

---

Tomislav  
JANOVIĆ

Davor  
PEĆNJAK

“IN GENES WE TRUST”:  
CILJEVI I MOGUĆNOSTI  
GENSKE TEHNOLOGIJE



Parafrazu natpisa s američkih novčanica treba shvatiti ozbiljno. Gensko-tehnološki optimizam uhvatio je dublje korijene nego što se obično misli i nego što to pokazuju ankete u kojima se građani laici i stručnjaci, "plebiscitarno" izjašnjavaju protiv legalizacije neograničenog manipuliranja nasljednom tvari. Polazište ovog teksta teza je da rastuće povjerenje u genetičko inženjerstvo počinje funkcionirati kao kompenzacija za razočaranja u socijalno inženjerstvo. Cilj teksta jest ispitati ima li ta kompenzacija realnu, a ne samo psihološku, osnovu. Točnije, u kojoj je mjeri opravdano - i s tehnološkog i s etičkog aspekta - preusmjeriti naša amelioracijska nastojanja s razine osoba i skupina na razinu molekula koje čine dio građe i ponašanja potencijalnih osoba.

Tehnički gledano, genetičko se inženjerstvo može smatrati podvrstom kemijskog inženjerstva kojoj je cilj razumjeti a onda i utjecati na kemijske odnosno biokemijske procese u živim bićima. Zbog specifičnosti tih procesa, ali i činjenice da oni bitno određuju i ona svojstva koja smo skloni tretirati kao *diferentiam specificam* ljudske vrste - svojstva koja osobe čine osobama - razumljivo je da metode genetičkog inženjerstva otvaraju niz pitanja koja se ne postavljaju u slučaju uže shvaćenog kemijskog inženjerstva.

Pitanja se mogu podijeliti u dvije glavne skupine. Prvu čine tehnička ili izvedbena pitanja same discipline - pojednostavljeno, želimo li ostvariti cilj  $x$ , moramo znati koja sredstva  $y$  i koje metode  $z$  nam stoje na raspolaganju. Riječ je, dakle, o tehničkim ograničenjima unutar kojih se ostvaruju naši pokušaji da iz neke početne fizikalne/kemijske/biološke situacije nizom koraka ostvarimo novo, željeno fizikalno/kemijsko/biološko stanje.

Druga kategorija pitanja tiče se etičkih i legalnih implikacija manipuliranja molekulama DNK. Raskorak između tehničke izvedivosti i moralne prihvatljivosti aktualnih biotehnoloških projekata u devedesetim je godinama

dosegnuo kritičnu točku. Može se reći da su posljednji uspjesi s kloniranjem sisavaca označili definitivni kraj razdoblja u kojem su tehničko-izvedbena pitanja bila glavna ili čak jedina briga istraživača-eksperimentatora. Pod utjecajem postupno oblikovanog javnog mnijenja, ali i zahvaljujući sve većem teorijskom ugledu bioetike kao znanstveno-filozofske discipline, uspostavljeni su kakvi-takvi moralni i pravni okviri primjene genske tehnologije. Kao što to pokazuju neki nedavni slučajevi, možemo očekivati da će i sam navještaj mogućeg iskoraka iz tih okvira ubuduće izazivati šarolike reakcije, od kojih mnoge – možda čak i većina – neće biti u skladu s već dosegnutom razinom dijaloga među zainteresiranim stranama. Odatle i važnost racionalne rasprave moralnih implikacija aktualnih gensko-tehnoloških projekata – uz važan uvjet da takva rasprava *prethodi* eksperimentalnoj fazi projekta, a pogotovo fazi primjene dosegnutih rješenja.

U vezi s provedenom distinkcijom potrebno je istaknuti dvoje. Prvo, da su dvije vrste pitanja, ona tehničko-izvedbena i ona etička, međusobno čvrsto isprepletena i da ih nije uvijek moguće – ali niti poželjno – odvojeno razmatrati. Jedan od trivijalnijih razloga za to proizlazi iz činjenice da procjena moralne opravdanosti pojedine procedure obično ovisi i o tehničkim pojedinostima njezine izvedbe. Drugo, da i naoko čisto tehnička pitanja imaju svoju “filozofsku”, točnije epistemološku stranu, tj. da ona ne obuhvaćaju samo probleme koji se tiču metodologije manipuliranja molekulama DNK, nego da nužno zadiru i u spoznajno-teorijske pretpostavke na kojima ta metodologija počiva. Još od ranih sedamdesetih godina svjedoci smo pokušaja da se navedene pretpostavke jasno formuliraju te da se pokaže kako one, uzete u cjelini, tvore koherentnu, premda *pogrešnu* teoriju o utjecaju gena na manifestna svojstva organizama. Riječ je o teoriji na kojoj prema nekim autorima počiva čitav znanstveno-istraživački program suvremene genetike, a za koju se uobičajio naziv *genetski determinizam*.<sup>1</sup>

U nastavku nećemo polemizirati o tezama genetskog determinizma (niti s njihovim kritičarima). No, poslužiti ćemo se nekima od često isticanih argumenata protiv tog stajališta. Ti bi argumenti trebali potaknuti sumnju u mogućnost tehničke provedbe jakog programa (eu)genetske tehnologije (odjeljak 2). Na njih bi se trebali nastaviti, uvjetno rečeno, čisto etički argumenti za čiju će nam elaboraciju poslužiti aktualni primjer genetskog kloniranja (odjeljak 3). Budući da je potaknut i već prisutnom istraživačkom praksom, a ne samo hipotetičkim scenarijima, nadamo se da etički dio argumentacije neće zvučati teorijski

apstraktno. No, prije nego li se pozabavimo i jednim i drugim argumentima, smatramo važnim uvesti još neke distinkcije te dati odgovarajuća objašnjenja (sljedeći odjeljak) radi točnog razumijevanja istraživačkog programa koji želimo kritički razmotriti.

Tomislav Janović, Davor Pečnjak  
**“In Genes We Trust”:  
ciljevi i mogućnosti  
genske tehnologije**

### Istraživački program genetičkog inženjerstva

---

Za početak, unutar genetičkog inženjerstva potrebno je razlučiti dvije vrlo različite metode mijenjanja genetske strukture organizma. Prvoj je cilj utjecati na osobine aktualnog organizma intervencijom u njegovim *somatskim stanicama*. Druga ima kao cilj utjecati na osobine potencijalnog organizma, odnosno potencijalnih organizama manipulacijom nasljedne tvari u *spolnim stanicama*. Razlika između dviju metoda je očita i proizlazi iz naravi induciranih promjena u genomu: u prvom slučaju genetske promjene pogađaju isključivo organizam na koji je intervencija bila usmjerena; u drugom slučaju promjene pogađaju neki budući organizam i njegove potomke. Jasno je da bi se ta razlika morala odraziti i u etičkim mjerilima kojima će se procjenjivati opravdanost pojedinih genetskih zahvata, imajući na umu njihove posljedice. Da vidimo zašto.

Aktualne metode poboljšavanja genoma pojedinačnog organizma temelje se na sofisticiranoj primjeni niza tehnika koje su razvijene još ranih sedamdesetih godina pod skupnim nazivom *tehnologija rekombinantne DNK*. Posve pojednostavljeno, ta je tehnologija omogućila da se pojedinačni geni, tj. dijelovi DNK molekule, identificiraju, zatim “izrežu” iz svojeg prirodnog okoliša na kromosomu (nukleotidnog lanca) te smjeste u sasvim nov genski kontekst – u kromosom neke druge vrste organizma.<sup>2</sup> Jedna od mogućih primjena te metode jest da se novodobivena, “rekombinirana” molekula DNK umnoži te pomoću odgovarajućeg “nosača” ili vektora (tipično virusa) ubaci u ljudsku stanicu, gdje će novi gen postati dio pacijentova genoma te eventualno – preko svoje fenotipske ekspresije – proizvesti odgovarajući terapijski učinak (npr. spriječiti kancerogeni rast tkiva i sl.).

