



Johannes Krause a Thomas Trappe

# ZROZENÍ. EVROPANŮ



Skutečný příběh našich předků  
vyprávěný geny

# ZROZENÍ EVROPANŮ



LD CL  
HISTORY

Johannes Krause a Thomas Trappe

# ZROZENÍ EVROPANŮ

Skutečný příběh našich předků  
vyprávěný geny

Johannes Krause a Thomas Trappe  
ZROZENÍ EVROPANŮ  
*Skutečný příběh našich předků vyprávěný geny*

Copyright © by Ullstein Buchverlage GmbH, Berlin. Published in 2019  
by Propyläen Verlag. All rights reserved.

Podle německého originálu Die Reise unserer Gene: Eine Geschichte  
über uns und unsere Vorfahren vydalo v edici H!story nakladatelství  
Jan Melvil Publishing v Brně roku 2022. Žádná část této knihy nesmí být  
nijak použita či reprodukována bez písemného svolení, s výjimkou  
případů krátkých citací jako součástí kritických článků a recenzí.

Překlad Dagmar Heegová  
Odpovědná redaktorka Vladimíra Škorpíková  
Jazyková redaktorka Vendula Kusá  
Odborná redaktorka Zuzana Hofmanová  
Šéfredaktor Marek Vlha  
Grafická úprava a sazba Stará škola (staraskola.net)  
Obálka Pavel Junk  
Mapy Peter Palm  
Fotografie autorů archiv Johannese Krauseho  
Jazyková korektura Vilém Kmuníček  
Tisk a vazba PBTisk, a. s., Příbram

Vydání první  
Jan Melvil Publishing, 2022  
Všechny naše knihy najdete na  
[www.melvil.cz](http://www.melvil.cz)



Chyby a připomínky: [melvil.cz/chyby](http://melvil.cz/chyby)  
Recenze a pochvaly: [melvil.cz/kniha-zrozeni-evropanu](http://melvil.cz/kniha-zrozeni-evropanu), [libisemi@melvil.cz](mailto:libisemi@melvil.cz)  
Kniha vychází také elektronicky a jako audiokniha.

ISBN 978-80-7555-165-8

# Obsah

Předmluva k druhému vydání / 7
Prolog / 10
Kapitola 1: Až na kost / 15
Kapitola 2: Nezdolní migranti / 41
Kapitola 3: Migranti jako příslib budoucnosti / 63
Kapitola 4: Paralelní společenství / 87
Kapitola 5: Svobodní mladí muži / 101
Kapitola 6: Jak Evropané našli společný jazyk / 123
Kapitola 7: Patriarchální struktury / 139
Kapitola 8: Kolébka moru / 157
Kapitola 9: Nový svět, nové smrtelné choroby / 185
Závěr: Konec černobílého vidění / 205
Doslov k českému vydání / 230
Poznámky / 237
Prameny / 242
Poděkování / 254
Seznam ilustrací / 256



# Předmluva k druhému vydání

Po pandemii už nic nebude jako dřív. Evropou se jako bouře přehnala dosud neznámá nemoc a kdekoli zuřila, od základu změnila celý tamní společenský systém. Nezkrotnou sílu patogenů zná lidstvo už z dřívějšíka. Před 4 800 lety se na východě zrodila choroba, která následně v Evropě k nepoznání pozměnila genetickou strukturu tehdejších obyvatel. Kontrolu nad Evropou převzali migranti z východu a dali vzniknout době bronzové. Onou chorobou tehdy nebylo nic jiného než mor. Poprvé v Evropě řádl nejspíš už v době kamenné a pustošil ji pak opakovaně, přičemž jedno vzplanutí bylo horší než druhé. Už tehdy se lidé pokoušeli nemoc zastavit uzavřením hranic, zavedením karantény a omezením obchodu. Ačkoli nechápali, co nemoc způsobuje, vyzorovali, že se šíří vždy v bezprostředním okolí. Například ve středověkých Benátkách, které v té době platily za ekonomickou velmoc, se zastavila téměř veškerá obchodní činnost. Na ulicích umíral nespočet lidí, o jejichž množství dnes vypovídají odhalené masové hroby. Ještě donedávna jsme doufali, že něco takového se už nikdy nebude opakovat. Jenže v roce 2020 jsme mohli v televizních zprávách z celého světa sledovat záběry nákladních aut převážejících do krematorií a masových hrobů těla obětí, které zemřely na covid-19 – v Bergamu, New Yorku a dalších městech.

Trvalo téměř 5 000 let, než se nám vůbec podařilo zjistit, že mor se vyskytoval už v době kamenné. Vyzbrojeni revoluční technologií jsme rozemleli na prach prastaré kosti a z jejich DNA destilovali příběhy vyprávěné v této knize.

Archeogenetika je mladá vědní disciplína, která využívá metody vyvinuté v oblasti medicíny k luštění starodávných genomů, z nichž některé jsou staré stovky tisíc let. Tento obor je teprve v plenkách, ovšem už teď přispěl ke kánonu našich znalostí obrovským dílem. Pomocí lidských kosterních pozůstatků z dávné minulosti můžeme odhalit nejen genetické profily kdysi dávno zemřelých předků, ale také to, jak se jejich geny šířily po Evropě – jinými slovy, kdy sem naši předkové přišli a odkud pocházeli. Dnes jsme schopni extrahovat také DNA bakterií způsobujících smrtelné choroby (nejen mor) z krve uložené v zubech starých stovky či tisíce let. Díky archeogenetice lze původ a vývoj nemocí v Evropě prezentovat v úplně novém světle. Z výzkumů navíc jasně plyne, že dva z největších problémů, s nimiž se svět v současnosti potýká, patří ke stálícím v historii lidstva: smrtící pandemie a nepřetržitá migrace.

V době původního vydání této knihy v únoru 2019 byla politická debata v Německu ještě do značné míry formována vlivem „uprchlické krize“ z roku 2015. Čtenáři a tisk se zaměřovali především na pasáže zabývající se archeogenetickými důkazy nesčetných migračních vln v historii naší zeměkoule a neustálého genetického křížení mezi našimi předky. O pár měsíců později, kdy se pozornost celého světa upnula k řádění viru SARS-CoV-2, se uprchlická krize dostala do pozadí, a to navzdory bezpočtu riskantních cest, které migranti den co den podstupují. Podstatně smrtnější mor a nový koronavirus sice nelze reálně srovnávat, jednu analogii mezi nimi přece jen najdeme: neviditelné patogeny byly odjakživa schopné zastavit ze dne na den chod celého lidského společenství, zbavit ho pocitu nedotknutelnosti a uvrhnout do paralyzující bezmoci. Nikdo zatím není schopen odhadnout, jaké důsledky bude mít současná pandemie pro lidstvo. V této knize si ukážeme, jaký dopad měly obdobné události na dávné obyvatele



Evropy. Bylo by troufalé z toho vyvozovat politické závěry a aplikovat je na současnost (to ani není úkolem archeogenetiky), naše zjištění však pomohou mnohé objasnit. Můžeme se pokusit chápat svět takový, jaký nepochybně je: jde o místo pokroku, který překlenul tisíciletí, pokroku, k němuž by bez migrace a lidské mobility nemohlo dojít. Nepřízeň osudu lidskou populaci v historii nakonec mnohokrát posílila, a to i po katastrofálních pandemiích. V tomto smyslu je na místě doufat, že se historie snad bude opakovat.

# Prolog

Něco takového Evropa ještě nikdy nezažila. Proud migrantů směřující přes Balkán do středu kontinentu představoval v pravém slova smyslu začátek nové epochy. Nic už pak nebylo jako dřív. Přišel sem nespočet rozvětvených zemědělských rodin, které toužily po nové půdě. Dosavadní obyvatelé Evropy jim nedokázali vzdorovat. Nejprve se stáhli do pozadí a časem původní evropská kultura zanikla docela. Noví obyvatelé Evropy vypadali jinak než ti, které z ní vytlačili – došlo k obměně obyvatelstva.

