nữ cũng không giải quyết được vấn đề, bởi vì cuối cùng nó cũng chỉ là một cái họ từ người cha thay vì từ người chồng. Cho nên, nhiều người sẽ rất ngạc nhiên khi biết rằng, thực tế cũng tồn tại một gia phả được ghi hoàn toàn theo dòng mẹ – nó sẽ là một hình ảnh đối xứng của những gia phả theo dòng bố hiện tại. Tiếc thay, tôi chắc chắn chưa bao giờ nhìn thấy một gia phả dòng mẹ nào từng được lập ra.

Di truyền học có thể giúp ta tái dựng lại một cây phả hệ theo dòng mẹ ngay từ những ghi chép hiện có. Nhưng giải pháp tốt nhất cho các nhà di truyền học của thế hệ tương lai sẽ là tạo ra một kiểu đặt tên hoàn toàn mới và thống nhất. Tất cả mọi người đều có thể mang tên giống mẹ của mình. Phụ nữ sẽ truyền tên đó cho con cái. Đây sẽ là một hình ảnh đối xứng hoàn hảo của hệ thống hiện tại. Như vậy chúng ta sẽ có tất cả ba danh xưng: tên gọi, họ và một cái mới – mẫu danh – tam gọi như vậy. Đàn ông có thể truyền họ, phụ nữ thì lại truyền mẫu danh cho con. Bởi vì mẫu danh ghi lại sự di truyền theo dòng mẹ, nó cũng tương ứng với ADN ti thể. Nó cũng có thể phản ánh được mối quan hệ sinh học chính xác hơn là họ (truyền từ bố), bởi vì hiếm khi người ta nhầm lẫn khi xác định mẹ của một đứa trẻ. Theo thời gian, con người có thể nhận ra được mối quan hệ bà con theo dòng mẹ thông qua một mẫu danh; cũng giống như giờ đây mọi người có thể nối kết với gia đình bên nội của mình thông qua việc có cùng họ. Nhưng trước khi đến lúc đó, nếu mà có chẳng nữa, thì việc tái dựng lại cây phả hệ theo dòng mẹ thông qua những tài liệu ghi chép hiện có sẽ khó hơn rất nhiều so với việc lập ra gia phả theo dòng bố.

Trong khoảng thời gian ngắn giúp nhiều người tìm ra tổ tiên và họ hàng của họ bằng ADN, tôi đã nhận được rất nhiều yêu cầu từ những cá nhân trước đó đã từng cố gắng làm việc này dựa trên các hồ sơ giấy tờ, nhưng bởi lý do này hay lý do khác vẫn chưa làm được. Hồ sơ giấy tờ thì có thể bị hư hại do lửa, mối mọt, ẩm mốc hay đơn giản là bị đánh mất. Nhưng ADN có khả năng lấp đầy khoảng trống gây ra bởi những hồ sơ thất lạc. Điều này giúp bù lại những điểm yếu của việc ghi chép bằng giấy tờ. Nhưng có rất nhiều người mà sự mất dấu những hồ sơ về tổ tiên của họ không phải là do tai nạn mà là một sự cố ý. Trong những trường hợp này, ADN không chỉ hỗ trợ một cách hữu ích cho những kỹ thuật di truyền học truyền thống của các gia phả, mà thậm chí nó trở thành mối liên kết hữu hình duy nhất về quá khứ.

Đối với bà Jendayi Serwah, việc xác định mối liên hệ với quá khứ là một nghĩa vụ cá nhân cực kỳ quan trọng. Bà sinh ra ở Bristol nước Anh, cha mẹ bà đã chuyển đến đây từ Jamaica (Trung Mỹ) thời họ còn thiếu niên. Bà chỉ có thể đoán quê hương mình là ở châu Phi; nhưng không có một tài liệu nào để chứng minh cả, tất cả chỉ là những giả định chung chung, dựa theo lịch sử ghi lại rằng rất nhiều người bị bắt làm nô lệ ở phía Tây Phi bị bán cho những ông chủ đồn điền ở Ca-ri-bê. Nhưng chi tiết duy nhất mà những chuyến tàu nô lệ này còn lưu giữ là những mô tả chiếu lệ về những con người bị xem như hàng hóa này: có bao nhiêu đàn ông và có bao nhiêu phụ nữ được chất lên tàu, có bao nhiêu người sống sót qua chuyến hành trình dài trên biển. Đó là tất cả những gì được viết ra. Sau khi họ được đổ lên bờ và bán cho những chủ đồn điền, những thứ thuộc về cá nhân của họ, hiện tại cũng như quá khứ, đều bị cố tình xóa bỏ. Họ được đặt những cái tên châu Âu. Cả ngày sinh, ngày kết hôn, hoặc ngày mất của họ cũng chẳng được ghi lại. Điều này khiến cho việc Jendayi muốn tìm ra tổ tiên xa hơn vài thế hệ trước không phải là rất khó, mà là hoàn toàn không thể thực hiện được. Khi chúng tôi kiểm tra ADN của bà, các dấu hiệu cũng cho thấy rõ ràng bà là một người châu Phi. Ai cũng tưởng điều này chẳng có gì

ngạc nhiên cả. Nhưng khi tôi thông báo kết quả này và cho biết thêm là đã thấy ADN của bà rất gần với ADN của một người Kikuyu^[39] ở Kenia, bà trở nên xúc động mãnh liệt đến mức không nói nên lời. Cuối cùng thì đây chính là bằng chứng *cá nhân* mà bà đã mong muốn từ rất lâu. ADN tựa như là một cuốn sổ tay được tổ tiên bà viết ra, mà thực tế theo một khía cạnh nào đó ta có thể hiểu như thế; một cuốn sổ tay đã được truyền đi mỗi thế hệ một lần, từ người đàn bà đã chịu đựng khổ ải và sống sót qua một chuyến hải hành khủng khiếp từ châu Phi. Đó là một tài liệu mà không một chủ đồn điền nào có thể xóa bỏ, và được truyền đi mà không bị nhìn thấy hay đọc được qua các thế hệ. Và giờ đây nó đang được bảo tồn chính trong người Jendayi, và nó chính là một bản sao hoàn chỉnh của tổ tiên của bà ở châu Phi.

Tôi cũng đã chứng kiến rất nhiều chuyến hành trình đầy kinh ngạc khác được ghi nhận bởi chính đoạn ADN thật nổi bật này. Hiện nay có hơn 95% người Tây Âu bản xứ thuộc một trong bảy dòng thị tộc. Nhưng vẫn còn lại một số lượng lớn những người giữ những những câu chuyện về những chuyến hành trình khác. Không giống như Jendayi, thường thì họ hoàn toàn chẳng quan tâm gì. Chẳng hạn, một giáo viên trường tiểu học người Edinburgh mang chuỗi ADN ti thể Polynesia mà tôi đã nhận ra trước đây. Cô biết rất rõ lịch sử gia đình mình trong vòng 200 năm, nhưng không có một manh mối nào để biết được vì sao mẫu ADN kỳ lạ này có thể truyền đến cô từ phần bên kia của thế giới. Nhưng chắc chắn nó đã là thế. Thật là một câu chuyện thần tiên kỳ lạ từ vùng biển phía nam! Phải chăng cô là hậu duệ của một nàng công chúa người Tahiti đã phải lòng một chàng thuyền trưởng đẹp trai, hay là của một cô gái nô lệ bị những người Á-rập bắt giữ trên bờ biển Madagascar? Có rất nhiều những chuyến hành trình bí ẩn như thế được ghi nhận trong ADN của chúng ta: những chuỗi Hàn Quốc hóa ra lại thường phổ biến trong những người đánh cá Na Uy và phía bắc Scotland; rồi một ADN không thể nhầm lẫn của châu Phi lại có trong những người nông dân vắt sữa từ Somerset, mà nó chắc hẳn là di sản của một người phụ nữ nô lệ từ vùng Bath gần đó; rồi chuỗi của một người đàn ông bán sách từ Manchester thật quá bất thường đến mức gần như trùng khớp với những chuỗi đã được tìm thấy của những người thổ dân Australia ở Queensland.

Có một chuyến hành trình của ADN nổi bật nọ đã đi đúng hết một vòng trái đất. Hai ngư dân trên một hòn đảo nhỏ của bờ biển phía tây Scotland có những chuỗi ti thể bất thường, nên thoát đầu tôi nghĩ họ có thể liên quan gần với nhau, mặc dù họ không hề biết mối liên quan đó. Và khi chúng tôi khám phá ra nhiều chuỗi hơn từ các vùng khác của châu Âu và cả thế giới, chúng tôi bắt đầu tìm ra những chuỗi rất giống của họ, một ở Bồ Đào Nha và một ở Phần Lan. Chúng cũng là những chuỗi rất khác thường và hiếm gặp ở châu Âu, không nằm trong bảy thị tộc gốc. Chuỗi Bồ Đào Nha phù hợp với một vài chuỗi ở Nam Mỹ, và chuỗi Phần Lan lại gần với nhiều chuỗi tìm thấy ở Siberi nơi mà chúng tôi cũng tìm thấy được chuỗi gốc của các chuỗi Nam Mỹ. Như vậy hai ngư dân này thực sự đã có liên hệ với nhau – nhưng chỉ thông qua một mẫu tổ chung ở Siberi. Vậy là có hai dòng di truyền xuất phát từ mẫu tổ này rồi đi ra theo hai hướng ngược nhau. Dòng thứ nhất hướng sang phía tây, và họ có thể đã đi trên một chiếc tàu Viking dọc theo bờ biển Bắc Băng dương đến Scandinavi rồi tiếp tục đến miền Tây Scotland. Dòng còn lại hướng sang phía đông đi vào châu Mỹ thông qua eo biển Bering rồi xuống Brazil, ở một thời gian nào đó, có thể là sau khi Brazil đã thành thuộc địa của Bồ Đào Nha, có một người phụ nữ mang đoạn ADN này băng qua Đại Tây dương đến Bồ Đào Nha, rồi từ nơi đó, bằng cách nào đó, mẫu ADN này đã tìm đường lên bờ biển Đại Tây dương tới phía tây Scotland. Hai chuyến hành trình này đã kết thúc trên cùng một hòn đảo nhỏ sau khi đã xuất phát theo hai hướng ngược nhau trên trái đất. Thật là kỳ diệu!

Những câu chuyện này và những câu chuyện khác tương tự đều không hề xây dựng một chút cơ sở sinh học nào ủng hộ cho việc phân chia chủng tộc. Những điều mà tôi liên hệ ở đây chỉ là phần nổi của tảng băng trôi, vì đó là một thông điệp rõ ràng từ gien mà ta có thể đọc được dễ dàng nhất. Hàng chục ngàn các gien khác trong nhân tế bào cũng có thể vang vọng một thông điệp tương tự. Tất cả chúng ta đều là sự pha trộn hoàn toàn; nhưng tất cả chúng ta đều có liên hệ với nhau. Mỗi gien đều là kết quả của một cuộc hành trình bắt nguồn từ một tổ tiên. Đây rõ ràng là một di sản hết sức phi thường mà tất cả chúng ta đều thừa hưởng từ những người đi trước. Gien của ta không chỉ xuất hiện trước khi chúng ta ra đời. Chúng đã được mang đến cho ta bởi hàng triệu cá nhân của hàng ngàn thế hệ.

Trong một cuộc hội thảo gần đây, tôi rất ngạc nhiên khi các luật sư về bản quyền và các nhà công nghệ sinh học tranh cãi về mặt được và mất của việc cấp bản quyền về gen. Cuộc tranh cãi đơn thuần về mặt pháp lý. ADN đối với luật sư chỉ là một chất hóa học. Họ lập luận là: vì nó có thể được tổng hợp ra một cách nhân tạo, tại sao lại không thể cấp bản quyền như những chất hóa học khác? Bỗng một người quản lý của một công ty dược phẩm lớn hào hứng đứng dậy phát biểu, ông ta tóm tắt tình hình hiện tại và minh họa ý của mình bằng một giản đồ hình tròn về sự phân chia quyền sở hữu gen, bao gồm tất cả những bộ gen của con người, giữa các tập đoàn tài chính lớn. Giản đồ như một miếng bánh được cắt ra nhiều phần mà mỗi tập đoàn đều có phần riêng. Những lập luận về tài chính thì nghe hoàn hảo không chê vào đâu được, ông lập luận là làm sao ta có thể trông chờ sự đầu tư lớn của các công ty dược phẩm vào di truyền học khi mà những sự đầu tư này không được bảo vệ bởi luật bản quyền. Hàng ngày, người ta vẫn đang lập hồ sơ để đăng kí độc quyền sở hữu thương mại các gen của chúng ta. Lúc đó, tôi cảm thấy rất khó chịu vì cái cảm giác rằng một phần của mình và cả quá khứ của mình đang bị đưa ra bán chác.

Khi bài trình bày được tiếp tục, tôi nhận ra sự thật rằng tôi đang ngồi đó trong phòng hội nghị, trong một trung tâm nghiên cứu ADN thuộc hàng hiện đại nhất trên thế giới, còn bên kia là những căn phòng rộng lớn, với hàng dãy những bộ máy robot đang lặng lẽ đọc những bí mật của bộ gen. Một bảng điện tử ở hành lang liên tục lóe lên những chuỗi ADN khi chúng được đưa ra từ những máy đọc. Ngay trước mắt của tôi, mọi chi tiết của các bộ gen đã ẩn giấu trong suốt quá trình tiến hóa đang đi qua. Liệu việc giản lược con người thành một chuỗi kí tự này có phải là sự biểu hiện tốt cùng của Thời đại Lý trí, thời đại khi lý trí bắt đầu tách rời khỏi trực quan, khiến chúng ta tiến bộ hơn tổ tiên xa xưa của chúng ta, cũng như hơn các loài khác trong tự nhiên? Thật nghịch lý làm sao, ADN cũng chính là công cụ để tái kết nối chúng ta với những bí ẩn của quá khứ sâu thẳm và làm thăng hoa thay vì làm lụi tàn ý thức bản ngã của ta.

Gì thì gì đi nữa, nó không chỉ là “một chất hóa học”, nó chính là một món quà quý giá nhất.

Chia sẻ ebook : <http://downloadsachmienphi.com/>

Tham gia cộng đồng chia sẻ sách : Fanpage : <https://www.facebook.com/downloadsachfree>

Cộng đồng Google : <http://bit.ly/downloadsach>

THE SEVEN DAUGHTERS OF EVE

Author: Bryan Sykes

W • W • Norton & Company

New York London

"A lovely, rollicking book, direct and clear... [A] fascinating glimpse into anthropology in the era of the genome." – Wall Street Journal

CONTENTS:

[About the author](#)

[Acknowledgements](#)

[Prologue](#)

1. [Iceman's relative found in Dorset](#)

2. [So, what is DNA and what does it do?](#)

3. [From blood groups to genes](#)

4. [The special messenger](#)

5. [The Tsar and I](#)

6. [The puzzle of the Pacific](#)

7. [The greatest voyagers](#)

8. [The first Europeans](#)

9. [The last of the Neanderthals](#)

10. [Hunters and farmers](#)

11. [We are not amused](#)

12. [Cheddar man speaks](#)

13. [Adam joins the party](#)

14. [The seven daughters](#)

15. [Ursula](#)

16. [Xenia](#)

17. [Helena](#)

18. [Velda](#)

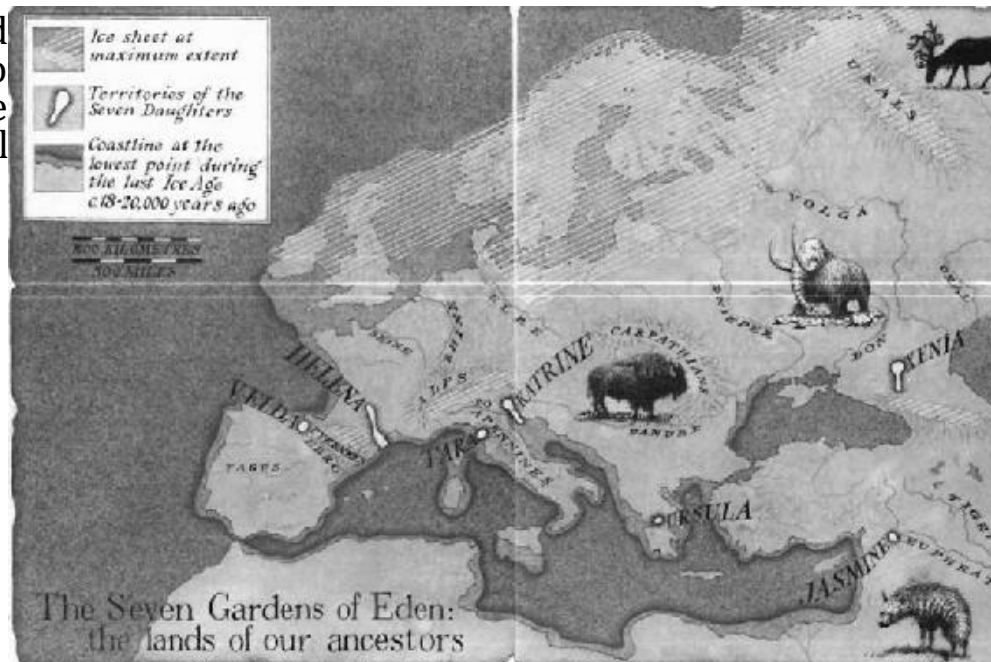
19. [Tara](#)

20. [Katrine](#)

21. [Jasmine](#)

22. [The world](#)

23. [A Sense of self](#)



About the author

Bryan Sykes, Professor of Human Genetics at the University of Oxford, has had a remarkable scientific career. After undertaking medical research into the cause of inherited bone disease, he set out to discover if DNA, the genetic material, could possibly survive in ancient bones. It did, and his was the first report on the recovery of ancient DNA from archaeological bone, published in the journal *Nature* in 1989. Since then Professor Sykes has been called in as a leading international authority to examine several high-profile cases, such as the Ice Man, Cheddar Man and the many individuals claiming to be surviving members of the Russian royal family.

Alongside this, he and his research team have over the last ten years compiled by far the most complete DNA family tree of our species yet seen.

He has always emphasized the importance of the individual in shaping our genetic world. The website www.oxfordancestors.com offers people the chance to find out for themselves, from a DNA sample, where they fit in.

As well as a scientist, Bryan Sykes has been a television news reporter and a parliamentary science adviser.

ACKNOWLEDGEMENTS

This book owes many things to many people. Do not imagine for a moment that everything reported here as coming from my laboratory is exclusively my own work. Modern science relies on teamwork and I have been fortunate to have had some very talented people in my research group over the years. In different ways they have all helped in creating this story. In particular I want to thank Martin Richards, Vincent Macaulay, Kate Bendall, Kate Smalley, Jill Bailey, Isabelle Coulson, Eileen Hickey, Emilce Vega, Catherine Irvén, Linda Ferguson, Andrew Lieboff, Jacob Low-Beer and Chris Tomkins. In Oxford I must also thank Robert Hedges from the Radiocarbon Accelerator Unit for getting me started on all this, William James, Fellow of most Oxford colleges in his time, for his inspired suggestions along the way and, in London, Chris Stringer of the Natural History Museum for allowing me to drill holes into the fossils in his care. I am very grateful to Clive Gamble for his tutorials on the ancient world. I must also pay particular thanks to Professor Sir David Weatherall for not only tolerating but actually encouraging the performance of such exotic and seemingly pointless research in his Institute of Molecular Medicine in Oxford.

You may also gain the impression that my research group is the only one in the world doing this sort of work. It certainly is not and none of what I describe would have been possible without the pioneering work of, among many others, Luca Cavalli-Sforza, Alberto Piazza, Walter Bodmer, the late Allan Wilson, Svante Paabo, Mark Stoneking, Rebecca Cann, Douglas Wallace, Antonio Torroni, Mark Jobling and Peter Underhill. As you will see, we do not all necessarily agree with one another all of the time; but without them, and many others like them, mine would have been a much harder, and far duller journey.

Four people in particular have helped to bring this story into print. The quiet professionalism of my editor, Sally Gaminara, and the infectious enthusiasm of my agent, Luigi Bonomi, have kept me going. Add to that the thoroughness of Gillian Bromley, my copy editor, and the patience of Julie Sheppard, who typed up my scribbled notes, and few authors could have had more assistance.

I am indebted to the thousands of volunteers who, by giving me their DNA samples, have allowed me to peer into the secrets of their genetic past. Without them there would be no story to tell. Some names have been changed to protect anonymity. I particularly want to thank the government and people of Rarotonga in the Cook Islands for being exceptionally helpful, and Malcolm Laxton-Blinkhorn for his outstanding hospitality during my stays on this delightful island. And lastly, thanks to Janis, Jay, Sue and my son Richard, though only an embryo at the time, for coming with me.

B.S.

PROLOGUE

Where do I come from?

How often have you asked yourself that question? We may know our parents, even our grandparents; not far beyond that, for most of us the trail begins to disappear into the mist. But each of us carries a message from our ancestors in every cell of our body. It is in our DNA, the genetic material that is handed down from generation to generation. Within the DNA is written not only our histories as individuals but the whole history of the human race. With the aid of recent advances in genetic technology, this history is now being revealed. We are at last able to begin to decipher the messages from the past. Our DNA does not fade like an ancient parchment; it does not rust in the ground like the sword of a warrior long dead. It is not eroded by wind or rain, nor reduced to ruin by fire and earthquake. It is the traveller from an antique land who lives within us all.

This book is about the history of the world as revealed by genetics. It shows how the history of our species, *Homo sapiens*, is recorded in the genes that trace our ancestry back into the deep past, way beyond the reach of written records or stone inscriptions. These genes tell a story which begins over a hundred thousand years ago and whose latest chapters are hidden within the cells of every one of us.

It is also my own story. As a practising scientist, I am very lucky to have been around at the right time and able to take an active part in this wonderful journey into the past that modern genetics now permits. I have found DNA in skeletons thousands of years old and seen exactly the same genes in my own friends. And I have discovered that, to my astonishment, we are all connected through our mothers to only a handful of women living tens of thousands of years ago.

In the pages that follow, I will take you through the excitement and the frustrations of the front-line research that lies behind these discoveries. Here you will see what really happens in a genetics laboratory. Like any walk of life, science has its ups and downs, its heroes and its villains.

ICEMAN'S RELATIVE FOUND IN DORSET

On Thursday 19 September 1991 Erika and Helmut Simon, two experienced climbers from Nuremberg in Germany, were nearing the end of their walking holiday in the Italian Alps. The previous night they had made an unscheduled stop in a mountain hut, planning to walk down to their car the next morning. But it was such a brilliantly sunny day that they decided instead to spend the morning climbing the 3,516 metre Finailspitze. On their way back down to the hut to pick up their rucksacks they strayed from the marked path into a gully partly filled with melting ice. Sticking out of the ice was the naked body of a man.

Though macabre, such finds are not so unusual in the high Alps, and the Simons assumed that this was the body of a mountaineer who had fallen into a crevasse perhaps ten or twenty years previously. The following day the site was revisited by two other climbers, who were puzzled by the old-fashioned design of the ice-pick that was lying nearby. Judging by the equipment, this alpine accident went back a good many years. The police were contacted and, after checking the records of missing climbers, their first thought was that the body was probably that of Carlo Capsoni, a music professor from Verona who had disappeared in the area in 1941. Only days later did it begin to dawn on everybody that this was not a modern death at all. The tool found beside the body was nothing like a modern ice-pick. It was much more like a prehistoric axe. Also nearby was a container made from the bark of a birch tree. Slowly the realization sank in that this body was not tens or even hundreds but thousands of years old. This was now an archaeological find of international importance.

The withered and desiccated remains of the Iceman, as he soon came to be known, were taken to the Institute of Forensic Medicine in Innsbruck, Austria, where he was stored, frozen, while an international team of scientists was assembled to carry out a minute examination of this unique find. Since my research team in Oxford had been the first in the world to recover traces of DNA from ancient human bones, I was called in to see whether we could find any DNA in the Iceman. It was the irresistible opportunity to become involved in such thrilling discoveries that had persuaded me to veer away from my career as a regular medical geneticist into this completely new field of science, which some of my colleagues regarded as a bizarre and eccentric diversion of no conceivable use or consequence.

By now, carbon-dating – measuring the decay of minute traces of naturally radioactive carbon atoms within the remains – had confirmed the great antiquity of the Iceman, placing him between 5,000 and 5,350 years old. Even though this was much older than any human remains I had worked with before, I was very optimistic that there was a good chance of success, because the body had been deep frozen in ice away from the destructive forces of water and oxygen which, slowly but surely, destroy DNA. The material we had to work with had been put in a small screw-capped jar of the sort used for pathology specimens. It looked awfully unremarkable: a sort of grey mush. When Martin Richards, my research assistant at the time, and I opened the jar and started to pick through the contents with a pair of forceps, it seemed to be a mixture of skin and fragments of bone. Still, though it might not have been much to look at, there was no obvious sign that it had begun to decompose, and so we set to work with enthusiasm and optimism. Sure enough, back in the lab in Oxford, when we put the small fragments of bone through the extraction process that had succeeded with other ancient samples, we did find DNA, and plenty of it.

In due course we published our findings in *Science*, the leading US scientific journal. To be perfectly honest, the most remarkable thing about our results was not that we had got DNA out of the body – by then this was a routine process – but that we had got exactly the same DNA sequence from the Iceman as an independent team from Munich. We had both shown that the DNA was clearly European by finding precisely the same sequence in DNA samples taken from living Europeans. You might think this was not much of a surprise, but there was a real possibility that the whole episode could have been a gigantic hoax, with a South

American mummy helicoptered in and planted in the ice. The cold and intensely dry air of the Atacama desert of southern Peru and northern Chile has preserved hundreds of complete bodies buried in shallow graves, and it would not have been hard for a determined hoaxer to get hold of one of them. The much damper conditions in Europe reduce a corpse to a skeleton very quickly, so if this was a hoax the body had to have come from somewhere else, probably South America. It may sound far-fetched; but elaborate tricks have been played before. Remember Piltdown Man. This infamous fossil had been 'discovered' in a gravel pit in Sussex, England, in 1912. It had an ape-like lower jaw attached to a much more human-looking skull, and was heralded as the long sought-after 'missing link' between humans and the great apes – gorillas, chimpanzees and orang-utans. Only in 1953 was it revealed to be a hoax, when radiocarbon analysis, the same technique that was later used to date the Iceman, proved beyond any doubt that the Piltdown skull was modern. The perpetrator, who has never been identified, had combined the lower jaw of an orang-utan with a human braincase and chemically stained them both to look much older than they really were. The long shadow cast by the Piltdown Man fraud lingers even to this day, so the idea that the Iceman might have been a hoax was very much at the front of everyone's mind.

There were a number of press enquiries following the publication of our scientific article about the Iceman, and I found myself explaining how we had proved his European credentials. Had it been a hoax, the DNA would have shown it. The closest matches would have been with South Americans and not with Europeans. But it was Lois Rogers from the *Sunday Times* who asked the crucial question.

'You say you found exactly the same DNA in modern Europeans. Well, who are they?' she enquired in a tone which told me she expected me to know the answer straight away.

'What do you mean, who are they? They are from our collection of DNA samples from all over Europe.'

'Yes, but who?' persisted Lois.

'I have no idea. We keep the identities of the donors on a separate file, and anyway, samples are always given on the basis of a strict undertaking of confidentiality.'

After Lois rang off, I switched on my computer just to see which samples matched up with the Iceman. LAB 2803 was one of them, and the series prefix 'LAB' meant it was either from someone working in the laboratory or from a visitor or friend. When I checked the number against the database containing the names of the volunteers, I could scarcely believe my luck. LAB 2803 was Marie Moseley, and LAB 2803 had exactly the same DNA as the Iceman. This could only mean one thing. Marie was a relative of the Iceman himself. For reasons which I shall explain in detail in later chapters, there had to be an unbroken genetic link between Marie and the Iceman's mother, stretching back over five thousand years and faithfully recorded in the DNA.

Marie is an Irish friend, a management consultant from just outside Bournemouth in Dorset in southern England. Though not a scientist herself, she has an insatiable curiosity about genetics and had donated a couple of strands of her long red hair in the cause of science two years earlier. She is articulate, outgoing and very witty, and I was sure she could handle any publicity. When I rang to ask if she would mind if I gave her name to the *Sunday Times* she agreed at once, and the next edition carried a piece on her under the headline 'Iceman's relative found in Dorset'.

For a few weeks after that, Marie became an international celebrity. Of all the headlines that followed, I liked the one from the *Irish Times* best of all. Their reporter had asked Marie if she had been left anything by her celebrated predecessor. Shockingly, she revealed that she had not; so the story appeared as 'Iceman leaves one of our own destitute in Bournemouth'.

One of the strangest and, at first, surprising things about this story, and the reason I tell it here, is that Marie began to feel something for the Iceman. She had seen pictures of him being shunted around from glacier to freezer to post-mortem room, poked and prodded, opened up, bits cut off. To her, he was no longer just the anonymous curiosity whose picture had

appeared in the papers and on television. She had started to think of him as a real person and as a relative – which is exactly what he was.

I became fascinated by the sense of connection that Marie had felt between herself and the Iceman. It began to dawn on me that if Marie could be genetically linked to someone long dead, thousands of years before any records were kept, then so could everyone else. Perhaps we only needed to look around us, at people alive today, to unravel the mysteries of the past. Most of my archaeologist friends found this proposition completely foreign to them. They had been brought up to believe that one could understand the past only by studying the past; modern people were of no interest. Yet I was sure that if DNA was inherited intact for hundreds of generations over thousands of years, as I had shown by connecting Marie and the Iceman, then individuals alive today were as reliable a witness to past events as any bronze dagger or fragment of pottery.

It seemed to me absolutely essential to widen my research to cover modern people. Only when much more was known about the DNA of living people could I hope to put the results from human fossils into any sort of context. So I set out to discover as much as possible about the DNA in present-day Europeans and people from many other parts of the world, knowing that whatever I found would have been delivered to us direct from their ancestors. The past is within us all.

My research over the intervening decade has shown that almost everyone living in Europe can trace an unbroken genetic link, of the same kind that connects Marie to the Iceman, way back into the remote past, to one of only seven women. These seven women are the direct maternal ancestors of virtually all 650 million modern Europeans. As soon as I gave them names – Ursula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrine and Jasmine – they suddenly came to life. This book tells how I came to such an incredible conclusion and what is known about the lives of these seven women.

I know that I am a descendant of Tara, and I want to know about her and her life. I feel I have something in common with her, more so than I do with the others. By ways which I will explain, I was able to estimate how long ago, and approximately where, all seven women had lived. I reckoned that Tara lived in northern Italy about 17,000 years ago. Europe was in the grip of the last Ice Age, and the only parts of the continent where human life was possible were in the far south. Then, the Tuscan hills were a very different place. No vines grew; no bougainvillea decorated the farmhouses. The hillsides were thickly forested with pine and birch. The streams held small trout and crayfish, which helped Tara to raise her family and held the pangs of hunger at bay when the menfolk failed to kill a deer or wild boar. As the Ice Age loosened its grip, Tara's children moved round the coast into France and joined the great band of hunters who followed the big game across the tundra that was northern Europe. Eventually, Tara's children walked across the dry land that was to become the English Channel and moved right across to Ireland, from whose ancient Celtic kingdom the clan of Tara takes its name.

Soon after the conclusions of my research were published, news of these seven ancestral mothers began to appear in newspapers and on television all round the world. Writers and picture editors used their imagination in finding contemporary analogues: Brigitte Bardot became the reincarnation of Helena; Maria Callas was Ursula; the model Yasmin le Bon was linked, naturally, with Jasmine; Jennifer Lopez became Velda. So many people rang us to find out which one they were related to that we had to set up a website to handle the hundreds of enquiries. We had stumbled across something very fundamental; something we were only just beginning to understand.

This book tells the story behind these discoveries and their implications for us all, not just in Europe but all over the world. It is a story of our common heritage and our shared forebears. It takes us from the Balkans in the First World War to the far islands of the South Pacific. It takes us from the present time back to the beginnings of agriculture and beyond, to our ancestors who hunted with the Neanderthals. Amazingly, we all carry this history in our genes, patterns of DNA that have come down to us virtually unchanged from our distant

ancestors – ancestors who are no longer just an abstract entity but real people who lived in conditions very different from those we enjoy today, who survived them and brought up their children. Our genes were there. They have come down to us over the millennia. They have travelled over land and sea, through mountain and forest. All of us, from the most powerful to the weakest, from the fabulously wealthy to the miserably poor, carry in our cells the survivors of these fantastic journeys – our genes. We should be very proud of them.

My part in this story begins at the Institute of Molecular Medicine in Oxford, where I am a professor of genetics. The Institute is part of Oxford University, though geographically and temperamentally removed from the arcane world of the college cloisters. It is full of doctors and scientists who are working away applying the new technologies of genetics and molecular biology to the field of medicine. There are immunologists trying to make a vaccine against AIDS, oncologists working out how to kill tumours by cutting off their blood supply, haematologists striving to cure the inherited anaemias which disable or kill millions each year in the developing world, microbiologists unravelling the secrets of meningitis and many others. It is an exciting place to work. I am based at the Institute because I used to work on inherited diseases of the skeleton, in particular on a horrible condition called *osteogenesis imperfecta*, better known as brittle bone disease. Babies born with the most severe form of this disease sometimes have bones so weak that when they take their first breath, all the ribs fracture and they suffocate and die. We were researching the cause of this tragic disease and had traced it to tiny changes in the genes for collagen. Collagen is the most important and abundant protein in bones and it supports them in much the same way as steel rods strengthen reinforced concrete. It made sense that if collagen failed because of a fault in the gene, the bones would break. The research involved finding out a lot about the way collagen and its genes varied in the general population – and it was through this work that, in 1986, I came to meet Robert Hedges.

Robert runs the carbon-dating laboratory for archaeological samples in Oxford. He had been thinking about ways of getting more information from the bones that passed through his lab, aside from just dating them by the radiocarbon method. Collagen is the main protein not only in living bones but also in dead ones, and it is the carbon in the surviving collagen that is used to date them. Robert wondered if there was any genetic information in these surviving fragments of ancient collagen, so he and I put together a research proposal to study them. Collagen, being a protein, is made of units called amino-acids, arranged in a particular sequence. As we shall see in the next chapter, the sequence of amino-acids in collagen, and all other proteins for that matter, is dictated by the DNA sequence of their genes. We hoped to discover the DNA sequence of the ancient collagen genes indirectly by determining the order of amino-acids in the fragments of protein that survived in Robert's old bones. We advertised for research assistants several times but got no response at all. We would have expected a flood of applications for a regular genetics post, and put this zero interest down to the unusual nature of the project. Disappointingly few scientists want to venture from the mainstream field of research at an early stage of their careers. For us, this lack of a recruit meant we had to put back the start of the project by a year. Although very frustrating at the time, the delay proved to be a blessing in disguise – because, before the project got going, news came in of a new invention. A US scientist in California called Kary Mullis had dreamed up a way of amplifying tiny amounts of DNA – under perfect conditions, as little as a single molecule – in a test tube.

One warm Friday night in 1983 Mullis was driving along Highway 101 by the ocean; according to his account of events, 'the night was saturated with moisture and the scent of flowering buckeye'. As he drove, he was talking to his girlfriend, seated beside him, about some of the ideas he had been pondering to do with his work at a local biotech company. Like everyone else in the genetic engineering business, he was making copies of DNA in test tubes. This was a slow process because the molecules had to be copied one at a time. DNA is like a long piece of string, and the copying started at one end and finished at the other. Then it started at the beginning again and you got another copy. He was talking out loud about this

and suddenly realized that if, instead of starting the copying at one end only, you started at *both* ends you would start what would effectively be a sustainable chain reaction. You would no longer just be making copies of the original but copies of copies, doubling the number at every cycle. Now, instead of two copies after two cycles and three copies after three cycles, you would double up after each cycle, producing two, four, eight, sixteen, thirty-two, sixty-four copies in six cycles instead of one, two, three, four, five and six. After twenty cycles you would have not just twenty copies but a million. It was a real 'Eureka' moment. He turned to his girlfriend to get her reaction. She had fallen asleep.

This invention, for which Kary Mullis rightly won the Nobel Prize for Chemistry in 1993, genuinely revolutionized the practice of genetics. It meant that you could now get an unlimited amount of DNA to work on from even the tiniest piece of tissue. A single hair or even a single cell was now all that was needed to produce as much DNA as you could ever want. The impact of Mullis's brainwave on our bone project was simply that I decided to forget about working on the collagen protein, which would have been horrendously difficult, and use the newly invented chain reaction to amplify what, if anything, was left of the DNA in the ancient bones. If it worked, then we would get vastly more information from the DNA than we would ever have got from the collagen. We would be going directly for the DNA sequence itself, rather than inferring it from the amino-acids. Much more importantly, we would be able to study *any* gene, not just the ones that controlled collagen.

At last we got an answer to our advertisement for a research assistant, and Erika Hagelberg joined the team. We were obviously not going to get anyone with previous experience in working with ancient DNA, because it had never been done before, but Erika's degree in biochemistry, combined with research posts in homoeopathy and in the history of medicine, reflected a combination of a solid scientific training and the catholic interests which suited the project. Besides, she was the only applicant. Now we needed some very old bones.

News came in during 1988 of an excavation going on in Abingdon, a few miles south of Oxford. A new supermarket was going up and the mechanical diggers had ploughed into a medieval cemetery. The local archaeology service had been given two months to excavate the site before the developers moved back in, so when Erika and I arrived, it was buzzing with activity. It was a hot and brilliantly sunny day and dozens of field assistants, stripped down to the bare essentials, were dotted all round the site scraping at the earth with trowels, rummaging around in deep pits or wading through water-filled trenches. Several skeletons lay half-exposed, encrusted with orange-brown earth, criss-crossed by strings which marked out a reference grid. As we gazed down at them, our prospects didn't look at all promising. Having worked with DNA for several years, I was trained to treat it with respect. DNA samples were always stored frozen at 70° below zero, and whenever you took DNA out of the freezer you were taught always to keep it in an ice bucket. If you forgot about it and the ice thawed then you had to throw the DNA out because, so everyone assumed, it would have degraded and been destroyed. No-one imagined it would last for more than a few minutes on the laboratory bench at room temperature, let alone buried underground for hundreds or even thousands of years.

Nevertheless, it was worth a try. We were allowed to take three thigh bones from the excavation away with us. Back in the lab we had to make two decisions: how to get the DNA out, and what section of DNA to choose for the amplification reaction. The first was easy enough. We knew that if there were any DNA left at all it would probably be bound up with a bone mineral called hydroxyapatite. This form of calcium had been used in the past to absorb DNA during the purification process, so it seemed quite likely that the DNA would be stuck to the hydroxyapatite in the old bones. If that was the case, we had to think of a way of disengaging the DNA from the calcium.

We cut out small segments of bone with a hacksaw, froze them in liquid nitrogen, smashed them up into a powder, then soaked the powder in a chemical which slowly took out the calcium over several days. Fortunately, when all the calcium had been removed, there was still something left at the bottom of the tube – a sort of grey sludge. We guessed this was the

remnants of the collagen and other proteins, bits of cells, maybe some fat – and, we hoped, a few molecules of DNA. We decided to get rid of the protein using an enzyme. Enzymes are the catalysts of biology, making things happen much more quickly than they otherwise would. We chose an enzyme which digests protein, rather like the ones in a biological washing powder which get rid of blood and other stains for the same reason. Then we got rid of the fat with chloroform. We cleaned what was left with phenol, a revolting liquid which is the base for carbolic soap. Even though phenol and chloroform are both brutal chemicals, we knew they did not harm DNA. What remained was a teaspoonful of pale brown fluid which, theoretically at least, should contain the DNA – if there was any. There would be at best only a few molecules, so we had to use the new DNA amplification reaction to boost the yield before we could carry out the next steps.

The essence of the amplification reaction is to adapt the system for copying DNA that cells use. Into the tube go the raw materials for DNA construction. First in is another enzyme, this time one used for copying DNA; it is called a polymerase and gives the reaction its scientific name – the *polymerase chain reaction* or PCR for short. Next, a couple of short DNA fragments are added to direct the polymerase enzyme to the segment of the original DNA that is to be amplified and ignore everything else. Finally, the raw materials – the nucleotide bases – for building new DNA molecules go into the mix along with a few ingredients, like magnesium, to help things along. Plus, of course, the stuff you want to amplify – in our case, an extract of the Abingdon bone containing, we hoped, a few molecules of very old DNA.

Then we had to decide which gene to amplify. Because we knew there wasn't going to be much, if any, DNA left in the bone extract we decided to maximize our chances by choosing something called mitochondrial DNA. We chose mitochondrial DNA for the simple reason that cells have upwards of a hundred times more of it than any other gene. As we will see, mitochondrial DNA turns out to have special properties which make it absolutely ideal for reconstructing the past; but in the first instance, we chose it as our target simply because there was so much more of it than any other type of DNA. If there was any DNA at all left in the Abingdon bones, then our best chance of finding it was by targeting mitochondrial DNA.

So, into the reaction went all the ingredients necessary for amplifying mitochondrial DNA, plus a few drops of the precious bone extract. To get the reaction to fire in the tube you need to boil it, cool it, warm it up for a couple of minutes; then boil it again, cool it, warm it up... and go on repeating this cycle at least twenty times. Modern genetics laboratories are full of machines for doing this reaction automatically. But not then. Back in the 1980s the only machine on the market cost a fortune, and there was no money for one in our budget. The only way to do the reaction was to sit with a stop-watch in front of three water baths, one boiling, one cold and one warm, and move the test tube by hand from one bath to the next every three minutes. Then do it again. And again. For three and a half hours. I only tried it once. The reaction didn't work and I was bored stiff. There had to be a better way. What about using an electric kettle? I spent the next three weeks with wires, timers, thermostats, relays, copper tubing, a washing-machine valve and my kettle from home. In the end I had a device that did all the right things. It boiled. It cooled (very fast) when the washing-machine valve opened and let cold tap-water into the coils of copper tubing. And it warmed up. And it worked.

We could see that the machine (christened the 'Genesmaid', after the tea-making device people of a certain age regard as an essential bedroom accessory) had managed to get the amplification reaction to work not only with a control experiment using modern DNA but also, very faintly, with the Abingdon bone extract. By comparing its sequence to those published in scientific papers, it didn't take us long to prove that the DNA was genuinely human. We had done it. Here, in front of our very eyes, was the DNA of someone who had died hundreds of years ago. It was DNA resurrected, literally, from the grave.

Now, looking back, it is hard for me to believe that the research set in motion by the recovery of DNA from those crumbling bones in the Abingdon cemetery, the bones which looked so unpromising when I first saw them half-buried in the earth, should lead over the following years to such profound conclusions about the history and soul of our species. As my

story unfolds you will see that, like most scientific research, this was not a seamless progression towards a well-defined goal. It was more like a series of short hops, each driven as much by opportunity, personal relationships, financial necessity and even physical injury as by any rational strategy. There was no set path towards the discovery of the Seven Daughters of Eve. The research just moved a little bit at a time, mostly forwards, towards the next dimly visible goal, informed by what had gone before but ignorant of what lay ahead.

At the time, though our result was a great triumph, strangely enough it didn't feel like it. I think Erika and I were too heavily involved in the details to appreciate the significance of what we had achieved. Besides, by then we were not getting on at all well. Tension had been building for weeks because, for some reason, Erika and I did not seem to be working together effectively. Only much later did I start to realize what our breakthrough could mean, not only for science but for popular history as well. That would come later; at the moment we had more pressing claims on our attention. I had heard on the grapevine that other research teams were also looking for DNA in old bones. This meant we had to get our work published with maximum speed, otherwise there was a real danger that we would be scooped. What counts in science is not being the first to do an experiment but being the first to publish the results. If someone else published even a day before we did, then they would claim the prize. Fortunately, the editor of the scientific journal *Nature* was persuaded to rush our paper into print in record time, and it was published just before Christmas 1989.

I was quite unprepared for what happened next. Although my previous research on brittle bone disease had occasionally been covered in the local papers and even once or twice in the nationals, it could not be said that any new result had sparked off a media frenzy. So it was a new experience when I got into work next day to find the phone constantly ringing with press enquiries. A few years previously I had actually spent three months in London as a reporter for ITN, which runs the television news service for the main commercial terrestrial channels in the UK. This venture was part of a well-intentioned fellowship scheme run by the Royal Society, designed to bridge the gap between science and the media. I was attracted to it by the generous expenses with which I hoped to pay off my bank overdraft. In fact, I ended up owing more money than I had to start with, not least because of the amount of time I spent in bars and restaurants with the well-heeled professionals. One night, for instance, I was precocious enough to offer to buy a drink for one well-known presenter. 'Thanks, dear boy, I'll have a bottle of Bollinger,' came the great man's answer. What could I do but comply? Still, though a financial disaster of major proportions, those few months taught me many things about the news media, including the way to trim my replies to reporters' questions down to the simple sentences I knew they wanted.

After a morning of fielding enquiries about our scientific paper, I was beginning to feel a little bored with explaining in one sentence what DNA was, etc. etc. By the time the science correspondent of the *Observer* rang, this ennui had got the better of me. Having gone through the standard questions, he asked what could be done now that DNA could be recovered from archaeological remains. I replied that one possibility was that we might be able to tell whether or not the Neanderthals had become extinct. A perfectly reasonable reply and, as it turned out, a correct forecast. Then I slipped in: 'Of course we will also be able to solve questions that have puzzled scholars for centuries – like whether Rameses II was a man or a woman.' As far as I know, not a single scholar has ever entertained this possibility for a second. No-one has ever had the slightest doubt that the great pharaoh was a man. And yet, on the following Sunday, underneath his likeness, I read the caption 'King/Queen Rameses II'.

Many years later I had the good fortune to be invited to the opening of the new Egyptology gallery in the British Museum in London. At dinner that evening in the magnificent Egyptian Sculpture Gallery, my place was set directly opposite the huge granite statue of Rameses. He was looking down right at me with his unnervingly benign and omniscient gaze. I knew at once that he had heard about my joke at his expense, and that I was going to be in big trouble in the afterlife.

One of the most difficult things about getting ancient DNA out of old bones is that, unless

you are extremely careful, you end up amplifying modern DNA, including your own, instead of the fossil's. Even when it is present, the old DNA is pretty shattered. Chemical changes, mostly brought about by oxygen, slowly change the structure of the DNA so that it starts breaking down into smaller and smaller fragments. If even the tiniest speck of modern DNA gets into the reaction then the polymerase copying enzymes, which don't realize that you are trying to amplify the worn out little scraps of ancient DNA, concentrate their efforts on the pristine modern stuff and, not knowing any better, produce millions of copies of that instead. So it looks as though the reaction has been a great success. You put a drop of ancient bone extract in at the beginning and get masses of DNA out at the end. Only when you analyse it further do you realize that it's your own DNA, not that from the fossil at all.

Although we were fairly sure this hadn't happened with the Abingdon bone, we thought one way of checking would be by getting DNA from old animal rather than old human bones. It would then be very easy to tell whether we had amplified animal DNA – the real thing – or human DNA, which would have to be a contaminant. The best source of sufficiently old animal bones we could think of was the wreck of the *Mary Rose*. This magnificent galleon had sunk during an engagement with a French invasion fleet off Portsmouth in 1545. Very few of the crew survived. For over four hundred years the wreck lay in the mud under 14 metres of water until it was raised in 1982 and put on display in a museum in Portsmouth harbour, where it is still being drenched with a solution of water and anti-freeze to prevent its timbers from buckling. As well as the skeletons of the unfortunate crew, hundreds of animal and fish bones were recovered from the wreck. The ship had been full of supplies when it sank, and among these were sides of beef and pork and barrels of salted cod. We persuaded the museum curator to let us have a pig rib to try. Because it had spent most of its life (after death, that is) buried in the oxygen-free ooze at the bottom of the Solent, the rib was in very good condition and we managed to get lots of DNA from it without much trouble. We analysed it – and there was no doubt at all that it was from a pig and not a human.

The point of telling you all this is not to take you through our experiments one by one, but to explain the reaction when the result was published. More phone calls and more headlines – of which my favourite is from the *Independent on Sunday*: 'Pig brings home the bacon for DNA'. This was going to be fun.

SO, WHAT IS DNA AND WHAT DOES IT DO?

All of us are aware, as people must have been for millennia, that children often resemble their parents and that the birth of a child follows nine months after sexual intercourse. The mechanism for inheritance remained a mystery until very recently, but that didn't stop people from coming up with all sorts of theories. There are plenty of references in classical Greek literature to family resemblances, and musing on the reasons for them was a familiar pastime for early philosophers. Aristotle, writing around 335 bc, speculated that the father provided the pattern for the unborn child and the mother's contribution was limited to sustaining it within the womb as well as after birth. This idea made perfect sense to the patriarchal attitudes of Western civilization at the time. It was only reasonable that the father, the provider of wealth and status, was also the architect of all his children's features and nature. This was not to underestimate the necessity of choosing a suitable wife. After all, seeds planted in a good soil always do better than those put into a poor one. However, there was a problem and it was one that was to haunt women for a long time to come.

If children are born with their father's design, how was it that men had daughters? Aristotle was challenged on this point during his lifetime, and his answer was that all babies would be the same as their fathers in every respect, including being male, unless they were somehow 'interfered with' in the womb. This 'interference' could be relatively minor, leading to such trivial variations as a child having red hair instead of black like his father; or it could be more substantial – leading to major ones such as being deformed or female. This attitude has had serious consequences for many women throughout history who have found themselves discarded and replaced because they failed to produce sons. This ancient theory developed into the notion of the *homunculus*, a tiny, preformed being that was inoculated into the woman during sexual intercourse. Even as late as the beginning of the eighteenth century the pioneer of microscopy, Anthony van Leeuwenhoek, imagined he could see tiny homunculi curled up in the heads of sperm.

Hippocrates, whose name is commemorated in the oath that newly qualified doctors used to take (some still do), had a less extreme view than Aristotle which did give women a role. He believed that both men and women produced a seminal fluid, and that the characteristics of the baby were decided by which parts of the fluid prevailed when they mixed after copulation. A child might have its father's eyes or its mother's nose as a result of this process; if neither parent's fluid prevailed for a particular characteristic, the child might be somewhere in between, having, for example, hair of a colour that was intermediate between the two parents.

This theory was much more obviously connected to most people's experience of real life. 'He's just like his father' or 'She's got her mother's smile' and other similar observations are repeated millions of times every day throughout the world. The idea that the parents' characteristics are somehow blended in the offspring was the predominant belief among scientists until the end of the nineteenth century. Darwin certainly knew no better, and it was one reason why he could never find a suitable mechanism to explain his theory of natural selection; for anything new and favourable would be continually diluted out by the blending process at each generation. Even though geneticists today scoff at such apparent ignorance among their predecessors, I wouldn't mind betting that a theory of blending is, even now, a perfectly satisfactory explanation for what most people observe with their own eyes.

Eventually, two practical developments in the nineteenth century provided key clues to what was really going on. One was the invention of new chemical dyes for the textile industry, and the other was a change in the way microscope lenses were ground which made big improvements in their performance. Greater magnification meant that individual cells were now easily visible; and their internal structure was revealed when they were stained with the new dyes. Now the process of fertilization, the fusion of a single large egg cell and a single small, determined sperm, could be observed. When cells divided, strange thread-like

structures could be seen assembling and then separating equally into the two new cells. Because they stained very brightly with the new dyes these curious structures became known as *chromosomes* – from Greek, meaning literally, ‘coloured bodies’ – years before anyone had a clue about what they did.

During fertilization, one set of these strange threads seemed to come from the father’s sperm and another set from the mother’s egg. This was just what had been predicted by the man universally acknowledged as the father of genetics, Gregor Mendel, a monk in the town of Brno in the Czech republic who laid the foundation for the whole of genetics from his experimental breeding of peas in the monastery garden in the 1860s. He concluded that whatever it was that determined heredity would be passed on equally from both parents to their offspring. Unfortunately he died before he ever saw a chromosome; but he was right. With the important exception of mitochondrial DNA (of which we shall have much more to say later) and the chromosomes that determine sex, genes – specific pieces of genetic coding that occur in the chromosomes – are inherited equally from both sets of parents. The essential part played by chromosomes in heredity and the fact that they must contain within them the secrets of inheritance was already well established by 1903. But it took another fifty years to discover what chromosomes are made of and how they worked as the physical messengers of heredity.

In 1953 two young scientists working in Cambridge, James D. Watson and Francis Crick, solved the molecular structure of a substance which had been known about for a long time and largely thought of as dull and unimportant. As if to emphasize its obscurity, it was given a really long name, *deoxyribonucleic acid*, now happily abbreviated to DNA. Although a few experiments had implicated DNA in the mechanism of inheritance, the smart money was on proteins as the hereditary material. They were complicated, sophisticated, had twenty different components (the amino-acids) and could assume millions of different forms. Surely, the thinking went, only something really complicated could manage such a monumental task as programming a single fertilized egg cell to grow into a fully formed and functional human being. It couldn’t possibly be this DNA, which had only four components. Admittedly it was in the right place, in the cell nucleus; but it probably did something very dull like absorbing water, rather like bran.

Despite the general lack of interest in this substance shown by most of their scientific contemporaries, Watson and Crick felt sure it held the key to the chemical mechanism of heredity. They decided to have a crack at working out its molecular structure using a technique that was already being used to solve the structure of the more glamorous proteins. This entailed making long crystalline fibres of purified DNA and bombarding them with X-rays. As the X-rays entered the DNA, most went straight through and out the other side. But a few collided with the atoms in the molecular structure and bounced off to one side where they were detected by sheets of X-ray film – the same kind of film that hospital radiographers still use to get an image of a fractured bone. The deflected X-rays made a regular pattern of spots on the film, whose precise locations were then used to calculate the positions of atoms within the DNA.

