

Džejmi Mecl

HAKOVANJE DARVINA

Genetski inženjering i budućnost čovečanstva

Prevod s engleskog:
Tatjana Milosavljević

Laguna

Naslov originala

Jamie Metzl

HACKING DARVIN

Genetic Engineering and the Future of Humanity

Copyright © 2019 by Jamie Metzl

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.

„Naš život je tvorevina našeg uma.“

– GAUTAMA BUDA

Sadržaj

Uvod	
Ulazak u doba genetike	9
Prvo poglavlje	
U kome Darwin upoznaje Mendela	23
Drugo poglavlje	
Uspon na lestvici složenosti	58
Treće poglavlje	
Dešifrovanje identiteta	76
Četvrto poglavlje	
Kraj seksa	100
Peto poglavlje	
Božanske varnice i vilinska prašina	127
Šesto poglavlje	
Ponovna izgradnja živog sveta	151
Sedmo poglavlje	
Ukrasti bogovima besmrtnost	175
Osmo poglavlje	
Etika samoinženjeringa	214
Deveto poglavlje	
Mnogo nas je	244
Deseto poglavlje	
Trka u naoružanju ljudske rase	277
Jedanaesto poglavlje	
Budućnost čovečanstva	309
Dodatna literatura	332
Reči priznanja	333
O autoru	334

Uvod

Ulazak u doba genetike

„Zbog čega dolazite?“, upitala je mlada službenica na recepciji.

Bila je to moja prva poseta njujorškoj krio-banci i unapred sam se osećao pomalo nelagodno.

„Naprosto smatram kako je za ogromnu većinu ljudi dobro da ovo urade“, odvratih slegnuvši ramenima. „Širom sveta držim predavanja o budućnosti ljudske reprodukcije i svima koji hoće da me saslušaju govorim kako bi trebalo da zamrznu svoje jajne ćelije ili spermu pre no što navrše tridesetu. Ali dobro, ne kasnim mnogo.“

Podigla je obrve. *Samo dvadesetak godina?* „Ne razumem. Da li ste donor?“

„Ne.“

„Propisana vam je hemoterapija ili neki drugi vid lečenja koji bi mogao oštetiti vašu spermu?“

„Ne.“

„Da li ste vojno lice i predstoji vam raspoređivanje u prekomorsku bazu?“

„Ne.“

„Jedina preostala kategorija u ovom obrascu je *ostalo*“, zaključila je posle nelagodne pauze. „Da li da vas svrstam tu?“

Pošto su me već mučile neke sumnje, nisam želeo da zalazim u opcije koje su mi se rojile u glavi. Možda ću jednog dana poželeti da imam decu, pa nije loše da pohranim spermu dok je još relativno mlada. Možda ću je pokloniti da je pošalju u svemir kad ljudi počnu da kolonizuju ostatak Sunčevog sistema. Možda se, kao što verujem, naša vrsta kreće u pravcu genetički izmenjene budućnosti, u kojoj ćemo decu češće začinjati u laboratorijama, nego u krevetu ili na zadnjem sedištu svoga auta. Šta god da bude, ovo je svakako prvi korak.

„Dakle?“, upita ona.

Nervozno sam se osmehnuo, dok je moj um obrađivao neverovatni trenutak u našoj evolutivnoj istoriji, kad su nove tehnologije i moja lična biologija ukrstile puteve u ovom sterilnom poslovnom prostoru na Menhetnu.

Naučnici i teolozi mogu raspravljati da li je prva iskra života na našoj planeti potekla iz termalnih izvora na dnu okeana ili božanskog nadahnuća (ili oboje), ali gotovo svi koji veruju u nauku priznaju da su prvi jednoćelijski organizmi postali pre oko 3,8 milijardi godina. Ovi mikroorganizmi uginuli bi posle jedne generacije da nisu našli način da se razmnože. No život je pronašao svoj put i mikrobi koji su počeli da se dele uspeli su da obezbede produžetak svojih malih mikrobijalnih porodica. Da je svaka deoba ovih prvih ćelija bila identična kopija roditelja, naš svet bi i dalje bio nastanjen ovim jednoćelijskim stvorenjima, a vi ne biste čitali ovu knjigu. Nije, međutim, bilo tako.

Istorija naše vrste priča je o sitnim greškama i ostalim promenama koje su neprestano iskrsavale u procesu reprodukcije.

Posle milijardu godina, tokom kojih su male varijacije stvorile ogroman broj donekle različitih modela, jedan ili više njih transformisali su se u jednostavne višećelijske organizme. Premda i dalje nisu bili bogzna šta po današnjim standardima, ovi organizmi posedovali su potencijal da kroz svoju reprodukciju uvedu još više razlika. Neke od ovih varijacija dale su ovom ili onom organizmu neku malu prednost u pribavljanju

hrane ili odbrani od neprijatelja, pruživši im time šansu da nastave da žive i da mutiraju. Posle dve i po milijarde godina ovog procesa, mutacija i konkurencija koje su podsticale život da se razvija izvele su, pojavom polnog razmnožavanja, još jedan čudesan skok.

Polno razmnožavanje uvelo je radikalno, novi način generisanja različitosti kada su se genetske informacije majki i očeva rekombinovala na dotad neviđene načine.^{1*} Ovaj čudesni proces podstakao je neke od ovih jednostavnih organizama da počnu mahnito da mutiraju – pogotovo pre oko 540 miliona godina – u dotad nezamislivu biološku raznovrsnost, uključujući i ribe. Pre oko 200 miliona godina, neke ribe ispuzale su iz vode i evoluirale u sisare. Pre oko 300 hiljada godina, neki od tih sisara transformisali su se u *Homo sapiens*, tj. u nas.

To je, ukratko, naša evolutivna prošlost. Svako od nas je jednoćelijski organizam koji je prošao kroz gotovo četiri milijarde godina pomamnih mutacija, i čiji su preci neprestano nadmašivali svoje konkurente u beskrajnoj neumoljivoj borbi za opstanak. Ako su vaš preci opstali i razmnožavali se, sada ste ovde. Ako nisu, niste. To se, rečju, zove *darvinizam*. I to nas je dovelo dovd. Međutim, sada načela darvinizma i sama mutiraju.