Od této přelomové migrační vlny uplynulo 8 000 let, avšak teprve nedávno jsme o ní získali bližší informace. Pomocí jedné revoluční technologie jsme na prach rozemleli prastaré kosti a z jejich DNA extrahovali příběhy, které vyprávíme v této knize. Mladá vědecká disciplína zvaná archeogenetika využívá metody vyvinuté ve zdravotnictví k analýze dávného genetického materiálu z doby před stovkami tisíc let. Tento obor se teprve vzmáhá, ovšem už jeho dosavadní vědecká zjištění jsou zásadní. Z lidských kostí z dávné minulosti dokážeme vyčíst nejen genetické profily zesnulých, ale také to, jak se jejich genetická výbava šířila po Evropě – tedy kdy, kam a odkud naši předkové přišli. Příchod Anatolců před 8 000 lety je jen jednou z mnoha migračních vln v historii našeho kontinentu. Archeogenetika ukazuje, že lidé s „čistě“ evropskými kořeny neexistují a nejspíš ani nikdy neexistovali. Všichni jsme potomci přistěhovalců a naše geny o tom vypovídají.

Když jsme v roce 2014 prokázali anatolskou migraci z doby kamenné, netušili jsme, jak aktuální toto téma zanedlouho bude. V létě 2015 se totiž přes Balkán do střední Evropy začala valit nová migrační vlna, v jejímž důsledku řada evropských zemí zneklidněla a jejíž dlouhodobé politické dopady se zatím nedají vůbec odhadnout. Celkem neškodné německé politické heslo „My to zvládneme“ („Wir schaffen das“) tehdy dokázalo společnost rozdělit na do jisté míry nesmiřitelné tábory. Odpůrci migrace dnes tuto větu citují už snad jen jako karikaturu toho, jak „jsme to zvládli“, tedy k vyjádření pravého opaku. Masová migrace se zkrátka zvládnout nedá, a už vůbec to není něco, co se prostě musí jen tak přijmout. Jak výbušný potenciál toto téma má, se ukázalo i při debatách o migračním paktu OSN. V Německu se ozvaly hlasité výzvy pakt neratifikovat a mnoho států mu nevyslovilo podporu s tím, že pakt migraci neomezuje, ale naopak podněcuje. Archeogenetice nepřísluší takové politické spory soudit a ani o to neusiluje. Může však pomoci se v situaci lépe zorientovat a přispět k chápání Evropy jako toho, čím bezpochyby je: tisíce let trvající historií pokroku, k němuž by bez migrace a mobility lidí nemohlo nikdy dojít.

Popudem ke vzniku této knihy byly dozvuky „uprchlického léta“ roku 2015.\* K mnoha společenským debatám, které od té doby probíhají, může archeogenetika přispět svou troškou do mlýna – bylo by čirým mrháním výzkumných snah nechat takové poznatky odpočívat v kostním prášku. Na následujících stranách se proto budeme věnovat velkým migračním vlnám, které od pradávna utvářely Evropu, i těm, které z ní vycházely a položily základ západního světa. Mimo jiné se budeme

---

\* Novou dynamiku dala tématu migrace uprchlická vlna z Ukrajiny vyvolaná ruskou agresí v únoru 2022. Což pochopitelně autoři během psaní knihy nemohli tušit. Pozn. red.

zabývat věčnou balkánskou trasou a také konflikty, k nimž v souvislosti s migrací od nepaměti docházelo. Vysvětlíme si, proč měli první Evropané snědou pleť. A řekneme si, jak je možné, že na základě analýzy genomu jednotlivých Evropanů sice můžeme své předky lokalizovat na mapě, ale zároveň nelze stanovit genetickou hranici mezi jednotlivými etniky, natož národnostmi. Překleneme dějiny od doby ledové, kdy genetické putování Evropanů začalo, až po současnost, kdy stojíme jen krůček před tím, abychom vzali evoluci do vlastních rukou. Nutno podotknout, že kniha necílí pouze na politické kontroverze, ale chce pionýrsky shrnout poznatky archeogenetiky o dějinách Evropy.

Pro černobílé debaty se nová zjištění archeogenetiky nehodí. Migranti Evropu nepochybně utvářeli a společenské otřesy související s migrací s sebou bezesporu přinesly mnoho utrpení – třeba pro lovce a sběrače vytlačené anatolskými zemědělci. Do dějin migrace zasáhly též dějiny smrtelných chorob, například moru, sahající až do doby kamenné. Mor Evropu nejspíš požal smrtící kosou a vyšlapal cestičku lidem, jejichž potomci později nastolili dobu bronzovou. Jsme si vědomi toho, že kniha poskytuje argumenty jak těm, kdo jsou migraci nakloněni, tak i opozičnímu táboru, který jí chce vymezit striktní hranice. Po přečtení knihy však už snad nikdo nebude popírat, že mobilita je součástí lidské přirozenosti. Autorům by se samozřejmě nejvíce zamlouvalo, kdyby se čtenáři přiklonili k jejich názoru, že tisíciletími prověřená globální společnost bude i v budoucnu klíčem k pokroku, a to především pro Evropu.

Na knize pracovali dva autoři. Prvním z nich byl Johannes Krause, který se počínaje následující kapitolou ujímá role vypravěče v první osobě. Patří mezi světově nejuznávanější odborníky v oblasti archeogenetiky (to není žádná samochvála, ale konstatování z pera druhého z autorů) a působí jako

ředitel Institutu Maxe Plancka pro historickou antropologii v Jeně. Spoluautoru Thomasi Trappemu připadl nejen úkol stěsnat poznatky nashromážděné Krausem do kompaktního vyprávění, ale pokusil se dát jim navíc i moderní punc a zasadit je do rámce aktuálních politických debat. Trappe s Krausem v posledních letech jako novinář opakovaně spolupracoval. Zabývá se mimo jiné nacionalismem a současným populismem. Z četných debat obou autorů vzešla vůle propojit ve společné knize vědu a aktuální společenské polemiky.

Na úvod si rychle projdeme základy archeogenetiky a zmíníme prstní kůstku, která znamenala velký zvrat v Krauseho vědecké kariéře. Zcela překvapivě totiž odhalila nový typ člověka a nepřímo dosvědčila spřízněnost raných Evropanů s neandertálci.

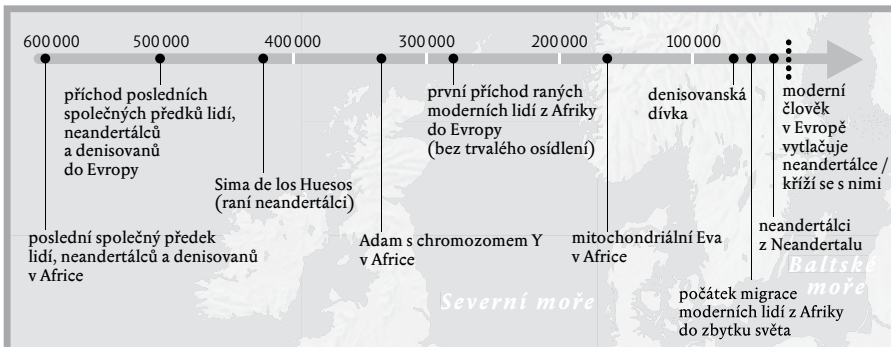


## KAPITOLA 1

# Až na kost




Prst ze Sibiře nás jako předmět doličný  
zavede k novému pračlověku. Genetici s arzenálem  
zázračných přístrojů propadli záchvatu zlaté horečky.  
Adam a Eva netvořili pár. Neandertálci nás vodili  
za nos. Lidstvo pobláznil *Jurský park*.  
Všichni jsme potomky Karla Velikého.