Općenito gledano, opisani postupak mijenjanja genoma somatskih stanica u terapijske svrhe etički je *nesporan* (koliko već takav postupak može biti). To ne znači da je potpuno lišen kontroverznih elemenata koji su dijelom vezani za pojedinosti njegove tehničke izvedbe, a dijelom za šire socijalne uvjete unutar kojih se postupak provodi.<sup>3</sup> No, važno je uočiti da se mogući problemi i komplikacije koji u tom kontekstu mogu zanimati etičara – npr. tehnički propusti, nepredvidivi ishodi terapije, nedoumice o

kriteriju bolesti (tj. u kojim slučajevima primijeniti terapiju, a u kojima ne), zatim financijska pitanja, pitanja prioriteta pri selekciji pacijenata i sl. – konceptualno *ne razlikuju* od problema s kojima se medicinska etika do sada tipično susretala. To ujedno znači da se u razmatranju tih pitanja i pri argumentiranju za ili protiv pojedinih rješenja koriste isti ili slični argumenti kao i u mnogim analognim, iz prakse poznatim slučajevima.<sup>4</sup>

To, međutim, ne vrijedi za primjenu opisane tehnike (rekombinantne DNK) ili neke slične procedure u svrhu modifikacije *spolnih stanica* organizma. Kao što smo već navijestili, riječ je o zahvatu s posve drugačijim, daleko-sežnijim posljedicama, za čije sagledavanje neće biti dovoljno dosadašnje iskustvo niti uobičajena etička mjerila. No, bez obzira na nedostatak analognih primjera koji bi usmjeravali etičku raspravu, vizija moći tehnologije mijenjanja spolnih stanica u zapadnoj je civilizaciji već odavno prisutna. Danas, kada su pokusi s uvođenjem novih, inženjerski kreiranih gena u jezgru spermija ili jajne stanice bitno uznapredovali, niti kritičari niti oduševljeni pristaše futurističkih scenarija ("transhumanizma" i sl.) nemaju nikakvih nedoumica u vezi s krajnjim mogućnostima primjene takve tehnologije – i jedni i drugi čvrsto vjeruju da će ciljanim kombiniranjem gena jednog dana biti moguće ostvariti potpunu kontrolu nad genomom još nerođenog organizma. Kreće li se aktualni istraživački program genetičkog inženjerstva doista u tom smjeru?

Sami sudionici programa – i eksperimentatori i teoretičari – u pravilu oklijevaju nedvosmisleno odgovoriti na to pitanje. No, bez obzira na eventualnu opravdanost *njihove* suzdržanosti, smatramo da za filozofa znanosti, (bio)etičara ili informiranog laika nipošto nije preuranjeno s punom ozbiljnošću razmotriti čak i najsmjelije scenarije ishoda pojedinih tehničkih zahvata, a s namjerom da se objektivno procijeni njihova opravdanost. Navest ćemo *tri razloga u prilog neodgodivosti takve rasprave*:

1) **Nekontrolirano napredovanje istraživanja.** Mnogi primjeri iz novije znanstvene povijesti, a to se osobito odnosi na posljednjih tridesetak godina, pokazuju da se pomaci od zamisli do primjene u znanosti nerijetko događaju *brže* negoli se to na početku moglo predvidjeti – jučerašnja znanstvena fikcija danas nam se pokazuje kao uobičajena (i nezamjenljiva) praksa.

2) **Inertnost jednom pokrenutog istraživačkog projekta.** Isti povijesni primjeri uče nas da su za pokretanje istraživačke aktivnosti dovoljni već i krhki izgledi na uspjeh nekog projekta (naravno, uz nužna financijska sred-

stva), dok za njezino zaustavljanje obično *nisu dostatne* moralne skrupule, a ponekad niti zakonske restrikcije.

3) **Prednosti pravovremenog prebacivanja na alternativne projekte.** Dovoljno rano preusmjeravanje intelektualnih i materijalnih resursa sa – tehnički i/ili etički – kontroverznih projekata na one manje ili nimalo kontroverzne može se pokazati kao neprocjenjiv dobitak (pogotovo ako su alternativni projekti sa socijalnog stajališta podjednako opravdani ili čak neodgodivo potrebni).

Poslije ćemo vidjeti kako ti argumenti funkcioniraju na konkretnom (i aktualnom) primjeru – na primjeru kloniranja. Sada ćemo se usredotočiti na probleme koji proizlaze iz biološke prirode genetičkog inženjerstva.

Tomislav Janović, Davor Pečnjak

**“In Genes We Trust”:**

**ciljevi i mogućnosti**

**genske tehnologije**

## Žongliranje genima

---

Geni su raspoređeni u biokemijskim nitima koje se zovu kromosomi, a jedan kromosom sadrži mnogo gena. Gen, kao određeni niz nukleotida, može biti različite duljine. Unatoč velikom broju gena koji izgrađuju živa bića, a koji su u određenim količinama prisutni i kod najjednostavnijih organizama, uglavnom ne postoji jedan-prema-jedan korelacija između gena i svojstava organizma. U pojedinačnom genu nije prisutna samo jedna jedinstvena informacija ili, bolje rečeno, skup informacija koji na jedinstven način izgrađuje jedno jedino obilježje organizma. Nema stroge paralele gen – fenotipsko svojstvo. U izgradnji pojedinog fenotipskog svojstva u pravilu sudjeluje više različitih gena, čiji biokemijski utjecaji tijekom izgradnje organizma određuju konačan oblik tog svojstva (naravno, u utjecaj okoline). Dapače, ti geni ne moraju biti poredani jedan za drugim (jer tada bi se mogli smatrati jednim genom) na istom kromosomu, nego se nalaze na različitim mjestima – drugim riječima, razdvojeni su. Također, nepostojanje jedan-jedan korelacije znači da jedan gen može sudjelovati u izgradnji različitih svojstava organizma, u suradnji s drugim genima. Postoji, dakle, razgranata mreža odnosa između samih gena i, posljedično, svojstava na čiju izgradnju oni utječu. Bitno tehničko pitanje koje slijedi iz ovakve biokemijske situacije glasi: kako ostvariti kontrolu pojedinih stadija procesa nakon što se započne s genetskim manipuliranjem.

Kod organizama s velikim brojem nukleotidnih slijedova, tj. gena, moguć je velik broj gore opisanih kombinacija koje, “prirodno iskombinirane”, izgrađuju organizam zajedno s njegovim fenotipskim svojstvima. Želimo li promijeniti jedno svojstvo, morali bismo promijeniti određeni slijed purina/pirimidina da bismo promijenili genet-

sku informaciju, odnosno “slova” u genetskoj “abecedi”. Dakle, određeni gen, koji zauzima određeno mjesto na kromosomu, mijenjamo na umjetan način i dobivamo drugačiji gen, koji, međutim, nastavlja zauzimati isto mjesto na kromosomu. No, time smo promijenili i odnos dotičnog mjesta i dotičnog gena prema drugim genima. Prema tome, želeći promijeniti (npr. da “poboljšamo” genom) određeno svojstvo izmjenom odgovarajućeg gena, može se dogoditi da automatski promijenimo, ili utječemo na promjenu, nekog drugog svojstva koje uopće nismo željeli promijeniti. S obzirom na složenost međuodnosa gena i njihovih kauzalnih utjecaja u izgradnji fenotipa, mi, barem na ovom stupnju znanja i tehnologije, u pravilu ne možemo predvidjeti što će se dogoditi ako u nekom genu ostvarimo inženjersku promjenu, čak i pod pretpostavkom “najboljih” namjera. U suigri ostalih gena, to može imati i zlokobne posljedice i na sam organizam i na korisnike tog organizma (npr. u slučaju inženjeringa jestivih biljaka).

