

Marti
Džobson

BITI ČOVEK

**Kako nauka objašnjava zbog čega se ponašamo,
mislimo i osećamo onako kako to činimo**

Prevela
Dušica Milojković

 Laguna 

Naslov originala

Marty Jopson

THE SCIENCE OF BEING HUMAN

Copyright © Marty Jopson 2019

Illustrations © Emma McGowan 2019

First published in Great Britain in 2019 by

Michael O'Mara Books Limited

Translation copyright © 2020 za srpsko izdanje, LAGUNA



Kupovinom knjige sa FSC oznakom pomažete razvoj projekta
odgovornog korišćenja šumskih resursa širom sveta.

NC-COC-016937, NC-CW-016937, FSC-C007782

© 1996 Forest Stewardship Council A.C.

*Mome ocu
koji me je vodio u muzeje*

SADRŽAJ

UVOD.	9
---------------	---

ŠTA MISLITE, KO STE ZAPRAVO VI?

Ime vrste	11
Rod od samo jednog člana	16
Kad je čovek sreo neandertalca.	21
Čovek ne prestaje da evoluira.	26
Atlas ljudskog tela	32

NEKE NEPRIJATNE BIOLOŠKE ISTINE

Jeste li već pripitomljeni.	40
Složenost boja	45
Brzina smrti.	51
Razlika između uglavnom mrtvog i sasvim mrtvog . . .	57
Ako treba da se usredsredite, stisnite petlju.	62

BITI ČOVEK VIRTUELNO

Sablasna dolina i ono što je skoro ljudsko.	70
---	----

Kako jezik čini da se svet okreće	74
Virtuelno loše ponašanje	80
Kako dovesti u red svoj odnos prema internetu	87

ČUDNE OSOBINE LJUDSKOG BIĆA

Osećaj za mesto	96
Bakterije vas čine čovekom	102
Demencija i vaši zubi	110
Vežbanje boli	116
Muka s velikim brojevima.	124
Dlakave zveri	129

KAKO PREVARITI ČOVEKA

Dodavanje dimenzije	135
Umetnost laganja	143
Moć ničega	151
Kako prevariti usta.	160

OPSTANAK U MASI

Tri je već gomila	164
Enigma tajmera za kuvanje jaja.	167
Hodanje ukorak i Milenijumski most	171
Red u kome stojite uvek će biti sporiji	176
Najbolji način ukrcavanja na avion	181
Čuvajte se fantomskog zastoja u saobraćaju	187

IZJAVE ZAHVALNOSTI	195
------------------------------	-----

UVOD

Svi imamo mnogo zajedničkog. Ako ste ljubitelj začinjene hrane, društvenih igara, dugih šetnji u prirodi i romana i priča strave i užasa s početka XX veka, meni i vama je zajedničko nešto konkretno. Jedna od malobrojnih izvesnih stvari je, međutim, da nam je svima zajedničko to što smo ljudi. Ali šta zapravo znači biti čovek, i šta o tome kaže nauka?

Da bih odgovorio, odabrao sam eklektički pristup i zavrrio sam u neke naučne grane koje možda ne biste očekivali. Naišao sam na zanimljive činjenice i na popriličnu količinu matematike.

Pokušao sam da iz različitih uglova sagledam šta znači biti čovek, počevši od toga odakle dolazimo, a kao i u mojim ranijim knjigama, cilj mi je bio da pratim najnovija naučna istraživanja. To se pokazalo kao izazov, pošto živimo u zlatnom dobu novih otkrića o našoj davnoj evolutivnoj prošlosti i o neobičnim činjenicama povezanim s tim što smo ljudi. Uticaj bakterija na naš život i načini na koji mogu čak i da nam promene ponašanje trenutno su teme koja zaokupljaju naučnike.

Želeo sam da istražim i ulogu i mesto ljudi u savremenim društvima. Jasno je da naš svet više ne liči na onaj u kome su se razvili naši preci, ali i dalje uspevamo da se u njemu snađemo. U nekoliko delova ove knjige pojavljuje se i digitalni prostor, i tu ćemo razmotriti kako *Homo sapiens*, koji je evoluirao kao deo zajednice lovaca-sakupljača, izlazi na kraj s okolnošću da je tokom celog dana priključen na internet. Interakcije između tehnologije i naših tela nisu uvek tako jednostavno kao što se čini, uprkos onome što nam govore reklame.

Naposletku, ova knjiga baca pogled i u jednu oblast koju popularna nauka usredsređena na to šta znači biti čovek često previđa. Da parafraziram, niko od nas nije ostrvo i svi živimo okruženi drugim ljudima. Imajući u vidu da broj stanovnika u svetu raste, deo smo sve brojnijih grupa. Način na koji ljudi stupaju u interakciju u takvim grupama krši sve zakone fizike za koje smo pretpostavljali da će važiti. Da bi se objasnilo šta se događa kada se ljudi okupe u velikom broju, morala su da budu izmišljena nova pravila i nove paradigme.

To me dovodi do jedne velike pouke koju вреди zapamtiti, a koja mi je bila zaista dragocena tokom pisanja ove knjige. Biologija je neuredna. Fizičari, inženjeri, a u izvesnoj meri i hemičari, proučavaju svet uz pomoć jednačina i matematičkih izvesnosti. Biološki sistemi, a šire gledano i ljudska bića, veličanstveno su, nepotrebno i neobjašnjivo složeni i nepredvidljivi. Zbog toga smatram da su neke naučne teme neodoljive, mnogo više od drugih, a moj um najviše fascinira nauka koja pokušava da objasni šta znači biti čovek.

ŠTA MISLITE, KO STE ZAPRAVO VI?



Ime vrste

Ja sam pripadnik vrste *Homo sapiens*. Nadam se da ta tvrdnja nije previše kontroverzna. Štaviše, pretpostavljam da ste i vi pripadnik vrste *Homo sapiens*. To je naučni način da se kaže da smo i vi i ja deo ljudske vrste. Ali šta to stvarno znači? Čini se da je jasno da smo svi ljudi. Pa ipak, kad jednom počnete da preispitujete ovu tvrdnju, ona postaje malo manje sigurna.