After many weeks spent building different models with rods and sheets of cardboard and metal to represent the atoms within DNA, Watson and Crick suddenly found one which fitted exactly with the X-ray pattern. It was simple, yet at the same time utterly marvellous, and it had a structure that immediately suggested how it might work as the genetic material. As they put it with engaging self-confidence in the scientific paper that announced the discovery: ‘It has not escaped our notice that the specific pairings we have postulated immediately suggest a possible copying mechanism for the genetic material.’ They were absolutely right, and were rewarded by the Nobel Prize for Medicine and Physiology in 1962.

One of the essential requirements for the genetic material had to be that it could be faithfully copied time and again, so that when a cell divides, both of the two new cells – the ‘daughter cells’, as they are called – each receive an equal share of the chromosomes in the nucleus. Unless the genetic material in the chromosomes could be copied every time a cell

divided it would very soon run out. And the copying had to be very high quality or the cells just wouldn't work. Watson and Crick had discovered that each molecule of DNA is made up of two very long coils, like two intertwined spiral staircases – a 'double helix'. When the time comes for copies to be made, the two spiral staircases of the double helix disengage. DNA has just four key components, which are always known by the first letters of their chemical names: A for adenine, C for cytosine, G for guanine and T for thymine. Formally they are known as *nucleotide bases* – 'bases' for short. You can now forget the chemicals and just remember the four symbols 'A', 'C', 'G' and 'T'.

The breakthrough in solving the DNA structure came when Watson and Crick realized that the only way the two strands of the double helix could fit together properly was if every 'A' on one strand is interlocked with a 'T' directly opposite it on the other strand, just like two jigsaw pieces, 'A' will fit perfectly with 'T' but not with 'G' or 'C' or with another 'A'. In exactly the same way, 'C' and 'G' on opposite strands can fit only with each other, not with 'A' or 'T'. This way *both* strands retain the complementary coded sequence information. For example, the sequence 'ATTCAG' on one strand has to be matched by the sequence 'TAAGTC' on the other. When the double helix unravels this section, the cell machinery constructs a new sequence 'TAAGTC' opposite 'ATTCAG' on one of the old strands and builds up 'ATTCAG' opposite 'TAAGTC' on the other. The result is two new double helices identical to the original. Two perfect copies every time. Preserved during all this copying is the sequence of the four chemical letters. And what is the sequence? It is information pure and simple. DNA doesn't actually do anything itself. It doesn't help you breathe or digest your food. It just instructs other things how to do it. The cellular middle managers which receive the instructions and do the work are, it turns out, the proteins. They might look sophisticated, and they are; but they operate under strict directions from the boardroom, the DNA itself.

Although the complexity of cells, tissues and whole organisms is breathtaking, the way in which the basic DNA instructions are written is astonishingly simple. Like more familiar instruction systems such as language, numbers or computer binary code, what matters is not so much the symbols themselves but the order in which they appear. Anagrams, for example 'derail' and 'redial', contain exactly the same letters but in a different order, and so the words they spell out have completely different meanings. Similarly, 476,021 and 104,762 are different numbers using the same symbols laid out differently. Likewise, 001010 and 100100 have very different meanings in binary code. In exactly the same way the order of the four chemical symbols in DNA embodies the message. 'ACGGTA' and 'GACAGT' are DNA anagrams that mean completely different things to a cell, just as 'derail' and 'redial' have different meanings for us.

So, how is the message written and how is it read? DNA is confined to the chromosomes, which never leave the cell nucleus. It is the proteins that do all the real work. They are the executives of the body. They are the enzymes which digest your food and run your metabolism; they are the hormones that coordinate what is happening in different parts of your body. They are the collagens of the skin and bone, and the haemoglobins of the blood. They are the antibodies that fight off infection. In other words, they do everything. Some are enormous molecules, some are tiny. What they all have in common is that they are made up of a string of sub-units, called amino-acids, whose precise order dictates their function. Amino-acids in one part of the string attract amino-acids from another part, and what was a nice linear string crumples up into a ball. But this is a ball with a very particular shape, that then allows the protein to do what it was made for: being a catalyst for biological reactions if it is an enzyme, making muscles if it is a muscle protein, trapping invading bacteria if it is an antibody, and so on. There are twenty amino-acids in all, some with vaguely familiar names like lysine or phenylalanine (one of the ingredients of the sweetener aspartame) and others most people haven't come across, like cysteine or tyrosine. The order in which these amino-acids appear in the protein precisely determines its final shape and function, so all that is required to make a protein is a set of DNA instructions which define this order. Somehow the coded information contained in the DNA within the cell nucleus must be relayed to the

protein production lines in another part of the cell.

If you can spare one, pluck out a hair. The translucent blob on one end is the root or follicle. There are roughly a million cells in each hair follicle, and their only purpose in life is to make hair, which is mainly made up of the protein keratin. As you pulled the hair out, the cells were still working. Imagine yourself inside one of these cells. Each one is busy making keratin. But how do they know how to do it? The key to making any protein, including keratin, is just a matter of making sure that the amino-acids are put in the right order. What is the right order? Go and look it up in the DNA which is on the chromosomes in the cell nucleus. A hair cell, like every cell in the body, has a full set of DNA instructions, but you only want to know how to make keratin. Hair cells are not interested in how to make bone or blood, so all those sections of DNA are shut down. But the keratin instruction, the keratin *gene*, is open for consultation. It is simply the sequence of DNA symbols specifying the order of amino-acids in keratin.

The DNA sequence in the keratin gene begins like this: ATGACCTCCTTC... (etc. etc.). Because we are not used to reading this code it looks like a random arrangement of the four DNA symbols. However, while it might be unintelligible to us, it is not so to the hair cell. This is a small part of the code for making keratin, and it is very simple to translate. First the cell reads the code in groups of three symbols. Thus ATGACCTCCTTC becomes ATG-ACC-TCC-TTC. Each of these groups of three symbols, called a triplet, specifies a particular amino-acid. The first triplet ATG is the code for the amino-acid methionine, ACC stands for threonine, TCC for serine, TTC for phenylalanine and so on. This is the genetic code which is used by all genes in the cell nuclei of all species of plants and animals.

The cell makes a temporary copy of this code, as if it were photocopying a few pages of a book, then dispatches it to the protein-making machinery in another part of the cell. When it arrives here, the production plant swings into action. It reads the first triplet and decodes it as meaning the amino-acid methionine. It takes a molecule of methionine off the shelf. It reads the second triplet for the amino-acid threonine, takes a molecule of threonine down and joins it to the methionine. The third triplet means serine, so a molecule of serine gets tacked on to the threonine. The fourth triplet is for phenylalanine, so one of these is joined to the serine. Now we have the four amino-acids specified by the DNA sequence of the keratin gene assembled in the correct order: methionine-threonine-serine- phenylalanine. The next triplet is read, and the fifth amino-acid is added, and so on. This process of reading, decoding and adding amino-acids in the right order continues until the whole instructions have been read through to the end. The new keratin molecule is now complete. It is cut loose and goes to join hundreds of millions of others to form part of one of the hairs that are growing out of your scalp. Well, it would if you had not pulled it out.

FROM BLOOD GROUPS TO GENES

There are few things more distinctive about a person than their hair. It is one of the very first features we ask for in any description of a new baby, a stranger or a wanted criminal. Dark or blonde, wavy or straight, thick or balding: all these different possibilities add immediately to the picture we build up in our minds of someone we have never met. We certainly know how to manipulate the way our own hair appears. Salons are full as we pay to have our hair cut and shaped. Pharmacy shelves are lined with products to lighten, darken, straighten and curl. We are all working to make the best of the hair we were born with; but it is our genes which deal out the basic raw material. The difference between a natural redhead and a blonde lies in a difference in their DNA. Within the genes for keratin and the many others involved in the process of growing hair are small differences in the DNA sequence. These are responsible for giving the hair different characteristics of colour and texture. Most of these genes have yet to be identified, but they are certain to be inherited from both parents, although not necessarily in a straightforward way – which is why it is a fairly frequent occurrence that a new baby does not have the hair colour of either of its parents.

Hair type is a highly visible distinguishing feature by which we tell individuals apart, but by far the greatest inherited differences between us are invisible and remain hidden unless something brings them to our attention. The first of these inherited differences to be revealed were the blood groups. You cannot tell just by looking at someone which blood group he or she belongs to. You can't even tell by simply looking at a drop of their blood. All blood looks pretty much the same. It is only when you begin to mix blood from two people that the differences begin to make themselves apparent; and, since no-one had any reason to mix one person's blood with another until blood transfusions were invented, our blood groups stayed hidden.

The first blood transfusions were recorded in Italy in 1628, but so many people died from the severe reactions that the practice was banned there, as well as in France and England. Though there were some experimental transfusions using lamb's blood, notably by the English physician Richard Lower in the 1660s, the results were no better and the idea was given up for a couple of centuries. Transfusions with human blood started up again in the middle of the nineteenth century, to combat the frequently fatal haemorrhages that occurred after childbirth, and by 1875 there had been 347 recorded transfusions. But many patients were still suffering the sometimes fatal consequences of a bad reaction to the transfused blood.

By that time, scientists were beginning to discover the differences in blood type that were causing the problem. The nature of the reaction of one blood type with another was discovered by the French physiologist Léonard Lalois when, in 1875, he mixed the blood of animals of different species. He noticed that the blood cells clumped together and frequently burst open. But it was 1900 before the biologist Karl Landsteiner worked out what was happening and discovered the first human blood group system, which divides people into Groups A, B, AB and O. When a donor's ABO blood group matches that of the patient receiving the transfusion, there is no bad reaction; but if there is a mismatch, the cells form clumps and break open, causing a severe reaction. There is some historical evidence that the Incas of South America had practised transfusions successfully. Since we now know that most native South Americans have the same blood group (Group O), the Inca transfusions would have been much less dangerous than attempts in Europe, because there was an excellent chance that both donor and patient would belong to Group O and thus be perfectly matched.

Unlike the complicated genetics which governs the inheritance of hair, which is still not fully understood, the rules for inheriting the ABO blood groups turned out to be very simple indeed. Precisely because the genetics were so straightforward and could be followed easily from parents to offspring, blood groups were widely used in cases of contested paternity until

recently, when they were eclipsed by the much greater precision of genetic fingerprints. Their significance for our story in this book is that it was the blood groups which first launched genetics on to the world stage of human evolution. For this debut we need to go back to the First World War and to a scientific paper delivered to the Salonika Medical Society on 5 June 1918. It was translated and published the following year in the leading British medical periodical *The Lancet* under the title 'Serological differences between the blood of different races: the results of research on the Macedonian Front'. To give you a flavour of the sort of thing *The Lancet* published in those days, the article was sandwiched between a discourse by the eminent surgeon Sir John Bland-Sutton on the third eyelid of reptiles and a War Office announcement that those nurses who had been mentioned in dispatches for their work in Egypt and France would soon be getting a certificate from the King showing his appreciation.

The authors of the blood group paper were a husband and wife team, Ludwik and Hanka Herschfeld, who worked at the central blood group testing laboratory of the Royal Serbian Army, which was part of the Allied force fighting against the Germans. The First World War had a great influence on bringing blood transfusion practice towards its modern standards. Before the war it had been customary for physicians with a patient who needed a transfusion to test the blood groups of friends and relatives until a match was found, then bleed the donor and immediately give the blood to the patient. The high demand for transfusions on the battlefields of Europe meant that ways had to be found to store donated blood in blood banks ready for immediate use. All soldiers had their blood group tested and recorded so that, should they need an urgent transfusion to treat a serious battlefield wound, compatible blood of the correct type could be immediately drawn from the blood bank.

Ludwik Herschfeld had already demonstrated, some years earlier, that blood groups A and B followed the basic genetic rules laid out by Gregor Mendel. He was not sure what to make of blood group O and set it aside, though it was later shown to obey the same rules. Herschfeld saw the war as an opportunity to discover more about blood groups, and in particular how they compared in different parts of the world. The Allies drew soldiers from many different countries, and the Herschfelds set out to collate the blood group results from as many different nationalities as possible. It was a lot of work, but easier in wartime than later, when the research would, as they put it, 'have necessitated long years of travel'. For the obvious military reason that they were on the other side, they did not have the German data to hand, and the figures published in *The Lancet* were 'quoted from memory'.

When the Herschfelds came to review the results of their work, they found very big differences in the frequencies of blood groups A and B in soldiers who came from different 'races' as they called them. Among the Europeans, the proportions were around 15 per cent blood group B and 40 per cent blood group A. The proportion of men with blood group B was higher in troops drawn from Africa and Russia, reaching a peak of 50 per cent in regiments of the Indian Army fighting with the British. As the proportion of blood group B increased, there was a corresponding decrease in the frequency of blood group A.

In drawing their conclusions, the Herschfelds did not flinch from interpreting the significance of their results on a grand scale. They decided that humans were made up of two different 'biochemical races', each with its own origin: Race A, with blood group A, and Race B, with blood group B. Because Indians had the highest frequency of blood group B, they concluded that 'We should look to India as the cradle of one part of humanity.' As to how blood groups, and populations, spread, they go on: 'Both to Indo-China in the East and to the West a broad stream of Indians passed out, ever-lessening in its flow, which finally penetrated to Western Europe.' They were unsure about the origin of Race A and thought it might have come from somewhere around north or central Europe. We know now that their conclusions are complete nonsense; but they do illustrate that geneticists, then as now, are never shy of grandiose speculation.

The basic principle behind the evolutionary inferences drawn from the Herschfelds' blood group results was that 'races' or 'populations' that have similar proportions of the different blood groups are more likely to share a common history than those where the proportions

are very different. This sounds like common sense, and it looks like a reasonable explanation for the similarities found in the different European armies. But there were also some surprises. For example, the blood group frequencies of soldiers from Madagascar and Russia were almost identical. Did this mean the Herschfelds had uncovered genetic evidence for a hitherto unrecorded Russian invasion of Madagascar, or even the reverse, an overwhelming Malagasy colonization of Russia? Or take the Senegalese from West Africa, who were almost as close in their blood group frequencies to the Russians as the English were to the Greeks, which seems a bit unusual to say the least. What was happening was that because they were working with just one genetic system – the only one available to them – their analysis produced what appear to be some very reasonable comparisons between populations and others that look distinctly odd.

In the years after the First World War, it fell to the American physician William Boyd to compile the abundant blood group data coming from transfusion centres throughout the world. As he did so, he saw inconsistencies of the Russia/Madagascar kind revealed by the original Herschfeld results time and again, so frequently, in fact, that he actively discouraged anthropologists from taking any notice of blood groups. Boyd quotes a letter from one frustrated correspondent: 'I tried to see what blood groups would tell me about ancient man and found the results very disappointing.' Even so, the unsuccessful attempts to explain human origins using blood groups had had their compensations for the liberal-minded Boyd. He wrote: 'In certain parts of the world an individual will be considered inferior if he has, for instance, a dark skin but in no part of the world does possession of a blood group A gene exclude him from the best society.'

After the Second World War, William Boyd's baton as compiler of blood group data from around the world passed to the Englishman Arthur Mourant. A native of Jersey in the Channel Islands, Mourant originally took a degree in geology but was unable to translate that training into a career. His very strict Methodist upbringing had caused him considerable emotional unhappiness, which he determined to resolve by becoming a psychoanalyst. To do this he decided first to study medicine and enrolled, at the relatively late age of thirty-four, in St Bartholomew's Medical School in London. This was in 1939, just before the outbreak of the Second World War. To avoid the German bombing raids on the capital, his medical school was moved from London to Cambridge, and it was here that he met R. A. Fisher, the most influential geneticist of his day. Fisher had been working out the genetics of the new blood groups which were being discovered, and he had become fascinated by the particularly convoluted inheritance of one of them – the Rhesus blood group. This new group had been discovered by Karl Landsteiner and his colleague Alexander Wiener in 1940 after they mixed human blood with the blood of rabbits that had themselves been injected with cells of the Rhesus monkey (hence the name). Fisher had come up with a complicated theory to account for the way in which the different sub-types within the group were passed down from parents to their children, and this was being violently attacked by Wiener who had offered a much simpler explanation. Imagine Fisher's delight when the new arrival, Arthur Mourant, discovered a large family of twelve siblings which provided the practical proof of his theory. Fisher found him a job at once, and the meticulous Mourant spent the rest of his working life compiling and interpreting the most detailed blood group frequency distribution maps ever produced. He never did become a psychoanalyst.

As well as being instrumental in getting Arthur Mourant a job, the Rhesus blood groups were also about to play a central role in what people were thinking about the origins of modern Europeans and in identifying the continent's most influential genetic population – the fiercely independent Basques of northwest Spain and south-west France. The Basques are unified by their common language, Euskara, which is unique in Europe in that it has no linguistic connection with any other living language. That it survives at all in the face of its modern rivals, Castilian Spanish and French, is remarkable enough. But two thousand years ago, it was only the disruption of imperial Roman administration in that part of the empire that saved Euskara from being completely swamped by Latin, which was the fate of the now extinct

Iberian language in eastern Spain and south-east France. The Basques provided us with an invaluable clue to the genetic history of the whole of Europe, as we shall see later in the book, but their elevation to special genetic status only began when Arthur Mourant started to look closely at the Rhesus blood groups.

Most people have heard about the Rhesus blood groups in connection with the medical condition known as 'haemolytic disease of the new-born', more commonly known simply as 'Rhesus baby syndrome.' This serious and often fatal condition affects the second or subsequent pregnancy of mothers who are 'Rhesus negative!' – that is, who do not possess the Rhesus antigen on the surface of their red blood cells. What happens is this. When a Rhesus negative mother bears the child of a Rhesus positive father (whose red blood cells *do* carry the Rhesus antigen), there is a high probability that the foetus will be Rhesus positive. This is not a problem for the first child; but, when it is being born, a few of its red blood cells may get into the mother's circulation. The mother's immune system recognizes these cells, with their Rhesus antigen, as foreign, and begins to make antibodies against them. That isn't a problem for her until she becomes pregnant with her next child. If this foetus is also Rhesus positive then it will be attacked by her anti-Rhesus antibodies as they pass across the placenta. New-born babies affected in this way, who appear blue through lack of oxygen in their blood, could sometimes be rescued by a blood transfusion, but this was a risky procedure. Fortunately, 'blue baby syndrome' is no longer a severe clinical problem today. All Rhesus negative mothers are now given an injection of antibodies against Rhesus positive blood cells, so that if any do manage to get into her circulation during the birth of her first child they will be mopped up before her immune system has a chance to find them and start to make antibodies.

The significance of all this to the thinking about European prehistory is that Mourant realized that having two Rhesus blood groups in a single population did not make any evolutionary sense. Even the simplest calculations showed that losing so many babies was not a stable arrangement. There was no problem if everybody had the same Rhesus type. It didn't matter whether this was Rhesus positive or Rhesus negative, just so long as it was all one or the other. It was only when there were people with different Rhesus types breeding together that these very serious problems arose. In the past, before blood transfusions and before the antibody treatment for Rhesus negative mothers, there must have been a lot of babies dying from haemolytic disease. This is a very heavy evolutionary burden, and the expected result of this unbalanced situation would be that one or other of the Rhesus blood groups would eventually disappear. And this is exactly what has happened – everywhere except in Europe. While the rest of the world is predominantly Rhesus positive, Europe stands out as having a very nearly equal frequency of both types. To Mourant, this was a signal that the population of Europe was a mixture that had not yet had time to settle down and eliminate one or other of the Rhesus types. His explanation was that modern Europe might be a relatively recent hybrid population of Rhesus positive arrivals from the Near East, probably the people who brought farming into Europe beginning about eight thousand years ago, and the descendants of an earlier Rhesus negative hunter-gathering people. But who were the Rhesus negatives?

Mourant came across the work of the French anthropologist H. V. Vallois, who described features of the skeletons of contemporary Basques as having more in common with fossil humans from about twenty thousand years ago than with modern people from other parts of Europe. Though this kind of comparison has since fallen into disrepute, it certainly catalysed Mourant's thinking. It was already known that Basques had by far the lowest frequency of blood group B of all the population groups in Europe. Could they be the ancient reservoir of Rhesus negative as well? In 1947 Mourant arranged to meet with two Basques who were in London attempting to form a provisional government and were keen to support any attempts to prove their genetic uniqueness. Like most Basques, they were supporters of the French Resistance and totally opposed to the fascist Franco regime in Spain. Both men provided blood samples and both were Rhesus negative. Through these contacts, Mourant typed a

panel of French and Spanish Basques who turned out, as he had hoped, to have a very high frequency of Rhesus negatives, in fact the highest in the world. Mourant concluded from this that the Basques were descended from the original inhabitants of Europe, whereas all other Europeans were a mixture of originals and more recent arrivals, which he thought were the first farmers from the Near East.

From that moment, the Basques assumed the status of the population against which all ideas about European genetic prehistory were to be – and to a large extent still are – judged. The fact that they alone of all the west Europeans spoke a language which was unique in Europe, and did not belong to the Indo-European family which embraces all other languages of western Europe, only enhanced their special position.

The next leap forward came from the mathematical amalgamation of the vast amount of data that had accumulated from decades of research on individual systems like the different blood groups. This was accomplished by the man who has dominated the field for the past thirty years, Luigi Luca Cavalli-Sforza. We will meet him again later. Cavalli-Sforza, working with the Cambridge statistician Anthony Edwards, achieved this amalgamation using the earliest punched-card computing machines. By averaging across several genetic systems at once they managed to eliminate most of the bizarre and counter-intuitive conclusions that had discredited the anthropological applications of blood groups when they were worked on one at a time. The weakness of using just a single system was that two populations, like the Russians and the Malagasy, could end up with the same gene frequency just by chance rather than because of a common ancestry. This was far less likely to happen if several genes were compared, because the impact of a misleading result from one of them would be diluted out by the effect of the others. There were to be no more Russian invasions of Madagascar. None the less, the underlying principle remained the same. In an evolutionary sense, populations with similar gene frequencies were more likely to be closely related to each other than populations whose gene frequencies were very different.

Anthony Edwards explained his thinking in an ingenious article in *New Scientist* in 1965. He imagines a tribe that carries with it a pole along which are arrayed 100 discs which are either black or white. Every year, one disc, chosen at random, is changed to the other colour. When the tribe splits into two groups, each group takes with it a copy of the pole with the discs in their current order. The following year they each make one of the random changes to the discs. The next year they make another, the next year another and so on, continuing the custom of one random change every year. Since the changes they make are completely random, the order of the discs on the two poles becomes more and more dissimilar as each year passes. It follows that if you were to look at the poles carried by the two tribes you could estimate how long ago, in a relative sense, they separated from each other by the differences in the order of the black and white discs. Providing an absolute date was very difficult from the gene frequency data alone, but the comparative separation between the two tribes, known as the *genetic distance*, was a useful measure of their common ancestry. The bigger the genetic distance between them, the longer they had spent apart.

This was a clever image of the process of genetic change, called *genetic drift*, brought about by the random survival and extinction of genes as they pass from one generation to the next. This process leads to bigger and bigger differences in the frequencies of genes as time passes. Just like the order of discs in Edwards' analogy, gene frequencies can be used to backtrack and work out how long ago two groups of people were once together as a single population. These groups could be villages, tribes or whole populations, and there is no limit to the number of groups that can be analysed in this way. If you do it for the whole world, the outcome is a diagram like Figure I overleaf.

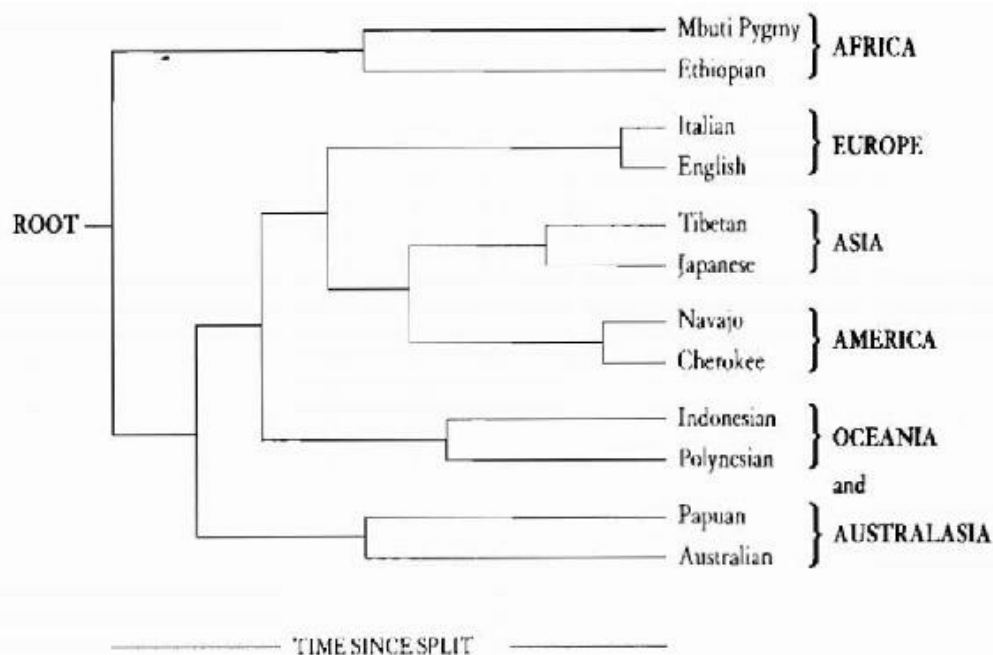


Figure 1

Along the right-hand side we have several 'populations' (I have picked two examples from each continent) and along the bottom is the genetic distance/time axis. This is what is called a population tree where the lines trace, from left to right, the estimated order in which 'populations' evolved and split from one another, as reconstructed from the assimilated frequencies of many different genes. At first glance, many of the groupings look quite sensible. The two European populations, the English and the Italians, are close together on two short 'branches' of the tree. The two native American tribes are connected together with their closest relatives in Asia, as we would expect if the first Americans crossed the Bering land bridge from Siberia to Alaska. The two populations from Africa are on a different branch from the rest of the world, which correctly emphasizes that continent's great antiquity as the cradle of human evolution. This is a much more sensible-looking tree than can be drawn from the First World War blood group data which, as well as allying Russia and Madagascar, entirely missed the importance of Africa. The reason for this, as noted earlier, is that the odd quirks that arose by chance with a single system, like the ABO blood groups, get ironed out by amalgamating the results from several different genes.

Edwards acknowledged that "The resultant evolutionary trees will certainly not provide the last word on human evolution," and offered the diagrams as a way of providing the genetic information in an understandable form. Unfortunately, the population trees first drawn with this admirable and modest intention were over-interpreted and became a source of contention. Among the several reasons for this is just the way they appear. They do look as if they are real evolutionary trees and have often been portrayed as exactly that. They could only be true evolutionary trees if human evolution really were a succession of population fissions along the lines of the splits that Edwards explains in his metaphor of the tribes with their poles and discs. Then and only then would the nodes, the points on the tree from which two lines diverge, represent a real entity. These would be the populations that existed before the splits, the proto-populations. But is that what really happened in human evolution? For instance, in the European part of the tree, was there ever such a thing as the proto-Anglo-Italian population which divided, never to meet again, and became the modern inhabitants of England and Italy? That might have been the case if the English and Italians became two different species as soon as they split and could never interbreed again. But they can, and they do, and they always have done. As we will discover later in the book, humans just did not evolve like this.

Perhaps the most serious objection to these trees is that their construction demands that the things at the end of the trees, the populations, be objectively defined. This process in itself segregates people into groups in ways that can tend to perpetuate racial classifications. It

gives some sort of overall genetic number to something that does not really exist. There are certainly *people* who live in Japan and Tibet, but there is no genetic meaning to *the population* of Tibet or Japan, taken as a whole. As this book will show, objectively defined races simply do not exist. Even Arthur Mourant realized that fact nearly fifty years ago, when he wrote: 'Rather does a study of blood groups show a heterogeneity in the proudest nation and support the view that the races of the present day are but temporary integrations in the constant process of... mixing that marks the history of every living species.' The temptation to classify the human species into categories which have no objective basis is an inevitable but regrettable consequence of the gene frequency system when it is taken too far. For several years the study of human genetics got firmly bogged down in the intellectually pointless (and morally dangerous) morass of constructing ever more detailed classifications of human population groups.

Fortunately, there was a way out of this impasse. The breakout came with the publication of a scientific paper in *Nature* in January 1987 by the veteran US evolutionary biochemist, the late Allan Wilson, and two of his students, Rebecca Cann and Mark Stoneking, entitled 'Mitochondrial DNA and human evolution'. The centrepiece of this article was a diagram which bears a superficial resemblance to the trees I have just been criticizing. I have reproduced a small section of it here in Figure 2, with only sixteen individuals instead of the 134 in the original paper.

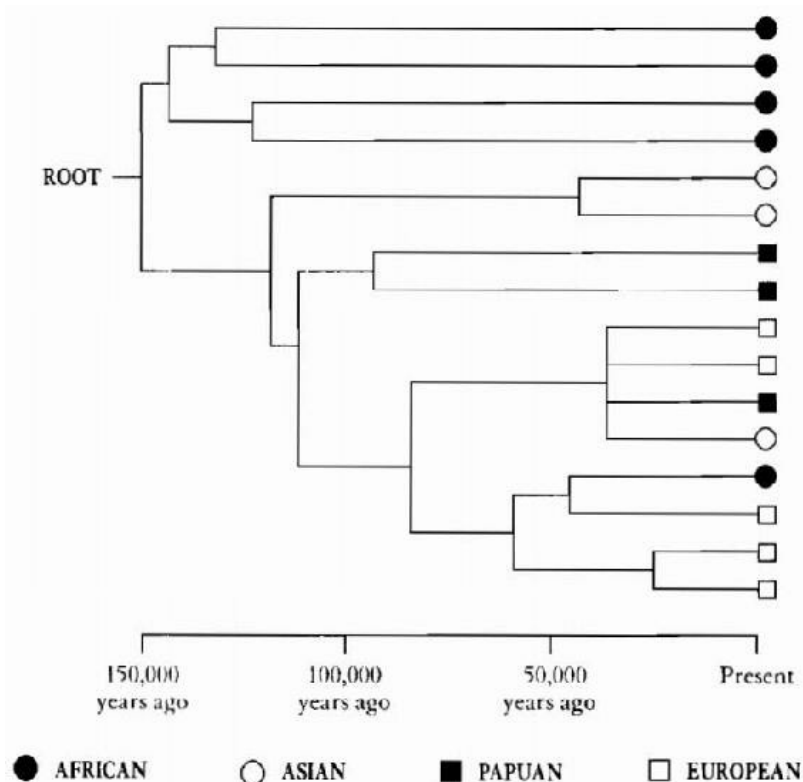


Figure 2

It is indeed an evolutionary tree; but this time the diagram means something. On the right of the tree the symbols at the tips of the branches represent not populations but the sixteen *individuals* that I have selected to illustrate the point, sixteen people from four different parts of the world: Africans, Asians, Europeans and Papuans from New Guinea. The first improvement over the other trees is that, unlike *populations*, there is no argument about whether *people* exist or not. They clearly do. The other improvement is that the nodes on the tree are also real people and not some hypothetical concept like a 'protopopulation'. They represent the last common ancestors of the two people who branch off from that point. The lines that connect the sixteen people on the diagram are drawn to reflect genetic differences between them in one very special gene called mitochondrial DNA whose unusual and useful properties I will introduce shortly. For reasons I shall explain in the next chapter, if two people have very similar mitochondrial DNA then they are more closely related, with respect to this gene, than two people with very different mitochondrial DNA. They have a common

ancestor who lived more recently in the past, and so are joined by shorter branches on the diagram. People with very different mitochondria] DNA share a more remote common ancestor and are linked by longer branches.

To see how this works we can use again the metaphor of the tribe with its pole holding black and white discs. But this time the pole is the mitochondrial DNA and the tribe that split in two is a person who has two children. Both children inherit the same mitochondrial DNA, the genetic equivalent of the same pattern of discs on the pole. When they have their own children they pass on the mitochondrial DNA to them, and so it goes on down the generations. Very occasionally, random changes, called mutations, occur in the mitochondrial DNA which alter it a little bit at a time. These occur quite by chance when the DNA is being copied as cells divide. As time passes, more random changes are added to the DNA, which are then retained and passed on to future generations. Very slowly, the mitochondrial DNA of the descendants of that first individual, their common ancestor, becomes more and more different as more random mutations are introduced one at a time.

The lines on the tree in Figure 2 are reconstructions of the relationships among these sixteen people, worked out from the differences in their mitochondrial DNA, the exact nature of which we will examine shortly. But look for the moment at the tree itself. The deep trunk at the top has four Africans at the tips, while the other deep trunk contains individuals from the rest of the world *and* one more African. Within this 'rest of the world' trunk, close branches sometimes connect people from the same part of the world, like the Asians and Papuans at the top or the Europeans at the bottom. But they also sometimes connect individuals from different places, like the branch near the middle that links a Papuan with an Asian and two Europeans. What's going on? The deep split between the exclusively African 'trunk' and the rest of the world is another confirmation of the antiquity of Africa which the population trees also pick up. The confusion in the 'rest of the world' trunk is confirmation of exactly what Arthur Mourant had in mind. It is 'the mixing that marks the history of every living species'. Small wonder, then, that this diagram threw a very large spanner in the works of the population tree *aficionados*. It shows that genetically related individuals are cropping up all over the place, in all the wrong populations. You just cannot sustain the fundamental idea of a population being a separate biological and genetic unit if individuals within one population have their closest relatives within another.

Moreover, as we shall see in greater detail later on, by using the mutation process just described we can estimate the rate at which mitochondrial DNA changes with time. This means we can work out the timescales involved. When we do that, all the branches and the trunks converge to a single point, the 'root' of the tree, at about 150,000 years ago. This had to mean that the whole of the human species was much younger and more closely related than many people thought.

The impact of 'Mitochondrial DNA and human evolution' was dramatic. It came down very firmly on one side of the argument about a fundamental question of human evolution. For many years there had been an intense and polarized debate on the origins of modern humans, based on different interpretations of fossil skeletons, mainly the skull. Both sides agreed that modern *Homo sapiens*, the species to which we all belong, originated in Africa. Both sides also agreed that an earlier type of human, called *Homo erectus*, was an evolutionary intermediate between ourselves and much older and more ape-like fossils. *Homo erectus* first appeared in Africa about two million years ago and by one million years ago, or perhaps even earlier, it had spread out to the warmer parts of the Old World. *Homo erectus* fossils have been found from Europe in the west to China and Indonesia in the east.

All that was – and is – agreed by both sides of the argument. What divides them is whether or not there was a much more recent spread of modern humans from Africa. The 'Out of Africa' school think there was, about 100,000 years ago, and that these new humans, our own *Homo sapiens*, completely replaced *Homo erectus* throughout its range. The opposing school of thought, the multi-regionalists, see clues in the fossils that suggest to them that *Homo sapiens* evolved directly from their local *Homo erectus* populations. This would mean that modern

Chinese, for example, are directly descended from Chinese *Homo erectus*, and modern Europeans are similarly evolved from European *Homo erectus*, rather than being descendants of *Homo sapiens* who migrated from Africa. In the multi-regional scheme a modern European and a modern Chinese would have last shared a common ancestor at least one million years ago, while in the 'Out of Africa' scenario they would be linked very much more recently.

What the mitochondrial gene tree did was to introduce an objective time-depth measurement into the equation for the first time. It showed quite clearly that the common mitochondrial *ancestor* of all modern humans lived only about 150,000 years ago. This fitted in very well with the 'Out of Africa' theory and was enthusiastically welcomed by its supporters. But it came as a severe shock to the multi-regionalists. If all modern humans were related back to a common ancestor as recently as 150,000 years ago, they could not possibly have evolved in different parts of the world from local populations of *Homo erectus* that had been in place for well over a million years. Though the multi-regionalists, being thoroughly modern humans themselves, have refused to accept defeat, the mitochondrial gene tree dealt a wounding blow to their theory from which it has not yet recovered.

For us, it was great news. Mitochondrial DNA was catapulted by this controversy into its position as the prime molecular interpreter of the human past. A surge of research effort was bound to follow in laboratories all over the world. And that meant there would be lots of data with which we could compare our own results. If we were going to put the results from the old bones into a modern context, then we could not do better than use mitochondrial DNA.

THE SPECIAL MESSENGER

Mitochondria are tiny structures that exist within every cell. They are not in the cell nucleus, the tiny bag in the middle of the cell which contains the chromosomes, but outside it in what is called the cytoplasm. Their job is to help cells use oxygen to produce energy. The more vigorous the cell, the more energy it needs and so the more mitochondria it contains. Cells from active tissues like muscle, nerve and brain contain up to one thousand mitochondria each.

Each mitochondrion is enclosed within a membrane. Arranged in an elaborate structure within the membrane are all the enzymes required for the final stage of aerobic metabolism. This is the part where the fuel we take in as food is burnt in a sea of oxygen. There are no flames and all the oxygen is dissolved, but it is as much a piece of combustion as what happens in a gas fire or a car engine. Fuel and oxygen combine to produce energy. Fires and engines produce their energy as heat and light. Mitochondria do not give off light when they burn fuel but they do heat up – it is partly the heat given off by mitochondria that keeps us warm. However, the main output is a high-energy molecule called ATP, which is used by the body to run virtually everything, from the contraction of heart muscles, to the nerves in your retina that is reading this page, to the cells in your brain that are interpreting it.

Buried right in the middle of each mitochondrion is a tiny piece of DNA, a mini-chromosome only sixteen and a half thousand bases in length. This is minuscule compared to the total of three thousand million bases in the chromosomes of the nucleus. Finding DNA in mitochondria at all was a big surprise. And it is very peculiar stuff. For a start, the double helix of this DNA is formed into a circle. Bacteria and other micro-organisms have circular chromosomes, but not complex multi-cellular organisms and certainly not humans. The next surprise was that the genetic code in mitochondrial DNA is slightly different from the one that is used in the nuclear chromosomes. Mitochondrial genes hold the code for the oxygen-capturing enzymes that do the work in mitochondria. However, many genes that govern the workings of the mitochondria are firmly embedded within the chromosomes of the nucleus.

How did this all come about? The current explanation is stunning. It is thought that mitochondria were once free-living bacteria that, hundreds of millions of years ago, invaded more advanced cells and took up residence there. You could call them parasites, or you could call their relationship with the cells symbiotic, with both cells and mitochondria doing something for each other. Cells got a great boost from being able to use oxygen. A cell can create much more high-energy ATP from the same amount of fuel using oxygen than it can without it. For their part, the mitochondria evidently found life within the cell more comfortable than outside. Very slowly, over millions of years, some of the mitochondrial genes were transferred to the nucleus, where they remain. This means mitochondria are now trapped within cells and could not return to the outside world even if they wanted to. They have become genetically institutionalized. Even now you can see the evidence of gene transfers between mitochondria and nucleus that didn't work out. The nuclear chromosomes are littered with broken fragments of mitochondrial genes that have moved across to the nucleus over the course of evolution. They can't do anything because they are not intact. So they just sit there, as molecular fossils, a reminder of failed transfers in the past.

There is something else which is unique to mitochondria. Unlike the DNA in the chromosomes of the nucleus, which is inherited from both parents, everyone gets their mitochondria from only one parent – their mother. The cytoplasm of a human egg cell is stuffed with a quarter of a million mitochondria. In comparison, sperm have very few mitochondria, just enough to provide the energy for swimming up the uterus as they home in on the egg. After the successful sperm enters the egg to deliver its package of nuclear chromosomes it has no further use for the mitochondria, and they are jettisoned along with the tail. Only the sperm-head with its package of nuclear DNA enters the egg. The plump,

fertilized egg now has nuclear DNA from both parents, but its only mitochondria are the ones that were in the cytoplasm all along – and they all come from the mother. For that simple reason, mitochondrial DNA is always maternally inherited.

The fertilized egg divides again and again, forming first an embryo, then a foetus, which in turn becomes a new-born baby and, eventually, an adult. Throughout this process, the only mitochondria to be found are copies of the originals from the mother's egg. Though both males and females have mitochondria in all their cells, only women pass theirs on to their offspring because only women produce eggs. Fathers pass on nuclear DNA to the next generation, but their mitochondrial DNA gets no further.

Changes to DNA, both in the mitochondria and in the nucleus, arise spontaneously as simple mistakes during the copying that accompanies cell division. Cells have error-checking mechanisms which correct most mistakes, but a few escape this surveillance and get through. If these mutations occur in cells that go on to produce eggs or sperm, known as the *germline cells*, then they can be passed on to the next generation. Mutations that occur in the other body cells, called *somatic cells* – the ones that aren't going to produce germline cells – will not be passed on. Most DNA mutations have no effect at all. Only very occasionally, when they strike and disable a particularly important gene, will mutations be noticed. In the worst cases, these mutations can produce serious genetic diseases, some of which we shall encounter in a later chapter, but most of the time they are harmless.

The rate at which mutations occur in nuclear DNA is extremely low – roughly, only one nucleotide base in one thousand million will mutate at every cell division. Mitochondria, on the other hand, are not quite so vigilant with their error-checking and allow through about twenty times as many mutations. This means that many more changes are to be found in mitochondrial DNA than in the equivalent stretch of nuclear DNA. In other words, the 'molecular clock' by which we can calculate the passage of time through DNA is ticking much faster in the mitochondria than in the nucleus. This makes mitochondria even more attractive as a tool in investigating human evolution. If the mutation rate were very low, then too many people would have exactly the same mitochondrial DNA and there wouldn't be enough variety to tell us anything much about developments over time.

There is yet another bonus. Although mutations are found all round the mitochondrial DNA circle, and this whole range was used by Allan Wilson and his students in 'Mitochondrial DNA and human evolution', there is a short stretch of DNA where mutations are especially frequent. This section, about five hundred bases in length, is called the *control region*. It has managed to accumulate so many mutations because, unlike the rest of the mitochondrial DNA, it does not carry the codes for anything in particular. If it did, then many of the mutations would affect the performance of the mitochondrial enzymes. This does sometimes happen when mutations hit other parts of the mitochondrial DNA outside the control region; there are some rare neurological diseases which are caused by mutations in genes that disable essential parts of the mitochondrial machinery. Because they are so damaged, these mitochondria do not survive well and are only very rarely passed on to the next generation. So these mutations gradually die out. The control region mutations, on the other hand, are not eliminated, precisely because the control region has no specific function. They are neutral. It appears that this stretch of DNA has to be there in order for mitochondria to divide properly, but that its own precise sequence does not matter very much.

So here we have the perfect situation for our research: a short stretch of DNA that is crammed full of neutral mutations. It would be much quicker and cheaper to read the sequence of the control region, just five hundred bases, than the entire mitochondrial DNA sequence at over sixteen thousand bases. But was the control region going to be stable enough to be useful in examining human evolution? If the control region were mutating back and forth at a great rate at every generation, then it would be extremely difficult to make out any consistent patterns over the course of longer time spans. We knew already from the work of Allan Wilson that if we were going to dig down deep into the genetic history of our species, *Homo sapiens*, using mitochondrial DNA, we needed to cover at least 150,000 years of human

evolution – say 6,000 generations at twenty-five years per generation. If mutation in the control region were too frantic or erratic, it would be very hard, if not impossible, to distinguish the important signals from all the incidental, irrelevant changes after a few generations. We needed a way of testing this before embarking on the time-consuming and expensive commitment of a large study of human populations. How could we best do this?

Ideally, I wanted to find a large number of living people that could be proved to be descended through the female line from a single woman. In the course of my medical genetics research on inherited bone disease, I had worked with several large families; so now I took out the charts on which I had recorded their pedigrees. Although these went back several generations, there were depressingly few continuous maternal lines connecting the living members of these families. I could ask for the families' help to put me in touch with relatives who were not shown on the charts; but it would be a long business. Still, there seemed nothing else for it, and I began to dig out their names and addresses. On my way back home that night, while I was thinking about something else, I experienced one of those rare moments when an idea suddenly arrives from the recesses of the mind, goodness knows how, and you know within a millisecond that it is the answer to your problem, even though you haven't had time to work out why. I suddenly remembered the golden hamster.

When I was a small boy, I read in a children's encyclopaedia that all the pet golden hamsters in the world were the descendants of just one female. I can definitely say that I had not thought about this again over the intervening decades. And yet the idea surfaced now. I do remember thinking at the time that the story couldn't possibly be true. But what if it were? This would be the ideal way to test out the stability of the control region. All the golden hamsters in the world would have a direct maternal line back to this 'Mother of all Hamsters'. It follows that they would also have inherited their mitochondrial DNA from her, since it is passed down the female line in hamsters just as it is in humans. All I had to do was collect DNA from a sample of living hamsters and compare their control region sequences. I didn't need to have an accurate pedigree, because if there really had been only one female to start with they all had to trace back to her anyway. If the control region was going to be stable enough to be any use to us, then its sequence should be the same, or very similar, in all living hamsters.

I asked Chris Tomkins, an undergraduate student who, in the summer of 1990, had just started his final year genetics project in my laboratory, to see what he could find out about the golden hamster. The first thing he discovered is that, properly speaking, they are not called golden hamsters at all but Syrian hamsters. Chris went straight down to the Oxford public library and came back with some good news: he had found out that there was a National Syrian Hamster Council of Great Britain. He called the secretary and next day we were on our way to an address in Ealing, west London. Here we were greeted, with no little suspicion, by the secretary of the Syrian Hamster Club of Great Britain – Roy Robinson (now sadly deceased).

The late Mr Robinson was the product of a vanished age, a self-taught amateur scientist of great distinction. His dimly lit study was full of books on animal genetics, many of them written by himself. He pulled out his book on the Syrian hamster. His eyesight was very poor, and even with the help of very thick spectacles he needed to hold the text right up close to his face. He confirmed the story I had read as a boy. Apparently, in 1930 a zoological expedition to the hills around Aleppo (now Halab) in north-west Syria had captured four unusual small golden- brown rodents, one female and three males, and taken them back to the Hebrew University in Jerusalem. They were kept together, and the female soon became pregnant and gave birth to a litter. There was clearly going to be no difficulty in breeding them in captivity. The university began to distribute them to medical research institutes around the world, where they became popular as an alternative to the more usual rats and mice – though they were tricky lab animals, active only at night, bad- tempered and prone to bite their handlers (good for them!). The first recipient was the Medical Research Council institute at Mill Hill in north London, which passed some on to London Zoo. By 1938 the first golden hamsters had reached the United States.

Sometimes, lab animals that are no longer required are taken home by staff and kept as pets rather than being killed. Over time, hamsters spread from one household to another and, as their popularity increased, commercial breeders added them to their catalogues and groups of hamster enthusiasts started up. In 1947 a piebald hamster appeared in one breeding colony – the first of many coat colour varieties, caused by spontaneous mutations in the coat colour genes, it showed itself because of the inbreeding within the colony. It wasn't difficult to mate the mutants with each other and produce a pure-bred strain. Breeders became ever keener to find new coat colours, and over the next few years many different such mutants were discovered and pure-bred strains established – cream, cinnamon, satin, tortoiseshell and many more. Hamsters made good pets and the availability of strains with different coats only added to the interest. Thus began the population explosion: today there are over three million hamsters kept as pets all over the world.

Mr Robinson lived in an old horticultural nursery, which at the time we visited was quite run down. A long, rectangular plot enclosed by walls of beautiful old brick contained overgrown flower beds and a handful of greenhouses with cracked and broken panes. There were also two substantial sheds, and we made our way to the first one on the left, where Mr Robinson unlocked the door to let us in. We could not believe our eyes. Inside were rack upon rack of cages, all labelled and numbered, within each of which nestled a family of hamsters. Mr Robinson had collected an example of every single coat variety that had ever been produced, and was interbreeding them to unravel the genetics. There were pure-white hamsters, lilac hamsters, hamsters with short dark fur and hamsters with long fine coats like an angora goat. So eminent was Mr Robinson in the world of Syrian hamsters that each time a new coat mutant was discovered, a pair would be sent to Ealing. We were looking at the world reference collection. To cap it all, he opened an old 'Quality Street' sweet tin and there inside, neatly stacked, were the dried skins of the original animals that had been sent to him. Martin Richards, who had made the trip along with Chris and myself, was so taken that he bought two hamsters from a pet shop in Ealing on the way home. He kept them in his flat for two years until they passed away. Of more immediate significance, we took away from Mr Robinson's collection a few hairs taken from each strain.

Mr Robinson had also given us the contact details of Syrian hamster breeders' and owners' clubs throughout the world, and Chris was about to write to them asking for hair samples when it occurred to us that this might not go down very well. We had already discovered that you needed quite a number of hairs to get out the DNA. Hamster hairs were very fine and tended to break off above the root. Although the animals didn't mind a few hairs being plucked, they were likely to feel a little uncomfortable, and so were their owners, if we asked for substantial tufts. That's when we realized we needed another source of DNA. We hit on what seemed at first a completely wild idea. We knew the DNA amplification reaction was exquisitely sensitive, which is why it had worked with the ancient DNA from the archaeological bones. Would there be enough hamster cells shed from the walls of the large intestine to survive in their droppings? Surely, not even the most devoted owner would begrudge parting with a few droppings for the cause of science. But would it work? There was only one way to find out – so next day Martin appeared with a fresh crop from his house guests. They were dried and shrivelled, rather like mouse droppings, and totally inoffensive. Even so, Chris used tweezers to pick them up and put them into a test tube. He boiled the droppings for a few minutes, spun down the sediment in a centrifuge and took a drop of the clear liquid into the DNA amplification reaction. It worked a treat.

For the rest of the summer small packets arrived from hamster enthusiasts all over the world. With their characteristic rattle, we knew immediately what they were. We eventually got DNA from thirty-five hamsters, and it wasn't long before Chris had sequenced the mitochondrial control region in all of them. They were all absolutely identical. So the story was true after all. All the pet hamsters in the world really do come from a single female. But more importantly for us, the control region had remained completely stable. From that very first hamster captured in the Syrian desert to its millions of great-great-great... great-

grandchildren from every corner of the world, the control region DNA had been copied absolutely faithfully with not even a single mistake.

It was an amazing thought. Going flat out, hamsters can manage four or five generations a year. At that rate there would have been time for at least two hundred and fifty hamster generations since 1930. Even though all thirty-five of our hamsters would not have traced independent maternal lines all the way back to 1930, the fact that there were absolutely no DNA sequence differences between any of them had to mean that the anxiety I had that mutations in the control region might be happening too quickly was unfounded. Quite the reverse, in fact: this was a very reliable region of DNA after all, not given to fickle fits of mutation that would make it impossible to trace over the hundreds of generations we wanted to explore in our own human ancestors. Of course, there was a chance that even though the control region was stable in hamsters, it might not be in humans. I didn't think this was very likely, given the very fundamental nature of mitochondria, and I was prepared to take that risk.

I was not alone in my interest. Before very long it was plain that other scientists were thinking along the same lines and had realized the potential of this very special piece of DNA to illuminate not only the grand schemes of human evolution but much more recent mysteries as well.

THE TSAR AND I

In July 1991 the remains of nine bodies were dug out of a shallow grave in birch woods just outside Ekaterinburg, formerly Sverdlovsk, in the Russian Urals. This exhumation was the culmination of years of research and persistence by the Russian geologist Aleksandr Avdonin, who thought he had located the resting place of the last of the Romanovs, the imperial Russian royal family. The last Tsar, Nicholas II, his wife, the Tsarina Alexandra, and their five children had been executed, or murdered – depending on your point of view – along with their doctor and three servants in the basement of the house in which they had been kept prisoner by the Bolsheviks. This was the night of 16 July 1918, in the turmoil of revolutionary Russia, and rather than risk the royal captives being released by White Russians who were then closing on the town, the decision was made, at the highest level, to kill them.

According to a contemporary account, the family were already in bed when the final elements of the plan were put into action. A telegram was sent to Lenin in Moscow asking him to sanction the execution. Delays on the way meant that it did not reach the Kremlin until after eleven o'clock at night. The reply which gave the green light arrived at one o'clock the following morning. At half past one, a truck drew up at the house ready to take away the bodies. The family were roused and informed that, because of the military action in the town, they must spend the rest of the night in the basement where they would be safer. The Romanovs had heard the distant sound of artillery every night for the past fortnight, and saw nothing particularly sinister in this request, so they all made their way quietly down the stairs.

When they got down to the cellar, they were still not alarmed to find several guards had joined them. Even when they were asked to line up in a group, they were not suspicious. Then the leader of the execution squad approached the Tsar and took a piece of paper out of his pocket with one hand while his other rested on a revolver inside his jacket. Hastily he read the notice which condemned them to death. The Tsar was confused. He turned to his family, then to the guards, who drew their weapons. The girls started to scream. The firing began. First to be hit was the Tsar; he slumped to the floor. The cellar echoed with the screams of the victims mixed with the sound of gunfire and bullets as they ricocheted around the room. It was pandemonium, and the room soon filled with smoke, making it even harder for the squad to pick out their targets who were rushing to and fro in a blind panic. The order to cease firing was given and the victims were finished off with bayonets and rifle butts. It had taken less than three minutes to put an end to a dynasty that had ruled Russia for three hundred years.

The house is no longer there. It was demolished in 1977 on the orders of the First Secretary of the Sverdlovsk Region, the young Boris Yeltsin. But the fate of the Romanovs themselves remained something of a mystery. In the atmosphere of uncertainty and disinformation that prevailed in Bolshevik Russia, just because there were official reports of events, even events as historic and infamous as the 'execution' of the Romanovs, this did not mean that the events described had actually taken place. There were persistent rumours, actively encouraged by Soviet propaganda at the time, that the Romanovs had been sent to a safe place for their own protection. Another rumour circulated that the Tsarina and the children had been smuggled out to Germany. Yet another had the Tsar in the Kremlin, where Lenin was preparing to reinstate the monarchy as soon as the bourgeoisie had been eliminated and the Tsar was 'reconnected to the people'.

