

KARL DAJSEROT

# PROJEKCIJE

Priča o ljudskim emocijama



**KONTRAST**  
Beograd, 2023.



# Sadržaj

Prolog.....	11
Prvo poglavlje: <b>SKLADIŠTE SUZA</b> .....	27
Drugo poglavlje: <b>PRVI ISPAD</b> .....	61
Treće poglavlje: <b>NOSIVOST</b> .....	79
Četvrto poglavlje: <b>OTVORENA KOŽA</b> .....	119
Peto poglavlje: <b>FARADEJEV KAVEZ</b> .....	145
Šesto poglavlje: <b>KONZUMACIJA</b> .....	181
Sedmo poglavlje: <b>MORO</b> .....	215
Epilog .....	237
<i>Zahvalnice</i> .....	253
<i>Napomene</i> .....	255



*Našoj porodici*



*Nudim ti uspomenu na žutu ružu, videnu u suton,  
mnogo godina prije tvog rođenja.*

*Nudim ti objašnjenja o tebi, teorije o tebi, izvorne i  
iznenađujuće vijesti o tebi.*

*Mogu ti dati svoju samoću, svoju tamu, glad svojega  
srca; pokušavam te podmititi neizvjesnošću, opasnošću,  
razočaranjem.*

Horhe Luis Borhes, „Two english poems”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Prevod: Tonko Maroević. (Jorge Luis Borges, „Drugi, isti“ u: *Sabrana djela knj. 4*, Grafički zavod Hrvatske, Zagreb, 1985. str. 94) – *prim. prev.*





# Prolog

*Posle zvuka, svetla i toplote, pamćenje, volja i razumevanje.*

Džejs Džojls, *Fineganovo bdenje*<sup>2</sup>

U umetnosti tkanja, niti koje čine osnovu su strukturalne, snažne i fiksirane za početak – one čine temelj kroz koji se prodevaju niti potke dok nastaje tkanina. Niti osnove se pružaju ispred prednje ivice tkanine u prazan prostor, povezuju formiranu prošlost i neravnu sadašnjost sa još uvek bezličnom budućnošću.

Tkanje ljudske priče takođe ima svoje niti osnove, ukorenjene duboko u jarugama istočne Afrike – one povezuju promenljivu teksturu ljudskog života tokom miliona godina – obuhvatajući piktograme nad pozadinom ispucalog leda, posađene šume, kamen i čelik, svetlucave lantanoide.

Unutrašnje funkcionisanje uma dalo je oblik svim tim nitima – stvorilo je okvir u nama samima, na kome se može pojaviti priča svakog pojedinca. Lična struktura i boja nastaju iz ukrštenih niti naših trenutaka i iskustava, fine potke života, obuhvatajući i zaklanjajući unutrašnji kostur složenim i ponekad divnim detaljima.

Ovo su priče o tom tkanju koje se osipa kod onih koji obole – u umu ljudi čija je osnova izložena, i bolna, i mnogo otkriva.

\*\*\*

Zapanjujuća žestina urgentne psihijatrije pruža kontekst za sve priče u ovoj knjizi. Ako takve situacije mogu da rasvetle zajedničko tkanje ljudskog uma, poremećena unutrašnja stanja treba u tekstu preneti što je vernije moguće. Zato su ovde opisi simptoma koje su dali pacijenti neizmenjeni i stvarni, kako bi se izrazila

---

<sup>2</sup> Prevod cita: Zvezdana Šelmić. Original: *After sound, light and heat, memory, will and understanding*. (James Joyce, *Finnegans Wake*). Napomena: u nastavku teksta gde god na citiranom mestu nije naveden prevodilac ili izvor, prevoditeljka ove knjige je sama prevela sa engleskog. – *prim. prev.*

osnovna priroda, istinski glas i duša tih iskustava – mada su, radi zaštite privatnosti, mnogi drugi detalji promenjeni.

Isto tako, moćne tehnologije neuronauke koje su ovde opisane – a koje dopunjavaju psihijatriju pružajući jasan način posmatranja mozga – takođe su potpuno stvarne, iako ponekad mogu delovati naučnofantastično ili uznemirujuće. Opisi metoda koji su ovde dati, preuzeti su bez izmena iz recenzentskih naučnih radova laboratorija širom sveta, uključujući i moju.

