

eSiNAPSA

Spletna revija za znanstvenike, strokovnjake
in nevroznanstvene navdušence



ZAKULISJE POGLEDA

TEDEN MOŽGANOV
16.3. - 22.3.2015

OGLEJTE SI PROGRAM NA:
WWW.SINAPSA.ORG/TM



Uvodnik

Lea Kristan, vodja projektne skupine Teden možganov 2015

Le še nekaj dni nas loči od dvanajstega Tedna možganov. Organizatorji smo dolgo načrtovali in se pripravljali na ta dogodek: iskali ideje, pilili program, kontaktirali predavatelje, iskali sponzorje, pripravljali materiale. Sedaj pa si želimo doseči predvsem še en cilj – da bi Teden možganov postal viden.

Svet okoli nas je poln različnih barv in oblik, ki jemljejo sapo; poln rastlin, živali in ljudi, ki izžarevajo lepoto, pograjen z mesti in vasmí, ki razodevajo bogato kulturo. Vse to je nemogoče vedeti brez čutov, ki nam omogočajo, da to znanje zajamemo vase in ga spremenimo v naš notranji svet. Vidna zaznava med vsemi daje največ informacij in zavzema največjo prostornino v skorji človeških možganov. Zato smo se odločili, da letos kot osrednjo temo predstavimo vid.

Tudi znanje (o možganih) je svojevrsten pisan svet. Ogromno odkritij in zanimivosti je na dosegu roke, pa vendar ni nujno, da po njih posegamo. Dokler se znanje ne sreča z radovednim umom, ki bo želel preko svojih čutnih kanalov vsako kapljico posrkati vase in jih narediti za del svojega notranjega sveta, je lahko znanje tudi samo sebi namen. V SiNAPSi si želimo, da znanje o človeških možganih ne bi bilo rezervirano za akademske kroge in osamljene internetne raziskovalce. Želimo si, da bi to vznemirljivo področje postalo dostopno vsakomur, ki si želi spoznanja o svojem notranjem svetu in o svetu, ki nas obdaja. Na ta način bo to znanje lahko tudi dolgoročno vplivalo na odločitve, ki jih sprejemamo v zvezi z našim načinom bivanja na svetu in – upamo – doprineslo k boljšemu jutri.

Že dvanajst let vas vabimo, da se nam pridružite na sklopu predavanj, ki razkrivajo nova spoznanja s področja nevroznanosti, predstavljajo, kako je možno, da možgani – ta nadvse kompleksen in očarljiv organ – delujejo optimalno, kdaj in kako pa gredo procesi lahko v druge smeri. Vse to boste tudi letos lahko izvedeli preko predavanj, filmov

s komentarji, delavnic in okrogle mize. Upamo, da boste poleg znanja odnesli tudi izkušnjo sobivanja z najrazličnejšimi obiskovalci, ki jim je skupen zgoraj omenjen radovedni um, pripravljen srkati kapljice znanja in jih dodajati že zgrajenemu sistemu spoznanj. Mogoče boste prišli do kakšnega »Saj res!«, ko se bo aktiviralo že usvojeno predznanje iz šole, do kakšnega »Aha!«, ko se bo obstoječe znanje povežalo v novo celoto, do kakšnega »Vau ...«, ko se boste čudili čemu na robu razumljivega. Predvsem pa si želimo, da bi se počutili sprejete in spodbujene v svojem raziskovanju.

Revija, ki jo imate pred seboj, je izredna številka eSinapse, sestavljena iz prispevkov letošnjih predavateljev. Ta tradicija se je začela lansko leto, ko je moj predhodnik, Simon Brezovar s pomočjo povratne informacije obiskovalca prišel na to krasno idejo. Nevroznanstvena spoznanja in lastna zdrava pamet nam govorijo, da se znanje bolj utrdi, če ga prejmemo preko različnih čutnih kanalov in z različnih zornih kotov. Večkrat je seveda bolje kot enkrat. Zato vam ponujamo članke, s katerimi boste lahko obnovili spomin na že slišano ali dopolnili znanje, če ste morali katero izmed predavanj izpustiti. Poučili se boste lahko o najrazličnejših vidikih letošnje osrednje teme: od osnovne fiziologije vidne zaznave, o sledenju očesnih gibov, socialni nevroznanosti, pa vse do iluzij in halucinacij, celo do bioničnega vida. Ne manjkajo tudi članki o top temah v nevroznanosti in predstavitev lanskega Nobelovega nagrajenca s področja medicine ali fiziologije.