The discovery of the skeletons at least promised to introduce some objective evidence into the debate. The proof of the execution story depended entirely on showing that the remains taken from the pit really were those of the Romanovs. The location at least tallied with some contemporary accounts that told of the bodies being loaded on to a truck and driven into the woods on the outskirts of the town. According to these accounts, the executioners panicked when their truck became stuck in the mud, and they threw the bodies into a hastily dug pit

before dousing them with sulphuric acid in a vain attempt to remove all features which could be used for identification.

When all the recovered bones were assembled, it soon became clear that these were the remains of only nine bodies, two fewer than there should have been if all the victims of the massacre had been buried in the same grave. After the long and painstaking process of refitting more than eight hundred bones and rebuilding the shattered skulls that had been crushed by the rifle butts of the burial detachment, it was concluded from the skeletons that the nine bodies were those of the Tsar and Tsarina; three of their five children – Maria, Tatiana and Olga; their physician, Dr Eugeny Botkin; and three servants, Alexei Trupp the valet, Ivan Kharitonov the cook and Anna Demidova the Tsarina's maid. There was no sign of the bodies of the youngest daughter Anastasia, nor of the Crown Prince, the Tsarevich Alexei. Other than these reconstructions, what further tests could be done on the remains to confirm their identity?

We had already published a paper in 1989 showing that DNA could be extracted from much older bones than these, so it was only natural to try to get DNA from the Ekaterinburg remains in the hope of confirming that these were the Romanovs. The work was carried out by the Russian Academy of Sciences and the British Forensic Science Service. First they used conventional forensic genetic fingerprints to identify the sex of the skeletons and to confirm that they did indeed include a family group of two parents and three children. DNA from the remains presumed to be those of Dr Botkin and the servants showed that they were unrelated to the family group or to each other. So far, everything fitted in well with the conclusions of the bone experts.

These scientists also succeeded in recovering mitochondrial DNA from the bones, and came up with two different sets of sequences from the family group. The female adult, the presumed Tsarina, and all three children had an identical mitochondrial DNA sequence. The male adult in the family group, the presumed Tsar, had a different sequence. This was exactly what you would expect from a family. All three children had inherited their mother's mitochondrial DNA sequence while the father, who had got his from his own mother, had not passed it on to any of his children. However, on its own, extracting the mitochondrial DNA and sequencing it did not identify this family as the Romanovs – any family would show the same pattern of identity between mother and offspring, with the father showing a different sequence. The only way of proving *which* family this was was to locate living relatives of the Tsar and Tsarina who were connected to the dead Russians through a series of entirely maternal links. They didn't have to be especially close relatives; the real power of mitochondrial DNA is that it is not diluted by distance. So long as the connections are exclusively maternal and not disrupted by a father-child link, then the mitochondrial DNA will be identical.

Fortunately, it was possible to trace living direct maternal relatives of both the Tsar and the Tsarina. The Tsar had an unbroken maternal connection through his grandmother Louise of Hesse-Cassel, the Queen of Denmark, to a Count Nicolai Trubetskoy, seventy years old and living in peaceful retirement on the Côte d'Azur after a lifetime as a merchant banker. The Tsarina could trace a direct maternal link through her sister Princess Victoria of Hesse to His Royal Highness Prince Philip, the Duke of Edinburgh, the husband of Queen Elizabeth II. After several rounds of discreet negotiation both men agreed to provide a small blood sample from which their DNA could be extracted. What would they show?

The notation everyone uses to compare mitochondrial DNA sequences involves quoting differences from a set reference sequence, in fact the very first mitochondrial DNA to be entirely sequenced, by a team from Cambridge in 1981. In this notation, a DNA sequence which differs from the reference sequence at the fifteenth and one hundredth positions in the 500 base control region segment is abbreviated to 15, 100. The sequence from the Duke of Edinburgh was 111, 357 using this notation. At all the other 498 positions along the 500 base stretch, the Duke's sequence was exactly the same as the reference sequence.

It is always much harder to get a complete sequence in one go from ancient DNA than from a

modern sample. The strands are fragmented by the ageing process, so even the relatively short 500 base segment of the control region has to be built up in overlapping stages of a hundred bases or so. This is a laborious process, but eventually the sequences of the presumed Tsarina and her three children were typed. They all had exactly the same sequence of 111, 357. They were all an exact match with the Duke of Edinburgh.

The same, however, was not true for the adult male, the presumed Tsar. He was not an exact match with Count Trubetskoy. Whereas the Trubetskoy sequence was 126, 169, 294, 296, the presumed Tsar's DNA had mutations at only 126, 294 and 296 – very similar but not identical. This was a definite setback. There was so much circumstantial evidence connecting the bodies with the Romanovs, and there was the exact match of the females with the Duke of Edinburgh. But there is no point in doing a genetic test if you don't take notice of the result. A close match is not an exact match. And if the maternal connection over six generations with Count Trubetskoy was unbroken, the match would be exact.

Was there a chance that the Count was not really a relative of the Tsar, even though the family tree had recorded him as such? If so, there would have to have been a break somewhere along the line going back from the Tsar to Louise of Hesse-Cassel and then down to Count Trubetskoy. It would mean, in fact, that one of the people on this line had a different mother from the woman recorded on the pedigree. This is always a possibility – there could have been an adoption or a mix-up at the birth – but these are only remote possibilities. If it were a paternal line that was being followed it would be different. A child can easily have a different biological father from the man married to his mother; but such mis-identification is much more unlikely down the maternal line. After all, both mother and baby have to be present at the birth. The only formal conclusion that could be reached was that this was not the Tsar; and so, that since the conventional genetic fingerprints had already identified him as the father of the three children found in the grave, this was not the grave of the Romanovs after all.

But even though the mitochondrial DNA sequences of Trubetskoy and the male skeleton were not exactly the same, they were very close; and so near a miss invited further thought. They both shared three mutations at positions 126, 294 and 296. Trubetskoy had another one at position 169. Was it possible that there had been an error in reading the sequence of the 'Tsar's' mitochondrial DNA? The team went back to the original trace from the sequencing machine and looked very closely at the readings at position 169 for the 'Tsar's' sample. The trace itself looks like four superimposed lines of different colours, representing the readout from four separate channels which detect the four DNA bases: red for T, black for G, blue for C and green for A. While Trubetskoy's trace showed a clear red peak at position 169 corresponding to the mutation T, the 'Tsar's' trace at the same position showed the blue peak for C, the same as the reference sequence. But underneath the blue peak was a small red blip. Could it be that the 'Tsar's' DNA was a mixture of two mitochondrial DNA sequences, the main one with the sequence 126, 294, 296 and another, much smaller, with the same sequence plus the mutation at position 169? There was one way to find out, and that was to clone it.

Cloning is the only way to separate the different DNA molecules in a mixture. Briefly, it involves tricking bacteria into accepting just a single molecule of DNA and then copying it as if it were their own. Getting DNA into bacteria is a very inefficient process; only one in a million accepts it. Still, if just a couple of dozen bacteria can be persuaded to take in the DNA; they can be treated in such a way that the only bacteria to survive and grow as colonies on a culture dish are the ones with the extra DNA. They can then be picked off and the DNA sequenced. Within each colony, all the DNA will be copies of the original molecule that was accepted. If there is a mixture of two different DNA molecules to start with, some of the colonies will have one type and some will have the other. The scientists managed to create twenty-eight clones containing mitochondrial DNA from the 'Tsar'. When each of these was individually sequenced, twenty-one contained the main sequence 126, 294, 296 read from the original trace, without the mutation at 169. But the DNA from seven clones did contain the additional 169 mutation, making it absolutely identical to Count Trubetskoy's.

What the researchers had stumbled across was the very rare state where a new mutation, in this case at position 169, is part way to becoming established. This state, formally called *heteroplasmy*, had scarcely ever been observed before and was very little understood. As we will see in a later chapter, we know a lot more about heteroplasmy now; in 1994, when the paper on the 'Romanov' remains was published, it was a novelty. But it did get the researchers off the hook. Here was the evidence they needed that there was indeed a continuous maternal link between the bones of the Ekaterinburg 'Tsar' and a living relative of Tsar Nicholas II.

The mitochondrial DNA matches were certainly good evidence to support the case that the Ekaterinburg bones were the remains of the Romanovs. But was it proof? Proof can never be absolute. It is always relative. In the case of the Romanovs the degree of certainty could be given a mathematical form depending on how common these mitochondrial sequences are in Europe. In those early days of the research we didn't know many European sequences, so it was hard to know how strong the evidence was. Now we have far more sequences to compare, and we know that the Duke of Edinburgh's sequence (111, 357) is actually extremely rare: it has not been found again in over six thousand Europeans. Since it has not been seen elsewhere, we cannot accurately estimate its frequency, but it is very unlikely to be higher than one in a thousand. This means there is, at most, a one in a thousand chance that the mitochondrial DNA sequence from a European picked at random would match the Duke of Edinburgh. So there was still a very small chance that the female Ekaterinburg bones did not belong to the Tsarina and her children at all, but to another family who just happened to have the same mitochondrial DNA as the Duke of Edinburgh. The Trubetskoy sequence (126, 169, 294, 296) is again very rare and has not been seen in six thousand modern Europeans. However, the Tsar's main sequence (126, 294, 296) is much more frequent, with just under one in a hundred Europeans matching it exactly. So, once again there was a small but finite chance that the bones of the adult male were not the Tsar's but those of someone else who just happened to match.

Though the DNA matches gave a pretty high level of proof already, there is a further level to consider. We have not yet taken into consideration the fact that the two sets of matching sequences were found in the same grave and came from the parents of the three children, according to the DNA fingerprints. How does that affect the result? The answer is that it makes the level of proof that these really were the Romanov bones very high indeed. The probability of getting matches to *both* sets of mitochondrial DNA sequences just by chance is the mathematical product of the individual probabilities. That is one in a thousand multiplied by one in a hundred, which comes to the vanishingly small figure of one in a hundred thousand. Add to that the circumstantial evidence which led to the discovery of the grave and the evidence of bullet wounds, and the proof climbs even higher towards 100 per cent.

But one mystery remained. Only five Romanov bodies were ever found – two adults and three girls. Formally, one might take the view that this is evidence against the remains being those of the Romanovs at all. But it tallies with persistent rumours that some of the children had escaped execution. A Soviet announcement that only the Tsar himself had died and that the rest of the family had been sent to a safe place was swiftly followed by the appearance of all too obvious impostors. For a while, every town in Siberia, then in the hands of the White Russians and not the Bolsheviks, had its own 'Grand Duchesses' and 'Crown Princes'. Most were obvious frauds, but some managed to do well out of the deception for a while. One enterprising businessman even ran a regular export service, persuading local millionaires to part with their cash to help him send the imperial refugees abroad to safety. His accomplice, playing the part of one or other rescued 'Grand Duchess', even allowed the entranced sponsors to kiss her hand as she bade a tearful last farewell to her beloved country.

The Tsar's mother, the Dowager Empress Marie Fedorovna, exiled in Copenhagen, did more than anyone to keep alive the myth that her family had survived, refusing to accept that they had died right up to her own death in 1928. Throughout the last ten years of her life she was challenged to accept the claims of numerous pretenders as her grandchildren. By far the most persistent of these claims was that of the woman who became known as Anna Anderson. It

began when a young woman jumped from a bridge into the Landwehr canal in Berlin in February 1919, seven months after the Ekaterinburg massacre. She was rescued, but resolutely refused to reveal her identity and was confined to a mental hospital as 'Fräulein Unbekannt' – the unknown lady. One of her fellow inmates, Clara Peuthert, became convinced, from an account of the massacre in a Berlin newspaper, that this withdrawn and uncommunicative patient was none other than the Grand Duchess Tatiana, the second of the Tsar's four daughters. After she was released from the asylum, Clara Peuthert championed Fräulein Unbekannt's case among the White Russian emigres in Berlin. Using these contacts, she arranged a visit by the Tsarina's former lady-in-waiting, Baroness Buxhoeveden. This was the first of many often disastrous encounters with people anxious to establish the real identity of the 'survivor' that went on for most of the rest of her life. On this occasion, Fräulein Unbekannt hid under the bedclothes. The redoubtable Baroness pulled the sheets aside and dragged her out of bed. She could not possibly be Tatiana, exclaimed the Baroness. She was far too short. This rather obvious disqualification only made Fräulein Unbekannt declare that she had not actually said she was Tatiana, who was, in fact, the tallest of the Tsar's daughters. At only 5ft 2in, Fräulein Unbekannt was much more the size of Anastasia. And so that is who she claimed to be for the rest of her life, taking the name Anna as an abbreviation of Anastasia and adding Anderson many years later to confuse local journalists during her stay at a hotel on Long Island, New York.

Anna Anderson's pathetic life, spent in hospitals and the homes of her supporters, came to an end in 1984 near Charlottesville in Virginia. If she were Anastasia she would have been eighty-three years old. Over the years she became embroiled in unending legal battles between her supporters and those who wanted her claim dismissed. Her opponents were accused of wanting to prove the death of the Tsar's entire family so that they could benefit from money the Romanovs had deposited in overseas bank accounts; her supporters were accused of coveting those fortunes for themselves. Throughout all this conflict and controversy, Anna Anderson herself never vigorously prosecuted her claim. Whenever there was a chance to impress one of the Tsar's relatives who had been persuaded to visit her, she would be untalkative and uncooperative, refusing to answer questions and often hiding in her room. While this behaviour annulled her claim in the eyes of her detractors, it was her very reluctance to press her case, coupled with an absolute self-belief that she was the Grand Duchess Anastasia, that convinced her supporters. The matter was never conclusively settled during her lifetime, and she passed away with her claim neither validated nor disproved. Fortunately for her, she died before the cold eye of genetics could be turned on the case. If she had lived another few years, like her contemporary Queen Elizabeth, the Queen Mother, who is still alive at the age of 100, then her lifetime of deception would have been mercilessly exposed.

In a thrilling piece of detective work, mitochondrial DNA was recovered from a stored biopsy from Anna Anderson, taken when she was in hospital for an operation to remove a bowel obstruction in 1979. It had a completely different sequence from the Tsarina's DNA. Anna Anderson could not possibly have been Anastasia. A test that had taken a month at most to perform had demolished at a stroke one of the most enduring and romantic sagas that had gripped the world from one end of the twentieth century to the other. Such is the power of DNA to dispel myths – even those we might prefer to have believed.

The sequence from Anna Anderson's biopsy did, however, match a living maternal relative of one Franziska Schanzkowska, a patient in a Berlin mental home who disappeared in 1919 shortly before 'Anastasia' made her appearance in the same city. Opponents of Anna Anderson's claim had always suspected her to be Franziska Schanzkowska, and not Anastasia as she claimed. DNA proved them right.

So the mystery of Anastasia lives on. In our laboratory we have more than once been asked to examine the DNA of further claimants. Sadly, none of them has passed the scrutiny of the DNA test. In the 1956 film *Anastasia*, written as a romantic fiction rather than as a true record of events, the Dowager Empress Marie Fedorovna puts *Anastasia*, played by Ingrid Bergman,

through a series of tests to prove whether she is her grand-daughter. She eventually accepts the young woman, and the film ends happily. It would not have, had DNA been around. But the film also brought its own reward for Anna Anderson, who received a share of the royalties.

If Anna Anderson, the most convincing of the claimants, was not Anastasia, perhaps the Grand Duchess had perished with her sisters after all. The pit contained the bodies of only three girls. Two bodies, those of one of the Grand Duchesses and the Crown Prince the Tsarevich Alexei, are still missing. Alexei, too, has had his impersonators. A Soviet sailor, Nikolai Dalsky, persisted in his claim to the imperial crown, which in Soviet Russia showed a certain self-confidence, until he died in 1965. His son, 'Nikolai Romanov', inherited the claim on his father's death and refers to his own son Vladimir as the Tsarevich. However, the truth is almost certainly that the whole family were killed. Written reports, for what they are worth, record that the men whose job it was to dispose of the bodies first tried to burn them in the woods near the site of the pit where the remains were found. They built a pyre and put on it first the smallest body, that of Alexei, then one of the Grand Duchesses, doused them in petrol and set fire to them. But the flames did not consume everything. Teeth and fragments of bones lay near the fire. The plan was changed and the rest of the bodies were flung into the shallow pit. If that version of events is true, the last remains of Alexei and Anastasia lie not in the graves of the pretenders but charred and burnt beneath the leaf litter of a wood in the Russian Urals.

Though I like the odd vodka, I have never considered myself a Romanov; but I couldn't help noticing that my own DNA sequence matched that of Tsar Nicholas II. If we ignore for the moment the minor component of the Tsar's DNA introduced by heteroplasmy at position 169, we both have the notation 126, 294, 296. Our mitochondrial sequences are identical at every single one of the 500 DNA bases. Is this just a coincidence or does it mean that I am connected to the Romanovs by the same kind of distant ancestral thread which linked Marie and the Iceman? In short, does it mean the Tsar and I are related? The amazing answer is 'yes'.

This is the point to stop and take in one entirely logical yet utterly extraordinary fact which forms the basis of a lot of what this book is about. If any two people trace their maternal line back – through mother, grandmother, great-grandmother and so on – eventually the two lines will converge on one woman. If the two people are brothers or sisters, then it is simple: their maternal lines meet in their mother. If the two people are cousins, the children of two sisters, then the lines converge on their shared maternal grandmother. Even though most people who have not researched their family trees will lose the trail not far beyond that, the principle is maintained no matter how long you go back into the past. Any two people, in your family, your town, your country – even the whole world – are linked through their mothers and their mothers' mothers to a common maternal ancestor. The only difference between any two people is this: How long ago did this woman live?

Further than a handful of generations back, the written records of most maternal connections are completely lost to us, so we just would not know the answer to this question. But the DNA doesn't forget. The mitochondrial DNA, because of its special inheritance exclusively through the female line, traces exactly that path back in time. And because the sequence of mitochondrial DNA changes due to random mutations, albeit very slowly, we can use it as a sort of clock. If two people shared a common maternal ancestor in the recent past, then their mitochondrial DNA will not have had time to change through mutation. Like the hamsters, their mitochondrial DNA sequences will be exactly the same. If she, the common ancestor, lived further back in time then there is a chance that a mutation will have occurred somewhere along one or both of the two tracks which lead back to her from the present day. If she lived further back still, there might be two or more mutations. By counting the differences between the two sequences, we can estimate the length of the matrilineal connection between any two people in the world. To put dates on to this we need to know the mutation rate for mitochondrial DNA. We will look in greater depth at how the rate is estimated in a later chapter (see pp. 155–7). The best estimates are that, on average, if two people had a common ancestor ten thousand years ago then there would be one difference in their control

region sequences. If the common maternal ancestor of two people lived twenty thousand years ago, then we would expect to see two mutational differences in their mitochondrial DNA.

Of course, there is not the faintest chance of knowing from any written source whether any two people were related through their maternal lines twenty thousand years ago, so we work it the other way around. If two people have exactly the same control region sequence, their common ancestor will have lived, on average, some time in the last ten thousand years. The Tsar and I do have the same control region sequence. So our maternal ancestry, working back through, on my side, my mother Irene Clifford and her mother Elizabeth Smith and on the Tsar's, through his mother, the Dowager Empress Marie Fedorovna and her mother Louise of Hesse-Cassel, Queen of Denmark, most likely converges on a common ancestor who lived within the last ten thousand years. Not close enough for me to make a realistic claim to the Romanov fortunes, I think.

Measuring ancestral connections in tens of thousands of years may seem too crude to be interesting. However, although the mitochondrial mutation rate seems incredibly slow, it is fortunately just about right for studying human evolution over the last hundred thousand years – which is when most of the action happened. If the mutation rate had been much faster than it is, relationships would be harder to follow. If it were much slower, there would be too few differences between people to see any patterns at all. Taking the next logical step, if any two people can trace a common maternal ancestor, it follows that *any* group of people can do the same. I slowly realized that we held in our hands the power to reconstruct the maternal genealogy of the whole world. Not exactly world domination; but I'm sure my distant cousin, Nikolai Aleksandrovich, Imperial Tsar of all the Russias, would have approved. The question was: where should we begin?

THE PUZZLE OF THE PACIFIC

At nine-fifteen every evening Air New Zealand flight NZI takes off from Los Angeles International Airport. Within thirty seconds it has crossed the short stretch of dry land between the end of the runway and the ocean. There is no throttling back of the engines to cut down on the noise levels. There is no need. Flight NZI is now over the Pacific, and will not see land again until it crosses the Coromandel peninsula on the North Island of New Zealand as it makes its approach to Auckland. But that is still seven thousand miles and fourteen hours ahead. Between then and now there is only the open ocean beneath us – the apparently endless reach of the Pacific Ocean. Sprinkled across this vastness are thousands of islands, but so dwarfed are they by the sea that you are very unlikely to catch even a glimpse of any of them from the plane. And yet, by the time the first European ships began to explore the Pacific, every one of these islands had been found and settled by the people I have come to regard as the greatest maritime explorers the world has ever seen – the Polynesians.

I would like to be able to say that my decision to work in Polynesia was the result of careful planning, of balancing the scientific advantages of studying island populations with the difficulty and expense of working on the other side of the world. I would like to be able to say that, but the truth is that it all came about by accident – literally. In the autumn of 1990 I was taking a term's sabbatical leave and had arranged to spend part of it at the University of Washington in Seattle and the rest in Melbourne, Australia. This meant crossing the Pacific and, since I had never seen a tropical island before, I scheduled stop-overs in Hawaii and in a place called Rarotonga in the Cook Islands. I had never heard of Rarotonga, and only very vaguely of the Cook Islands for that matter, but it fitted into the flight schedules more conveniently than the better-known alternatives of Tahiti or Fiji.

It also had more by way of contrast to offer. Hawaii is certainly tropical and very beautiful, but at least around the capital, Honolulu, on Oahu there is no doubt at all that you are still very much in America with high-rise, pizza and pet cemeteries. Landing in Rarotonga is a very different cultural experience altogether. There are no luggage carousels: you just pick up your bags from a pile. A man with a guitar is singing a welcoming song as if he means it, which is impressive at four o'clock in the morning. And then there was Malcolm. Cheery and ruddy-faced, Malcolm Laxton-Blinkhorn is English, but nowhere near as grand as his name suggests. He has had what might be called a varied career – marine commando, sheep farmer, actor, television producer... and now hotelier in Rarotonga, having married a local girl. Although his hotel was on the beach at the other side of the island, Rarotonga being only 26 miles round it didn't take us long to get there. It was still dark, but who could resist going down to the water's edge and just sitting? Slowly I become aware that it is not as quiet as it should be. There is a distant but persistent low roar, like a busy motorway a mile or two off. But there are virtually no cars on the island and certainly no motorways. The sound I hear is the ocean. As the light grows I can make out a thin white line near the horizon. This is where the swell of the ocean, even on calm days like today, pounds into the coral reef that surrounds and protects the island.

My plan was to spend just a few days on Rarotonga before going on to Melbourne and carrying on with my work. Like most visitors I hired a small motorcycle, took my driving test, which consisted of riding 50 yards up the road and back to the police station, got my driving licence and set off. Straight into a palm tree. I broke my shoulder. I couldn't leave the island until it had set. Several weeks, I was told. So I settled in for a long stay.

Rarotonga is the main island of the Southern Cooks, a widely scattered archipelago seven hundred miles to the west of Tahiti. The islands get their name from Captain James Cook, the eighteenth-century English navigator, whose portrait (and it always seems to be the same one) is everywhere on the island, even fixing you with his inscrutable gaze as you down a bottle of Cook Islands lager. Though Cook explored many of the islands in the group he

inexplicably failed to sight Rarotonga, though it is the largest of the Cooks and rises to 650 metres. The honour of being the first Europeans to land on Rarotonga went to the mutineers of HMS *Bounty*, who in 1789 stopped on their way to the even more remote Pitcairn Island in their search for a refuge far away from the long arm of the British navy. Today the Cook Islands are internally self-governing, allied with New Zealand in foreign affairs and defence; but they were once a British protectorate and are still a member of the Commonwealth. Even though I doubt whether one in a hundred English people have ever heard of the Cook Islands, the islanders still retain some of the customs of their former colonial patrons. With a lot of time on my hands, and my arm in a sling, I went along to hear a debate in the Cook Islands parliament. The parliament building may only have been a set of corrugated iron roofed huts near the airport runway, but the procedures were every bit as formal as in the House of Commons at Westminster. At the front of the chamber sat the Speaker, through whom all remarks were addressed. Bills were introduced for first readings. Committee stages took place on the floor of the House, and full-scale debates were followed by a division. And guillotine motions. It was getting round to five o'clock in the afternoon when, with a long-winded debate on the pay of MPs and civil servants in full swing, the government introduced a guillotine motion to impose a time limit. And the reason? The cabinet had agreed to sing at the secondary school's netball team fundraiser at six-thirty, so parliamentary business had to finish by six. This was a place which had obviously got its priorities right.

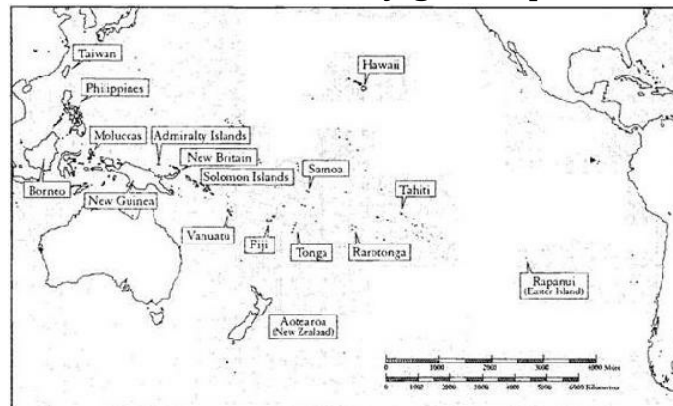


Figure 3

Another legacy of the past was the museum and library. Even though it was surrounded by coconut palms and mango trees dripping with fruit, once inside I could have been in home counties England: silence, shelves of books and an inconspicuous librarian with a rubber stamp to frank the withdrawals. And empty. There was a substantial collection of books about the Pacific, and I began to read about the part of the world where I was an unplanned (but not too unwilling) prisoner until my fracture healed. Sitting on the fringe of the beach, staring out to the ocean beyond the crashing surf on the reef, knowing that it stretched for thousands of miles in every direction, I found one question persistently nudging me. How did the Polynesians discover and settle this island, and where had they come from?

Captain Cook, though not the first by any means, was by far the most widely travelled of the European navigators who explored the Pacific. Raised in humble circumstances in Yorkshire, and desperate to go to sea as soon as possible, he joined a ship from the port of Whitby. This was a time when an aristocratic pedigree was almost essential for a successful career in the Royal Navy; however, by his sheer brilliance in navigation Cook rose through the ranks to command his own ship. So impressive was he in his navigation of the notorious St Lawrence River during the war against the French in Quebec that he was chosen to take command of HMS *Endeavour* and lead a scientific party from the Royal Society to observe the transit of Venus across the face of the sun. Timing this rare event was important in the calculation of the distance between the earth and the sun, and the best opportunity for observing the 1769 transit was to be found in Tahiti. This mission accomplished, Cook set out on further explorations of the Pacific which took him, in this and his other two voyages, to New Zealand, Australia, the Pacific north-west coast of America, through the Bering Straits and finally to Hawaii, where he was killed by natives at Kealahakua Bay on the Big Island on Valentine's Day

As a navigator, Cook took a professional interest in the question of the origins of the people he encountered on these remote and scattered islands. Over the period of his three voyages he observed the similarities, in both looks and language, between islanders as far apart as Hawaii, Tahiti and New Zealand, and deduced that this meant they all shared a common origin. But where was it? Polynesian tradition too speaks of an ancestral homeland, Havaiiki, but without being specific as to its location. Cook knew only too well that the winds, and the currents, of the Pacific move from east to west across the ocean, from the Americas to Asia. If Polynesians came originally from Asia, then they would have had to battle against both wind and current; if they came from the Americas, they would have been assisted on their voyage by these same natural elements – and these were considerable forces. The Spanish navigators were the first Europeans to explore the Pacific, and they could cross only one way, from east to west. Having sailed from their bases in Central America to the Philippines, they could not sail back the way they had come and had no option but to return by the Great Circle route, north past Japan and Alaska then south down the Pacific seaboard of North America. If Spanish galleons with their formidable sail power and sophisticated navigation could not defeat the winds and currents, then how could the far smaller vessels of the native Polynesians possibly have done so?

One particularly condescending group of western anthropologists were so convinced that the Polynesians were simply too incompetent to organize anything resembling a deliberate voyage of exploration, especially if it meant sailing into the wind, that they felt no further proof of the islanders' American origin was needed. In their view, the only possible way for these primitives to have reached the islands was by getting lost while out fishing and just drifting on to them – never mind that this would require them to have gone fishing with their whole families, their livestock and a few taro plants stowed on board. This appalling legacy of white colonial attitudes is still keenly felt by many Polynesians. Proof of their Asian origin would certainly crush this nonsense once and for all, and establish their ancestors as supreme masters of the sea.

The controversy in the minds of Europeans surrounding Polynesian origins has lasted for two hundred years. On the one hand, the evidence of archaeology and language, and the types of domesticated animals and plants found in Polynesia, all point to an origin in south-east Asia. On the other, there has been a persistent tradition, most recently revived by the Norwegian anthropologist Thor Heyerdahl, that puts the origin of the first Polynesians in the Americas. Of the evidence for an American connection, the most compelling is the widespread cultivation throughout Polynesia of the *kumara* or sweet potato, which no-one doubts is native to the Andes of South America. In his books Heyerdahl also provides other connections of language, mythology and some archaeology, like the stone facings on carvings found in Easter Island which bear a striking resemblance to the style of the Incas. But his most celebrated piece of evidence is the voyage of *Kon-Tiki*, the balsa raft that he used to sail, or rather to drift, from the coast of South America four thousand miles to the Tuamotu islands not far from Tahiti. Of course, to demonstrate that it can be done does not mean that it *was* done; but *Kon-Tiki* remains a persuasive argument to a lot of people.

Irritated by what they saw as a stunt by Heyerdahl, the serious anthropologists who had painstakingly pieced together the evidence for an Asian origin did not hide their feelings in their writings. Sitting in the library in Rarotonga, I was shocked by the toxins that dripped from the pages whenever Heyerdahl's theories were mentioned. His ideas may not have enjoyed wide support among academic anthropologists, but to me, coming fresh and ignorant to the field, his evidence taken at face value seemed to have at least some merit. How strange, I thought, that otherwise moderate and scholarly academics should suddenly lose it when the H-word was mentioned.

I sat in Lucy's café in Avarua, the capital (indeed, the only town) of Rarotonga, having an ice-cream, just looking at the people coming and going. Did they look more Asian or more American? It wasn't obvious to me. I distinctly remember one small girl who could have come

straight from a *National Geographic* cover story on the Amazonian rainforests. If only I could test the mitochondrial DNA of the people in the café! I was sure I would be able to tell whether their closest genetic links were with Asia or America. So, at the next hospital appointment to review my fractured shoulder, I explained that I was a geneticist and what I had in mind. Somehow or other I managed to persuade the hospital to let me have the remnants of thirty-five blood samples left over from blood-sugar tests. Diabetes is very common in Rarotonga, and so there are a lot of tests for blood glucose levels. I stored the samples in the freezer back at the hotel. After my shoulder healed – a little too quickly, I thought – I carried these precious phials of blood with me to Australia, where I very nearly had them confiscated by customs, then eventually back to England and my laboratory.

The day after I got back, I unwrapped the samples. There was blood oozing everywhere. The glass tubes had smashed – but fortunately, not all of them. Twenty were still intact, and I got on with sequencing their mitochondrial DNA. Nowadays, DNA sequencing is done automatically in extremely expensive machines, but in the early 1990s it was a manual operation which involved tagging fragments of DNA with mildly radioactive isotopes and separating them in an electric field. There was a point at the end of the long process when the X-ray film which recorded the pattern of radioactive bands that revealed the sequence slowly issued from the developing machine. It was always a tense moment. Will there be a good set of bands? Will there be any bands at all? If the bands are too weak or absent altogether, then something has gone wrong and it's back to the laboratory bench for another three days.

This time, with the first ten of the twenty samples, everything had worked. Drawn across the X-ray film were four wide columns of dark bands, like bar codes, where the weak radioactivity had blackened the photographic emulsion. The four columns were each divided into ten tracks, one for each sample. Each of the four columns read the sequence of one base, so by putting them together the complete sequence could be worked out. I had arranged it this way, with the ten samples side by side, so that it was easy to see where the differences between individuals were. That was what I really wanted to focus on – the differences between people, rather than the similarities. A straight line across all ten tracks meant that all ten samples were identical at that position; a line with interruptions meant that some samples were different at that position.

In the lab we had sequenced ourselves and a few friends, mostly European, and typically there would be a couple of dozen lines in each batch of ten samples that showed these tell-tale interruptions. When the Rarotongan film came sliding out of the developer there were bands all right, but there was not a single interruption. They were all exactly the same. Had I made a mistake? Had I inadvertently combined the samples somewhere along the line? I needed to develop the second film from samples 11–20 to find out. When this came out it looked at first as if I really had made a mistake. Another whole film of straight lines. But then I saw one track, one individual, that was different from all the rest. Very different. And three other tracks had a single interrupted line. So they hadn't been mixed. They were real results. I realized at once that they were stunning, and that before very long I would have the answer to the origin of the Polynesians.

Reading through the sequences more carefully and comparing them with the European reference sequence, I saw that the major sequence shared by sixteen of the twenty Polynesians was different at four positions: 189, 217, 247 and 261. The similar sequence shared by three individuals on the second film differed from this only in that they did not have the variant at 247. Otherwise their mitochondrial DNA was identical; they had to be very closely related to the first sixteen. But the twentieth sample was completely different. It had nine variants from the reference sequence along the control region, none of which was shared with the main Rarotongan cluster. Since the blood samples had come from the outpatient clinic in Avarua, there was no guarantee that they were from native Rarotongans, and so I assumed that this unusual sequence was from a tourist or a visitor from another part of the world. Since very few mitochondrial sequences had been published in 1991, there was no telling where on the globe this might be.

I concentrated on the main result – the astonishing similarity of nineteen of the twenty samples. This had to be the mitochondrial DNA of the original Polynesians. All we had to do to solve the Polynesian question was to look in both south-east Asia and South America for comparisons. If we found DNA matches in Chile or Peru, or even in coastal North America, then Heyerdahl was right. If we found them in south-east Asia, he was wrong. If we didn't find a match in either region, then everyone was wrong. Whichever turned out to be true, one thing was certain: we were going to settle, once and for all, the debate that had raged for over two hundred years. I started to plan my next trip.

You might be asking yourself at this point: 'Surely if it were as easy as that, blood groups would have given the answer long ago?' It isn't as if the blood groups of Polynesia had never been studied; indeed, the first results from Samoa in central Polynesia had been published in 1924, only five years after *The Lancet* paper by the Herschfelds which first introduced the potential of blood grouping in anthropology. The south Pacific, as I was fast learning, had been a popular place for scientific fieldwork for a long time. However, while they formed a plank in the argument in favour of a south-east Asian origin, decades of work on blood groups and other classical genetic systems had still not produced a definite answer to the puzzle, first because the variations are not definitive, and second because the evolutionary relationships between the types are not known. For example, Polynesians, native South Americans and south-east Asians all have a high frequency of blood group O. Polynesians also have quite a high frequency of blood group A, which is virtually absent in South America. But they also have a low frequency of blood group B, which is quite common in south-east Asia. So what can you make of all that? Which theory do these data support? Advocates of the Asian origin would argue that the extreme rarity of blood group A in native South Americans means that the Polynesian blood group A couldn't have come from South America. Supporters of the South American case could legitimately respond by saying, as Arthur Mourant suggested in 1976, that the Polynesian blood group A came originally not from Asia but from Europeans through intermarriage over the last three hundred years. And anyway, where's all the blood group B that should have come from Asia? Add to all this uncertainty the fact that, ultimately, all native Americans trace their origins to Asia through the settlers who crossed the Bering land bridge thousands of years before, and you have a complete mess. Blood group O could have reached Polynesia either directly from Asia or via the Americas. There is no way of knowing. With only three blood group genes – A, B, and O – certainty remains out of reach.

Other classical genetic markers are more variable, none more so than the one that controls the tissue type system important in organ transplantation. Just as blood needs to be cross-matched before a transfusion to avoid a fatal immune reaction, so you must match tissue types between donor and recipient when transplanting organs like heart, kidneys or bone marrow. You don't hear of people waiting for a blood transfusion because they can't find a match, but it is a sadly familiar story to hear of patients waiting for months or even years for a suitable heart or kidney donor, often dying before one is found. This is because while there are only four blood groups (A, B, AB and O) there are scores of different tissue types.

I must admit here and now to a serious personal weakness. I have a complete mental block when confronted with the bewildering variety of tissue types. Some of my best friends are cellular immunologists who live, work and breathe tissue types, and the Institute where I work is packed with them. Yet something switches off in my brain when they start describing the various types. All of them begin with the three letters HLA. Then numbers and letters are tacked on to the end: HLA-DRB1, HLA-DPB2, HLA-B27 and so forth. Time and again I go to seminars which kick off with a slide showing a table of this horrendous alphanumeric mélange. For years I concentrated, thinking it would sink in eventually if I tried hard. After all, I have to teach this stuff in my genetics classes. But to no avail. I reluctantly conclude that I am genetically incapable of understanding tissue types beyond knowing that there are an awful lot of them. Which, fortunately, is all you need to know as well. Since there are lots of them, and there are quite a lot of data from Polynesia, South America and south-east Asia, it is relatively easy to track them; and sure enough, most of the tissue type connections are

between Polynesia and Asia. But not all. A type called HLA-Bw48 is very rare everywhere except among Polynesians, Inuit and native North Americans. However, though there is certainly plenty of variation, the evolutionary connection between the different types was not known. So, for example, you couldn't tell whether HLA-Bw48, the type found also in North America, was closely related to other Polynesian types or not. Compare that to the situation with the mitochondrial DNA from Rarotonga. We know that there are three types; we also know that two of them are very closely related to each other, while the third is not. That, as we will see, is an enormous help. We can search other lands not only for the Polynesian mitochondrial types themselves, but for others that are closely related to them as well.

By the time I had planned the return trip, and persuaded the Royal Society to pay for it – after all, they had paid for Cook's first voyage to Tahiti, as I pointed out in my application – data from native North and South Americans produced by other researchers had begun to circulate. Just as there was one cluster in the Rarotongan sample (if we include the two closely related types in a single cluster and forget about the single sequence from the 'tourist'), so there were four main clusters in the Americas. Three of these had quite different mitochondrial DNA sequences; the fourth was rather similar to the main Rarotongan sequence of 189, 217, 247, 261, but with variants at positions 189 and 217 only. This looked very interesting. Moreover, both the native American and Rarotongan DNAs shared another unique feature. At the opposite side of the mitochondrial DNA circle from the control region that we had sequenced, a small piece of DNA, only nine bases long, was missing. This definitely increased the chances that the American and Polynesian types were related. Things were looking up for Heyerdahl.

I had heard that in Hawaii Rebecca Cann, one of the authors with Allan Wilson of the original 1987 paper on mitochondrial DNA and human evolution, was studying the DNA of native Hawaiians. This is hard work because, unlike in Rarotonga, there are very few of them left. Two hundred years of immigration, mainly from Asia and America, have reduced the native Hawaiians to a fringe population, many of them living a marginal existence – an all too familiar legacy of colonialism. However, schemes have recently been introduced by which special *grants and scholarships are awarded to those who can* prove they are of native Hawaiian ancestry. One way of proving this ancestry is through DNA testing; so there was an extra incentive to find out about the mitochondrial genetics of the native Hawaiians.

On my return visit to Rarotonga I arranged to call on Becky Cann in Hawaii, where we sat down in her lab with her postgraduate student, Koji Lum, to compare results. It didn't take long to discover that we had both found the same major Polynesian type, with the deletion and the same control region variants. This was very exciting, and confirmed the link between the people of Hawaii and those of Rarotonga, three thousand miles to the south. Already I was imagining the enormous ocean distance that separated the two island groups, and the fantastic voyages that must have carried these genes across the sea. Even though it was not unexpected, given the wealth of evidence from the days of Captain Cook onwards that connected all the Polynesians to a common ancestry, just seeing the proof was thrilling. Reluctantly, Becky left to prepare for a seminar, leaving Koji and me in the office sharing our admiration for the voyages of the Polynesians that had carried these genes to Rarotonga and Hawaii.

What followed was one of those rare moments in science when something is revealed that has never been seen before. I was about to pack away my data when I remembered the unusual Rarotongan sequence that I had interpreted as belonging to a tourist and more or less forgotten about. I turned to Koji and asked him if he had ever seen anything like it in native Hawaiians. He agreed to have a look and unpacked his own sheets of results. There was one that stood out from the rest. I laid out my sheet, rather like a roll of wallpaper – this was in the days before laptops – on which the Rarotongan sequences were drawn out, and soon located the unusual sequence. At first Koji's and my sequences looked completely different; then we realized that we had been reading them from opposite ends. I turned mine around, and began to go through the strange Rarotongan sequence. I read from the left-hand side. The first

variant was at position 144.

‘Do you have anything with 144?’ I asked.

‘Yes,’ said Koji.

I carried on four more bases to 148. ‘Anything at 148?’

‘Yes, in the same sample,’ he replied.

I could feel the thrill of discovery tingling up my spine. I carried on. ‘223?’

‘Yes.’

‘241?’

‘Yes.’

I accelerated. ‘293?’

‘Yes.’

‘362?’

‘Yes.’

They were identical. We both looked up at the same time. Our eyes met and two huge, silent smiles shone out from our faces. This was not the DNA of a tourist at all. Discounting the remote possibility that I had accidentally collected a blood sample from a native Hawaiian on holiday in Rarotonga, this had to be a second genuine Polynesian DNA type that had reached into the Pacific as far as the Cook Islands and Hawaii. But where had it come from? It would take another six months to find out.

I flew down to Rarotonga, more determined than ever that we would solve the mystery surrounding the origins of the Polynesians. When I got there, Malcolm, my host from my first visit, arranged for me to meet the man who ran the Prime Minister’s office. In most countries this would be quite impossible, but in Rarotonga it was accomplished at Malcolm’s Christmas party on the beach. It was fortunate that I met Tere Tangiiti and arranged an appointment early on in the proceedings; because my abiding memory of that party was not of making a crucial diplomatic contact, but of the colour blue: the colour of Curasao which, mixed with champagne, makes the cocktail Blue Lagoon. Blue Lagoon, seafood omelettes and my digestion don’t mix. I was soon to discover the interesting scientific fact that whatever it is they use to colour Curasao, it is not destroyed in the human stomach. Ten years later I still feel sick at the sight of it.

I needed to get the permission of the cabinet and the cooperation of George Koteka at the health department to collect a substantial DNA sample from Rarotonga and the other islands. I met the cabinet in the Prime Minister’s office above the post office, and they could not have been more helpful. Within a few weeks I had collected five hundred samples from Rarotonga, Atiu, Aitutaki, Mangaia, Pukapuka, Rakahanga, Manihiki and even from the tiny atoll of Palmerston (population sixty-six). I packed them carefully in ice and took them back to Oxford.

THE GREATEST VOYAGERS

The Institute of Molecular Medicine, where my laboratory is based, is built around the pioneering work of its first director, Professor Sir David Weatherall. His research over the past twenty-five years has been focused on the inherited diseases of the blood, in particular those involving the main component of red blood cells – haemoglobin. These diseases are not particularly common in northern latitudes, but have a quite devastating effect on public health in parts of Africa, Asia and Mediterranean Europe. The main diseases, sickle cell anaemia in Africa south of the Sahara and thalassaemia in Asia and Europe, kill hundreds of thousands of children every year. The causes of all this misery are tiny mutations in the haemoglobin genes, which very slightly alter the oxygen-carrying properties of the red blood cells. In sickle cell anaemia, the usually circular red blood cells visibly change shape, as the name implies, and can no longer slide past each other in the narrowest of blood vessels. This clogs up the flow of blood to vital tissues. In thalassaemia the haemoglobin itself forms clumps inside the red blood cells, which are then destroyed in the spleen. Either way, the anaemias can be fatal if left untreated; and still the only effective remedy is repeated blood transfusions which – quite apart from the side-effects these cause by overloading the body with iron – are beyond the public health budgets in most of the affected regions.

Why do these diseases occur in some places and not in others? The answer is – malaria. Sickle cell anaemia and thalassaemia are found principally in parts of the world where malaria is, or has been, endemic. Both diseases, in order to develop, require a double dose of the mutant haemoglobin gene, one from each parent. Many inherited diseases follow the same pattern; among Europeans the most familiar is cystic fibrosis, where the parents are carriers with one copy each of the mutant gene but no symptoms of the disease. For a reason that even now is not entirely clear, the parasite that causes malaria finds it difficult to infect the red blood cells of sickle cell anaemia and thalassaemia carriers, who as a consequence become at least partially resistant to the disease. Over many generations, this resistance leads to a spread of the haemoglobin mutations in the malarial regions through the forces of natural selection. However, while the mutations are good for carriers, they can be devastating for their children, because some of the offspring of two carrier parents get the double dose of haemoglobin mutants and develop the potentially fatal anaemias. This cruel balance of carrier advantage and offspring elimination keeps the haemoglobin mutants at a high frequency wherever malaria is found. Malaria does not cause these diseases directly, but does so indirectly by allowing, indeed encouraging, the haemoglobin mutations – which are the real cause – to survive and prosper. So, even if you eliminate malaria, you do not at once eliminate these diseases. In Mediterranean Europe – Sardinia, Italy, Greece, Cyprus and Turkey – programmes to eradicate the mosquitoes which carry the malarial parasite have virtually eliminated malaria – but not thalassaemia. Tens of thousands of people still carry the haemoglobin mutations, and only an entirely different programme, built around the genetic testing of prospective parents to see if they are carriers, is reducing the incidence of the disease.

Many people from the Mediterranean have emigrated to different parts of the world, in particular to the United States and Canada, Australia and Britain. With them, literally inside them, travel the thalassaemia genes, so that the disease is also encountered in these communities. For the same reason, forced immigration on slave ships from west Africa introduced the sickle cell gene to North America, where sickle cell anaemia is still encountered, even though there is no malaria. Gradually, over many generations, it will fade from these populations as the mutations are eliminated either by active counselling programmes or simply by the deaths of those who have the disease. Without malaria to help it along it will suffer the ultimate fate of all disease genes – extinction by natural selection.

Unravelling the roots of sickle cell anaemia and thalassaemia has had a major influence on genetics. It is no exaggeration to say that without the examples of these two diseases to guide

researchers, very few of the great advances that have been made since the mid-1980s in finding the causes of genetic diseases would have happened. It was studies of the inherited anaemias that convinced scientists and doctors that simple mutations in genes did indeed cause disease.

The advantages of all this work for me, in my search for the origins of the Polynesians, were far more prosaic. It was field work in the islands of south-east Asia and Oceania, mainly Papua New Guinea, Vanuatu and Indonesia, that finally proved the connection between thalassaemia and malaria. The thalassaemia genes were found only in the low-lying, swampy areas near the coast, where malaria was common, while in the mountainous interiors, where the mosquitoes could not survive the high altitude, the troublesome genes were virtually absent. As a result of this research, the freezers in the Institute of Molecular Medicine were full of DNA samples from these islands. I needed to look no further than the first floor of the Institute where I worked to augment my own samples from Polynesia with a fabulous collection which covered more or less the entire route from south-east Asia into the remote Pacific. If the Polynesians had come that way, surely we would find their mitochondrial DNA scattered along the route.

Over the summer of 1992 I sequenced over 1,200 mitochondrial DNAs. The first thing to do was to see whether we could find any with the small deletion. Nineteen out of the twenty Rarotongans were missing this tiny segment and it was very easy to test for it. And there it was: very common in Samoa and Tonga; less common further west in Vanuatu and the coast of New Guinea. The deletion was even less frequent in Borneo and the Philippines, but still there far to the west among the native Taiwanese. This looked like good evidence for an Asian origin. But remember that we knew from published work that the same tiny deletion was also to be found in North and South America. Were we going to find ourselves in the same frustrating situation as everyone else who had tried to use genetics to solve the puzzle, unable to differentiate between a gene that had arrived in Polynesia directly from Asia and one imported indirectly via the land bridge to America? Our only hope was that the control region sequence itself would be able to tell the difference.

The common sequence in Rarotonga, and from the lab in Hawaii, had variants at 189, 217, 247 and 261 as well as the tiny deletion. The other, less frequent but obviously related sequence had variants at 189, 217 and 261 but not 247. As film after film peeled itself out of the developing machine over the next few weeks, I got very good at recognizing the particular pattern of bands that meant we had found the Polynesian sequences. There they were, spread back along the island trail to Polynesia. The further west we went and the closer we got to the Asian mainland, the rarer the full sequence with 247 became, while a new type with just 189 and 217 began to appear, reaching its highest concentration among the Ami, Bunum, Atayal and Paiwan from Taiwan. The record of the whole amazing journey was there. I rang as many people as I could think of who might have new mitochondrial sequences from native Americans. I had to be sure that 247, the defining variant of Polynesian mitochondrial DNA, was not abundant in the Americas. No-one had seen it. Not even once. Heyerdahl was wrong.

I could not help feeling a tinge of disappointment that J had been unable to vindicate the man who had inspired a generation with his voyage in *Kon-Tiki*. But there it was. His theory had wilted under the fierce spotlight of genetics. The majority opinion had been proved right: the Polynesians had come from Asia and not America. I never got to know what Heyerdahl himself thought about this. I am sure that, at eighty-three, he has better things to do than defend himself against the awesome power of modern genetics. There was a ripple of applause from the anthropology establishment when we published our results; but these academics were already so sure of themselves and convinced by the weight of evidence for an Asian origin that they were not notably excited by this new information. To agree with the prevailing consensus is unlikely to disturb the peace. To disagree with it, as I was to find out before long in another part of the world altogether, was anything but peaceful.

The genetic trail into the scattered islands of the vast Pacific was now crystal clear. The ancestors of the Polynesians began their epic journey in either coastal China or Taiwan. This is where the highest frequencies of what we can safely assume to be the ancestral

mitochondrial DNA sequence of most Polynesians are found today, with variants at 189 and 217 and the small deletion. We also found in the samples from Taiwan other sequences with extra variants on top of the core 189, 217 pattern but at positions we didn't find in other parts of the region. These are the mutations that have happened in Taiwan since the ancestors of the Polynesians left. By counting up the mutations and multiplying by the mutation rate we can estimate the length of time since the ancestral sequence itself first arrived in Taiwan. As we shall see when we come to explore the genetic landscape in Europe, this is a controversial area in contemporary research. None the less, it was pretty clear from the great diversity of variation on the basic theme of 189, 217 in Taiwan that the sequences had been there a very long time indeed, probably as long as twenty to thirty thousand years.

There are many archaeological signals of a very sudden population expansion in the islands of south-east Asia around three to four thousand years ago, defined by a range of artefacts associated with an agricultural economy. The most significant of these is pottery of a distinctive style called Lapita, with a red surface glaze and tooth-like decorations stamped into the clay in horizontal lines. For archaeologists, pottery with an identifiable style is a real bonus. It survives for thousands of years in the ground, and a similarity of ceramic style can connect settlements that are geographically far apart. It doesn't automatically mean that the people who used the pottery were biologically related, but it is a certain sign of contact between the different places. Within a period of only five hundred years, beginning three and a half thousand years ago, Lapita settlements appeared on the coast of many of the islands in the western Pacific, from the Admiralty Islands north of New Guinea to Samoa in western Polynesia. Supporters of the Asian origins of Polynesians had always associated this rapid expansion, which implied a sophisticated seagoing capacity, with the people who ultimately colonized the whole of Polynesia. The mysterious absence of Lapita pottery on the islands to the east of Samoa was explained by the lack of a suitable clay. Now that the genetics had come down firmly in favour of an Asian rather than an American origin for the Polynesians, could we say anything new about where this remarkable expansion of people and pottery might have begun?

First of all, the complete absence of the variant at position 247 in Taiwan made it extremely unlikely that it had started there. If it had, then I would have seen plenty of variant 247 in Taiwan. In fact, I never see variant 247 west of Borneo. So the rapid Lapita expansion is only supported by the genetics if it began somewhere to the east of Borneo. I did see 247 in the Moluccas, an island group in Indonesia, and it has been there long enough to accumulate additional mutations. My best estimate for the place of origin of the remarkable Lapita Polynesians would be somewhere in that island group. From there, the mitochondrial trail leads out into the Pacific, to Hawaii in the north, to Rapanui (Easter Island) in the east and to Aotearoa (New Zealand) in the far south.

All this is clear from the main Polynesian type. But what of that strange, rare sequence that I had found in the blood from a single outpatient in Avarua hospital and Koji Lum had found in one native Hawaiian? Could this be the faint echo of Heyerdahl's American Polynesians? We had certainly found this sequence all over Polynesia after our extensive sampling, though it was never common; but none of my contacts had seen anything like it in North or South America. Then we found a single example in Vanuatu and two more from the north coast of Papua New Guinea. However, only when I tracked down some old samples from the mountainous interior of New Guinea did I find this sequence in abundance. This was mitochondrial DNA that had been handed down to the present-day inhabitants from the earliest settlers of that huge island – settlers who, according to the dating of early archaeological sites, had made their way there at least forty thousand years ago in the same ancient migration that had carried the first Australians to that vast continent. So the direct maternal ancestors of the mysterious outpatient from Avarua hospital had spent almost forty thousand years on the island of New Guinea before joining a Lapita voyaging canoe heading east into the unknown.