Dve reči, *Homo sapiens*, čine samo poslednji deo sistema biološke taksonomije koja naučniku omogućava da precizno odredi o kom tipu životinje, ptice, gmizavca ili biljke se govori. Sistem je 1735. izmislio jedan od velikih naučnika XVIII veka, švedski prirodnjak Karl fon Line. Fon Lineova dela bila su napisana na latinskom jeziku, pa zbog toga biologija u nazivima i dalje koristi taj jezik. Njegov sistem počinje kraljevstvom živog sveta. Možda mislite da je to lako, ali na nesreću, sve je u Fon Lineovom sistemu klasifikacije prolazilo i još uvek prolazi kroz periodične promene. Započeli smo 1735, sa samo dva carstva živog sveta: životinjama i biljkama. Broj je otada narastao, pa se smanjio, ponovo narastao,

smanjio se, a trenutno se zaustavio na sedam priznatih carstava živog sveta. Da počnemo od onih baš majušnih: imamo carstvo bakterija i carstvo arheja, koje su poseban i primitivni oblik bakterija. Sledeće je carstvo protozoa, koje čine sva jednoćelijska bića poput ameba, veća i složenija od bakterija. Kraljevstvo gljiva je prilično jednostavno, mada daleko veće nego što možete da zamislite, a biljke se sada dele na carstvo hromista, gde ćete naći alge i morske trave, i carstvo pravih biljaka, u kome se nalaze drveće, trava, i slično. Naposletku, tu je i naše mesto, u životinjskom carstvu. Posle carstva životinja (animalia) dolazimo u razdeo kičmenjaka (chordata) čiji svi pripadnici imaju neku vrstu kičme i kičmene moždine. U klasi smo sisara (mammalia), a zatim sledi red primata, što ne treba ni objašnjavati. Posle toga, naša taksonomijska porodica je hominidae, ili veliki majmuni, u koju spadaju samo orangutani, gorile, šimpanze, bonobo majmuni ili patuljaste šimpanze i mi, ljudi. Na kraju, stižemo do poslednja dva elementa naše klasifikacije, našeg roda *Homo* i vrste *sapiens*. Da bi se isticali u tekstu, uvek se piše kurzivom, a rod i velikim slovom, a ponekad i kao skraćenica. Rod je grupa različitih vrsta koje su u vrlo bliskom srodstvu. Recimo, *Panthera leo* je lav, a *Panthera tigris* je tigar. Ovaj sistem, koji se naziva duplim dnom, dopušta naučnicima da budu precizni, a da ipak obezbede više informacija. Ni ne znajući ništa o *Panthera onca*, odmah biste pretpostavili da je to verovatno neka vrsta velike mačke (radi se o jaguaru iz Južne i Centralne Amerike). Na sličan način, ako vam kažem da je domaća mačka *Felis catus*, možete da vidite da nije u previše bliskom srodstvu s jaguarom i lavom.

Šta sve to praktično znači? Naš rod *Homo* trenutno sadrži samo jednu vrstu, a to smo mi. U prošlosti je u rodu *Homo* bilo više vrsta – svakako još šest, a možda i još devet povrh

toga, ali sve one su sada izumrle. Šta je to vrsta i kako među njima povlačimo granicu? Ispostavlja se da je taj problem mnogo nezgodniji nego što možda zamišljate. Kada je Fon Line došao na ideju da ovu klasifikaciju napravi, to je prvenstveno bila svojevrsna pomoć u identifikaciji različitih tipova biljaka kada se negde u prirodi bavite botanikom. Osnovni koncept bio je da razmnožavanje govori istinu o vrsti. Drugim rečima, ako je potomstvo nekog organizma isto kao i roditelj, oni se time kvalifikuju da budu vrsta. Čak i pri ovoj jednostavnoj definiciji naučnici su se sporili s Fon Lineom ali i međusobno oko toga kako prepoznati vrstu. Jedna od važnih implikacija toga jeste ideja da su vrste fiksne i nepromenljive.

A onda je došao Čarls Darwin, sa svim onim svojim idejama o evoluciji. Darvinu nikako nije davala mira priroda vrsta, pa se s tim pitanjem bori i u svom ključnom delu *O poreklu vrsta* (1859). U toj knjizi napisao je da je „veoma zapanjen koliko je potpuno nejasno i proizvoljno razlikovanje između vrsta i varijeteta“. Osnova za utvrđivanje vrsta menjala se dok se nije došlo do razumevanja da bi dva pripadnika iste vrste i odgovarajućeg pola trebalo da budu u stanju da se pare i stvore potomstvo koje bi i samo moglo da se razmnožava i nastavi vrstu. Ali čak i Darwin je smatrao da je to problematično. Prema ovoj teoriji, vrste bi evoluirale tokom velikog vremenskog perioda, stvarajući pritom nove vrste. U bilo kom trenutku, nove vrste na putu evolucije verovatno bi i dalje veoma mnogo ličile na stare. Ali kada bi postale zasebne vrste?

Stvari su se još više zakomplikovale 1942, s radom Ernesta Majera, jednog od vodećih evolucionih biologa XX veka. On je izneo ideju biološkog koncepta vrsta i usredsredio se ne samo na mogućnost razmnožavanja, već i na

geografsku izolaciju. Otada se pojavilo nekoliko desetina različitih koncepata bioloških vrsta. Svaki od njih ima svoje naučne pristalice, a cela stvar deluje još nejasnije nego kada je o njoj razmišljao Fon Line.

Izgleda da se biologija opire svakoj definiciji. Uzmimo samo ovaj primer: Morske ptice roda *Larus*, galebovi, rasprostranjene su u celom svetu i zastupljene s više od dvadeset različitih vrsta. Godine 1925. američki ornitolog Džonatan Dvajt ustanovio je da se nešto čudno dešava s galebovima roda *Larus* koji se mogu naći svuda duž polarnog kruga. Da vas pošteditim prevelike količine bioloških imena, držaću se običnih imena ptica koje je Dvajt proučavao. Treba primetiti da je svaka od ovih vrsta, mada je bila od istog roda, *Larus*, izgledala bitno drugačije. Galeb iz roda *Larus* koji je meni najpoznatiji ovde, u Velikoj Britaniji, jeste srebrnasti galeb, za koga se ispostavlja da može da se pari i da izleže hibridne, nesterilne ptice sa svojim zapadnim susedom iz severne Amerike, američkim srebrnastim galebom. Sa svoje strane, američki srebrnasti galeb pari se s istočnosibirskim srebrnim galebom, koji se pari sa sibirskim ili Hojglenovim galebom, koji se opet pari s manjim, sibirskim mrkim galebom. Ovaj poslednji tip galeba živi na severnim geografskim širinama skandinavskih zemalja i njegova se teritorija dodiruje s istočnim rubom teritorije prvog galeba kojeg sam spomenuo, srebrnastog galeba u Velikoj Britaniji. Tu je, međutim, kraj lanca, jer sibirski mrki galeb ne može da se pari s evropskim srebrnastim galebom. Ovaj prsten vrsta koje mogu međusobno da se pare i daju plodno potomstvo prekida se negde u Norveškoj i na severnim morima. Ta specifičnost poznata je kao prstenaste vrste, ili ring vrste, i zapaženo je da se javlja veoma često. Ako organizam A može da se pari s organizmom B i da daju potomstvo, mada izgledaju

