

**ETIKA NEURONAUKA I NEURONAUKE ETIKE: U SUSRET BUDUĆNOSTI**Mihailo Pantović<sup>1</sup>, Milica Pantović<sup>2</sup>, Maja Pantović<sup>3</sup>, Milena Ilić<sup>4</sup><sup>1</sup>Društvo za neuronauke „Sozercanje iz Šumadije“, Kragujevac<sup>2</sup>Centar za dermatovenerologiju, Klinički centar „Kragujevac“, Kragujevac<sup>3</sup>Klinika za psihijatriju, Beograd<sup>4</sup>Fakultet medicinskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, Kragujevac**ETHICS OF NEUROSCIENCE AND NEUROSCIENCE ETHICS: TO MEET THE FUTURE**Mihajlo Pantović<sup>1</sup>, Milica Pantović<sup>2</sup>, Maja Pantović<sup>3</sup>, Milena Ilić<sup>4</sup><sup>1</sup>The Society for Neuroscience „Sozercanje iz Sumadije“, Kragujevac, Serbia<sup>2</sup>Center of Dermatovenerology, Clinical Center „Kragujevac“, Kragujevac, Serbia<sup>3</sup>Psychiatry Clinic, Clinical Center of Serbia, Belgrade, Serbia<sup>4</sup>Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, Kragujevac, Serbia**SAŽETAK**

Temelji medicinske etike, koji su izrasli iz antičke filozofije, a postavio ih je Hipokrat, doživeli su tokom vremena i s napretkom nauke transformaciju od normativne do primenjene etike. Neuroetika, jedna od najnovijih grana medicinske etike, podrazumeva dve grupe razmatranja: etiku neuronauke i neuronauku etike. Zbog novih otkrića, ove oblasti otvaraju mnogobrojna pitanja koja se odnose na neurodijagnostiku, stimulaciju nervnih struktura, „kozmetičku“ psihofarmakologiju, probleme svesti, slobodne volje i dr. U empatiji, kao osnovi etike, novija otkrića ukazuju na presudnu ulogu mirror neurona – neurona ogledala. Grupe ovih neurona, rasute u CNS, čine poseban matriks, čiju aktivnost pomoću pozitronske emisije tomografije (PET) i funkcionalne magnetne rezonance (fMRI) indirektno registrujemo. Danas se već zna i za motorni, afektivni i kognitivni aspekt empatije i za moždane strukture koje u tome učestvuju, tj. za njenu biološku bazu, čime je otvoren put za dalja istraživanja.

**Ključne reči:** neuronauke; etika; mirror neuroni.

Kamen temeljac medicinske etike postavio je Hipokrat (460. – između 375. i 351. g. pre n. e.), „mudri starac“ sa ostrva Kos. Istine radi, on je bio Hipokrat II jer se tako zvao i njegov deda, a i još osam znamenitih lekara posle njega. Hipokrat je možda i danas između mita i realnosti, jer njegove prve biografije srećemo tek kod Soranusa iz Efesa u II veku n. e. i u latinskom rukopisu iz Kraljevske biblioteke u Briselu u VI veku n. e. Prema tim biografijama, on je rođen 1. godine 80. olimpijade, odnosno 27. dana meseca agrianusa 460. g. pre n. e. Detalji ukazuju na to da je rođen u delu ostrva Kos označenom kao Kephalos, kao sin sveštenika i lekara Heraklaidesa i Fenerete, kao 20. potomak Herkula, potomka Zeusa i 19. potomak Asklepija, kasnije u Rimu transkribovanog kao Eskulap. Hipokrat je radio u Asklepionu na Kosu, a manje poznati podaci ukazuju na to da mu se žena zvala Ablabia, a dva sina Tesalus i Drakon, dok mu je ćerka bila udata za poznatog lekara Polibusa.

**ABSTRACT**

The foundations of medical ethics, laid by Hippocrates, grew from ancient philosophy. During the course of time and through development of science, ethics has been transformed from normative to the applied. One of the newest branches, neuroethics, has opened two new fields of research: ethics of neurosciences and neurosciences of ethics. Due to new discoveries, these fields raise numerous questions concerning neurodiagnostics, stimulation of nerve structures, “cosmetic” psychopharmacology, problems of conscience, free will, etc. In empathy, as the basis of ethics, the latest findings point out the crucial role of mirror neurons. Groups of these neurons, scattered throughout the central nervous system, form a special matrix whose activity can be indirectly registered by positron emission tomography (PET) and functional magnetic resonance imaging (fMRI). Today there is a growing knowledge of motor, affective and cognitive aspects of empathy and of the brain structure involved in empathy, giving it biological basis, which sets the path for further research.