# Až na kost

Denisova jeskyně  →

denisované

Kavkaz

Kaspické moře

Černé moře

přibližně před  
500 000 lety

neandertálci

přibližně před  
270 000 lety

Středozemní moře

raní moderní lidé

přibližně před  
600 000 lety

předchůdci neandertálců  
a denisovanů

Taurus

Zagros



## Kost na psacím stole

Jednoho rána v zimě roku 2009 jsem na svém psacím stole našel žalostný koneček prstu. Chyběl mu nehet, nezůstala žádná kůže, vlastně to byl jen úlomek kůstky posledního článku, asi o velikosti trešňové pecky. Jak jsem později zjistil, patřil pěti- až sedmileté holčičce. Koneček prstu ležel v obyčejné bublinkové obálce a doputoval ke mně zdaleka, až z Novosibirsku. Ne každý se zaraduje, když mu na stůl ještě před ranní kávou naservírují lidské ostatky z Ruska. Ovšem já jsem byl nadšený.

Téměř o deset let dříve, v roce 2000, uspořádal americký prezident Bill Clinton v Bílém domě tiskovou konferenci o Projektu lidského genomu (Human Genome Project). Oznámil, že po deseti letech intenzivní práce a miliardách investovaných dolarů se podařilo genom rozluštit. O DNA se najednou mluvilo úplně všude. Německý deník *Frankfurter Allgemeine Zeitung* obětoval svůj obvyklý fejeton, aby mohl otisknout sekvence lidského genomu – tedy nekonečnou řadu bází A, T, C a G, z nichž se DNA skládá. Tehdy si mnozí náhle uvědomili, jak zásadní roli v budoucnu genetika sehraje. To, že by se v lidské DNA dalo někdy číst jako ve stavebních plánech, se ještě pár let předtím jevilo jako čirá utopie.

V roce 2009 se věda tomuto cíli o mílový krok přiblížila. V té době jsem působil jako postdoktorand na Institutu Maxe Plancka pro evoluční antropologii v Lipsku, známém také pod symbolickou zkratkou MPI-EVA. Už tehdy byl celosvětově považován za prvotřídní vědecké pracoviště, jehož zaměstnanci mohou pomocí vysoce účinné technologie sekvenovat DNA ze starých kostí. Předcházely tomu několik desetiletí trvající snahy v oblasti genetického výzkumu, bez nichž by vůbec nebylo možné, aby prstní kůstka na mém psacím stole přepsala historii lidské evoluce. Onen nález ze Sibíře byl totiž 70 000 let starý kosterní pozůstatek holčičky, která náležela k doposud

neznámé skupině pralidí. To o ní prozradilo několik miligramů kostního prášku a jedno vysoce komplexní sekvenační zařízení. Ještě před několika lety by bylo technicky nemožné zjistit z miniaturního konečku prstu, komu patřil. Onen úlolek kosti nám však odhalil ještě víc. Dozvěděli jsme se z něj, co onu holčičku pojí s námi, dnes žijícími lidmi, a čím se od nás naopak odlišovala.

## **Bilion denně**

DNA jako stavební plán živých organismů je známá již více než sto let. V roce 1953 objevili James Watson a Francis Crick na základě předchozího výzkumu Rosalind Franklinové strukturu DNA, za což o devět let později oba dostali Nobelovu cenu za medicínu (Franklinová byla tehdy již po smrti, zemřela v pouhých sedmatřiceti letech). Od té doby poháněla výzkum DNA právě medicína a celé toto úsilí nakonec vyústilo v Projekt lidského genomu.

Milníkem v analýze DNA, tedy v naší schopnosti DNA „číst“, byl v osmdesátých letech dvacátého století vývoj polymerázové řetězové reakce.<sup>1</sup> Tato metoda představuje jeden ze základů dnešních sekvenačních zařízení dekodujících sekvenci bází v molekule DNA. Od přelomu tisíciletí procházejí sekvenační zařízení překotným vývojem. Každý, kdo pamatuje starý dobrý domácí počítač Commodore 64 a dnes používá chytrý telefon, si dokáže představit, jak rychle pokročily technologie v oblasti genetiky.

Představu o tom, v jakých dimenzích se při sekvenaci DNA přibližně pohybujeme, nám nastíní několik následujících čísel. Lidský genom se skládá z 3,3 miliardy bází.<sup>2</sup> Ještě v roce 2003, kdy Projekt lidského genomu skončil, by analýza dědičných informací jednoho člověka trvala déle než deset let.<sup>3</sup> Dnes

zvládne naše laboratoř odbavit bilion párů bází denně. Za posledních dvanáct let se výkonnost zařízení zvýšila stamilionkrát, takže v současné době dokážeme na jednom sekvenčním zařízení dekodovat neuvěřitelných tři sta lidských genomů za den. Během deseti let už budeme mít téměř jistě analyzované genomy milionů lidí na celém světě, a to nepřihlížíme k přirozené lidské tendenci budoucí vývoj vždy spíše podceňovat. Sekvenovanou DNA začneme získávat čím dál rychleji a levněji, takže bude dostupná pro každého. V současné době už vyjde celkový krevní obraz dráž než vyšetření genomu, a tak se možná brzy dostaneme do bodu, kdy se sekvenace genomu novorozence stane pro novopečené rodiče rutinním vyšetřením. Analýza DNA skýtá netušené možnosti například pro včasnou diagnostiku genetických predispozic k některým onemocněním, přičemž její potenciál dále poroste.<sup>4</sup>

Zatímco medicína analyzuje genomy žijících lidí, aby lépe porozuměla chorobám a mohla tak vyvinout nové terapie a léky, archeogenetika tytéž technologie využívá k analýze archeologických nálezů – starých kostí, zubů, nebo dokonce vzorků půdy. Na základě extrahované DNA vyvozuje závěry o lidech, kteří jsou už dávno po smrti. Tím se archeologii otevírají zcela nové možnosti. Na rozdíl od dřívějška se už totiž nemusíme opírat pouze o teorie a interpretace, ale genetické rozbory nám s nebývalou přesností umožňují dokumentovat například migraci obyvatelstva. Analýza dávné DNA má pro archeologii obdobný význam jako jiná technologická revoluce, k níž došlo v padesátých letech minulého století – tehdy se zcela změnil způsob určování stáří archeologických nálezů díky vynálezu radiokarbonové metody. Konečně bylo možné spolehlivě datovat lidské ostatky, i když ne s přesností na rok.<sup>5</sup> Současná archeogenetika umožňuje číst dokonce i z koster-ních fragmentů a vyvozovat z nich souvislosti, o nichž neměli tušení ani ti, jimž zkoumané kosti patřily. Lidské ostatky,



Johannes Krause odebírá vzorek DNA z pažní kosti neandertálce z údolí Neandertal, podle něhož jsou tyto archaičtí lidé pojmenováni.



Největším nebezpečím při analýze DNA je kontaminace vzorku. Aby k ní nedocházelo, odebírají se vzorky kostí v ochranných oblecích a v hermeticky uzavřených místnostech.

z nichž mnohé spočívají v zemi i několik desítek tisíc let, se tak stávají cennými posly minulosti. Jsou v nich zaznamenány příběhy našich předků, o kterých pojednává tato kniha – o některých vůbec poprvé.

## **Mutace jako motor pokroku**

Mladá věda archeogenetika nám pomáhá najít nové odpovědi na jedny z nejstarších a nejzákladnějších otázek v historii lidstva: Co z nás dělá lidi? Odkud pocházíme? A jak jsme se stali tím, čím dnes jsme?