From the north coast of New Guinea a line of islands, each visible from the previous one,

stretches out into the Pacific as far as the Solomon Islands. These are high islands with mountain peaks which can be seen on the horizon either before setting out or, at the very least, before losing sight of your departure point. This comparatively safe navigational technique had already taken the earliest settlers of New Guinea up past New Britain and New Ireland and down the main chain of the Solomon Islands as far as San Cristobal thirty thousand years ago. But this was the end of the pier. Beyond that was the open sea with the nearest land, the islands of Santa Cruz, still three hundred kilometres away far beyond the horizon. There is no archaeological evidence of any settlement beyond the Solomons until the arrival of the Lapita people twenty-seven thousand years later.

Two crucial developments enabled the new wave of colonists to launch into the unknown. The first was the development of the double-hulled voyaging canoe. These magnificent vessels reached enormous sizes. The first Europeans to reach Polynesia saw canoes over 30 metres long, and smaller versions are still used today. The double hull prevents capsizing in the same way as the outrigger on a catamaran. The vessels had a prow at each end, and so could be tacked across the wind and then reversed without turning round. These were the vessels that carried the Polynesians into the Pacific; the complementary and equally crucial development was a highly sophisticated set of navigational skills. Whereas the earliest settlers had managed to reach Australia, New Guinea and the Solomon Islands by steering to visible targets, the Polynesians sailed off into a void, not only unable to see land but not knowing if there was any. Their progress can be followed through the dating of archaeological sites. They quite quickly settled Santa Cruz and the islands of Vanuatu, paused before the 750 kilometre crossing to Fiji and beyond to Samoa and Tonga, then paused again before pushing on to the limits of Polynesia. They reached Easter Island and Hawaii about fifteen hundred years ago and, last of all, New Zealand about twelve hundred years ago. They had reached every island in this vast ocean in a little over two thousand years. How did they do it?

Well supplied with food and water, the canoes set off against the prevailing wind. This might seem like hard work, but it did at least ensure a relatively safe return journey, sailing back downwind to the home port, navigating by the stars. It is fairly straightforward to travel along a line of latitude by keeping a rising or setting star in the same position relative to the canoe each night. When it is time to return home, it is a simple matter of reversing direction and sailing downwind guided by the same stars – simple in theory, but in practice still fraught with danger. It must have been all too easy to miss the home island, especially if it was passed in the night or in a storm. There must have been many losses.

More remarkable still are the signs the Polynesians used to detect the presence of unseen land. Cloud formations above high islands betray their presence over the horizon. The opalescent blue-green of low-lying atolls is reflected in the clouds under the right conditions. The outward and homeward flight directions of birds known to nest on land give clues. Floating debris shows there is land upwind. These are the visible signs. But the early voyagers not only saw their way ahead; they felt it too. Even now traditional navigators can detect the change in the way the sea moves. The underlying swell sweeps across the ocean, but is reflected back from the islands – just as ripples from a stone tossed into a pond bounce back from the edge. Even a hundred miles from land an experienced navigator will use his feet to feel for the interference pattern as one swell crosses another.

That is *how* the Polynesians arrived. It is not *why*. What drove them to these quite extraordinary feats of exploration is still a mystery. It cannot be that they needed to keep moving on to satisfy the economic needs of a growing population. Many of the islands en route to the remote Pacific are large and fertile, and are not densely populated even today. Perhaps it was an insatiable urge to explore the unknown. They must certainly have voyaged right across the Pacific to reach South America. We know this from the evidence of the *kumara*, the sweet potato, which was and is cultivated all over Polynesia. There is no dispute that the sweet potato is a true Andean crop, so this has to mean there must have been at least some contact between the native South Americans and the Polynesians. The genetics rules out Thor Heyerdahl's explanation that the sweet potato was brought into the Pacific by the

people who he thought had colonized Polynesia from South America: we had proved beyond any doubt that the colonization of the Pacific had happened in the opposite direction. For the sweet potato to have been imported from South America, the Polynesians must have found their way right across the Pacific. But they left no visible genetic trace in South America. To my knowledge, not a single sample of Polynesian mitochondrial DNA has ever been found there. However, I did eventually find two mitochondrial sequences from Tahiti in French Polynesia that matched published sequences from Chile. I like to think these may have been the faint echo of women who had joined the Polynesians on their return journey back into the Pacific from South America, but I cannot prove it.

The Polynesians discovered and settled Aotearoa, the 'land of the long white cloud', which we know as New Zealand. The genetics proves that, too, beyond any doubt: the Maori of Aotearoa share exactly the same mitochondrial DNA as their cousins in Polynesia. This agrees perfectly with Maori oral tradition, which relates that a fleet of eight to ten voyaging canoes set out from central Polynesia, perhaps even from Rarotonga itself, and eventually reached Aotearoa. They found a strange but fertile land with no human inhabitants but full of creatures they had never before encountered, including the huge flightless moa, related to the ostrich (and eventually hunted to extinction).

Travelling so far to the south, the voyagers would have left themselves little hope of return had they not discovered land. Getting to Aotearoa was not a simple matter of sailing into the wind along a line of latitude in the knowledge that if no land was encountered it was only necessary to reverse direction and travel home along the same line with the wind behind them. The voyage to Aotearoa took them across latitudes and far to the south of the reliable trade winds into a part of the ocean where the winds were far less predictable. This was another level of maritime exploration altogether, of such maturity and daring that I feel sure the Polynesians must also have reached the coast of Australia, so accomplished were they in the ways of the ocean. But if they did land here, they left no trace. Perhaps they only felt comfortable settling uninhabited lands. Did they, I wonder, sail south of Australia and right across the Indian Ocean to Madagascar – unpopulated then, and now at least partially inhabited by people speaking a similar language? Could they have done that? I'm quite sure they could. Did they? One day, the genes will tell us.

I still feel a sense of excitement when I think about the work in Polynesia. I had found myself on an island in the middle of the Pacific staring out at the ocean beyond the reef and overcome by a burning desire to find the answer to a question. I really wanted to know where the Polynesians had come from. It was a quest born out of pure curiosity; and it had delivered the answer, clear-cut and unequivocal, in a little over three years. Having seen how decisively mitochondrial DNA had settled the matter of Polynesian origins, I was very confident of its inherent ability to solve even harder questions in an arena much nearer home.

THE FIRST EUROPEANS

The ten-year excavation at Boxgrove near the cathedral city of Chichester in Sussex, England had been productive but not spectacular. Boxgrove is a quarry now; but half a million years ago it was a narrow coastal plain between chalk cliffs and the open sea. The sand and gravel that are now quarried were washed in there by later floods created by the catastrophic melting of later Ice Ages. Over several years Boxgrove had yielded up flint tools and animal bones with cut marks that showed that the carcasses had been deliberately butchered using the razor-sharp stones. If you doubt how sharp these could be, then try knocking a flake from a large piece of flint. It is quite sufficient for a close dry shave. The shaped stones and the bones were obvious signs of human occupation – but there had been no sign of the humans themselves. English Heritage, the government agency that had been paying for the excavation, had already made it clear that it would not fund any more fieldwork. At the beginning of November 1993, with only weeks to go before the excavations were finally abandoned, the archaeologists in charge marked out one last trench and Roger Pedersen started digging.

Roger, one of the army of devoted volunteers that are the lifeblood of all archaeological digs, proceeded to make a start on the trench with his trowel. After two weeks he had dug down into the layers of sand, recording the orientation of every artefact he came across. It was slow and painstaking work, not made any easier by the cold, wind and rain. Then, just after lunch on Friday, 13 November 1993, he found a bone – the shin-bone of a very early human. He had uncovered a fragment of Boxgrove Man. And he had saved the dig.

I was shown the bone soon afterwards, and though I am no expert, even I could see how very thick the walls surrounding the central marrow space were, compared to a modern bone. This was the shin-bone of a massive, heavily built human. But was it the bone of an ancestor? This straightforward question goes to the very heart of the controversy over human origins, for one simple reason: whereas every living human (or animal or bird, for that matter) has ancestors, it does not automatically follow that every human fossil had descendants. Boxgrove Man might be an ancestor of twenty-first-century modern humans, or he might belong to a species that is now extinct.

Exactly the same argument surrounds every human fossil. There are many sites of great antiquity in Europe, in Asia and especially in Africa that have yielded what we would have little trouble recognizing as signs of human activity. These are mainly the remnants of shaped stone tools, which obviously survive extremely well. Occasionally, as at Boxgrove, there are animal bones with deliberate cut marks. And very occasionally, there are actual human bones. These fantastically rare and celebrated specimens have been studied and argued over by palaeontologists for decades. Their names – *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo heidelbergensis*, *Homo neanderthalensis* – reflect the to and fro of attempts to pigeon-hole them into different species. However, these are species defined on the basis of the anatomical features preserved in the skeletons, particularly the skulls, and not in the biological sense of different, genetically isolated, species who are incapable of breeding with any other. It is an operational classification with no evolutionary consequences. From the shapes of the bones alone there is simply no way of knowing whether humans (I use the term 'human' to include everything in the genus *Homo*) from different parts of the world were capable of successful interbreeding. If they could interbreed, then this opens up the possibility of their exchanging genes and spreading mutations around. They would all be in the same gene pool. But once the different types of human become incapable of interbreeding, they can no longer exchange genes. They become different *biological* species with isolated gene pools. Their evolutionary pathways are irreversibly separated, setting off in different directions with no turning back. If two or more of these species later come into conflict for space or resources, then, unless a compromise is reached, one species will become extinct.

It is this question that lies behind one of the longest-running and most deep-seated controversies in human evolution. Are the different species defined by palaeontologists – *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* and ourselves, *Homo sapiens* – all part of the same gene pool or not? Or, to put it another way, are modern humans directly descended from the fossils found in their part of the world, or are many of these the remains of now extinct genetically separate human species?

There is no serious doubt that all humans alive today are members of the same species. *Homo sapiens*. Historical events over the last few hundred years have intermingled people from very different parts of the world, producing abundant evidence of successful interbreeding between all possible combinations. At least, I say that without being completely sure that the opportunity has arisen for absolutely *all* possible combinations to have been tried; but I'm certain that there would be no genetic barrier to success if they were.

The human fossil record, incomplete and patchy though it is, consistently points to Africa as the ultimate origin of all humans. In Africa and only in Africa is there a sensible progression of fossils covering the past three million years and showing intermediate forms from ape to man. Judging by the fossil record, early humans spent at least another million years in Africa before beginning to venture further afield. Remains in Java and China resemble much older *Homo erectus* fossils from Africa not only in their general overall physical appearance but also in the types of stone tools found at the sites. *Homo erectus* was certainly convincingly human, fully upright with a large brain and capable of making and using sophisticated stone tools. But there are no signs of any more primitive, intermediate fossils anywhere outside of Africa. However, while the fossil record is unambiguous in identifying Africa as the cradle of humanity – a conclusion with which very few would nowadays disagree – we should bear in mind some of its limitations. No human fossils have ever been found in west Africa, for example. That does not mean humans were not there until recently; only that the tropical rainforests are not good places to turn into a fossil when you die. No fossils of any of the great apes – gorillas, chimpanzees or orang-utans – have ever been found. As far as the fossil record is concerned, they never existed; and yet we know from the evidence of our own eyes that they did, and do.

Though the fragments of Boxgrove Man and a handful of others are the only glimpses we have of the very earliest European humans, who lived over half a million years ago, the more recent history of Europe is inextricably linked to one dominant form – the Neanderthals. In 1856, workmen quarrying limestone in the Neander valley near Düsseldorf in Germany had just blasted out a small cave and were cleaning away the debris when they came across part of a skull, then thigh-bones, ribs, arm- and shoulder-bones. They thought at first they had come across the remains of an extinct cave bear, an almost routine find in that part of Europe. Only by chance did they happen to mention their discovery to a local schoolteacher and enthusiastic naturalist, Johann Karl Euhrott, who realized as soon as he saw the remains that this was no cave bear. Exactly what it was remained controversial for several years. The skull was not that of an ape; but then, with its massive brow ridges, it wasn't exactly human either. For a start, how old was it?

The Neander valley – in German, Neanderthal – bones were found at a time when the biblical account of the creation was coming under attack from geologists who could not accept that the world was only a few thousand years old. Three years later Charles Darwin published *On the Origin of Species* and the status of the Genesis story as literal truth started to crumble. Gradually the idea that humans had really ancient predecessors became more widely accepted; and it looked increasingly as though the Neanderthal 'man' might be one of them. But this conclusion was reached only after discounting the usual crop of red herrings that accompanies unexpected finds like this. They ranged from the sublime – this was the skull of a man with a mystery bone disease which caused the thickening and the brow ridges – to the ridiculous – it was the skeleton of a Cossack horseman who had been injured in the Napoleonic Wars and crawled into the cave to die. Without his sword and uniform...?

Over the next hundred years, several other fossils were found that conformed to the same

pattern; heavy build; large braincase (actually slightly larger than the modern average), presumably to accommodate a large brain; no real chin; a prominent nose; and those distinct, heavy brow ridges. The fossils came from Gibraltar and southern Spain – in fact, the first Gibraltar specimen had been excavated in 1848, eight years before the discovery at Neanderthal, but was neglected. They were found in Belgium, France, Croatia; and from further afield in Israel, Iraq and as far east as Uzbekistan. The stone tools found at Neanderthal sites were more advanced than those associated with their predecessors, though not a great deal. They may have intentionally buried their dead and even cared for the sick and dying. These were not the unreconstructed brutes of popular imagination. But still the question remained: were these people the ancestors of modern Europeans or just another evolutionary dead end?

The same question applies to other parts of the world. Are modern Chinese the descendants of the people whose million-year-old remains were found at Zhoukoudian near Beijing? Did the ancient people of Ngandong in Java eventually become the modern native Australians and Papuans? That is certainly the view of an influential and vocal school of contemporary physical anthropologists – the multi-regionalists. They see the change in human physical characteristics over the past million years from the robust, heavy-boned ancestors to their slender (at least theoretically!) and light-boned descendants as a gradual process of adaptation happening at different speeds in different parts of the world. Though geographically remote from each other, there has been enough contact among these groups to maintain a common gene pool and allow modern *Homo sapiens* to breed successfully with whomever he or she wishes. Always assuming they get the chance.

The opposite camp – the replacement school – fiercely contests this view of continuity. Their view is that both the Neanderthal and the Zhoukoudian and Ngandong fossils, also known as Peking and Java man, are remnants of extinct human species that were replaced by a much more recent expansion of *Homo sapiens* out of Africa. The fossil evidence put forward in support of this contention is the abrupt appearance in Europe about forty-five thousand years ago of humans with much lighter skeletons and skulls which are virtually indistinguishable from those of modern Europeans. There is no debate, even among the most argumentative of palaeontologists, that these are the remains of our own species, *Homo sapiens*. In Europe, these early examples are known as the Cro-Magnons, named (in the same tradition as the Neanderthals) after the cave site of Cro-Magnon in France: one of the places where, in 1868, such bones were first found. It is inconceivable, according to the replacement school, that a mutation of such magnitude could have occurred as to transform the heavily built Neanderthals into the thoroughly modern-looking Cro-Magnon more or less (in evolutionary time) overnight. The archaeological as opposed to the fossil evidence for an abrupt replacement of Neanderthals by Cro-Magnons is the use of a much more highly developed and delicately crafted set of tools, with flint slivers used for knives, scrapers and engravers; the appearance for the very first time of animal bone and antler as an industrial material; and one more crucial ingredient – art.

The Cro-Magnons had invented representational art. Over two hundred caves in France and northern Spain are adorned with their strangely beautiful and vigorous images of wild animals. Deer and horses, mammoths and bison decorate the walls of the deepest caverns, far from the light of day. These are not crude or child-like drawings but the expression of a mature and accomplished imagery, an abstracted and mystical representation of their world.

Is it possible that the Neanderthals had not only transformed their physical appearance and their technology, but had also become artists as well? The multi-regionalists think just that, and, indeed, see in some remains and stone tools evidence of the intermediate forms you would expect from a gradual transition. But there are no precedents for the cave art anywhere in the lands where Neanderthals have been found. The school of sudden replacement traces the modern anatomy and the improved technology back to Africa, to sites like Omo-Kibish in Ethiopia, which are well over a hundred thousand years old. Even so, although anatomically modern skulls have been found along the trail to Europe in the Near East, principally at Qafzeh

and Skhul in Israel, there was no sign there of art.

Without new evidence from a completely different and independent source, genetics, the debate about whether native Europeans were descended from Neanderthals or from the apparently distinct later arrivals, the Cro-Magnons, would have rumbled on unresolved. In all fields of human endeavour where there is a shortage of objective evidence, opinions and people inevitably become polarized into rival camps. Once entrenched, the occupants will not be dislodged; they would rather die than change their minds. Such was the situation when we set out to apply our powerful genetic tools to the conundrum; so we knew the path ahead would likely lead us into a minefield.

THE LAST OF THE NEANDERTHALS

Genetics is at its most powerful when it comes to distinguishing between rival theories. In the Pacific it had come down decisively on the side of an Asian origin for the Polynesians at the expense of Thor Heyerdahl's American alternative. Could it do the same for Europe? Could genetics give an equally clear answer to the true fate of the Neanderthals? Were these strange humans a staging post on the way to fully modern Europeans, or were they an essentially different species that was replaced by the lighterboned, technologically advanced and artistic new arrivals from Africa? This was the principal question I now set out to answer with mitochondrial DNA. Just as the success with the Syrian hamster had given me the confidence in the reliability of the DNA segment known as the control region, so its brilliant performance in the Pacific meant I now felt ready to disentangle the far greater complexities of Europe.

I had discovered the true origins of the Polynesians by studying the genetic variety we found in their modern descendants. The great majority had DNA signatures that were either identical, or very similar to one another. Along the whole 500 base DNA segment that we had routinely sequenced, there was a difference of only one, or at most two, mutations among them. On an evolutionary timescale, these people had all shared a common ancestor very recently indeed. The genetic trail of identical and near-identical sequences led back from island to island, to Taiwan and south China. This is a beautifully laid out record of the incredible voyages of the first Polynesians, easily read in the genes of the modern population. But there are a few Polynesians, around 4 per cent, whose DNA tells a different story. They are closely related to one another within a cluster of sequences but, on average, thirteen mutations distant from the main Polynesian sequences. This cluster did not come from mainland Asia but – as described in chapter 7 – could be traced back to the coast of New Guinea, from where they, or maybe just she, boarded a Lapita canoe and headed east into the Pacific.

The mitochondrial DNA had shown very clearly that the maternal ancestors of modern Polynesians came from two different places – from two very different peoples, who had since become mixed. Would the Europeans also show a clearly mixed genetic ancestry with, perhaps, a 'Neanderthal' cluster and a 'Cro-Magnon' cluster to be found among the modern population? Even though the mixing of Neanderthal and Cro-Magnon genes could have been going on for forty or fifty thousand years, compared to only three or four thousand years in the Pacific, I felt sure that I would still be able to pick out any distinct clusters in Europe, just as I had in Polynesia. That I felt so confident was entirely thanks to the special inheritance pattern of mitochondrial DNA. Unlike the chromosomes of the nucleus, mitochondrial DNA is not shuffled at each generation. The only changes are brought about by mutation, and forty thousand years is not so very long in mutational time. If there had been substantial interbreeding between the Neanderthals and the Cro-Magnons, we would find the evidence in the modern population.

There was only one way to find out: my research team had to start testing, and on a wide scale. What was going to be the best way of going about it? Whom would we ask, and how? And what would we ask for – a blood sample? There were plenty of questions to be resolved, but one thing I was sure of. If at all possible, we would collect the samples ourselves, rather than relying on older collections. The scientific reason for this was that I wanted to be sure we knew that if a sample came from, say, north Wales, it was from someone whose ancestors came from the same area. We sat down to plan our campaign. Martin Richards, now the senior scientist on the team, thought of approaching local family history societies; but I wasn't sure this route would give us wide enough coverage in a short enough time. Our research grant only had another year to run, and we would need to build a persuasive case, built on results, to gain continued funding for the project. I favoured touring sheep and cattle markets, reasoning that farmers were likely to be the most settled population with local roots going back a long way. But it was Kate Smalley, the third member of the team, who came up with the solution.

Kate had been a teacher before coming into research, and she thought that if we wrote to schools who taught biology in the sixth form we could combine a presentation on modern genetics with a sample collection. This idea had a lot going for it. Kate thought we would get a high uptake if we contacted schools with this suggestion, not just because genetics was beginning to feature more and more in the examination syllabus, but also because it gave the teachers themselves a double period off. She was absolutely right and we had a 100% favourable response from the schools we approached.

Where were we to start? We would need to home in on areas where we could be sure of finding a high proportion of long-established local families. I had been reading some old papers written in the 1950s about blood groups in Wales. One anecdote in particular caught my eye. It was an account of the odd head shapes allegedly found in mid-Wales. Those were the days, thankfully long gone, when skull measurements were a respected source of information for physical anthropologists intent on classifying the whole of humanity into different racial types. According to this account, the heads of some people in mid-Wales bore a close resemblance to those of 'Stone-Age Man', whatever that was. Apparently a hat shop in the market town of Llandysul, not far from Cardigan, regularly had to supply hats made to measure because so many of their customers were unable to fit into the standard sizes. This is not the sort of thing to take too seriously; but neither should it be totally dismissed out of hand. After all, it was skull measurements that initially led Arthur Mourant to turn his attention to the Basques when looking for the descendants of Europe's 'original' population. So Wales looked like a good place to start, and within a month Kate had organized a week-long tour of the whole principality.

In the early spring of 1992 we set off in two cars, having mapped out a complicated pincer movement whereby two pairs (we were joined by Catherine Irvén, who took a week off from another project) would take different routes round the country, meeting up halfway to see how the other was getting on. My car at the time was a thirty-year-old Mk II Jaguar/Daimler that I had bought in a moment of utter madness from a garage forecourt in New Zealand the previous year and had had shipped over. It had a tendency to dislodge its water hoses every so often, causing the coolant to flood out and sending the engine temperature rocketing skywards before eventually conking out. So as well as all the blood sampling equipment on board, I was forced to carry a full toolkit – which was just as well. As we swept into the school in Bala, in central north Wales, there was a loud bang and a foul smell of burning oil filled the car. We pulled up in the car park at one side of the playground and, with the children watching from the classroom windows, I looked under the bonnet to see what had happened this time. There was black oil all over the place and clouds of acrid grey smoke were billowing up from where the oil had hit the exhaust pipes. This wasn't the best way to arrive. I couldn't tackle the job without getting covered in oil; hardly the best way to appear if you want to take blood samples. I shut the bonnet and walked into the school.

Sometimes the problems didn't stop outside. We had let the schools know that we would be happy for them to tell their local papers that we were coming if they wanted to. This had seemed a good idea – until I got to Ysgol-y-Gader in Dolgellau. Sitting with the head teacher, Catherine James, in her office was a reporter from the *Caernarvon and Denbigh Herald*.

'So you are here to do blood tests on the children?' he asked, opening the interview innocently enough.

'Well, yes,' I replied. 'But only as a source of DNA, the genetic material.'

'Why have you come to Dolgellau?' he asked.

I gave a short description of the background to our project and what we wanted to do. I explained that, because of their settled population over the last few centuries, we were particularly interested in the areas of Wales, like Dolgellau, where the Welsh language was still spoken. He didn't look as if he believed me.

'You're really here because of the power station, aren't you?' He looked right at me. 'You want to test the children for mutations, don't you?'

I was stunned. Dolgellau is just twelve miles south of the Trawsfynydd nuclear reactor. A few months before, news reports had linked mutations found in children living near the nuclear reprocessing plant at Sellafield in Cumbria with their fathers working at the plant. The expression on the head teacher's face rapidly changed from one of mild interest to intense suspicion. Was her school, was she, being used by undercover agents for the nuclear power industry posing as academics engaged on an innocent-sounding study of Celtic genes?

'Of course not,' I stammered and embarked on a stream of denials and reassurances. I repeated an account of the scientific background, a description of mitochondrial DNA, a summary of our work on ancient bone, and finally what I thought would be an irrefutable certificate of our integrity: 'Anyway,' I said confidently, 'I've just come back from doing the same research in the South Pacific.' That would do it. Or so I thought.

'But isn't that where they test the atom bombs?' he replied, quick as a flash.

I groaned, took a deep breath, and launched myself on another twenty minutes of explanation. Eventually they were both persuaded of our innocence and we could get on.

At the end of my talk to the sixth form, the time came to ask for the blood samples. This was the point where I anticipated some further difficulty. Taking DNA from older schoolchildren (they had to be over sixteen to be able to give legal consent) ruled out taking a large blood sample, and we settled on a drop of blood taken from a finger-prick. This did involve some slight discomfort, and we were worried that no-one would want to do it. At first, to demonstrate how painless it was, I pricked my own finger and dabbed the little drop of blood on to a special absorbent card. Next, the teacher tried it; and one by one the pupils followed. For youngsters who haven't done it before, it does require a little bit of courage. What happened next was an unexpected bonus. Precisely *because* they had done something brave, as soon as they had finished the children shot out of the classroom and round the school – it was the lunch break by then – daring their friends to do the same. A line of suppliants appeared, all swearing they were over sixteen, begging to be sampled not so much because of their intense interest in the project but because they wanted to prove themselves just as courageous as their friends. This wave of bravado spread to the staff room and the kitchens, so that by the start of afternoon classes we had blood samples from all the children old enough to take part, the teachers, the janitors and the dinner ladies.

By the end of the week we had over six hundred blood samples, dried on to cards, from all over Wales – a remarkable haul that far exceeded our expectations. Even though it may not sound a lot, and is only a tiny proportion of the total Welsh population of almost three million, six hundred mitochondrial DNA sequences would be more than enough to get a good idea of the general genetic structure of the principality. Back in the lab we punched out the circles of dried blood from the cards and set about extracting the tiny amount of DNA they contained. Though there are a lot of cells in blood, most of them were no use to us. The red corpuscles, which carry the oxygen and make blood red, are so specialized that they do not need a nucleus or mitochondria; so these superfluous components are evicted early on in the life of the cells, which consequently do not have any DNA in them. Only the white blood cells, whose job it is to seek out and destroy invading bacteria and viruses, retain their own nuclear and mitochondrial DNA. White blood cells make up only 0.1 per cent of the cells in blood, so that while a drop of blood might have fifty million cells in it, only fifty thousand of them contain any DNA. But this is still plenty for the exquisitely sensitive DNA amplification method to work on. We followed the same recipe for getting DNA out of the blood spots as forensic laboratories use on blood-stained clothing prior to taking a genetic fingerprint. This involved boiling the dried blood spots in dilute alkali, which splits the cells open and dissolves the DNA, then adding a resin to absorb the iron which has been leached out from the red blood cells and which would otherwise interfere with the DNA amplification reaction. It worked very well indeed, and before long we had our first 100 Welsh mitochondrial DNA sequences.

Compared to the relative simplicity of the Polynesian sequences, the Welsh results were all over the place. There was no sign of a clear-cut distinction in Wales analogous to what we saw in Polynesia, where the two separate clusters were so clearly the result of a mixture of people

from very different origins. It looked as if we had a small number of little clusters which were all quite closely related to each other, rather than two big clusters separated by a large number of mutations. This did not look like the mixture of two very different types of mitochondrial DNA that we would have expected if the people of Wales had a mixed Neanderthal and Cro-Magnon ancestry. If Wales was going to be representative of Europe as a whole, then we were looking at a comparatively recent shared ancestry for everybody.

Along the 500 base segment of the mitochondrial DNA control region, the average distance between any two people among the volunteers from Wales was three mutations. Remembering the rate at which the mitochondrial DNA clock ticks, so that two people with a single mutation between them can be said to have shared a common maternal ancestor about ten thousand years ago, the result from Wales showed that the average length of time it was necessary to go back in the past to connect any two people from Wales was only thirty thousand years; and even the most extreme difference between two of our volunteers, which was eight mutations, meant that they shared a common ancestor only about eighty thousand years ago. Although this is an enormously long time, it is nowhere near long enough for one of them to have been the descendant of a Neanderthal and the other of a Cro-Magnon. Unless the palaeontologists of the replacement school were way off the mark, Neanderthals and Cro-Magnons last shared a common ancestor at least two hundred and fifty thousand years ago. That means that the mitochondrial DNA of a Neanderthal descendant and that of a Cro-Magnon descendant would differ, on average, by at least twenty-five mutations. The biggest difference we saw in Wales was only eight. This was not a mixed population of ancient and modern humans. Either the Welsh were all Neanderthal or they were all Cro-Magnon. But which?

The few sequences coming in from other parts of western Europe did not suggest to us that the Welsh were completely different from the rest. The stark alternatives of 100 per cent Neanderthal or 100 per cent Cro-Magnon ancestry seemed to apply throughout Europe. The acid test to distinguish which of the two competing ancestries was the real one would be a comparison between the European sequences and the corresponding data available from other parts of the world, which included our data from Polynesia. If there were big differences, of the order of twenty-five mutations or more, between the Europeans and the Polynesians, then the votes would go to a Neanderthal ancestry for all modern Europeans. If the differences were far less than that, it would mean a 100 per cent Cro-Magnon ancestry for Europeans, and a victory for the replacement school at the expense of the multi-regionalists.

When we looked at the data, the biggest number of mutations we found between two people was the fourteen that separated Teri Tupuaki, a fisherman from Mangaia in the Cook Islands, and Mrs Gwyneth Roberts, who cooks the school lunches in Bala, north Wales. These two people, half a world apart, between them solved a puzzle that had divided scholarship for most of the twentieth century. Europeans were not that much different from the rest of the world; certainly nowhere near different enough to justify believing that they were all descended from Neanderthals. And since it was all or nothing, the Neanderthals must have become extinct. All modern Europeans must today trace their ancestry back to much more recent arrivals – to the Cro-Magnons, with their lighter skeleton, their much improved flint technology and their wonderful art. This was an absolute replacement of one human species by another. Whether it was an active and violent process, with the newcomers, our own ancestors, evicting or even killing the resident Neanderthals, or whether it was their technological and mental superiority that gradually marginalized the older inhabitants, the genetics alone cannot say. It is clear from the fossil record that the Neanderthals hung on for at least fifteen thousand years after the first Cro-Magnons reached western Europe some forty to fifty thousand years ago. When the last Neanderthal expired – probably in southern Spain, where the most recent skeletons have been found – his or her death drew a line under another phase in the human occupation of Europe. An era that had lasted for a quarter of a million years ended, finally and irreversibly, in a cave in southern Spain about twenty-eight thousand years ago.

I confess to some surprise, and some disappointment, that the replacement was so complete. Even though we have now sequenced the mitochondrial DNA of more than six thousand Europeans, we have never yet found a single one that is even remotely credible as a Neanderthal survivor. We certainly haven't sequenced everybody, nor have we had a chance to receive samples from every corner of the continent. I retain the hope that one day, when I look at a batch of read-outs from the sequencing machine, I will find a sequence so different from the rest that it calls out as the faint echo of a meeting between Cro-Magnon and Neanderthal which led to the birth of a child. If we ever did find one, we could not miss it. In 1997, DNA was sequenced from the very first Neanderthal skeleton from the original find in the Neander valley. It had twenty-six differences from the average modern European, more or less exactly as predicted for a species that last shared a common ancestor with *Homo sapiens* a quarter of a million years ago. The DNA sequence of a second Neanderthal, this time from the Caucasus mountains, was reported in the scientific literature in 2000. It was equally different from modern humans. These were not our ancestors.

In 1998, the partial skeleton of a child with anatomical features intermediate between Neanderthal and Cro-Magnon was found in Portugal. Could this be evidence of interbreeding between the two types of humans? Perhaps. The child's DNA has yet to be tested. But if this interbreeding were a frequent occurrence, then surely we would see the evidence in the modern mitochondrial gene pool, and we just don't. If the interaction between Neanderthal and Cro-Magnon resembled more recent historical encounters between new arrivals and the original inhabitants of a territory, then we might expect the matings to be between Cro-Magnon males and Neanderthal females rather than the other way around. In that case, mitochondrial DNA would be an excellent reporter of these encounters, since while the offspring would have an equal mixture of nuclear DNA from both parents, their mitochondrial DNA, inherited from their mother, would be 100 per cent Neanderthal. As a geneticist it is very hard for me to imagine that social and other taboos were so strong that this never happened; but we must continually return to the evidence and the complete absence of any Neanderthal mitochondrial DNA in modern Europe.

Could it be that the matings did occur but did not produce viable and fertile offspring? There are many examples from the animal world of hybridization between different species leading to perfectly healthy yet sterile offspring. The textbook example is the mule, the fruit of accidental or intentional matings between a male donkey and a female horse. The horse and donkey genes must be mutually compatible because mules are strong, healthy and fully functional, except when they come to breed. That's because donkeys and horses have different numbers of chromosomes. Horses have 64 chromosomes, donkeys have 62. All mammals, including humans, inherit a half set of chromosomes from each parent to make up their full complement. So a mule gets 32 chromosomes from its horse mother and 31 from its donkey father – and so ends up with 63 chromosomes. That is not a problem for the body cells of the mule, because both horse parent and donkey parent genes can be read irrespective of which chromosome they are on. It's only when the mule tries to breed that the confusion starts. For one thing, being an odd number, it is impossible to get a half set from 63 chromosomes. For another, the scrambling of the chromosomes that occurs at each generation leads to mule sperm and mule eggs with two copies of some genes and none of the others. For both these reasons, mules cannot produce offspring.

Were the encounters between Neanderthal and Cro-Magnon also doomed to produce only one generation of infertile hybrids because they had different numbers of chromosomes? Our nearest primate relatives, the great apes (gorillas, chimpanzees and orang-utans) have one more chromosome than we do. At some point in the six million years since humans and great apes split away from our mutual common ancestor, two chromosomes that are still separate in the great apes fused together in the human lineage to produce our chromosome number 2. There is no knowing at which point along our own lineage this chromosome fusion occurred, but if it happened *after* the split between the lines that became Cro-Magnon and Neanderthal then there would be a chromosome imbalance, with Neanderthals having forty-eight

chromosomes and Cro-Magnons only forty-six. The offspring of a mating between a Cro-Magnon and a Neanderthal would have forty-seven chromosomes and, although it may have been completely healthy, it would find itself in the same difficulty as the mule when it came to producing sperm or eggs. No-one knows how many chromosomes the Neanderthals had, but I suspect one day we will be able to find out. I think the experiment could be done. Until then we won't know whether the complete absence of Neanderthal mitochondrial DNA in modern Europe is attributable to a fundamental biological or social incompatibility between our Cro-Magnon ancestors and the other human species with which they shared the continent.

The publication of our genetic conclusion about the extinction of the Neanderthals met with a tongue-in-cheek chorus of disbelief from the British tabloids. The *Daily Express* published a picture of a Neanderthal alongside a photograph of a characteristically sullen Liam Gallagher, the Oasis singer. How, it asked, could geneticists possibly claim that the Neanderthals were extinct when faced with such overwhelming evidence that they were alive and well in late twentieth-century Britain? Of course, they were predictably playing on the stereotype of Neanderthal as brutish and subnormal, for which there is no evidence at all. It was this kind of prejudice which dissuaded me from following up the several calls and letters I had from people who were sure that someone they knew (never themselves, of course) was definitely a Neanderthal. I still remember the letter from Larry Benson from Santa Barbara in California who wrote to tell me that a checkout clerk at his local supermarket had all the features of a Neanderthal. Apparently he was a really nice man, who (my correspondent assured me) would be only too pleased to provide a sample for DNA testing. I didn't take it up.

So the Neanderthals are extinct: completely replaced in Europe, and throughout their range, by the technologically and artistically superior new species *Homo sapiens*, represented in Europe by the Cro-Magnons. What happened in Europe, as far as we can tell from the genetics, also happened throughout the world, with *Homo sapiens* becoming first the dominant then the only human species, completely eliminating earlier forms. The Neanderthals, or *Homo neanderthalensis* as we are justified in calling them now that we are satisfied they constitute a separate species from our own, disappeared from Europe, and *Homo erectus* vanished from all of Asia. Whether *Homo sapiens* and *Homo erectus* ever overlapped in Asia is uncertain. In China there is a gap in the fossil record between 100,000 and 40,000 years ago. Perhaps *Homo erectus* had already died out before *Homo sapiens* arrived. There is no fossil evidence that *Homo erectus* ever reached Australia or the Americas, suggesting that *Homo sapiens* may have been the first humans to inhabit these two continents. In Africa, where *Homo sapiens* as a species first evolved, the equivalent replacement of other humans may have been sudden or gradual. Whatever the mechanism and whatever the reason, *Homo sapiens* has completely replaced other human species throughout the world. When the last Neanderthal died, twenty-eight thousand years ago, there was only one human species left to rule the planet. Ours.

There are no clear signs of interbreeding, no convincing remnants of earlier genes from these subdued species anywhere. But, as with the Europeans, so much remains untested. Who knows what the next sample will bring? Who can be sure that in the remote mountains of Bhutan, the lonely deserts of Arabia, the forests of central Africa or the crowded streets of Tokyo there is not a single person who holds the evidence of a different history embedded somewhere in his or her genes?

HUNTERS AND FARMERS

Although Cro-Magnon stone technology was a significant advance over the existing apparatus of the Neanderthals, life in the Old Stone Age was still based on hunting. Archaeologists divide the Stone Age into three phases, based on the style of stone tools used. It is not a hard and fast classification and is fuzzy at some of the boundaries, but it has endured as a useful way of referring to the main features of an archaeological site where the only evidence to go on is the artefacts that are found there. A trained archaeologist can tell at a glance whether he or she is dealing with an Old, Middle or New Stone Age site by the features of the stone tools and other artefacts found there and without needing to find any human bones to help.

The Old Stone Age, or *Palaeolithic* (from the Greek for *old* and *stone*) covers the time from the first appearance of stone tools about two million years ago up until the end of the last Ice Age about fifteen thousand years ago. There are huge differences between the crude hand axes that come from the beginning of this period and the delicately worked flint tools that are found at the end. To differentiate the various phases of this development, the Palaeolithic is divided into Lower, Middle and Upper phases. The Lower Palaeolithic roughly coincides with the time of *Homo erectus*, the Middle Palaeolithic corresponds approximately with the time of the Neanderthals, and the most recent, the Upper Palaeolithic, refers to the period beginning in Africa about a hundred thousand years ago when *Homo sapiens* finally arrived on the scene. In Europe, the Upper Palaeolithic doesn't begin until the first *Homo sapiens*, the Cro-Magnons, appear with their advanced stone technology between forty and fifty thousand years ago.

After the end of the last Ice Age, the Middle Stone Age, or *Mesolithic*, takes us up to the beginnings of agriculture. The boundary between the Upper Palaeolithic and the Mesolithic is very indistinct. There is an increase in the sophistication of worked stone tools and characteristic styles of implements made from bone and antler. Many more sites are found around coasts. However, there is no entirely new stone technology on the scale of that which divides the Middle and Upper Palaeolithic. At the other end of the Mesolithic, though, the transition is dramatic. The New Stone Age or *Neolithic* is the age of farming, and it is associated with a whole new set of tools – sickles for cutting stands of wheat; stones for grinding the grain – and, almost always, the first evidence of pottery.

The Cro-Magnons of the European Upper Palaeolithic lived in small nomadic bands following the animals they hunted, shifting camp with the seasons. Although a vanishingly few people around the world still make a living like this, for most of us (certainly for most of you reading this book) the fundamental basis of life has changed dramatically. This is due to the one technical revolution which eclipses any refinements to the shape and form of stone tools in its importance in creating the modern world. That revolution is agriculture. Within the space of only ten thousand years, human life has changed beyond all recognition, and all of these changes can be traced to our gaining control of food production.

By ten thousand years ago, our hunter-gatherer ancestors had reached all but the most inaccessible parts of the world. North and South America had been reached from Siberia. Australia and New Guinea were settled after significant sea crossings, and all habitable parts of continental Africa and Europe were occupied. Only the Polynesian islands, Madagascar, Iceland and Greenland had yet to experience the hand of humans. Bands of ten to fifty people moved about the landscape, surviving on what meat could be hunted or scavenged and gathering the wild harvest of seasonal fruits, nuts and roots. Then, independently and at different times in at least nine different parts of the world, the domestication of wild crops and animals began in earnest. It started first in the Near East about ten thousand years ago and, within a few thousand years, new centres of agriculture were appearing both here and in what are now India, China, west Africa and Ethiopia, New Guinea, Central America and the eastern United States. This was not a sudden process but, once it had begun, it had an

inexorable and irreversible influence on the trajectory of our species.

There has never been a completely satisfactory explanation of why agriculture began when it did and how it sprang up in different parts of the world during a period when there was no realistic possibility of contact between one group and another. This was a time when the climate was improving, though fitfully, after the extremes of the last Ice Age. It was becoming warmer and wetter. The movement of game animals became less predictable as rainfall patterns changed. Even so, none of these things in themselves explain the radical departure from life as a hunter to that of a farmer. Why hadn't it happened before? There were several warm interludes between Ice Ages during the course of human evolution where the climate would have favoured such experimentation. What must have been lacking was the mind to experiment.

Whatever the reasons behind the invention of agriculture, there is no doubting its effect. First of all, numbers of humans began to increase. Very roughly, and with wide variations depending on the terrain, one hunter-gatherer needs the resources of 10 square kilometres of land to survive. If that area is used to grow crops or rear animals, its productivity can be increased by as much as fifty times. Gone is the necessity for seasonal movements to follow the game or wild food. Very gradually camps became permanent, then in time villages and towns grew up. Soon food production exceeded the human effort available to keep it going. It was no longer essential for everybody to work at it full-time; so some people could turn to other activities, becoming craftsmen, artists, mystics and various kinds of specialists.

But it was not all good news. The close proximity of domesticated animals and dense populations of humans in villages and towns led to the appearance of epidemics. Measles, tuberculosis and smallpox crossed the species barrier from cattle to humans; influenza, whooping cough and malaria spread from pigs, ducks and chickens. The same process continues today with AIDS and BSE/CJD. Resistance to these diseases slowly improved in exposed populations, and here they became gradually less serious. But when the pathogens encountered a population which had not previously been exposed to them, they exploded with all their initial fury. This pattern would be repeated throughout human history. The European settlement of North America which followed on from the voyage of Christopher Columbus in 1492 was made easier by the accidental (or sometimes deliberate) infection of native Americans by epidemic diseases, like smallpox, which killed millions.

The first nucleus of domestication that we know about appeared about eleven thousand years ago in the Near East, in what is known as the Fertile Crescent. This region takes in parts of modern-day Syria, Iraq, Turkey and Iran, and is drained by the headwaters of the Tigris and Euphrates rivers. Here or hereabouts the hunters first began to gather in and eat the seeds of wild grasses. They still depended on the migrating herds of antelope that criss-crossed the grasslands on their seasonal migrations, but the seeds were plentiful and easy to collect. This was not agriculture, just another aspect of gathering in the wild harvest. Inevitably some seeds were spilled, then germinated and grew up the following year. It was a small step from noticing this accidental reproduction to deliberate planting near to the camps, which had by then already become more or less permanent in that part of the world thanks to the local abundance of wild food. Over time, the plants which produced the heavier grains were deliberately selected, and the natural genetic variants that produced them increased in the gene pool. True domestication had begun.

The same process was repeated in other parts of the world at later times and with different crops: rice in China, sugar-cane and taro in New Guinea, teosinte (the wild ancestor of maize) in Central America, squash and sunflower in the eastern United States, beans in India, millet in Ethiopia and sorghum in west Africa. Not only wild plants, but wild animals too were recruited into a life of domestication. Sheep and goats in the Near East along with cattle, later separately domesticated in India and Africa; pigs in China, horses and yaks in central Asia, and llamas in the Andes of South America were all tamed into a life of service. Even though most species resisted the process – for example, no deer have, even now, been truly domesticated – the enslavement of wild animals and plants for food production was the catalyst that enabled

Homo sapiens to overrun and dominate the earth.

But how was this accomplished? Was there a replacement of the hunter-gatherers by the farmers, just as the Neanderthals had been pushed aside by the technologically advanced Cro-Magnons? Or was it instead the idea of agriculture, rather than the farmers themselves, which spread from the Near East into Europe? This seemed like another case of rival theories that could be solved by genetics – so we set out to do just that.

By the summer of 1994, by which time I had secured the three-year research grant I needed to carry on, I had collected together several hundred DNA sequences from all over Europe, in addition to the samples we had acquired on our Welsh trip two years previously. Most of them had been collected by the research team, or through friends, as the opportunity arose. One friend of mine was engaged to a girl from the Basque country in Spain, so he surprised his future in-laws by arriving with a box of lancets and setting about pricking the fingers of friends and family alike. A German medical student who was spending the summer in my lab on another project went para-gliding in Bavaria and tucked the sampling kit into his rucksack. Other DNA samples came from like-minded colleagues in Germany and Denmark who sent small packages containing hair stuck to bits of sellotape. Hair roots are a good source of DNA, but they are fiddly to work with and a lot of people, especially blondes, have hair that breaks before the root comes out. And pulling out hair hurts.

Another year on, and by the early summer of 1995 a few papers were beginning to appear in the scientific literature on mitochondrial DNA, from places as far apart as Spain, Switzerland and Saudi Arabia. It is always a precondition of publication in scientific journals that you deposit the raw data, in this case the mitochondrial sequences, in a freely accessible database; so with the help of these reports we were able to build up our numbers of samples further. The papers themselves were not encouraging. Their statistical treatment of the data was largely limited by the computer programs available at the time to comparisons of one population average against another, and drawing those wretched population trees. Given this treatment, the populations looked very much like one another, and the authors inevitably concluded with pessimistic forecasts about the value of doing mitochondrial DNA work in Europe at all. Compared to the genetic dramas being revealed in Africa, where there were much bigger differences between the DNA sequences from different regions, Europe was starting to get a reputation for being dull and uninteresting. I didn't think that at all. There was masses of variation. We rarely found two sequences the same. What did it matter if Africa was 'more exciting'? We wanted to know about Europe, and I was sure we could.

When we had gathered all the European data together, we started by trying to fit the sequences into a scheme which would show their evolutionary relationship to one another. This had worked very well in Polynesia, where we saw the two very distinct clusters and went on to discover their different geographical origins. We soon found out that it was going to be much more difficult than that in Europe. When we plugged the data into a computer program that was designed to draw evolutionary trees from molecular sequences, the results were a nightmare. After thinking for a very long time, the computer produced thousands of apparently equally viable alternatives. It couldn't decide on the true tree. It looked hopeless. This was a very low point. Without a proper evolutionary scheme that connected the European sequences, we were going to be forced to publish our results, the results of three years' hard work and a lot of money, with only bland and, to me, pretty meaningless population comparisons that might conclude, say, that the Dutch were genetically more like the Germans than they were like the Spanish. Wow.

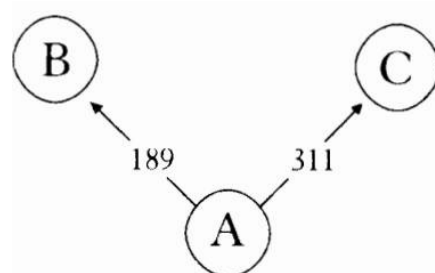


Figure 4a

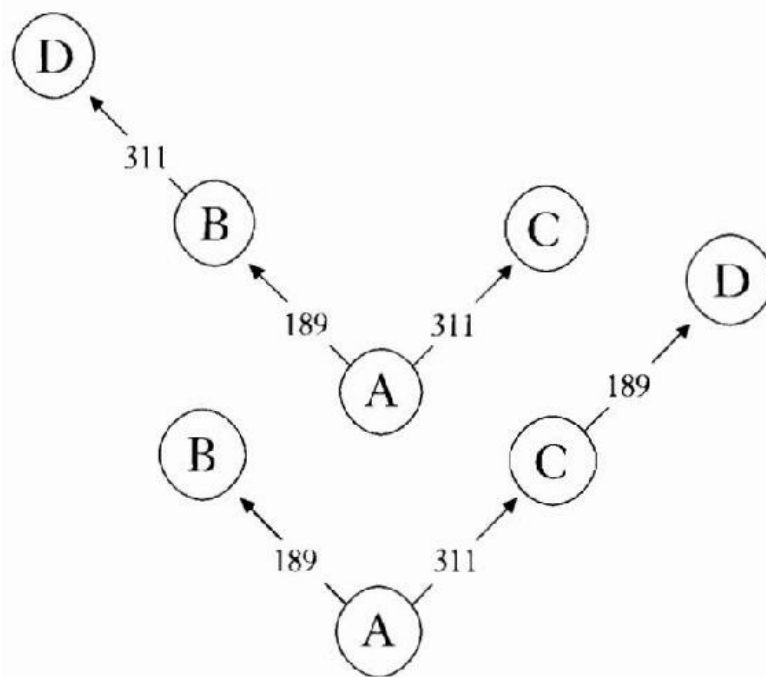


Figure 4b

Before going down that miserable route – and we had to publish something soon to have any hope of securing yet more funding – we went back to the raw data. Instead of feeding it into the computer, we started drawing diagrams on bits of paper. Even then we couldn't make any sense of the results. For instance, we would have four obviously related sequences but couldn't connect them up in an unambiguous evolutionary scheme. Figure 4a shows an example. Sequence A was our reference sequence, sequence B had one mutation at position 189 and sequence C had one mutation at position 311. That's easy enough. Sequence A came first, then a mutation at 189 led to sequence B. Similarly, a mutation at 311 turned sequence A into sequence C. No real problem there. No ambiguity. But what to do with a sequence like D, with mutations at 189 *and* 311? D could have come from B with a mutation at 311, or from C with a mutation at 189 (see Figure 4b). Either way it was obvious that the mutations, on which everything depended, were happening more than once. They were recurring at the same position. No wonder the computer was getting confused. Unable to resolve the ambiguity, it would draw out *both* trees. Another ambiguity somewhere else would force the program to draw out four trees. Another one and it had to produce eight trees, and so on. It was easy to see that it wouldn't take many recurrent mutations in such a large set of data for the computer to produce hundreds or even thousands of alternative trees. How were we going to get over this? It looked as if we were really stuck. For the next week I would think I'd solved it, get out a piece of paper and start drawing, then realize whatever idea I'd had wasn't going to work. Finally, I was sitting down in the coffee room one day doodling on napkins when the solution dawned on me. Don't even try to come out with the perfect tree. Leave the ambiguities in there. Instead of trying to decide between them, just draw it as a square (Figure 4c). Freely admitting that I didn't know which route led to D, I could leave it at that. Once I had unhooked myself from this dilemma, the rest was easy. I could relax. I was no longer seeking the perfect tree from thousands of alternatives. There was just one diagram, not a tree but a network, which certainly included some ambiguities but whose overall shape and structure was full of information.

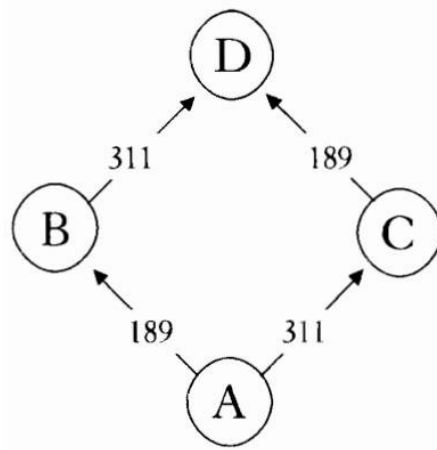


Figure 4c

Unknown to our team in Oxford, a German mathematician, Hans-Jürgen Bandelt, had been working on the theoretical treatment for just such a scenario. He was looking for the best way of incorporating DNA sequences with the sort of parallel mutations we were finding into an evolutionary diagram. He contacted us because he needed some real data to chew over, and we at once realized that we were both thinking along the same lines and solving the problem in the same way, drawing networks and not trees. The big difference was that Hans-Jürgen was able to apply a proper mathematical rigour to the process of constructing the networks, an advantage which was crucial to their acceptance as a respectable alternative to the traditional trees.

With this important obstacle overcome, we could now concentrate on the picture that was slowly emerging from the European sequences. Whereas in Polynesia we saw two clearly differentiated clusters, in Europe the networks were sorting themselves out into several related clusters, groups of mitochondrial sequences that looked as though they belonged together. These were not so obviously distinct or so far apart as their Polynesian equivalents, in the sense that each cluster had fewer mutations separating it from the others. We had to look hard to make out the boundaries, and Martin Richards and I spent many hours trying to decide how they best fitted together. Were there five or six or seven clusters? It was hard to decide. At first we settled on six. We found out later that we had missed a clue which would have divided the biggest of the six clusters into two smaller ones to give us the seven clusters that we now know form the framework for the whole of Europe.

What mattered to us at the time was not so much precisely how many clusters there were, but that there were clusters at all. This was not the homogeneous and unstructured picture presented by the scientific articles which had been published by the summer of 1995, leading their authors to despair that anything useful could be found out about Europe from mitochondrial DNA. The clusters might have been hard to see, in fact impossible to distinguish without the clarifying summary of the network system, but there was no mistaking their presence. Now that we had our seven defined clusters we knew what we were dealing with, and could start looking at where they were found, and how old they were. Because we had a figure for the mutation rate of the mitochondrial control region we could combine this with the number of mutations we saw in each of the seven clusters to give us an idea of how long it had taken each cluster to evolve to its current stage of complexity. This had worked beautifully in Polynesia, where the two clusters we found had accumulated relatively few mutations within them for the simple reason that humans had only been in Polynesia for three to four thousand years at most. When we worked out the genetic dates for the two Polynesian clusters in the different island groups by factoring in the mutation rate, they corresponded very well to the settlement dates derived from the archaeology. The earliest islands to be settled, Samoa and Tonga in western Polynesia, had the most accumulated mutations within the clusters and a calculated genetic age of three thousand years, very similar to the archaeological age. Further east, the Cook Islands had fewer accumulated mutations and a younger date. Aotearoa (New Zealand), the last Polynesian island to be settled, had very few mutations within the clusters and the youngest date of all.