**Key words:** neuroscience; ethics; mirror neurons.

Hipokrat je, gladan znanja, tokom dvanaest godina putovanja posetio zemlje tri kontinenta, stekao mnoge prijatelje, među kojima se izdvaja Demokrit iz Abdere (1). Horhe Luis Borhes (1899–1986) u pesmi „Pohvala tami“ piše: „[...] Demokrit iz Abdere iskopao je sebi oči da bi mislio; vreme je bilo moj Demokrit...“ (2).

Hipokrat je sledio dugu liniju antičkih mislilaca: Anaksimandera, Pitagoru, Alkmeona, Heraklita, Empedokla, Anaksagoru... Time je on, kao pravi filozof, shvatio svoju medicinsku veštinu i znanje kao svetu misiju: „Čuvaću čistim i svetim svoj život i svoju veštinu.“ Time je njegova sklonost ka učenju i etici ovekovečena kao ideal kojim su se rukovodili mnogi naraštaji budućih lekara.

Iako je dva puta odbio da leči neprijatelja, npr. čuvenog persijskog kralja Artakserksa, ovaj dostojanstveni genije, tvorac dela *Corpus Hippocraticum*

(pisanog na njegovom jonskom dijalektu, sastavljenom iz 58 delova u 73 knjige), morao je u poznim godinama da napusti ostrvo Kos i ode u Larisu u kojoj danas stoji njegov senotaf – spomenik visine 4,2 m posvećen ovom čoveku koga je Seneka nazvao *Maximus medicorum*. Zašto je to uradio ostalo je i do danas nejasno: prema nekim mišljenjima u snu je dobio božansku naredbu da to uradi, međutim, verovatnije je da su ga oterale zloba, zavist i klevete da je zapalio hram u Kosu ili arhivu Knidos. Hipokratu dugujemo unifikaciju nauke i filozofije, a da li je u hladu najstarijeg platana u Evropi, jednog od sedamdeset najstarijih u svetu, platana na Kosu, podučavao svoje učenike, ostaje da se prepusti nagađanju (1, 3).

S Hipokratom i njegovom zakletvom ukazao se jasan put najtežoj filozofskoj disciplini – etici (4). Normativna etika koju su prihvatili umovi poput Dejvida Hjuma, Džona Stjuarta Mila i Emanuela Kanta, kretala se od opštih maksima ka pojedinačnim slučajevima ili specifičnim problemima. Eksplozivni progres u znanju doveo je do kopernikanskog obrta, odnosno do nastanka primenjene etike, koja je koncentrisana na individualne slučajeve ili probleme.

Danas primenjena etika razmatra mnogobrojne oblasti (5). Tako npr., bioetika se, zbog ogromnog ali i brzog napretka biotehnoških nauka, genetike, medicinske tehnologije i dr., suočava s problemima kao što su eutanazija, surogat majčinstva, abortus, odabir pola, kloniranje životinja i ljudi itd., a njena rođaka, medicinska etika, s placebo, eutanazijom itd. (6). Naravno, u žiži interesovanja su i etika životne sredine, poslovna etika, sajber etika (dečja pornografija, onlajn kockanje, zaštita intelektualne svojine) i dr. Uz mnoge oblasti primenjene etike, niklo je i relativno novo stablo neuroetike, koje takođe raste eksplozivno i često se prepliće s navedenim oblastima primenjene etike. Dve moćne grane tog stabla su etika neuronauke i tehnologije i neuronauka etike. A njihovi plodovi su mnogobrojni etički izazovi jer se s neuronaukom prelaze konvencionalne granice kliničkih istraživanja i zakoračuje u najsloženiju i najmanje poznatu oblast – istraživanje mozga.