Za jednoho z nejdůležitějších průkopníků oboru platí Svante Pääbo, který od roku 1999 působí jako ředitel MPI-EVA v Lipsku. V roce 1984 tento vystudovaný lékař v rámci svého doktorského studia na Uppsalské univerzitě ve Švédsku extrahoval – víceméně tajně po nocích v laboratoři – DNA z jedné egyptské mumie. Tím zahájil svou zářnou kariéru. V roce 2003 mě profesor Pääbo přibral jako diplomanta na palubu svého výzkumného týmu. Když jsem o dva roky později hledal téma pro svou doktorskou práci, navrhl mi, abych s jeho týmem analyzoval genom neandertálců. Jeho návrh mi připadal naprosto šílený: při tehdejší úrovni technologií by takový projekt trval desítky let a museli bychom pro vědecké účely rozemlít mnoho kilogramů cenných kostí neandertálců. Ale já jsem profesoru Pääbovi a jeho schopnosti projekt realisticky posoudit důvěřoval, a na návrh jsem přistoupil. Rozhodnutí se ukázalo jako správné. Díky neskutečně rychlému technologickému vývoji sekvenování jsme projekt během tří let dokončili a znehodnotili přitom podstatně méně kostí, než jsme původně předpokládali.

Právě tehdy se ke mně dostal onen kousek prstu z Altaje. Takové kosti jsou svým způsobem něco jako datová média archeo-

genetiky, z nichž se dá vyvodit řada závěrů. Patřil pračlověk, na jehož kost se právě díváme, k našim přímým předkům, nebo jeho linie v průběhu času zanikla? Jak se jeho genom liší od našeho? Genomy pralidí se stávají jakousi šablonou, s níž porovnáváme naši dnešní DNA. My vědci se zaměřujeme na místa, kde se zkoumaná DNA se šablonou neshoduje. Na těchto pozicích se naše DNA změnila a zmutovala. Slovo „zmutovat“ sice v mnoha z nás evokuje nepříjemné konotace, mutace jsou však motorem celé evoluce a důvodem, proč se dnes na sebe lidé a šimpanzi v zoologických zahradách se zájmem dívají každý ze své strany plotu. Archeogenetika na mutace nahlíží jako na milníky v historii lidstva.

Než dočtete tuto kapitolu, dojde v milionech buněk vašeho těla k chemické změně DNA. Vaše DNA se totiž neustále poškozují, a je tedy zapotřebí, aby se všude v těle obnovovala. Když se při její obnově něco pokazí, označujeme to jako mutace. K mutacím dochází velmi často, což není vzhledem k vysoké frekvenci obnovy buněk nic překvapivého. Naše tělo mutace zpravidla okamžitě opraví, ale není tomu tak vždy. Vzniknou-li mutace v lidských zárodečných buňkách, tedy ve spermiích či vaječných buňkách, mohou být předány jako dědičná predispozice další generaci. Tělo disponuje mechanismy, jak tomu předejít – zárodečné buňky s mutacemi způsobujícími závažná onemocnění obvykle odumírají. V případě menších mutací k tomu ale dojít nemusí. Genetická změna se pak může přenést na další generaci.<sup>6</sup>

Genetické změny vedoucí k většímu počtu potomků se v populaci díky vyšší četnosti předávání šíří rychleji. Například skutečnost, že lidé mají řidší ochlupení než jejich vzdálený bratranec lidoop, je nejspíš výsledkem několika mutací – místo ochlupení se vyvinuly potní žlázy. S tímto novým termoregulačním systémem mohl řidce ochlupený pračlověk vytrvaleji běhat a efektivněji lovit i prchat před nebezpečím

a dožíval se díky tomu vyššího věku, což mu přineslo větší šanci se rozmnožit. Zato pralidé s dědičnými faktory způsobujícími hustší ochlupení zaostávali, až nakonec vymřeli. Většina mutací však nemá žádný konkrétní účel. Buď organismus neovlivní vůbec, nebo jej poškozuje a dojde k jejich negativní selekci, tedy k vyřazení. U vzácných výjimek, u nichž se změny ukážou jako užitečné pro přežití a reprodukci, dochází naopak k selekci pozitivní. Takové mutace se neustále šíří a ženou vývoj kupředu. Evoluce je tedy souhrou náhod průběžně testovaných v praxi.

## **Pozdrav od pračlověka**

Při pohledu do dědičného materiálu starých kostí jako by archeogenetik cestoval strojem času. Na základě DNA našich předků žijících před několika desítkami tisíc let můžeme zjistit, které mutace se od té doby u dnešních lidí prosadily a jaké charakteristiky se naopak vytratily. V takové poznatky jsme doufali, když jsme se pustili do analýzy oné prstní kůstky z Ruska.

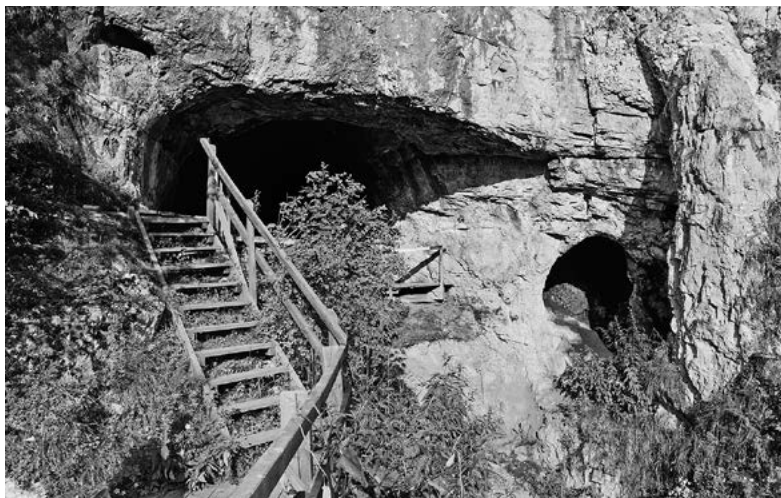
Jeden z nejrenomovanějších ruských archeologů Anatolij Děrevjanko našel tuto 70 000 let starou kůstku v Denisově jeskyni, nacházející se na Altaji v nadmořské výšce téměř 700 metrů. Pohoří Altaj se rozkládá více než 3 500 kilometrů východně od Moskvy na hranici Ruska s Čínou, Kazachstánem a Mongolskem, tedy v samém středu Asie. Denisova jeskyně platí za oblíbený výletní cíl, ale už léta je i cenným zdrojem pro vědce, kteří zde pravidelně nalézají kosterní pozůstatky a všemožné, lidskou rukou opracované předměty z doby kamenné. Vědci přitom těží z toho, že na Altaji panuje nesku-tečná sibérie – chlad totiž nálezy výborně konzervuje. Na začátku roku 2010 se Svante Pääbo za Děrevjankem do tohoto



regionu vydal a přizval několik kolegů včetně mě. Od té doby vím, že při dvaadvaceti stupních pod nulou se člověku na kůži mohou tvořit ledové krystalky.

V lipské laboratoři jsme na prstní kůstku z Altaje aplikovali jeden osvědčený a léty prověřený postup: do kosti jsme vyvrtali drobný otvor a získaný kostní prášek ponořili do speciální kapaliny, v níž se molekuly DNA z prášku rozpustí. V tomto případě byl počet pokusů značně omezený – podařilo se totiž extrahovat pouze deset miligramů kostního prášku, což odpovídá zhruba drobečku chleba. Předpokládali jsme, že máme co do činění s obyčejnou kostí moderního člověka, nebo možná s kostí neandertálce, sekvenační zařízení však najednou vychrtilo výsledky, s nimiž jsem si zpočátku nevěděl rady. DNA neodpovídala ani DNA moderního člověka, ani DNA neandertálce. Spěšně jsem svolal náš vědecký tým, abych mu záhadné výsledky představil. „Kde jsem udělal chybu?“ tázal jsem se. Společně jsme data znovu a znovu procházeli, nakonec jsme ale dospěli k závěru, že jsem se nemýlil. Když jsem později volal svému nadřízenému, požádal jsem ho, aby se na chvíli posadil. „Svante, myslím, že jsme našli formu *Homo erectus*.“ *Homo erectus* (člověk vzpřímený) je společným předkem moderních lidí a neandertálců a jeho DNA zatím nikdo neanalyzoval. Nabyl jsem tehdy přesvědčení, že budeme první, komu se to povede.