When we applied exactly the same procedure to the clusters in Europe we got a surprise. We had been expecting relatively young dates, though not as young as in Polynesia, because of the overwhelming influence of the agricultural migrations from the Near East in the last ten thousand years that were so prominent a feature in the textbooks. But six out of the seven clusters had genetic ages much older than ten thousand years. According to the version of Europe's genetic history that we had all been brought up on, a population explosion in the Near East due to agriculture was followed by the slow but unstoppable advance of these same people into Europe, overwhelming the sparse population of hunter-gatherers. Surely, if this were true, the genetic dates for the mitochondrial clusters, or most of them at least, would have to be ten thousand years or less. But only one of the seven clusters fitted this description. The other six were much older. We rechecked our sequences. Had we scored too many mutations? No. We rechecked our calculations. They were fine. This was certainly a puzzle; but still we didn't question the established dogma – until we looked at the Basques.

For reasons discussed in an earlier chapter, the Basques have long been considered the last survivors of the original hunter-gatherer population of Europe. Speaking a fundamentally different language and living in a part of Europe that was the last to embrace agriculture, the Basques have all the hallmarks of a unique population and they are proud of their distinctiveness. If the rest of Europe traced their ancestry back to the Near Eastern farmers, then surely the Basques, the last survivors of the age of the hunter-gatherers, should have a very different spectrum of mitochondrial sequences. We could expect to find clusters which we saw nowhere else; and we would expect not to find clusters that are common elsewhere. But when we pulled out the sequences from our Basque friends, they were anything but peculiar. They were just like all the other Europeans – with one noticeable exception: while they had representatives of all six of the old clusters, they had none at all of the seventh cluster with the much younger date. We got hold of some more Basque samples. The answer was the same. Rather than having very unusual sequences, the Basques were as European as any other Europeans. This could not be fitted into the scenario in which hunters were swept aside by an incoming tide of Neolithic farmers. If the Basques were the descendants of the original Palaeolithic hunter-gatherers, then so were most of the rest of us.

But what about the cluster that was absent from the Basques – the cluster that was distinguished from the rest by having a much younger date compatible with the Neolithic? When we plotted the places where we found this cluster on a map of Europe, we found a remarkable pattern. The six old clusters were to be found all over the continent, though some were commoner in one place than in others. The young cluster, on the other hand, had a very distinctive distribution. It split into two branches, each with a slightly different set of mutations. One branch headed up from the Balkans across the Hungarian plain and along the river valleys of central Europe to the Baltic Sea. The other was confined to the Mediterranean coast as far as Spain, then could be traced around the coast of Portugal and up the Atlantic coast to western Britain. These two genetic routes were exactly the same as had been followed by the very first farmers, according to the archaeology. Early farming sites in Europe are instantly recognizable by the type of pottery they contain, just as Lapita ceramics identify the early Polynesian sites in the Pacific. The push through central Europe from the Balkans, which began about seven and a half thousand years ago, is recorded by the presence at these early sites of a distinctive decorative style called Linear pottery, in which the vessels are incised with abstract geometric designs cut into the clay. The Linear pottery sites map out a slice of central Europe where, even today, one branch of the young cluster is still concentrated. In the central and western Mediterranean, early farming sites are identified by another style of pottery, called Impressed ware because the clay is marked with the impressions of objects, often shells, which have been pressed into the clay before firing. Once again, the concordant distribution of Impressed ware sites and the other branch of the young cluster stood out. This didn't look like a coincidence. The two branches of the young mitochondrial cluster seemed to be tracing the footsteps of the very first farmers as they made their way into Europe.

There was one further piece of evidence we needed before we could be confident enough to announce our radical revision of European prehistory to the world. If the young cluster really were the faint echo of the early farmers, then it should be much commoner in the Near East than it is in Europe. At that time, the only sequences we had available from this region were from the Bedouin of Saudi Arabia. While only about 15–20 per cent of Europeans belonged to the young cluster – depending on which population was being studied – fully half of the Bedouin were in it.

We now had the evidence that most modern Europeans traced their ancestry back, far beyond the Neolithic, to the hunter–gatherers of the Palaeolithic, including the first Cro-Magnons that had replaced the Neanderthals. Certainly there had been new arrivals from the Middle East in the Neolithic; the correspondence between the geographical pattern of the young cluster and the archaeologically defined routes followed by the early farmers was good evidence of that. But it was not an overwhelming replacement. The young cluster makes up only 20 per cent of modern Europeans at the very most. We were ready to go public.

WE ARE NOT AMUSED

Professor Luigi Luca Cavalli-Sforza is a man whose eminence is matched only by his elegance. Erect of posture, even in his late seventies, his silver hair always immaculately groomed, he is equally at home in the busy conference rooms of the academic circuit by day and the exclusive restaurants that welcome the most distinguished delegates by night. His contributions and influence in the field cannot be over-estimated. Scientists who once studied under him, either in Italy or later at Stanford University in California, today hold many of the important academic positions in the discipline of human population genetics. It was Luca who first formulated the theory which had come to dominate European prehistory over the preceding quarter-century. According to this theory, or at least the version believed by archaeologists, farmers from the Near East had overwhelmed the descendants of the Cro-Magnons, who themselves had replaced the Neanderthals. This was a large-scale replacement which meant that most Europeans traced their ancestry back not to hunter-gatherers but to farmers.

Having collected together the records of thousands of blood and other genetic tests from all over Europe, Luca had amalgamated the results into a gradient of gene frequencies that summarized this mountain of data. These gradients were organized into simple vectors, called principal components, which were projected as lines on a map. The most striking, the first principal component, led diagonally across Europe from Anatolia in Turkey to Britain and Scandinavia in the north-west. To Luca and his colleagues, this was the signature of a massive influx of people into Europe from the Near East. The fit between the south-east/north-west axis of this genetic slope and the routes followed by the early farmers according to the archaeology available at the time was convincing. The farmers had overrun Europe.

The influence of Cavalli-Sforza's conclusion spread far beyond the narrow bounds of human genetics, through archaeology and related disciplines. Although there were some archaeologists who did not share his conclusion and saw in the record signs of only minimal population movement, they had a hard time making their views heard. Like any academic discipline archaeology has its fashions, and the fashion in Europe was for a large-scale settlement by incoming farmers. It had not been so when Cavalli-Sforza and his colleague, the American archaeologist Albert Ammerman, first put forward their ideas in the 1970s. At that time the contemporary taste was for entirely indigenous development; for the gradual adoption of agricultural methods and practice by the mesolithic hunter-gatherers of Europe without a large-scale movement of people. The original argument put forward by Ammerman and Cavalli-Sforza was for at least some movement, some migration from the Near East. Launched in a hostile intellectual atmosphere, this process was described in a term which sounded unchallenging. It was called 'demic diffusion'. Demic means 'to do with people', and diffusion is a gentle phrase implying the gradual inching outward of the farmers from their stronghold in the Near East. However, demic diffusion was not just a descriptive idea; it had a strong mathematical basis. It took as its foundation a mathematical model developed by Arthur Mourant's mentor, the great statistical geneticist R. A. Fisher, who produced equations to describe the spread of anything – animals, people, genes, ideas – outwards from a growing centre. This mathematical model was given the dramatic title the 'wave of advance'.

Over the past twenty-five years, the 'wave of advance', the name of the mathematical model, has gradually taken over from 'demic diffusion' as the description of the spread of farming. I don't entirely understand the reasons for this. It may be that as the model became more widely accepted there was no need to present it in a tone conciliatory to the intellectual atmosphere into which it was introduced, resistant to any theories which suggested large-scale movements of people; or it may just have been that archaeologists were beguiled by the power of the phrase 'wave of advance'. In any event, somehow the dramatic had taken over from the gentle. The idea of a gradual influence of incoming agriculturalists had been replaced in the collective psyche by the image of an unstoppable tidal wave of land-grabbing farmers

that swept away everyone and everything in its path. The notion that the farmers overwhelmed the original inhabitants became the prevailing lore among archaeologists.

Not only had this tsunami of people brought agriculture to Europe, it was also responsible, according to the distinguished Cambridge archaeologist Colin Renfrew, for the introduction and dissemination of the language family to which most European languages belong. Although it is not readily apparent to any but professional linguists, there is no doubt that, with only a few exceptions, the languages spoken in Europe today all stem from a common root. They belong to a family of languages called Indo-European. The way in which sentences are constructed and many of the words they share betray a relationship among them that may not be obvious to most of us as we struggle with our phrase books. It takes a linguist to connect English and Portuguese, Greek and Gaelic. The exceptions are the Basques' Euskara, Finnish, Estonian, Lapp and Hungarian. While Euskara is unique among living European languages and cannot be reliably linked to any other (though some linguists see a connection with languages of the Caucasus mountains), the other four are members of the Uralic language family which has its origins further east.

The Indo-element in Indo-European is there because there is a strong connection, again visible only to linguists, between the European languages and Sanskrit. This link was discovered by William Jones in 1786 while he was working as a judge in India for the British Raj. It was an amazing piece of amateur scholarship; indeed, Jones invented the concept of language families that is still a feature of comparative linguistics today. The essential idea of a language family is that all the different languages within it have evolved from a common root, almost certainly a language that is by now extinct. This raises the question of where the original Indo-European language was spoken and, importantly, how it spread out from there. Renfrew deduced that the original Indo-European language was spoken in Anatolia in central Turkey, and was then spread to Europe by the first farmers. A massive replacement of the hunter-gatherers by the agricultural 'wave of advance', as demic diffusion had surreptitiously become, was just what was needed to spread the language from its base in Anatolia.

There was now a powerful confederation of genetics, archaeology and linguistics in support of the argument that the mesolithic hunter-gatherers of Europe had been overwhelmed by the neolithic farmers. So, by the time we produced our startling results, the received wisdom was that most native Europeans today were descended not from the people who had endured the rigours of the last Ice Age but from the farmers who had walked in only ten thousand years ago with a bag of seeds and a few animals. But it just didn't fit with the ages of our DNA clusters. We were sure that the strongest signals from the mitochondrial DNA in today's Europeans were from much further back in the past than ten thousand years. We saw these signals as the genetic echo of the hunter-gatherers. These were not the faint whispers of a defeated and sidelined people but a resonant and loud declaration from our hunter-gatherer ancestors: 'We are still here.'

I decided to present our work at the Second Euroconference on Population History, held in Barcelona in November 1995. I knew very well that the main proponents of the 'wave of advance' theory would be there, so at least what I had to say would be noticed. I was given a twenty-minute slot. The conference room was vast, with four hundred delegates and room for many more. I was introduced by the convenor, Sir Walter Bodmer, Fellow of the Royal Society, a long-time associate of Luca Cavalli-Sforza and co-author with him of two influential textbooks on genetics. Walter is not widely known for his conciliatory remarks, but I did think 'And the next speaker is Bryan Sykes who is talking about mitochondria. I don't believe in mitochondria' was a less than gracious introduction. I began to lay out the basis for our revision of European prehistory.

Walter and Luca were both sitting below the podium, side by side in the front row. It is surprising how much you can take in when addressing even a large audience such as this. As I went from one point to another I could see that Walter was getting agitated. He began to mutter to himself, then to Luca; at first inaudibly, then louder and louder. 'Rubbish,' 'Nonsense,' I thought I heard him say. He began to fidget, to half raise himself in his seat then

sit back down, as one slide followed another in my presentation. As I came to the concluding slide, I could almost see the steam coming out of his ears.

No sooner had I finished talking than Walter and Luca were on their feet, throwing questions at me. I have known Walter for ages and seen him in action many times. I have watched him crush young researchers by his aggressive questioning, and I was determined the same would not happen to me. There is only one effective remedy with Walter, and that is to argue back. I had been expecting fireworks, and as I stood there under this barrage, I began to see it all as a piece of theatre – like a cross-examination in the High Court or a fierce exchange at the Despatch Box in the House of Commons. I began to enjoy myself.

At one point Walter insisted that they (he and Luca) had never said that the farmers had overwhelmed Europe and replaced the hunter-gatherers. I had brought along a copy of their jointly written textbook *Genetics, Evolution and Man* against just such an assertion. In response, I opened it at a page I had already marked with a yellow sticker and read out: 'If the population of Europe is largely composed of farmers who gradually immigrated from the Near East, the genes of the original Near Easterners were probably diluted out progressively with local genes as the farmers advanced westward. However, the density of hunter-gatherers was probably small and the dilution [of Near Eastern genes, that is] would thus be relatively modest.' There it was in black and white, in their own words. This was massive replacement in all but name. Walter puffed one last time and sat down. The chairman closed the session. I had survived the first charge: but the fuse had been lit on a fierce debate that would not be resolved for another five years.

In science these days, international conferences like the one in Barcelona are useful for announcing new findings and getting an initial reaction. But work presented at a conference has no real validity until it is published in a scientific journal. Publication involves close scrutiny of the data, the methods and the conclusions by expert reviewers working unpaid and under an obligation to declare any conflict of interests. Though a conference presentation has to be truthful, it is only during the review process prior to publication that the assumptions, results and interpretations are thoroughly checked. Considering the fierce reaction that our radical revision of European prehistory had provoked in Barcelona, it came as no surprise to us when we submitted our manuscript to the *American Journal of Human Genetics*, the leading international journal in the field, that the reviewers were even more demanding than usual. They insisted that the evolutionary network method, which we had published in 1995 as an intensely mathematical and opaque article, be explained once more in an appendix. They asked for additional tables of, to my mind, old-fashioned population comparisons. But finally, they published it. 'Palaeolithic and Neolithic lineages in the European mitochondrial gene pool' appeared in the July 1996 issue. It was now in print. We had set out our stall; now we waited for the reaction.

For a while, nothing happened. Then we started hearing from friends that the work was being discussed as at best irrelevant or at worst just plain wrong. Surprisingly, the main target of the whispering campaign was not us but mitochondrial DNA itself, which had distinguished itself so well in solving the puzzle of the Polynesians. Suddenly it was portrayed as being unreliable, too unstable, with too many parallel mutations in the section that we had chosen to use. The mutation rate estimates were attacked as being wildly out. This meant that the dates for the clusters were much younger than we thought and thus perfectly compatible with the 'wave of advance' model of an essentially farming-derived gene pool. Lastly, mitochondrial DNA was accused of being just one marker, just a single witness to events whose account of prehistory could not be substantiated.

When a controversial paper is published it is not unusual for the scientific journal in which it appears to receive and publish a criticism from others in the field. This takes the form of a 'Letter to the Editor'. The authors of the original paper are given the opportunity to respond, and if they do, both letters appear next to each other in the same issue of the journal. It was no surprise to learn that Cavalli-Sforza had composed such a criticism of our paper and that it had been accepted by the *American Journal of Human Genetics*. The editor sent us a copy of

Luca's letter with an invitation to reply to it.

The letter was a withering attack on mitochondria in general and on our interpretation of the control region sequence data in particular. It did, however, contain one very interesting statement that we had been waiting to hear. Although the overwhelming influence of the neolithic farmers on the make-up of the European gene pool was the main feature of Luca's 'demie diffusion/wave of advance' model, no figures had ever been put on their overall genetic contribution. While we had estimated that roughly 20 per cent of modern Europeans traced their mitochondrial ancestors back to these early agriculturalists, there was no comparable figure from Luca's work that we could use as a contrast. The assumption which most people had made was that the farmers had 'overwhelmed' the hunters. That was certainly how a generation of archaeologists had interpreted the 'wave of advance' model. But the scale of the immigration had never been quantified. There was probably no need. The model had gained its own momentum and everybody knew what it meant, or thought they did. But now, for the first time, Luca put a figure on the proportion of modern European genes contributed by farmers from the Near East. It was, according to the letter, roughly equal to the proportion of the genetic variation that contributed to the first principal component which tracked the cline of genes across Europe from the south-east to the north-west. And this was 26 per cent. No mathematical proof whatsoever accompanied the statement, but we weren't going to complain about that. It was close enough to our estimate of about 20 per cent, derived from mitochondrial DNA analysis, that it looked as if there was little left to argue about.

Even though this was an important new announcement from Luca, we certainly needed to reply to his letter and the criticism of mitochondrial DNA that it contained. He had every right to be critical. It is perfectly reasonable to demand absolute clarification from anybody who is challenging a long-held view. Extraordinary claims, such as ours, demand extraordinary proof. Even so, we all felt under a lot of pressure. We were the new boys on the block up against the might of the Establishment. Nevertheless, I never doubted for a second that we were right. There was nothing for it but to answer the criticisms one by one.

We were confident that the first objection – that our chosen section of mitochondrial DNA, the control region, was so riddled with parallel mutations as to be completely unreliable – could be rebuffed. There are plenty of other base changes that can be used as molecular markers around the mitochondrial DNA circle. If we drew a new evolutionary tree using these other markers instead of the control region sequences, then one of two things would happen: either the clusters would match our own groupings or they would not. If they did match, then the control region must be reliable. If they didn't match, then it wasn't, and we might as well give up.

For this test we teamed up with Antonio Torroni, an Italian geneticist from Rome who had spent many years developing an intricate technical system for these other markers. He supplied us with samples he had already tested for us to sequence through the control region, and we in turn took our own sequenced samples to Rome to run through his system. The results couldn't have been more encouraging. There was an almost exact fit between the clusters identified by Antonio's markers and our own. The one or two minor incompatibilities were quickly resolved; those apart, the match was perfect – so much so, in fact, that we abandoned our own numerical classification for the clusters and adopted Antonio's, based on letters of the alphabet. Now we had proof that the control region was not after all a fickle piece of DNA that could mislead and deceive but, once you got to know it, a faithful and reliable companion.

The mutation rate criticism was harder to address. It was certainly true that if we were using a gross under-estimate of the mutation rate then our cluster dates would be seriously adrift. If our estimates were out by a factor of ten, as some people suggested, then the ages of our clusters would fall from the Palaeolithic into the Neolithic and we could kiss our theory goodbye.

There are basically two ways of estimating a mutation rate. Either you can try to measure it

by direct observations from one generation to the next, or you can see how many mutations have accumulated in two different groups – which could be tribes, or populations, or species – that have been separated for a known length of time. The very first estimate of the mutation rate, the speed of the molecular clock, was made by comparing the differences between humans and their closest relative, chimpanzees, and combining this with the time since they last shared a common ancestor, estimated at between four and six million years ago. Of course, precisely when that separation between the ancestors of humans and chimpanzees took place is not known, especially since there are no chimp fossils to help out. The other route that has been used is to estimate the mutation rate changes which have accumulated in native Americans, who first arrived on the continent about twelve thousand years ago. The remarkable thing is that both methods agree so well with each other and come out with a figure of around one mutation in twenty thousand years down a single maternal lineage. When tracking back to a common ancestor between two modern people, as I did when estimating the date of the common ancestor between myself and the Tsar, there are *two* lineages, each with a chance to mutate, going forward from our common ancestor to each of us. Only one mutation separates my control region sequence from the Tsar's, but that mutation could have happened anywhere along the two maternal lineages leading from our common ancestor. At a rate of one mutation every twenty thousand years along a single lineage, that fixes the combined length of these two lineages to twenty thousand years. Since the Tsar and I are more or less contemporaries, the length of each lineage back to the common ancestor is therefore halved to ten thousand years. Our work in Polynesia had also shown an excellent agreement between the genetic and archaeological dates for settlement using this mutation rate. If the rate was wrong by a factor of ten in Europe, then it had to be wrong everywhere else. It would mean that chimps and humans diverged only 400,000–600,000 years ago, America was first settled only 1,200 years ago and Polynesia only 300 years ago – in fact after the Europeans got there. This was so obviously crazy that the rates we were using couldn't be that far out.

Measuring mutation rates directly is a hard business. It means picking up a change between a mother and her child. We estimated that we would need to test a thousand pairs of parents and children to pick up a single new mutation. That was out of the question. Fortunately, the mutation process in mitochondria is a gradual one and, as it turned out, not too difficult to observe by a different route. Mutations happen in individual DNA molecules in individual mitochondria. However, in most people the DNA sequence of all the mitochondria in all the body cells is exactly the same. These two truths pose a paradox. A new mutation can only take place in one DNA molecule in one mitochondrion in one cell; so how does it manage to take over the whole body?

In order to be passed on to a new generation, a mutation has to occur in a female germline cell, one of the cells that divide to become eggs. Mutations also happen in other body cells – in skin, bone, blood, and so on – but, as these do not get passed on to the next generation, they play no part in the patterns of evolution. What seems to be happening is that each time a female germline cell divides it takes only a few mitochondria with it. If the mitochondrion with the new DNA mutation is one of the few to slip through this bottleneck then it can make up a much bigger proportion of the mitochondrial DNA in the new cells. When these cells divide there is a chance that the new mutation will be further enriched, and so on.

There are only twenty-four cell divisions in the female germline between one generation and the next. These are twenty-four opportunities for enrichment of a new mutation; only rarely is this enough for a complete takeover in a single generation. The individual who grows from the fertilized egg will have a mixture of two mitochondrial sequences: the old one, which is the same as her mother's, and the new one, which began as a new mutation somewhere in her mother's germline cells.

We looked very hard at our sequencing results over the past few years, searching for the signs of mixed mitochondria within the same person. We found that about 1.5 per cent of people do indeed have a mixture of two different mitochondrial DNAs. We then tracked these

mixtures through families and found that it took an average of six generations for a new mutation to establish itself and take over completely. Remember the unusual case of the Tsar, who had a mixture of two different mitochondria in his bone cells? It looks as if he was in the transitional state where a new mutation was struggling to get established; eventually it did, as we can see in the cells of his modern-day relatives like Count Trubetskoy. As far as we could tell from our experiments, there was no inevitability in this process; some new mutations appeared to be doing well for one or two generations, then slipped back into obscurity and disappeared. We were observing directly the appearance and spread of new mutations, and from these data we could make a separate estimate of the mutation rate, independent of the complications associated with the exact dating of past events like the evolutionary separation of humans and chimps. This independent estimate, though only approximate, matched the mutation rate we had been using. We had answered the second criticism. Mitochondrial DNA had survived with its reputation intact.

The points Luca had raised in his letter, and to which we had responded, were serious and valid questions to ask of a new technology, especially one that had rewritten the version of prehistory that had dominated thinking for so long. They needed to be addressed, and they were. What happened next threatened to discredit not only our studies in Europe but all the evolutionary work using mitochondrial DNA that had ever been done on humans. We had to deal with the spectre of recombination.

Briefly, what makes the chromosomes in the cell nucleus so difficult to use for tracing evolutionary histories is their habit of scrambling information at each generation. Until the germline cells are into their final division which produces the gametes (sperm or eggs), the chromosomes lead separate lives and don't have a great deal to do with one another. However, in that final cell division, the pairs of chromosomes which have been inherited from each parent sidle up to one another, like mating earthworms, and start to exchange bits of DNA. After this canoodling they pull apart and go off to different gametes. But now they are no longer the same chromosomes but DNA mosaics. They have undergone what is called *recombination*. This is the ultimate genetic reason for sex itself, the potential for creating through recombination new and better gene arrangements that can advance evolution.

Recombination has its advantages for scientists. It has greatly helped the mapping of genes for serious inherited diseases on to specific chromosomes, and has been instrumental in unravelling the sequence of the entire human genome. But as far as tracing DNA through the generations is concerned, recombination is a very big nuisance. One of the features of mitochondrial DNA that have made it such a successful instrument for probing into the deep human past is that the information it brings us is not scrambled by recombination. The only differences between my mitochondrial sequence and that of my direct maternal ancestors are the changes that have been introduced over the millennia by mutation. With recombination, there would be the prospect of having not just one line of mitochondrial ancestors but dozens of them. Everything that had been assumed about mitochondrial genetics would be in doubt.

So, when two papers claiming evidence for mitochondrial recombination appeared in the March 1999 issue of the prestigious *Proceedings of the Royal Society*, they sent shock waves around the world. Editorials in the leading popular science journals, *Science* in Washington and *Nature* in London, immediately publicized this fundamental challenge to the authority of mitochondrial DNA. If recombination really was occurring, as these papers were suggesting, then it meant that all the work published over the previous decade on mitochondrial DNA in human evolution was completely undermined.

The wide publicity accorded to these articles was due not only to the claims they advanced but also to the great distinction of the author of one of them: John Maynard Smith, the undisputed doyen of British evolutionary biologists, the author of textbooks and other influential works, and still an active presence in his eighties. Condemnation by such an eminent figure, with no obvious axe to grind, spelled obliteration for us and everybody else in the field – if the claims for recombination could be substantiated. The substance of Maynard Smith's largely theoretical argument was that there was too much variation in mitochondrial

DNA to have arisen by mutation alone. It was not so much a proof of recombination as an elimination of other mechanisms that could account for what Maynard Smith saw as a higher than predicted number of mutations. The reasoning was reminiscent of Sherlock Holmes' advice to Dr Watson in *The Sign of Four*: 'When you have eliminated the impossible, whatever remains, *however improbable*, is the truth.' But what made Maynard Smith's argument so seductive was the announcement in an adjoining paper of actual evidence for recombination in mitochondria from the tiny and remote island of Nguna in the Pacific. And the leading author (one of six) of the second paper was Erika Hagelberg.

Erika, you will recall, had worked in my laboratory on the first recovery of DNA from human bone back in the late 1980s. She had since made a name for herself in the field of ancient DNA and become involved in some celebrated forensic cases, most famously when she and her colleagues had recovered DNA from the remains of Joseph Mengele, the infamous Nazi doctor who carried out unspeakable human experiments on prisoners in the Auschwitz extermination camp. With these and other cases under her belt she had built up a reputation as an imaginative scientist. However, despite occasional attempts on both our parts to heal the rift that had grown up during the difficult final days Erika spent in my laboratory, she and I had endured an uneasy relationship ever since. This tension added an extra dimension to the drama that was about to unfold.

The essence of Erika's evidence for recombination was that a particular mitochondrial mutation, at position 76 in the control region, was cropping up in several different clusters on the small island of Nguna. Like the Maynard Smith paper that accompanied it, this wasn't direct evidence for mitochondrial recombination. However, mutations at position 76 were exceedingly rare; elsewhere in the world, so to find it frequently *and* in different clusters on the same island did deserve a special explanation. It would mean either that the mutation had happened spontaneously several different times in different clusters, which was extremely unlikely, or that a new mutation at 76 in one cluster had somehow spread to the others. And the only way for that to happen was by recombination.

For mitochondrial recombination to occur, two things have to happen. First, there needs to be a way for two circular mitochondrial DNA molecules to snuggle up to each other and exchange DNA. That didn't seem too unlikely. There are about eight DNA molecules in each mitochondrion and they enjoy free access to each other. So it would not be hard for them to exchange DNA. More difficult to accept was that there had to be two very different mitochondrial genomes in the same cell. If all the mitochondria in the cell had exactly the same sequence, they could exchange DNA between themselves as much as they liked and it would not make any difference. All the mitochondria would still have the same DNA sequence. Only if there were *two* different mitochondria exchanging DNA would anything be noticed. So the Nguna observation demanded that there were, or had been in the past, people who had mixtures of mitochondria. One component of the mixture would have to be the DNA belonging to one cluster, let's call it A, and with a mutation at position 76 in the control region. The other would be mitochondrial DNA from a completely different cluster, which we can call B, without the mutation at position 76. These two mitochondria would then exchange segments of DNA so that a piece from A, which included the mutation at position 76, ended up on B.

There was only one way to get two mitochondria from completely different clusters in a cell: one of them had to be coming not from the egg but from the sperm. So, if this claim of recombination turned out to be true, it would be a lethal double blow. Not only would it be impossible to trace mitochondrial lineages back in time because of the scrambling implicit in recombination, but it would also follow that mitochondrial inheritance was not, after all, exclusively maternal. No longer would it be safe to assume that our mitochondrial DNA had come from an ancestral line of mothers. It could have come from fathers as well. Something had to be done. We held an emergency meeting.

Vincent Macaulay, who trained as a physicist and was a formidable mathematician, and had joined the team two years previously, went off to check and recheck the sequence data used in

the Maynard Smith paper. Incredibly, a lot of them were wrong. Either they had been incorrectly copied from the public databases, or the raw sequences themselves which had been deposited in these databases had mistakes in them (actually a common enough occurrence). The cumulative effect of both sorts of error made it look as though there were more mutations in the mitochondria than there really were. After correcting these mistakes in the data and redoing the Maynard Smith calculations, it was obvious that the force of the theoretical argument for recombination was seriously diluted. We wrote at once to Maynard Smith, who gracefully accepted the error.

The claim for recombination advanced by Erika Hagelberg was a more serious proposition. Even though it fell short of an actual proof of recombination, which would require a definition of the segments that had been exchanged between the two different mitochondria, it was still a piece of evidence that was hard to explain by any other mechanism. As far as I could see, it could only be wrong if there had been a massive systematic error in the sequencing of the Nguna samples. This seemed very unlikely, given that Erika was an experienced scientist who would be familiar with the rule that extraordinary claims needed extraordinary proofs. Conventionally, these sequences would have been repeated and checked several times before making such a radical claim that she must have realized would have such profound implications.

Nguna itself is a tiny island lying off Espirito Santo in Vanuatu, west of Fiji, and Vanuatu was one of the island groups which we had included in our earlier work on Polynesia. We had been given a few samples and, checking back, I found that four of them came from Nguna itself. In those days we did not report mutations lower than position 93, because the systems we used at the time sometimes gave unreliable readings below that. So it was no surprise that our computer records showed no mutations at the crucial site of position 76. However, we still kept the old X-ray films on which the sequence was displayed as a series of bands. By some miracle I managed to locate the Nguna plate dated 2 June 1992, and the quality was perfect. I could easily read the sequence down to 76 and beyond. There was no sign of a change at 76 in any of the samples. I went at once to my colleague in the Institute who had supplied me with the original blood samples and explained what I had found. He had some more from Nguna, and we tested those for the change at 76. Not one of them had it. It seemed incredible that we couldn't find the 76 mutation in twenty samples from such a tiny island when Erika was reporting it in nearly half of hers from the same place.

The situation was serious enough to warrant contacting Erika, and I emailed her in Dunedin, New Zealand, where she had recently taken up a post at the University of Otago. Given our strained relationship, I was as diplomatic as possible and stuck to the point. I explained that we had found no sign of the crucial mutation at position 76 in samples from the same small island. Would she let me know the source of the relevant Nguna samples, and send me samples so that I could replicate her findings? She replied that she was sure of the sequences and would re-check the results as soon as she could, that the possibility of a sequencing mistake is always there but that she had been reassured by the sheer mass of data. Considering the gravity of the situation and the impact even the suspicion of mitochondrial recombination was having on the reputation of the field as a whole, I then made a second request for samples of the Nguna DNA. This is unusual but not unheard of. I mentioned earlier that whenever a scientific paper is published there is an implicit undertaking, where possible, to make the raw material available for verification. This principle is at the very foundation of scientific progress. Without independent verification, or at least the opportunity to do so, scientific results have no validity. In most cases an actual test is unnecessary because the findings are quickly overtaken by new results. But here we had a situation where an entire field had been threatened with extinction. The truth about the Nguna samples, whatever it was, had to come out. And quickly.

I am sad to report that my requests for samples to verify the Nguna sequences did not produce results. Nor did I know of other laboratories that had tried to contact Erika to replicate the results. In the meantime, the reputation of mitochondrial DNA as a reliable

evolutionary tool was spiralling downwards. The undergraduates had heard all about it. In the 1999 biological anthropology exams at Oxford, the demise of mitochondria featured in many of the students' answers. At a packed meeting in the zoology department at which some new work from Maynard Smith was being presented by one of his colleagues, I found myself in the distinctly uncomfortable position, during questions at the end of the lecture, of having to defend the reputation of mitochondria in front of an audience of very distinguished and influential evolutionary biologists who seemed only too eager to write it off.

I was pretty sure by now that Erika's Nguna data were wrong. Still, it was no good my thinking that. It was not really much use publishing our own results from the same island, either. There would still be uncertainty, and the original paper would still stand. If it were wrong, then it had to be corrected in the scientific press by Erika herself. In the meantime, I had also contacted co-authors of the paper who cooperated as far as possible: but still no sign of the samples.

In September of 1999 there was to be a conference in Cambridge at which both Erika and I were down to speak. It was a conference about Europe, and I gave a paper early on about our European work. Erika had been invited to talk about the Pacific islands and, we all assumed, about mitochondrial recombination. Generally speaking, scientific conferences are intensely polite affairs. There is a brief introduction by the session chairman; the speaker comes to the front and presents the paper, usually illustrated by a few slides or overheads; there is polite applause, a few questions from the audience, perhaps a bit more applause; the chairman introduces the next speaker. On this occasion, by the time it came for Erika to speak, there was a tangible atmosphere of anticipation, the expectation of a showdown in the air. The audience was completely silent, not wanting to miss a single word.

Erika began by saying that she was not going to talk about recombination. A murmur of surprise spread round the audience. Why had she come halfway round the world to a meeting on the genetic history of Europe if not to talk about mitochondrial recombination? As she went through her text on other aspects of her work in the Pacific, I knew I had to ask her about her Nguna work during questions, even if it had not featured in the presentation itself. It was the only way to get the matter cleared up. Was she sticking to her story or not? As Erika finished speaking, I raised my hand and the chairman called me to put my question. I was very nervous indeed, and could feel my heart pounding. But the issue was so important that I pressed on, in as unemotional a tone as I could manage.

'Erika,' I began, 'although you did not refer to this specifically in your talk, there has been, as you know, considerable interest in your claim of finding examples of mitochondrial recombination on the island of Nguna. As you also know, my laboratory did not find evidence for recombination in samples from the same small island. There has been a suggestion in the scientific press [which there had, and not by me] that there may be a systematic error in the DNA sequences which appeared in the article. How do you respond to this suggestion?'

She answered instantly that she had checked the sequences and stood by them.

I had to keep going. 'In that case, Erika,' I replied, 'why have you refused my requests for samples of the original DNA so that the sequences could be independently verified?'

The entire conference hall froze into complete silence.

'I did not refuse,' she answered.

'But you did not reply to my request, which amounts to the same thing,' I argued.

This was turning into a Grade One row. Erika accused me of having no scientific but personal motives for pursuing the matter. Fortunately, before I could answer this charge, someone else asked a related question about the recombination data and got what seemed to me to be an equally unconvincing reply. And yet, though by now many in the audience must have had their doubts about her original paper, at the end of the meeting it was still standing. There was no retraction. Not yet.

After that conference, Erika came under pressure from some of her co-authors on the

original paper to clarify the position. Eventually, she conceded that the sequences were indeed wrong and, in August 2000, nearly eighteen months after the first paper appeared, the correction was published. For some unexplained reason, the sequences from the first part of the control region had been shifted by ten bases. This is something that can happen if the sequencing machine is playing up. The base that the machine had scored as a mutation at position 76 was actually the normal base for position 86. So there were no mutations at 76 after all. Getting to the truth had been an exhausting, unpleasant and distressing experience. Everyone makes mistakes. But to take so long to set the record straight on such an important issue with so many ramifications seems to me completely contrary to the spirit of scientific enquiry. But there it was. Mitochondria had survived the recombination scare.

CHEDDAR MAN SPEAKS

Although our scientific reasoning now appeared to be watertight, I was still nervous that there might be a flaw in our version of European prehistory that even our most persistent and vociferous critics had overlooked. They had done a good job in making us test and prove every conceivable aspect of our principal tool – mitochondrial DNA itself. We had checked and rechecked the mutation rate. We had spent weeks running different versions of our evolutionary network programs and they all gave the same results. We had ridden the storm of recombination. We still felt sure that main chapters of the genetic history of Europe were written in the time of the hunter-gatherers, long before the farmers arrived. To be sure, agriculture had added some important extra paragraphs; but it had definitely not erased the original text. We felt very confident that most living native Europeans traced their maternal ancestry back to the hunter-gatherers who lived before the dawn of the Neolithic and the coming of agriculture.

Nevertheless, even though we were very sure of our data and the way we had interpreted them, our conclusions were still only inferences about past events: inferences built on large amounts of data and robust statistical treatments, but inferences none the less. So I was still slightly anxious. Perhaps we had made a mistake about the dates. I didn't think we had, but suppose we were out by a factor of two? Suppose that events we had dated to fifty thousand years ago actually took place only twenty-five thousand years ago? More importantly, suppose the dates for the major mitochondrial clusters which we had placed at or around the end of the last Ice Age, between fifteen and twenty thousand years ago, were out by the same factor and were really less than ten thousand years old? That would bring them too close for comfort to the Neolithic period, and mean that they might have been part of the wave of Near Eastern farmers after all.

What we needed was a direct test on DNA taken from a human fossil which was known to predate the arrival of farming. If we could only find DNA that fitted into one of these crucial clusters in the remains of a hunter who lived thousands of years before farming was ever thought of, then we would be home and dry. We would not need to rely exclusively on reconstructions from the modern sequences. We would have found the real thing in Palaeolithic Europe. These mitochondrial clusters then had to have arrived in Europe thousands of years before farming ever reached it, and our dates must be right. Conversely, if the DNA from a very old fossil was unlike anything we now found in Europe then we were on shaky ground. We could not then be sure that the ancestors of the major modern clusters were in Europe before farming.

Human remains from the Upper Palaeolithic are few and far between. For one thing, ten thousand years is a very long time, and only in the very best of circumstances do bones last that long. Any that do survive are jealously guarded specimens, and rightly so. We would have to make an exceptionally good case to persuade a curator to allow us to take a sample from such a rarity. In my favour I did at least have a track record in getting DNA out of old bones. With my colleagues, I was the first to do so, with the Abingdon bones in 1989, although in that case the material was only a few hundred years old. Our work a few years later on the Iceman had become widely known, and was well thought of. But that was a unique case – a completely frozen body. At five thousand years it was old, but not old enough to predate agriculture. Although the Iceman's DNA belonged to one of the key clusters, it couldn't be used to strengthen our case because he was living two thousand years after farming had reached the Alps. We were looking for remains that were at least twice as old as the Iceman. Even so, he was the oldest human by far to have had his DNA successfully extracted, and as a deep-frozen body he was an exceptional case. There was no assurance that an ordinary skeleton would retain its DNA for five thousand years, let alone ten thousand.

Although DNA is obviously a much tougher molecule than anyone ever thought when they

were scared to take it out of the refrigerator for fear of its decomposing, it cannot survive very long on its own. It needs to be in a skeleton to survive for thousands of years. What distinguishes bones, and teeth, from all other tissues is the hard, calcium-based mineral, hydroxyapatite. This protects the proteins and the DNA from decay by shutting out the bacteria and fungi that feed on the soft tissue in the rest of the corpse. So long as the mineral is intact, there is a chance that the DNA will have escaped being gobbled up. Once the calcium goes, the DNA is exposed and soon disappears. Calcium is alkaline and survives much better in an alkaline soil than anywhere else. In neutral and particularly in acid soils, DNA is much shorter-lived. The spectacular peat-bog bodies of northern Europe, where even the hair and skin are intact, always have a collapsed and deflated look about them because the calcium in the bones has dissolved in the acid bog. A lot of the protein survives and is protected against decay by the acid, which kills bacteria and fungi. However, because of its molecular structure, DNA is cut to shreds by even dilute acid very quickly. So, unfortunately, bog bodies are not a good source of ancient DNA.

Heat is also bad news. Egyptian mummies were an early, high-profile target for those in search of ancient DNA and, sure enough, some was found. But these were the carefully embalmed bodies of the wealthy, sheltered from decay not only by the natural preservatives in the embalming fluid but also by a succession of wood and stone sarcophagi which sealed the body in an underground tomb away from the baking heat of the sun. There are thousands of much less elaborate burials for the less well off in shallow graves just beneath the sand; but, even though these mummies are only two or three thousand years old, they are almost totally devoid of protein or DNA. The inorganic calcium is unaffected by the heat, but the organic molecules are long gone, broken down and leached away by the scorching heat of the desert.

We knew, then, that we had to avoid burials in hot countries and acid soils, and so we turned our attention to the limestone caves of northern Europe. Within these caves the temperature remains cool and, importantly, constant throughout the year. The daily fluctuations of heat and cold in the Egyptian desert probably do more damage to the DNA than the heat alone. A cool, stable temperature was much more promising. But what really recommends limestone is the alkaline nature of the surroundings. Bone mineral and limestone are chemically very similar. They are both compounds of calcium. The water that drips its way through the caves, forming stalactites and stalagmites, and covering the walls in sheets of flowstone, is rich in dissolved calcium. There is calcium everywhere. A bone left in a limestone cave does not have its mineral leached away. And if the mineral stays, and the temperature isn't too high, the DNA will stay as well.

The caves in Cheddar Gorge are the most famous in Britain. A small, winding road threads its way down from the top of the Mendip Hills about twenty miles west of Bath. At first it is like any other wooded valley in that part of the world. Ash and hawthorn trees flank the road and, in the spring, the woods are full of the white flowers and pungent smell of wild garlic. As you descend further, the sides of the valley get higher and higher and the trees retreat up the increasingly steep slopes until, only a couple of miles from the top, you are staring up at vast walls of limestone three hundred feet high. Except at the very bottom of the gorge there is no sign of the river which formed it. This disappeared underground long ago, where it dissolved caves and caverns out of the rock. As the roofs collapsed and collapsed again, so the gorge was formed. The newest caves are still there, not yet obliterated by the forces of water and gravity. In the bustling tourist town of Cheddar at the foot of the gorge, the caves are big business alongside the cheese for which the town is famous. On the left hand side of the gorge, directly opposite the Cheddar Caves Fish and Chicken Bar, and with its entrance partially obscured by the Explorer's Cafe-Bar and a shop, is the biggest and most spectacular cave of them all – Gough's Cave. And in the museum near the entrance to the cave stands a cast of its most celebrated former inhabitant: Cheddar Man. He was excavated in 1903 and subsequently carbon-dated to about nine thousand years ago, at least three thousand years before farming reached Britain. The cast is a copy of the original skeleton, which is stored in the Natural History Museum in London, in the care of Chris Stringer, head of the Human Origins Group. I

rang him and made an appointment.

I knew Chris by reputation and had met him once at a scientific conference in Sardinia. The Natural History Museum I had known since my childhood. It was always a treat for my brother and me to be taken there by my mother in the school holidays. As I made my way up towards the immense and towering Victorian Romanesque entrance I felt a real excitement to be going to the Museum again not as a schoolboy but as a professional scientist. To reach Chris Stringer's office I had to walk past the skeleton of the huge dinosaur, *Diplodocus*, that dominates the magnificent entrance hall. Then I turned right into a wide corridor, its walls hung with the skeletons of Ichthyosaurs and other marine reptiles, still embedded in the blue clay of the Dorset cliffs where they were found. But when I went through the door into the palaeontology department, the atmosphere and the decor changed abruptly, from the dramatic to the professional. Row upon row of anonymous sliding cabinets concealed the treasures which lay catalogued within them. Chris Stringer's modern office led off from this priceless yet strangely silent testament to the wonders of the natural world.

Over a mug of tea, it didn't take long to explain any reason for wanting to sample human fossils from the Palaeolithic. He had read about the controversy which our work on European prehistory had sparked, and quickly saw the sense in testing the DNA from a pre-farming skeleton. He wanted to know what the chances were of our being able to recover any DNA if he were to give us permission to sample. I could not give a definite answer. After all, the Iceman was so unusual that I could not promise that because we had been successful with him we were guaranteed a good result with an unfrozen bone twice that age. Without that assurance Chris was understandably reluctant to give permission for us to take a destructive sample from something so precious as Cheddar Man. Remembering that we had also been successful with animal bones from the Mary Rose, I made a suggestion that I hoped would get us over this impasse. If there were any animal bones from Gough's Cave of approximately the same age, could we try them? If that worked, we could be fairly confident that the conditions within the cave were good enough to preserve DNA for ten thousand years. Happily, there were scores of animal remains from Gough's Cave and I went back to Oxford with a small piece of deer bone.

Within a month I was back in Chris's office with the good news. There was plenty of DNA in the deer bone. Chris agreed that this was sufficiently good proof to allow me to sample the human material. On the table in his office he carefully laid out the actual remains of Cheddar Man, each one enclosed in a cardboard box and supported by cotton wool. The skull had its own made-to-measure wooden case, with foam rubber supporting the delicate reconstruction from a dozen or more fragments cemented together. I didn't dare to touch it. Eventually we settled on the hallux, the solid-looking bone of the big toe. Chris packed it into a small cardboard box and I took it back to the lab.

Next day, I carefully drilled into the bone. What appeared from the outside to be solid bone was not. In no time I had punctured the thin shell of the cortex and was into the honeycombed interior. Black specks fell into the small pile of brownish bone powder from the drillings. These black bits certainly didn't look like bone; most likely they were bits of soil that had found their way into the middle of the toe-bone through a crack. I picked them out one by one with watchmaker's forceps and put them to one side. I had exactly 17.8 milligrams of Cheddar Man bone powder. It would just have to do; I didn't want to make another hole. By the following day I knew it was not going to work. There was no sign of any DNA. The control experiments had worked perfectly. Bright orange fluorescent spots, indicating the presence of amplified DNA, were in all the positive controls. The blanks, always run at the same time with water and not bone extract to control for contamination, were all blank. And so was the extract of Cheddar Man's toe. This was bitterly disappointing.

I went back up to London to talk things over with Chris. We knew from the success with the animal bone that the environment of Gough's Cave was good enough to preserve DNA for at least ten thousand years. Maybe the fact that the bones had been outside the cave for the best part of a century had something to do with it. Maybe the resin that was used to stabilize the

bones had interfered with the DNA extraction. Or maybe there just wasn't any DNA there at all. Just so that we could have a focus for our thoughts as much as anything, Chris brought the skull back into his office and laid it out on his desk once more. I don't find it particularly easy to relate a skull to a living person but, as I looked at the pieces displayed on the desk, I began to imagine the flesh and the skin of the head building up on the reconstructed skull. As I write this it sounds distinctly macabre, but at the time it wasn't in the least. In my imagination, these were no longer just lifeless fragments of bone but a real person. I had no clear impression of what he looked like – no idea whether he had black or fair hair, brown eyes or blue – but I did have a very strong feeling that this was a person. Strange, remote, from a far-off time, but a person none the less. What stories he could tell about his life, his family. I picked up the lower jaw and looked at his teeth, the teeth he used to crush hazelnuts and tear into the flesh of freshly caught deer. The enamel was worn down, but the teeth were not rotten. In fact, they looked pretty healthy compared to my own set, which are full of fillings. When I idly mentioned this to Chris he turned and said, 'Well, if you think these are good, come and have a look at this.' He led me out of his office and into the large room with the storage cabinets. We walked to a distant part of the room and Chris brought out another small wooden box. He opened it and inside, nestling on its bed of foam rubber, was the lower jaw of a younger male. The teeth were absolutely perfect. White, regular and with no sign of decay. They could have come straight out of a toothpaste ad. I imagined they must be only a few hundred years old at the most. But they were not. These were the teeth of a young man who lived more than twelve thousand years ago – over three thousand years before Cheddar Man – and whom Chris had excavated himself from Gough's Cave in 1986.

Back in the brightly lit office, the teeth looked even better. Could it be that, inside the teeth, the dentine and the pulp cavity would be much better protected even than the bone? Could the few molecules of DNA, which were all we needed to test our theory, be hiding inside the teeth encased in an unbroken shield of enamel? Even though we had failed with Cheddar Man's toe, we agreed it would be worth a shot. But no-one had any experience of extracting DNA from teeth, especially teeth still embedded in the jaw, and there was no question of being allowed to remove them to make it easier. I promised to go away and devise a method of drilling into teeth in a way that did not mark the enamel and allowed them to remain in the jaw. If I could do that, then Chris would allow me to take a sample from the Gough's Cave specimen.

I was back within a fortnight, having practised on some teeth given to me by my dentist, Mr Miller. I had perfected a way of drilling into a molar tooth and getting the dentine out with the tooth still embedded in the jaw, and I brought with me some samples of my handiwork for Chris to inspect. After trying and rejecting a straightforward dental drill (the compressed air blew the powder all over the place) I had found a small modelling drill which had been recommended by a colleague at work and which I bought from an ironmonger on the Tottenham Court Road in London. It was just perfect for making the small entry hole just below the enamel. Once I had got inside the tooth, another, longer drill bit could be attached and wiggled to and fro, reducing the soft dentine to a fine powder. I rigged up a suction device and, using this, it was very easy to remove the powder from inside the tooth into a small test tube. The hole then only needed to be filled with a colour-matching cement and the tooth looked as good as new – as it were. And the dentine, at least in my trial teeth, was full of DNA.

To avoid the ever-present possibility of contamination with modern DNA I needed to drill the teeth from the Cheddar fossils in my own laboratory, where we had recently installed a filtered-air clean room. We had bought it as a ready-made unit constructed for the silicon chip industry. The incoming air was filtered and maintained at a positive pressure, which meant that there was no chance of dust or flakes of skin getting into the room when you went in through the air lock. It was an expensive and elaborate precaution, but well worth it. So I had to take the jaw back with me to Oxford – which was a nightmare. I had come into London on the bus, and it was on the bus that I returned with this priceless and irreplaceable specimen in its box on the seat beside me. Every few seconds I would turn to make sure it was still there, trying to imagine what I could say if I lost it. Thank God, I didn't; and by late afternoon it was

safely locked away in the specimen cabinet back in Oxford.

The next day I started the extraction. It couldn't have gone better. The drill sank into the second molar easily, but not too easily – that would have been a sign of bad preservation – and there was a slight smell of burning in the air. This was the collagen being vaporized by the speed of the drill, a smell I used to hate during my own visits to the dentist but one I had now come to love as a sign that there was plenty of protein left in the specimen – and where there is protein there is usually DNA. When I switched on the suction pump, the pale cream powder came flying out of the tooth into the tube. There was lots of it – just under 200 milligrams. I took 50 milligrams, so as to leave plenty for a repeat, and started up the extraction process.

By the following evening I knew I had mitochondrial DNA from the tooth. Over the next two weeks I read through the sequence, checked it again and confirmed it by a second extraction. I was looking at the DNA sequence of the oldest human fossil, by far, that had ever been successfully extracted anywhere in the world. But that wasn't the most important thing. The crucial piece of information we were looking for was embedded in the details of the DNA sequence itself. Was this the same sequence as a thoroughly modern European, or was it an obscure relic that was now extinct?

The answer was crystal clear. The ancient DNA from Gough's Cave was also completely modern. The sequence lay at the centre of the largest of the seven mitochondrial clusters. It is by far the commonest sequence in modern Europe; and here we had found it in the tooth of a young man who had lived fully seven thousand years before the arrival of farming in Britain. Here was the proof that this sequence, this cluster, and, by extension, the others of a similar estimated age were well and truly established in Europe long before the farmers. The Upper Palaeolithic gene pool had not been fatally diluted by the Middle Eastern farmers. There was more of the hunter in us than anyone had thought.

Though I had got no further than drilling into his big toe, this was not the last encounter I had with Cheddar Man. We were re-introduced, so to speak, as part of a television documentary. Philip Priestley, an independent producer, was setting up a series of archaeology-based programmes for a west country TV station, and one of them was built around the excavation of a Saxon palace in Cheddar. By now our work on the genetic continuity between the Palaeolithic and the present day was reasonably well known, and it occurred to Philip that it would make good television if he could relate, through DNA, some of the present-day residents of the town with Cheddar Man himself. This seemed both fun and worthwhile; but I explained that we had already had a go at getting DNA from the Cheddar Man remains without success. If he could get permission from Chris Stringer, I was willing to try again, this time with the teeth, not the toe-bone, but only on condition that if nothing came of it we would not be filmed. I always work on that basis. I have seen too many programmes that begin with a big build-up anticipating a great scientific discovery at the finale, only to peter out in an inconclusive or unsuccessful experiment. So, with all the ground rules agreed, and after another nerve-racking journey on the bus, this time with an even more famous fossil in a box beside me, I drilled into Cheddar Man's first molar.

Out came the powder – not quite as clean as the earlier Gough's Cave material, but in sufficient quantity for an extraction. We found enough DNA for a reasonable sequence and were not surprised when it fitted comfortably into one of the seven clusters. Philip, understandably nervous as the deadline for filming got closer, was delighted and immediately organized the second strand of the piece, the sampling of the Cheddar residents. The site of the Saxon palace, featured in another programme in the series, is in the grounds of the local secondary school, and it made good sense to approach the school to see if they would agree to their pupils taking part in the programme. By now we had refined our DNA sampling procedure. We no longer used blood samples; instead we found that a small brush rubbed gently against the inside of the cheek picks up enough cells from the surface to give us plenty of DNA. After a short visit to the school, we had twenty samples from the sixth form volunteers and some of the teachers. Knowing how often we had found Cheddar Man's sequence in modern Britain, I reckoned there was a fifty-fifty chance of getting a close match

in the twenty samples we had taken. Within four days we had the results. We knew the names, and (crucially, as it turned out) the ages of the volunteers. Philip was on the phone.

‘We’ve got a match,’ I told him.

‘Who is it?’ was his first question.

This wasn’t part of the deal. While we had agreed to see if we could find a match among the twenty residents, I had not agreed to identify any individuals, for a very good reason. Although the children, and their parents, had signed forms consenting to have their DNA sampled and to take part in the television programme, I felt there was a risk that they might not have realized what they were letting themselves in for if the story broke in a big way. Though there is no way of knowing beforehand how big a story is going to become, the experience of Marie Moseley and the Iceman was an indication of its potential.