Odsad pa nadalje, veliki deo naše mutacije neće se odvijati nasumično. Odvićaće se onako kako je koncipiramo.

Odsad pa nadalje, naša selekcija neće se odvijati prirodno. Odvićaće se onako kako je usmerimo.

Odsad pa nadalje, naša vrsta preužeće aktivnu kontrolu nad našim evolutivnim procesom, tako što će genetički izmeniti naše buduće potomstvo u nešto drugačije od nas kakvi

* Brojevi u tekstu označavaju napomene, koje sadrže spisak literature korišćene u knjizi. Fajl sa napomenama nalazi se na sajtu Lagune www.laguna.rs u odeljku *Hakovanje Darvina*. Nazivi knjiga su dati u originalu i u elektronskoj formi radi lakšeg traženja na internetu.

danas jesmo. Drugim rečima, započinjemo proces hakovanja Darvina.

Reč je o neverovatnoj ideji s monumentalnim implikacijama.

Trenutna verzija homo sapijensa nikad nije bila konačni evolutivni cilj već oduvek samo stanica na našem neprekidnom evolutivnom putovanju. Uбудuće ćemo ovaj proces, kao nikada dosad, usmeravati putem naše tehnologije, rukovodeći se, nadajmo se, našim najvećim vrednostima.

Da otputujemo hiljadu godina u prošlost, otmemo bebu i dovedemo je u ovaj naš današnji svet, to dete bi poraslo u čoveka koji se ni po čemu ne bi razlikovao od ostalih. Ali da uskočimo u vremeplov, odemo hiljadu godina u budućnost i uradimo to isto, beba koju bismo doveli sa sobom bila bi, po našim sadašnjim standardima, natčovek u genetskom pogledu. To dete bilo bi snažnije i pametnije od ostale dece, otporno na mnoge bolesti, dugovečnije, i posedovalo bi genetske karakteristike koje se danas povezuju s izuzetnim ljudskim bićima – poput određenih vidova genijalnosti; ili sa životinjama – poput superizostrenih čula. Moglo bi čak da poseduje neke nove karakteristike, još nepoznate u ljudskom ili životinjskom svetu, ali izgrađene od istih osnovnih bioloških komponenti koje su urodile veličanstvenom raznolikošću svekolikog života.

„Dobro, da štikliram onda kategoriju *ostalo*?“, upitala je službenica prekidajući moje sanjarenje.

Duboko sam uzdahnuo. „To bi verovatno bilo najbolje.“

„Hm“, promrsila je ispod glasa, naizgled iznervirana mojom rasejanošću. „A na koliko dugo želite da bude pohranjeno?“

„Recimo, za početak, na sto godina? Pa da vidimo kako ide.“

Ona me je podozrivo odmerila. „Izvinjavam se, gospodine, ali naši programi skladištenja predviđaju jednu, tri i pet godina.“

Moj izraz lica odavao je zabrinutost zbog ove informacije. „To je mnogo kraće nego što sam se nadao.“

„Uvek možete obnoviti ugovor.“

„To je mnogo obnova“, odvratih slegnuvši ramenima. „Otkud znam da ćete biti ovde dokle god mi je potrebno?“

„Ništa ne brinite. Bićemo. Upravo smo renovirali prostori-rije.“

Progutam pljuvačku. Očigledno različito razmišljamo o budućnosti reprodukcije.

„Molim vas, sedite i popunite ove obrasce“, dodala je, pruživši mi papire. „Pozvaću vas kada doktor bude spreman.“

Sedeći nervozno u krutoj crvenoj plastičnoj stolici i okružen sladunjavom muzikom koja je ispunjavala jednostavnu belu čekaonicu, popunjavao sam obrasce i razmišljao o tome kako sam došao do tuda. U mislima sam se vratio do čudnog niza događaja usled kojih sam postao potpuno opsednut genetičkim tehnologijama koje će promeniti evolutivnu trajektoriju svakog pripadnika naše vrste – među njima i moje malenkosti.

Počelo je dok sam radio u Nacionalnom savetu za bezbednost Bele kuće, u vreme Klintonove administracije. Moj tadašnji šef, a današnji bliski prijatelj Ričard Klark, govorio je svima voljnim da ga saslušaju kako je terorizam najveća pretnja po bezbednost Sjedinjenih Država, te da moramo mnogo agresivnije krenuti u lov na nepoznatog teroristu po imenu Osama Bin Laden. Kad su se jedanaestog septembra avioni zarili u Kule blizakinje, Dikov proročki, sad već čuveni interni dopis ležao je zanemaren u inboks pred predsednika Buša.

Dik je imao običaj da kaže kako se, kada se svi u Vašingtonu fokusiraju samo na jedno, redovno dešava da propuste da uvide nešto mnogo važnije. Zapamtio sam tu pouku. Posle odlaska iz Bele kuće, nastavio sam da razmišljam o tome koja su to kritično važna i nedovoljno razmatrana pitanja. Misli su mi se stalno vraćale na revoluciju u genetici i biotehnologiji, koja je tada bila još u začetku. Čitao sam sve što sam uspevao da pronađem i trudio se da razgovaram s nekim od najpametnijih svetskih naučnika i mislilaca ne bih li što više naučio. Kad mi

se učinilo da znam dovoljno da imam šta da kažem, počeo sam da pišem članke na temu implikacija genetičke revolucije na nacionalnu bezbednost, i da ih objavljujem u spoljnopolitičkim žurnalima.

Jednog dana početkom 2008. godine, dobio sam neočekivani poziv od pametnog i ekscentričnog kongresmena Breda Šermana iz Kalifornije. Kongresmen Šerman, tadašnji predavajući Pododbora sekretarijata za spoljnu politiku za terorizam, neširenje nuklearnog naoružanja i trgovinu pri Predstavničkom domu Kongresa SAD, rekao mi je kako je mnogo razmišljao o sledećoj generaciji terorističkih pretnji. Pročitao je neki moj članak i dopao mu se, i rekao je kako želi da održi kongresno saslušanje zasnovano na onome što sam napisao. Bio sam počastvovan kad me je zamolio da mu pomognem u pripremi, identifikujem ostale potencijalne učesnike i poslužim kao glavni svedok na tom dalekovidom saslušanju iz juna 2008, nazvanom „Genetika i ostale tehnologije humane modifikacije“.