različito, oni tada prema nekim konceptima bioloških vrsta pripadaju istoj vrsti. Ali ako organizam B može da se pari i s organizmom C, to znači da sva tri organizma pripadaju istoj vrsti, osim što u prstenastim vrstama organizam C ne može da se pari s organizmom A, što znači da su različita vrsta. Sve ovo postaje veoma komplikovano, a naša definicija vrsta počinje da se ruši. Naročito ako imamo u vidu da najnovija genetska proučavanja prstenaste vrste *Larus* pokazuju da se možda zapravo radi o dva ili više ogranka, nalik na uvijene špagete, povezanih vrsta koje se međusobno pare i daju plodno potomstvo, a ne o prstenu.



Prstenasta vrsta galebova iz roda *Larus*

S razvojem biološke nauke definicija šta znači da je nešto vrsta dobija sve više nijansi. Postalo je očigledno da je ideja da je svaka vrsta zaseban entitet puki proizvod naše želje da organizme na koje nailazimo svrstamo u kategorije i da ih

lepo, uredno poređamo u kutije. Fon Line je stvorio jedan sistem kako bi pomogao botaničarima, a mi smo sve dosad ostali zaglavljani u njegovom modelu razmišljanja. To vodi paradoksalnim besmislicama, kao što su prstenaste vrste. Možda pretpostavljate da ovo važi samo za druge organizme tamo negde na zemljinom šaru, jer ljudi, naposljetku, pripadaju rodu koji ima samo jednu vrstu. U rodu *Homo* postoji samo vrsta *sapiens*. Ali nije oduvek bilo tako.

Rod od samo jednog člana

Postoji uobičajena ilustracija koja se koristi da prikaže evoluciju ljudske vrste. Ona prikazuje liniju na kojoj su najčešće poređane samo siluete, s malim, neimenovanim pretkom nalik na šimpanze koji se oslanja na sve četiri s leve strane. Zatim sledi u svakoj sledećoj fazi sve uspravniji niz likova koji idu nadesno. Ako je dijagram praćen oznakama, lik pored majmuna je nekakav *australopithecus*. Posle njega dolazimo do članova našeg roda *homo*, i to ovim redom: *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis*, i najzad, *Homo sapiens*. Poslednja dva obično se prikazuju s kopljem ili lukom i strelom u ruci, da bi se ukazalo na upotrebu alata. To je postala popularna slika za kopiranje, a prvobitno potiče iz 1965, iz rubrike pod nazivom *Biblioteka prirode i života** američke publikacije *Tajm-Lajf*. U ovoj knjizi slika je objavljena pod naslovom „Marš napretka“. U današnje vreme ova slika se često parodira, tako što se poslednja figura sasvim desno prikazuje kao savremeni

* Engl. Life Nature Library

čovjek koji sedi zgrčen za kompjuterskim stolom, ili drži bocu piva i istura debelu stomačinu. U prvobitnoj slici, međutim, ima mnogo pogrešnog i nije korišćena samo za nategnute vizuelne šale.

„Marš progressa“ iz 1965. predstavlja moćan primer kako slika može da ima veću težinu od teksta. Ako se pažljivije pročita tekst koji je išao uz nju, vidi se da je autor bio potpuno svestan da evolucija *Homo sapiensa* nije bila linearni put. Moć ovakve jednostavne slike bacila je, međutim, u zasenak svaki tekst koji je uz nju išao.

Za početak, na slici uvek vidite muškarce. Ono što ona prikazuje jeste marš muškaraca ka civilizaciji, a ako u ruci drže nešto, to je uvek oružje. Povrh ove prilično očigledne greške, tu je i ono što je veliki američki evolucionari biolog Stiven Džej Gold nazvao implicitnom strelom vremena. Time što se vrste roda *Homo* ređaju linearno, jedna za drugom, tako što se naizgled sve kreću od prethodne ka potonjoj, navodi se na ne preterano suptilan zaključak da je svaka od njih na neki način naprednija od prethodne. Evolucija, međutim, nije proces povećavanja složenosti, niti ma koje druge mere superiornosti koju možete da uočite. Evolucija je slepa, nema plan i program i ne bira. To je nasumična šetnja ka nečemu što je na kraju pogodno za određenu svrhu u određeno vreme i na određenom mestu. Sve vrste prikazane u „maršu progressa“ bile su u nekom trenutku savršeno prilagođene svom okruženju. S promenom okruženja, bilo da se radilo o promeni klime, staništa, ili pritisku drugih vrsta koje su se evolutivno uklapale u njihovu nišu, broj pripadnika neke vrste možda je počinjao da se smanjuje, što

je za krajnju posledicu imalo izumiranje. Ali ništa od toga ne znači da su druge vrste roda *Homo* bile bolje, ili razvijenije.