At this point Philip became distinctly agitated. He thought the story would be worthless without an individual identification. He immediately faxed me a copy of the consent form, but as far as I could see it was just a standard release – not, in my opinion, sufficient as a basis on which to claim consent to a possible worldwide media intrusion into the life of a teenager. I checked our list of sequences against the names and ages of the volunteers. There was not one match but three: two exact matches with Cheddar Man, and one with a single mutation; and while the two exact matches were children, the close match was a teacher, in fact the head of history who was organizing the filming in the school, Adrian Targett. I made the decision that I would identify Adrian Targett but not the two children. As it turned out, it was one of the best decisions I ever made. Unknown to me, Philip and his publicity team had organized a public ‘reveal’ where Adrian Targett would be identified as Cheddar Man’s relative in front of the cameras and in the presence of a television news crew. They, too, were beginning to sense the potential magnitude of the story. The next day, when I went to the newsagent, I could not believe my eyes. The story of Adrian Targett and Cheddar Man was in *all* the papers: from the London *Times* to the tabloid *Daily Star*, there was Adrian on the front page, posing beside his famous fossil relative. I bought the lot.

In the following days and weeks the story of Cheddar Man spread around the world. I met Adrian Targett on a TV chat show. He told me how one tabloid newspaper, famous for its pictures of topless women, had offered him a five-figure sum (so at least £10,000) to pose in a fur loincloth beside his ancient relative. Being a sensible man, conscious of his standing as a teacher, he declined. But it did make me wonder what the newspaper would have offered a teenage girl to wear the same outfit – or less. Even now, years later, people still remember the Cheddar Man story, if not always accurately. I was talking to an American audience in 2000 on something completely different when a woman asked me: ‘Are you the one who did the DNA from the Cheese Man?’ At the time, not surprisingly, I had a full postbag for weeks after the story broke. Many letters were complimentary, including a very well-informed one from the inmates of San Quentin gaol in California, who were keen to discuss the findings at the next meeting of their anthropology study group. But the one that stood out came from the secretary to Lord Bath. It turned out that Cheddar Caves are part of Lord Bath’s estate. Evidently he had read the story (though whether in the *Times* or the *Daily Star* I never discovered) and wanted to know if he too was related to Cheddar Man.

Alexander Thynn, Lord Bath, is the owner of Longleat, one of the most beautiful houses in England. It is famous for the safari park in the grounds, where visitors can watch the famous Longleat lions and other dangerous animals from the alleged safety of a car. Lord Bath himself, affectionately referred to as the Loins of Longleat, is well known for his idiosyncratic personal life. In addition to a legitimate wife and children, he has a stable of what he calls his ‘wifelets’, many of whom live on the estate. This was definitely one to follow up, and the next weekend I was on the way to Wiltshire. I was led upstairs to the penthouse suite on the top floor of this magnificent Elizabethan house. Lord Bath himself, now in his sixties but with a youthful twinkle in his eye, was dressed in one of his collection of brightly coloured kaftans that bulged from a wardrobe close to an absolutely enormous wooden desk. The life clearly suited him. He poured out two large glasses of rose from a tap on the wall as I went through

the genetics with him. A few glasses later we got round to the test itself, and he brushed the inside of his cheek. During the course of the morning several other people passed through the penthouse, and each was encouraged to give a sample, which they cheerfully did. He was evidently very popular with his staff. By lunchtime we had half a dozen DNA brushes and it was time for me to leave.

When we got the results back it came as no surprise that Lord Bath was not closely related to Cheddar Man. There was no particular reason why he should be. But his butler, Cuthbert, one of the other people who had given a sample during my visit to Longleat, *was* an exact match. At a stroke he could claim an ancestry which stretched back nine thousand years, making the five-hundred-year pedigree of the Thynns look distinctly *nouveau*. I asked Lord Bath how Cuthbert had received this piece of news. Had it made him reassess his attitude to the aristocracy? 'Well,' he replied with a smile, 'he has been feeling very confident lately.'

We had now done about as much as we could to establish our claim that the maternal ancestors of the majority of modern Europeans were already living in Europe well before the arrival of farming. We could not say anything about other genes, only about mitochondrial DNA; but on this basis we had a clear picture of European prehistory, built up from both modern and fossil DNA, not of a massive replacement of the hunter-gatherers by the farmers but of a strong continuity back to the days of the Palaeolithic. There was only one of Cavalli-Sforza's criticisms that we could not answer. Whatever way you look at it, mitochondrial DNA is only one gene and, as such, subject to statistical fluctuations that might make it unrepresentative of the human genetic legacy as a whole. I did not think this very likely; but what was needed to substantiate our version of European prehistory was confirmation from another gene altogether.

ADAM JOINS THE PARTY

The story I have narrated in this book is a history of the world recorded in the gene that is the easiest to read, mitochondrial DNA. So far, (hen, it is the gospel according to Eve. The beauty and simplicity of viewing the record of the past through mitochondrial DNA derive from its unique genetics, and in particular from the clear message that passes virtually unchanged from generation to generation, modified only by the slow ticking of the molecular clock as mutations gradually build up one at a time.

It would be strange indeed if a second, completely different, history were to be encrypted in the other genes that we carry. All these other genes are found on the chromosomes of the cell nucleus. According to the latest estimates, there are just under 30,000 of them. Are there 30,000 different versions of the human past waiting to be read? In one sense there are, because each of these genes could have a different history. Each of them might have a different common ancestor somewhere in the course of human evolution. However, while our nuclear genes have percolated down through time, it is quite impossible to trace all these lines back along a known pathway of descent in the way that we were able to do with mitochondrial DNA. The reason is that, unlike mitochondrial DNA, the nuclear genes are inherited equally from both parents. While you have only one mitochondrial ancestor in the last generation, your mother, you have two nuclear ancestors, your mother and your father. That doesn't sound too complicated. But go back one more generation. Now you have four nuclear ancestors, your grandparents; but still only one mitochondrial ancestor, your mother's mother. Go back another generation and there are eight nuclear ancestors, your great-grandparents; yet *still* only a single mitochondrial ancestor, your grandmother's mother. At each generation the number of nuclear ancestors doubles. Go back twenty generations, to about ad 1500, and there could be, theoretically, over one million ancestors who could have contributed to your nuclear genes. In practice, many of these potential ancestors will actually be the same individuals, whose lines of descent have come down to you along different pathways, crossing between males and females through the generations in an unpredictable way.

Tracing the genealogy of all 30,000 genes through this maze of interconnections would be quite impossible. Add to that the confusion introduced by recombination, and the magnitude of the task becomes mind-numbing. The shuffling of chromosomes at each generation means that any one gene might itself be a combination of one part from one ancestor and another from someone else. Reading the different individual versions of human history from these genes, and bits of genes, in the cell nucleus is impossibly complicated at the moment. It will take a long time to advance beyond the kind of crude summaries of human history that we already have from the days of gene frequency comparisons.

However, one gene – or, more correctly, one chromosome – is immune from these ghastly complications. It is called the Y- chromosome, and it has only one purpose in life: to create men. By comparison with the other human chromosomes it is small and stunted, and it carries only one gene which really matters. This is the gene that stops all human embryos from turning into little girls. Without a Y-chromosome, the natural course of events is for the human embryo to develop into a female. If an embryo has a Y-chromosome, and if the gene, which has been given the undistinguished name SRY, is working properly, then it will trigger a number of other genes on different chromosomes to steer the development of the embryo away from becoming a female and towards becoming a male. The SRY gene activates genes on other chromosomes which suppress the development of ovaries and instead promote the growth of testes and the production of the male hormone testosterone.

Two observations pinpointed the key part played by the SRY gene in sex determination. Very rarely, in something like one in 20,000 births, a girl is born with a Y-chromosome. These girls look normal, they have normal intelligence and they develop normally, though they are

usually slightly taller than average. But at puberty their ovaries and uterus do not develop properly, and they cannot have children. Genetic analysis of the Y-chromosomes of these girls shows that the SRY gene is either missing altogether or contains a mutation that stops it working properly. The other piece of graphic evidence that the SRY gene is itself sufficient to make a male came from research on mice. Male mice have Y-chromosomes too, and they carry the mouse equivalent of the human SRY gene – called, in a burst of imaginative classification, Sry. In a very elegant genetic engineering experiment, the Sry gene was cloned from a male mouse and transplanted into a fertilized mouse egg that would otherwise have turned into a female. Despite the fact that the mouse embryo had only the cloned gene to work on, rather than a complete Y-chromosome, it turned into a male.

So this is how the sex of a baby is determined. Fathers, being male, have a Y-chromosome. Half of their sperm contains his Y-chromosome, carrying the SRY gene, and the other half carries another chromosome – the X-chromosome – instead. The sex of the baby depends entirely on whether or not the particular sperm that fertilizes the mother's egg contains an X- or a Y-chromosome. If the successful sperm carries an X-chromosome, then the child will be a girl. If it carries a Y-chromosome instead, the child will be a boy. The woman has no influence whatsoever on the sex of the child. How many women in past centuries would have loved to know this simple fact? How often was the 'failure' to produce sons attributed to a failure, deliberate or not, on the part of wives to conceive boys?

Just as mitochondrial DNA follows a maternal genealogy through the generations, the inheritance of Y-chromosomes by sons from their fathers should trace the mirror-image paternal pathway from one generation to the next. If the Y-chromosome could be genetically typed, and if it were not involved in recombination that would scramble the message, then there was good reason to believe that it would be the perfect complement to mitochondrial DNA in reading the history, not of women, but of men. The Y-chromosome, in common with all the chromosomes of the nucleus, is a very long, linear molecule of DNA. While mitochondrial DNA has just over sixteen and a half thousand bases in its DNA circle, the Y-chromosome stretches for about sixty million bases from one end to the other. It might be the runt among human chromosomes, but it still packs more than four thousand times as much DNA as mitochondria. Moreover, there is some gene shuffling within it. At the tips of each end of the Y-chromosome there is a section of DNA that recombines with the X-chromosome; but since these sections involve less than 10 per cent of the whole chromosome, this doesn't present a great problem. Genes that are on the recombining part of the Y-chromosome will trace a mixed genealogy, swapping unpredictably from males to females just like all the other nuclear genes. However, the remaining 90 per cent of the Y-chromosome, between the recombining ends, is not scrambled. This long segment travels intact through the generations. But are Y-chromosomes different from one another, and if so how do they differ? Only if there were variety and diversity in the Y-chromosome would it be of any value at all for reading human history. If all Y-chromosomes were exactly the same, they would be no use for our purposes.

Chromosomes are intensively studied under the microscope by trained cytogeneticists in medical genetics laboratories who are on the lookout for abnormalities that can diagnose inherited diseases like Down's syndrome or explain the cause of infertility. With all this activity going on, cytogeneticists had noticed that some Y-chromosomes stood out as being much longer than the average. This was promising; but it was not a very precise way of differentiating between Y-chromosomes on a large scale. Besides, the lengths were unstable and changed between one generation and the next. What was needed was the same kind of testing involving Y-chromosome DNA that had identified mitochondrial DNA as such a star. Then it would be straightforward to fingerprint Y-chromosomes from hundreds or thousands of volunteers easily and cheaply. But how were the segments of Y-chromosomes that were going to show the biggest differences among people to be found?

The rich diversity of the mitochondria is concentrated in a small DNA circle of only a few thousand bases. Better still, the control region compresses about a third of the diversity of the whole mitochondria into just five hundred bases that can be sequenced in a single run on an

automated sequencing machine. Would something similar be found in the Y-chromosome? The answer was not long in coming. Several labs, hoping for the best, began to look for differences between Y-chromosomes by sequencing through the same segment of Y-chromosome DNA from volunteers who were as distantly related to one another as possible. In one of the first studies, 14,000 bases were sequenced from the Y-chromosomes of twelve men from widely different geographical origins. Only a single mutation was ever found. If an equivalent 14,000 bases had been taken from mitochondrial DNA instead of the Y-chromosome, they would have shown dozens of mutations in the same number of people. Another lab sequenced a 700 base segment of one gene from the Y-chromosomes of thirty-eight different men without finding a single difference in any of them!

This was all rather depressing for the scientists involved (thankfully, I wasn't one of them). There was a lot of head-scratching. Why were Y-chromosomes so similar all around the world? Since Y-chromosomes didn't carry any genes to speak of, and were full of 'junk' DNA which had no obvious function, the expectation was that there should be more, not less, variation on the Y-chromosome than on regular, gene-rich chromosomes. Mutations are free to accumulate in 'junk' DNA because it doesn't do anything, so its precise sequence doesn't really matter. Most mutations that occur in genes which do have important functions interfere with their proper working and are soon eliminated by natural selection. It was certainly a puzzle to find that there were so few mutations on the Y-chromosome.

The most popular theory advanced to account for this lack of variation was that it had to do with the fact that, under the right circumstances, men can have a lot more children than women. If, in the past, only a few men had lots of children, and therefore lots of sons, their Y-chromosomes would spread around quickly at the expense of the Y-chromosomes of their unfortunate male contemporaries who had few children or none at all. If this had happened a lot, the theory went, there would be far fewer different Y-chromosomes around today than if all men had roughly the same number of children. It's true that there have been some particularly prolific males. The world record holder is Moulay Ismail, Emperor of Morocco, who is alleged to have had 700 sons (so presumably as many daughters) by the time he was forty-nine in 1721. He died in 1727 – so there was another six years to have some more. The most prolific woman comes way behind this. She is Mrs Feodora Vassilyev, a Russian woman who produced sixty-nine children between 1725 and 1765. They were all multiple births – sixteen pairs of twins, seven sets of triplets and four lots of quadruplets – so she was a remarkable woman in that respect as well. The capacity of women to produce large numbers of children is limited by their biology, which restricts them to one pregnancy a year at most. Men, on the other hand, are not restricted by this timetable and can, in theory, have thousands of children. But the fantasy of enormously prolific males seeding the entire world, thereby reducing the diversity of Y-chromosomes by their prodigious feats of polygamy, turned out to be just that. A fantasy. A hard slog in laboratories around the world over the past ten years has found that there are plenty of mutations on the Y-chromosome after all.

These mutations come in two main types. The first is exactly the same as those we are already used to seeing in mitochondrial DNA: the simple change from one base to another. However, unlike in mitochondria, where they are neatly compressed into the control region, these mutations are spaced out at irregular intervals right along the length of the Y-chromosome. This is a practical nuisance because each one has to be tested individually, but it is not an insuperable obstacle. The other type of mutation is very uncommon in mitochondria, although we did encounter one example in the Polynesian samples. That is where there was a deletion of nine bases from the mitochondrial DNA circle. A careful look at the DNA sequence around that region revealed that in fact this wasn't so much a deletion from the Polynesian mitochondrial DNA as a doubling up, a duplication, of that nine-base segment in the rest of us. This type of mutation, where short segments of DNA are repeated over and over again, is remarkably common in the nuclear chromosomes and, thank heavens, in this respect the Y-chromosome is no exception. Dozens of these repeated segments have been discovered on the Y-chromosome, and the difference between individuals lies in the number

of repeats. Fortunately, this is an easy thing to measure. This rich source of variation suddenly revealed that there are thousands of different Y-chromosomes around that can be distinguished from one another on the basis of these two sorts of mutation. Genetic fingerprinting of Y-chromosomes has become a reality.

Because it has been such a struggle for the scientists involved to find the useful mutations, laboratories have been very careful about whom they tell when they find a new one. As a consequence, labs have organized themselves into rival cliques which have used different sets of mutations to fingerprint Y-chromosomes; there is not yet a common standard. This means that there are different evolutionary networks being produced by the different confederations of laboratories. 'This is only a temporary situation, and I hope and expect that in the near future these will be reconciled into a scheme which everyone can accept. But how is it looking up to now? In particular, does the history of Europe revealed by the Y-chromosome bear any resemblance to the one read from mitochondrial DNA which forms the basis for this book? Does the Y-chromosome version of events agree or disagree with the mitochondrial DNA in placing such a great emphasis on the Palaeolithic as the source of our genetic legacy? In other words, does the history of men agree with the history of women? The answer came in an article published in the 10 November 2000 edition of the journal *Science*.

'The genetic legacy of Paleolithic *Homo sapiens* in extant Europeans: a Y-chromosome perspective' was the culmination of a large collaboration between scientists from Italy, eastern Europe and the United States. I had been asked to comment on the paper by the BBC on the day it was published, and had a copy faxed through to the Royal Society in London where I was at a scientific meeting. As soon as the fax arrived I took it into one of the drawing rooms which overlooked St James's Park and sat down. My heart sank as I went through the long list of authors at the beginning of the paper. There, second from the end, was the name L. Luca Cavalli-Sforza. After all the battles of the previous four years, I could hardly expect my old adversary to agree with me at last.

Reading through the article, I could see that it was constructed along generally similar lines to our mitochondrial paper of 1996. They had fingerprinted the Y-chromosomes of 1,007 males from twenty-five European and Middle Eastern locations. Then, just as we had, they had drawn an evolutionary framework and identified clusters. They discovered ten Y-chromosome clusters rather than the seven that we had found with mitochondria. Then they had estimated the ages of these clusters, as we had done, from the accumulated mutations within each one. I turned the pages with growing excitement. What were the ages of these clusters going to be? Would they be mostly in the Palaeolithic, like six of the seven mitochondrial clusters? Or would they be much more recent, in the time of the Neolithic and the early farmers? I certainly knew what I expected the paper to say, given Luca's prominent position as an author and his well-known views on the magnitude of the genetic impact of agriculture. The paper was full of dense statistics but there, on the penultimate page, my eye went straight to the vital paragraph. It began: 'Analyses of mitochondrial DNA sequence variation in European populations have been conducted,' and it referenced our 1996 paper. 'These data suggested', it continued, 'that the gene pool has about 80% Palaeolithic and 20% Neolithic ancestry.' That was fair. I read on to the next sentence, expecting it to begin the demolition of our position. But, it did not. Instead, I read the words: 'Our data support this conclusion.'

I couldn't believe it. The tension drained from my body. The battle was over. We had been put through the wringer for four and a half years. We had endured the panics about the mutation rate being wrong, about mitochondrial recombination messing everything up, and about the control region being completely unreliable. And now it was over. Mitochondrial DNA and the Y-chromosome told the same story. The history of men tallied with the history of women. Luca and I could finally agree. It had been a tough battle, but a fair one. The Neolithic farmers had certainly been important; but they had only contributed about one fifth of our genes. It was the hunters of the Palaeolithic that had created the main body of the modern European gene pool.

THE SEVEN DAUGHTERS

From the remains in Cheddar Gorge we had extracted direct proof of the genetic continuity between people living today and the hunters of the Upper Palaeolithic. We now knew that this unbroken thread, accurately and faithfully recorded in our DNA, stretched back beyond the beginnings of history, beyond the ages of iron, bronze and copper to an ancient world of ice, forest and tundra. Only the exceedingly slow beat of the molecular clock separated the DNA we found in Cheddar Man from the DNA in our two utterly modern descendants Adrian Targett and Cuthbert the butler. The evolutionary reconstruction we had done on the DNA from thousands of living Europeans had pointed us to that conclusion, and eventually we had found physical evidence to validate it. Now we also had the crucial endorsement from another genetic system altogether, the Y-chromosome, of the assertion that our genetic roots do indeed go back deep into the Palaeolithic.

Our reconstructions had identified seven major genetic clusters among the Europeans. Within each of these clusters, the DNA sequences were either identical or very similar to one another. Over 95 per cent of modern-day native Europeans fit into one or other of these seven groups. Our interpretation of European prehistory and the emphasis it placed on the Palaeolithic hunter-gatherers had depended on giving ages to these clusters, and we had worked these out by averaging the number of mutations we found in all the modern members of the seven different clans. This gave us a measure of how many times the molecular clock had chimed within each clan. Knowing the rate at which the clock ticked, we could then work out how old each clan really was. Old clusters had accumulated more changes over the millennia. The molecular clock, slow as it is, would have struck more often. Young clusters, on the other hand, would not have had as much time to accumulate as many changes, and the DNA sequences of people within a young cluster would be more alike.

The seven clusters had ages of between 45,000 and 10,000 years. What these estimates actually tell us is the length of time it has taken for all the mutations that we see within a cluster to have arisen from a single founder sequence. And, by purely logical deduction, the inescapable but breathtaking conclusion is that the single founder sequence at the root of each of the seven clusters was carried by *just one woman* in each case. So the ages we had given to each of the clusters became the times in the past when these seven women, the clan mothers, actually lived. It required only that I gave them names to bring them to life and to arouse in me, and everyone who has heard about them, an intense curiosity about their lives. Ursula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrine and Jasmine became real people. I chose names that began with the letter by which the clusters had been known since we had adopted Antonio Torroni's alphabetic classification system. Ursula was the clan mother of cluster U. Cluster H had Helena at its root. Jasmine was the common ancestor for cluster J; and so on. These were no longer theoretical concepts, obscured by statistics and computer algorithms; they were now real women. But what were they like, these women to whom almost everyone in Europe is connected by an unbroken, almost umbilical thread reaching back into the deep past?

There are a few qualifications you needed to be a clan mother. The first is that you needed to have daughters. That is obvious, because the gene we are following, mitochondrial DNA, is passed from mother to daughter. A woman who had only sons could not be a clan mother because her children would never pass on the mitochondrial DNA they received from her. So that is the first rule. The second is that you had to have at least *two* daughters. It's easiest to see why by looking at things the other way round, from the present to the past. The clan mother is the *most recent* maternal ancestor that all the members of a clan have in common. Imagine a clan with ten million living members and imagine that we knew perfectly from the registry of births, marriages and deaths exactly how they are all related. As we went back in time, generation by generation, we would see the maternal lines slowly joining up. The lines in brothers and sisters would converge, after just one generation, in their mother. After two

generations, cousins would converge on their maternal grandmother, their mother's mother. Three generations ago it would be the second cousins whose lines coalesced in their maternal great-grandmothers. And so on. At each generation there would be fewer and fewer people in the clan who had maternal descendants living today. Eventually, hundreds or even thousands of generations ago, there would be only two women in the clan who could claim to have maternal descendants living in the twenty-first century. Further back still, the maternal lines of these two women would converge on a single woman – the true clan mother. And to be in that position she must have had not one but *two* daughters.

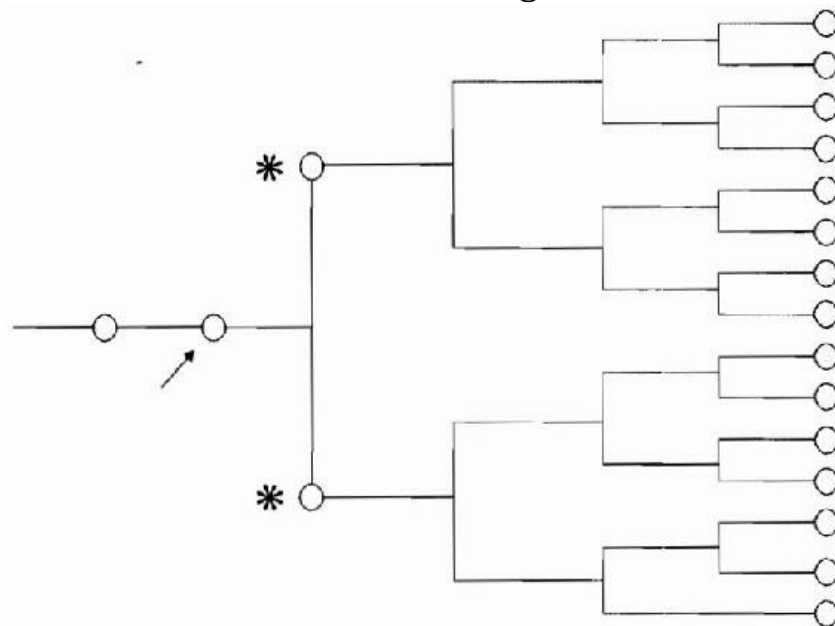


Figure 5

To clarify this rather tricky point take a look at Figure 5. I have drawn out an imaginary maternal genealogy of fifteen living women, represented by the white circles on the right-hand side. Only the ancestor marked by the arrow is the *most recent* common ancestor of all fifteen. Her mother is also a maternal ancestor of all the women, but she is not the most recent. Her daughter is. Equally, *her* two daughters, marked with asterisks, are both maternal ancestors of living women, but neither daughter is the maternal ancestor of all fifteen of them. If we called this a clan, then only the woman with the arrow is the clan mother. Exactly the same principle applies whether there are fifteen people in a clan, or fifteen thousand or fifteen million. There is still only one clan mother.

A clan mother did not have to be the only woman around at the time and she certainly wouldn't have been. But she is the only one who is connected through this unbroken maternal thread right through to the present day. Her contemporaries, many of whom will themselves have had daughters and grand-daughters, are not clan mothers because at some point between then and now their descendants in the female line either had no children or produced only sons. The lines died out. Of course, since we do not have records going back more than a few hundred years, let alone a few thousand, we can never hope to know the precise genealogy all the way back to the clan mother. All we can do is use the DNA sequences and the slow ticking of the molecular clock to reconstruct the main events as mutations slowly appear in these maternal lines. Even though we can never arrive at a perfect reconstruction of the true genealogy, this does not detract from the logical inevitability of there being only one mother for each clan. That conclusion is inescapable.

What remain open to debate are the exact times and places that these seven women lived. I have made my best estimates of the times by summing the mutations that have accumulated in each of the seven clans. The locations I have chosen for the seven women, again my best estimates, are distilled from the present-day geographical distribution of the clans and their different branches.

Generally speaking, the likely geographical origin for a clan is not necessarily the place

where it is most common today but the place where it is the most varied. For example, going back to the Pacific, the clan that is very common in Polynesia did not originate there. Even though it is extremely abundant, there is very little diversity within the clan in Polynesia: most Polynesians who are in that clan today have the same DNA sequence. On genetic grounds alone, the origin of the clan is much more likely to be further west in the islands of Indonesia around the Moluccas. Even though the clan is not particularly common on the Moluccas today, there is a lot more variation within it there than in Polynesia. Only a fraction of the population moved out to Polynesia, so the diversity within the clan drops. In native Taiwanese, the diversity within the clan is even higher although, as in the Moluccas, it is not especially common. That makes it likely that Taiwan is an even earlier origin of the Polynesian clan than the Moluccas. When it comes to Europe, although we lose the simplicity that comes through dealing with discrete island populations, the same considerations apply. Clan origins are likely to be near the locations where they are the most variable today. Even so, this somewhat theoretical argument has to be tempered with realism. The mother of a clan which is twenty thousand years old cannot have lived in the north of Scotland, even if that might be where the clan is most varied today, for the very practical reason that Scotland was covered in ice at the time. I freely admit that there is a considerable element of uncertainty about exactly where these women lived. Indeed, while I would be alarmed if an equal uncertainty surrounded the exacting science behind the genetics, I somehow feel an element of mystery surrounding certain aspects of these seven individuals is not inappropriate.

As I became more engrossed in these seven women, I began to imagine what existence was really like for them. I was filled with an intense curiosity about their lives. Having let the genetics direct me to the times and places where the seven clan mothers most likely lived, I drew on well-established archaeological and climatic records to inform myself about them. The record of past temperatures is held in the frozen cores taken from the polar ice caps. Raised and submerged beaches mark out the sea-level changes which have been such a feature of the past fifty thousand years. The vegetation leaves its mark in pollen which survives for thousands of years after it was shed by the flower that made it. The changing styles of tools made from stone and bone that are excavated from sites of human habitation record the ebb and flow of technological progress. The animal and fish bones that litter the same sites tell of our ancestors' diet. All these pieces of tangible evidence combine with the genetics to recreate the imagined lives of these seven women, Ursula, Xenia, Helena, Velda, Tara, Katrine and Jasmine. They were real people, genetically almost identical to us, their descendants, but living in very different circumstances. What lives they must have led.

Come with me now on a journey into the deep past. Guided by the unbroken genetic threads that link us to our ancestors, we can travel back to a time before the dawn of history, to a world of ice and snow, of bare mountains and endless plains, to meet these remarkable women – the Seven Daughters of Eve.

15

URSULA

Ursula was born into a world very different from our own. Forty-five thousand years ago it was a lot colder than it is today, and would get colder still in the millennia to come leading up to the Great Ice Age. Ursula was born in a shallow cave cut into the cliffs at the foot of what is now Mount Parnassus, close to what was to become the ancient Greek classical site of Delphi. The cave mouth looked out across a wide plain a thousand feet below which led away to the sea twenty miles off to the south. Today this same plain is filled with the dark green of ancient olive groves; then it was a landscape of scattered woodland pressed up close against the mountain slopes with open grassland beyond. The coastline was several miles further from the cave than it is today. This was a consequence of the lower sea level that prevailed when more of the oceans' water was locked into the ice and snow of the polar ice caps and enormous glaciers filled the valleys of the great mountain ranges. Temperatures would carry on falling for another twenty-five thousand years as part of the regular climatic cycle that has been going on for at least four hundred thousand years and will no doubt continue far into the future.

Of course, Ursula was completely oblivious to these long-term changes – much as we are today in our everyday lives. What mattered to her and her band of twenty-five was the here and now. Ursula was her mother's second child. The first had been taken by a leopard when he was only two, in a raid on a temporary camp one dark night. This was a tragic but not uncommon occurrence in Ursula's world. Many children, and occasionally adults too, were hunted and killed for food by lions, leopards and hyenas. Though it was a sad and serious blow for Ursula's mother to lose her only child, it did at least mean she could get pregnant again. While she was nursing her son her periods had stopped, she no longer ovulated and could not conceive. This was a deliberate evolutionary adaptation to space out the children. Only when one child could walk well enough to keep pace with the seasonal migrations of the band would another be conceived. And that could take three or even four years. So, a year after she lost her son, she gave birth to Ursula.

It was March, the days were getting longer and the band had moved up from the coast where they had spent the winter. It was a good time of year; Ursula's mother always looked forward to the spring. The coast in winter was damp and miserable. There were no caves to shelter in and she had to do the best she could in crude shelters of wood and animal skins. It wasn't much of a home, and the living was difficult and uncomfortable to say the least. But they had to come down from the mountains: it was too cold up there, and in any case all the game on which they depended had retreated to the lower ground. There was plenty of it, but it was hard to catch. Her particular favourite was bison, which congregated on the plain in reasonable numbers at that time of year. But they were practically impossible to hunt down on foot and in the open. It was difficult and dangerous work. They were wary, hungry themselves and very bad-tempered. Only the year before two young men had been trampled to death in a stampede; since then, everyone had decided that it was just not worth it, and bison hunting in the winter was off limits. The loss of two hunters from the small band was a serious business, because it meant that there were extra mouths to feed in the shape of the bereaved women and their children. But the band only survived by co-operation, and there was no question of abandoning the dependants to their fate.

With bison hunting ruled out, the only food coming into the winter camp was either scavenged from carcasses or the occasional red deer that could be ambushed in the woods higher up the slopes. Scavenging was a depressing business for the hunters, and not without risk. They walked for miles, keeping an eye open for the signs of a kill made by a lion or a leopard. They might be lucky and spot the kites circling overhead if it was a clear day, but more often than not it was just a question of trudging round the usual circuit and listening out for the dreadful chatter of hyenas as they fought over the rapidly disappearing carcass. There had to be at least five people for a successful raid against a pack of hyenas. Making as much

noise as possible, they rushed the carcass and scattered the hyenas before the beasts had a chance to realize what was going on. Then two of the group got on with the business of slicing off whatever meat was left while the others confronted the caterwauling hyenas that always hung around and made repeated lunges at either people or carcass. They pelted the beasts with stones and yelled to keep them back until the butchers had salvaged what they could, including the ribs, which were rich in marrow. Then it was a question of a hasty and organized retreat, with more stone-throwing and shouting as they left the scene. The trick was to leave at least some of the carcass behind, and to cover up what they had managed to collect under a skin. That way the hyenas eventually stopped following and returned to what was left. It was miserable, degrading work. The hyenas were awful, with saliva dripping from their disgusting mouths and making that frightful noise. There was nothing noble about this way of making a living, and everyone wanted to get off the soggy plains as quickly as possible and back to the mountains where at least they could hunt properly.

As soon as the first swifts appeared overhead, back from spending the winter in Africa, the band struck camp and started north for the mountains. The idea was to get there before the bison moved up to their summer pastures on Parnassus; that way there was a good chance of ambushing them as they filed through the steep-sided gorge below the cave. But even that wasn't simple. If men had been trampled in a bison stampede on the open plain, imagine how much more dangerous the herd was in the tight confines of a gorge only 10 metres across at its narrowest point. As usual, there was an argument about the best way to go about it. This happened every time. Some people advocated blocking the gorge and diverting the lead animals into a side couloir where they could be stoned and speared to death. The trouble with this approach was that some bison, who definitely sensed what was going on, had a nasty habit of turning round when cornered and charging straight back. The prospect of facing a ton of charging muscle and horn was too much for some people, and they shot up the rock face. When the escaping animal got back, snorting and sweating, to the main herd, this panicked the whole lot and they charged through the gorge at enormous speed. The advocates of a less audacious method pointed out the dangers of this direct attack and argued that it was simpler to wait until the main herd had gone through the gorge and pick off the stragglers. This wasn't a particularly heroic approach, but it did usually work. The bison bringing up the rear were usually the old members of the herd, but they still tasted better than scraps scavenged from the hyenas.

While this argument was going on, Ursula's mother withdrew to the shelter of the spring camp in the cave. Even though it was not uncommon for children to be born when the band was on the move, it was a lot more comfortable in a settled camp. The cave was dry and it was warming up as the sun rose higher in the sky. She was very glad to have made it before the birth. From the smell that hung around the back of the shelter it was obvious that it had been used as a winter lair by a cave bear. These huge and fearsome creatures, bigger than even the largest Alaskan grizzly, were a dangerous threat to the band. They would quite often attack the hunting parties, and to kill a bear was a special event. But this particular bear had left its hibernation quarters long since, and there was no danger that it would return before the autumn.

Ursula's birth was uncomplicated and attended by her mother's elder sister, who sliced the umbilical cord with a sharp flint blade and tied it off. Like all human babies before and since, Ursula announced her arrival with a loud cry as the air was sucked into her lungs for the first time. Within seconds the fresh oxygen was absorbed into her bloodstream and surged round to her brain and muscles to take over where the placental supply left off. Almost immediately she was suckling urgently at her mother's breast, drinking in the natural goodness of the milk. In this milk were also the antibodies she would need to fight off infections while her own immune system built itself up. If, as sometimes happened in the clan, the birth had gone badly and the mother had died, this also meant death for the child, for there was not yet any animal milk that could be substituted to sustain it.

Ursula spent only a few days in the cave before it was time for her mother once more to

contribute to the main occupation of the clan – finding enough food to live on. The spring camp had been sited carefully, with a commanding view over the wooded slopes below and close to the gorge through which the bison must pass on their way to the summer pastures on the hills. This spot had been noticed only a few seasons before by a hunting party exploring the region from their main base further east. It was already occupied, not by members of another band but by a small group of a completely different kind of human, Neanderthals. The hunting party had given them a wide berth. These were very strong creatures, stocky and built to withstand the cold; but they showed no particular aggression to the newcomers.

When they returned the following year, the camp was abandoned. It was as if the Neanderthals, even though they would have been a match for the hunting party if it came to a straight fight, sensed the power of the new arrivals and feared them, preferring to leave a prize camp and retreat to higher ground rather than risk a confrontation. There were many stories of the Neanderthals in the band's collective mythology, stories that were repeated around the camp fires in winter. They were rarely encountered nowadays but they must once have been more common. In virtually all of the old, abandoned caves, the band came across the heavy hand axes which were the Neanderthals' principal tool. By the standards of Ursula's fellows, these tools were crude and unsophisticated; they worked the same stone as the Neanderthals, but could make much better use of it. For instance, they would strike off thin slivers of flint and sharpen any dull edges by chipping away at them. All the men had to learn how to make their own flint knives and scrapers, but inevitably some were better at it than others – either better at selecting the right piece of flint in the first place, or better at judging exactly where to strike it to create the best flakes. The Neanderthals, from the evidence of stones left behind in the caves, had never got the hang of doing this.

They were strange creatures, whom the band preferred to avoid and who preferred to avoid them. They could certainly hunt, for the evidence was all around. Horse and bison bones littered their old caves, and in one spot, further north, there was a ravine full of the bones of wild animals that looked as though they had been deliberately stampeded off the cliff edge, then butchered where they fell. Occasionally, hunting parties still came across a small group of Neanderthals in the forests or on the remoter slopes. They were very shy and would melt into the trees rather than confront the hunters. For their part, the hunters never attacked the Neanderthals. A few were tempted to hunt them down for food, but there was a great aversion, almost a taboo, to hunting something that was so nearly human.

By the time Ursula was born, Neanderthals were a rare sight. Her ancestors had moved very slowly, over the generations, from the Near East through Turkey. They had crossed the Bosphorus which separated the enormous freshwater lake to the north, now the Black Sea, from the Aegean to the south. In the past, whenever the climate cycles turned and it became colder, there would be a slow retreat towards the Middle East and the Neanderthals would reclaim their lost territory. But this time Ursula and her band had penetrated much further into Europe than any of her kind before her; and unlike her distant ancestors, this time they did not retreat when it turned colder.

Ursula and her band certainly looked quite different from the Neanderthals. They were only slightly taller, but with a much slimmer build, betraying their adaptation to the warmer climates of the Middle East and Africa, where the ability to disperse heat rather than conserve it was the overriding requirement. More than a quarter of a million years of adaptation to the colder European climate had evolved the Neanderthal body shape to a stout and compact form so as to reduce surface area and heat loss. Their faces looked different, too, with a receding forehead, no chin to speak of and bony ridges just above the eyebrows. Whereas Ursula's band had small and inconspicuous noses, the Neanderthal nose was distinctly large and protruding, so as to warm up the cold air before it reached the lungs.

These physical characteristics were not in themselves enough to explain why the Neanderthals slowly began to withdraw as Ursula's band and other modern humans began their slow infiltration of the European mainland. The gradual Neanderthal extinction would take another fifteen thousand years of retreat until the last one died in southern Spain. There

were no pitched battles, no deliberate suppression of the 'first nation' Neanderthals to rival the European colonizations of recent centuries. For one thing, the level of political organization required to achieve this was entirely lacking in Ursula's people. They were not a state, with territorial ambitions and weaponry at their disposal; they were just bands of people, living on the edge and just trying to survive. Nor was it their skill with the flints that made the difference. It was the higher levels of communication and social organization that made Ursula's people the better survivors.

Ursula spent her first year being carried by her mother on the daily round of food gathering. A lot of this took place in the woods close to the spring camp. Spring itself was a lean time, for there were no fruits on the trees yet; the band relied on the men to kill at least a few deer or even a bison. It was Ursula's job, as soon as she could walk, to help her mother in the woods. There were frogs to collect by the sides of streams, birds' eggs in the bushes, roots and tubers to dig up with a stick or a piece of red deer antler. Autumn was the best season in the woods: there were hazel and beech nuts to gather in, berries hung from the bushes and there were mushrooms and toadstools on the ground. The band were often on the move from one camp to another as the seasons changed. Summer would be spent up in the mountains hunting hares and deer, autumn in the oak woods and camped by the gorge to ambush the returning herds. Then in winter it was down to the plains before moving up once again to the spring camp. This pattern was repeated year after year after year. Some years were good, the game was abundant and more children survived. Others were less so, and children and old people starved to death in the long winters. Life was very, very hard, and survival depended on a strong constitution and a great deal of luck.

Ursula was one of the lucky ones and did survive. Her mother died at the age of twenty-nine when Ursula was twelve. By then she had lost some of her teeth and her leg had been badly broken in a fall. The wound became infected and she died of blood poisoning six weeks later. Her comparatively early death did not have a great effect on Ursula's life. She was almost fully grown and was immediately adopted by one of her aunts, who appreciated an extra pair of hands to help with the daily tasks, which had become increasingly exhausting with her own two young children in tow. It wasn't long before Ursula's dark good looks and obviously developing body caught the attention of the young men. They would try to show off, racing or fighting each other to gain her attention. One presented her with a necklace of polished bone cut from the antlers of a roe deer and threaded on to some strands of horsehair. Another gave her a beautifully fashioned flint knife, far too elaborately manufactured to be anything but ornamental. Yet another would visit her whenever he had been out hunting and give her first choice of what he had caught that day. In their own way they were vying with each other to impress Ursula as a good provider, a man who could support her and her future children. Forced to choose between her suitors, she decided on the young man who brought her the ornaments – against a strong recommendation to accept the hunter from her aunt, who had grown accustomed to sharing in the prime cuts he brought home.

The following spring, when she was fifteen, Ursula gave birth to her daughter. Just like her mother had done, Ursula nursed the baby and carried it on her back while she foraged in the forest. Four years later, she had another child, another girl. Both grew up strong and healthy, and Ursula lived long enough to see each of them give her a grand-daughter. She died a few years later, at the ripe old age of thirty-seven. As she lost her teeth she became weaker and weaker as she was unable to chew the tough food that was the staple diet between animal kills. As the band set out once again from the hills to their winter camp she knew she could not make the journey and asked to be left to die in the cave where she and her children were born. Her family was reluctant to leave her, but they also knew the band couldn't afford passengers on its long trek to the coast. So they made her as comfortable as they could and wrapped her in a bearskin to keep her warm. With a last kiss, and with eyes full of tears, her two daughters left her and joined the band on its way down the gorge. As Ursula lay in the cave entrance, looking out over the vast plain towards the distant sea, she thought she could just pick out the small dots that were the band. Or perhaps she just imagined it as she fell asleep. In the

morning she was gone. Just the skin, torn and red with blood, remained as a witness to her swift and violent end. The bear had returned.

Ursula had no idea, of course, that both her daughters would give rise, through their children and grandchildren, to a continuous maternal line stretching to the present day. She had no idea she was to become the clan mother, the only woman of that time who could make that claim. Every single member of her clan can trace a direct and unbroken line back to Ursula. Her clan were the first modern humans successfully to colonize Europe. Within a comparatively short space of time they had spread across the whole continent, edging the Neanderthals into extinction. Today about 11 per cent of modern Europeans are the direct maternal descendants of Ursula. They come from all parts of Europe, but the clan is particularly well represented in western Britain and Scandinavia. Cheddar Man is perhaps the most celebrated of its former members.

16

XENIA

Twenty thousand years had elapsed since Ursula's death. It was now twenty-five thousand years before the present and the world was even colder. The Neanderthals were gone, and modern humans had Europe to themselves. The great plains which stretched from lowland Britain in the west to Kazakhstan in the east were bare of trees save for a few patches of birch and willow scrub on their southern margins. This was a bleak and windy place, with vicious blasts from the expanded polar ice caps sending the winter temperatures down to twenty degrees below zero for days or weeks at a time. Cold and inhospitable it may have been; but the European tundra was also teeming with life and good things to eat. Massive herds of bison and reindeer moved slowly over the plains, feeding on the rich growth of grass and mosses. Smaller herds of wild horse and wild ass were also there to be hunted. But the dominant animal, with no enemies to fear, was the gigantic woolly mammoth. No natural enemies, that is, until the humans arrived.

Xenia was born in the wind and snow of late spring. Even though it was already April, the snow that covered the land in winter was still on all but the lowest ground and lay in a thick and filthy slush around the camp site. Xenia herself was born in a round hut, about three metres in diameter, whose frame was constructed almost entirely of mammoth bones. Two gigantic tusks formed the door, which was covered by three layers of bison skins to screen the interior from the cold. The gaps between the bones were filled in with moss and soil, and the roof was made of turfs laid across a lattice of willow twigs. In a small hearth in the centre of the hut the red glow from the fire dimly illuminated the inner walls. There was no wood on the fire; all the trees in the vicinity had been used for firewood months ago. What burned in Xenia's hut, and the first thing she ever smelled, was the sickly, unforgettable stench of scorched bone. The tundra was littered with the bleached skeletons of mammoth and bison. They made a reluctant and distasteful fuel, but suffering that foul aroma was better than freezing to death.

The camp was built on a slight rise within a mile of a large, sluggish river. Generations of bison had passed across this river, on the way to and from their summer feeding grounds. Just as Ursula's spring camp had been close to a migration route, so Xenia's was placed to take advantage of this predictable and dependable source of food. Since Ursula's time there had been some technological advances. Flint-tipped spears had been improved, and their accuracy and range increased with the aid of spear-throwers, short pieces of bone or wood that cupped the butt of the spear at one end and acted like an extension to the throwing arm. Novelties and inventions like these were soon disseminated as separate bands congregated at river crossings, or met up while stalking in the tundra later in the summer.

Every year the bison crossed at the same point, where the river curved away, sending the current digging into a steep earth and gravel bank. The migrating herds had gouged a pathway through the collapsing bank, but it was getting steeper every year, making it harder for them to get out of the river. If rationality had entered into it, they would have looked for another, safer crossing; but the same route had been used for centuries, and was not going to change. This blind obstinacy and refusal to adapt, quite the opposite of human virtues, suited Xenia's band very well. As the animals struggled out of the river, exhausted by the crossing and unsteady on the collapsing soil of the earth bank, the spearmen would find an easy target. To avoid being seen and panicking the herd too soon, they had built a hide from mammoth bones with skins to conceal them.

As well as heading for the same place, the herds always came at the same time each year. The band could sense when their arrival was imminent by the lengthening days and the arrival of the geese from the south. The hunting party set off for the river to take up position behind the barricade. When the bison came, they would come quickly. It was no use waiting till they were already crossing the river. You had to be in position first. The first signal of their

approach was a faint low sound to the south-east, blown in by the wind like the continuous rumble of distant thunder. As the sound swelled, the adrenaline started to flow and the hunters checked their spears to see that the slivers of flint were securely hafted to their wooden shafts. The drumming of a thousand hooves grew louder and louder. Then the sound of splashing water announced that the lead animals had entered the shallows on the opposite bank of the river, still out of sight. The hunters waited, crouching below the screen for what seemed like an eternity but was in reality only two or three minutes at most, as the animals swam across the river.

At last the first animals, soaking wet but intent on moving ever onwards, came stumbling up the bank and into view. As they struggled to get a foothold in the unstable earth, the animals pushing up hard from behind only increased their panic; but at last the huge red-brown beasts found their footing and began to stream up the bank only four feet from the crouching hunters. Still they waited, until the crush to escape the river had slowed the herd down. Then, from between the hanging skins on their hide overlooking the path, the hunters launched their spears at point blank range into the sides of the animals. They aimed for the neck and chest. The razor-sharp flint tips sank deep into the bison's flanks. The wounded animals rolled their great eyes and bellowed in pain. They were hardly ever killed outright; the only hope the hunters had of that was if the flints had sliced an artery or punctured the lungs. As the stricken animals charged out once more on to the tundra, the hunters abandoned their hide and followed. With luck the wounded animals would soon collapse and could be safely despatched with a spear through the heart. If they were less seriously wounded they would travel on for miles and die days later out on the tundra.

As each beast succumbed to loss of blood or lack of oxygen, the hunters crowded in for the kill, striking with their spears deep in and out of the chest until the eyes glazed over, the tongue rolled out and the creature was dead. Working quickly with their flint knives, the hunters skinned and butchered the animals where they lay and carried the meat back to camp, sometimes several miles away. At a time of plenty like this there was no need to use every scrap of meat on the carcass, and they took only the best steaks from the flanks and shoulder as well as the liver, heart and kidneys. The rest they left behind on the tundra, only the flint spear-tip still embedded in the great neck leaving any clue for archaeologists millennia afterwards as to how the beast had met its death.

The meat from the bison kills lasted for several weeks as the final snows melted from the tundra and the days lengthened. Geese, ducks and curlew that had migrated from wintering grounds further south to breed on the tundra began to build up their nests among the coarse grass and moss. For a few weeks life was easy; but before long the band would have to strike north to follow the herds. Moving from one temporary camp to another had always been the way of life for Xenia and her band. The most urgent need was to make sure there was enough food over the summer for the band's members to build up enough fat to last through the lean winter months. Xenia's band relied completely on the migrating herds and followed them throughout the summer. There was no wheeled transport, not even sleds, so everything had to be carried. The mammoth bone frames could be left where they were and used again next year, but the skin coverings never lasted more than one winter. There was very little spare capacity, and anyone who was unable to walk on these long marches – the sick, the old, the weak – was left to die. Only when children were old enough to keep up with the band and no longer had to be carried would their mothers conceive again.

Xenia, a precocious girl, had inherited the fair hair and blue-grey eyes of her father. She ran with the other children in the band, helping her mother to organize the camp. Just occasionally she was allowed to join her father in the summer as he went out alone to hunt wild ass. On the rare occasions when he was successful, she helped him to skin and joint the meat. From time to time on these enjoyable forays they would meet up with people from other bands who patrolled the adjoining territories. These were usually friendly encounters, and members of different bands came to recognize and remember one another from previous meetings. They would exchange news, mainly about the weather and the hunting, but also

about their families. Their language was not elaborate, but quite sufficiently developed to impart this basic information. Sometimes a young man would go back to another's camp and even stay there for a season. In these small ways, information and people ebbed and flowed across the vastness of the frozen wilderness.

In time Xenia became pregnant. It was a difficult pregnancy and towards the end she could barely move. Though she was a strong girl, even she could scarcely walk as the bulge in her abdomen got bigger and bigger. First her mother and then the other women in the band began to be concerned. Fortunately, they were in their summer camp, the game had been plentiful and they would not need to move again for several weeks. It was not shifting camp that worried the women, but the fact that Xenia was about to give birth to not just one child but two. This was a terrible thing to happen. A mother could never nurse and carry two children at once. That was the whole point of delayed conception, so that until the first child was fully weaned a mother could not conceive another. The hormonal adaptation just simply would not allow it, precisely to prevent this eventuality. And yet, every hundred or so births, a mother produced twins, just as Xenia was about to do. It had happened before, and there was a strict rule in the band that the smaller of the two twins must be killed at once. The only exception was in the rare event that another woman in the band had lost her own child but was still producing milk. But the other babies born that year had all survived.

Xenia herself was unaware of this cruel but necessary tradition, or even that anyone ever had more than one baby at once, for the smaller twin was always killed straight after the birth and the body concealed and buried. But, although Xenia did not realize she was about to have twins, her mother was convinced of it. Unusually, she confided her fear to Xenia's father – unusually, because all matters of childbirth and rearing had always been the unspoken monopoly of the women. He had not known the rule about twins, but agreed with it when it was explained; he was also extremely concerned that Xenia might not survive the birth. Again very unusually, he mentioned the problem to a hunter from another band that he met on the tundra, and who he knew from last season had a daughter about the same age as Xenia. This girl, it turned out, had just given birth to her first child a few days before, but the boy was small and sickly, and was not expected to survive. That evening Xenia's parents hatched a plan. If they could smuggle out one of the twins and give it to his friend, he might agree to take it to his own daughter if she had by then lost her own baby. It was a great risk, because there was no opportunity to get agreement to this in advance.

Later that night Xenia's twin daughters were born. She held them both briefly to her breast before her mother made a swift decision and took one of them outside. She wrapped it in a soft rabbit skin and gave it to Xenia's father who was waiting. He set out at once for the neighbouring camp, nearly twenty miles to the east. It was early morning before he reached it and his friend greeted him. Yes, his daughter's baby boy had died two days ago. Xenia's father held the baby out to him as he considered the proposal. If he did not accept, then Xenia's father would have no choice but to kill the baby. After a few moments weighing up the distress his own daughter felt at the loss of her baby son against the possibility that she might refuse to accept another woman's child, he agreed and carried the now starving bundle to his daughter.

Xenia never knew what happened to her second twin. Nor did she ever know she was a clan mother. The daughter she kept with her started a long line that carries on to the present day in Europe, with about 6 per cent of today's population tracing their maternal ancestry back to Xenia through that branch. The identical twin that was adopted also flourished. Her band and their descendants moved further east in successive generations across the endless steppes of central Asia and Siberia, and eventually joined in the migration into the Americas. Today about 1 per cent of native Americans are the direct maternal descendants of Xenia. Within Europe, three branches fan out over the continent. One is still largely confined to eastern Europe, while the other two have spread further to the west into central Europe and as far as France and Britain.

17

HELENA

Helena lived twenty thousand years ago at a time when the last Ice Age was at its most severe. Glaciers and permanent ice fields covered all of Scandinavia and stretched as far south as the present-day cities of Berlin and Warsaw. The Baltic Sea was permanently frozen, as was the North Sea from Denmark to the Humber. In the winter the Atlantic froze and there was pack ice as far south as Bordeaux. Britain, still joined to continental Europe by dry land, was buried under ice down to what are now the English midlands, central Wales and southern Ireland. Year by year the tundra, the bleak terrain which was nothing more than a thin layer of soil and vegetation above the permafrost, advanced further and further south, almost reaching the Mediterranean. Freezing temperatures and heavy snowfall made the tundra uninhabitable in winter, and the hunting bands who roamed across most of northern Europe were progressively pushed up against the mountains of the Pyrenees and the Alps. Many had been funnelled down the wide valley of the River Rhône and spread out along the low-lying lands that bordered the Mediterranean. As now, lagoons indented the coast, but the shoreline itself was many miles away from its present position. So much water was now locked up in the great ice sheets that the sea level was over a hundred metres lower than it is now.

There was a reasonable living to be made from the shoreline and from the woodland behind. Helena spent her childhood in this landscape, helping her mother comb the woods for wild mushrooms and toadstools, or wading into the brackish lagoons in search of oysters. Her father patrolled the woods alone, on the lookout for small deer and other mammals. But as the first mists of late summer began to hang in the morning air above the marshes, the band knew it was time to prepare for the great gathering.

They packed up their camp and moved inland towards the hills. They travelled light, taking with them only the absolute essentials. Every few days they would come across other bands moving in the same direction. There was no friction between them; indeed, there was instead a shared mood of excitement and anticipation in the air as they moved across the landscape. The woods had thinned out now and they were out into the tundra. They carried on over open rolling hills and flat plateaux and across wide river valleys. At last, after six weeks, they reached their destination, the valley of the Dordogne. The great river flowed green and smooth between high cliffs of yellow grey limestone.