Ipak, čak i medicina i nauka nisu same po sebi dovoljne da opišu ljudsko unutrašnje iskustvo, i zato neke od ovih priča nisu ispričane sa tačke gledišta lekara ili naučnika, već iz perspektive pacijenta – ponekad u prvom ili trećem licu, a ponekad su izmenjena stanja opisana izmenjenim jezikom. Tamo gde je nečija unutrašnja dubina – njihove misli ili osećanja ili sećanja – prikazana na ovaj način, tekst ne odražava ni nauku ni medicinu, već samo koristi moju maštu, pažljivo i s poštovanjem i skromno, kako bi prikazao razgovor sa glasovima koje ja nikada nisam čuo, već sam samo osetio njihove odjeke. Izazov koji ilustruje pokušaj da se opaža i iskusi nekonvencionalna stvarnost iz perspektive pacijenta predstavlja srž psihijatrije, zahteva probijanje kroz izobličjenja i posmatrača i posmatranog. Pri tom, istinski najdublji glasovi oteranih i ućutkanih, napaćenih i izgubljenih, obavezno ostaju skriveni.

Ovde mašta predstavlja nesigurnu vrednost i ništa nije čvrsto, ali iskustvo je pokazalo mnoga ograničenja savremene neuronauke i psihijatrije kada se posmatraju svaka za sebe. Ideje iz literature meni se odavno čine jednako važne za razumevanje pacijenta – ponekad pružaju mnogo informativniji uvid u mozak od bilo kakvog objektiva mikroskopa. I dalje cenim literaturu isto koliko i nauku kad razmišljam o umu, i kad god je moguće vraćam se svojoj davnašnjoj ljubavi prema pisanju – mada je ta ljubav godinama bila tek zatrpani žar, pokriven naukom i medicinom nalik nanosima pepela i snega.

Tri nezavisne perspektive, psihijatrija, mašta i tehnologija, nekako uspevaju da stvore potreban konceptualni prostor – možda upravo zato što imaju malo toga zajedničkog.

Prvu dimenziju čini priča psihijatra, ispričana kroz niz kliničkih iskustava, a svako iskustvo je usmereno na jedno ili dva ljudska bića. Kao što se, kada se ivice tkanja osipaju, pojavljuju skrivene strukturne niti (ili kada neki delić DNK mutira, prvobitna funkcija oštećenog gena može da se utvrdi), tako oštećeno opisuje neoštećeno – i zato svaka priča pokazuje kako se skrivena unutrašnja iskustva zdravih ljudskih bića, a možda i lekara, mogu otkriti kroz još uvijenija i neobičnija iskustva psihijatrijskih pacijenata.

Svaka priča pokazuje i novonastalo unutrašnje ljudsko iskustvo emocija, u trenutku današnjeg sveta i u dalekim milenijumima, u koracima našeg putovanja, kraj prepreka na putu, koje možda ne bi mogle da budu savladane bez kompromisa. Ova druga dimenzija počinje od priča o jednostavnim i drevnim nervnim putevima koji prosto održavaju život – ćelije za disanje, ili za kretanje pomoću mišića, ili za stvaranje duboke barijere između pojedinca i okoline. Ta najranija, najosnovnija granica između svakog od nas i okolnog sveta naziva se ektoderm; to je usamljeni krhki sloj koji je debeo poput jedne jedine ćelije i koji omogućava postojanje kože, ali i mozga, i zato se na toj istoj granici odvija kontakt između ljudskih bića u svim mogućim oblicima, fizičkim i psihološkim, u čitavom spektru, od zdravih do poremećenih društvenih stanja.

Priče se kreću kroz univerzalna osećanja gubitka i tuge u ljudskim odnosima, preko dubokih lomova u osnovnom iskustvu spoljašnje stvarnosti, kakvi se javljaju kod manija i psihoza, pa sve do poremećaja koji obuhvataju čak i unutrašnju ličnost: gubljenje sposobnosti da se oseća zadovoljstvo u životu, što se može desiti kod depresije, izgubljena motivacija da negujemo sebe, kao što je slučaj sa poremećajima ishrane, pa čak i gubitak same ličnosti, što se dešava kod demencije pri kraju života. Uz ovu drugu dimenziju, emocije subjektivnog, unutrašnjeg sveta počinjemo i završavamo maštom – bilo da su u pitanju priče iz praistorije (osećanja za sobom ne ostavljaju fosile; ne možemo znati kakva su bila osećanja u prošlosti, i zato ne pokušavamo da budemo evolucionari

psiholozi) ili sadašnjosti (pošto čak ni danas ne možemo direktno posmatrati unutrašnje iskustvo drugog ljudskog bića).