Čak i ako ostavimo po strani ovu fundamentalnu i iritantnu grešku u razumevanju elementarnih bioloških ideja, sada znamo da je „marš progresa“ netačan i kada je reč o detaljima. Porodično stablo roda *Homo* bilo je daleko složenije i više iznijansirano nego što smo verovali 1965. Najranija poznata vrsta čoveka verovatno je *Homo habilis*, koji je u stojećem stavu imao skromnih 1,3m, a živio je negde pre između dva miliona i pola miliona godina. Ova vrsta se zatim razvila u vrstu *Homo erectus*, pretka svih kasnijih pripadnika našeg roda. Ili je to bar bila ona pravolinijska priča koju su nam pričali pre oko dvadeset godina. Otada je na svetlost dana izašlo mnogo drugih fosila koji su izgleda, umesto da iskristalizuju sliku, samo zamutili vodu. Sada znamo da su *Homo erectus* i *Homo habilis* živeli u isto vreme, a verovatno i u istim oblastima. A onda, između 1991. i 2005, u pećini koja leži na pola puta između Crnog i Kaspijskog mora, u Dmanisiju u Gruziji, pronađen je niz neobičnih fosila. Ovaj niz od pet lobanja pokazivao je širok spektar osobina koje bi ukazivale na nekoliko različitih vrsta u isto vreme, uključujući i vrste *Homo habilis*, *Homo erectus*, pa čak i nekoliko manje poznatih vrsta, kao što su *Homo ergaster* i *Homo rudolfensis*. Sve te lobanje su, međutim, pronađene na istom mestu i sve su iste starosti, tako da je najverovatnije da su pripadale istoj vrsti. Što pokreće mogućnost da su sve rane vrste roda *Homo* koje su do sada identifikovane, često samo na osnovu jednog ili dva fosila, zapravo ista vrsta. Videćete i da su fosili iz Dmanisija vrlo daleko od Afrike. Ideja da su se ljudi razvili isključivo u afričkoj Velikoj rasednoj dolini i odatle proširili dalje više se ne smatra tačnom. Mada se čini da zaista potičemo uglavnom iz Afrike, izgleda i da su se rane ljudske vrste

proširile na daleko većoj teritoriji i da su se međusobno mešale daleko više nego što se pretpostavljalo.

Nakon doba *Homo erectusa* i svih drugih mogućih ranih vrsta, vidimo uspon prvih istinski prepoznatljivih ranih ljudi, negde pre 800.000 do 400.000 godina. To je doba vrste *Homo heidelbergensis*, a ime je dobila po fosilnoj vilici koju je 1907. otkrio Danijel Hartman, radnik u otvorenom rudniku peska u blizini Hajdelberga u Nemačkoj. Hartman je svoj nalaz prijavio tamošnjem profesoru antropologije Otu Šetenzaku, koji je vrsti dao ime. Primerci ove vrste otada su pronalazeni na lokacijama koje sežu od Južne Afrike pa sve do istočne obale tog kontinenta, ali i u Evropi, u Italiji, Grčkoj, Španiji, Nemačkoj, Francuskoj, pa čak i Velikoj Britaniji. Ono što čini da nam je *Homo heidelbergensis* naročito zanimljiv jeste da je on, prema sadašnjoj teoriji, doveo do evolucije tri dalje vrste roda *Homo*. Jedna od njih smo mi – *Homo sapiens*, mada u datiranju fosila postoji prevelika rupa da bismo zaista mogli da utvrdimo ovu kariku naše evolucije. Druga vrsta poznata je samo kao Denisovski čovek, ali o njoj ćemo kasnije. Ali poslednja od ovih vrsta koje vode zajedničko poreklo poznata nam je svima, a njeno ime je sinonim za grubijane i neotesano ponašanje. Neandertalski čovek, ili neandertalac, ime je dobio po delimičnom fosilu lobanje pronađenom 1856. u krečnjačkom kamenolomu u dolini Neandertal u Nemačkoj. Mada je taj primerak zaslužan za ime vrste, *Homo neanderthalensis*, to nije bio prvi pronađeni primerak neandertalca. Ta čast pripada smrskanoj dečjoj lobanji pronađenoj 1829. u Belgiji, i lepom fragmentu lobanje otkrivenom 1848. na Gibraltarskoj steni. Možda ste primetili da u nazivu ove vrste postoji određen nesklad jer je *Homo neanderthalensis* pronađen u dolini Neandertal. Ono slovo h iz naziva vrste izgubilo se negde oko 1901, kada je zvanični arbitar pravopisa postao rečnik nemačkog jezika

koji je objavio Konrad Duden. Način pisanja reči Thal, to jest dolina, standardizovan je tako da se iz nje izgubilo slovo h, ali ono se sačuvalo u načinu pisanja imena vrste.

Sada znamo da su neandertalci bili široko rasprostranjeni po južnoj i centralnoj Evropi sve do dalekih rubova Kazahstana i granica Mongolije. Nesumnjivo su koristili alat, jer su kraj njihovih fosila pronađeni brojni kameni opiljci, a u jednom slučaju i drvena koplja. Sve do 2018. sumnjalo se u njihove umetničke sposobnosti. Pre toga je pronađeno veoma malo predmeta i urezanih obeležja koji bi ukazivali na bilo kakvu malo složeniju društvenu kulturu. A onda je, u tri zasebne pećine u različitim delovima Španije, pronađena čitava zbirka pećinskih slika načinjenih od crvenih linija, tačaka, motiva u obliku lestvice i otisaka šake, koji potiču iz perioda pre 64.000 godina. To ih čini najstarijim poznatim pećinskim slikama, a ove umetnike datira mnogo pre nego što se *Homo sapiens* uopšte našao u toj oblasti: jedini krivac za njih mogli su biti neandertalci. Oni nesumnjivo nisu bili nezgrapni pećinski ljudi zverskog izgleda iz petparačkih filmova, jer su pokazivali kulturnu istančanost u najmanju ruku jednaku onoj *Homo sapiensa*.

Mada je savremeni *Homo sapiens* u Evropu stigao tek pre oko 50.000 godina, uspeali smo da svoju vrstu pronađemo i mnogo dalje u prošlosti. Fosil pronađen kod Džeb el Irhuda u Maroku, u blizini Atlantskog okeana, identifikovan je kao savremeni čovek, a 2017. utvrđeno je da njegova starost iznosi 315.000 godina. To poreklo naše vrste pomera mnogo dalje u prošlost nego što se ranije mislilo, bar na afričkom kontinentu. Pored toga, ovo produbljivanje naše istorije počinje da stupa u korelaciju i s nekim genetskim dokazima evolucije ljudske vrste.

Istorija evolucije ljudske vrste daleko je od konvencionalnog linearnog „marša ka progresu“. Kao što smo u

prethodnom poglavlju videli, dovoljno je teško ustanoviti gde jedna vrsta prestaje a druga počinje, čak i kada se radi o srodnim živim vrstama. Zadatak da utvrdimo sopstveno poreklo daleko je teži, jer moramo da se oslanjamo samo na fosile. Rani *Homo habilis* možda je bio zasebna vrsta, a možda i ista vrsta kao *Homo erectus*. Štaviše, čini se da je *Homo sapiens* tu već vrlo dugo, i to ne nakon drugih vrsta iz roda *Homo*, već istovremeno s njima. Što pokreće zanimljiv i potencijalno zamršen problem šta se desilo kada su ljudi sreli neandertalce?