Co jsme z DNA oné prstní kůstky vyčetli? Od genomu moderních lidí se lišila ve dvojnásobném počtu pozic, než se liší DNA neandertálců od naší DNA. Což znamenalo, že evoluční cesty člověka z Denisovy jeskyně a neandertálce se vyvíjely samostatně po delší dobu než cesty neandertálce a moderního člověka. Naše tehdejší výpočty naznačovaly, že z formy *Homo erectus* se v Africe asi před milionem let vyvinuly dvě samostatné linie. Z jedné vznikli neandertálci a moderní lidé, druhá se v Asii rozvinula v denisovany. To vyvrátilo mnohá tvrzení,



Denisova jeskyně v pohoří Altaj na Sibiři, kde byla nalezena prstní kůstka denisovanské dívky. V této jeskyni žili také raní moderní lidé a neandertálci.

kteřá byla dosud považována za spolehlivá zjištění evolučního výzkumu – mimo jiné přesvědčení, že před 70 000 lety na planetě nežily kromě raných moderních lidí a neandertálců žádné jiné formy pralidí.

Naše převratná zjištění nás bohužel svedla na scesti, jenže to jsme tehdy ještě netušili. A tak jsme v našem prvním článku o denisovanech, publikovaném v březnu roku 2010 v časopise *Nature* (v pomyslném svatém grálu odborných časopisů), historii vyložili právě takto. Během vteřiny se k naší práci upnula pozornost celého světa. Dodnes si vybavuji, jak se v naší laboratoři pohybovalo několik televizních štábů současně. Po celý týden jsem nepřetržitě poskytoval telefonické rozhovory o objevu „denisovana“, jak jsme našeho prachlověka pokřtili. Jenže už po pár týdnech mi v hlavě začaly vrtat první pochybnosti o správnosti našich čerstvě zveřejněných dat. Nebo ještě pregnantněji řečeno o správnosti naší interpretace těchto dat.

## Napůl harampádí, napůl stavební plán

Mluvíme-li o lidských genech, a přitom máme na mysli genom, není to z vědeckého hlediska správné – pouze velmi malou část ze 3,3 miliardy bází našeho genomu tvoří geny. Jsou to jen asi dvě procenta kódující plány pro přibližně 30 bilionů buněk, stavebních prvků našeho těla.<sup>7</sup> Člověk má celkem jen asi 19 tisíc genů, což je překvapivě malý počet. Pro srovnání: měňavka (miniaturní jednobuněčný organismus) se skládá z 30 tisíc genů a borovice lesní disponuje více než 50 tisíci geny. Počet genů totiž není sám o sobě pro komplexitu živého organismu rozhodující. Zatímco u organismů s buněčným jádrem lze informace z genu kombinovat do různých stavebních prvků a gen nemusí nutně odpovídat pouze za jednu tělesnou funkci, u primitivnějších organismů, jako jsou například bakterie, se z jednoho genu tvoří obvykle pouze jeden stavební prvek a ten pak zpravidla plní pouze jeden úkol. Dalo by se také říci, že geny lidí, ale i většiny zvířat, tvoří takový maličký, ovšem precizně sehraný tým.

Podobně jako u přehnaně velkého pevného disku zůstává padesát procent lidského genomu zaplněno harampádím, tedy sekvencemi DNA, které neplní žádný pro nás patrný účel. Vedle genů hrají důležitou roli „molekulární přepínače“, tvořící asi deset procent extrémně komplexní struktury genomu. Tyto přepínače zajišťují, aby každá část těla produkovala ty správné bílkoviny (tedy aby například buňky v posledním článku prstu nepovažovaly samy sebe za buňky žaludku a neprodukovaly kyselinu) a jsou aktivovány a deaktivovány transkripčními faktory. Všechny lidské buňky totiž v zásadě obsahují tytéž informace, z nichž je nutné ty relevantní nejprve vyfiltrovat.

Archeogenetika považuje fenomén zbytečných složek genomu za velice cenný, protože jen díky nim mohou fungovat takzvané genetické hodiny. Vědci měří mutace v celém genomu a vyvozují z nich například to, kdy došlo k rozdělení dvou populací – čím dříve k němu došlo, tím více rozdílů se v DNA nahromadilo. Pokud

by se celý genom skládal z genů, nezáviselo by množství rozdílů, tedy mutací, na době, která uběhla od rozdělení, ale na odlišnostech okolního prostředí obou populací. Například Afričané mají v některých genech méně změn než potomci lidí, kteří z Afriky odešli. Geny migrantů se totiž musely přizpůsobit novým vnějším podmínkám, kdežto geny Afričanů nikoli, nebo alespoň ne v takové míře. Přesto se v genomech dnešních Afričanů (nepočítáme-li ona dvě procenta, která jsou tvořena geny) nachází přibližně tolik mutací jako u kteréhokoli jiného člověka na této planetě. Ve velkém „harampádí“ genomu totiž existují stejně jako v genech mutace, ale neprobíhá v nich téměř žádná pozitivní ani negativní selekce. Od našeho posledního společného předka se v každém z nás nahromadily mutace stejnou měrou. Genetické hodiny tedy stále tikají – bez ohledu na to, jak rozdílně se vyvinuly samotné geny dvou porovnávaných populací.

## Matka všech genů

Pochybnosti o naší interpretaci denisovanské DNA byly, jak už dnes víme, oprávněné. Způsob, jakým se nám později podařilo odhalit skutečnou, neméně překvapivou historii denisovanské DNA, představuje zářný příklad toho, jak rychle se archeogenetika v posledních letech vyvíjela – a jak přitom docházelo k vyvracení teorií, které byly po desítky let považovány za nesporné. Ukázalo se totiž, že právě díky naší chybné interpretaci dat z Altaje jsme byli schopni odhalit jeden ještě větší omyl výzkumu prehistorické antropogeneze. DNA asijských denisovanů nám poskytla – nepřímou, ale nezpochybnitelně – zcela nový pohled na to, jak moderní lidé osidlovali Evropu. A dozvěděli jsme se, že se zde moderní člověk už před stovkami tisíc let setkal s neandertálci. A pářil se s nimi.

Při rekonstrukci rodokmenu zkoumané denisovanské dívky jsme pro první publikovaný článek použili DNA mitochondrií,