Ali tamo gde su merljivi efekti osećanja dosledni između različitih pojedinaca – onoliko koliko možemo reći uz pomoć pažljivo primenjene tehnologije – može da se pojavi eksperimentalno posmatranje unutrašnjeg funkcionisanja mozga. U trećoj dimenziji, svaka priča otkriva ovo sve jasnije naučno shvatanje, koristeći naznake zdravih pacijenata i onih sa poremećajima, uz pomoć eksperimenata i zasnivanja na podacima. Kratke reference, u smislu naučnog temelja svake priče, navedene su u Napomenama na kraju knjige; radoznali čitaoci mogu poželeti da odlutaju tamo, duž različitih putanja u skladu sa svojim ličnim interesovanjima. Svaki od tih linkova sadrži druge značajne radove u sopstvenom spisku literature (zato linkovi i služe praktično samo kao putokazi, da podstaknu dalje istraživanje) ali dati su samo citati iz dokumenata sa slobodnim pristupom, kako bi bili svima na raspolaganju. Ova poslednja dimenzija je, prema tome, naučna osa – podvučena da povede čitaoce bez naučne obuke, ljude koji zaslužuju da shvate i potom zadrže svaku ideju i pojam koji su ovde pominjani.

Prema tome, ovaj tekst se ne tiče samo iskustva psihijatra, niti zamišlja nastajanje ljudskih emocija, pa čak ni najnovije neurotehnologije. Svaka od ove tri perspektive funkcioniše samo kao sočivo, svako usmereno na svoj način na centralnu misteriju osećanja u umu, i svaka pruža drugačiji pogled na istu scenu. Nije lako povezati te raznorodne perspektive u jedinstvenu sliku – ali nije lako ni biti čovek, niti postati čovečanstvo – a knjiga može, u krajnjoj liniji, da dostigne neku vrstu zrnaste rezolucije.

Ovde ću izraziti svoje duboko poštovanje i zahvalnost svojim pacijentima, čiji problemi su nam pružili ovu novu perspektivu, i svima onima čije unutrašnje patnje, poznate i nepoznate, predstavljaju neodvojivi deo dugog, tamnog, očajničkog, nesigurnog i ponekad prekrasnog tkanja našeg zajedničkog putovanja.

Nekoliko reči o meni, i o mom putu, mogle bi da pomognu kako bi pristrasnosti pripovedača bile unapred poznate: ja sam – kao i svi mi – više subjektivan nego objektivan, to jest samo sam nesavršeni komadić ljudske optike. Na početku života nije bilo nikakve naznake da će taj konkretan put kojim sam pošao stići do psihijatrije – niti da će put krivudati kroz još manje očekivanu oblast inženjerstva.

Moje detinjstvo se odvijalo u kontekstu neprekidnih promena, od malih gradova do velikih, od istočnih do zapadnih krajeva zemlje, pa do sredine severnoameričkog kontinenta i opet nazad, onako kako se kretala moja neumorna porodica – otac i majka i dve sestre, koji su, izgleda, kao i ja više cenili čitanje od bilo kojeg drugog stremljenja – jer svakih nekoliko godina smo se selili na neko novo mesto. Sećam se kako sam satima čitao ocu, dan za danom, dok smo se vozili s kraja na kraj zemlje iz Merilenda u Kaliforniju; i svojih slobodnih trenutaka koje su uglavnom ispunjavale priče i pesme – čak i kad sam vozio bicikl do škole i iz škole, sa trenutno aktuelnom knjigom, nesigurno nameštenom na korman bicikla. Čitao sam i istoriju i biologiju, ali imaginativno korišćenje jezika delovalo mi je daleko najprivlačnije, sve dok se nisam sudario sa drugačijim tipom ideja koje kao da su me čekale u zasedi kraj puta kojim sam pošao.

Kreativno pisanje je prvi kurs koji sam odabrao na studijama, ali te godine sam neočekivano saznao iz razgovora sa kolegama, a potom i na predavanjima, kako određen stil pristupa nauci o životu – odnosno izgradnja znanja počev od jedne ćelije – pomaže da se razreše neke od najdubljih tajni biologije, čak i kad se radi o izučavanju najsloženijih sistema velikih razmera. Sledeća pitanja su dugo izgledala gotovo nerešiva: kako telo može da se razvije iz jedne jedine ćelije, ili kako složeno pamćenje imunog sistema može da nastane i bude očuvano i probuđeno u rasejanju jedne ćelije koja putuje krvnim sudovima, ili kako raznorodni uzroci

raka – od gena, preko toksina, do virusa – mogu da se ujedine u jednom ćelijskom pojmu, na način koji je koristan, koji je važan.

Ove različite oblasti su doživele revoluciju kada su povezale razumevanje u malim razmerama sa složenim sistemima velikih razmera. Zajednička tajna biologije, činilo mi se, jeste da poseže naniže, do nivoa ćelija i njihovih molekularnih principa, dok u isto vreme zadržava pažnju na čitavom sistemu, na telu u celini. Unutrašnje osećanje koje je u meni probudila mogućnost širenja ove jednostavne ćelijske ideje na misterije uma – svesti, emocija, buđenja osećanja preko jezika – može se opisati kao čisto i koncentrovano oduševljenje, baš kao „pritajeno iščekivanje sa sigurnošću” kod Toni Morison, ono univerzalno ljudsko stanje nemirne radosti kada odjednom ugledamo put koji vodi dalje.