„Kad se naši potomci, za dvesta godina, osvrnu na ovo naše doba i upitaju se s kojim smo se najvećim izazovima suočavali u domenu spoljne politike“, izneo sam u svom svedočenju, „smatram da se na vrhu tog spiska, koliko god je ključno važan, neće naći terorizam. Danas svedočim ovde pred vama zato što verujem da ćemo se kao Amerikanci i kao međunarodna zajednica tako odnositi prema svojim novim sposobnostima da upravljamo i manipulišemo svojim genetskim sklopom“.²

Pažnja koju je sa sobom donelo svedočenje pred Kongresom ulila mi je uverenje da sam na pragu nečeg važnog, da je potrebno da zaronim dublje u ovu beskrajno fascinantnu temu, koja se neprekidno i brzo menja, te da imam poruku koju вреди širiti.

Sve sam više pisao za političke žurnale i počeo da širom zemlje i sveta držim predavanja na temu budućnosti humanog genetičkog inženjeringa. Što sam više učio i angažovao se, bio

sam sve više ubeđen da kao društvo ne radimo dovoljno na pripremi za nadolazeću genetičku revoluciju, ali brinulo me je da moja poruka ne prodire do onih kojima je namenjena. S vremenom sam počeo da shvatam da, ako želim da delotvornije širim svoju poruku, moram da komuniciram na drugačiji način. Ako moja predavanja o genetičkoj politici nemaju dovoljno glasan odjek, moram posegnuti za priborom koji sam jednom već koristio.

Posle objavljivanja moje prve knjige, važnog ali generalno malo čitanog istorijata kambodžanskog genocida ispunjenog hiljadama fusnota, shvatio sam kako najbolje sredstvo da kažem tu pripovest nije pozamašan udžbenik već priča, ispričevana onako kako smo to oduvek radili. Pripovesti kazivane u pećinama i oko vatri tek su se odnedavno pretočile u naše romane, filmove i televizijske drame. Moja druga knjiga, a prvi roman, *Morske dubine* (*The Depths of the Sea*), istražuje tragediju kambodžanske istorije, ali ovog puta kroz seriju međusobno isprepletenih priča ljudi koji su se posle Vijetnamskog rata obreli na tajlandsko-kambodžanskoj granici. Prva knjiga bila je preciznija priča o kambodžanskoj kataklizmi, ali roman je bio daleko lakše svarljiv.

Stoga, kad sam se godinama kasnije suočio s izazovom oživljavanja kritično važnih pitanja genetičke revolucije izvan moje dokumentarne proze i predavanja, pribegao sam istoj strategiji. U svojim naučnofantastičnim romanima – *Genesis Code*, koji istražuje implikacije genetičke revolucije, i *Eternal Sonata*, nagađanju na temu produženja životnog veka u budućnosti – probao sam da zamislim šta će revolucionarne genetičke tehnologije značiti za nas sa čisto ljudskog aspekta. Pokušao sam da uvedem ljude u priču o našoj genetičkoj budućnosti, ali da je upakujem onako kako će je lakše prihvatiti.

Međutim, na promotivnim turnejama povodom objavljivanja tih knjiga desilo se nešto neočekivano. Ljudi na mojim promocijama bili su ushićeni pričom o naoružanim survivalistima,

lukavim špijunima, cvetajućim romansama i šok-bombama, koju sam smislio da udahnem život svom svetu naučne fantastike, ali ni u jednom trenutku nisu me posmatrali tako razrogačeno kao kad sam objašnjavao stvarnu nauku genetičke revolucije i šta ona znači za nas ljudska bića. Kad sam objasnio nauku služeći se jezikom i pripovedanjem romanopisca, kao da su čitaoci najednom shvatili kako se delići naučnih informacija na koje nailaze u svakodnevnom životu uklapaju u priču o našoj budućnosti. Našao sam se u situaciji da manje raspravljam o fikciji, a više vremena provodim govoreći o veoma stvarnoj tehnologiji, koja ima potencijal da fundamentalno preobrazi našu vrstu.

Živi razgovori koje sam vodio s ljudima na svojim promotivnim turnejama i drugim skupovima podsticali su me da učim još više i nadahnuli da sebi postavljam još teža pitanja o budućnosti humanog genetičkog inženjeringa i mog ličnog odnosa prema njemu.

Sredinu svojih četrdesetih godina dočekao sam bez dece za koju sam oduvek pretpostavljao da ću ih jednom imati, delom i zbog svoje davnašnje i ne sasvim racionalne vere u to da će nauka, zdrav život i pozitivan stav obuzdati zub vremena i okrutnost biologije. Gajim optimistično i bezrezervno poverenje u tehnologiju, ali dok sam se trudio da svojim čitaocima predočim slike sveta budućnosti, zatekao sam sebe kako se pitam verujem li zaista baš u toj meri u magiju tehnologije.

Jesam li uistinu verovao da je znanje stečeno za sto pedeset godina genetičke nauke dovoljno da izmeni milijarde godina naše evolutivne biologije? Da li bih se stvarno opkladio da će genetičke izmene koje će moje buduće dete učiniti zdravijim, pametnijim i snažnijim, istovremeno doprineti da ono bude srećnije? Nisam li kao student istorije bio ubeđen kako postoji mogućnost da genetički poboljšani ljudi iskoriste svoje unapređene sposobnosti za dominaciju nad ostalima, onako kako su to oduvek radile kolonijalne sile? I jesam li, kao sin izbeglice iz Evrope

pod nacističkom čizmom, zaista bio spreman da prihvatim ideju da roditelji mogu – i da bi čak trebalo – da biraju i planiraju svoju buduću decu na osnovu nepotpunih genetičkih teorija?

