



Šta je tačno...

---

# Mozak

---

NORBERT HERŠKOVIC

S nemačkog prevela  
Dragana Naumović

Laguna

---

---

Naslov originala:

Norbert Herschkovitz

DAS GEHIRN

Copyright © 2007 Verlag Herder

GmbH, Freiburg im Breisgau

Translation copyright © 2011 za izdanje

na srpskom, LAGUNA

# SADRŽAJ

1	Uvod .....	9
2.	Mozak (pregled) .....	11
	„Ljudski mozak i mozak čovekolikog majmuna gotovo se i ne razlikuju“ .....	11
	Složenost, dinamika i dug razvoj – osobenosti ljudskog mozga	
	„Mozak je vrsta kompjutera“ .....	19
	Različiti načini obrade podataka – različiti učinci	
	„Mi koristimo samo devet procenata mozga“ .....	25
	Problem merljivosti učinka mozga	
	„Inteligencija je uglavnom određena nasleđem, a ličnost faktorom okruženja“ .....	28
	Neprestano uzajamno delovanje urođenih sklonosti i okruženja	
	„Leva i desna polovina mozga upravljaju različitim funkcijama“ .....	39
	Posebna obeležja svake hemisfere i njihova saradnja	
	„Žene razmišljaju drugačije nego muškarci“ .....	46
	Polno uslovljene razlike moždanih funkcija	

„Mišljenje nastaje u glavi, a osećanja u stomaku“ ...	54
Zašto se jedno od drugog ne može odvojiti?	
„Emocionalna inteligencija je izum psihologa“ .....	61
Obrada emocija u mozgu	
„Učenje pre svega znači saznavanje novog“ .....	65
Kako mozak povezuje podatke?	
„Mozak je isključen dok spavam“ .....	70
Šta mozak radi dok spavam?	
„Snovi su samo elektronske bure u mozgu“ .....	74
Kako nastaju snovi?	
„Ono što jedemo može ojačati ili oslabiti naš mozak“ .....	78
Šta je nervnim ćelijama potrebno za neometan rad?	
<b>3. Mozak u različitim razdobljima života .....</b>	<b>89</b>
„Razvitak mozga i njegovih funkcija može se ubrzati pre rođenja“ .....	89
Mogućnosti i granice prenatalnog razvoja	
„Prve tri godine života kritične su za dalji razvoj mozga“ .....	94
„Senzitivne“ a ne „kritične“ faze	

---

„Od dvadesete godine života mozak počinje da stagnira“ .....	99
Učenje, razdoblja života i prilagodljivost mozga	
„U dubokoj starosti demencija je gotovo nezaobilazna“ .....	106
Demencija nije neizbežno sastavni deo starenja	
<b>4. Mozak i um .....</b>	<b>111</b>
„Mozak je samo vozilo uma“ .....	111
Odnos između uma i mozga	
„Mozak određuje sve, mi nemamo slobodnu volju“ .....	115
Granična područja u kojima se susreću istraživanja mozga i filozofija	
„Meditacija menja mozak“ .....	120
Dejstvo meditacije na rad mozga	
„Istraživanja mozga mogu objasniti veru u boga“ .....	124
Granice neuroloških istraživanja	
 <b>Dodatak</b>	
Moždane strukture .....	129

Rečnik .....	130
Odabrana literatura .....	135
<i>O autoru</i> .....	139

# 1. Uvod

Ljudski mozak je dugo bio neistražen. U međuvremenu, neurologija je postala naučna grana koja privlači veoma veliku pažnju, a novi podaci u štampi, na televiziji i internetu neprestano pokreću nove rasprave. Ponekad su izveštaji protivrečni ili su informacije nepotpune, pa je teško obrazovati objektivno mišljenje koje će biti zasnovano na dokazanim činjenicama.

**MOZAK:  
DUGO JE BIO  
NEISTRAŽENA  
OBLAST**

U tekstu koji sledi biće predstavljeno znanje kojim danas raspolažemo o nizu često navođenih stanovišta o mozgu i njegovim mogućnostima. Spektar tema proteže se od „hrane za mozak“ do slobodne volje. Nije mi namjera da iznesena gledišta razvrstam kao ispravna ili pogrešna, već da razmotrim najvažnije dostupne činjenice, da jasno razlučim znanje od pretpostavki i da ukažem na važnost novih saznanja.