U razgovorima sa prijateljima u zajedničkoj spavaonici (svi cimeri su mi, neobjašnjivo, studirali teorijsku fiziku) i tokom obroka, otkrio sam da takvo osećanje imaju i kosmolozi kad proučavaju pojave koje se odvijaju u astronomskim razmerama prostora i vremena. I oni takođe počinju od razmatranja najsitnijih i najosnovnijih oblika materije, zajedno sa osnovnim silama koje upravljaju interakcijama na sićušnim rastojanjima. Kao rezultat toga dobija se proces koji je u isto vreme međuzvezdani i ličan. To je osećanje sinteze i analize, u isto vreme.

Za ono što će se kasnije desiti, presudno je bilo što sam otprilike u isto vreme saznao za neuralne mreže, ogranak kompjuterskih nauka koji se ubrzano razvijao i u kome se stvarno čuvanje memorije, bez potrebe za uputstvima ili nadzorom, ostvaruje jednostavnim gomilanjem elementarnih jedinica nalik na ćeliju – one postoje u programu samo sa osnovnim apstraktnim odlikama, ali se virtuelno međusobno povezuju preko kompjuterskog programa. Neuralne mreže, kako im i ime govori, nadahnute su neurobiologijom, ali te ideje su bile toliko moćne da je iz ove kompjuterske oblasti kasnije potekla revolucija u mašinskoj inteligenciji nazvanoj „duboko učenje”, a koja danas koristi velike kolekcije ćelijskih elemenata kako bi preoblikovale bukvalno

svaku oblast ljudskog istraživanja i informacija – uključujući, što u neku ruku zatvara krug, i neurobiologiju.

Velike grupe povezanih malih elemenata, kako se čini, mogu da postignu gotovo sve – ako se povežu na pravi način.

Počeo sam da razmišljam o tome možemo li da razumemo nešto tajanstveno, poput emocija, na ćelijskom nivou. Šta izaziva moćna osećanja u zdravoj ili bolesnoj osobi, osećanja prilagođenosti ili neprilagođenosti? Ili, direktnije, šta su zapravo ta osećanja, u fizičkom smislu, na nivou ćelija i njihove povezanosti? To mi se činilo kao možda najdublja misterija u vaseljenu, koja se može meriti samo sa pitanjem porekla svemira, razloga njegovog postojanja.

Jasno je da je ljudski mozak važan u rešavanju ovog problema, jer samo ljudska bića su u stanju da adekvatno opišu svoje emocije. Neurohirurzi (kako sam mislio) imaju pravi fizički i privilegovani pristup ljudskom mozgu; prema tome, za mene će logičan put biti onaj koji obezbeđuje najdirektniji pristup pomaganju, lečenju i proučavanju ljudskog mozga – neurohirurgija. I tako sam tokom studija, a zatim i stažiranja, uvek birao taj pravac.

Međutim, pred kraj studija medicine, kao i svi studenti medicine, morao sam da odradim i kratko stažiranje na psihijatriji jer se bez toga nije moglo diplomirati.

Sve do tog trenutka nisam osećao nikakvu naročitu sklonost psihijatriji: zapravo, to polje mi se činilo uznemirujuće. Možda je bila u pitanju prividna subjektivnost raspoloživih dijagnostičkih alata, ili je možda u meni postojao neki neznani, još dublji problem koji nisam razrešio. Koji god da je razlog, psihijatrija je bila poslednja specijalizacija koju bih odabrao. Sa druge strane, moja rana iskustva sa neurohirurgijom ispunila su me oduševljenjem: voleo sam operacionu salu, dramu odlučivanja o životu i smrti koja se preklapa sa pedantnom preciznošću i pažnjom na detalje, usmerenost i intenzivan ritam pri pravljenju šavova uprkos ogromnoj napetosti i uzbuđenju. I zato su se moji prijatelji i porodica zaprepastili, baš kao i ja, kad sam umesto toga odabrao psihijatriju.

Učili su me da mozak posmatram kao biološki objekat – što on i jeste – kao organ sastavljen od ćelija kojeg hrani krv. Ali kod psihijatrijskih bolesti taj organ nije oštećen na način koji bismo mogli da vidimo, kao što možemo da vidimo slomljenu nogu ili srce koje preslabo pumpa. Ne radi se o snabdevanju mozga krvlju, već o skrivenom procesu komunikacije, unutrašnjem glasu; oni posrću. Nema ničeg što bismo mogli da izmerimo, osim što možemo reći – komunikacijom pacijenta i našom sopstvenom.