Bez obzira na moje odgovore, jedno je bilo jasno: posle gotovo četiri miliona godina evolucije koja se odvijala u skladu s određenim nizom pravila, naša vrsta sprema se da počne da evoluira po sasvim drugačijim pravilima.

U svom dalekovidom romanu *Od Zemlje do Meseca*, iz 1865. godine, francuski književnik Žil Vern opisao je tročlanu posadu koju u projektilu lansiraju na Mesec i koja se potom padobranom vrati kući. Godine 1865, radnja ovog dela bila je čista naučna fantastika. Postojalo je tek vrlo malo tehnologije koja će čitav vek kasnije naposletku i odvesti čoveka na Mesec. U to vreme, zamisliti spuštanje na Mesec bilo je ravno današnjim snovima o spuštanju čoveka na planetu u nekom drugom solarnom sistemu – jednom će možda i biti moguće, ali zasad nemamo stvarnu predstavu kako da to izvedemo. Nauka naprosto nije stigla dotle.

Sto godina kasnije, godine 1962, predsednik Džon F. Kenedi popeo se u Hjustonu na govornicu i održao svoj danas čuveni govor u kom je najavio da će Sjedinjene Države krajem te decenije poslati čoveka na Mesec. Predsednik Kenedi nije smatrao da time stavlja na kocku kredibilitet SAD, budući da je te 1962. godine sva tehnologija koja će omogućiti uspešno spuštanje na Mesec – rakete, toplotni štitovi, sistemi za održavanje života i kompjuteri koji obavljaju složene matematičke proračune – već postojala. Niti je, poput Žila Verna, maštao o dalekoj budućnosti ili izmišljao naučnu fantastiku. Izvlačio je veoma jasne zaključke na osnovu postojeće tehnologije, kojoj je trebalo još samo malo doterivanja. Skoro sve je već bilo spremno, realizacija je bila neizbežna, samo se još nije znao precizan trenutak. Sedam godina kasnije, Nil Armstrong spustio se niz merdevine Apola 11 da napravi svoj „mali korak za čoveka, ali veliki za čovečanstvo“.

Što se genetičke revolucije tiče, vreme u kome živimo ravno je ne 1865. već 1962. godini. Razgovor o remodeliranju naše vrste nije spekulativna naučna fantastika već logična ekstenzija brzo narastajućih tehnologija koje već postoje, koja se može očekivati u bliskoj budućnosti. Ovog časa posedujemo sve što nam je potrebno za promenu genetskog sklopa naše vrste. Nauka je stigla dotle. Realizacija je neizbežna. Pitanje je samo hoće li ovaj proces krenuti punom parom koju deceniju pre ili kasnije, i kojim ćemo se vrednostima rukovoditi u daljem razvoju tehnologije.

Nisu svi čuli za Murov zakon – opažanje da se snaga računara udvostručuje otprilike svake dve godine – ali smo zato svi usvojili njegove implikacije. Zato očekujemo da svaka nova verzija našeg ajfona i laptopa bude još lakša i može još više. Međutim, sve je jasnije kako postoji ekvivalent Murovog zakona koji se odnosi na shvatanje i promenu celokupne biologije, uključujući i našu.

Počinjemo da shvatamo kako je naša biologija samo još jedan sistem informativne tehnologije. Naš hereditet nije nikakva magija, saznali smo, već kod koji je sve lakše razumeti, čitati ga, pisati i hakovati. Zbog toga, uskoro ćemo od sebe očekivati umnogome isto što i od ostale naše informativne tehnologije. Sve više ćemo sebe, na više načina, doživljavati kao IT.

Ova zamisao mnoge plaši, i dobro je da je tako. Ali trebalo bi i da nas oduševljava, zbog svojih neverovatnih mogućnosti da nam poboljša život. Bez obzira na to šta mislimo, genetička budućnost stići će daleko pre no što mislimo, nadograđivši se na već postojeću tehnologiju.

Za početak, koristićemo postojeću tehnologiju vantelesne oplodnje (IVF, *in vitro* fertilizacija) i naučno zasnovanu selekciju embriona ne samo zato da isključimo najjednostavnije genetske bolesti i izaberemo pol, kao što je trenutno slučaj, već i da odaberemo i šire izmenimo genetiku naše buduće dece.

Druga faza humane genetičke revolucije, koja će se poklopiti s ovom, otići će i korak dalje, povećavajući broj jajnih ćelija raspoloživih za vantelesno indukovanje velikog broja adultnih ćelija, poput ćelija krvi ili kože, u matične ćelije, i pretvarajući tako te matične ćelije u jajne ćelije, od kojih će se potom uzgajati prava jajašca.

Ako i kad ovaj proces postane bezbedan za ljudska bića, žene koje se podvrgavaju vantelesnoj oplodnji imaće na raspolaganju ne samo desetak do petnaest jajnih ćelija za oplodnju već stotine njih. Umesto da testiraju manji broj svojih embriona, ovi potencijalni roditelji moći će da testiraju stotine ili više njih, unapredivši proces selekcije embriona tzv. „big data“ analitikom.*

Mnogi roditelji razmotriće i mogućnost da ne samo selektuju nego i genetički izmene svoju buduću decu. Tehnologije genomskog inženjeringa** postoje već godinama, ali nedavni razvoj novih alatki, poput CRISPR-Cas9,*** omogućuje inženjering gena svih vrsta, uključujući i našu, s daleko većom preciznošću, brzinom, fleksibilnošću i dostupnošću nego ikada pre. Sa CRISPR i sličnim alatkama, naposljetku će biti naučno moguće dati embrionima nove karakteristike i sposobnosti, insertovanjem DNK drugih ljudi ili životinja, a jednog dana čak i iz sintetičkih izvora.

* Termin „big data“ analitika (analitika velikih podataka) često se odnosi na upotrebu predikativne analitike ili drugih naprednih metoda za izdvajanje vrednosti iz podataka, a ne samo na određenu veličinu skupa podataka. (Prim. prev.)

** U zavisnosti od toga koji se deo genetičkog materijala prenosi ili obrađuje, razlikuje se genski, hromozomski i genomski inženjering (u prvom se manipuliše genima, u drugom hromozomima, a u trećem celim garniturama hromozoma). (Prim. prev.)