Ilustrirajmo navedeno sljedećim primjerima. Jedna tvrtka, koja se bavila genetičkim inženjerstvom biljaka, htjela je poboljšati svojstva soje tako da im doda proteine komplementarne onima koje je soja prirodno sadržavala. Namjera je bila kreirati namirnicu koja bi sadržavala “potpuni protein”, tj. sve što je čovjeku u energetskom smislu potrebno za prehranu (ključne aminokiseline). Tvrtka je uspjela u svojem naumu, tj. proizvela je “optimiziranu” soju, i to unošenjem gena brazilskog oraščića u postojeću vrstu soje. No, osim željenih “poboljšanja”, biokemijska je promjena prouzročila i potpuno nepredviđenu sintezu alergogenih spojeva u novoj soji. “Pogreška” je srećom otkrivena prije nego što je pokrenuta serijska industrijska proizvodnja, pa nova soja nije stigla na tržište.

Drugi primjer. Jedna japanska tvrtka proizvodila je iz prirodne vrste bakterija dodatak hrani zvan triptofan. Kako bi se bakterija napravila učinkovitijom, tj. kako bi se poboljšale mogućnosti proizvodnje triptofana, primijenjene su metode genetičkog inženjerstva. Cilj je ostvaren i bakterija se nakon genetske promjene doista pokazala učinkovitijom. No, i ovaj put su stvari krenule nepredviđenim tokom, ali s gorim posljedicama: naime, neželjena nuspojava bila je biokemijski otkrivena tek nakon što se oko 5000 ljudi otrovalo hranom obogaćenom novom, “učinkovitijom” verzijom triptofana. Na žalost, 37 ljudi je smrtno stradalo od posljedica sinteze otrovnih tvari genetičkim inženjerstvom izmijenjene bakterije.

Treba uočiti da ni u jednom od opisanih slučajeva nije bilo fatalnih posljedica za organizam na kojemu su genetske promjene provedene, nego samo za korisnike dobi-



venih proizvoda. No, primjeri su svejedno opominjajući. Genetičkim inženjerstvom dobiveno je novo (i poboljšano) fenotipsko obilježje, ali zajedno s njim, kao nuspojava, i svojstvo koje nije bilo niti željeno niti poželjno. Drugim riječima, potpuni fenotip tih organizama ipak se pokazao drugačijim nego što su to genetski inženjeri očekivali. To znači da ponekad nije moguće, s obzirom na postojeći stupanj znanja, sve mogućnosti proigrati i predvidjeti.

Nije, međutim, isključeno da bi se nešto slično moglo dogoditi i s drugačijim ishodom: inženjerskim zahvatom stvoreni organizam mogao bi iskazati nepredviđeno fenotipsko obilježje koje bi štetilo organizmu. Da bismo to ilustrirali, zamislimo sljedeći slučaj. Primjerice da majka i otac zažele da im dijete bude vrhunski atletičar – trkač na srednje staze (800 i 1500 m). Kako oni sami to nisu bili, zamole prijatelja, genetičkog inženjera, da “poboljša” gen koji izgrađuje strukturu donjih ekstremiteta, tj. da kreira gen “za” jače, izdržljivije i gipkije noge – npr. da nožni mišići budu jači, da veze mišića i kostiju budu na bolji način izgrađene itd. Inženjer se prihvati posla i doista promijeni gene s odgovarajućim rezultatom. Ali, kao i u prethodnim primjerima, potpuno nepredviđeno, pokaže se da zamjena gena ima još neke posljedice koje su dotad bile nepoznate istraživačima i inženjerima. Zamislimo da geni za bolje trkače noge ujedno djeluju na duljinu gornjih ekstremiteta, i to tako da se razviju vrlo zakrčljale, tanke i kratke ruke. Jasno je da bi za svjesno biće poput čovjeka takav ishod, makar se na njega postupno naviknuo, bio katastrofalan: zbog urođenog hendikepa, normalan bi život bio bitno otežan. No, to ne bi bilo sve. Budući da su trkaču-atletičaru i ruke vrlo važne – npr. za održavanje ravnoteže pri trčanju – naš, genetičkim inženjerstvom dobiveni trkač ne bi bio u stanju održavati ravnotežu na odgovarajući način. On uopće ne bi mogao iskoristiti prednost koju je stekao boljom izgradnjom nogu, tj. postići rezultat koji bi mogao postići i bez te prednosti, dakle uz uvjet da su se ostala fenotipska obilježja normalno razvila.

Usljed nepoznavanja točnih kauzalnih mehanizama djelovanja gena i njihovih međusobnih odnosa u izgradnji fenotipa<sup>5</sup>, takvi scenariji – u kojima poboljšanje jednog fenotipskog svojstva na drugoj strani dovodi do degeneriranja drugog, i to možda do mjere da se poboljšanje i ne može iskazati na željeni način – jesu realno mogući. Nepredviđeni defekt bi se na kraju mogao pokazati važnijim od predviđenog inženjerskog poboljšanja.

Dapače, ako nam je dopušteno malo spekulirati, mogli bismo pretpostaviti da su pojedina svojstva, čija je izgradnja genotipski kodirana, u toj mjeri međusobno pove-

zana kauzalnim utjecajima određenih gena, da je fizički (odnosno biokemijski) nemoguće izmijeniti genotipsku informaciju za jedno svojstvo, a da se istodobno ne izmijeni informacija za izgradnju nekog drugog svojstva. Upravo zato, jer bi se neopreznim inženjerstvom mogla bitno narušiti ravnoteža među pojedinim obilježjima organizma, tako da bi organizam kao cjelina mogao biti hendikepiran i unazađen, umjesto "poboljšan", smatramo da nije dovoljno identificirati ("mapirati") pojedinačne gene i korelirati ih s odgovarajućim svojstvima<sup>6</sup>. Potrebno je potpuno i točno upoznati njihove suodnose i načine (među)djelovanja u samom procesu razvoja i izgradnje kako pojedinih fenotipskih svojstava tako i organizma kao cjeline (tj. svih fenotipskih svojstava uzetih zajedno). Mi, naravno, ne raspoložemo takvim znanjem, a postojeći stupanj znanja ne omogućuje nam da sa sigurnošću predviđamo kako će pojedini inženjerski zahvat na kraju završiti.

No, hoće li takvo predviđanje ikada biti moguće? Mnogi biolozi misle da ne. To ne znači da su oni protiv svake primjene genetičkog inženjerstva. Ono što žele reći, a što bismo i mi ovdje htjeli istaknuti, jest da u obzir treba uzeti neke dodatne čimbenike, neovisne o samim genima, koji mogu imati bitan utjecaj na izgradnju i razvoj organizma i njegovih obilježja. Koji su to čimbenici?

Kao prvo – okolina. Isti genotip u potpuno različitim okolinama imat će i različite fenotipske ekspresije. Ako netko posjeduje gene koji bi ga učinili vrhunskim tenisačem pri uobičajenoj prehrani, on to neće nikada postati ako se razvijao u uvjetima slabe ishranjenosti. Pojedinačne varijacije unutar iste vrste rezultat su stalnog međuodnosa gena i okoline. No, ovdje nam nije namjera sudjelovati u opsežnoj raspravi o odnosu između gena, tj. nasljedstva, i okoline, nego želimo upozoriti na treći čimbenik koji treba uzeti u obzir pri razmatranju problema genetičkog inženjerstva. Čak i kad bismo poznavali cjelokupni genom organizma u razvoju i potpuni slijed okolina koje se tijekom razvoja izmjenjuju, još uvijek ne bismo mogli specificirati taj organizam do svih pojedinosti.<sup>7</sup> Razlog za to su slučajni događaji u životu organizma. Naime, slučajne varijacije u rastu i dijeljenju stanica tijekom razvoja mogu bitno utjecati na ekspresiju pojedinih fenotipskih obilježja organizma. Pritom je važno uočiti da nastale razlike nisu uzrokovane niti genima niti različitim okolinama. Riječ je o slučajnostima koje biolozi metaforički nazivaju *razvojom bukom*.