Psihijatrija je posvećena najvećoj misteriji u biologiji, možda i u svemiru, a ja sam mogao da koristim samo reči, moju prvu i najveću strast, da otvorim kapiju koja vodi ka rešenju. Ta povezanost, kada sam je shvatio, potpuno je izmenila moj životni put. A sve je počelo, kao što često biva sa događajima koji menjaju život, od jednog konkretnog iskustva.

\*\*\*

Prvog dana stažiranja na psihijatriji, sedeo sam u sestrijskoj sobi i listao neki časopis o neuronaukama kad je, posle kratkog meteža, jedan pacijent – muškarac, star otprilike četrdeset godina, visok i mršav, sa retkom, raščupanom bradom – upao kroz vrata koja bi trebala da budu zaključana. Stajao je nada mnom, na dohvrat ruke, i zagledao mi se u oči – njegove su bile razrogačene od straha i besa. Želudac mi se zgrčio kad je počeo da viče na mene.

Kao i svako ko živi u gradu, viđao sam ljude koji viču čudne stvari. Ali ovo nije bio susret na ulici. Ovaj pacijent je delovao potpuno pribrano, nije bio pogubljen u magli; njegovo iskustvo bilo je stabilno i kristalno jasno, u očima mu je blistao bol, njegov užas je bio stvaran. Drhtavim glasom, koji mu je izgleda jedino ostao, a ipak sa dubokom hrabrošću, suočio se sa opasnošću.

A njegov govor je bio kreativan uprkos agoniji, pun izraza upotrebljenih ne u tradicionalnom značenju nego naizgled, jednostavno, radi sebe samih, radi efekta u komunikaciji, sa nekom sopstvenom gramatikom i estetikom, bio je samom sebi dovoljan. obraćao



se direktno meni – nikad pre toga se nismo sreli, ali on je znao da sam ga ja ugrozio – i činio je to koristeći zvuke kao osećanje, sa međusobnim odnosima koji prevazilaze sintaksu i idiome. Izgovorio je novu reč koja je zazvučala kao nešto iz Džojsove knjige koju sam nekad davno čitao: reč je glasila *telmetal*: ovo je bilo *Finnegans Wake* [*Fineganovo bdenje*] u zatvorenom odeljenju, jer ono što je rekao bilo je dublje od kože i lobanje, ili od korena i semena. Sedeo sam otvorenih usta, a mozak mi se užurbano prilagođavao dok je on govorio i govorio. Probudio je u meni i nauku i umetnost u isto vreme, ne paralelno nego stopljene, kao istu ideju: čvrsta neizbežnost i nekontrolisani plamen svitanja u isto vreme. Bilo je šokantno, bilo je jedinstveno, bilo je važno, i dovelo je moj intelektualni život u potpuno jedinstvo po prvi put otkako znam za sebe.

Kasnije sam saznao da je čovek patio od takozvanog šizofektivnog poremećaja, destruktivne oluje emocija i razbijene stvarnosti koja kombinuje glavne simptome depresije, manije i psihoze. Takođe sam naučio da ova definicija uopšte nije bitna pošto kategorizacija ima vrlo malo uticaja na lečenje, osim što prosto nabraja simptome koje treba lečiti, a ne daje zajedničko objašnjenje za njih. Niko ne može da odgovori ni na najjednostavnija pitanja tipa kakva je to bolest u fizičkom smislu, niti zašto upravo ta osoba boluje od toga, niti kako to čudno i strašno stanje može postati deo ljudskog iskustva.

\*\*\*

Pošto smo ljudi, pokušavamo da pronađemo objašnjenja, čak i kada ta potraga deluje beznadežno. Što se mene tiče, posle tog trenutka više nije bilo nazad, a što sam više saznavao, nisam to ni želeo. Krajem te godine zvanično sam odabrao psihijatriju kao svoju specijalizaciju. Posle još četiri godine obuke i položene specijalizacije iz psihijatrije, osnovao sam laboratoriju u novom odseku za bioinženjering – na istom univerzitetu, u srcu Silicijumske doline, gde sam i počeo studije medicine. Planirao sam

da lečim pacijente dok u isto vreme osmišljam nove načine za proučavanje mozga. Pomislio sam da ću, možda, barem moći da postavljam nova i drugačija pitanja.

Ma koliko ljudski mozak delovao komplikovano, to je samo hrpa ćelija baš kao što je i svaki drugi organ u ljudskom telu. To su svakako prekrasne ćelije – one uključuju više od osamdeset milijardi neurona specijalizovanih za sprovođenje električnih signala, a svaki ima oblik bogato razgranatog drveta koje je zbog zime izgubilo lišće, i svaki formira desetine hiljada sinapsi – hemijskih veza – sa drugim ćelijama. Sićušni blesci električne aktivnosti neprekidno teku kroz ove ćelije u talasima, duž dugačkih provodljivih vlakana, aksona, obavijenih mijelinskim izolacionim slojem, koji svi zajedno čine takozvanu belu moždanu masu; svaki impuls traje samo milisekundu i nosi nekoliko pikoampera. Ovaj spoj elektriciteta i hemije nekako omogućuje sve što ljudski um može da čini, da pamti, misli i oseća – i sve to obavljaju ćelije, koje se mogu proučavati, razumeti i menjati.