Etički problemi neuronauke se množe, ali se oni, pre svega, odnose na neurodijagnostiku, neurostimulaciju i neurofarmakologiju. U istorijskom smislu, danas je trepanacija kao psihohirurgija svakako prevaziđena. Nasuprot tome, neuroimidžing tehnike, posebno u istraživanjima u okviru neuronauke, mogu makar i slučajno da ukažu na abnormalnost, što otvara mnoga pitanja. Najzad, da li nam je dobro poznato koliko su sigurni lekovi koji se koriste za pojačanje normalne funkcije mozga. Smemo li da koristimo lekove (nootropne supstance) i da izvodimo intervencije na mozgu da bismo zrele ličnosti učinili „boljim od dobrih“ (*better than well*). Mnogi oblici dopinga u sportu, poboljšanje aktivnosti

mozga, vode nas u problematične oblasti kognitivne slobode (*cognitive liberty*).

U neurodijagnostici je napravljen veliki prodor: pozitronska emisiona tomografija (PET), funkcionalna magnetna rezonanca (fMRI), detekcija laži, neuromarketing („ne mogu odoleti“) otvorili su put za široku i nemedicinsku upotrebu. Neurostimulacija, posebno kod nekih rezistentnih neuroloških i psihijatrijskih bolesti (Parkinsonova bolest, epilepsija, depresija) našla je svoje mesto u invazivnoj formi: duboka stimulacija mozga (DBS – deep brain stimulation), stimulacija nervusa vagusa (VNS – vagus nerve stimulation), a u neinvazivnoj: transkranijalna magnetna stimulacija (TMS) i transkranijalna električna stimulacija (TES). Ove tehnike se danas koriste i u vojne svrhe, na privatnim klinikama, u neurološkim studijama i izašle su van prihvatljivih granica neuroetike (5).

Poseban problem u neuroetici odnosi se na terapiju matičnim ćelijama (multipla skleroza, cerebralna paraliza, Parkinsonova bolest). Moguća fatalna toksičnost i *over-proliferation* s prouzrokovanjem tumora mozga jesu problemi na koje će nailaziti neuroetika. Jedno od novih polja neuroetike jeste i kozmetička psihofarmakologija, posebno u oblasti nootropnih supstanci i njihovih kognitivnih efekata (modafinil, amfetamin i dr.).

Danas je važno pitanje korišćenja kompjutera i robota kod paralizovanih pacijenata. Aktuelni zahvati na mozgu (npr. aplikacija elektroda) mogu bitno da promene neurološki i psihijatrijski status. Ti pristupi mogu biti umereni i odnose se na lečenje i pospešivanje, što trenutno predstavlja granicu između etički prihvatljivih i neprihvatljivih radnji. Međutim, radikalni pristup nema granicu u radu, što je ozbiljan izazov za savremeno društvo. U tom smislu, radi se na previše poboljšanom čoveku – kiborgu. Recimo, već se koriste bionički instrumenti, pa se npr. jedan Japanac, paraplegičar, uz pomoć ortoze – egzoskeleta popeo na Meterhorn. Te probleme dopunjuju proteze i implanti, npr. ugradnja čipa, „inteligentnog implanta“, predstavlja vrstu drugog mozga. Najzad, došlo se dotle da protetički instrument može da radi bolje od tela, čime se stiže do „poboljšanog čoveka“ ili transhumanizma (Oskar Pistorijus!). Da li je tačno da je „čovek dugo bio model za mašinu, a danas je mašina model za čoveka“? Da li se stvara nova priroda, novi svet? Neuroetika beleži i ove primere: prodana je zlatna proteza Onazisa, deo kože Kenedija umrljane krvlju, ponuđena je a zatim povučena Ramzesova kosa. Kada je u pitanju neuronauka etike izdvaja se sve više tema. U oblasti neuronauka svesti sve se češće detektuje trajno vegetativno stanje – *locked-in* sindrom. Tu nam je dragocena neurodijagnostika, ali je činjenica da se na ove slučajeve troše ogromna finansijska sredstva i ulažu veliki emocionalni naponi. U okviru neuronauke autonomije izdvaja se pitanje slobodne volje i slobodnog donošenja

odluke. Najzad, neuronauka moralnog suđenja ukazuje nam na to da se danas generišu novi etički izazovi i da je naučni pristup etici definitivno osnov etike budućnosti. Na tom putu značajno je i iznenađujuće otkriće *mirror* neurona, početkom devedesetih godina prošlog veka (7). Oni su zainteresovali ne samo eksperte već i širu javnost, slavljani su kao „revolucionarno saznanje“ u razumevanju socijalnog ponašanja i pokretačke snage čoveka i njegove evolucije (8).