Kad je čovek sreo neandertalca



Godine 1977. Frederik Sanger i tim naučnika s Kembri-dža u Velikoj Britaniji objavili su potpuno genetsko sekvenciranje genoma virusa po imenu lambda-X 174. Bio

je to trenutak proboja u nauci, a takođe i prvi potpuni genom nekog organizma koji je utvrđen. Od rada Votsona, Krika i Franklina iz 1953, poznato nam je da je dezoksiribonukleinska kiselina, ili DNK, genetski materijal u svim poznatim živim bićima i mnogim virusima. Dugi nizovi DNK, sa svojim šiframa od četiri slova, predstavljaju uputstva za pravljenje organizama. Sanger je pažljivo odabrao predmet za ovo prvo sekvenciranje genoma. Virus lambda-X 174 ima majušni genom, koji se sastoji od samo 5.386 šifara DNK od četiri slova. Usledili su i drugi genomi, a laboratorije širom sveta počele su da sekvenciraju genome virusa, bakterija, kvasca i majušnih valjkastih crva. Cilj, je, međutim, bio ljudski genom. I tako je 1984. međunarodna grupa naučnika počela da planira ovaj ogromni zadatak. Bio je to krupan poduhvat, jer ljudski genom sadrži preko tri milijarde „slova“ DNK. Projekat ljudskog genoma započeo je 1990, koštao je oko tri milijarde američkih dolara, a kada je proglašen završenim, 14. aprila 2003, bio je i još uvek je najveći biološki projekat koji je ikada ostvaren. U trenutku dok ovo pišem ceo vaš genom može da se sekvencira otprilike za sat vremena, pomoću uređaja koji se drži u ruci i po ceni od 1.000 američkih dolara. Sam tehnološki napredak je vrtoglav, ali ono što nam je omogućilo da to radimo takođe je upečatljivo.

Poređenjem ljudskih genoma širom sveta i iz različitih kulturnih nasleđa može da se načini genetska mapa evolucije ljudske vrste. Otkad znamo i možemo da pretpostavljamo koliki procenat i kojih nasumičnih varijacija je ugrađen u neki genom, ta informacija i broj razlika između dva genoma mogu da se iskoriste kako bismo stekli predstavu kada su dva organizma počela da kreću različitim evolucionim putevima i da divergiraju. Na osnovu tih podataka i fosilnih zapisa

možemo da nacrtamo sliku puta evolucije koji su prešle vrste roda *Homo*. Ali može li se ovaj pristup iskoristiti i da se istraže ranije, sada izumrle ljudske vrste?

Prvobitni pokušaji da se ispita drevna genetika bili su usmereni na neandertalce, ljudsku vrstu koja je izumrla najskorije, pre oko 40.000 godina. Da bi sebi olakšali život, istraživači su tražili malu petlju DNK, smeštenu u subćelijskim organima koji se nazivaju mitohondrijama. To je ipak bio ogroman zadatak, ali kada je ova DNK sekvencirana i upoređena sa savremenom ljudskom mitohondrijalnom DNK, ukazalo se da je do razdvajanja između dve vrste došlo pre oko pola miliona godina. A onda je 2006. započeo međunarodni Projekat neandertalskog genoma, sa sedištem u nemačkom gradu Lajpcigu. Naučnici su izvukli DNK, prvenstveno iz dugih kostiju nogu tri neandertalca pronađenih u jednoj pećini u Hrvatskoj, čija je starost datirana na oko 38.000 godina. Radili su četiri godine, a kada su 2010. konačno objavili svoje rezultate, implikacije su sadržale veliki eksplozivni naboj. Rad na mitohondrijalnoj DNK nije pokazao da je bilo mešanja genetskog materijala između neandertalaca i ljudi, ali mnogo veća i mnogo potpunija slika dobijena od celog genoma pokazala je da je mešanja između neandertalaca i ljudi bilo, ili bar da u ljudskom genomu ima primesa neandertalskog. Genetika je omogućila da se to rasvetli još detaljnije. Do ovog mešanja došlo je pre oko 50.000 godina, na dalekom istoku Mediterana, otprilike tamo gde su danas Sirija, Izrael, Liban i Jordan. To je zapravo delikatan način da se kaže da su pripadnici ljudske vrste imali seksualne odnose i potomstvo sa svojim neandertalskim susedima, i da je to morala biti prilično uobičajena stvar, jer je između jedan i četiri procenta DNK nas, ljudi koji živimo izvan Afrike, neandertalskog porekla.

To nije jedini primer mešanja vrsta koji se pojavio. Sećate li se ljudske vrste denisovljana, koju sam spomenuo u prvom poglavlju? Izgleda da su se i ljudi i neandertalci mešali s denisovljanima. Jedini fosilni dokaz ove vrste koji imamo jesu oskudni fragmenti pronađeni 2008. u jednoj pećini na jugozapadu Sibira, u Rusiji. Arheolozi su do sada iskopali ukupno tri zuba denisovljana, jednu košćicu prsta i deo kosti ruke, ili možda noge dug dvadeset i pet milimetara. Oskudnost ovih dokaza objašnjava zbog čega denisovljani još nisu dobili pravo naučno ime. Uprkos činjenici da je u pitanju takva retkost, odlučeno je da se košćica prsta upotrebi za genetsku analizu. Dobijen je genom i postalo je jasno da vlasnik ove kosti prsta nije bio ni neandertalac ni savremeni čovek. Ne znamo kako su denisovljani izgledali, ni koliko su bili visoki, niti ma kakve druge detalje, ali znamo da su se u mnogim prilikama mešali s neandertalcima i savremenim ljudima. Kada je genom denisovljana upoređen s različitim ljudima širom sveta, ispostavilo se da oni koji žive u Melaneziji, na ostrvima Papue Nove Gvineje, sve do Fidžija, imaju i do šest posto denisovljanske DNK. Od ovih istraživanja postalo je moguće da se napravi mapa rasprostranjenosti te misteriozne rane ljudske vrste. Živelu su širom Azije, sve do Polinezije i Australije, gde australijski Aboridžini imaju u svom genomu malu komponentu denisovljana.