Kao što je slučaj i sa drugim oblastima biologije (poput razvojne biologije, imunologije i proučavanja raka), potrebno je najpre pronaći nove metode prilagođene neuronaukama, koje će omogućiti dublje razumevanje ćelija unutar intaktnog mozga. Pre 2005. nismo imali način da izazovemo preciznu elektronsku aktivnost u konkretnim ćelijama unutar mozga. Do tog trenutka elektrofiziološka neuronauka na ćelijskom nivou bila je uglavnom ograničena na posmatranje – na elektrode kojima smo osluškivali ćelije koje „okidaju” tokom nekog ponašanja. To jeste izvanredno bitna perspektiva sama po sebi, ali mi nismo mogli da izazovemo ili sprečimo takvo okidanje u pojedinim ćelijama kako bismo videli koliko su sistemi ćelijske aktivnosti bitni za određene elemente funkcije mozga i ponašanja: osećaj, spoznaju, postupke. Jedna od najranijih tehnologija razvijenih u mojoj laboratoriji nastala je 2004. (nazvana je optogenetika) i počela je da se bavi tim ograničenjem: izazovom da se podstrekne ili suzbije precizna aktivnost konkretnih ćelija.

Optogenetika počinje od prenosa stranog materijala – posebnog tipa gena – onoliko daleko koliko se u biologiji može zamisliti: iz ćelije jednog velikog carstva života pravo u ćelije drugog carstva. Taj gen je samo delić DNK koji sadrži uputstvo za ćeliju da proizvede protein (mali biomolekul koji ima određenu ulogu unutar ćelije). U optogenetici pozajmljujemo gene od različitih mikroba, kao što su bakterije i jednoćelijske alge, i transportujemo taj tuđinski materijal u tačno određene ćelije mozga naših kičmenjačkih srodnika kao što su miševi i ribe. To je čudan postupak, ali uz izvesnu logiku, jer ti konkretni geni koje pozajmljujemo (zovu se mikrobni opsini), nakon isporuke neuronu, smesta usmeravaju stvaranje značajnih proteina koji mogu da pretvore svetlost u električnu struju.

Te proteine njihovi redovni, mikrobni domaćini koriste za pretvaranje sunčeve svetlosti u električne informacije ili električnu energiju – upravljanjem kretanja ćelija algi koje slobodno plivaju prema količini svetlosti optimalnoj za opstanak, ili (kod izvesnih drevnih oblika bakterija) obezbeđivanjem uslova za prikupljanje energije iz svetlosti. S druge strane, većina životinjskih neurona obično ne reaguje na svetlost – nemaju nikakvog razloga jer je unutar lobanje po pravilu prilično mračno. Našim optogenetskim pristupom (korišćenjem genetičkih trikova da se egzotični proteini mikroba unesu samo u konkretne podskupove neurona u mozgu, ali ne i u druge), te moždane ćelije koje dobiju mikrobne proteine postaju značajno drugačije od svojih suseda. U tom trenutku modifikovani neuroni su jedine ćelije u mozgu koje su u stanju da reaguju na svetlosni impuls koji primenjuje naučnik, a taj rezultat se zove optogenetika.

Pošto je elektricitet osnovna valuta informacija u nervnom sistemu, kada pošaljemo unutra lasersku svetlost (preko tankih optičkih vlakana, ili preko holografskih ekrana koji projektuju svetlosne tačke u mozak) i time promenimo električne signale koji teku kroz te modifikovane ćelije, kao rezultat dobijamo izvanredno specifične promene ponašanja životinje. Na taj način

je otkriveno da ciljane ćelije poseduju sposobnost da omoguće tajanstvene moždane funkcije, kao što su opažanje i pamćenje. Optogenetički eksperimenti su se pokazali veoma korisnim u neuronauci zato što nam omogućuju da povežemo lokalnu aktivnost pojedinačnih ćelija sa globalnim pogledom na mozak. Testovi uzroka i posledica sada se odigravaju u pravom kontekstu: samo ćelije u intaktnom mozgu mogu omogućiti složene funkcije (i disfunkcionalnosti) koje predstavljaju osnovu ponašanja – baš kao što pojedinačne reči mogu biti bitne u komunikaciji samo u kontekstu svoje rečenice.