Ma koliko fascinantni, *mirror* neuroni su u nauci i dalje kontroverzni. Njih čini grupa ćelija u mozgu (*matrix*) koje su „raštrkane“, tj. nisu grupisane u samo jednom delu mozga (9, 10). Prema prvim saznanjima, *mirror* neuroni se prilikom posmatranja akcije aktiviraju na isti način kao kada se ta akcija zaista izvodi. Tada se mreža aktivira u različitim delovima mozga. Danas se delovanjem ovih neurona objašnjavaju ne samo učenje određenih veština (npr. učenje stranih jezika, imitacija), razvijanje socijalnih veština nago i transfer i kontratransfer, naše reakcije u sportu, igri, umetnosti, ali i empatija kao srž etike (11–14). Ulazeći u suštinu empatije uviđa se njen motorni, emocionalni i kognitivni aspekt. Motorni aspekt predstavljen je facijalnom ekspresijom u kojoj učestvuju 22–26 mišića lica, što ni do danas nije usaglašeno. Za izražavanje šest osnovnih emocija, prema mišljenju Pola Ekmana, ili za 250.000 izraza lica, koliko se pretpostavlja da je moguće postići, potrebni su motoneuroni u Brodmanovoj zoni 44 i 45 (15). Budući da prvo treba ostvariti program pa tek onda pokret, ovi neuroni su nazvani Asterix i Obelix, a u nemačkoj literaturi Handlung i Bewegung neuronen (10). Smatra se da je za njihovu aktivaciju potrebno 0,1 do 0,2 sekundi. Što se tiče afektivnog aspekta empatije u tome učestvuju brojne strukture limbičkog i paralimbičkog sistema od kojih kao posebne treba izdvojiti *girus cinguli* i amigdale. Kognitivni aspekt empatije podrazumeva učešće pre svega prefrontalnog korteksa i insule. Da je to teško pojednostaviti vidi se na primeru tuge kod PET i fNMR: oni registruju 35 različitih područja u mozgu. Stvar se komplikuje jer su navedene samo neke strukture, dok mnoge druge nisu, iako su dobro povezane s brojnim moždanim arealima, pri čemu se posebno mesto daje desnoj hemisferi, pa čak i lateralizovanosti aktivnosti amigdala koje je u vezi s polnim razlikama. Tako stižemo do vrha našeg puta označenog kao kognitivne neuronauke emocija (16).

## LITERATURA

1. Kiapokas MS. Hippocrates of Kos. Athens: Heptalophos, 2003.
2. Vukadinović M, Stojković D. Nisu sve bolesti za mene. Beograd: Fondacija „Solidarnost Srbije“, 2014.
3. Marketos SG. Hellenic Medicine: Medical Historical Issues. 2nd ed. Athens: Parisianos, 1991.
4. Đurić M. Istorija helenske etike. Beograd: Zavod za udžbenike, 1961.
5. Franeta D, Protopapadakis E. Primenjena etika. Novi Sad: Mediterran Publishing, 2014.
6. Milovanović D. Medicinska etika. Beograd: Naučna knjiga, 1979.
7. Ferrari PF, Rizzolatti G, ed. New frontiers in mirror neurons research. Oxford: Oxford University Press, 2015.
8. Heyes C. Mesmerising mirror neurons. *Neuroimage* 2010; 51: 789–91.
9. Rizzolatti G, Craighero L. Mirror neuron: a neurological approach to empathy. In: Changeux JP, Damasio AR, Singer W, Christen Y, eds. *Neurobiology of Human Values*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2005: 107–123.
10. Bauer J. Warum Ich fühle, was du fühlst. München: Heyne Verlag, 2006. (in German).
11. Fast J. Body Language – The Essential secrets of non-verbal communication. New York: MJF Book, 1970.
12. Andersen P. Nonverbal communication: forms and functions. 2nd ed. Long Grove: Waveland Press, 2007.
13. Guerrero LK, Floyd K. Nonverbal communication in close relationships, Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2006.
14. Faigin G. The artist's complete guide to facial expression. New York: Watson-Guption Publications, 1990.
15. Erkman P, ed. Emotion in the human face. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
16. Rizzolatti G1, Craighero L. The mirror-neuron system. *Annu Rev Neurosci* 2004; 27: 169–92.