Važnost takvog čimbenika dobro ilustrira sljedeći primjer.<sup>8</sup> Ispod svakog, lijevog i desnog, krila, voćna mušica ima nekoliko dlačica sličnih malim bodljama. No, na sva-

koj strani, broj tih dlačica je različit. Neke mušice imaju veći broj na lijevoj strani a neke na desnoj strani. Ne postoji niti neka *prosječna* razlika u broju: asimetrija fluktui- ra. Nadalje, svaka individualna mušica ima jednake gene i za lijevu i za desnu stranu, a kako je organizam ove vrste dimanzijama relativno malen, nema razloga da se ne pre- postavi kako čimbenici okoline (temperatura, vlaga, preh- rana itd.) *podjednako utječu* i na lijevo i na desno krilo. No, unatoč svemu navedenom, spomenuto fenotipsko obilježje gotovo uvijek varira. Varijacija je rezultat potpuno slučajne razvojne buke. Kod većih i složenijih organizama nego što je mušica, varijacije među pojedinačnim organizmima unu- tar vrste mogu biti veće. Ukratko, razvojne slučajnosti bit- na su prepreka točnom predviđanju ishoda inženjerskog zahvata na genima.

Genetičko inženjerstvo trebalo bi omogućiti i mije- njanje svojstava djece “po želji” roditelja. Naime, nakon skeniranja genoma oplodene jajne stanice (zigote) i pozna- vanja – koliko je to s obzirom na nepredvidive čimbenike moguće – djelovanja pojedinih gena na razvoj organizma u suodnosu s drugim genima, geni bi se mogli mijenjati inženjerskim putem s namjerom da se poboljša postojeće ili stvori drugačije fenotipsko svojstvo. Čak i u slučaju da nema defektnih gena, zamislivo je kako bi roditelji mogli zaželjeti da im dijete, koje bi npr. prirodno imalo smeđe oči i smeđu kosu, ima plave oči i svijetlu kosu, da bude pametnije nego što bi to njihovi geni omogućili, da bude rastom više ili pak da iskazuje drugačiju vrstu ponašanja (ako bi se pokazalo da geni doista kontroliraju izgradnju onih neurostruktura koje utječu na sklonost određenom ti- pu ponašanja). Ne odgovarajući na mnoštvo etičkih pita- nja koja takve “roditeljske ambicije” otvaraju, razmotrimo još neke razloge za sumnju u mogućnost uspješne tehničke provedbe ovakvog manipuliranja molekulama DNK. Riječ je o uzrocima koji bi mogli dovesti do efekata potpuno su- protnih (najboljim) roditeljskim željama.

Da bi se objasnile evolucijske promjene u populacija- ma organizama, razvijeni su modeli na bazi teorije igara. U jednoj od takvih igara sudjeluju “jastrebovi” i “golubovi”, tj. dva organizma-modela koji utjelovljuju dvije čiste strategije ponašanja. Ponašanje tipa jastreb je agresivno, te dovodi do borbe među suparnicima istog tipa ponašanja. Ponašanje tipa golub je miroljubivo s nastojanjem da se iz- bjegnu sukobi. Svrha modela jest kvantitativno simulira- ti moguće situacije susreta pojedinih tipova (situacije “dvo- boja”), proračunati njihove ishode i iz toga izvući odre- đene zaključke. Tri su tipa sučeljavanja moguća: jastreb

protiv jastreba, jastreb protiv goluba i golub protiv goluba. Njihove ishode Elliott Sober<sup>9</sup> prikazuje na sljedeći način.

Tablica 1.

		IGRATE PROTIV	
		Jastreba	Goluba
VI STE	Jastreb	-25	50
	Golub	0	15

Izvor: Sober (1993)

Što se događa kada se dvije jedinke bore, npr. za jedini dostupan komad hrane? Kvantificirano, to može izgledati ovako: komad hrane je vrijedan +50 bodova; cijena ozbiljne ozljede jest -100 bodova; gubitak vremena u produljenom sukobu košta -10 bodova. U slučaju da se suparnici sporazumiju, bez ozljeđivanja i bez gubitka vremena, pobjednik dobiva 50 bodova, a gubitnik 0 bodova.

Razmotrimo sada tri navedena tipa sučeljavanja. Kada se susretnu golub s golubom, angažiraju se samo u ritualnoj borbi. Nitko ne biva ozljeđen, a slučajnost određuje pobjednika. On dobiva +50 bodova, ali i kaznu od -10 bodova za utrošeno vrijeme u ritualu, što znači da je njegov konačan učinak jednak dobitku od +40 bodova. Gubitnik dobiva 0 bodova jer nije osvojio ono što želi, ali i -10 bodova zbog gubitka vremena, pa je njegov ukupan rezultat -10 bodova. U takvom sučeljavanju, vjerojatnost da pobijedi svakom sudioniku donosi 50:50, pa je prema prosječnom rezultatu svake individue  $0,5 \times 40 + 0,5 \times (-10) = 15$  bodova.

U sukobu jastreba i goluba, jastreb brzo odnosi pobjedu, a golub se brzo povlači, dakle sve prolazi bez ozljeđivanja. Jastrebov rezultat je +50 bodova, a golubov 0 bodova jer nije ni bilo prave borbe (niti gubitka vremena).

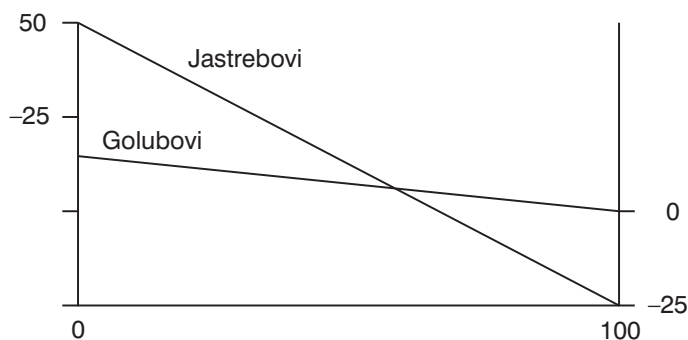
U sučeljavanju dvaju jastreba vjerojatnost pobjede (do koje dolazi nakon ozbiljne borbe) iznosi 50:50, što znači da je jednaka vjerojatnost ozbiljnog ozljeđivanja. Prema tome, prosječan rezultat svake od jedinki u ovoj vrsti sučeljavanja iznositi će  $0,5 \times 50 + 0,5 \times (-100) = -25$  bodova.

Unutar neke populacije organizama može, naravno, postojati različit broj pojedinačnih organizama koji se ponašaju na jedan ili na drugi način. Drugim riječima, omjer među populacijama može varirati. Od Sobera (1993) pre-

nosimo tablicu koja pokazuje neke zanimljivosti takve varijacije:

Tomislav Janović, Davor Pečnjak  
**“In Genes We Trust”:**  
**ciljevi i mogućnosti**  
**genske tehnologije**

Tablica 2.



Izvor: Sober (1993)

Ako se vrsta sastoji samo od jastrebova, njihov prosječan rezultat za svaku jedinku bit će -25 bodova. Budući da se dvoboji u pravilu završavaju ozbiljnim ozljeđivanjem, u uvjetima djelovanja daljnjih nepovoljnih čimbenika postoje veliki izgledi da vrsta s vremenom izumre: broj umrlih jedinki ne može se nadoknaditi brojem novorođenih.

Ako se u toj situaciji pojavi jedinka koja se uvijek ponaša kao golub, ona će prosječno postizati bolje rezultate od svih ostalih jedinki-jastrebova, jer će joj njezino “miroljubivo” ponašanje u takvoj okolini donositi prednost (prema matematičkom modelu). Ako se populacija sastoji od 100% golubova, oni postižu bolji prosječan rezultat od čiste populacije jastrebova. Uvođenjem jednog jastreba ili manjeg broja jastrebova u populaciju golubova, taj će jastreb, odnosno ti će jastrebovi, postizati mnogo bolje rezultate od prevladavajućih golubova. No, kako će populacija jastrebova s vremenom rasti (tj. brzo će se namnožiti u povoljnim uvjetima), ona će ujedno postizati i sve lošije prosječne rezultate – jasna korelacija između udjela fenotipa u populaciji na jednoj i njegovih povoljnih efekata na drugoj strani.