Želeo bih da ukažem, takođe, na oduševljenje koje izazivaju saznanja proistekla iz naučnih istraživanja mozga, ali i na – budući da empirijska istraživanja ipak nisu objasnila „čudo zvano mozak“ – granice neurologije.

**MOGUĆNOSTI  
I GRANICE  
NEUROLOGIJE**

I pored sveg napretka do kog je došlo u bližoj prošlosti, moramo biti svesni da su mnoga pitanja još uvek bez odgovora. Što se više trudimo da shvatimo neverovatnu složenost mozga, utoliko je veće naše divljenje. Možda na neka pitanja nikada neće ni biti dati potpuni odgovori, te moramo priznati, kao i Gete: „Najveća sreća čoveka obdarenog mišljenjem jeste da istraži ono što se može istražiti, a da onome što je nemoguće istražiti ukaže dužno poštovanje.“



## 2. Mozak (pregled)

„Ljudski mozak i mozak čovekolikog majmuna gotovo se i ne razlikuju“

### **Složenost, dinamika i dug razvoj – osobenosti ljudskog mozga**

Nasuprot onome što se do sada pretpostavljalo, ljudski mozak i mozak čovekolikih majmuna ipak se jasno razlikuju, i to pre svega u veličini, kao i u broju i umreženosti nervnih ćelija (neurona). U odnosu na telesnu težinu, ljudski mozak je tri puta teži od mozga majmuna i sadrži deset puta više neurona. Međutim, za delotvornost mozga nije važan samo broj neurona već i obim njihove umreženosti. Broj ostvarenih sinapsi (veza) između nervnih ćelija u čovekovom mozgu mnogo je veći nego u mozgu majmuna.

**MOZGOVI  
SE PRILIČNO  
JASNO  
RAZLIKUJU**

Sledeća razlika između mozgova ova dva primata leži u relativnoj veličini moždanih areala (delova mozga) nadležnih za primanje podataka i njihovu dalju obradu. Odnos između prijema i obrade u mozgu majmuna je 1:3, dok je u ljudskom 1:7. Čeoni režanj

**IZVRŠNE  
FUNKCIJE**

(prefrontalni korteks) tokom evolucije se najviše uvećao kod čoveka i apsolutno i značajno je veći i složeniji nego kod majmuna. Ovaj deo mozga ima presudnu ulogu u takozvanim izvršnim funkcijama kao što su planiranje, izvođenje i vrednovanje različitih radnji, a takođe u bitnoj meri učestvuje u pažnji, motivaciji, kontroli nagona i radnom pamćenju. Značajnija uloga čeonog režnja u ljudskom mozgu ukazuje na to da ljudi mnogo bolje mogu da vladaju svojim ponašanjem nego čovekoliki majmuni. Osim toga, ljudi imaju više mogućnosti, mogu da uče iz sopstvenih iskustava i da odmeravanjem biraju između ponuđenih načina delovanja. Oni imaju priliku da raznovrsnije odgovore na spoljne nadražaje i, za razliku od majmuna, nisu tako uslovljeni refleksnim radnjama.

Za razliku od majmuna, u ljudskom mozgu su u procesu razvoja nastali posebni neuroni bogati prenosnim materijama (neurotransmiterima), koji ubrzavaju prenos signala u sinapsama i time pospešuju povezivanje neurona. Na taj način znatno se poboljšala sposobnost pamćenja i učenja na osnovu iskustava. U mozgu šimpanze nailazimo na nezatno prisustvo ovih neurona.

Dokora se pretpostavljalo da se razlikama u genima, prenosiocima naslednih informa-

cija, mogu objasniti razlike između čoveka i majmuna. Međutim, uz pomoć metoda koje nam danas stoje na raspolaganju, utvrđeno je da je različito samo 1,23 procenta genetski kodifikovane DNK (dezoksiribonukleinske kiseline) – supstance od koje se sastoje geni. Ove razlike u tom malom udelu DNK uslovljene su pojedinačnim mutacijama nastalim tokom dugog evolutivnog perioda i prenose se na sledeće generacije.