*** Protein koji ima ključnu ulogu u imunološkoj odbrani određenih bakterija protiv DNK virusa i lazmidia i koji se stoga veoma mnogo koristi u primeni genetičkog inženjeringa. Njegova glavna funkcija je da seče DNK, zahvaljujući čemu može da menja genom ćelije. (Prim. prev.)

Kada jednom shvate kako mogu koristiti vantelesnu oplodnju ili selekciju embriona da otklone rizik od brojnih genetskih oboljenja, te da potencijalno selektuju karakteristike koje smatraju poželjnima – poput povećanog koeficijenta inteligencije, ili čak veće ekstrovertnosti i empatije – mnogi roditelji će želeti da njihova deca budu začeta izvan tela majke. Mnogi će početi da doživljavaju začće putem seksa kao opasno i nepotrebno rizično. Vlade i osiguravajuće kompanije želeće da potencijalni roditelji koriste vantelesnu oplodnju i selekciju embriona kako bi, kada je moguće, izbegle plaćanje skupog doživotnog lečenja i nege u slučajevima urođenih genetskih oboljenja.

Bez obzira na katalizatore i inovacione prednosti, gotovo je nemoguće verovati da će naša vrsta naposljetku rešiti da ipak ne iskoristi napredak tehnologija koje imaju potencijal da iskorene strašne bolesti, poboljšaju nam zdravlje i produže naš životni vek. Prihvatili smo sve nove tehnologije – od eksploziva, preko nuklearne energije i anaboličkih steroida, do plastične hirurgije – koje uprkos svojim lošim stranama obećavaju da će nam poboljšati život, pa ni ovo neće biti izuzetak. Sama zamisao menjanja naše genetike zahteva ogromnu dozu skrušenosti, ali da se rukovodimo načelom skrušenosti – a ne težnjom da postanemo bogovi – ne bismo bili vrsta koja jesmo.

Uz pomoć ovih tehnologija, želećemo da za relativno kratko vreme iskorenimo genetska oboljenja; naš srednjoročni cilj biće da izmenimo i unapredimo ostale sposobnosti; na duge staze ćemo možda želeti da se pripremimo za život na vreljoj Zemlji, u svemiru ili na drugim planetama. S vremenom, ovladavanje tehnologijama za genetičko manipulisanje ljudskim bićima počće da se smatra verovatno najvećom inovacijom u istoriji naše vrste, ključem za otključavanje gotovo nezamislivog potencijala i, na više načina, biće to jedna potpuno nova budućnost.

No to nimalo ne doprinosi da sve ovo zvuči išta manje uznemirujuće.

Kad se pokrene ova revolucija, biće i onih koji je – zbog svojih ideoloških ili verskih ubeđenja, ili usled subjektivnih ili objektivnih razloga za zabrinutost – neće dočekati raširenih ruku. Ne vrti se život samo oko nauke i koda. On obuhvata i misteriju i slučajnost, a za neke i dušu.

Da smo ideološki uniformna vrsta, ova transformacija predstavljala bi izazov. U svetu u kom su razlike u mišljenjima i ubeđenjima ogromne, a nivoi razvoja neuporedivi, ovakva transformacija ima potencijal – barem ako ne budemo veoma pažljivi – da bude kataklizmična.

Moraćemo da postavimo neka istinski fundamentalna pitanja i da odgovorimo na njih. Hoćemo li upotrebiti ove moćne tehnologije da proširimo ili ograničimo svoju ljudsku prirodu? Hoće li koristi od ove nauke požnjati samo privilegovana manjina ili ćemo ovaj naučni napredak iskoristiti da umanjimo patnju, ispoštujemo različitosti i promovišemo globalno zdravlje i dobrobit svih? Ko ima pravo da donosi individualne ili kolektivne odluke koje naposljetku mogu uticati na celokupan rezervoar ljudskih gena? I kakav nam je proces potreban – ako je potreban – za donošenje najboljih mogućih kolektivnih odluka u vezi s našom budućom evolutivnom putanjom kao jedne ili, moguće, više no jedne vrste?

Ne postoje laki odgovori ni na jedno od ovih pitanja, ali svako ljudsko biće mora biti deo procesa hvatanja ukoštac s njima. Svi moramo da posmatramo sebe kao predsednika Kenedija kad je 1962. stao za onu govornicu, i pripremiti se da održimo sopstveni govor o budućnosti naše vrste u svetlu genetičke i biotehnološke revolucije. Naši kolektivni odgovori, prečišćeni kroz naše razgovore, organizacije, građanske pokrete, političke strukture i globalne institucije, umnogome će odrediti ko smo, do kojih vrednosti držimo i kako ćemo dalje. Međutim, da bismo bili deo tog procesa, moramo pod hitno da se edukujemo o ovim pitanjima.

„Gospodine Mecl, možete ući kod doktora“, prozvala me je recepcionistkinja. Odmahnuo sam glavom i podigao pogled, i

dalje pomalo nervozan. Kad su se otvorila vrata koja su vodila u sporedni hodnik, polako sam ustao, načas zastao i potom promišljeno napravio prvi korak.

Napisao sam ovu knjigu zato da iznesem zbog čega smatram da je – i pored toga što je revolucija u oblasti humane genetike neizbežna i brzo se približava – to *kako* će se ona odvijati sve samo ne neizbežno, te da više od svega zavisi od nas. Da bismo doneli najmudrije kolektivne odluke o tome kako ćemo dalje, moraćemo razumeti šta se dešava i šta je na kocki, i uključiti u razgovor što je moguće veći broj ljudi. Ova knjiga je moj skromni napor da podstaknem taj proces.

Vrata su nam svima otvorena. Dopalo nam se ili ne, svi marširamo prema njima. Naša budućnost nas čeka.

Prvo poglavlje

U kome Darwin upoznaje Mendela

„Podignite ruku ako razmišljate da za deset ili više godina imate dete“, zamolio sam mnoštvo milenijalaca u auditorijumu otmene konferencijske sale u Vašingtonu. Oko polovina prisutnih je podigla ruke.