Mjesto gdje se dvije krivulje križaju označava stabilan odnos između dviju populacija. No, vrsta se, naravno, ne sastoji isključivo od jedinki koje pripadaju ili jednom ili drugom tipu. Stoga navedene tipove ponašanja ne bi trebalo promatrati kao “čiste” tipove, nego s obzirom na to koliko se puta neka jedinka ponaša kao jastreb a koliko puta kao golub. Tablica za opisanu situaciju pokazuje da se stabilno stanje postiže u uvjetima kada se svaka jedinka u prosjeku ponaša 7/12 puta kao jastreb, a 5/12 puta kao go-

lub; drugim riječima, ako se vrsta sastoji od 7 jedinki koje se uvijek ponašaju kao jastrebovi i 5 jedinki koje se uvijek ponašaju kao golubovi, na 12 jedinki. To je slučaj kada svaka jedinka postiže najbolji mogući prosječan rezultat. Kada se postigne ovakvo stanje, u vrstu više ne mogu prodrjeti jedinke koje bi se različito ponašale (jer u takvom okruženju ne mogu opstati). Drugim riječima, više se ne može razviti nikakva druga populacija s drugačijim odnosom tipova ponašanja.

Ako opisane pravilnosti primijenimo na naš slučaj ambicioznih roditelja, možemo izvući zanimljive pouke o opasnostima slobodne kreacije genoma pomoću genetičkog inženjerstva. Ukratko, željeli bismo pokazati kako bi individualni izbori roditelja i njihove osobne ambicije mogle štetiti njihovim potomcima. Ono što se zdravom razumu može činiti poželjnim, ne mora biti doista takvo. Zbog nepoznavanja bioloških pojedinosti ljudi mogu imati potpuno krive predodžbe o tome koje su osobine stvarno povoljne. Biološki čimbenici – genotip, fenotip, razvojna i životna okolina, populacijski uvjeti – kao i njihovi međusobni odnosi mogu biti isprepleteni na toliko složen način da to i stručnjacima, a pogotovo laicima, onemogućuje objektivnu procjenu preferabilnosti pojedinih svojstava. U nekim slučajevima doista nije moguće utvrditi što bi to za organizam bilo optimalno, i pod kojim (okolinским) uvjetima, odnosno koje bi posljedice “popravljanje” već prirodno dosegnute razine optimalnosti (u smislu optimalne prilagođenosti organizma)<sup>10</sup> imalo.

Teško je zamisliti da ćemo u skoroj budućnosti raspolagati spoznajama koje bi roditeljskim parovima omogućile bezbrižnu izmjenu pojedinih gena sa svrhom da se kreira “uspješnije” potomstvo. Kao što smo pokušali objasniti, jedino bi se na temelju potpunog biološkog znanja moglo sa sigurnošću predvidjeti da li bi pojedini inženjerski zahvat u genomu bio, biološki gledano, koristan ili štetan.<sup>11</sup> No, nije nerealno pretpostaviti da će ljudi možda češće biti u poziciji da svojim izborom “poželjnih” svojstava naštetite svojim potomcima nego da im poboljšaju život. Čak i ono što se može pokazati dobrim u prvih nekoliko generacija, može se poslije, na dulje razdoblje, pokazati pogubnim. Također, ono što može biti dobro za jedinku, ne mora se pokazati (biološki) dobrim na razini populacije.

Netko bi npr. mogao razmišljati na sljedeći način: ako moje dijete bude agresivnije, bolje će proći u životu; stoga je opravdano učiniti odgovarajuće izmjene u genomu, premda za to nema terapijskih razloga (pretpostavimo da skeniranje zigote pokaže da je s genomom inače sve “u redu”) koji će potencijalnog potomka učiniti sklonijim

agresivnijem ponašanju. No, pretpostavimo da u danom trenutku isto poželi učiniti većina ljudi. U relativno kratkom roku, već nakon nekoliko generacija, čitava bi se populacija mogla sastojati isključivo od “jastrebova” koji će se, zbog posjedovanja odgovarajućih genetskih predispozicija, međusobno “ozbiljno ozljeđivati”. Populacijski gledano, takvo ponašanje više ne bi donosilo prednost. Naprotiv, život većine jedinki mogao bi biti kvalitativno lošiji i neugodniji, a možda čak i kraći nego što bi to inače, tj. bez inženjerskog zahvata bio slučaj.

Kada je pak postignuto stabilno stanje ili neko stanje koje teži stabilnosti (što zapravo znači da nema jedinki koje se ponašaju isključivo na određeni način), želja roditelja da im potomak iskazuje (isključivo) ponašanje tipa jastreb mogla bi u konačnosti štetiti potomku, odnosno potomcima. Naime, budući da u stabilno stanje biološki nije moguće prodrijeti, potomci sa spomenutom genetskom predispozicijom u prosjeku bi prolazili gore od onih sa sposobnošću za različite tipove ponašanja.

Inače, kada je već riječ o fenotipskoj varijabilnosti, treba istaknuti da je jedan od često navođenih razloga protiv neograničenog mijenjanja genoma u korist preferabilnih svojstava (točnije, onoga što nam se s obzirom na sadašnji stupanj znanja čine preferabilnim svojstvima) opasnost od smanjivanja *genetske* varijabilnosti populacije. Sustavnim uklanjanjem pojedinih gena iz populacije smanjuje se stupanj njezine ukupne adaptibilnosti, bez obzira na to radi li se o “dobrim” ili “lošim” genima. Razlog za to prvenstveno leži u nepredvidivosti mijenjanja smjera i jačine okolinskih pritisaka. Uostalom, kao što neki poznati biološki primjeri pokazuju (najpoznatiji je primjer anemije srpastih stanica), čak i pod pretpostavkom relativne stabilnosti okoline, eliminacijom nepovoljnih ili čak letalnih gena iz populacije, bili bi odstranjeni i neki adaptivno izrazito korisni geni.

Ukratko, ono što vrijedi za druga fenotipska obilježja, vrijedi i za bihevioralne predispozicije: pojedini fenotipovi nemaju vrijednost sami po sebi, nego *relativno spram odgovarajućoj okolini*, uzete u najširem smislu riječi. To znači, vrijednost određene fenotipske ekspresije ovisi kako o drugim svojstvima koje organizam posjeduje tako i o svim onim složenim okolinskim čimbenicima koji uključuju i načine ponašanja drugih jedinki u populaciji, njihovu brojčanu zastupljenost itd. Imajući to na umu, mnogi su biolozi skloni tezi da su stotine tisuća godina evolucije, tj. djelovanja prirodnog odabiranja, tako međusobno uravnotežile fenotipska svojstva da su vrste dosegnule neki optimalan stupanj prilagođenosti.<sup>12</sup> Suvišno je reći da ni stru-



čnjacima, a pogotovo budućim strankama zainteresiranim za inženjerski tretman, nisu, a vjerojatno nikada neće ni biti, poznati svi čimbenici koji pridonose spomenutoj ravnoteži. Stoga bi remećenje ravnoteže neopreznim ubacivanjem novih gena u genom ili izmjenom njihova postojećeg rasporeda, a u cilju dobivanja fenotipskog svojstva koje se iz ovog ili onog razloga može učiniti poželjnim, moglo imati loše posljedice, i to ne samo za jedinku koja će biti rezultat zahvata, nego i za njezine potencijalne potomke, a to znači i za vrstu kao cjelinu.

Ukratko, sva fenotipska svojstva ovise o kompleksnim interakcijama mnogobrojnih faktora koji određuju njihovu konačnu vrijednost za nositelja. Neće se uvijek moći lako odrediti i prepoznati koja bi umjetno proizvedena genetska promjena mogla donijeti “napredak” (u biološkom smislu), a možda će to, s obzirom na epistemološka i metodološka ograničenja, biti nemoguće. I ljudska svijest, odnosno čovjekove spoznajne sposobnosti mogu se promatrati kao jedno fenotipsko obilježje, i to iznimno važno i iznimno moćno. No, mogućnosti koje proizlaze iz posjedovanja takvog svojstva, koliko god da ih razvijemo, ipak ne mogu zamijeniti eone vremena evolucije i/ili Božje zamisli.