Ovo tkanje ukrštanja vrsta najočiglednije se pokazalo kada je 2012. sekvenciran genom praistorijskog čoveka nazvanog Deni. Podsetimo se da su jedini fosilni ostaci denisovljana tri zuba, kost prsta iz koje je urađeno prvo sekvenciranje DNK i fragment kosti ruke ili noge. Kada je ovaj fragment kosti ruke ili noge analiziran, ustanovljeno je da potiče od devojke stare oko trinaest godina. Pažnju zaslužuje činjenica da se ispostavilo da su joj roditelji pripadali različitim ljudskim vrstama. S priličnom izvesnošću

možemo da kažemo da joj je otac bio denisovljanin, a majka neandertalka. I ne samo to, već znamo i da su u pećini u Denisovi, gde je iskopano tih pet dragocenih fragmenata naše prošlosti, pronađeni i ostaci *Homo sapiensa*. Izgleda sasvim verovatno da su tri ljudske vrste – denisovljani, neandertalci i *Homo sapiens* – u toj oblasti sve živele u isto vreme, a sasvim moguće i zajedno, u istim pećinama.

Postoji i šest fosilnih ostataka koji su možda takode denisovljanskog porekla, a pronašao ih je 1980. jedan kaluder u krečnjačkoj pećini Baišja na Tibetu, vrlo daleko od Denisove. Mada analiza DNK nije otkrila ništa, jedan nemački tim je 2019. ponovo preispitao ove fosile i utvrdio je da se protein kolagena koji je na njima pronađen poklapa s proteinom kolagena gena denisovljana.

Ovo ukrštanje među vrstama koje se sasvim sigurno odvijalo ima posledica, i pozitivnih i negativnih. Izgleda da mnogi Tibetanci imaju denisovljansku verziju gena EPAS1, koji se povezuje sa prilagođenošću na život na velikim visinama, a Tibetanci svakako žive visoko. Alternativna denisovljanska verzija EPAS1 gena nesumnjivo je bila od koristi onima koji žive na velikim visinama i ostala je da prevladava u njihovom genomu, dok su druge etničke grupe taj gen izgubile kroz proces poznat kao genetički drift. Mada posedovanje ove varijante gena na malim visinama ne donosi nikakvu prednost, ono ne predstavlja ni bilo kakvu prepreku. Evolucija ga nije odbacila selekcijom, već je iz nizijskog stanovništva nestalo kroz slučajne promene učestalosti.

Čini se da je s ukrštanjem među različitim ljudskim vrstama povezan i niz bolesti. Tu spadaju Kronova bolest, neki

oblici lupusa, pa čak i dijabetes tipa 2. Zajednički imenilac im je da su sve to autoimune bolesti, a uzrok je jedna važna grupa gena, poznata kao ljudski leukocitarni antigeni, ili HLA, koji nam pomažu da identifikujemo koje ćelije našeg tela pripadaju nama, a koje su predstavnici patogenih organizama koji nas napadaju. Dobra polovina HLA gena vuče poreklo od denisovljanskih ili neandertalskih predaka. Kada naše telo ne uspe ispravno da prepozna proizvode HLA gena, rezultat je autoimuna bolest. Primer koji to veoma dobro ilustruje je neprijatna Behčetova bolest, zapaljenski poremećaj koji pogađa celo telo, a izaziva ga neandertalska verzija HLA gena.

Svi geni koje smo nasledili ukrštanjem nisu, međutim, štetni za nas, daleko od toga, a čini se i da je naša sklonost ukrštanju među vrstama za rezultat imala neke od najznačajnijih evolutivnih pomaka naše vrste u novije vreme.

Čovek ne prestaje da evoluira

Pостоji argument koji tvrdi da savremeni ljudi više ne podležu evoluciju kroz proces prirodnog odabiranja. Prema toj ideji, sada smo iznad bioloških procesa, koji ne samo što su stvorili *Homo sapiens*, već su doveli i do biološke složenosti i raznovrsnosti koju oko sebe vidimo. Oslobodili smo se uloge biologije u svojoj evoluciji. Površno gledano to možda izgleda tačno, utoliko što smo sada u stanju da svoju okolinu menjamo tako da odgovara našoj biologiji, umesto da se događa suprotno, i što ublažavamo pritisak prirodne selekcije koja nas kroz evoluciju menja tako da se prilagodimo specifičnoj niši našeg okruženja. Naše sadašnje

shvatanje ovog procesa nagoveštava, međutim, da tempo ljudske evolucije praktično nikad ne miruje.

Proces evolucije kakav je još 1859. koncipirao Darwin nije, kako se često sugerije, proces od jednog koraka. Postoje dva dela evolucije, što je Darwin jasno pokazao, ne samo u tekstu svog ključnog dela, već i u njegovom naslovu: *Postanak vrsta pomoću prirodnog odabiranja*.^{*} Prvi deo ovog naslova odnosi se na poreklo vrsta, to jest kratko rečeno, evoluciju. To je proces u kome jedna vrsta ustupa mesto drugoj. Preduslov za odvijanje evolucije jeste različitost unutar populacije. Još mnogo pre Darvina, naučnici su lansirali hipotezu da vrste nisu nepromenljive i da bi mogle postepeno da se menjaju u drugačije oblike. Da bi se to događalo, potrebna je izvesna količina razlika među pojedincima, iz generacije u generaciju. Naposljetku, vi niste sasvim isti kao vaši roditelji, niti ste samo neka tačna mešavina njih dvoje. Umesto toga, možda donekle podsećate na roditelje, ali vaše crte i osobine su samo vaše, jedinstvene. Unutar ljudske populacije ima mnogo varijacija, čak i ako se ograničite samo na fizički izgled. Ako zaronite i u genetiku, ova mogućnost varijacija mnogostruko se uvećava.

Nasuprot popularnom verovanju, Darwin je u *Postanku vrsta* (1839.) izbegao temu ljudske evolucije. Knjiga *Poreklo čoveka*^{**}, čija su se dva izdanja odmah rasprodala, uključila je i ljude. Darwinov prijatelj Džozef Huker prokomentarisao je: „Čujem da dame misle da je to sjajno štivo, ali da nije pristojno o njemu govoriti, što bez ikakve sumnje povećava prodaju.“

^{*} Engl. *On the Rigin of Species by Means of Natural Selection*.