Ovo najviše radimo na miševima, pacovima i ribama: to su životinje kod kojih su mnoge nervne strukture iste kao naše (samo što su u našem ogranku malo povećane). Ovi kičmenjaci, isto kao i mi, osećaju, i odlučuju, i pamte, i deluju – a time, ako se posmatraju na pravi način, otkrivaju unutrašnje funkcionisanje moždane strukture koja nam je zajednička. Tako se pojavio novi pristup istraživanju mozga, metode koje koriste sitna i drvena postignuća evolucije u našu korist – pozajmljene od životnih oblika koji su se odvojili od naše grane gotovo na samom početku, u najranijim i najdubljim slojevima tkanja života.

Sledeća tehnologija koju je moj tim razvio takođe je nadahnuta ovim principom ćelijske rezolucije u intaktnom mozgu i nazvana je hidrogel-tkivna hemija (prvi put smo je opisali 2013, u obliku nazvanom CLARITY; kasnije su se pojavile mnoge varijacije na tu temu). Kod ovog pristupa koriste se hemijski trikovi da se stvori proziran hidrogel – meki polimer na bazi vode – unutar ćelija i tkiva. Ova fizička transformacija omogućava da intaktna struktura mozga (koji je obično gust i neproziran) pređe u stanje koje omogućava slobodan prolazak svetlosti, što opet omogućava vizualizaciju visoke rezolucije ćelija i njihovih biomolekula. Svi zanimljivi delovi ostaju na svom mestu, još uvek su unutar trodimenzionalnog tkiva, nalik na slike detinjih poslastica – poput prozirnog želatinoznog deserta sa komadićima voća koji se vide duboko unutra.

Za optogenetiku i hidrogel-tkivnu hemiju je zajedničko što sada možemo da posmatramo intaktni mozak i da proučavamo komponente koje omogućavaju funkcije, a da pri tom ne moramo da rastavimo ceo sistem, bilo da je zdrav ili bolestan. Detaljna analiza, koja je uvek važan deo naučnog procesa, može se izvesti unutar sistemā koji ostaju čitavi. Uzbuđenje koje su izazvale ove tehnologije (i različiti dodatni metodi) proširilo se i izvan naučne zajednice – i pomoglo je pri ostvarenju nacionalnih i globalnih inicijativa za bolje razumevanje moždanih nervnih puteva.

Ovakvim pristupom – i interakcijom sa tehnološkim napretkom drugih laboratorija u mikroskopiji, genetici i inženjeringu proteina – naučna zajednica je sada stekla hiljade saznanja o tome kako ćelije omogućavaju funkcionisanje i ponašanje mozga. Na primer, naučnici su identifikovali konkretne aksonske veze koje se protežu kroz mozak (poput niti potke u tkanini, prepletene sa bezbroj drugih unakrsnih vlakana) preko kojih ćelije u frontalnim delovima mozga dosežu duboko u oblasti koje upravljaju moćnim emocijama, poput straha i traženja nagrade, i pomažu da se obuzda ponašanje koje bi inače pretvorilo te emocije i težnje u impulsivne postupke. Ova otkrića su bila moguća zato što su sada mogle da se precizno kontrolišu konkretne veze, definisane poreklom i putanjom kroz mozak – u stvarnom vremenu, brzinom misli i osećanja, tokom složenog ponašanja životinjskog sveta.

Ovi duboko usađeni aksoni pomažu da se definišu stanja mozga i da se upravlja izražavanjem emocija. Zasnivajući na taj način naše razumevanje unutrašnjeg stanja na nivou precizno definisanih struktura, takođe dobijamo i jasnu perspektivu prošlosti, naše evolucije. Ovakvo saznanje nastaje zato što su ove fizičke strukture nastale tokom ranog razvoja i detinjstva usled dejstva naših gena, a geni su ono sa čime je evolucija radila kada je tokom mnogih milenijuma davala oblik ljudskom mozgu. Dakle, naše unutrašnje niti, u neku ruku, šire se kroz vreme u kome smo postojali isto koliko i kroz prostor unutar nas – to je nasleđe

zasnovano na praistoriji čovečanstva, koje je bilo potrebno našim precima za opstanak.

Ova povezanost sa prošlošću nije magična – nema nikakve „kolektivne podsvesti” u komunikaciji, u smislu u kome je Karl Jung pominjao mistične veze sa dalekim pradavnim precima – već nastaje iz ćelijske strukture mozga, što je fizičko nasleđe od naših predaka. Bića koja su igrom slučaja stvorila prve rane oblike veza koje mi danas posedujemo (i proučavamo) – uz neke varijacije od jedinke do jedinke – verovatno su preživela i efikasnije se razmnožavala, i stoga su gene koji upravljaju predispozicijom moždane strukture prenela na svoje potomstvo, na nas i na druge sisare savremenog sveta. Zato osećamo ono što su naši preci verovatno takođe osećali – ne samo slučajno, nego u trenutku i na način koji je njima bio veoma važan.