## Kloniranje i njegovi mogući ciljevi

---

Dok je “proizvoljno” kreiranje genoma budućeg organizma pomoću kombinacije industrijski proizvedenih gena još uvijek znanstvena fikcija, stvaranje genetski identičnih organizama (“kolonija” ili “klonova”) već je odavno eksperimentalna praksa. No, sve dok su kao ogledni organizmi korištene bakterije, vinske mušice i žabe<sup>13</sup>, stručna, a pogotovo šira javnost, bila je relativno nezainteresirana za način provedbe pokusa i njihov ishod.<sup>14</sup> Gledajući retrospektivno, ne iznenađuje da se situacija preko noći promijenila, uzmu li se u obzir sveukupne okolnosti “afere” s prvim kloniranim sisavcem – ovcom ljupkog imena Dolly. Naime, jedan od glavnih simptoma medijske promocije tog događaja bila je opća zatečenost činjenicom da se slični pokusi obavljaju već desetljećima te da način njihove izvedbe podrazumijeva i određenu količinu “otpadnog materijala”, i to u raznim razvojnim stadijima: gameta, zigota, embrija, fetusa.

Imajući na umu tako probuđeno zanimanje šire javnosti, kao i one objektivne okolnosti koje su to zanimanje izazvale – a to je prvenstveno usavršavanje tehnika kloniranja sisavaca<sup>15</sup> – nameće se zaključak da su sazreli svi uvjeti za racionalnu, analitički diferenciranu prosudbu istra-



živačkog programa genetičkog inženjerstva. No, imajući na umu upravo prva dva gore navedena argumenta (argument nekontroliranog napredovanja istraživanja i argument inertnosti jednom pokrenutog istraživačkog poduhvata), umjesno je zapitati se ne dolazi li ta prosudba prekasno, kao filozofsko-teorijski ukras nezaustavljivo uznapredovaloj (za sada, doduše, samo eksperimentalnoj) praksi? Razlog zašto smatramo da ne, proizlazi iz našeg trećeg argumenta: argumenta pravodobnog preusmjeravanja na alternativne projekte. Kratko i jasno: ako se kloniranje ljudi, *s obzirom na namjere i uvjete pod kojima se provodi*, u većini slučajeva pokaže kao etički i/ili tehnički sporna praksa, onda bi ona istraživanja koja realno vode u tom smjeru, bez obzira na njihove stvarne ili deklarirane kratkoročne ciljeve, bilo korisno – čak nužno – preispitati radi eventualnog preusmjerivanja sredstava na alternativne projekte. No, kako identificirati takva istraživanja? I prema kojem kriteriju? U nastavku ćemo iznijeti i prokomentirati nekoliko teza koje bi trebale pomoći razriješiti te dileme.

U etičkoj literaturi ne postoji konsenzus o tome kako prosuđivati moralnu prihvatljivost neke prakse. No, jedan od najstarijih, najjednostavnijih i intuitivno evidentnih kriterija glasi: važna je namjera s kojom se nešto radi. To ćemo načelo uzeti kao polazište u razmatranju etičke opravdanosti kloniranja. Imajući to na umu, kloniranje ljudi možemo promatrati na više načina: kao terapijski zahvat, kao izvor zarade, kao način rješavanja emocionalnog problema, kao alternativni oblik roditeljstva, kao pokušaj ostvarenja vlastitog životnog projekta kroz tuđu egzistenciju i konačno kao nesputanu eugeničku praksu. Nije teško konstruirati primjere koji bi mogli ilustrirati svaki od navedenih primjena ili neku kombinaciju istih. Navest ćemo pet jednostavnih i (vjerujemo) paradigmatičkih slučajeva:<sup>16</sup>

a) Nakon uzaludnih pokušaja konvencionalnim metodom neplodan par odlučuje da kloniranjem dade proizvesti dijete, i to prema genetskom uzorku jednog od roditelja (ista metoda dolazi u obzir za samce te za homoseksualne parove).

b) Gubitak voljene osobe nadoknađuje se kloniranjem iste: npr. neutješni roditelji žele na taj način “oživjeti” prerano umrlo dijete.

c) Profesor filozofije svoju neostvarenu životnu ambiciju da postane košarkaš pokušava realizirati tako da dade klonirati dijete prema genetskom uzoru svojeg prijatelja, slavnog košarkaša.

d) Roditelji smrtno oboljela djeteta (npr. od insuficijencije bubrega) pristaju da se genetski kompatibilni organ za transplantaciju (npr. bubreg), koji se ni na koji drugi

način ne može osigurati, dobije od djetetova kloniranog dvojnika.

e) Vlada neke države sustavno primjenjuje tehniku kloniranja radi selekcije najkvalitetnijih kadrova za budućnost (npr. prema intelektualnim, emotivnim i tjelesnim sposobnostima), a u interesu općeg boljitka.

Pokušamo li sada naći zajedničko mjerilo prema kojemu ćemo prosuđivati navedene primjere, a koje bi bilo u skladu s našim polaznim etičkim načelom – načelom cilja ili namjere djelovanja – onda uočavamo prvo da je cilj svake od navedenih akcija kloniranja "oktroiran", da je u određenom smislu nametnut onome tko trpi (točnije, tko će trpjeti) posljedice dotične akcije. Kao što smo već upozorili, to proizlazi iz osobitosti genetskog zahvata na spolnim stanicama, čije posljedice neizbježno trpe prvenstveno (premda ne i isključivo) *buduće* osobe. Budući da iz očitih razloga takve "osobe" ne mogu odlučivati o zahvatu čije će posljedice snositi – bilo kao dobre bilo kao loše posljedice – postavlja se sljedeće pitanje: postoje li situacije za koje bismo s nekom sigurnošću mogli tvrditi da se u njima *poklapaju* ciljevi onih koji su u poziciji odlučivati (a sami ne trpe posljedice ili ih trpe u nerazmjerno manjoj mjeri) i ciljevi onih koji trpe posljedice tih odluka?

Na to pitanje nije lako odgovoriti, jer su (*via facti*) ciljevi onih koji odlučuju o kloniranju – barem u načelu – spoznatljivi (premda možda ne uvijek i transparentni), dok su ciljevi onih koje odluka o kloniranju izravno pogađa predmet nagađanja. Kako bi riješili taj problem i nagađanje zamijenili nekim imalo pouzdanim kriterijem pripisivanja ciljeva još nerođenim osobama, neki se autori oslanjaju na nešto poput kantovskog načela samosvrhovitosti, odnosno na načelo autonomnosti osobe. Philip Kitcher (1997), primjerice, shvaća autonomnost kao samosvjesnu sposobnost oblikovanja vlastita životnog plana te je uzima za ključnu pretpostavku postojanja svih ostalih ciljeva osobe. Naravno, mi nismo u stanju deducirati nikakve pojedinačne ciljeve iz takve apstraktne pretpostavke. No, jedno možemo: u stanju smo identificirati situacije u kojima sama pretpostavka ne bi bila zadovoljena, pa bi prema tome i realizacija mogućih pojedinačnih ciljeva – ovisno o tome koji su – došla u pitanje. I obrnuto: mogli bismo eventualno prepoznati situacije u kojima bi prenatalne odluke o kreiranju osoba određenih karakteristika mogle biti moralno prihvatljive.

No, kako doći do relevantnih slučajeva na kojima bismo testirali moralno načelo autonomnosti? Naime, bez jasnih primjera i konkretnih kontekstualnih informacija o okolnostima u kojima se ostvaruju (a koje se npr. tiču oso-

ba koje donose odluku o kloniranju, socijalno-psihološkog konteksta u kojemu se odluka donosi i sl.) nikakvo nam načelo – koliko god bilo intuitivno prihvatljivo – neće pomoći, a procjena moralne opravdanosti neke genetske prakse svest će se na besplodnu spekulaciju. Ključno je pitanje stoga, možemo li konstrukcijom odgovarajućih primjera nadoknaditi nepostojanje konkretnih životnih situacija koje bi odgovarale tipičnim slučajevima kloniranja, odnosno možemo li s nekom dozom realizma anticipirati takve situacije?