^{**} Naslov originala, engl. *The Descent of Man*

Drugi deo Darwinovih ideja tiče se prirodne selekcije, procesa kojim se evolucija odvija. U suštini prirodne selekcije leži princip da morate biti u stanju da svaku varijaciju koja vam daje selektivnu prednost prenesete dalje svom potomstvu. Prostije rečeno, ako ste zahvaljujući nekoj nasumičnoj varijaciji rođeni drugačiji od ostatka čovečanstva i imate neku zapanjujuću i korisnu mutaciju, to neće činiti ni najmanju razliku ako nemate decu i ako tu mutaciju ne prenesete dalje. Štaviše, prirodna selekcija ne radi obavezno u korist organizma. Prirodna selekcija je slepa i ne planira unapred. Uzmimo, recimo, ljudsko oko. Mada je pravo čudo organskog dizajna, ono ima jednu veliku manu, koju nijedan inženjer ne bi u njega uključio. Optička nervna vlakna koja su povezana s pojedinačnim delovima vaše mrežnjače, dela oka koji je osetljiv na svetlost, ne približavaju se ćelijama koje registruju impuls sa zadnje strane očne jabučice, već kroz nju. To je kao kada biste pokušali da ekran svog televizora umrežite tako što biste sve kablove stavili ispred ekrana, tako da zaklanjaju pogled, umesto da žice sakrijete iza ekrana. Bio bi to sasvim lud način za planiranje dizajna, ali upravo tako radi naše oko. Zbog čega – samo je jedan od hirova biologije, slučajni događaj neplanirane evolucije i posledica slepe prirodne selekcije.

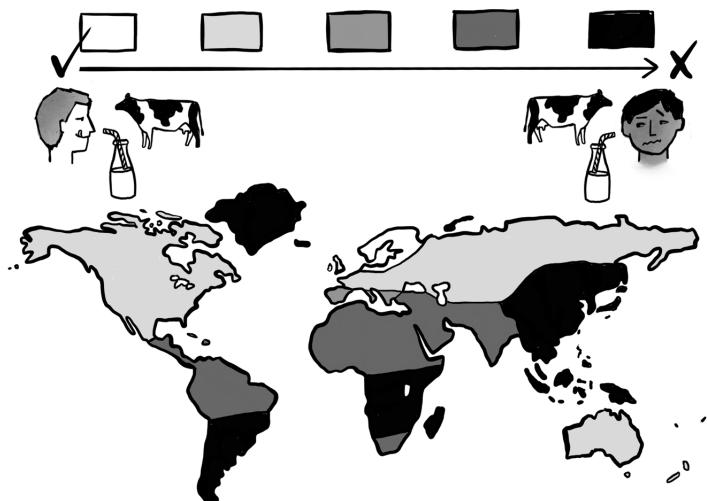
Ljudska bića su i dalje podložna evoluciji prirodnim odabiranjem. I dalje imamo varijacije između pojedinaca, a naša okolina i dalje vrši pritisak na nas, mada u današnje vreme suptilnije nego kod naših ranih predaka, hominida. Brutalna stvarnost prirode dalje je od vas ako možete prosto da odete do samoposluge po hranu. Ali umesto toga, tu je pritisak savremene civilizacije, informacionih tehnologija i novih psiholoških izazova koje naša kultura nameće. Zajedno uzevši, varijacije pokreću promene, zahvaljujući pritisku za

vršenje selekcije. To, međutim, ne znači da će *Homo sapiens* iznenada i u bližoj budućnosti evoluirati u neku novu vrstu. Kao prvo, setimo se problema kako da uopšte definišemo šta čini vrstu, o čemu smo raspravljali u jednom od ranijih poglavlja. Mada nam genetika govori da se razlikujemo od ljudi koji su živeli pre 300.000 godina (za početak, boja kože nam je postala raznovrsnija), to nije dovoljno da bismo bili klasifikovani kao drugačija vrsta.

Ljudska evolucija je veoma spor proces, bar mereno dužinom ljudskog života. Jedna studija koja se bavila evolucijom novih vrsta, a posebno promenom veličine pri njihovom nastanku, procenjuje da je potrebno najmanje milion godina da se promena istinski utvrdi i da vrsta zaista postane drugačija i specifična. Mi, ljudi, na planeti smo tek negde oko trećine tog vremenskog perioda.

Pa ipak, tu su i neki mali ali nesumnjivi primeri evolucije, koje možemo da uočimo i u ponašanju savremenih ljudi. Uzmimo, recimo, mleko. Predivnu hranu za decu sisara. Ono u sebi ima sve što je potrebno telu koje raste i sadrži sve komplementarne gradivne elemente za formiranje osnovnih proteina i masti. Prepuno je vitamina i minerala, kao što su kalcijum i vitamin B. Povrh toga, prepuno je i energije, u obliku šećera. Sve je savršeno, osim što skoro svi odrasli sisari ne mogu da ga vare i što njegovo uzimanje kao hrane dovodi do bolova u stomaku, povraćanja, proliva i nadimanja. Oko dve trećine svetskog stanovništva ne može da podnese i svari mleko. Problem je laktoza, šećer koji mleko svih sisara sadrži. Laktoza je disaharid, jer se svaki molekul sastoji od dva manja šećera, monosaharida, spojena u jedan molekul. U slučaju laktoze, imamo jednu jedinicu glukoze i jednu jedinicu galaktoze, dok saharozu, to jest obični šećer koji koristimo u ishrani, čine povezane

glukoza i fruktoza. Da bi sisari bili u stanju da svare laktozu potrebno im je, međutim, da njen molekul preseku na pola, tako što će glukozu odvojiti od galaktoze. Na sreću po bebe i decu sisara, uključujući i ljudsku odojčad, svi imamo gen koji sadrži šifru za enzim po imenu laktaza. Kada se rodimo taj gen je aktivan i nije nam nimalo teško da svarimo sve mlečne šećere. Ali pošto se sisari ne sreću s mlekom kao hranom pošto ih majke odbiju od sise, evoluirali su tako da prekidaju proizvodnju ovog enzima kada im više nije potreban. Zbog toga, dve trećine odraslog svetskog stanovništva pati od prethodno spomenutih neprijatnih pojava ako pije mleko. Laktoza zaostaje u crevima i obezbeđuje obilan obrok normalnim crevnim bakterijama, što dovodi do fermentacije unutar vaših creva. To je poznato kao netolerancija na laktozu, ali trećina čovečanstva, uključujući i mene, ne pati od nje. Umesto toga, imamo ono što se naziva perzistencijom laktaze.