The band were to make their camp in a broad rock shelter that led into a deeper cave. Before taking it over, the men went back into the cave as far as they could go to make sure they were the only occupants. This was always a dangerous and frightening operation. The caves were also used by hyenas, lions and gigantic cave bears. If it was occupied then the residents would have to be either evicted or killed. But this year they were lucky; the cave was empty when they arrived. The camp was set up close to the entrance. The long journey was over. Helena and her companions could rest, warmed by the sun and gazing down at the river as it flowed gently past, a hundred feet below. It was a beautiful sight. Within a few days, all the surrounding caves and rock shelters were occupied as bands from far and wide converged on this magical place. They had come, just as their ancestors had before them, to intercept the reindeer as they made their way from the summer pastures high up in the Massif Central to their winter feeding grounds on the flat plains below. They had to cross the Dordogne and they had to get through the gorge. And Helena's band would be waiting for them.

But this great communal event was still some weeks away, and there was a lot of preparation to do. Helena's father began to strike a new set of flakes from the core of fine-grained flint that he had acquired through a trade earlier in the year. It was very high quality, of even texture with no cracks or other faults. He was an especially good toolmaker and could make almost anything from this precious core. It all depended what was required. He decided this year to renew the bone points on his favourite spear, which would be his main weapon when the time came to kill the reindeer, and settled down near the cave entrance to begin his

work. The core itself was a rough cylinder about the size of a small cheese. He looked closely at it, turning it round and round in His hands, calculating by an intuition born of years of experience where best to strike to split off a blade from its edge. It was almost as if he could sense the internal structure of this precious piece of stone, the weakest plane of its molecular bonds. He chose his spot. Taking the core in his left hand and a large river pebble in his right, he struck hard. The rock split, and a long thin blade snapped off from the side, precisely as he had anticipated. While he was in the mood and things were going well, he struck off another five blades before putting the precious core back into its pouch. The blades, about three inches long by an inch across, were wonderfully adaptable. With further delicate retouching they became knives, scrapers and spear points, or tools to work secondary materials like bone or antler. Inspecting each blade in turn, he chose three to use as spear points, one as a scraper for cleaning reindeer hides and two as tools for working bone. Even though any of the six blanks could be shaped for any of the final uses, he knew from experience which blank to select for which end-product.

Today he was going to make a new set of bone points for his spears, and also make Helena's mother some new sewing needles. He still had last year's spear points, but always preferred to make a new set for the coming hunt if there was time. He selected a piece of reindeer antler about six inches long and reasonably straight. These were easy enough to come by in the early summer when the reindeer shed their antlers and began to grow new ones. It meant a week-long trip to the hills behind their summer camp to a place he knew where there were usually some lying around. He could easily have kept some back from last year's autumn hunt, and sometimes he did, but the antler trip to the hills in the early summer was something he always looked forward to. It was a family tradition. His father had taken him every year since he was seven years old, and he had done the same with Helena's older brother. Because of these trips he always had a good supply of antler blanks. He broke off the points and left most of them where he found them, taking back only the pieces he could use, along with a few extras to work up and trade. For instance, he had a deal with a man in the band that he would exchange worked antler goods, which he enjoyed making and for which he had a good reputation, for blade cores. The best flint for the cores came from a long way away, so it made sense that while he collected antler and made it into useful items, someone else trekked off in another direction and collected the flints. So he was quite content, sitting comfortably at the cave entrance, looking down at the river and across to the hills on the opposite bank. Helena, who was now eight years old, came over to sit with him and help out. She had inherited her father's dexterity and was always begging to be allowed to make something.

The first task was to make the burin, which would be used to make parallel cuts into the antler; this required a flat edge like a carpet knife. Helena's father picked up each of the blades in turn and examined them closely. He selected one and laid it down carefully so that one end rested on the ground and the other was lying across a piece of antler. He made careful adjustments until the blade was touching the antler at just the position he wanted it to fracture. Then, in a swift movement he hit it sharply with a small pebble and the end of the blade flew off. It was a perfect fracture and yielded a perfect burin: a good straight edge like a chisel and very sharp. It didn't always work first time, but this one was a real peach. He picked up an antler blank and scored a straight line along its length with the burin. This was a good tool, as good as any he had made. Rotating the cylinder of antler in his hand, he repeated the process until it was divided by the deeply scored lines into five equal segments. It was always hard to get this right, but this burin had cut such a good line that the segments were of exactly equal size. There would be no wastage here.

Slowly he cut down along each of the grooves into the hard bone core of the antler, keeping the lines absolutely straight as he went. This took the best part of an hour. Finally, when he had almost reached the middle of the antler, he pushed down hard with the burin and twisted it. The bone bent slightly and then snapped cleanly along its whole length. Carefully, he lifted out the segment, six inches long and an inch across but now almost triangular in section. This was going to make a good spear point when it was worked up. One by one he split off the other

segments. He only had one disaster, when the third segment snapped halfway up: that would do as a needle blank. He gave it to Helena, along with the burin. She already helped her mother to stitch, so it made sense that she should help making the needle. Carefully and evenly she cut away at the splintered segment, smoothing it on each side and tapering it to a point. When she had finished she showed it to her father. It was an excellent first attempt. He took out the awl. This was another of the tools he had fashioned from the multi-purpose blanks, and had a sharp spike of stone protruding from one end. Good awls were extremely difficult to make, and this one was carefully wrapped in its own piece of skin. With the point of the awl Helena's father gouged out an eye at the blunt end of the needle and gave it back to Helena, who ran back to show her mother what she had made.

Good, warm clothing was a must. The winter temperature could stay at minus ten for weeks at a time. Fortunately, there was no shortage of skins and everyone had a made-to-measure tailored outfit. These were layered with an inner skin made from hare, squirrel or anything soft. It was the women's task to make the clothing, and Helena's mother had strong fingers and good eyesight. She trimmed each pelt and matched the pieces before using her own awl to make holes along the edges. Then she threaded the needle with a length of reindeer sinew and, pushing it carefully through each prepared hole, stitched the pelts closely together. Today she was making an outfit for Helena. Children of her age grew so fast, it was hard work keeping up with them. There were no clothes to be handed down from her older brother; he was seven years older than Helena, and they weren't going to carry his old clothes around for seven years. Occasionally she would get a cast-off garment from one of the other women in the band whose child had grown out of it, but on the whole she preferred to make a new outfit from scratch. These clothes had to fit well to keep out the bitter cold, and Helena stood in front of her mother while she was measured up using a long strip of deerskin. The process of joining the pelts, the fittings and stitching the seams took the best part of three days. A well-stitched outfit was something to be proud of, and Helena's mother was keen for her handiwork to be admired. With her prowess as a seamstress and Helena's father's reputation as a craftsman when it came to making antler goods, the family were very conscious of their standing in the band.

By the time they had been in the cave for ten days, they had caught up with the season's tasks. Helena had new clothes, her mother had a dozen new bone needles and her father had a new set of spear points. Already the days were growing shorter and colder; the birch leaves were turning yellow and the first night frosts had dusted the tips of the rushes in the valley below. The reindeer would soon be here. But before they appeared, and to make sure that they did arrive, there was an important ceremony to go through. On the night of the full moon after the first frosts, the men of the band and all the other hunters who had converged on that part of the river made their way up a side valley to a narrow opening in the cliff blocked by a circular stone. Their faces were daubed with red ochre, their bodies blackened by charcoal from the fire. They rolled the stone aside and filed silently into the cave, holding small candles made from animal fat to light the way. Helena's brother was there for the first time. He was old enough to be allowed to join in the hunt, so he must also come to the cave. He was afraid of the dark, and he hated even more being confined in a narrow space. In complete silence the men walked deeper and deeper into the heart of the cliffside, their lights flickering and casting eerie shadows on to the walls. At last, after a good half a mile, the narrow passageway began to broaden and soon opened out into a high cavern. It was absolutely silent except for the drip, drip, drip of water percolating through from above. In places the walls were covered in ribbons of pale flowstone which glistened in the candlelight. On one side three great stalactites, two metres long, hung down from the ceiling while three stubby stalagmites growing from the floor climbed up to touch them, reaching for an embrace that would not take place for another five thousand years.

But these natural wonders were not what the men had come to see. They turned to the right and climbed up into a tall passage leading off from the main chamber. High above them on the wall, barely visible in the pale yellow light of the flickering candles, were the unmistakable

forms of wild animals. Huge likenesses of bison, wild horse, reindeer and fierce bulls covered the smooth walls. Helena's brother, already tense with claustrophobia, shrank back and held on tight to his father; he dropped his candle on the floor, it fell into a small pool of water and the flame sizzled and died. A wild bull seemed to be charging right at him, nostrils flaring, head lowered, horns ready to skewer him to the cave wall. Though his father had told him about the paintings, he was not prepared for this. They were so real, so alive and so dangerous. He wanted to run out of the cave, but his father held him tight and stroked his hair to calm him.

In silence the men looked up at these creatures that they not only feared but also depended on. In the soft light the images started to come to life. They began to move. Helena's father rubbed his eyes. Though he had been coming here for twenty years, first with his father, then alone, he always experienced the same strange effect. The paintings were too high up to touch to see whether they had really moved. Still the men stared up in silence, their eyes darting from one animal to another as if to check it was still there. They were concentrating on the hunt, looking hard at these images and preparing to meet them in real life. Nobody knew who had painted these pictures, or how long they had been here. The image of a hand, its outline airbrushed in soot, might have been the artist's – but no-one really knew. Perhaps they had always been here.

After what seemed like a lifetime to Helena's brother, the mood changed. By now the flickering images had become completely real in the minds of the hunters. One by one, they took out their long spears and with a loud cry thrust them back and forward into the air, into the flanks of their imaginary quarry. They did not strike them. They did not need to. The beasts had lifted off the walls and were in front of them, suspended in the air. The cavern echoed to the bloodcurdling screams of the hunters as they invoked a sympathetic magic that would transfer the ritual killing of these imaginary beasts to the slaughter of their living cousins.

After a few minutes the noise died down; the men lowered their spears and once again stared silently at their intended quarry. There was no more they could do to make sure that the animals would come and that they would be successful in the hunt. On no particular signal, but sensing it was time, the men filed silently back to the cave entrance and out into the fresh night air. The chill brought them round and they began to talk to each other about the coming hunt. Strategies were discussed, alliances were formed. Helena's brother was just glad to get back out into the open.

Within a week the first reindeer were spotted further up the valley slowly making their way along the gorge. So far so good. They were on the right-hand side, so had to cross the river before they could get through the gorge itself. Helena's band had selected a spot where the river was flowing across large pebbles. It was about fifty metres across at this point with a rocky island in the middle. This is where they would be stationed, using the rocks for cover and hoping that the deer would choose to make the crossing here as they had done in previous years. There were plenty of places upstream, but the presence of the island and the chance it offered to divide the crossing, coupled with the growing urgency the deer felt to get over to the other side before the river reached the base of the cliffs, made this a better place than most. It was only a hundred metres or so upstream from the cave where Helena and her mother watched as the men took up their positions.

This year Helena's father was going to try a spear-thrower and detachable point for the first time. They had been around for a long time, but he had always preferred the traditional design of a hefty wooden spear tipped with a bone point. The advantages of the spear-thrower, as his friends never tired of telling him, were greater distance, greater accuracy and – best of all – that you only lost the spear point and not a complete spear if the animal ran off. The spear-thrower itself was a stout piece of wood, which fitted loosely on to the bottom of the spear shaft and acted as a lever. By putting this over your shoulder and bringing it forward quickly, the spear point itself flew off the thrower much faster than the conventional one-piece spear. The point itself was a sharp piece of bone or flint hafted to a short piece of wood. Since it was

also weighted with a stone, the impact when it hit the target carried as much force as a full-length wooden spear. Helena's father had practised with it, but he still wasn't impressed. He was really only taking it along on this trip to keep his friends quiet. He was tired of being called a reactionary, so he was going to try it, but he made sure he took his 'proper' spear with him as well.

Helena watched as her father and brother crouched down behind the rocks on the island in the middle of the river. Suddenly a small group of reindeer appeared three hundred metres upstream on her side of the river. They were obviously nervous, sniffing the air and moving their heads from side to side as they walked slowly along the bank. She lay down flat and peered over the edge of the cliff. If the deer saw her they would panic and run hack upstream. They moved slowly past the island. Had they sensed the hunters crouched behind the rocks? They came right up to the point, directly below Helena, where the river cut into the cliff. She peeped over the edge and looked down on them from above. She could see their grey backs and their great spreading antlers. She counted twelve of them. She thought they were probably mostly mothers with their calves, but since both male and female reindeer had antlers it was impossible to be sure. There was no way forward for them on this side of the river because the sheer face of the cliff rose directly out of the water. The current had quickened and the water was fast and deep. They waited for a few minutes, unsure whether to chance their luck; eventually they decided against it, turned and headed slowly back upstream. They reached the point opposite the island where the hunters had positioned themselves. Would they cross here or head further upstream? Helena could see them hesitate; then, at last, one of them plunged into the water and began to swim for the island. The others followed. The hunters tensed. Their hearts pounded and their mouths went dry.

As the first of the deer reached the island, the hunters flew at them. At short range the weighted spear points were lethal and accurate. Two deer fell where they stood, blood pouring from their necks. The others charged straight ahead. Helena's father managed to drive his spear deep into the flank of a young calf, then followed it into the shallows and finished it off by cutting its throat with his knife. After the first volley from the spear-throwers some injured deer had turned back the way they had come. The men and boys ran into the water after them and tried to drag them down. Helena's brother foolishly held on to a large adult that had only been slightly hurt. It turned and lashed out with its antlers, catching him with a vicious blow to the side of the head which knocked him unconscious into the river. Watching from above, Helena saw this happen and stood up waving and yelling at her father to attract his attention. He looked up and, realizing something was wrong, scanned the river for his son. By now he was drifting face down towards the fast currents beneath the cliff. His father let go of the calf he had killed and plunged into the river. He reached his son before it was too late and dragged him to the bank, forgetting all about the deer hunt. The boy was soon revived; but the deer were long gone. The dead calf drifted downstream towards the rapids. Nobody was going to get to it in time.

As Helena stared down at it, the river was no longer clear and green but running red with the blood of the slaughter. Judging from the colour of the water coming from upstream, other bands had had a good day; but for Helena's band it had been a disaster. They had managed to kill only three deer, two calves and one adult. That meant a lean winter ahead unless more reindeer arrived. But no more came that way. Two weeks later, the band could wait no longer. The snow had begun to fall, and the other bands were leaving for their winter camps. They packed up and headed back on their long journey back to the sea. If they survived the winter they would be back again next autumn, hoping for better luck.

The years rolled by, following the same pattern dictated by the seasons. Helena's brother was killed three years later, trampled to death by a small herd of wild horses he and his young friends were foolishly trying to ambush. Helena's father lived for another ten years, long enough to see Helena give birth to the first of her three girls. Her mother developed bad arthritis in her fingers, which put an end to her dressmaking, and she died a year later when it spread to her knees and ankles. Helena herself lived until she was forty-two, a very old age in

those days and old enough to see her first grandchildren.

Over successive generations the clan that began with Helena became easily the most successful in Europe, reaching every part of the continent. The reference sequence with which all mitochondrial mutations are compared is Helena's sequence. Forty-seven per cent of modern Europeans are members of her clan. We do not know whether this remarkable success is because her mitochondrial DNA possesses some special quality that gives its holders a biological advantage, or whether it is just chance that makes so many Europeans trace their direct maternal ancestry back to Helena and the freezing winters of the last Ice Age.

18

VELDA

Three thousand years after Helena lived and died, the Great Ice Age had tightened its grip still further. Seventeen thousand years ago the plains of northern Europe were completely deserted; all life, animal and human, was compressed into the Ukraine, southern France, Italy and the Iberian peninsula. Velda, the fourth of the seven daughters, lived in northern Spain in the mountains of Cantabria, a few miles behind what is now the port of Santander. The ocean floor falls away steeply here, so the line of the ancient coast is not very different from today, even though the sea level was over a hundred metres lower than it is now. Like so many others before and since, Velda's family depended on the herds of bison and other animals which spent the summer on the high plateaux to the south, but they also hunted in the thick forests which covered the coastal plain. Being positioned between the two resources meant that Velda and her band could maintain a permanent base in and around the area. There was a lot of competition for the best sites, and that gave Velda and her companions an incentive to maintain a year-round occupation. Had they abandoned it for a seasonal migration to the coast or inland to follow the bison, the chances were that they would return to find it occupied by another band. This was not only inconvenient, it was also potentially dangerous. People had been killed more than once in the past trying either to defend or to reclaim a prime cave site.

With most of the caves occupied all year, it was much easier to establish a convincing residence claim; so forced evictions, though they did happen, were largely a thing of the past. However, this did mean that the men were away from the camp in hunting parties for long periods. Velda's man was a good hunter, and even during those times when game was scarce he would always return with something for her and their three daughters. While he was away she would search for food in the woods close to the camp. Her mother, an old woman of thirty-seven, looked after the children when they were too small to come with her. It was hard work tramping the same territory day after day. She knew it like the back of her hand. She knew which streams held small fish, which ponds were favoured by frogs and toads, and where the oak trees with the best acorns were to be found.

Velda was a striking woman, taller than most at five feet four inches, with sparkling deep brown eyes and dark flowing hair which brushed her shoulders as she walked. Her skin was a soft pale brown in winter, but she tanned easily and in the summer her face turned a deep ebony. It may have been cold but the sun shone just as brightly then as it does now. Though a lot of her time was taken up with gathering food, it was not all work and there were bright summer days when she would find a sheltered spot and just lie in the sun for a few hours and reflect on her life. She was close to the other women of her age in the band, most of whom were related to her one way or another, and they spent time together talking about their lives. She was content, even if bringing up three children was a struggle without a man around for a lot of the time. She got a lot of support from the other women and she supported them. Her mother and her elder sister had helped at the birth of all three of her children, just as she had helped her sister and other friends. The men had nothing to do with the births. They were often not around when their own children were born, and it would have been inconceivable for a man to be present at the birth of his child. Thus it was that the women of the band maintained complete control of the process and the mystery of birth. In their hands, they held the future of the band. In exchange, the men supported them by providing food and protection against the wild animals that were a constant threat. Velda's husband was kind and attentive when he was in camp, and it was always good to see him safely back from the hunt, especially if he returned loaded down with meat for the larder. On longer trips he might be away for two or three weeks at a time, depending on how successful he had been. When he had caught as much as he could carry, he came home.

During these weeks when he was away, particularly if all the men in the band had gone hunting together, Velda felt distinctly vulnerable. The greatest fear was a nocturnal raid by a

leopard. She knew of several instances where children had been snatched where they slept. As darkness approached she lit a fire at the cave entrance and withdrew with her children into a natural crevice just to one side, where she settled them on to their beds of soft skins. Her mother had come to live there too, which theoretically provided additional security – though her mother's nerves were not what they were and she snored loudly. Velda slept lightly, waking up every hour or so and making sure the fire was still alight. Only when her man was home could she share the watch and get a good night's sleep.

On some nights she would become aware of animals moving outside in the darkness. It wasn't that she heard them, for they moved without noise; it was more that she sensed their presence. Once she saw two green eyes shining in the pitch-black night only a few feet away as they reflected back the light of the fire. She tensed and clutched the spear she always kept close by, then tossed another branch into the flames. As the sparks flew up, the eyes disappeared as the animal turned its head away. She was counting on the leopard not knowing how few people were in the cave and calculating that an attack was not worth the risk.

Children were rarely killed in a straightforward direct attack. They usually disappeared when carelessness or exhaustion had allowed the fire to go out. It was often done so swiftly and so silently that no-one was aware that anything had happened until the next morning. That was the worst kind of disappearance, because you did not know for sure whether the child had been taken or had just wandered out of the cave. This had happened to one of Velda's cousins, who had spent days searching for her only child. Was it still alive somewhere out there in the woods? The answer, of course, was no. The leopard had grasped the sleeping girl by the throat, its jaws clamping down with an irresistible force on her windpipe. She could neither breathe nor cry out as the big cat turned and walked effortlessly and silently out of the cave with the child hanging from its jaw. The fear of the night was very real.

Velda and the other women did what they could to console her cousin, but she never really recovered from losing her only child in this terrible way. She sank into a deep lethargy, refusing to eat, and would sit alone on the hilltop staring down at the dark woods below and calling out for her lost daughter. Other women who had lost a child to a wild animal very often had another one almost immediately, so that the grievous blow was cushioned by the new arrival. But Velda's cousin, tortured by the sense that her girl might still be alive, could not take that route. She became far too weak to get pregnant; her man, eventually despairing of her ever recovering, left the band for good. She took to walking through the woods, crying out softly and looking into every bush and behind every tree. Velda and her friends took her into their caves at night, but still she would not eat properly and could not sleep. One day, as winter drew closer, she did not return from the woods until after dark. She did not need to be warned of the dangers, and her friends insisted she must always come back while there was plenty of light. She followed their instructions for a week and seemed to be getting better. Then, one day, she never returned. They never found her body. They did not know what had happened, but they suspected the truth. The same leopard that killed her child had tracked her as well, and pounced from behind as she threaded her way back through the trees. She did not have any strength left to struggle. Soon she was being fed to the same litter of cubs that had devoured her own child.

Velda had a strong artistic streak. Her grandfather had been one of the men who painted the ceremonial caves and she had even tried to reproduce their wonderful images on the walls of her own cave. Her great wish was to be allowed to do something in one of the big caves which were used only for the ceremonies before the hunt. This was a jealously guarded privilege. Not only did you have to be able to paint, you also had to have a convincingly supernatural gift for magic. Since this was virtually impossible to demonstrate, the aspiring artists tended to exaggerate their eccentric behaviour or claim descent from a long line of magicians. Velda expressed her talents as a delicate craftswoman by carving ornaments from bone and, if she could get it, mammoth ivory. The designs she carved were both symbolic and naturalistic, and she would take weeks or even months to finish a piece, often working late into the night by

the light of the fire as her children slept. Her most ambitious project was a highly decorated spear-thrower that she was making out of a piece of juniper wood as a present for her man. This was not meant to be used on the hunt itself, but for the cave ceremonies only. Lately, people had taken to having ceremonial weapons rather than the real thing with them to incite the sympathetic magic. It seemed to be much more appropriate and arguably more effective to wave a special weapon on these occasions. Velda worked on this particular piece for the three months of the summer. She wanted to have it ready for the ceremony in the coming autumn. When her man was away hunting she could work openly, but when he was at home she hid her gift in a crevice at the back of the cave. She wanted to keep it as a surprise.

The finished object was utterly beautiful. Along its whole length Velda had carved a group of three bison. You had to rotate the shaft to see the full picture, and yet the proportions were exactly right. One of the animals had its head turned back, licking its flank with its tongue. She paid particular attention to the heads, carefully etching a series of lines to represent the hair standing out on their backs. Bulging lids encircled the large eyes, and the nostrils flared just as they did in life. Night after night she would add an extra detail until, at last, she was satisfied and hid it away for the day her man returned.

He never did. When his friends came back from the hills, they expected him to be back at camp already. After killing a bison, he had left them early, eager to get home. He had taken the best meat from the carcass and set off on the three-day march back to the cave. His companions had waved him goodbye as he headed off down the valley that would take him home. That was the last time anyone saw him alive. When his friends returned to the camp themselves a few days later and realized he was missing, they set off at once back to the hills to look for him. It was very unlikely that he had got lost, for he knew the land as well as anyone. The weather had been good; it was not too cold, so he would not have frozen to death. Occasionally young men might join up with another band they met on a hunt, but never if they had a woman and children waiting behind at camp. He was not feeling unwell when he left his friends. It was a complete mystery. After four days searching the route he would have taken to get home, checking all the rock shelters that were traditionally used as bivouacs, they found no trace of him. On the fifth day they went higher into the mountains to check a large cavern that was sometimes used by hunting parties who were after ibex. It was very unlikely that he would have taken this diversion, especially since he was returning from a successful hunt, but they climbed up to make sure.

About a hundred metres below the cave entrance they came across his body, or what remained of it. Fur clothing lay in a crumpled heap encasing a disarticulated heap of bones and flesh. All the internal organs – heart, liver, stomach and lungs – were gone. The ribcage, stripped of skin and muscle, was still held together by bloodied ligaments. They turned away. They knew it was him. His face was torn off and his skull crushed, but his broken spear lay close to the body. It was certainly his. About fifty yards away lay another body: not human this time, but a large hyena with another spear buried in its chest. That was how he died. Alone and surrounded by a voracious pack of these repulsive beasts he had struck out at his attackers, mortally wounding one and probably injuring others. But there had been too many of them for one man on his own, and eventually he had been overwhelmed and torn to pieces.

They moved what was left of his body and laid it in one of the crevices of a small outcrop, covering it with stones. His closest friend picked up the point of his broken spear, and the group retreated silently down the mountains. Velda knew the worst from their expressions as soon as they arrived back. She took the spear point and hugged it to her breast, weeping uncontrollably. Soon, behind the dark clouds of grief and despair that came down upon her, the seriousness of her situation began to take shape. Having three children to feed without a man bringing in food was not going to be easy. She could not feed her family by herself, and there was not enough in the forest to get them all through the winter. But losing your man, or your woman, was not uncommon. In her situation the usual pattern was to find another mate very quickly, and a beautiful and accomplished woman like Velda would have no difficulty in finding another man, if not from within the band then from a neighbouring group. But Velda

never did this. She stayed within her own band and struggled through the first winter by doubling and redoubling her efforts at collecting and storing berries and nuts from the forest. Her children, even the youngest, were pressed into service. The bison hunt that year produced a rich yield and there was a good run of autumn salmon up the river in the valley below the caves. So there was food to spare, and Velda and her children did not go hungry.

Though the band would have looked after her anyway, she began to repay their kindness by giving them small, carved pieces in return. They were just small tokens, portable pieces of magic: an ivory model bison to take on the hunt; a fish to wear on a necklace when wading in the river pools. Her reputation for exquisite craftsmanship spread, and these pieces were eagerly traded with other bands. Through her efforts her daughters all grew up and found mates. Two left the group and one remained behind, and they shared the cave she grew up in. As she passed into her thirties, older but still striking, she eventually achieved her ambition and was allowed to decorate part of one of the ceremonial caves. She died peacefully in her sleep, at the age of thirty-eight, from a combination of old age and exhaustion. When her daughter found her body, cold and peaceful in the morning, she also found two objects lying beside her on the skins she used as a blanket. One was an old spear point, worn smooth by years of handling. The other was the most beautiful carved juniper wood spear-thrower that anyone had ever seen.

Today about 5 per cent of native Europeans belong to the clan of Velda; they are more frequent in western Europe than in the east. Many of Velda's children have travelled a long way from Velda's home in the hills of Cantabria. A small group found their way as far north as it is possible to travel, reaching the very top of Scandinavia, where they are to be found among present-day Saami of Finland and northern Norway.

19

TARA

Velda and Tara both lived at roughly the same time, seventeen thousand years ago, in the depths of the last Ice Age. They may even have been exact contemporaries; but they certainly never met and their lives were very different. Velda lived in Spain, while Tara's homeland was the hills of Tuscany in northwest Italy. Velda, and Helena before her, were relatively well off. They both lived in a world where the predictable seasonal migrations of the large tundra animals brought fresh meat almost to the doorstep. This abundance led to a relative affluence, and the human population increased. At the annual gatherings of the reindeer hunters there were frequent interactions and exchanges between bands, and a flourishing artistic culture grew up. Beautifully carved ornaments and lucky charms were made from all sorts of raw materials – wood, ivory, shells and bone. Hundreds of caves were decorated with the brilliant and haunting images of wild animals.

Tara's world was much less prosperous although, ironically, it was warmer. The higher temperatures meant that the landscape, other than the highest hills, was heavily wooded. The tundra animals were not there. Instead, the forests were home to red deer and wild boar. These were hard and sometimes dangerous to hunt. Though the woods provided plenty of scope for foraging, the absence of a predictable supply of big game meant that the land could support far fewer people than Velda's Cantabria or Helena's Dordogne. This relative poverty had stifled the growth in artistic expression and the patterns of social exchange. Bands were more self-contained, about twenty strong, and had to work much harder for their food. They were always on the move as they exhausted the meagre harvest of the woods. This was Tara's life.

Her own mother had died when she was ten and her brother only six. They were cared for by their mother's sister, and shared in the daily routine of foraging in the woods. Their father still brought in what he could – a wild piglet, a pine marten, a small roe deer, or, if he was very lucky, a red deer. Killing a red deer was a cause for celebration throughout the camp, and everyone had a share of the meat around the fire. Tara had kept her mother's flute and played a lively tune on these rare but joyful occasions. Her father had made it years ago from the wing-bone of a swan by drilling holes along one edge, one to blow across and three for the fingers to change the notes. The range was limited and the sound rather breathy, but it added to the atmosphere around the camp fire as they sang and danced late into the night. Next day everybody slept late. For once, the daily grind could wait.

As summer passed into autumn, they made their way slowly down to the lower ground, along the valley of the Arno and downstream to the coast. This was twenty miles further than the same journey today because of the lower sea levels. Out of sight, beyond the horizon, the uninhabited islands of Corsica and Sardinia were joined to each other by dry land. Tara enjoyed the sea and walked for miles along the broad sandy beaches, picking up driftwood and anything else that caught her eye that might be of some use. She loved collecting seashells and always brought handfuls back to the camp every night. She would gouge holes in them with a sharp stone and thread them into a long necklace with seaweed or strands of marram grass, knotted together. They didn't last long as ornaments because the thread soon broke, but that wasn't the point – and it gave her a good excuse to go down to the shore again to collect more shells.

One day on her walks along the shore she saw in the distance a large grey shape lying just above the waterline. As she got nearer she could see it was the carcass of a beached dolphin, its jaw open wide showing its sharp and regular teeth. It had definitely not been there the day before, and was quite fresh. Seagulls were already on the scene, pecking at the eyes but making no impression on its thick skin. Even though she had never seen a dolphin before, Tara knew at once that this was food and ran back to tell the others. Everyone stopped what they were doing, gathered up their knives and headed up the beach. The young men, women

and children ran as fast as they could, the middle-aged walked, and those over thirty-five stayed behind, remembering what it was like to be young.

As they rounded the headland to the bay where Tara had seen the carcass they stopped in their tracks. There were other humans already there. They had started to cut into the skin. They looked up when they saw Tara's band in the distance and stopped what they were doing. This could turn nasty. There were only five of them – two men, a woman and two children – against ten from Tara's band. If it came to a fight, they would lose. A dolphin carcass was a valuable prize, but not worth dying for. There were strict conventions, universally understood, that a hunter always kept what he killed. Likewise, a carcass belonged to the band that found it. Normally Tara's band would have turned back at this point, acknowledging that they were not the first to arrive. But Tara was the one who had found the dolphin.

Tara did not know the rules, but she sensed that she might be forced to abandon her prize and began running towards the group who were threatening to deprive her of it. Her father shouted at her to stop, but she kept going. Dropping everything except a short spear, he rushed after her. The others followed. The three adults by the carcass stood their ground. Tara had always been a fast runner and her father, fit though he was, was gaining on her only slowly. She was only three hundred yards away from the carcass. Two hundred yards. One hundred. The group by the water raised their spears. Fifty yards. With a final burst of speed, Tara's father grabbed her by the shoulder and brought her down in a bundle on the soft sand. Immediately he was up again and shielding Tara. He faced the spears of the two men who had rushed forward. He was still a long way in front of the support team and in great danger. They were only feet away when he recognized the face of the tall fair one on the left. It was his sister's man. He called out his name. The others stopped in their tracks. An enormous grin spread across the face of the fair one. He dropped his spear and rushed up to Tara's father and embraced him. The relief shone through on everyone's face as the adrenaline ebbed away. The others caught up. Tara spluttered out how she was the one that found the dolphin and pointed by way of proof to a set of footprints in the sand that led back in the direction of her camp. But the men had already agreed to share the spoils. There was enough for everyone, and anyway they had to work fast. The tide was coming in.

Tara's aunt arrived with the other members of her band and the process of stripping the carcass began. Every so often they had to haul the carcass further up the beach as the incoming tide threatened to take it back out to sea. Relays of children carried the butchered meat to a safe place in the dunes above the high-water mark. By the time they had finished, the great orange sun was setting over the sea. It was a still night and they all decided to camp where they were and share a meal on the beach. There was soon enough driftwood to start a fire, and a spit was hastily assembled to rotate the chunks of dark red meat. Their faces illuminated by the soft glow of the fire, the members of both bands renewed acquaintances. Tara was too young to remember her aunt, and her father had not seen his sister for several years since she left the band. Now he sat down with her and told her of the tragic death of Tara's mother two years before and how much he missed her. Why not bring Tara and her brother and join our band for a while? his sister suggested.

That is how Tara moved with her brother from one band to another who hunted further up the coast. Four years later she was pregnant and the first of her two daughters was born. As soon as the baby appeared it was obvious she had inherited her father's flame-red hair. By the time she was a year old it was also obvious that she had inherited Tara's independent streak. She refused to listen to any instructions and was always putting pebbles and even sharp flints into her mouth. Tara was a diligent mother and a welcome new member of the band. She had a good man and the hard life was as enjoyable as it could be.

She looked forward to the winters spent down by the sea. She was always the first to volunteer for beachcombing and, with her daughter on her back, she would walk along the shore for miles, day after day. She knew every rock, every stone, every patch of sand, and spotted at once if the sea had cast up anything new. She liked the wild weather best, with the spray blowing off the waves driven inland by the fierce west wind. After these storms, which

could last for days, was the best time for beachcombing. She was out at first light, eager to discover what new treasure the sea had flung on to the land. After one particularly vicious storm, and with the wind and rain still blowing in her lace, she came across a long tree-trunk, bleached by its time at sea and thrown up on the highest point of the beach. It had obviously been in the water for a long time, because barnacles had attached themselves to the wood – but only on one side, which seemed odd.

The next day she came back with her father. Even though it was a large trunk, about three metres long and half a metre across, they could move it a little if they both put their backs into it. What made it so light? One side, the side with the barnacles, was hard and polished by the waves. The other side was pockmarked and soft. Tara dug into this with a flint. It came away easily. They carried on scraping out the soft parts, which must originally have been diseased, until they had hollowed out the whole log. This was still heavy but, with a few friends who had joined them, they could carry it quite easily. And, of course, the first thing they did was to launch it into the sea and start throwing stones at it. The water was calm by now and the log floated easily on the smooth surface. But it always floated the same way up, with the opening above the surface and the barnacles underneath. This was very curious, but it did mean there was an added dimension to the game: one point if you hit the log, but two points if you landed a stone inside it.

After a while everyone got bored with this game and began to go home. For no particular reason, Tara and her daughter stayed behind. They were at the edge of the bay where it ended in a low rocky outcrop. The log drifted along the shore until it came to rest against the rocks. Tara and her daughter followed it, sat down and idly threw some more stones at it, many of which landed inside because it was now so close. The log was still floating but there were at least twenty stones inside it. Tara then wondered what would happen if she put a much larger rock into the log. She picked up a big grey stone and carefully placed it in the opening. Surely this would sink it. But it didn't. In fact it seemed to stabilize the log even more.

She had a flash of inspiration. She called her daughter over and lifted her into the log. It settled lower in the water but it still didn't sink. She pulled the log right up to the side of the rocks and stepped in herself. They were floating. She pushed off from the rock and the boat, for that is what it had become, slid slowly across the clear water. She knelt down and paddled instinctively with her hands. The boat slowed and began to change direction. This was fantastic. Over the side she could see the white patches of sand and the dark rocks of the sea bed. She had to be careful not to overbalance the boat and sensed when it was beginning to roll. After twenty minutes she realized she had been carried along by the current into the next bay. With a few movements of her hands she drifted on to the sandy shore and leaped free, pulled the boat up on to dry land and lifted her daughter off.

Fortunately, the weather was still calm the next day, and the boat was still on the beach when she returned with the rest of the band. The children played in it, the men raced in it. Someone produced a flat piece of driftwood and used it as a paddle. At the end of the day Tara and her man paddled the boat down the shore to the camp and pulled it to safety above the tide line. Other bands came that winter to admire the new plaything. It had no obvious immediate use other than for fun. Only later was it used to reach offshore islands and cruise the shallow waters of the river estuaries on the lookout for flatfish and eels. In the late spring they hauled it high up on to the beach and left it as they headed inland for the summer hunting on the higher ground. That autumn, Tara's second daughter was born: not red-haired like her father, but with her mother's straight dark brown hair. But like them both she had bright blue eyes, quite unusual in the band, whose eyes were more commonly a light hazel brown.

The boat was still there when they returned in the early winter, still seaworthy but a little decayed. The men began to make new ones from freshly fallen timber. It was hard work; most of the trees were either too rotten, which was why they had fallen down, or too tough if they had been blown down in a storm. The next spring Tara, who so loved the sea, suggested to the band that instead of going into the hills, they should stay down by the shore, build some more boats and use them for fishing in the shallow waters and creeks around the coast. Two more

families agreed to give it a try, and they spent the whole year moving up and down the coast in the new craft. The men hunted deer and wild pig in the marshes, and the women and children picked limpets and winkles from the rocks at low tide. When the hunting deteriorated in one place, they moved easily along the coast to another. They discovered offshore islands with rocks covered in steel-blue mussels. Seals also visited these islands to haul out or to breed. They made easy prey for the hunters, who could drift up slowly without disturbing them, then clamber ashore and club their victims before they could slip into the water. This maritime life suited Tara. They did not depend on the sea, because they could always head for the woods and the hills; but they were making a living from it, and it made a change from grubbing around on the forest floor. And it felt safer too.

Tara had one more child, a boy. All three were healthy and lived long enough to have their own children. Tara saw her first three grandchildren, all girls, before she died one winter close to the beach where she had found the dolphin all those years ago. She was buried in a grave dug into the sand dunes. Her face was reddened with ochre, as if bringing colour to her cheeks would somehow revive her. Around her neck were placed a dozen strands threaded with hundreds of pierced seashells. She lies there now, twenty miles off the coast of Livorno, under the blue Mediterranean, while a hundred metres above her descendants glide to and fro on their own updated versions of her hollowed-out log.

Today just over 9 per cent of native Europeans are in the clan of Tara, living along the Mediterranean and the western edge of Europe, though they are not restricted to these regions. They are particularly numerous in the west of Britain and in Ireland.

20

KATRINE

Piazza San Marco in Venice is flooded again. The sea gurgles up through the stone sluices and the superintendent wearily orders the wooden duckboards to be unstacked and laid across the square. Nothing, not even the sea, must stop the tourists from filing through the Basilica and the Doge's Palace. Venice is slowly sinking into the sea. Fifteen thousand years ago, when Katrine lived there, the sea was over a hundred miles away. The Adriatic is a very shallow sea, and the worldwide lowering of sea level towards the end of the last Ice Age shrunk it to half its present size. Katrine could have walked in a straight line from Split in Croatia to Ancona in Italy without getting her feet wet. She lived in the vast wooded plain that stretched from here to the Alps and took in the wide Po valley from Bologna to Milan and Turin. Flad it been colder, this would have been an area of open tundra crowded with wild horse, bison, reindeer and mammoth. But the relative warmth of the southerly latitude meant the forest could survive. The woods themselves were much like Tara's, a larder of wild food if you knew where to look and were prepared to put in the work to find it. However, they were much more extensive and the sparse human population was spread out over a much larger area. People still lived in bands, and these bands tended to stick together as they moved through the woods. Katrine's band lived in the northern part of the forest, where it backed up against the steep ramparts of the Alps. Towering above the plain, their snow-capped peaks and vast glaciers, much more extensive than today, appeared to Katrine as a distant and forbidden world.

She had always been a beautiful child, with fair hair and greenish-brown eyes, and she was not far into her teens when she became pregnant by a friend of her older brother. In the summer before the birth the band moved up into the mountains to hunt ibex and chamois. Her mate was still inexperienced in the mountains and not used to the dangers of hunting at high altitude. He was stalking a group of chamois across a cliff, hoping to surprise them and drive them off the sheer face, when he lost his footing and fell four hundred feet to his death. He had always been an impetuous and boastful youth, and the group greeted his death with as much irritation as sadness. Just as he was going to be able to start repaying the group for its years of support by bringing in food, he had got himself killed.

Annoyance was also Katrine's considered reaction. By his foolishness, he had left her with the prospect of bringing up a child alone. She was determined to find a replacement as soon as possible. The baby girl was born in late October, by which time they were down from the mountain and foraging in the woods again. She was a sweet enough child, with her father's dark brown eyes, but Katrine never bonded with her from the start. Just looking at the baby suckling at her breast filled her with intense irritation. Why had she been left with this mewling infant by a feckless man who should have thought of her and the baby before he put himself in danger? But there was nothing to be done. She couldn't palm it off on anyone else. No-one else was lactating and no-one had lost a child.

Her mother realized that there was something badly wrong between Katrine and her baby but couldn't offer any real solution. Until it was fully weaned, which would not be for at least another three years, there was nothing to be done. As the child grew and began to crawl, then walk, matters did not improve. In every new development – the way she smiled, the way she waved her arms – Katrine saw nothing of herself but only reflections of the irresponsible and now loathed father. At long last, after four interminable years, the ini ant was fully weaned. Katrine had not entirely wasted her time during the long wait. At every opportunity she would leave the child with her mother and seek out the company of her brother's older friends. Over the three years she slept with all of them at one time or another but, because she was still breast-feeding, she never got pregnant. Her mother had realized what was going on for some time and had warned her against such foolishness. Her father didn't seem to care.

So, of course, the inevitable happened. She did get pregnant again, almost immediately after

her baby was weaned. The father could have been any one of the three boys, and she had no idea which one. It was inconceivable that she could have another child without a proper mate, so her mother took her to one side and begged her to identify the father. She refused even to tell her mother who the three candidates were. Her brother was no more forthcoming. It was a desperate situation. Katrine's father, who was not getting any younger, was already having to provide for two more people than he had bargained for; another one would bring yet more responsibility. Though he loved his daughter, he shook her hard to get her to reveal the father's identity. Still she refused. And none of the three came forward when the news of Katrine's pregnancy spread around the camp. No great surprise there.

When the baby was born, Katrine's mother lifted it and gently gave it to Katrine. She looked at it, expecting to feel equally repulsed as she had been the first time. But she was not. As she took the tiny girl into her arms and held it to her breast she was overcome by a feeling of warmth and tenderness. She felt none of the exasperation and irritation that she experienced after the birth of her first child. Though her situation was arguably more desperate now than before, there was no resentment. None of the men had come forward to help her; but here was something utterly helpless, who needed more help than she did. Her attitude to her second daughter was completely different. There was no logical explanation for this transformation, but there was no doubt Katrine had undergone a fundamental change. She nursed the baby carefully and conscientiously. She left it with her mother only so that she could resume her work of collecting food in the forest. She even began to grow closer to her first daughter. Rather than seeing her as a millstone round her neck, a burden and a nuisance, she began to feel much more protective towards her as well. There was no obvious reason for this abrupt change in Katrine, but it had good results. Her father and her brother did not mind the added burden of the extra mouth to feed now that Katrine had resumed her work in the forests. When the next summer came and they once again climbed up into the mountains, Katrine even wished she could join them on the high slopes. This would have been inconceivable a year earlier, when she showed no interest at all in helping anyone but herself. But it was too soon for that. Her baby was still at the breast and needed to be fed every four hours.

While her father and brother were high in the mountains, a very strange thing happened at the base camp in the pine forest below the snow line. It was a dark, moonless night. Katrine and her mother were both sitting close to the fire. Both children were asleep, the elder daughter with her head on her mother's lap, the baby resting beside her on the soft ground. Just as Katrine was about to settle down for the night herself, she thought she saw something move in the forest, about ten metres away on the other side of the fire. The woods were still a dangerous place, with lynx, wolves and bears all active at night. She looked deep into the forest but saw nothing and settled down to sleep.

The next night the same thing happened. She called her mother, but she couldn't see anything either; her eyes were not as good as they used to be. It moved again. There was definitely something there. Katrine strained her eyes and shifted her position to see around the flames. Now she could get a better view if it moved again. But there was still nothing. She moved ten yards away from the fire so her eyes could get used to the dark. After a few minutes she thought she could make out a pale grey shape among the rocks. Then it moved again. Very slightly but definitely. She stared again. There, with its paws outstretched and lying quite still, was a fully grown wolf. She let out a piercing scream. In one swift movement the wolf was gone. Katrine ran back to the safety of the fire. By then everyone was awake, expecting an attack from the dark. Katrine calmed down and then told them what she had seen. It was very unusual to see a wolf so close to a human camp. There were plenty of them around; you could tell that from the howls that echoed through the dark valleys. Occasionally you would sense you were being followed, and turn round to see the long-legged shapes loitering in the distance. They did not retreat, but just stared back, as if to say 'Be careful.' But, in truth, they rarely attacked humans, certainly not humans together in a group, and never near a campfire. Everyone agreed that Katrine must have dozed off and been dreaming.

They changed their minds when next night the wolf was there again, sitting quite still on a

patch of grass in front of the same large boulders. It was alone as far as anyone could tell. One of the men walked slowly towards it. It stayed where it was until he got to within twenty yards, then got up and trotted quite calmly further back into the dark. What did this creature want? It was obviously not about to attack them, but what reason could it have for just sitting there and looking at them? The same performance was repeated the following night.

By then Katrine's father and brother had returned from their hunt with a chamois each slung across their shoulders. These were quickly butchered, and before long the spit above the fire held a dozen pieces of venison roasting in the flames. Nobody saw him arrive, but the wolf was back. Katrine's father picked up a piece of raw meat in one hand and, with a spear in the other, he walked slowly towards the animal. It moved its head from side to side as if trying to decide whether or not to flee. Twenty yards from the animal, Katrine's father laid down his spear and crouched on the ground. He moved slowly forward, talking softly as he went, until he was only a matter of twenty feet away. The wolf was getting more and more restless at every step. But still it didn't flee. Gently, and without a sudden movement, Katrine's father tossed the meat to one side of the wolf then, still facing it, moved slowly backwards. When he was almost back to the camp fire, the wolf got up, went over to the meat, sniffed it quickly, then took it in its jaws and trotted off.

They all looked at each other in silent amazement for a few seconds, then burst into spontaneous conversation. One of the men had heard of a similar happening many years ago at a camp in the mountains to the east, but he had never believed it. There seemed no explanation for the wolf's behaviour. Over the next few nights, the animal returned to the same position and took the food that was thrown for it. It started to appear in the daytime too, and would walk behind the hunters as they went off into the hills. As the weeks passed it became more and more tame, coming much closer to the fire and eventually taking meat, gingerly at first, from the hand. Then one night it did not return. The band were disappointed. They had got used to their strange companion. But after a while they forgot about it and carried on with their normal routine.

About six weeks later Katrine's father and brother were returning from another successful hunt when they sensed they were being followed. They turned around and there, standing quite still on the path, was the wolf. Beside it were two cubs. It was not a him after all. The she-wolf and her cubs followed them to the camp and settled down near her old spot. Was this the reason for her visits to the camp? Did she sense that she could be spared the rigours of hunting for her cubs? She certainly accepted food and, when they were old enough to take it, fed them directly from the scraps. Over the next few weeks the wolf was the band's constant companion and her cubs played with the children on the floor of the forest. When the time came to move the camp down to lower ground she did not appear to want to follow them down to the plain, but seemed to want her cubs to go with the humans. She would turn them away and push them back to the camp as it was being dismantled. Katrine understood what she meant. She bent down and picked up the two cubs and carried them away.

During that winter on the plains, the wolf cubs grew fast on the scraps they were thrown. They followed the hunters everywhere and even joined in the chase, bringing down a roe deer or a wild boar that had been injured by a spear. They were certainly earning their keep. The other bands that they came across on the plains could not believe their eyes when they saw the wolves at the camp. So the old stories were true. The wolves stayed with the band that winter, helping to track game and forming an ever closer bond with Katrine and her family. The next summer, when the band went up once more into the mountains, the cubs, now fully grown, became more and more restless and would sometimes leave the camp after dark and not return until the next day. They were torn between their new life with the humans, a safe life that meant a steady supply of food, and the call of the pack whose haunting cries echoed around the valleys. One day they did not return.

Katrine and her band never forgot their encounter with the she-wolf and her cubs. The same strange meetings between wolf and human were replayed many times. Sometimes the cubs would stay with the bands from one year to the next. Little by little they came to depend on

the humans and gradually lost their wild instincts as they became the first animals of many to accept a life of domestication. They became dogs. By eight thousand years ago, dogs had become the indispensable companions of the hunters who ranged over Europe after the last Ice Age. Some became so precious that they were given a ceremonial burial with their owners.

Katrine's clan flourished in northern Italy and beyond. Ten thousand years after she lived, one of her many descendants died crossing the Alps. We know him as the Iceman. Today 6 per cent of native Europeans are in the clan of Katrine. As a clan it is still frequent around the Mediterranean but, like the others, draws its present-day members from all over Europe.

21

JASMINE

Compared to the hardships and uncertainties of the lives of the first six women we have encountered, Jasmine had a much easier time. For one thing, she lived in a permanent settlement, one of the first villages. But the accommodation could not be called luxurious by any stretch of the imagination. She lived in a circular hut, dug partly into the soil, with wooden stakes supporting a thatched roof made of reeds. These huts were tiny and cramped; but they were home. The village had a population of about three hundred people, very much larger than any of the temporary hunting camps which were home to the other six women. The village was about a mile from the River Euphrates in what is now Syria. The Euphrates carried the rain and melted snow from the mountains of Anatolia in the north through wide grassy plains to join the River Tigris on its journey to the Persian Gulf.

The Great Ice Age was at an end. The ice caps and glaciers had been melting fast for the past four thousand years as global temperatures climbed erratically toward present-day levels. The water that had been trapped in these great reservoirs of ice now flowed into the ocean basins, so that sea levels were rising around the globe. The low-lying plain that lay between Arabia and Iran was flooded as seawater seeped inland past the Straits of Hormuz to create the Persian Gulf. The Adriatic pushed the shoreline further and further north towards its present position in the lagoon of Venice. Seawater rushed through the Bosphorus and poured into the Black Sea. Britain and Ireland began to lose their connections to the European mainland and to each other as water flowed into what are now the North Sea, the Irish Sea and the English Channel. On the other side of the world Australia and New Guinea, which had been joined together as Sahulland, were separated as the Torres Straits filled with water. The flat plains of Sundaland that once connected Malaysia, Sumatra, Java and Borneo into a single land mass were now seabed. The crucial land bridge that connected Asia and the Americas finally sank beneath the cold waters of the Bering Straits.

All these lands were inhabited, and had to be evacuated as the sea level rose. This was not the gradual process once imagined, with imperceptible advances measured in fractions of a millimetre per year. It now appears that the sea rose in a series of rapid stages, by several metres over only a few decades as water was suddenly released from the melting continental ice caps that had become vast freshwater lakes, their outlets to the sea blocked only by frozen tongues of ice. One such tongue lay across the opening of what is now the Hudson Bay, holding back an enormous inland lake that covered most of Canada. When this ice barrier was finally breached and the water gushed out into the ocean, the sea level rose around the world by half a metre overnight. Sea-level rises of this magnitude today would not only drown millions of square miles of low-lying land but would inundate many of our coastal and estuarine cities. If this version of events is accurate, then the sudden end of the Ice Age brought tragedy to the inhabitants of the coastal plains. Many would have drowned or seen their livelihoods destroyed. Great flood myths permeate many mythologies. Perhaps this is their foundation.

Jasmine's village was safely above the encroaching waters of the Persian Gulf. It had grown up to take advantage of another seasonal migration – not of the bison and reindeer of the tundra, but of the Persian gazelle. The village lay close to the route of their annual spring migration from the hot deserts of Arabia to the grasslands of the hills that encircled this gentle land. The meat they provided could be dried and kept for several months, but would not last out for the whole year.

Jasmine collected acorns and pistachio nuts from the woods nearby, but her main occupation was looking after what she called her experimental plot. For many years now, when the young men followed the gazelle up into the hills, they had kept themselves going by munching the seeds of the wild grass that grew there. Though they needed a lot of chewing, to the young men they had one over-riding advantage: unlike gazelle, they couldn't run away.

Jasmine's man was not a good hunter. She had known him as a child and watched, helpless with laughter, as he tried to throw a stone at a pretend gazelle. He was hopeless. The only time he ever hit the target was when he threw the stone underarm. 'Nobody throws spears underarm,' his father would shout. He got a bit better as he got older, but it would be a miracle if he ever got close to killing a gazelle. And he didn't. He never managed to bring down a single one. No-one, certainly not Jasmine, was to know that he had a hereditary weakness in his shoulder which meant he could never improve. But what Jasmine liked about him was his curiosity and intelligence and his kindness. He had a gentle temperament which she found appealing, and although she was concerned that he might not become an extravagant provider for their family – Jasmine wanted lots of children – she somehow believed they would get through.

While she was nursing their first baby, he followed the other men into the hills after the gazelle and wild sheep. He took his spear with him but had no illusions about killing anything; it was just to look the part. His real intention was to collect and bring back to the village as many wild grass seeds as he could. He had taken with him two large sacks made of stitched gazelle skin. He found a hillside where the grass was thick on the ground and the seed heads were already ripe. With one hand he gathered up a bunch of grasses, held them in the mouth of the sack and shook them hard. Most of the seeds fell off the heads and into the bag. It only took him an hour to fill both sacks, and he walked back to the village while his companions were still trying to kill their first gazelle.

When he got home his first job was to try to break off the brittle hairs that were still attached to the seeds. He did this with the grain still in the sack, rolling a large stone round and round on top of it. Then he poured the contents out on to the ground. The hairs blew away in the breeze and left a good pile of largely hairless seeds. He soaked these in water for a few hours, then handed Jasmine a handful. They were hardly delicious, but they were all right – though the husks still stuck in her teeth. He tried grinding the dried seeds between two stones, and this did crack off at least some of the hard outer skins which, like the hairs, dispersed in the wind. But he saved his best piece of ingenuity till last.