Naša je procjena da se na to pitanje *može* potvrdno odgovoriti. Kao prvo, u određenom smislu i nemamo drugog izbora nego se osloniti na hipotetičke slučajeve – jer čekati da se takve situacije počinju ostvarivati, tj. da postanu dio istraživačke ili čak životne svakodnevice, moglo bi samu procjenu njihove moralne opravdanosti pretvoriti u čistu akademsku aktivnost, tj. učiniti bespredmetnom (naš argument pod točkom 2, gore). Drugo, navedeni hipotetički primjeri kompatibilni su s našim spoznajama o ljudskoj prirodi: sva naša dosadašnja iskustava s ponašanjem ljudi, njihovim sklonostima i načinima da ih zadovolje (npr. njihovom sklonošću da posežu za svim dostupnim sredstvima kako bi se ostvarili određeni reproduktivni ciljevi), upućuju na realističnost, ako već ne na izvjesnost iznesenih scenarija.

Imajući to na umu, koju pouku treba izvući? Prva je pouka jednostavna: uzevši ih u cjelini, naši primjeri pokazuju kako je vrlo teško zamisliti etički *posve nesporan* slučaj kloniranja. To znači, vrlo je teško zamisliti situaciju u kojoj se motivi onih koji donose odluku o kloniranju ne bi na ovaj ili onaj način kosili s *nekim oblikom* načela autonomnosti buduće osobe, s njezinom sposobnošću da shvati i kreira vlastitu egzistenciju, i to u skladu s ciljevima koje sama postavlja, a unutar ograničenja koja su dana okolinskim uvjetima i “prirodnom lutrijom”. Nasuprot tome, primjeri očitog kršenja tog načela vrlo lako padaju na pamet. Gotovo sve gore navedene slučajeve – a slični primjeri mogu se naći u literaturi – moguće je smjestiti unutar raspona od etički kontroverznog (primjer a) do potpuno neprihvatljivog (primjeri d i e).<sup>17</sup>

## Zaključak

---

Na kraju, vraćamo se našem pitanju s početka članka: treba li genetičko inženjerstvo postupno zamijeniti ili barem nadopuniti socijalno inženjerstvo, to znači, sve one društveno vođene akcije kojima se žele poboljšati nejednaki životni uvjeti ljudskih populacija? Odgovor koji proiz-

lazi iz našeg razmišljanja nije jednostavno formulirati. Kada bi on glasio “jasno i jednostavno NE”, to bi značilo da raspoložemo nekim izravnim, univerzalno prihvatljivim “knock-out” argumentom protiv prakse genetičkog mijenjanja spolnih stanica organizama. No, kao što iz dosad navedenog slijedi, takvim argumentom ne raspoložemo, niti nam se čini da ga je moguće pronaći. Stoga naš odgovor na postavljeno pitanje mora biti oprezniji i rafiniraniji. Pokušat ćemo ga formulirati.

Sadašnja razina molekularno-biološkog znanja ni u kojem nam slučaju ne omogućuje bezbrižnu primjenu tehnologije manipuliranja genetskim materijalom u cilju kreiranja genoma s preferiranim osobinama. I to je nešto u čemu se svi upućeni sudionici u raspravi slažu. S druge strane, isto je tako jasno da su mogućnosti takve tehnologije goleme, o čemu svjedoče gotovo svakodnevni izvještaji o uspjesima, i teorijski i praktično-izvedbeni. Ono što je mnogo manje jasno jest način na koji se te mogućnosti *mogu* (tehnički aspekt) i *trebaju* (etički aspekt) iskoristiti, s time da su dvije nejasnoće, tehnička i etička, međusobno uvjetovane. Budući da o načinu rješavanja tih nedoumica ne postoji konsenzus, i to niti unutar uže znanstvene zajednice niti u tzv. upućenoj javnosti, moramo se zadovoljiti konstatacijom da je genetičko inženjerstvo jedan od najkontroverznijih istraživačkih programa suvremene znanosti i tehnologije. Takvu tvrdnju potkrepljuju primjedbe koje smo u članku iznijeli, a koje se s jedne strane odnose na dosadašnje spoznaje o tehničkim ograničenjima pojedinih zahvata, a s druge strane na njihovu etičku problematičnost (budući da dovode u pitanje pretpostavku moralne autonomnosti osoba koje će trpjeti posljedice zahvata). Smatramo da su iznesene primjedbe dovoljno općenite i paradigmatičke, a da ujedno korespondiraju s aktualnim stanjem istraživanja (primjer kloniranja), te mogu poslužiti kao minimalno zajedničko polazište za raspravu o opravdanosti istraživačkog programa genetičkog inženjerstva.

No, kao što smo istaknuli (vidjeti razloge 1 i 2 gore), iako mu cilj nije određen, taj je program u takvoj fazi realizacije da je nerealno očekivati kako bi se njegova provedba mogla jednostavno prekinuti ili na neki način (npr. zakonskim sankcijama) ograničiti na tehnički pouzdano izvedive i etički nesporne smjerove istraživanja. To, međutim, nipošto ne znači da je rasprava o pojedinim vrstama genetsko-tehnoloških zahvata uzaludna. Naime, oni kojima bi argumenti takve rasprave prvenstveno trebali biti upućeni i nisu neposredni sudionici programa, dakle znanstvenici-istraživači, *nego oni koji odlučuju o ulaganjima u*

konkretne istraživačke projekte (a to je u demokratskim zajednicama sama javnost). Imajući to na umu, oni koji donose takve odluke morat će uskoro ozbiljno razmisliti o mogućnosti (makar i privremene) *redistribucije* intelektualnih i materijalnih sredstava (koja nipošto nisu mala), u alternativne projekte (vidjeti razlog 3 gore). To se prvenstveno odnosi na projekte sa srodnim, tj. terapijskim, odnosno općenitije amelioracijskim ciljevima.

Opravdanost takvog zahtjeva postaje još očitija ako se uzmu ozbiljno uvjeravanja mnogih aktivnih sudionika programa, tj. samih istraživača, da je pravi cilj genetičkog inženjstva u bitnome *identičan* onome socijalne politike: ispravljanje zatečenih “nepravdi” kako bi se spriječile patnje i ostvario opći boljitak čovječanstva. Naime, u tom slučaju, ako su takve izjave doista iskrene, do punog izražaja dolaze svi oni, već dobro znani i u bezbroj varijanti iskazani argumenti u korist neodgodive provedbe određenih socijalnih programa, osobito onih čiji su ciljevi i sredstva *lišeni svake etičke nedoumice*<sup>18</sup>. Jedan od autora koji je posebno pregnantno izrazio takvo stajalište, i to upravo u kontekstu mogućih ciljeva biotehnološke revolucije, jest Philip Kitcher (1997: 313–314): “Razilaženje između ideala i zbilje potiče građane bogatih demokracija na vjerovanje kako pravda zahtijeva da se na neki način pokušaju ispraviti nejednakosti rođenja i djetinjstva. Neki oblik pomoći je nužan. No, za pomoć je obično potreban novac, što pak iziskuje neki oblik redistribucije sredstava. Ako smo spremni na preraspodjelu sposobnosti kako bismo ublažili posljedice defektnih alela, onda bismo, prema analogiji, također trebali biti spremni poduzeti slične mjere kako bismo ublažili štete nastale zbog okrutnosti okoline. (...)”

Osjećamo li obvezu da pomognemo djeci koja pate od PKU sindroma ili drugima kojima prijete nenormalni aleli, onda je to zasigurno zato što ne možemo mirne savjesti stajati postrance dok se nepovratno gubi ljudski potencijal. Nismo li na jednaki način obvezni ublažiti neke od užasnih posljedica okolinske lutrije? Tragična je činjenica da je dječaka i djevojčica koji su zbog divljačke okoline u koju su bačeni osuđeni na život izrazito niske kvalitete mnogo više od onih koji su pogođeni genetskom bolešću ili invalidnošću – a čak je moguće da ih više umire tijekom djetinjstva zbog neprijateljskog utjecaja geta nego od posljedica defektnih alela.