Ta unutrašnja stanja su nam zaveštana neumornom voljom (i ponekad srećnim okolnostima) njihovog opstanka – i omogućila su uspon čovečanstva, sa našim osećanjima i našim manama.

\*\*\*

Obećanje moderne neuronauke širi se čak i do mogućnosti bavljenja ljudskom krhkošću i do ublažavanja ljudske patnje: od primene terapijskih metoda stimulacije mozga pomoću ovog novostecenog znanja o uzročnosti (šta tačno dovodi do nekih pojava, ćelijski precizno) u moždanim nervnim putevima, preko otkrivanja uloge moždanih nervnih puteva u genima koji su povezani sa psihijatrijskim poremećajima, pa do prostog buđenja nade kod pacijenata koji odavno pate i odavno su stigmatizovani. Zato je napredak nauke duboko uticao na kliničko razmišljanje – u tome je značaj osnovnih istraživanja, dakle ništa novo, ali ipak čudesno – međutim, moja perspektiva se takođe promenila, u smislu da je i moj klinički rad pod isto tako moćnim uticajem mojeg naučnog razmišljanja. Psihijatrija je zauzvrat pomogla podsticanjem neuronauke – a to je čudesno: iskustva ljudi koji pate, misli o mozgu

miševa i riba, utiču jedni na druge. Neuronauka i psihijatrija se udružuju, potpomažu, povezane su na dubokom nivou.

U svetlu napretka načinjenog u poslednjih petnaest godina, zanimljivo mi je da se prisetim svojeg prvobitnog stava o nedostatku lične povezanosti sa psihijatrijom. Uticaj mog prvog neočekivanog susreta na psihijatrijskom odeljenju bio je toliko dubok – vika, strah, ranjivost u kontaktu sa užasavajućom stvarnošću posmatranom tužnim očima – da se ponekad pitam da li sam nekim čudom bio nesvesno pripremljen, već podešen, da na mene taj trenutak deluje pozitivno, iako bi za većinu ljudi, sasvim razumljivo, bio samo izvor uznemirenosti. Lična inspiracija (kao i naučno otkriće) može poteći iz neočekivanih izvora, i zato sada razmišljam o svojoj promeni kursa u tom trenutku kao o nekoj vrsti parabole o opasnostima predispozicije, i o potrebi za direktnom ličnom izloženošću kako bi se steklo istinsko razumevanje gotovo bilo čega ljudskog.

Postoji i još jedan alegorijski aspekt, u kome priča o optogenetici može da širem društveno političkom svetu pruži lekciju o značaju čiste nauke. Jedan stari rad o algama i bakterijama, koji je potekao pre više od veka, bio je od ključnog značaja za naše stvaranje optogenetike i za sticanje uvida u emocije i mentalne bolesti, ali taj put nije mogao da se predvidi na samom početku. Priča o optogenetici pokazuje, kao i promene u drugim naučnim oblastima pre nje a verovatno i posle, da primena nauke ne sme postati suviše pravolinijska, pa čak ni suviše sklona pitanjima u vezi sa bolestima. Što više pokušavamo da usmerimo istraživanja (na primer, usmeravanjem javnih fondova isključivo u velike projekte posvećene konkretnim mogućim načinima lečenja), verovatnije je da ćemo time usporiti napredak, a neotkrivene oblasti u kojima leže ideje koje će zaista promeniti tokove nauke, ljudskog razumevanja i ljudskog zdravlja ostaće u senci. Ideje i uticaji iz neočekivanih izvora nisu samo važni već su ključni – za medicinu, za nauku, za sve nas – u pronalaženju i praćenju naših puteva kroz svet.

Ovih dana ponekad zamišljam kako bih potražio onog pacijenta sa šizoafektivnim poremećajem, sa kojim sam imao to prvo iskustvo od kojeg lupa srce, da zajedno sednemo i ostanemo za trenutak u tihoj prisnosti – iako je to bilo već davno. Osetljivost na ono što je neverovatno veoma je blizu srži bolesti u spektru šizofrenije, i zato se on možda uopšte ne bi iznenadio kad bi saznao da je njegov upad preko praga sestrinske sobe onog dana možda na neki način pomogao u napretku psihijatrije i neuro-nauke. Naš razgovor bi sada mogao da potvrdi i njemu, kao i meni, da je uprkos dubini njegove patnje, iz nekog ugla, iz neke perspektive, njegova potka usklađena sa našima, i da se potpuno uklapa u zajedničko tkanje ljudskog iskustva, u kome on nije ništa bolesniji nego čovečanstvo u celini.