**NEZNATNE  
RAZLIKE U  
GENETSKOM  
MATERIJALU  
(NASLEDNOJ  
GENETICI)**

Zbog neznatnih razlika u genetskom materijalu ljudi i životinja, naučnici su počeli da tragaju i za drugim „epigenetskim“ faktorima (faktorima koji su dodatno značajni za genetiku). Mali deo DNK sadrži genetski utvrđenu informaciju strukture organizma. Drugi deo DNK, koji je prisutan u ćelijskom jezgru, kontroliše procese kojima se ostvaruje ili „izražava“ informacija sadržana u genima i koji se zajedno nazivaju „ekspresija gena“. Dokazano je da se „ekspresija gena“ u ljudskom mozgu odigrava u većoj meri nego u majmunovom.

**VAŽNA ULOGA  
„KONTROLNE  
DNK“ KOD  
LJUDI**

Eksperimenti na životinjama pokazali su da je aktivnost „kontrolne DNK“ pod velikim uticajem okruženja. Epigenetske promene uslovljene, na primer, aktivnošću, ishranom, okruženjem i društvenim okolnostima mogu se prenositi na sledeće generacije.

Epigenetika utiče na aktiviranje ili neaktiviranje gena. Sam Darwin je, u svom glavnom delu *O poreklu vrsta*, već postavio tezu da se organi mogu uvećati ili smanjiti u zavisnosti od toga da li se upotrebljavaju ili ne, kao i da bi te promene mogle biti nasledne. Dakle, stečene osobine mogu se do izvesnog stepena nasleđivati a da se pritom sami geni ne menjaju. Čovek, znači, nije rob genetskog nasleđa, već poseduje izvesnu kontrolu nad sopstvenim nasleđem, i to kako u odnosu na sopstveni razvoj tako i kada je reč o razvoju sledećih generacija.

**GENETIKA  
I ISKUSTVO  
DELUJU  
ZAJEDNO**

Sadejstvo genetski urođenih sklonosti i stečenih iskustava dovelo je u čoveku u procesu evolucije do sve složenijih radnji i načina mišljenja. Novi načini ponašanja su, sa svoje strane, doprinosili razvoju mozga. Prelazak na uspravan hod doveo je do značajnog proširenja vidnog polja i mogućnosti slobodnog korišćenja ruku. Anatomska promena zgloba palca omogućila je da se ljudski palac „odvoji“ od ostalih prstiju; zbog toga je čovek mogao mnogo preciznije da upotrebljava ruke (na primer položaj hvatanja pincetom), što je, opet, omogućilo proizvodnju sve delotvornijih oruđa, ali i stvaranje umetničkih dela.

Razvitak govora igra presudnu ulogu u čovekovoј evoluciji. I majmunovi i čovekovi mo-

torički centri u mozgu direktno su povezani s neuronima u kičmenoj moždini, a te veze pokreću mišiće lica, grkljana, ruku i prstiju. Međutim, one su kod čoveka mnogo snažnije nego kod majmuna, što omogućava precizniju, delotvorniju i finiju koordinaciju mišića šake, prstiju i grkljana, uključujući i glasne žice. Ova sposobnost koordinacije preduslov je za fino pokretanje glasnih žica, koje omogućava artikulaciju glasova prilikom govora.

U čoveku se određeni deo moždane kore razvio u takozvani Brokin centar, koji ima važnu ulogu u artikulaciji jezičkih glasova. Nasuprot tome, glasovima koje stvaraju majmuni upravlja područje koje se nalazi iza motoričkog korteksa (*cingulat-kortex*). Zbog toga glasove koje proizvode majmuni u svrhu sporazumevanja ne treba posmatrati kao preteču razvoja ljudskog govora. Drugi faktor koji je čoveku omogućio sposobnost govora jeste anatomska promena u položaju grkljana u odnosu na dušnik. Za razliku od majmuna, čovekov grkljan spustio se duboko u dušnik, čime je omogućena artikulacija jezičkih glasova.