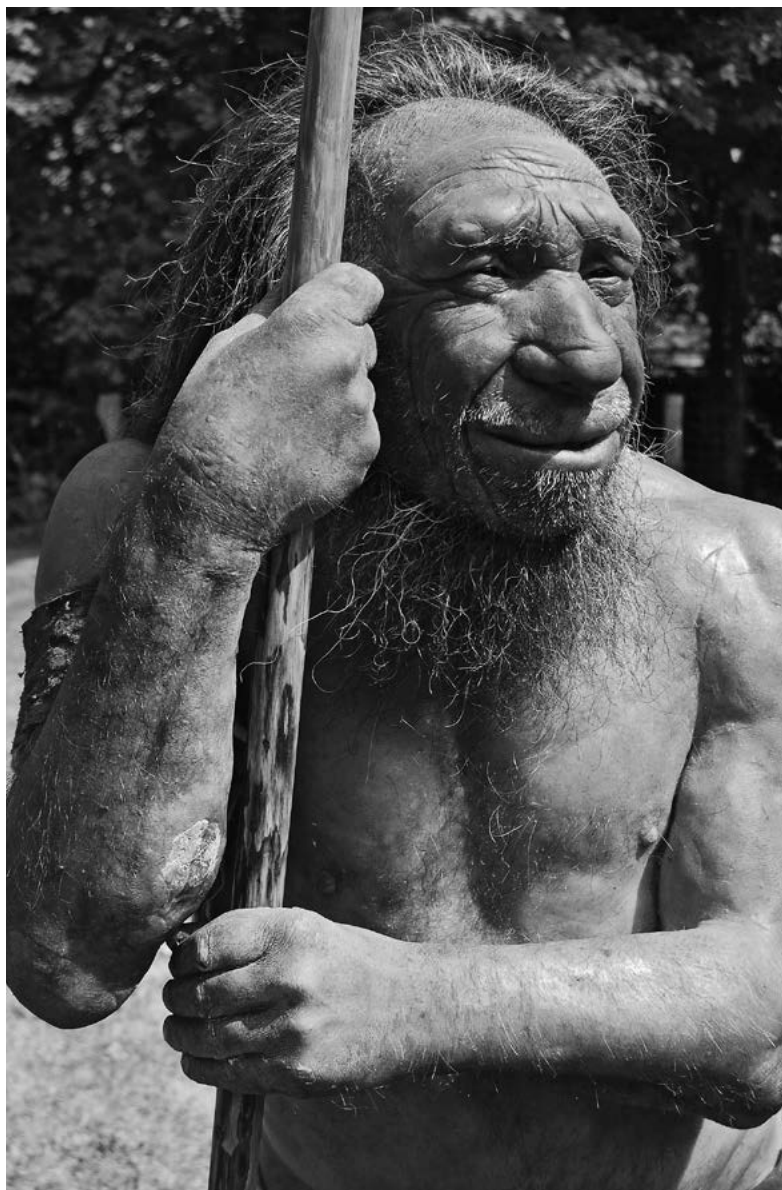
jimž se někdy přezdívá „buněčné elektrárny“. Mitochondriální DNA, neboli zkráceně mtDNA, představuje jen nepatrný zlomek našeho genomu. Zatímco dnes se považuje za standard sekvenování mnohem rozsáhlejší a relevantnější jaderné DNA, před rokem 2010 se z důvodu časové a finanční úspory využívala většinou právě mtDNA.<sup>8</sup> Ta sice neposkytuje příliš podrobné výsledky, pro vytváření rodokmenů je ale velmi užitečná. Zaprvé proto, že všichni lidé dědí mtDNA výhradně od svých matek, zadruhé proto, že v průměru vždy jednou za 3 000 let dojde celkem spolehlivě k mutaci mtDNA, která se přenáší na další generaci – v období o délce 3 000 let se tedy v ženské linii dědí identická mtDNA. Porovnáme-li mtDNA dvou jedinců, můžeme vypočítat, kdy žil jejich poslední společný prapředek ženského pohlaví – tomu se říká „genetické hodiny“. mtDNA dnešních lidí sahá k jedinému ženskému prapředkovi, k tzv. „pramatce“. Tato pramatka žila asi před 160 000 lety a genetika jí přezdívá „mitochondriální Eva“. Existuje také její mužský protipól, „Adam chromozomu Y“, k němuž lze zpětně vysledovat chromozomy Y předávané z otce na syna. Ovšem Adam žil téměř 200 000 let před Evou, takže ti dva rozhodně netvořili pár.<sup>9</sup>

Že jsme pro první publikaci o denisovanech nechtěli čekat na sekvenování jaderné DNA, mělo jeden prostý důvod: Anatolij Děrevjanko zaslal odštěpek prstní kůstky ještě do jedné laboratoře a my jsme se báli, že by nás kolegové mohli se zveřejněním výsledků předběhnout. Za běžných okolností takové uspíšení ničemu nevadí, jelikož genetické hodiny lze vyčíst jak z mtDNA, tak z jaderné DNA.<sup>10</sup> Jaderná DNA sice poznatky získané z mtDNA výrazně prohlubuje, ale zpravidla s nimi není v rozporu. V případě denisovanské dívky si však vzájemně odporovaly: z jaderné DNA totiž vzešel úplně jiný rodokmen. Podle něj nejsou denisované svébytnou větví společného předka moderních lidí a neandertálců, tedy *Homo*

*erectus*, ale oddělili se mnohem později od linie neandertálců. Nová data tedy ukázala, že se nejprve oddělila linie předků dnešních lidí a původní linie se později rozdělila na neandertálce a denisovany. Předkové moderního člověka migrovali do Evropy, druhá forma do Asie. Takové závěry se tomu, co víme dnes, už docela přibližovaly. Jedna podstatná korekce však ještě chyběla, na tu jsme si ale museli dalších šest let počkat.

Do nesouladu mezi mtDNA a jadernou DNA vnesl jasno až nález pračlověka v severošpanělské archeologické lokalitě Sima de los Huesos (doslova „jáma s kostmi“). Pracovní skupina vedená Svantem Pääbem tam v roce 2016 prováděla genetický průzkum. Zkoumané kosterní pozůstatky byly staré přibližně 420 000 let a na základě jejich jaderné DNA se daly přiřadit k neandertálci. A právě toto zjištění bylo zlatým hřebem celého výzkumu – do té doby se totiž předpokládalo, že ve zmíněné době se v Evropě ještě žádní neandertálci nevyskytovali. U všech doposud zkoumaných kosterních pozůstatků neandertálců bylo na základě mtDNA vypočteno, že se tento dávný hominin od našich předků v Africe oddělil nanejvýš před 400 000 lety. Španělský nález však svědčil o mnohem dřívější migraci a poukázal tím na nedostatky starších výpočtů – zkrátka to nesesedělo. V publikaci shrnující výsledky výzkumu Pääbova týmu navíc stálo, že se mtDNA španělského neandertálce neshoduje s DNA, kterou známe od jiných, mnohem pozdějších neandertálců. Zato se však podobala DNA denisovanské dívky. A díky tomu jsme získali klíčové vodítko.

Najednou bylo jasné, že omyl v první publikaci o denisovanech vznikl tím, že jsme jako referenci použili mtDNA pozdějších neandertálců, která však už evidentně neodpovídala mtDNA raných neandertálců. Mladší jedinci žijící později než onen španělský neandertálec do svého genomu zjevně začlenili jinou mtDNA – a sice mtDNA raného moderního člověka, nebo lépe řečeno rané moderní ženy. Nějaký neandertálec



Rekonstrukce neandertálce v Neanderthal Museum v německém městě Mettmann. Většina dnešních lidí v sobě nese geny tohoto pračlověka, byť jen asi ze dvou procent.

se s touto ženou v Evropě, či na Středním východě spáčil, a vzniklá mtDNA tak naznačovala užší vztah mezi pozdějšími neandertálci a moderními lidmi.

Denisované v Asii přitom zůstali uzavřenou skupinou (minimálně v době, kdy žila naše denisovanská dívka, nevykazují žádné genetické stopy míšení) a ve své mitochondriální i jaderné DNA zakonzervovali relativně blízkou příbuznost s ranými neandertálci. Data z mtDNA a z jaderné DNA novým poznatkům dokonale odpovídala. Na dosavadní časové ose jsme ještě potřebovali poněkud poupravit dobu, kdy došlo v lidském rodokmenu k rozvětvení. Nové poznatky napovídaly tomu, že se od sebe neandertálci a denisované oddělili nejspíš před 500 000 lety, a nikoli, jak se původně předpokládalo, před 300 000 lety. K odštěpení společné linie neandertálců a denisovanů od moderních lidí pak muselo dojít přibližně před 600 000 lety, a nikoli před doposud uváděnými 450 000 lety.

Objev, že v sobě denisované nesli mtDNA raných neandertálců a že se pozdější neandertálci sblížili s moderními lidmi, na mě udělal dojem nejen jako na vědce, ale dotkl se mě i osobně. Jeden z důvodů, proč jsem se tak nadchl pro pralidi, souvisí s historií mého rodného městečka Leinefelde v durynském okrese Eichsfeld. Jen pár ulic od domu mých rodičů se totiž narodil Johann Carl Fuhlrott, objevitel neandertálců. V mládí jsem k Fuhlrottovi vzhlížel. Tehdy mě ani ve snu nenapadlo, že k jeho dílu budu moct jednou něčím přispět.