Imajući na umu takva i slična upozorenja, ključno je uočiti sljedeća dva nerazmjera: 1) nerazmjer između stvarnih *potreba* za uklanjanjem genetski uzrokovanih nejednakosti na jednoj i potreba za uklanjanjem nejednakosti uvjetovanih okolinom (uključujući socijalnu okolinu) na drugoj strani; 2) nerazmjer između *mogućnosti* utjecanja na

spomenute okolinske uvjete i sadašnjih mogućnosti utjecanja na genetske uvjete (pritom prvenstveno mislimo na tehničke i financijske mogućnosti). Smatramo da bi se argumentiranim upozoravanjem na te nerazmjere, a ne zanečmarujući opasnosti i moralne kontroverze vezane za pojedine metode mijenjanja ljudskog genoma, mogle ublažiti (ako već ne spriječiti) moguće negativne posljedice nekritičkog povjerenja u gene i genetsku tehnologiju.

## BILJEŠKE

<sup>1</sup> Jedan od najzaslužnijih autora za formulaciju i upornu (ne uvijek i ideološki nepristranu) kritiku tog stajališta je Richard Lewontin, čiji mnogobrojni članci i knjige još od sredine 70-ih godina predstavljaju nezaobilaznu referentnu točku u raspravi glavnih problema filozofije biologije. Za sažeti prikaz ključnih Lewontinovih tvrdnji, osobito u kontekstu genetičkog inženjerstva, vrlo je korisna njegova knjižica *The Doctrine of DNA: Biology as Ideology*.

<sup>2</sup> Za tu se metodu uobičajio vrlo pristalo naziv "cut-and-paste technique".

<sup>3</sup> Najvažniji problemi i jedne i druge vrste sadržani su u tzv. "sedam ključnih pitanja genske terapije". Usp. Walters i Palmer (1997).

<sup>4</sup> "Dodavanje normalnih gena ljudskom embriju ili odrasloj osobi etički se ne razlikuje od transplantacije bubrega ili koštane srži, od procedura koje su u medicini već odavno prihvaćene." (Hopson & Wessells, 1990:249) Tehnički problemi koji pri tome mogu iskrnuti otvaraju etičke dileme čije razrješenje ovisi o prihvaćanju nekih općih moralnih kriterija, koji su primjenljivi na niz sličnih slučajeva. Primjerice, ako se zbog pogreške pri zahvatu na embriju, pokaže da će plod biti defektan, kao jedno od rješenja tog problema nameće se mogućnost pobačaja. U tom će slučaju etička procjena takve mogućnosti ovisiti o etičkom stavu prema problemu pobačaja.

<sup>5</sup> Usp. Peters (1997), doduše u nešto drugačijem kontekstu.

<sup>6</sup> Usp. Peters (1997).

<sup>7</sup> Vidi Lewontin (1993).

<sup>8</sup> Prema Lewontinu (1993:26-27).

<sup>9</sup> Usp. Sober (1993: poglavlje 5.6); također i Dawkins (1976: poglavlje 5).

<sup>10</sup> Optimalnost treba uzeti uvjetno, jer se uvijek radi o optimalnoj razini prilagođenosti *s obzirom na određenu okolinu te s obzirom na niz ograničavajućih uvjeta* (genetskih, fenotipskih, populacijskih itd.). Usp. Janović (1994).

<sup>11</sup> Postoji i treća mogućnost: da promjena gena za neko svojstvo ne donese nikakvu štetu, ali ni prednost, budući da je organizam već dosegnuo svoju razinu optimalne prilagođenosti.

<sup>12</sup> Vidjeti napomenu 11 gore.

<sup>13</sup> Ključan pomak u tehnici kloniranja koji je prethodio uspješnom kloniranju sisavca (ovce) obično se pripisuje Johnu Gurdonu. Njemu je još 70-ih godina uspjelo klonirati stanice žabljih embrija, premda se embriji nisu razvili dalje od stadija punoglavca.

<sup>14</sup> Najzaslužniji za pokretanje moderne rasprave o kloniranju je Joshua Lederberg. Svojim člancima u znanstvenim časopisima, ali i novinama u drugoj polovici 60-ih godina, taj je engleski genetičar i nobelovac pokrenuo zanimljivu polemiku o eugenetskim i moralnim aspek-

tima kloniranja. Mnogi od danas tipično navodenih argumenata protiv kloniranja mogu se naći u knjigama i člancima napisanim kao reakcija na Lederbergove kontroverzne teze s eugenetskim prizvukom. Usp. npr. odličnu knjigu Paula Ramseya iz 1970. *The Fabricated Man: The Ethics of Genetic Control*.

- <sup>15</sup> Naime, “roslinska tehnika” kloniranja (prema škotskom institutu “Roslin”, gdje su Ian Wilmut i njegova ekipa izveli prvo uspješno kloniranje sisavca) samo je jedna od mogućih primjena metode *transfere staničnog nukleusa* (“nuclear transfer technology”). Nova, u nekim detaljima usavršena verzija te metode (tzv. “Honolulu tehnika” za koju je zaslužan Ryuzo Yanigimachi sa Sveučilišta Hawaii) nedavno je uspješno testirana na miševima. Za detalje obje tehnike usp. Wilmut (1998).
- <sup>16</sup> Nekoliko sličnih primjera mogu se naći npr. kod Kitchera (1997: str. 336).
- <sup>17</sup> Ovdje treba napomenuti da smo se pri razmatranju primjera, a i u našoj raspavi općenito, koncentrirali isključivo na *etičku* stranu problema. Naravno da kloniranje ima i svoje druge, društvene, financijske, psihološke, vrijednosne aspekte. Dapače, razlozi koji se u javnim polemikama najčešće navode protiv prakse kloniranja obično su psihološke prirode: npr. da takav oblik reprodukcije briše “prirodne” granice srodstva (npr. osoba klonirana iz stanice jednog od roditelja ujedno bi bilo dijete tog roditelja i njegov brat blizanac), da dovodi u pitanje ulogu roditeljstva (i to ne samo kao kulturnu činjenicu, nego kao sastavnicu ljudske prirode), da neizbježno dovodi do krize identiteta klonirane osobe (jer bi teret nametnutog identiteta za takvu osobu bio emocionalno neizdrživ), da je protivan normalnom ljudskom iskustvu života u zajednici itd. Ne ulazeći u opravdanost tih i takvih argumenata, ovdje treba samo upozoriti na činjenicu da oni od početka (tj. od prvih reakcija na najavu mogućnosti novih oblika ljudske reprodukcije – vidjeti napomenu 15 gore) bili neizostavni dio neke prosječne vizije biotehnoške budućnosti. Usp. Ramsey (1970).
- <sup>18</sup> Jedine etičke dileme koje su s takvim programima povezane tiču se razloga za odgađanje njihove provedbe.

- Dawkins, R. (1976), *The Selfish Gene*, Oxford: Oxford University Press.
- Hopson, J. L., Wessells, N. K. (1990), *Essentials of Biology*, New York: McGraw-Hill.
- Janović, T. (1994), Kritika adaptacionizma, *Filozofska istraživanja*, 51/1994:917-938.
- Kitcher, P. (1997), *The Lives to Come: The Genetic Revolution and Human Possibilities*, New York: Simon & Schuster.
- Lewontin, R. (1993), *The Doctrine of DNA: Biology As Ideology*, Harmondsworth: Penguin.
- Peters, T. (1997), *Playing God?*, London: Routledge.
- Ramsey, P. (1970), *The Fabricated Man: The Ethics of Genetic Control*, New Haven and London: Yale University Press.
- Sober, E. (1993), *Philosophy of Biology*, Boulder: Westview press.
- Walters, L., Palmer, J. (1997), *The Ethics of Human Gene Therapy*, New York: Oxford University Press
- Wilmut, I. (1998), Cloning for Medicine, *Scientific American*, 6/1998 (December, Vol. 279).

## LITERATURA