Sledeća razlika između čovekovog mozga i mozga majmuna odnosi se na takozvane „eho-neurone“, koji se nalaze u Brokinom centru u ljudskom mozgu. Ove nervne ćelije

**BROKIN  
CENTAR**

**ULOGA  
NEURONA  
OGLEDALA  
PRILIKOM  
PODRAŽAVANJA**

spadaju u *neurone ogledala*, nervne ćelije koje automatski reaguju na određene signale drugih bića i navode na podražavanje. Podražavanje je veoma važno za usvajanje sposobnosti govora – ne gledaju slučajno bebe i deca usta osobe koju slušaju dok im govori. Doduše, deo majmunovog mozga koji upravlja stvaranjem glasova takođe sadrži *neurone ogledala*, mada se oni aktiviraju samo prilikom podražavanja pokreta, ali ne i prilikom imitacije glasova.

ZNAČENJE  
SIMBOLIČNOG  
JEZIKA

Za čoveka je razvitak jednog veoma složenog simboličnog jezika otvorio vrata znatno složenijim radnjama i načinima razmišljanja, koji su nastali uporedo sa odgovarajućim povećanjem umreženosti neurona u mozgu. Slike dobijene skeniranjem mozga pokazale su da je simboličan jezik uslovljen postojanjem guste, vrlo razgranate mreže nervnih ćelija koja obuhvata prefrontalni korteks i ostala velika područja moždane kore. Ova mreža je kod majmuna prisutna u veoma zakrčljalom obliku.

EEG

**Metode snimanja mozga**

**Elektroencefalografija: preko kože glave meri se električna aktivnost koja proizlazi iz neurona. Najmanja prepoznatljiva**

moždana struktura zauzima prostor od 10 mm.

**Pozitronska emisiona tomografija:** metoda snimanja koja se koristi u nuklearnoj medicini. Pokazuje raspodeljenost jedne radioaktivne supstance u organizmu i time omogućava merenje metabolizma i protoka krvi u moždanim strukturama. Najmanja moždana struktura koja se može prepoznati zauzima prostor od 2 mm.

**Magnetna rezonantna tomografija** (nuklearna magnetna rezonanca, engl. Magnetic Resonance Imaging): metoda skeniranja koja prikazuje strukture u unutrašnjosti tela. Uz pomoć magneta, radiotalasa i kompjutera dobijaju se jasni snimci preseka tela. Najmanja moždana struktura koja se može videti zauzima prostor od 1 mm.

**Funkcionalna magnetna rezonantna tomografija** (engl. functional Magnetic Resonance Imaging), za razliku od MRI, ovde se meri aktivnost mozga za vreme obavljanja neke radnje. Najmanja moždana struktura koja se može izmeriti zauzima prostor od 1mm.

**PET**

**MRI**

**fMRI**

Simboličan jezik pospešuje sposobnost apstraktnog mišljenja. Jezik povezuje prošlost i sadašnjost i time podstiče kauzalno mišljenje.

On proširuje mogućnosti efikasnijeg pamćenja i formulisanja ciljeva, izvođenja različitih radnji i ocenjivanja njihovih rezultata. Uz pomoć jezika se takođe podstiče sposobnost razumevanja sopstvenih, ali i tuđih misli, namera i osećanja (empatija). Obrazovanje kategorija kao što su „dobro“ i „loše“ služi daljem razvoju etike i morala – faktora koji sa svoje strane omogućavaju skladniji život u većim zajednicama.

**JEZIK JE  
PREDUSLOV  
KULTURE**

Jezik je preduslov kulture, koja vrednosti i informacije, usmenim ili pisanim putem prenosi na buduće generacije. Uporedo s poezijom razvijaju se umetnosti kao što su muzika, slikarstvo i ples. Uz pomoć filozofije, prirodnih nauka i religije čovek pokušava da protumači prirodu.

Nameće se pitanje koja je od čovekovih „viših sposobnosti“, barem u naznakama, prisutna kod majmuna. Da li misle, imaju li oni osećanja? Budući da majmuni mogu da se izražavaju samo preko spoljnog ponašanja, njihov unutarnji svet nam je u velikoj meri nepoznat. Da bismo odgovorili na pitanje da li i kako majmuni razmišljaju i osećaju, neophodno je šire razmatranje koje će uzeti u obzir sve ono što znamo iz zajedničkog života sa životinjama i na osnovu brige o njima, kao i iz medicinskih istraživanja majmuna.