Četrdeset pet minuta sam im zaneseno pričao o tome kako će nadolazeća genetička revolucija preobraziti način na koji pravimo decu, a naposljetku i samu prirodu dece koju pravimo. Objasnio sam zašto verujem da je neizbežno da naša vrsta prihvati našu genetički unapređenu budućnost, zašto je to istovremeno neverovatno uzbudljivo i veoma uznemirujuće, kao i šta mislim da je potrebno da sad uradimo kako bismo se postarali da optimizujemo koristi i svedemo na minimum štete koje nam mogu doneti revolucionarne genetičke tehnologije.

„Ako ste žensko i podigli ste ruku, tada bi verovatno trebalo da zamrznete svoje jajne ćelije. Ako ste muško i podigli ste ruku, moj savet je da što pre zamrznete svoju sperm.“

Publika me je sumnjičavo odmeravala.

„Bez obzira na to koliko ste mladi i plodni“, nastavih, „postoje nimalo beznačajni izgledi da ćete svoju decu začinjati u

laboratoriji, stoga ne bi bilo loše da svoja jajašca i spermumu zamrznete sad kad ste na svom biološkom vrhuncu.“

Preko lica mladih, ambicioznih profesionalaca preleteo je talas zebnje. Njihov unutrašnji sukob bio je gotovo opipljiv. Decenijama sam se borio s istim pitanjem koje je, izgleda, mučilo i njih: kako da uravnotežimo veličanstveno čudo i nemilosrdnu surovost naše biologije?

Svi se rađamo kroz proces koji je u najmanju ruku čudesan, i odmah potom započinjemo svoju beskrajnu bitku s vremenom, bolestima i elementima, u kojoj naposljetku ipak pokleknemo. Snažno nas privlači sve što smatramo prirodnim, ali našu vrstu definišu njeni nepopustljivi naponi da ukrotimo prirodu. Želimo da nam deca budu prirodno zdrava, ali to koliko su daleko roditelji spremni da odu u prkošenju prirodi ne bi li spasli svoju decu od bolesti, takoreći nema granice.

Ruku je podigla mlada žena u plavom odelu. „Upravo ste objasnili kojim pravcem verujete da se kreće genetička revolucija i kako bi trebalo da se pripremimo za nju, ali šta je s vama? Hoćete li vi genetički modifikovati svoju decu?“

Ukočio sam se, što mi je inače potpuno nesvojstveno. Već sam godinama pisao i držao predavanja na temu budućnosti ljudske reprodukcije, ali nekako se sve dotle nije dogodilo da mi neko direktno postavi to pitanje. Nisam tačno znao šta da joj odgovorim i zastao sam da malo razmislim.

Nauka humane genetike napreduje takvom brzinom da svi još pokušavamo da je sustignemo. Kad su Džejms Votson, Fransis Krik, Rozalind Frenklin i Moris Vilkins 1953. godine identifikovali dvostruki heliks DNK, pokazali su da je taj udžbenik života organizovan poput spiralnih merdevina. Saznanje kako se sekvenciraju geni, do kog se došlo samo četvrt veka posle toga, dokazalo je da se taj udžbenik može čitati i razumeti još bolje. Razvoj tehnologije za precizno uređivanje

genoma,* kojom je ovladano svega nekoliko kratkih decenija kasnije, omogućio je naučnicima da pišu i iznova ispisuju kod života. Moguće ga je čitati, pisati, hakovati – naučna dostignuća u proteklih pola veka pretvorila su biologiju u još jedan vid informacione tehnologije, a ljude iz nedokučivih bića u nosioce našeg softvera za izvorni kod.

Poimanje genetike kao informacione tehnologije navelo nas je da genetske varijacije i mutacije, koje izazivaju strašne bolesti i ogromnu patnju, sve više istovremeno doživljavamo kao nužnu cenu evolutivne raznolikosti i dosadne bagove koji ometaju neki kompjuterski program. Nastavljajući ovu metaforu, ne bi li trebalo da priželjkujemo sva dostupna unapređenja tog softvera, kako bismo obezbedili optimalno funkcionisanje naših sistema?

Osetio sam kako mi se misli kristališu. Pogled mi se ponovo fokusira. „Ako je bezbedno i znam da mogu poštediti svoje dete velike patnje“, rekoh prelazeći preko bine, „uradio bih to. Ako istinski verujem da mogu pomoći svom detetu da živi duže, zdravije i srećnije, uradio bih to. A ako je potrebno da podarim svom detetu naročite sposobnosti želim li da uspe u agresivnom svetu u kom većina ostalih poseduje neke napredne sposobnosti, u najmanju ruku bih ozbiljno razmislio o tome. A vi?“

Žena se kolebala. „Teško pitanje“, odvrtila je. „Razumem šta govorite. Ali nešto u vezi sa svim tim naprosto mi zvuči neprirodno.“

„Dozvolite da se zadržim na tome“, rekoh. „Šta je za vas prirodno?“

„Pretpostavljam, sve kakvo je bilo pre no što su ga ljudi promenili.“

„Dobro, da li je zemljoradnja prirodna?“, upitao sam. „Njome se bavimo tek dvanaestak hiljada godina.“

* Poznato i kao *genomička hirurgija*. (Prim. prev.)

„Jeste i nije“, odvrati ona oprezno, počevši da shvata kako je priroda klimav oslonac za argument.

„Da li je organski kukuruz prirodan? Ako se vratite samo devet hiljada godina unazad, bilo bi vam nemoguće da pronađete išta slično današnjem kukuruzu. Pronašli biste divlju travu zvanu *teosinte*, sa samo nekoliko bednih zrna na sebi. Dodajte milenijum ili dva aktivne manipulacije od strane čoveka i dobićete prelepog žutog diva koji danas krasi naš izletnički sto. Veoma mnogo ostalog voća i povrća koje jedemo, čak i onog organskog, od najpoznatijih proizvođača, umnogome je čovekovih ruku delo, rezultat svesnog i selektivnog uzgoja kroz milenijume. Da li je to voće i povrće prirodno?“

„To je siva zona“, popustila je ona donekle, ne odustajući od svog prvobitnog koncepta prirode.