Rasprostranjenost netolerancije na laktozu na planeti

Kod ljudi s perzistencijom laktaze gen koji predstavlja šifru za proizvodnju enzima laktaze ne isključuje se posle odbijanja od sise. Laktaza nastavlja da se proizvodi u crevima, a mleko može da ostane prihvatljiva hrana. Ako pogledate kako je perzistencija laktaze raspoređena širom sveta, videćete da seže od skoro sto posto među Ircima, preko više od devedeset posto u ostatku severne Evrope, pa do deset posto u Kini i manje od pet posto među američkim Indijancima, dok među bantu crncima u Južnoj Africi uopšte ne postoji. Izgleda da je genetska mutacija koja je izmenila gen za proizvodnju laktaze u naš genom stigla tokom proteklih 9.000 godina. Trenutno važeća teorija kaže da smo tokom onoga što je poznato kao neolitska revolucija, kada smo s lova i sakupljanja plodova prešli na poljoprivrednu proizvodnju, na svoju stoku počeli da gledamo kao na pokretni izvor hrane u obliku mleka. Sposobnost da se mleko svari postala je prednost i ta se genetska varijanta raširila među stanovništvom, što je dovelo do njegove evolucije.

Lepota ovog primera evolucije s laktazom/laktozom leži u tome što možemo da gledamo kako se među ljudima odvija upravo sada. Južnoamerički narodi imaju veoma mali procenat perzistencije laktaze i mleko tamo nije uobičajena hrana za odrasle. Ali u Čileu, između pustinje Atakama i plodnih dolina ove zemlje, postoji jedna populacija s veoma velikom perzistencijom laktaze u odnosu na svoje susede. Čileanci koji žive u ovom surovom, sušnom području gaje useve na malim njivama i drže stada koza – veoma mnogo koza. Držanje koza se ovde odomaćilo tek u nekoliko proteklih stoleća, jer su ih doveli evropski kolonizatori. Naravno, ljudi koji čuvaju koze koriste kozje mleko, koje sadrži laktozu. Period tokom koga su koze postale popularne u ovoj oblasti za evoluciju je samo tren oka, ali polovina

tamošnjeg stanovništva sada već pokazuje perzistenciju laktaze. Štaviše, studije sprovedene među stanovništvom pokazuju da su oni koji su u stanju da vare mleko bolje uhranjeni. Pretpostavka glasi da ova selektivna prednost čini da sa svakom novom generacijom među tamošnjim stanovništvom nastaje veća perzistencija laktaze. Čileanski uzgajivači koza prolaze kroz evoluciju.

Sticanje sposobnosti za varenje mleka prilično je očigledan i neposredan primer evolucije na delu. On se tiče samog gena, a perzistenciju laktaze među stanovništvom lako je testirati. Ali ne dajte da vas ova jednostavnost zavara, jer ono što pokazuje ima duboke posledice za nas, ljude. Bez obzira koliko mislili da nas je naša razvijena kultura odvojila od drugih životinja, sile prirodne selekcije ipak se probijaju i mi i dalje evoluiramo.

Atlas ljudskog tela

○ d čega ste načinjeni? To je jedno od osnovnih pitanja, na koja postoji čitav niz različitih odgovora. Fizičar će vam možda odgovoriti od protona, neurona, elektrona i, ako baš insistirate, kvarkova, leptona i bozona. Hemičar će možda malo ustuknuti od ove definicije, pa će vam reći da se sastojite od atoma različitih elemenata, uglavnom ugljenika, vodonika i kiseonika, organizovanih u složene molekule. Za biologa, međutim, odgovor glasi od ćelija. Svi živi organizmi sastoje se od bar jedne ćelije.

Čovek po imenu Robert Huk objavio je 1665. godine upečatljivu i predivnu knjigu po imenu *Mikrografija*. U to vreme, Huk je bio kustos eksperimenata novoosnovanog

Kraljevskog društva, sa sedištem u Londonu. Kraljevsko društvo i dalje postoji, pravo uz drum od Bakingemske palate, i sada je najstarija naučna institucija na svetu. Hukov posao bio je da priprema i izvodi eksperimente za članove Kraljevskog društva, kako one koje bi sam osmislio, tako i one koje je osmislio neko drugi od članova. To je za njega bio veliki korak, jer za razliku od ostalih članova Društva nije bio ni bogat ni aristokrata. Zahvaljujući pukoj rešenosti postao je čovek koji ima obrazovanje iz oblasti filozofije prirode, ili kako bismo mi to danas rekli, prirodnih nauka. Opremljen radoznalim umom i rešen da isproba gotovo sve što poželi, dokopao se mikroskopa i počeo je da posmatra obične predmete. Knjiga koju je načinio puna je neobičnih ilustracija, koje s velikim uvećanjem prikazuju mrave, paukove, površinu lista koprive, uzorke tkanine, kalupe i Mesečevu površinu, koju verovatno nije posmatrao kroz mikroskop. Uz svaku sliku priložen je brižljiv opis onoga što je video i zaključaka o stvarima koje je uočio. Imajući u vidu njenu starost, knjiga je iznenađujuće čitljiva i puna je zanimljivih neobičnosti. Možda se najznačajniji doprinos ove knjige nalazi u posmatranju broj osamnaest. U tom poglavlju, Huk opisuje kako je pažljivo odsekao tanak sloj komada plute i posmatrao ga pod mikroskopom. Tu objašnjava da je uočio „pore, ili ćelije“ koje „nisu bile mnogo duboke, ali su se sastojale od veoma mnogo malih odeljaka“. Bilo je to prvi put da su ove male komponente svih živih bića opisane i nazvane ćelijama. Rukom crtana ilustracija koja ide uz tekst, mada nije baš tako lepa kao Hukov crtež mrava, niti tako detaljna kao njegova zloglasna slika buve, jedna je od najznačajnijih slika u istoriji biologije. Ona prikazuje niz skoro pravougaonih sivih oblika okruženih belim zidovima i poredanih u gusto zbijene i uređene redove. Ne iznenađuje