He had kept back a few handfuls of seeds to see if he could grow them near to the village. He already knew that the grains germinated into new seedlings. People had been bringing back pouches of wild grain for years, though not on the same scale, and he had noticed how seeds dropped accidentally on a damp patch of ground would soon produce a small green shoot which in time became a new plant with its own seed head. But he was going to try to grow wild grass systematically. With Jasmine at his side he walked down towards the river and found a piece of level land a few hundred yards from the near bank. It had a light covering of weeds and he set them alight to clear the ground. Then he took a stone scraper and scored a line in the soil. He put in a row of seeds and kicked over the topsoil to cover them up; he already knew that the village sparrows had developed a taste for grain. He planted ten rows before he had exhausted his supply of seeds and they headed back to the village.

Next day they returned to the plot. It was exactly as they had left it. It rained for the next few days and still nothing happened. Then, a week later, Jasmine took her baby down to the plot – and there, struggling out of the ground, were ten rows of tiny green shoots. She rushed back to tell her man, but he had not yet returned from another fruitless hunting trip. From that day on, Jasmine and her family spent as much time as possible by the plot. Together they cleared some more land and planted more seeds from the hills. They planted whatever could be eaten. Wild varieties of chickpea and lentil joined the original wild wheat. They showed off their plantings to the rest of the village, who expressed a range of views from the enthusiastic to the downright hostile. They didn't claim that it would replace the gazelle or the pistachio as their staple diet, only that it would supplement it and make them less dependent on one food source. There was no denying that the grain growing on the plot could be eaten. Grinding it between large stones and separating the husks made the resultant mash far more palatable.

Jasmine and her man had also noticed that some of their plants produced seeds that stayed attached to the stem. This was after a fierce wind had stripped the seeds from most of the

plants and severely reduced the yield. But a few plants had withstood this battering. On these plants, the seeds were stuck to the stem with less brittle attachments. When these seeds were planted, they wondered, would they grow into similar plants? So they tried it. And it worked. Little by little, year by year, they selected the plants with the attached seeds, the plumper grains, the stouter stems and took their seeds for planting. Within only a few years, the wheat in their plot no longer looked exactly like the wild varieties. It had been artificially selected for the most desirable properties.

By now most of the sceptics in the village had changed their minds, especially after the year when the gazelle failed to appear. A few other enthusiasts had taken to planting out their own plots using seeds given to them by Jasmine. Visitors from nearby villages were equally impressed, and begged Jasmine to let them take a few seeds back with them. The idea quickly spread around the region. By now Jasmine's man had given up pretending to hunt altogether. He was enjoying the sedentary life. They had five children, rather too many for his liking, but what could he do about it? Jasmine just kept getting pregnant. Even before her first child was completely weaned she conceived again. At least there was now sufficient food coming off the plots, which they had enlarged many times since they had started.

They heard that someone from another village, six days away to the north, had found a way of keeping wild goats. Apparently they had captured two kids on a hunt and taken them back as pets for the children. When they grew too big to play with, instead of killing and eating them, which had been their original intention, they tied them to a wooden stick to prevent them escaping and let them browse on whatever vegetation they could reach. A year later one of them produced a kid. Now they had a dozen goats of various ages. When they needed meat, they killed a goat. It was a lot easier than hunting them. The idea of growing your own food was definitely catching on.

Things were going very well for Jasmine and her family. They had a large plot by the river and took on some of the other women and children of the village to help them, rewarding them with a share of the produce. More and more people took up this new way of life. It had great appeal. Anyone could join in – children, mothers with children, grannies. There was always some job to be done, whether it was getting rid of weeds, doing a bit of watering or cleaning a new piece of land. You didn't have to depend entirely on the harvest because the oak and pistachio trees were still there. The gazelle could still be hunted. It was a perfect combination.

As Jasmine sat looking at their field with the wheat ready for the harvest, little did she realize that she and others like her had started a revolution that would change the world for ever. Within only a few generations after her, villages throughout the region had switched their way of life from one of hunting and gathering to one of herding goats, sheep and then cattle, and to growing domesticated crops. Selective breeding had transformed the plants and animals from their wild state to the service of humans within a remarkably short space of time. Sheep grew longer, woolly coats, which could be spun into garments. Goats provided a regular supply of milk. Cattle, domesticated from the ferocious wild aurochs, became docile suppliers of meat, milk and traction.

With food production and now the landscape increasingly under human control, the population increased relentlessly. This was partly due to a more consistent source of nutrition, but also because the new cereals, high in carbohydrates, removed the hormonal check on ovulation during lactation that had ensured a long gap between children. The increasing population was not all good news. It led to overcrowding and the arrival of epidemics of infectious disease which had never had a chance to take hold in the widely spaced bands of the hunter-gatherers. The close association of humans and animals after domestication enabled animal viruses, harmless to their hosts, to spread into the human population. Measles, tuberculosis and smallpox were caught from cattle, influenza and whooping cough from domesticated pigs and ducks. Judging from the signs of disease retained in their bones, the health of the early farmers suffered a sharp decline compared to their hunter-gatherer antecedents. Moreover, as people eventually abandoned hunting

altogether and came to depend exclusively on a few crops and animals, they were vulnerable to famines when plants or animals failed due to drought or disease. But still the population grew. Nothing could stop the spread of farming. A thousand years after Jasmine, the unstoppable agricultural economy had crossed the Aegean from Anatolia and arrived in the plains of Thessaly in northern Greece. From the scarcity of hunter-gatherer archaeological sites of the same date in the region it looks as if this part of Europe was empty of humans at the time, until the farmers settled in. But elsewhere in Europe the hunter-gatherers were still doing well.

As the Great Ice Age ended, the southern edge of the tundra slowly receded. The rich game went with it, followed by the humans. The descendants of Ursula, Xenia, Fleden, Velda, Tara and Katrine moved north to reclaim the great European plain. Behind them, the warmer climate encouraged the growth of trees and the landscape became one of thick deciduous forests with pines growing on the hills and mountains. Though not so productive as the tundra, these lands were still fully occupied by humans who looked increasingly to marine resources, fish and shellfish, to complement the reduced availability of game.

Old maps plot the spread of agriculture using large arrows curving across the surface of the globe with all the purpose of a well-planned military campaign. They show Europe embraced in a pincer movement from the bridgehead first established on the Greek mainland. On the southern flank, seaborne insurgents spread along the Adriatic and Mediterranean coast as far as Portugal. Meanwhile a massed attack on northern Europe was orchestrated from the Balkans as legions of farmers poured out of Hungary and occupied the continent from Belgium and France in the west to the Ukraine in the east. What hope did the locals have in face of this massive onslaught? But there was no such onslaught. Careful analysis of the archaeology of the early farming sites has certainly plotted the direction and timing of the spread of agriculture. These sites are easy enough to recognize, pottery and various agricultural implements, and the outline of huts in the ground, being among the obvious signs. But, as we saw with Jasmine's story, the whole essence of agriculture is that it can radiate quickly by word of mouth and by a few seeds and animals. It is an idea. It can spread. There is no need to insist that the spread of agriculture took the form of a large-scale invasion.

Recent archaeological investigations have shown that people took up farming at different rates in different places. The inhabitants of Denmark, for example, where the seafood harvest was rich enough to support a sedentary and prolific population, did not adopt agriculture on a large scale for over a thousand years after their neighbours only a hundred miles to the south. In other places, like Portugal, farming sites appeared not far from contemporary hunter-gatherer sites happily subsisting on the rich marine resources of the Tagus estuary. This does look like a new injection of people, probably only small in number, that brought the knowledge of farming by sea to new lands.

The new evidence from Europe which this book presents argues strongly in favour of our genetic roots being embedded firmly in the Upper Palaeolithic. Six of the seven women who are our ancestral mothers and whose imagined lives we have glimpsed were part of that resident population. They knew every inch of their landscape. They had good contacts with each other. They traded raw materials and finished goods. They were opportunists. If it suited them to farm, then they would take it up. It only needed someone to teach them; and among their tutors were the descendants of Jasmine. The mere fact that her descendants are alive and well and living in Europe is proof of the substantial genetic input from the Near East – substantial, but not overwhelming. Less than one-fifth of modern Europeans are in Jasmine's clan. The rest of us, with only a few exceptions, have deeper roots in Europe. At some time in the past our ancestors switched from hunting and foraging to embrace the farming economy. In more recent times some of the descendants of these ancestors abandoned the land for an urban existence sustained by the machine age. That is just another of the transformations that take place as people make individual decisions to take them to a better life.

Today, just under 17 per cent of native Europeans that we have sampled are in the clan of Jasmine. Unlike the other six clans, the descendants of Jasmine are not found evenly

distributed throughout Europe. One distinctive branch follows the Mediterranean coast to Spain and Portugal, whence it has found its way to the west of Britain where it is particularly common in Cornwall, Wales and the west of Scotland. The other branch shadows the route through central Europe taken by the farmers who first cultivated the fertile river valleys and then the plains of northern Europe. Both branches live, even now, close to the routes mapped out by their farming ancestors as they made their way gradually into Europe from the Near East.

22

THE WORLD

The imagined lives of these seven women raise many questions. Were they the only women around at the time? We have seen very clearly that they were not. They lived and died among many other women. Ursula, for example, the oldest of our ancestral mothers, had many contemporaries. But she is the only one of them to whom a substantial proportion, about 11 per cent of modern Europeans, are connected by a direct maternal link. The maternal lines of her contemporaries did not make it through to the present day. At some point between then and now they petered out as women either had no children or had only sons. It is very likely that some of their genes which reside in the cell nucleus and which can swap between the sexes at every generation have made it through to today. But they will have arrived by a tortuous route which is impossible to trace. Many of Xenia's contemporaries, though not Xenia herself, would have been maternal descendants of the earlier Ursula. Likewise Helena, Velda, Tara and Katrina will have mixed with members of older clans. And when the descendants of Jasmine arrived from the Near East with other agricultural pioneers, they would have passed on their knowledge to the descendants of the other six women.

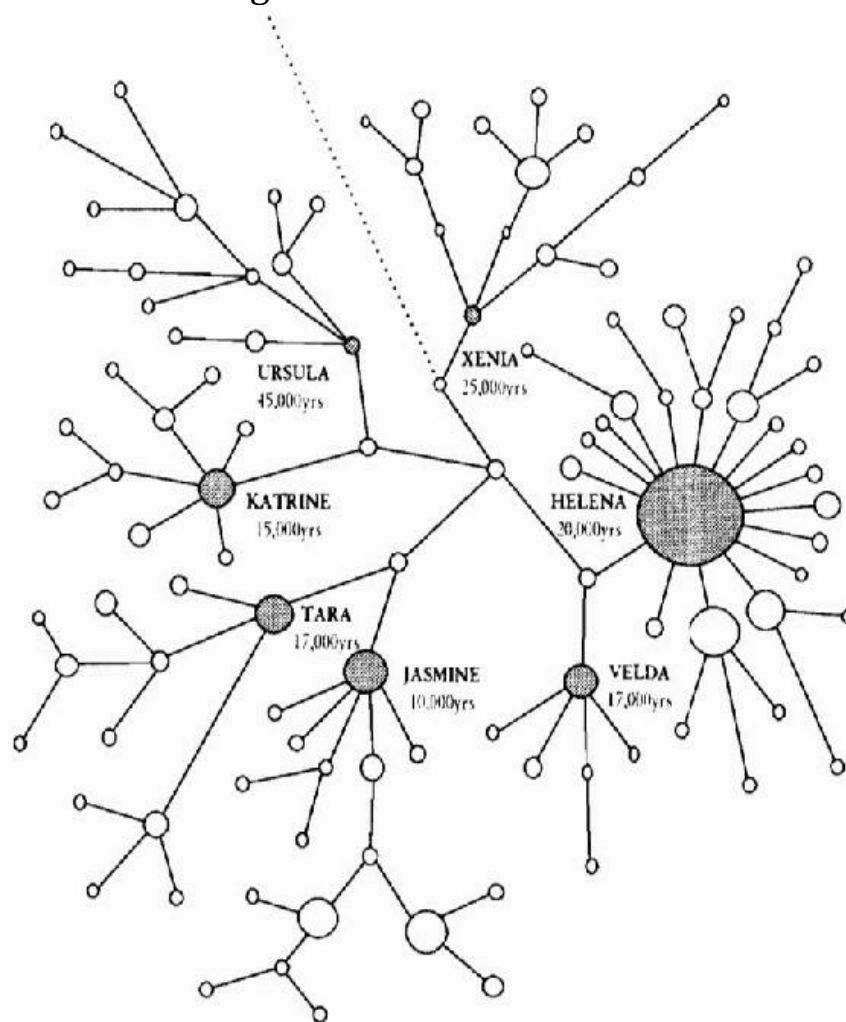


Figure 6

Another frequently asked and reasonable question is whether there was anything special about these women, anything that would make them stand out from the others around them. Sadly, the answer is no – other than the necessary condition that each had to have two surviving daughters, there was probably nothing remarkable about them. They were not queens or empresses – such titles did not exist. They may or may not have been especially beautiful or heroic. They were essentially ordinary. Their lives were very different from ours today, but within their own time and people they would not have been exceptional. They had no idea they were to become clan mothers and feature in this book, just as any woman alive

today with two daughters has the potential to be the founder of a clan which, were this book to be rewritten in fifty thousand years' time, might feature prominently on the cover. By then one or other of the seven clans may have drifted into extinction, to be replaced by others the founders of which are living somewhere today.

But perhaps the most intriguing enquiry is about the ancestors of the seven women themselves. Amazingly, we have also been able to discover the genealogy of these seven women. We can track back from the present day to reconstruct the mitochondrial DNA sequences of the seven clan mothers, then work out the ancestral relationship between them. I have retraced these connections in Figure 6. Each of the circles represents a particular mitochondrial DNA sequence, and the area of each circle is proportional to the number of people who share this sequence. The larger the circle, the more people share this sequence. The lines joining the circles represent mutations in mitochondrial DNA, and the longer the line between two circles, the more mutations separate the sequences that they represent. The figure plots out the exact relationships, so far as we can tell, between the different sequences found in Europe today. Each of the pathways is a maternal lineage traced by DNA. We can not only see the relationships between sequences within the same clan, but also make out the relationships between clans. The clans of Helena and Velda are close to one another. They share a common ancestor, shown by the small circle where the clan lineages split off from each other. Jasmine and Tara also have a common ancestor, as do Ursula and Katrine. With the possible exception of the Helena/Velda ancestor, these common ancestors lived way before modern humans ever reached Europe, most probably in the Middle East. Towards the top centre of the figure is the common ancestor of all Europeans, where the Xenia branch leads off from the rest. Through this woman, the whole of Europe is joined to the rest of the world. This connection is shown by the dashed line. And since there is nothing fundamentally special about Europe, we can construct a much larger maternal genealogy that embraces the entire globe.

Although most of this book has been about Europe, what I have described here can be done anywhere in the world. Over the last ten years active research programmes have analysed and published mitochondrial DNA sequences from several thousand people from all corners of the globe. We have put all of these through the same process that we used to discover the Seven Daughters of Eve. The end result of this analysis is that we have discovered twenty-six other clans of equivalent status in the rest of the world. About some of these we know a lot; about others, very little. Even so, I have given them all names. The picture will no doubt change in the years to come as people from previously unsampled regions volunteer their DNA. But we know enough already to have a good idea and to make a start on interpreting their meaning.

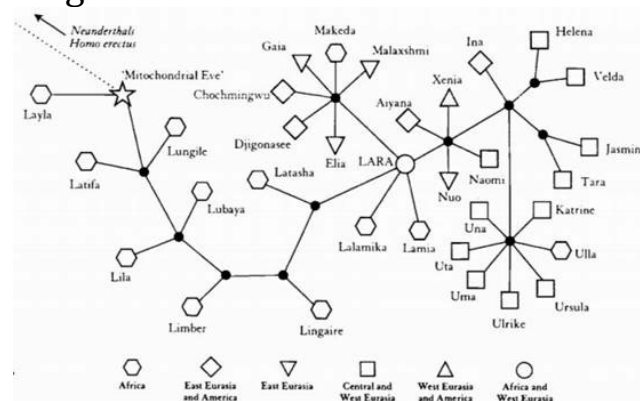


Figure 7
WORLD CLANS AND WHERE THEY ARE FOUND

Of the thirty-three clans we recognize worldwide, thirteen are from Africa. Many people have left Africa over the last thousand years, a lot of them forcibly taken as slaves to the Americas or to Europe. But their recent genetic roots are quite clearly in Africa. Although Africa has only 13 per cent of the world's population, it lays claim to 40 per cent of the maternal clans. The reason for this is that *Homo sapiens* has been in Africa for a lot longer than anywhere else. The archaeology supports this statement, the study of human fossils supports

it and now the genetics supports it too. There has been a very long time for mutations to accumulate in Africa. This means there has been time for new clans to form and become distinctive and recognizably different from one another. Different clans are more frequent than others in some parts of the continent, but there is no specific association between genetic clans and tribal structures. This is a reflection of the great antiquity of the genetic roots, which predate the formation of tribal and other classifications by more than a hundred thousand years.

Incredibly, even though the African clans are easily the most ancient in the world, we are still able to reconstruct the genetic relationships among them. Thus we probe the ancestors of the ancestors. At last, my dream of building a complete maternal genealogy for the whole of humanity was coming true. One by one the clans converge until there is only one ancestor, the mother of all of Africa and of the rest of the world. Her existence was predicted in the original scientific paper on mitochondrial DNA and human evolution in 1987. Immediately she was dubbed 'Mitochondrial Eve' – hardly a convincing African name. She lies at the root of all the maternal ancestries of every one of the six billion people in the world. We are all her direct maternal descendants. But, just as Ursula and the others were not the only women alive at the time, nor was Eve. Estimates of the size of the human population one hundred and fifty thousand years ago are bound to be not much more than guesswork, but it may have been in the order of one or two thousand individuals. Of these, only Eve's maternal lineage survives unbroken right through to the present day. The others withered away. But they, like Eve, would also have had maternal ancestors; so there is another woman even further back who was the ancestral mother of Eve and her contemporaries. She in turn would not have been alone, and another ancestral mother becomes a logical inevitability. This line of thought goes on and on, becoming increasingly pointless as we reach back millions of years to the very beginnings of our species and the species from which we ourselves evolved. The dashed line on Figure 7 indicates this even deeper genealogy through which our species, *Homo sapiens*, is connected to the other, extinct, humans, the Neanderthals and *Homo erectus*, and eventually back to the common ancestor of humans and other primates.

For our purposes we need only go back in time as far as Mitochondrial Eve. The genetics tells us very clearly that modern humans had their origins in Africa within the last hundred and fifty thousand years. At some point, about a hundred thousand years ago, modern humans began to spread out of Africa to begin the eventual colonization of the rest of the world. Incredible as it may seem, we can tell from the genetic reconstructions that this settlement of the rest of the world involved only one of the thirteen African clans. It could not have been a massive movement of people. Had hundreds or thousands of people moved out, then it would follow that several African clans would have been found in the gene pool of the rest of the world. But that is not the case. Only one clan, which I have called the clan of Lara, was involved. It is theoretically possible from the mitochondrial DNA evidence that only one modern human female, one woman, left Africa, and that from this one woman all of us in the rest of the world can claim direct maternal descent. I think this highly unlikely, since she would have had contemporaries in her foraging band. But the numbers must have been very small. This was no mass exodus. Lara herself was not in the party. She probably lived in Kenya or Ethiopia; certainly in Africa. We know this because many Africans today are members of her clan. So she must have lived her life in Africa, unaware of her gift to the world, while it was her descendants that began to move out. Even so, it is a quite astonishing conclusion that the whole of the rest of the world can trace their maternal ancestry directly back to Lara. She is truly the mitochondrial Eve of the rest of the world.

All the evidence points to the Near East as the jumping-off point for the colonization of the rest of the world by modern humans. It was the only land route out of Africa, across Sinai. The only other possibility was to cross the Straits of Gibraltar at the entrance to the Mediterranean between north Africa and Spain. This is a deep channel which was never a land bridge, even when sea levels were at their lowest. Even so, the Straits of Gibraltar are only 15 kilometres across at their narrowest point, and the high Rock of Gibraltar is easily visible

from the African side. But neither the archaeology nor the genetics suggest this route was taken.

There is good fossil evidence in Israel that *Homo sapiens* had reached the Near East at least one hundred thousand years ago. In this book we have traced the faltering spread of our species to the north and west into Europe, which finally succeeded only fifty thousand years ago. What held them up in the Near East for at least fifty thousand years before that? Europe was already inhabited by Neanderthals, physically adapted to the cold and experienced in the mechanics of making a living by hunting the large animals of the tundra. *Homo sapiens* in the Near East would have needed some advantage, however slight, over the Neanderthal occupants to make any headway. The long period spent in the Near East would have seen the slow developments in technology and, more important, in social interactions, that equipped them eventually to establish a permanent foothold in Europe.

The colonization of northern Asia was probably delayed for the same reasons. It too was a land dominated by steppe and tundra, running in a wide and uninterrupted ribbon from the Ukraine in the west to the high plateaux of Mongolia in the east. Archaeological sites in Mongolia dated to thirty-five thousand years ago witness the arrival of hunting bands with sophisticated flint arrow points in this bleak terrain at about the same time that modern humans were beginning to dominate the plains of western Europe. Their lives would have run along similar lines to the early Europeans we have already encountered, dominated by the seasonal migrations of the tundra animals and the fight to survive the unforgiving winters. We understand very little about the mitochondrial genetics of this vast region because it has not been widely sampled, but we do know enough to be able to be absolutely sure that it was from here that the colonization of the Americas was launched.

Four mitochondrial clans dominate the genetics of native Americans. All four have easily reconstructed and obvious genetic links with people living in Siberia or north-central Asia today. If they went by land, then their route into the Americas can only have been via Alaska. We have enough information about the sea-level changes over the past hundred thousand years to know that there were two periods when there was a continuous land bridge between Siberia and Alaska. The first bridge was formed fifty thousand years ago and lasted for about twelve thousand years. The second coincided with the last Great Ice Age, when the land was above sea level between twenty-five and thirteen thousand years ago.

There is a fierce controversy about when America was first colonized. Did the first people arrive across the earlier land bridge or the later one? There are two early archaeological sites in South America which have been used in the past to support the earlier date. One is at an open shelter at Pedro Furada in Brazil known for its rock painting. Flakes of paint have been found in the earth below the rocks at levels which have been dated to seventeen thousand years ago. But there is controversy about whether the flakes fell off the wall at that time or much more recently, working their way down into the lower levels through the action of worms or other creatures that disturbed the soil. The second site is at Monteverde in northern Chile, where fragments of wood, possibly part of a shelter, have been found at levels originally dated at thirty thousand years ago, although this has now been revised to a later date by the archaeologist who excavated the site. No human remains have been found at either Pedro Furada or Monteverde, and a big question hangs over the authenticity of both sites.

Perhaps the greatest evidence against the earlier date for the colonization of the Americas is that one would expect the population, in a land full of game and without prior human occupation, to explode, leaving abundant evidence all over the place. It is not as if nobody has looked. American archaeologists have worked hard to find it; but without success. However, there is plenty of evidence of a continuous settlement after twelve thousand years ago, with hundreds of sites scattered all across both North and South America.

The genetic evidence from modern native Americans also favours the later crossing. The accumulation of mutations in native Americans within each of the four clans has given all of them ages that fall well within the last thirteen thousand years. Reconstructions from modern

Siberian and Mongolian patterns show very clearly that the clans were already established and separate from each other well before they reached America. The same applies to the rare fifth clan, that of Xenia, to which about 1 per cent of native Americans belong. As we have already seen, that clan had its origins on the borders of Europe and Asia.

The genetics fits well with the later land crossing from Siberia into western Alaska, just as the Ice Age was waning and the sea levels had begun to rise once again. But getting into Alaska was not the end of the story. Northern America was covered by two huge ice sheets. One enveloped the Rockies and the high mountains of southern Alaska; the other covered the whole of Canada. At the height of the last Ice Age, when sea levels were low enough to expose the land bridge from Siberia, these two great ice sheets fused to seal off access to the interior. The first Americans were faced with a dilemma. If it was cold enough to cross into Alaska by land, it was also too cold to get past the ice sheets on the other side. Alternatively, if it was warm enough to get through the ice sheets, by then the land bridge would be flooded. There had to be a period when the first Americans were stranded in western Alaska. Eventually the two ice sheets withdrew sufficiently to create a narrow corridor between them. This was no verdant valley, but a harsh passage though which the pioneers advanced little by little. At last the corridor opened out into the rich expanses of the Great Plains which were teeming with game. It must have been a wonderful and welcome sight to those first pioneers who had struggled through the ice corridor. From there on, the way was open for the rapid colonization of the whole of North and South America and, judging by the dates of the abundant archaeological sites, this was accomplished at record speed within only a thousand years.

The genetics agrees well with this scenario – except in one detail, namely that one of the four clans, the clan of Ina, is virtually absent from the modern inhabitants of Siberia and Alaska. It is found in South and Central America, and is still abundant in native Americans as far north as Vancouver Island on the north-west Pacific coast, but no further. Intriguingly, this same clan is also the one that is closely associated with the colonization of the Polynesian islands from south-east Asia. As we saw in an earlier chapter, the detailed sequences of Polynesian and native American members of this widespread clan are sufficiently different to rule out a maritime colonization of the Americas from Asia directly across the Pacific via Polynesia. However, the curious absence of this clan from the present-day inhabitants of Siberia and Alaska suggests to me that we may be seeing the genetic echo of a second seaborne colonization that took the coastal route north up the coast of Asia and down the Pacific coast of North America. The rapid sea-level rises which flooded so much of south-east Asia would have given a great incentive to find new land. Could it be that the same maritime migration that ultimately led to the colonization of the remote Pacific islands also led a different branch of this remarkable clan to seek new land to the north – a journey which led them through polar waters and eventually to the temperate lands of Central America? What a voyage that would have been.

People from the Asian mainland also crossed to Japan at about the same time that they first reached America. One of the major questions in Japanese prehistory is the degree to which the modern population can trace its genetic roots to these earlier Jomon settlers, who are believed to have reached Japan about twelve thousand years ago, or to the much later Yayoi and subsequent migrations from Korea in the last two and a half thousand years. This issue has familiar parallels to the question of the composition of the gene pool of modern Europe and whether most Europeans trace their ancestry to the original hunter-gatherers or to the more recently arrived farmers from the Near East. We were able to settle this dispute using mitochondrial DNA. Could the same be done in Japan?

Comparatively little work has been done in Japan but there are hopeful signs that genetics will be able to decide this question. In addition to the Japanese on the central islands of Honshu, Shikoku and Kyushu, anthropologists recognize two other contemporary ethnic groups: the Ainu of Hokkaido in the north, and the Ryukyans who live mainly on the southernmost island of Okinawa. One theory is that the Ainu and Ryukyans are the

descendants of the original Jomon settlers who occupied the whole of Japan and were then displaced from the central islands to Hokkaido in the north and Okinawa in the south by the arrival of the Yayoi from Korea. What little work has been carried out in Japan agrees in part with this idea, to the extent that it shows modern Japanese from the central islands sharing many more mitochondrial types with modern Koreans than do the Ainu and Ryukyans. However, it also shows that the Ainu and Ryukyans do not have very many shared types in common either. Age estimates, similar to the ones we did for the main clusters in Europe, show that both the Ainu and Ryukyans have accumulated distinct mutations over the past twelve thousand years – which does suggest they are both the descendants of the original Jomon, but also that they have not been in close contact with each other since that time.

Although the majority of modern Japanese now live in Honshu, Shikoku and Kyushu, they do share many mitochondrial DNA sequences with modern-day Koreans and so trace their maternal ancestry back to the Yayoi and subsequent migrations. Many other Japanese are also the maternal descendants of the Jomon and have their closest maternal relatives among the Ainu and the Ryukyans. Whereas there is no doubt that the genetics confirms that the impact of the Yayoi settlers from mainland Asia was very substantial, far more so than that of the Near Eastern farmers in Europe, still it was not completely overwhelming. Much more needs to be done in Japan; but there is no doubt that mitochondrial DNA shows that modern Japanese are a mixture of Jomon and Yayoi and once again confirms that there is no such thing as a genetically pure classification into different races.

Both America and Japan were first reached by descendants of the hunting bands that had adapted to survive in the harsh conditions of the Asian tundra. This was a very different world from the one their ancestors knew in the Near East. It seemed to take about fifty thousand years spent in the Near East for *Homo sapiens* to acclimatize, both physically and organizationally, to these extreme conditions. But there was another way out of the Near East that did not involve adaptation to life on the tundra and an unrelenting diet of bison and reindeer. That exit was along the coasts of Arabia, the Persian Gulf and Pakistan, south of the great mountain ranges of central Asia, into India and south-east Asia. This route was much warmer, and much more like conditions in Africa, than the freezing northern route. It could have been used straightaway, without the long interlude adapting to the cold of the higher latitudes. Did people travel this southern route by sea thousands of years before their distant relatives eventually moved into Europe and northern Asia? Unfortunately there is no inland archaeology to support the idea of an ancient movement of people along this southern route, and thanks to sea-level rises coastal sites are now under water. But recently hand axes and flakes of the volcanic glass obsidian were found on a raised fossil beach at the edge of the Red Sea. Although no human skeletons were recovered from the site, which means we cannot be sure that the occupants were anatomically related to *Homo sapiens*, this is direct proof of human occupation of coastal sites at a very early date.

Whoever first discovered Australia certainly knew how to travel by boat. Even when sea levels were at their lowest, it was still necessary to make a journey of at least fifty kilometres over open sea to reach Australia. But how long ago did they arrive? Like the early American sites, the dating of very early archaeological finds in Australia has been controversial. However, judging by a recently dated burial site in south-east Australia, *Homo sapiens* was already there at least sixty thousand years ago. Even if these dates are only approximately accurate, they mean that modern humans reached Australia thousands of years before the colonization of Europe and northern Asia had even started.

If the archaeology is inconclusive, what can the genetics tell us? For understandable reasons, native Australians are very wary about participating in genetic tests, particularly those orchestrated by their former oppressors. The outcome is that only very few mitochondrial sequences are known from native Australians. Those that have been published show only the remotest connection with the four clans from northern Asia that settled America. This rules out the possibility that the same hunters that crossed Asia north of the Himalayas and went on to colonize America also turned south and were the first to reach

Australia. That much we can be sure of, and it does suggest that there might have been an earlier movement of people from the Near East across southern Asia. Sadly, we currently know so little about the mitochondrial genetics of native Australians that we are not in a position to be more specific about their genetic connections to people from other parts of southern Asia. From the few sequences that have been made public we can see that Australia probably holds several as yet unidentified clans. These are the signs of a very early arrival, leaving plenty of time for mutations to accumulate. They are also the signs of a relatively small population held constant over thousands of years. This fits well with what we know about the arid and hostile conditions that have persisted over this vast continent, which would have kept population growth to a minimum.

I am quite sure that genetics will be able to tell us a lot about how and when the first Australians arrived. I am equally sure that this history belongs to native Australians and not native Europeans like myself. It is their history, not mine. I, for one, would love them to share it with us.

A SENSE OF SELF

In the last chapter I could see myself slipping into the kind of language about human prehistory that I constantly try to avoid. It is the language of generalization, vitiated by the intentionality implicit in even such innocent-sounding phrases as 'the first Americans' or 'the first Australians'. There is an underlying suggestion that these were some sort of cohesive unit with an agreed policy – almost as if they had read the textbooks: 'OK, chaps, it's fifteen thousand years ago. Time to cross the Bering Land Bridge. And hurry up, it won't last for ever.' Even the Neanderthals: 'Sorry, lads. Time for us to go extinct and let the Cro-Magnons take over.' This is all complete and utter nonsense. There were no plans. How could there be? No-one can know what lies beyond the horizon. The whole of early human prehistory is based on the decisions of individuals or, at the very most, small bands of not more than a few dozen people.

There is solidity behind the statement: 'The Romans invaded Britain in AD 43.' That means something. A well-organized military empire can make decisions and put in place large-scale actions to implement them. But this requires a far greater degree of organization and purpose than can ever have prevailed in our remote past. It is as if our present world of governments, corporations and committees has blinded us to the possibilities and importance of individual small-scale actions. I have tried to emphasize this in the imagined lives of the seven daughters. Though their whole existence depended entirely on uncontrollable elements of their environment – the movement of the herds, the advance and retreat of the ice caps – their day-to-day responses were a matter of individual choice within those constraints. In this view of human evolution, chance events and contingency are the variables. A boat sinks. A Polynesian island is not discovered for another hundred years.

I like this kind of genetics because it puts the emphasis back where it belongs: on individuals and their actions. This is much more appealing than the old-fashioned type of genetics, which was constrained by its methodology to force people into increasingly meaningless and misleading categories. Until I started this work I always thought of my ancestors, if I thought of them at all, as some sort of vague and amorphous collection of dead people with no solid connection to me or the modern world, and certainly no real relevance to either. It was interesting enough to read about what 'the Cro-Magnons' got up to all those years ago – but nothing much to do with me. But once I had realized, through the genetics, that one of my ancestors was actually there, taking part, it was no longer merely interesting – it is overwhelming. DNA is the messenger which illuminates that connection, handed down from generation to generation, carried, literally, in the bodies of my ancestors. Each message traces a journey through time and space, a journey made by the long lines that spring from the ancestral mothers. We will never know all the details of these journeys over thousands of years and thousands of miles, but we can at least imagine them.

I am on a stage. Before me, in the dim light, all the people who have ever lived are lined up, rank upon rank, stretching far into the distance. They make no sound that I can hear, but they are talking to each other. I have in my hand the end of the thread which connects me to my ancestral mother way at the back. I pull on the thread and one woman's face in every generation, feeling the tug, looks up at me. Their faces stand out from the crowd and they are illuminated by a strange light. These are my ancestors. I recognize my grandmother in the front row, but in the generations behind her the faces are unfamiliar to me. I look down the line. The women do not all look the same. Some are tall, some are short, some are beautiful, some are plain, some look wealthy, others poor. I want to ask them each in turn about their lives, their hopes and their disappointments, their joys and their sacrifices. I speak, but they cannot hear. Yet I feel a strong connection. These are all my mothers who passed this precious messenger from one to another through a thousand births, a thousand screams, a thousand embraces of a thousand new-born babies. The thread becomes an umbilical cord.

A thousand rows back stands Tara herself, the ancestral mother of my clan. She pulls on the cord. In the great throng a million ancestors sense the tug in lines that radiate out from her source. I feel the pull in my own stomach. On the bright stage of the living, I look to right and left and sense that others feel it too. These are the other people in the clan of Tara. We look at each other and sense our deep umbilical connection. I am looking at my brothers and sisters. Now I am aware who they are, I feel we have something very deep in common. I feel closer to these people than to the others. Like my ancestors, they are all very different to look at; but, unlike my ancestors, I can talk to them about it.

When two people find out that they are in the same clan they often experience this feeling of connection. Very few can put it into words, but it is most definitely there. Though DNA is the instrument which traces the links, I do not believe it has anything directly to do with the sensation. It seems inconceivable that the few genes which are embedded in the mitochondrial genome can directly influence feelings of this kind. They are certainly important genes and, as we saw in an earlier chapter, they allow cells to use oxygen. Without any evidence it would be hard to make a case that it was purely the similarities of cellular metabolism that caused this emotional feeling of shared experience. The DNA is certainly a physical object which has literally been passed from generation to generation, but its power is as a token or a symbol of the shared ancestry it reveals rather than the body chemistry it directly controls.

Many people experience a feeling of closeness and intimacy with others in the same clan. But would they feel this if the DNA tests had not revealed the connection? Two strangers enter a crowded room. Their eyes meet and they feel instinctively drawn to each other but don't know why. Are they acting under the influence of the subconscious awareness of an ancient connection? No research has yet explored this intriguing possibility, but as more and more people find out to which clan they belong, their reactions to their own ancestors and to each other will emerge.

What is it that we share with other members of our clan? We share the very same piece of DNA that has come down from our ancient maternal ancestors. We use it constantly. Cells in every tissue are reading the message it carries and carrying out its instructions millions of times a second. Every atom of oxygen we take into our bodies when we breathe has to be processed according to the formula that has been handed to us by our ancestors. That is a very fundamental connection in itself. But the route by which this gene reached us from those ancestors has its own special importance, for it follows the same path as the bond between a mother and her child. It is a living witness to the cycle of pain, nurture and enduring love which begins again every time a new child is born. It silently follows the mysterious essence of the feminine through a thousand generations. This is the deep magic which connects everyone in the same clan.

It is not a connection which is at all obvious in a world where family history and genealogy are dominated by inheritance through the male line. We are all familiar with the illuminated scrolls which celebrate the pedigrees of the rich and powerful. Without exception these trace the flow of titles, lands and wealth from father to son through the generations. Even the family trees of more modest households are built up around a scaffold of paternal inheritance. The immediate cause of this male monopoly on the past is simply that the written records on which all genealogy depends rely heavily on the use of surnames. With a surname as the only way into the records, it is no surprise that what comes out the other end is a family tree drawn around men. But the ultimate cause is the same patriarchal attitude of Western civilization that we encountered in the first theories of inheritance. Wealth and status were the only things considered to be worth inheriting, and they passed down the male line.

The common practice of women adopting the husband's surname on marriage rather than retaining their maiden names makes it very difficult to trace a maternal lineage, for women's names change at every generation. But neither would retention of the maiden name resolve the problem, because a maiden name is, after all, only another surname – a father's name rather than a husband's. Against this background it is no surprise that it comes as a revelation

to many people that there actually is such a thing as a maternal family tree, a mirror image of the traditional paternal version. I have certainly never seen one drawn out.

Genetics does help to reconstruct detailed maternal trees even within the existing records, but the best solution for future generations of genealogists would be to create a new class of name altogether. Everyone would get this name from his or her mother. Women would pass it on to their children. It would be, in effect, an exact mirror image of the present system with its surnames which people get from their fathers and, if they are men, pass on to their children. We would then all have three names: a first name, a surname and a new one, a matrine name perhaps. A man passes on his surname to his children; a woman gives her matrine name to hers. Since they follow a maternal line of inheritance, these names will closely correspond with mitochondrial DNA. They will also reflect biological relationships more accurately than surnames, because there is only very rarely any doubt about the identity of a child's mother. In time people would be able to recognize their maternal relatives with the same matrine name in just the same way as they can now link up to their paternal family through a shared surname. But until that time comes, if it ever does, reconstructing maternal family trees through written records alone will be much harder than drawing the male equivalent.

In the short time during which I have been able to help people reconnect to their ancestors or their relatives using DNA, I have received many requests from individuals who have tried to establish a link through the records but for one reason or another have not been able to do so. Paper records can be destroyed by fire, eaten by termites, erased by mould or simply just lost. DNA is able to fill in the gaps created by missing records. This helps to compensate for the inherent frailty of pen and paper; but there are many people for whom the lack of any written records about their ancestors is not an accident but is deliberate obliteration. In these cases, DNA is not just a useful supplement to the traditional techniques of the genealogist. It becomes their only physical link to the past.

For Jendayi Serwah, establishing a link to her past was a mission of great personal significance. She is a lady from Bristol whose parents had each arrived in Britain from Jamaica as teenagers. Their ancestors had been taken from Africa as slaves to work the plantations. But there were no records of this. The only details the slave ships kept were the most basic description of their human cargo: how many men and how many women were loaded on board, and how many survived the long sea voyage, was all that was written down. After they were landed and sold on to the plantation owners, their individuality was deliberately erased. They were given European names. No records were kept of births or marriages or deaths. Their pasts as individuals were intentionally obliterated. It was not that it would have been difficult for Jendayi to trace her ancestors in Jamaica back more than a few generations; it would have been completely impossible. Of course, she guessed that her deep ancestry lay in Africa; but there was no real proof of it, other than the general historical presumption that many captives from west Africa were sold to plantation owners in the Caribbean. So it was not surprising that, when we tested her DNA, Jendayi had a mitochondrial signature that was clearly African. However, when I told her of this result and also that we had found a very close DNA match with a Kenyan Kikuyu, the effect on her was overwhelming. She was literally lost for words. Here at last was the *individual* proof she had wanted for so long. It was as if the DNA was itself a written document from her ancestors, which in a sense it was; a document that had been handed down, one generation at a time, from the woman who had endured and survived that terrible voyage from Africa. A document that could not be obliterated by the plantation owners as it passed unseen and unread through the generations. And now in Jendayi here it was, a perfect copy of the African original preserved within her own body.

I have seen many other astonishing journeys witnessed by this remarkable piece of DNA. In western Europe more than 95 per cent of native Europeans fit easily within one or other of the seven clans. That still leaves a large number of people whose deep maternal lineages tell of a different history. Unlike Jendayi, they are usually completely unaware of the exotic journeys recorded in their DNA. For instance, a primary school teacher from Edinburgh carries the unmistakable signature of the Polynesian mitochondrial DNA which I can recognize from a

mile off. She knows her own family history well for the past two hundred years, and there is nothing that gives any clue as to how this exotic piece of DNA came to her from the other side of the world. But there is no doubt that it did. What tales it could tell of the South Seas! Is she perhaps the descendant of a Tahitian princess who fell in love with a handsome ship's captain, or of a slave captured by the Arabs on the coast of Madagascar? There are many other equally mysterious journeys recorded in our DNA: the Korean sequence that turns up regularly in fishermen from Norway and northern Scotland; the unmistakably African DNA in a dairy farmer from Somerset, a legacy perhaps of Roman slaves from nearby Bath; the sequence of a book salesman from Manchester that is so unusual that his closest match is found among the native Australians of Queensland.

One outstanding genetic journey involves a complete circumnavigation of the world. Two fishermen on a small island off the west coast of Scotland have unusual mitochondrial sequences, and I thought at first they might be closely related to one another, although they had no knowledge of it. As we discovered more sequences from different parts of Europe and the rest of the world, we began to find much closer matches to the two men – one in Portugal and one in Finland. These were still unusual sequences to find in Europe, not part of the seven original clans. The Portuguese sequence matched several from South America, and the Finnish DNA was close to sequences found in Siberia, where we also found the ancestral sequence of the South Americans. So the two fishermen were indeed related – but only through a common ancestor from Siberia. One line of maternal ancestors had travelled from Siberia along the coast of the Arctic Ocean to Scandinavia, then on to the west of Scotland, perhaps aboard a Viking ship. The other had crossed into America over the Bering Straits, then down to Brazil. At some time, presumably after Brazil became a Portuguese colony, a woman carrying this piece of DNA crossed the Atlantic to Portugal, from where, somehow, it had found its way up the Atlantic coast to the west coast of Scotland. The two journeys had ended on the same small island after travelling in opposite directions from the other side of the world.

These stories and others like them make nonsense of any biological basis for racial classifications. What I have related here is only the tip of the iceberg, the clear message from the gene that is the easiest to read. The tens of thousands of other genes in the cell nucleus would echo the same message. We are all a complete mixture; yet at the same time, we are all related. Each gene can trace its own journey to a different common ancestor. This is a quite extraordinary legacy that we have all inherited from the people who lived before us. Our genes did not just appear when we were born. They have been carried to us by millions of individual lives over thousands of generations.

At a recent conference I sat aghast in the audience as patent lawyers and biotechnologists debated the pros and cons of patenting genes. The arguments were legalistic in the extreme. DNA, to the lawyers, was just a chemical. Since it could be artificially synthesized, they argued, why should it not be patented like any other chemical? At one point an enthusiastic manager from a large pharmaceutical company stood up to address the audience. He was summarizing the current position, and illustrated his point with a pie-chart showing the division of ownership of the human genome, the sum total of all human genes, among major corporations. The pie was sliced up and the portions assigned. The financial arguments were impeccable. You could not expect major investment by pharmaceutical companies into genetics unless these investments could be protected by patents. Patents are being filed every day claiming ownership and a commercial monopoly on our genes. As I sat there, I had the overwhelming and very disturbing sensation that parts of me and my past were being bought and sold.

As the presentation continued I reflected on the fact that I was sitting here, in a conference room, at one of the most advanced DNA facilities in the world, while in vast halls on either side, rank upon rank of robotic machines were silently reading the secrets of the genome. An electronic board in the lobby continuously flashed up the DNA sequences as they came off the machines. Before my very eyes the details of the genome that had been hidden for the whole

of evolution were marching across the screen. Was this, the reduction of the human condition to a string of chemical letters, the ultimate expression of the Age of Reason that first began to separate our minds from our intuition and to distance us from nature and our ancestors? How ironic that DNA should also be the very instrument that reconnects us to the mysteries of our deep past and enhances rather than diminishes our sense of self.

Not 'just a chemical' after all, but the most precious of gifts.

[1] Tiếng Anh là Iceman, còn có tên khoa học khác là Oetzi (hay là Ötzi). Độc giả có thể tìm thấy những tư liệu khác (bài báo, hình ảnh và những đoạn phim) về Người Băng trên Internet. (ND)

[\[2\]](#) Genesmaid và teasmaid là những từ ghép gồm hai từ genes (gien di truyền), tea (trà) và maid (nàng hầu). (ND)

[\[3\]](#) *Nature* được xuất bản ở Anh, là tạp chí hàng đầu thế giới về khoa học tự nhiên tương đương với tạp chí *Science* được xuất bản ở Mỹ. (ND)

[\[4\]](#) Royal Society là hiệp hội khoa học lừng danh và lâu đời của Hoàng gia Anh quốc, mà những nhà khoa học nổi tiếng như Isaac Newton, Charles Darwin, Albert Einstein, Stephen Hawking là những thành viên. (ND)

[\[5\]](#) Bollinger: Một nhãn hiệu rượu champagne nổi tiếng của Pháp được thành lập từ năm 1829. (ND)

[\[6\]](#) Ramesses hoặc là Rameses II là tên của vị Pharaoh thứ ba của triều đại thứ 19 (của) Ai Cập cổ đại. (ND)

[7] Nguyên văn: “Pig brings home the bacon for DNA”. *Pig* là con lợn, *to bring home bacon* là thành ngữ có nghĩa “mạng đến thành công”. Tác giả bài báo có ý chơi chữ, đồng thời cũng tỏ ra rất hài hước đậm chất Áng-lê. (ND)

[\[8\]](#) Salonika là thành phố lớn thứ nhì Hy Lạp, và là thủ phủ của vùng Macedonia. Macedonia là – vùng lớn nhất và đông dân thứ nhì của Hy Lạp. Khác với nước Cộng hòa Macedonia, ngay bên cạnh. (ND)

[\[9\]](#) Bao gồm các phần của Trái đất được người châu Âu biết đến trước khi có chuyến đi của Christopher Columbus phát hiện ra châu Mỹ vào năm 1492, nó bao gồm: châu Âu, châu Á và châu Phi (một cách tổng thể gọi là đại lục Phi-Á-Âu) và các đảo bao quanh. Phần còn lại là “Tân Thế giới”, chỉ bao gồm châu Mỹ. (Wikipedia tiếng Việt).

[\[10\]](#) Syrian hamster hoặc golden hamster, tên khoa học là *Mesocricetus auratus*, còn được gọi là chuột đồng vàng. (ND)

[\[11\]](#) Angora là một địa danh ở Thổ Nhĩ Kỳ. (ND)

[\[12\]](#) Là nhãn hiệu của các hộp đựng bánh kẹo do Nestlé sản xuất ở Anh. (ND)

[\[13\]](#) Tức là trường hợp một phụ nữ không có con gái, nên AND ti thể của bà không được di truyền và tồn tại. (ND)

^[14] Hesse là một vùng thuộc trung-tây Đức. Hesse-Cassel là một dòng họ hoàng thân lâu đời và Louise Hesse-Cassel (*Luise Wilhelmine Friederike Caroline Auguste Julie von Hessen-Kassel*) là con gái của dòng họ này. Bà sinh ở Đức nhưng sang Đan Mạch từ nhỏ nên có thể nói bà là người Đan Mạch. (ND)

[\[15\]](#) Phía nam nước Pháp. (ND)

[\[16\]](#) Tham chiếu: Lấy làm chuẩn, coi đó là thước đo. Nghĩa là để xem chuỗi AND khác biệt thế nào, người ta so sánh nó với chuỗi này. (ND)

[17] Theo phép suy luận logic, nếu trong số 650 triệu người châu Âu, ta lấy ra 6.000 người ngẫu nhiên (không bao gồm Sa hẩu). Trong số 6.000 người này thì chỉ mình Công tước Edinburgh là có chuỗi này. Như vậy tỉ lệ số người có chuỗi này trong số 6.000 người là $1/6.000$. Nếu xem 6.000 người này là đại diện cho toàn bộ châu Âu (điều này hoàn toàn có thể chấp nhận được), thì tỉ lệ này cũng vẫn là $1/6.000$ cho toàn bộ dân số châu Âu. Tuy nhiên, để chắc chắn hơn và dễ nhớ hơn, các tác giả nói, tỉ lệ này là *không lớn hơn* $1/1.000$ (vì $1/1.000 > 1/6.000$). (ND)

[\[18\]](#) HMS: His (Her) Majesty's Ship, truyền của Đức vua hay Nữ hoàng.

[\[19\]](#) Nguyên văn: guitolline motion. Guitolline về nghĩa đen là một cái máy chém. Hàm ý của nó trong từ này là việc cắt gọn hoặc giới hạn thời gian tranh luận.

[\[20\]](#) Dòng sông lớn chảy từ tây nam sang đông bắc nối liền Ngũ Hồ với Đại Tây dương, Bắc Mỹ.

[\[21\]](#) Nguyên văn Big Island, nằm ở phía nam là đảo lớn nhất và Oahu là đảo phía bắc có thủ phủ Honolulu.

[22] Vùng địa lý dùng để nghiên cứu các kết quả khoa học dựa trên các kết quả thực tế chứ không phải chỉ trên tính toán lý thuyết.

[\[23\]](#) Quy luật chọn lọc tự nhiên: giữ lại và phát triển những cá thể tồn tại tốt hơn, ở đây là các cá thể chống được bệnh sốt rét, tức là có mang gen gây ra bệnh thiếu máu tế bào khuyết và thalassaemia.

[24] Như chương trước đã đề cập, ở đây ý nói người châu Á cổ đại đến châu Mỹ thông qua Bering vào Alaska, (lúc đó Bering vẫn là đất liền chứ không phải là eo biển như ngày nay) rồi con cháu họ sau đó tới được Polynesia. Vậy tức là giien được mang từ châu Á sang châu Mỹ rồi mới đến Polynesia, chứ không phải trực tiếp từ châu Á mà đi. (ND)

[\[25\]](#) Ông đã mất năm 2002, sau khi cuốn sách này được viết. (ND)

[\[26\]](#) Chỉ những vùng châu Âu, đặc biệt là vương quốc Anh, có người nói tiếng Celtic. (ND)

[\[27\]](#) Đá lửa (flint hay flintstone) là một dạng đá phiến silíc, được sử dụng phổ biến nhất để chế tạo các công cụ bằng đá trong Thời kỳ Đồ Đá. Nó cũng là nguồn khoáng chất chủ yếu để tạo ra lửa kể từ khi con người biết cách tạo ra lửa và còn được sử dụng đối với các loại súng hỏa mai cho đến tận thế kỷ 18. (ND)

[\[28\]](#) Tức là những người châu Âu. Để ý tác giả là người châu Âu, viết về nguồn gốc người châu Âu. ND tôn trọng điểm quan sát của tác giả.

[\[29\]](#) Xem những trang đầu của chương, nơi tác giả diễn giải sơ bộ lý thuyết của Luca. (ND)

[\[30\]](#) Vì các đột biến xảy ra một cách tự phát, và độc lập, và chúng cũng có thể xảy ra ở bất kỳ đâu trong số 500 đơn vị, nên sẽ rất khó – chính xác là gần như không thể – để tìm được hai nhóm độc lập nhau có đột biến ở cùng một vị trí. Xác suất để càng nhiều nhóm độc lập có cùng một đột biến lại càng nhỏ hơn nữa. (ND)

[\[31\]](#) Được xây dựng vào thời Nữ hoàng Victoria (1837-1901) mang phong cách kiến trúc Rome, có tên tiếng Anh là Victorian Romanesque. (ND)

[\[32\]](#) Nguyên văn: Loins of Longleat, loin nghĩa đen là chỗ thắt lưng, nghĩa bóng là người có nhiều phụ nữ bên cạnh.

[\[33\]](#) Áo dài của người Thổ Nhĩ kỳ, có thắt lưng ngang. ND.

[34] Ở đây, khái niệm “thị tộc” và “thị tổ” là hoàn toàn mới và khác với các khái niệm đã có sẵn. Tự cuốn sách đã làm sáng tỏ nên không cần chú thích thêm. ND.

[\[35\]](#) Chuỗi ADN tham chiếu: là ADN ti thể đầu tiên được lập chuỗi bởi một nhóm nghiên cứu ở Cambridge vào năm 1981, dùng để so sánh tất cả chuỗi ADN ti thể, như đã nói ở Chương 5. (ND)

[\[36\]](#) Tiếng Anh là *red deer* hay tên khoa học là *Cervus elaphus*. Nó là một trong những loài hươu lớn nhất, thường sống ở châu Âu. ND.

[\[37\]](#) Như đã từng ghi chú ở phần trước, tác giả là một người châu Âu viết về người châu Âu. Những lý giải về nguyên nhân của việc gia phả chỉ được ghi theo dòng cha truyền con (trai) nổi có phần nào khác ở phương Đông. Ở đây, người dịch giữ nguyên sự lý giải này của tác giả.

[\[38\]](#) Ở đa số các nước phương Tây, phụ nữ khi lấy chồng sẽ đổi từ họ bố sang họ chồng. (ND)

[\[39\]](#) Dân tộc đông dân nhất Kenia, chiếm 18% dân số. ND.