„Bismo li bili prirodni da živimo u lovačko-sakupljačkim društvima poput naših predaka?“

„Verovatno.“

Nisam želeo da dalje navaljujem, ali morao sam da istaknem suštinsku poentu. „Da li biste živeli tako?“

Licem joj prelete nestašan osmeh. „A imaju li rum-servis?“

„Dobro, nalazite se u *For sizensu* i dobijete gadnu bakterijsku infekciju“, nastavih. „Želite li da vas leče onako kako su se desetinama hiljada godina ranije lečili naši preci, bobicama i bajanjem, ili želite antibiotike koji vam mogu spasti život?“

„Antibiotike, radije“, reče ona.

„Prirodne?“

„Jasno mi je šta hoćete da kažete.“

Pogledao sam naokolo. „Svi mi imamo duboko usađene ideje o tome šta je prirodno, ali većina toga zapravo uopšte nije prirodna. Možda nam je poznato odranije, ali mi ljudi već milenijumima agresivno menjamo naš svet. A ako se već tako dugo bavimo menjanjem bioloških i ostalih sistema, moramo li biologiju koju smo nasledili od roditelja shvatati kao svoju sudbinu? Imamo li pravo ili čak obavezu da eliminišemo

bagove i programske greške u hardveru našeg tela i tela naše dece?“

Publika se uzvrpoljila.

„Da vaše buduće dete boluje od neke teške bolesti i da znate da mu nema spasa, podignite ruku ako biste bili spremni da ga podvrgnete operaciji koja bi mu spasla život“, nisam popuštao.

Sve ruke poleteše uvis.

„Da možete da sprečite da vaše dete uopšte oboli od te bolesti, da li biste to uradili?“

Nijedna se ruka nije spustila.

„Ako ste spremni da prođete kroz vantelesnu oplodnju i selekciju embriona kako biste osigurali da vaše buduće dete nije u opasnosti, ne spuštajte ruke.“

Ruke ostadoše podignute.

„A da bezbedno izvršite jednu sitnu promenu u genima svog deteta dok je ono još samo neimplantirani embrion?“

Nekoliko ruku se spustilo.

Okrenuo sam se prema jednom mladom čoveku koji je spustio ruku, studentu nekog pripremnog koledža, koji je izgledao kao da je izašao iz kataloga sportske odeće. „Možete li mi reći zašto?“

„Ko smo mi da počnemo da modifikujemo svoju decu?“, rekao je on. „Mislim da je to klizav teren. Kad jednom počnemo, gde je tome kraj? Može nam se desiti da na kraju budemo okruženi Frankenštajnima. Unervozim se od same pomisli.“

„Odlično opažanje“, uzvratilo sam. „I *trebalo* bi da se unervozite. To bi svima trebalo da nam uliva nervozu. Jer ako ne osećate mešavinu uzbuđenja i straha, znači da zapravo ne razumete o čemu je ovde reč. Genetičke tehnologije omogućiće nam da postizemo divne stvari, koje će olakšati patnje ljudima i osloboditi potencijale koje nam je teško i da zamislimo. Nove verzije nas, Homo sapiens 2.0 i još napredniji, iskoristiće ove nove sposobnosti da pronalaze nove tehnologije, istražuju nove svetove, stvaraju fenomenalnu umetnost i doživljavaju

nikad širu lepezu emocija. Ali ako ne uradimo to kako treba, te iste tehnologije mogle bi da podele društva, stvore opresivne hijerarhije između poboljšanih i nepoboljšanih ljudi, da podriju diverzitet, navedu nas da srozamo i komercijalizujemo ljudski život, pa čak i da prouzrokuju velike nacionalne i internacionalne sukobe.“

„Pa dobro, ko određuje kuda ovo vodi?“, upitala je druga žena.

„To će biti najvažnije i najdalekosežnije pitanje koje ćemo, individualno i kolektivno, postavljati sebi u mnogim narednim godinama“, rekao sam polako. „A to kako ćemo na njega odgovoriti odrediće ko smo i šta smo, gde živimo i gde možemo živeti, i kakve su nam mogućnosti kao ljudima i kao vrsti.“

Prisutni su se uspravili na stolicama. Osećao sam kako nivo anksioznosti u prostoriji narasta.

„Upravo mi ćemo morati da dokučimo kojim pravcem ćemo krenuti. Zato vam sve ovo i govorim. Naša vrsta, kao celina, donosiće u predstojećim godinama monumentalne odluke o našoj genetskoj budućnosti. Neke od tih odluka, poput usvajanja zakona, događaće se na društvenom nivou. Međutim, mnoge značajne odluke donosiće pojedinci – poput odluke svakog od nas kako želi da pravi decu. Neće se svaki pojedinac i par osećati kao da odlučuju o budućnosti naše vrste, ali kolektivno se svodi na to.“

Prostorijom se na ovo proširila ona dobro poznata mešavina užasnutosti, divljenja i zbnunjenosti, koju sam već počeo da očekujem na svim svojim predavanjima.

Potom, kao i uvek, ruke poleteše uvis. Poput sedmaka s kojima sam razgovarao u Nju Džerziju, dobrostojećih korporativnih menadžera na festivalima ideja poput Gugl cajtgajsta (Google Zeitgeist), Tek open era (Tech Open Air) i Saut baj sautvesta (South by Southwest), stručnjaka na Eksponecijalnoj medicini (Exponential Medicine) i Njujorškoj akademiji nauka (New York Academy of Science), poput studenata prava sa Stenforda i Harvarda, kao i naučnih radnika i poslovnih lidera

na konferencijama širom sveta, publika je počela da shvata i prihvata kao svoju ogromnu odgovornost koju ovaj istorijski trenutak tovari na pleća svih nas.

Ova odgovornost dolazi nam na neverovatnoj prekretnici u našoj istoriji kao vrste, kad se naša biologija i tehnologija seku kao nikada dosad i okreću naglavce neke naše najsvetije prakse i tradicije. Poput ostalih, vašingtonski milenijalci počinjali su da shvataju kako se budućnost genetičkog poboljšanja ljudskog roda ne svodi samo na nekoliko sitnih izmena u našim genima i genima naše dece, već da je tu reč o stvaranju nove i veoma drugačije budućnosti za našu vrstu.