## **Divoké období už jsme překonali**

Objev denisovanů a nová zjištění týkající se neandertálců svědčí o tom, jak rychle se archeogenetika v poslední době vyvíjela a zřejmě se bude vyvíjet i nadále. Tento vědecký obor byl ještě nedávno v plenkách a dnes už lze říct, že právě překonal



nejhorší pubertální léta. Mladá vědecká disciplína si totiž prošla i divokou fází, kdy se z někdy až iracionálního vědeckého nadšení publikovaly nehorázné studie. U mnohých genetiků právě takové studie ještě několik let zpátky vzbuzovaly pochybnosti o tom, zda bude vůbec kdy možné prastarou DNA spolehlivě analyzovat. Obrovská euforie, která skeptiky o to víc utvrdila v jejich postoji, souvisela i s jedním z největších filmových úspěchů Stevena Spielberga – s filmem *Jurský park*.

Na analýzu DNA se dá využít jen málokterá kost, její DNA musí být dobře zachovaná. K odvěkým protivníkům DNA patří světelné záření, teplo a vlhkost, za úhlavního nepřítel ovšem považujeme čas. Čím déle kost trouchníví, tím více se snižuje pravděpodobnost, že se v ní najde použitelná DNA. Nějaká DNA se však dá vypátrat vždycky. Bývá to DNA bakterií, které povalující se kost osídlily, DNA archeologů, kteří ji vykopali, a DNA každého, kdo se k ní kdy přiblížil, třeba v muzeu. DNA se totiž rozptyluje stejně efektivně jako písek v domku na pláži: totiž nepřetržitě a do každíčkého koutu. Tak například DNA, kterou Svante Pääbo v osmdesátých letech odebral ze své mumie, nepocházela z Egypta, nýbrž (a dnes už to můžeme prohlásit takřka s jistotou) ze Švédska, totiž od něj samého.

Přes to všechno vypukl v 90. letech v sekvenování DNA doslova boom. Téma přitahovalo pozornost veřejnosti a působilo velice slibně – přinejmenším od té doby, kdy velká část veřejnosti uvěřila tomu, že ze starých komárů zakonzervovaných v jantaru lze přivést k životu dinosaury. Tak to totiž líčí Spielbergův *Jurský park*. Četné analýzy tehdy sekvenované DNA považujeme z dnešního pohledu jen za mrhání papírem. Většinou se totiž jednalo o kontaminované fosilie, a dokonce ani u vzorků odebíraných s největší pečlivostí se nedalo s jistotou vyloučit, že nejsou kontaminované DNA bakterií a výzkumníků. Na konci 80. let 20. století už sice existovala

vědecká kritéria pro stanovení pravosti staré DNA, řada badatelů je ale vůbec nebrala v potaz.

Technická revoluce v sekvenačních zařízeních krátce po přelomu tisíciletí umožnila zpracovávat výrazně vyšší objem dat, díky čemuž se daly kontaminace snáze vyloučit. V roce 2009 jsem měl v ústavu MPI-EVA na starosti studii, díky níž jsme dosáhli dalšího průlomu. Poprvé se nám podařilo analyzovat kompletní mtDNA člověka z doby ledové, pocházejícího ze západního Ruska. Nejdůležitějším přínosem této práce byla z dnešního pohledu její metodologická část: vyvinuli jsme postup, jak analyzovat poškození lidské DNA. Naše metoda dnes v archeogenetice patří k oborovým standardům. Kontrolují se při ní specifické znaky poškození DNA, které se spolehlivě projevují, jelikož DNA se v průběhu času rovnoměrně rozpadá – čím pokročilejší rozpad, tím je daná DNA starší. Z toho lze pro starou DNA odvodit jakousi hladinu čistoty: Pokud v ní nějaké znaky poškození poukazují na to, že se jedná o mladou DNA, považujeme vzorek za kontaminovaný a už by na něj neměl být brán zřetel. V případě ruského muže z doby ledové jsme poprvé spolehlivě prokázali, že jeho DNA kontaminována nebyla.

## **Bájná pověst o pranároděch**

Dozvuky škod napáchaných pseudovědeckými publikacemi posledních let nás dohánějí dodnes. Archeogenetikům vstávají hrůzou vlasy na hlavě, když vidí, kolik mylných představ o genetické dědičnosti mezi běžnou populací koluje a jak protřele jsou komercializované. Existují například firmy, které svým zákazníkům zajímajícím se o genealogický výzkum nakukávají, že mohou jejich předky přiřadit k určitým „pranárodům“. Jeden z takových komerčních poskytovatelů prý objevil dokonce Napoleonův gen.

Takové genetické testy vyjdou pořádně draho, někdy se za ně účtují částky až ve statisících korun. Neodhalí však bohužel vůbec nic. Poskytovatelé pro své testy porovnávají mtDNA a Y chromozomy svých zákazníků s DNA lidí z minulosti. Zákazníci přitom lákají například chytlavou nálepkou „DNA Keltů“. Shoduje-li se zákazníkova mtDNA se vzorky DNA z keltských hrobek, vyvozuje se z toho závěr o přímé příbuzenské linii. Jenže mtDNA Keltů se dá najít i v době kamenné a bronzové nebo ve středověké Evropě, a přitom v té době žádná keltská kultura neexistovala. mtDNA se navíc k prokazování blízkých příbuzenských vztahů k někomu jinému absolutně nehodí. Jedná se zkrátka jen o genetickou informaci jedné jediné ženy, prapředkyně milionů lidí. Představy o keltských pranárodech tedy můžeme s klidným srdcem považovat jen za bájně pověsti. Ani ten, kdo by se rád pyšnil příbuzenským vztahem s Napoleonem, v nabízených testech nic nezjistí. Napoleono-va mtDNA v sobě měl totiž nejen Napoleon a jeho matka, ale pravděpodobně i tisíce jeho současníků.

Radost ze slavných předků si však můžete dopřát zcela zdarma. Karla Velikého, který před více než tisíci lety zplodil minimálně čtrnáct dětí, lze nejspíš považovat za praotce většiny Evropanů. Je to čistá matematika. Z ní totiž vyplývá, že každý dnešní Evropan měl před tisíci lety mnohem více předků, než kolik v té době žilo lidí. A také obráceně, téměř všechny linie tehdejších lidí, které sahají až do současnosti, vedou ke každému Evropanovi. Pravděpodobnost, že mezi nimi najdeme alespoň jedno dítě Karla Velikého, se rovná takřka jistotě.<sup>12</sup> S klidným svědomím tedy můžeme prohlásit, že všichni Evropané měli někdy v průběhu uplynulého tisíciletí společné předky. Zároveň se v každé generaci sníží DNA sdílená s předkem na polovinu. S vysokou pravděpodobností se tedy genom předka z doby před deseti generacemi již v současném genomu nedá vypátrat.

Existují samozřejmě i serióznější poskytovatelé, kteří procházejí celý jaderný genom a poskytují fundovanější výsledky o genetickém původu. Genetické rysy se v tomto případě přiřazují jednotlivým regionům. Jejich metodologie vychází z jednoduchého principu: čím blíže u sebe lidé žijí, tím jsou si navzájem příbuznější, jelikož od jejich posledního společného předka uplynulo méně času. Genetická vzdálenost mezi Brity a Řeky odpovídá vzdálenosti mezi Španěly a Balty a někde mezi nimi se nacházejí Středoevropané. Vyneseme-li genetickou vzdálenost mezi Evropany na osu X a Y, je patrná takřka stoprocentní přímá úměra souřadnic se vzdálenostmi na mapě Evropy.

S „pranárody“ to všechno nemá vůbec nic společného. Pokud se podíváme například na stěhování národů, které představuje stěžejní pojem všeobecně rozšířeného chápání „pranárodů“, najdeme v této době mezi Evropany velkou genetickou výměnu, ale žádný zásadní genetický drift. Pro poslední velkou migraci, která měřitelně pozměnila DNA všech Evropanů, se musíme vrátit o 5 000 let nazpět. Z východoevropské stepní oblasti tehdy přišli do Evropy lidé, jejichž DNA dodnes tvoří jednu ze tří dominantních genetických složek na evropském kontinentu. Další složka pochází od raných lovců a sběračů a třetí od zemědělců, kteří sem přišli z Anatólie. Genetický podíl těchto tří „prapopulací“ (pouze zde je tento termín na místě) lze u každého člověka s evropskými kořeny kvantifikovat analýzou DNA. Mnoho firem v dnešní době nabízí i takové testy. Každý musí rozhodnout sám za sebe, zda tuto nabídku využije.

Je bezesporu zajímavé vědět, zda má člověk geneticky blíže k lovcům a sběračům, raným zemědělcům, nebo lidem ze stepních oblastí. Většina komerčních poskytovatelů si však výsledky svých nákladných genetických analýz cucá z prstu. Různé komponenty totiž sice něco málo vypovídají o genetickém původu, ale neříkají nic o genetických predispozicích. Dokonce i lidé, kteří jsou si na celém světě geneticky nejvzdálenější, sdílejí

z 99,8 procenta identickou DNA. Od neandertálců se my lidé lišíme jen necelým půl procentem našeho genomu. Mluvíme-li tedy o genetických driftech, máme vždy na mysli změny jen v nepatrné části DNA. Geograficky a zároveň geneticky blízké populace, jako například Francouze a Portugalce, lze proto od sebe odlišit pouze pomocí vysoce výkonného sekvenování.

Skutečnost, že genetické základy Evropanů byly položeny zhruba před 4 500 lety, však neznamená, že by archeogenetika neměla k výzkumu pozdější doby čím přispět. Tato vědecká disciplína se stále nachází ve svých začátcích. Komplexní výzkum se dosud zaměřoval jen na prehistorii. V dalším kroku archeogenetika zacílí nejspíš na Sumery, Egypťany, Řeky a Římany. Důvod, proč byl o ně dosud spíš menší zájem, spočívá ve skutečnosti, že z tohoto období máme k dispozici pozoruhodné písemné prameny a známe četné historické detaily, včetně jídelníčku římských císařů. Většina archeogenetiků proto upřednostňuje epochy, pro něž neexistují žádné písemné záznamy.

Analýza DNA může poskytnout nové poznatky i o migračních tocích při stěhování národů, půjde zde však spíše o genetické stopové prvky. V šestém století našeho letopočtu již totiž migranti přicházející do Evropy nedokázali zanechat větší genetické otisky. Žilo zde zkrátka příliš mnoho lidí na to, aby skupiny čítající třeba i desetitisíce migrantů způsobily v místní populaci výraznější genetické změny. To samozřejmě nevypovídá vůbec nic o sociálních, politických a kulturních dopadech migrace.

## **Putování moru a cholery**

Vedle analýzy DNA dávno zesnulých přitahuje v posledních letech velkou pozornost ještě jedna archeogenetická disciplína, a sice analýza prastaré DNA choroboplodných zárodků.

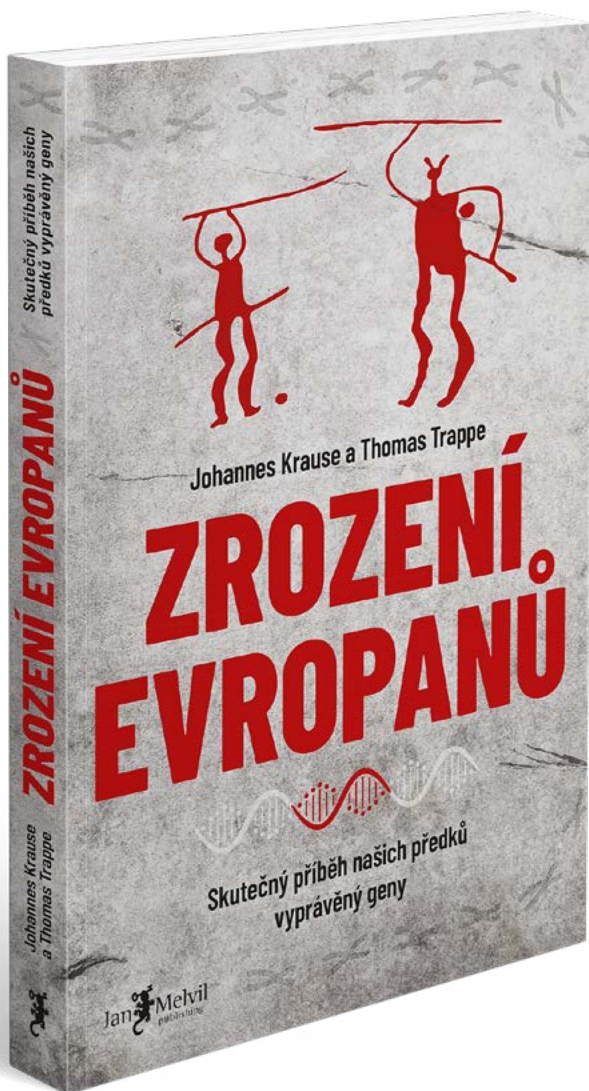
Migrace lidí a kontakt mezi populacemi udělaly z moderního člověka to, čím dnes je – díky těmto jevům dokázal vybudovat vysoce rozvinutou a globalizovanou civilizaci. Za tuto mobilitu však lidstvo draze zaplatilo, přinesla totiž infekční choroby. Na bakteriální a virová onemocnění zemřelo v průběhu předchozích tisíciletí mnoho milionů lidí, čemuž napomohly dva vzájemně související megatrendy: k šíření patogenů mezi lidmi a k vysoké úmrtnosti přispěla nejen stále se zvyšující hustota osídlení, ale také se začaly projevovat kontakty mezi populacemi, jejichž intenzita se zvyšovala především díky obchodu. Právě obchodní styky s největší pravděpodobností zapříčinily expanzi patogenů do nových částí světa.

Tento trend pokračoval až do moderní doby, kdy domorodé Američany po příchodu Evropanů hromadně kosily neštovice a spalničky a Evropané si domů na oplátku nejspíš přivezli syfilis, která našemu kontinentu působila velké utrpení až do dvacátého století a vyžádala si množství obětí. Když před pár lety propukla v západní Africe ebola, panovaly po celém světě obavy, že by se nemoc mohla rozšířit i do jiných končin. V roce 2020 se po rozšíření covidu-19 do celého světa stala hrozba globální pandemie realitou.

V posledních letech přibývá důkazů, že dávné migrační vlny šly ruku v ruce s infekčními chorobami. Už nejméně před 5 200 lety se například vyskytoval na jihu dnešního Ruska patogen moru. Z této oblasti později hromadně přicházeli lidé do střední Evropy, kde došlo zhruba ve stejné době k prudkému poklesu dosavadní populace. Je možné, že onen nedávno zavlečený patogen tyto lidi pozabíjel a jejich místo pak zaujali ti, kteří se mu už dávno přizpůsobili? Mnohé nasvědčuje tomu, že se nejedná o nepravděpodobný scénář.

Od doby, kdy bylo zhruba před třemi tisíci lety genetické putování Evropanů z podstatné části dokončeno, neponechaly patogeny Evropu až do minulého století v klidu. Pochopení

evoluce těchto zákeřných breberek bude velkou výzvou, které se musejí archeogenetika a medicína v budoucnu společně chopit. Byť je člověk snad nejúspěšnějším a nejmobilnějším biologickým druhem v historii Země, bakterie a viry jsou mu po tisíce let svým genetickým vývojem v patách. Tomu, co zatím o zápolení těchto dvou protivníků víme a co tyto poznatky vypovídají o našich možnostech proti patogenům obstat, se v této knize budeme rovněž podrobně věnovat.



Kupte si papírovou nebo elektronickou verzi knihy za skvělou cenu na [www.melvil.cz](http://www.melvil.cz)