Međutim, ako hoćemo da razumemo kuda idemo, moramo prvo da uzmaknemo jedan korak i shvatimo odakle dolazimo.

* * *

Tokom prve dve i po milijarde godina života na Zemlji, naši jednoćelijski preci razmnožavali su se klonalno.* Jedna bakterija, na primer, mogla je da se podeli na dve zasebne bakterije s istovetnom genetikom, posle čega je proces počinjao iznova. Ovo je bio odličan sistem, zato što nije bilo potrebno trošiti vreme i energiju na traženje partnera. Trebalo je samo pronalaziti hranu i deliti se, i loza se nastavljala. Loša strana bilo je to što je proces klonalne reprodukcije stvarao mnogo genetske konzistentije među jednoćelijskim organizmima u datoj zajednici, ograničavajući tako opcije dostupne za prirodnu selekciju u poređenju s onim što će kasnije doći.

Ova konzistentnost, međutim, nije bila potpuna. Bakterije su evolucijom razvile način da doslovno prigrabe gene drugih bakterija koristeći se bakterijskim fimbrijama, mikroskopski sitnim „harpunima“ zvanim *pili* (jed. *pilus*).¹ Ipak, iako je

* Pre oko 3,5 milijarde godina, prvi jednoćelijski mikrobi podelili su se na dva ogranka: bakterije i arheje. Neki biolozi tvrde da je postojao i treći ogranak, eukariote. (Prim. a.)

klonalna reprodukcija pomagala bakterijama da prenose korisne mutacije, ujedno je izlagala riziku čitave kolonije u slučaju pojave opasnosti u vidu bakterijskih virusa (bakteriofaga), zato što su klonirane bakterije posedovale previše istih manjkavosti u svom odbrambenom mehanizmu. Polno razmnožavanje je izrazito promenilo tu situaciju.

Identične kopije su, u biologiji, retko kad baš savršene. Mada je nemoguće reći kada se to tačno dogodilo, fosilni nalazi nagoveštavaju da se kod jednog od ovih organizama pre oko 1,2 milijardi godina razvila čudna mutacija. Umesto da se samo kopiraju ili da ukradu nekoliko gena od drugih mikroorganizama, nekako su se sparili s drugim mikrobima i stvorili potomstvo kombinujući DNK oba roditelja – i *voilà*, rodio se seks i dramatično proširio evolutivne mogućnosti.

Za pronalazak partnera bilo je potrebno više energije nego da se naprosto kloniraš – jer u potonjem slučaju, po definiciji, nije bilo konkurencije u vidu drugih potencijalnih udvarača. Oni koji su bili u potrazi za optimalnim partnerima morali su razvijati nove i sve bolje sposobnosti kako bi privukli najbolje partnere i pobedili rivale. Ali kad obezbede partnera, mogli su potpunije i nasumičnije mešati svoju genetiku prilikom razmnožavanja – što je bila ogromna prednost.

Organizmi koji su se polno razmnožavali imali su više genetskih gubitnika u odnosu na svoje pretke klonove, ali ujedno i daleko više mogućnosti za evoluciju genetskih pobednika. S tako mnogo različitih modela polno reproduktivnih organizama koji su se stalno generisali, vrste koje su se polno razmnožavale uspele su da se brže prilagode promenljivim okolnostima, da uspešnije odbijaju uljeze i pronalaze hranu, te da ubrzaju proces evolutivne promene. Čitava naša evolutivna istorija – kao polno reproduktivnih organizama – sačinjena je od ovih neretko nasumičnih genetskih mutacija i varijacija koje su stvorile neizmerno mnoštvo novih karakteristika, a najkorisnije među njima raširile su se kroz celu našu vrstu.

Naoružani ovim razlikama, naši preci nadmetali su se za prednosti međusobno i s okruženjem, u procesu koji je Darwin nazvao *prirodnom selekcijom*.

S vremenom, proces polnog razmnožavanja se i sam suočio s evolutivnim pritiskom na koji su različita stvorenja odreagovala na različite načine. Neka, poput današnjeg lososa, ispuštala su u svet što je moguće više jajašaca, u nadi da će neka od njih naići na spermiju. Oslobođanje hiljada jajašaca u rupe na rečnom dnu povećavalo je izgleda da će barem neka biti oplodjena spermijom mužjaka, ali ovaj pristup je istovremeno eliminisao mogućnost roditeljstva. Šta god da možda mislite o svojim roditeljima, samo roditeljstvo pruža ogromne evolutivne prednosti.

Umesto da izbacuju ogroman broj jajašaca, neki drugi organizmi – uključujući i naše pretke novijeg datuma – zadržavali su jajašca u ženjkama sve do oplodnje, posle čega su se embrioni razvijali u utrobi majke. Ako poredimo seks sa ruletom, moglo bi se reći da su stvorenja poput lososa stavljala žetone na sve brojeve, dok su stvorenja poput nas stavljala sve svoje žetone na samo nekoliko brojeva. Donoseći na svet manje potomstva od ostalih sisara i držeći ih pored sebe, naši preci su se više posvećivali podizanju dece, što je značilo da su ta deca imala prilike da razviju veštine koje daleko nadmašuju sve što je jedan losos, koji je otkako se izlegao bio prepušten sam sebi, ikad mogao da postigne.

Polno razmnožavanje podstaklo je diverzitet, stvorivši evolutivnu trku u naoružanju koja i danas traje. Kad su lososi pobedili, razmnožavali su se u ogromnom broju, ali po definiciji nisu mogli učiniti ništa da podignu svoj podmladak, koji se odavno razišao. Mi smo, s druge strane, štitili svoje bespomoćne bebe pošto se rode dopuštajući tako njihovom mozgu da nastavi da se razvija, i podizali ih učeći ih novim veštinama. Naša priroda je stvorila evolutivnu mogućnost za naše vaspitanje. Kad smo pobedili, izgradili smo civilizaciju.