Z začetkom letošnjega šolskega leta smo organizatorji Teda možganov zapeljali v temen predor. Najprej smo se morali adaptirati na temo in v njej poiskati drobne žareče ideje. Le-te so ob kresanju mladih umov postopoma vse bolj žarele in vse bolj osvetljevale pot, po kateri smo s stalno in umirjeno hitrostjo pripeljali do točke, na kateri se je videla luč. Luč na koncu tunela, ki nam je dala vedeti, da se približujemo cilju. Iz spominov podobnih izkušenj se zavedamo, da bo prvi stik z močno zunanjo svetlobo privedel do tega, da se bomo

morali ponovno adaptirati. Tokrat na močno svetlobo, v kateri najprej ne bomo videli skoraj ničesar. Potem pa se bodo postopoma izoblikovale oblike in sence, kmalu za njimi tudi barve in podrobnosti. Upamo, da bomo videli poln Atrij ZRC in polno Kinoteko, stare obraze in mnogo novih, zadovoljne predavatelje in dvignjene roke po njihovih predavanjih.

Naj se na tem mestu zahvalim v prvi vrsti organizatorjem, ki svoj prosti čas, ogromno znanja in idej, potrpežljivosti in pripravljenosti za pomoč namenjajo organizaciji tega dogodka. Velika zahvala gre tudi vodstvu SiNAPSe z Blažem Koritnikom na čelu. Dogodek že vrsto let soorganizirata ZRC SAZU in Slovenska Kinoteka, obema se iskreno zahvaljujemo. Pomembno prispeva krovna mreža evropskih nevroznanstvenih društev, FENS. Seveda gre največja zahvala letošnjim predavateljem, ki so svoj svet pripravljeni približati obiskovalcem in ki v svojih natrpanih urnikih vedno znova v koledarčkih označijo termin v tretjem tednu marca. Hvala tudi vam, dragi obiskovalci in bralci, ker nas s svojim obiskom in povratnimi informacijami vedno znova motivirate, da se trudimo in izboljšujemo.

Čut@ngo.si SiNAPSINA delavnica za odrasle

Izvajalca: *Maja Bresjanac* in *Bor Pantić*

Kje: Atrij ZRC, Novi trg 2, Ljubljana

Kdaj: 16:00–19:00, 17. 3. 2015

Ste že plesali tango z zaprtimi očmi? Šele ko ne vidimo, uvidimo, v kolikšni meri se zanašamo na vid. Šele takrat res začutimo dotike soplesalca in začnemo brati nakazane premike drugega telesa v sozvočju z glasbo. In koliko sporočil je v dotiku! Si predstavljate, da bi glasba potihnila, a le za vas? Bi lahko iz dotikov soplesalčevih dlani in telesa prebrali ritem in mu sledili? In kaj bi se zgodilo, če bi se objem razklenil ... kako bi bil ples videti tedaj, ko sta vsak zase, brez besed in brez dotika?

Pravimo, da sta za tango potrebna dva. A če se ne čutita, ne vidita, če ne slišita ... tanga ne bo. Če bi radi malo bolje videli, slišali in se začutili, vas vabimo na dve povezani, a različni delavnici čut@ngo.si. Ostrili bomo čute in skušali skupaj ujeti korak v tangu ... brez besed.

Maja Bresjanac, zdravnica in nevrobiologinja, vodja Laboratorija za regeneracijo in plastičnost živčevja, na UL MF in so-ustanoviteljica SiNAPSE. Ne dolgo, a z navdušenjem, se uči in raziskuje tango.

Bor Pantić, sprva tekmovalni plesalec, sedaj plesni učitelj, vodi Gibor. Njegov moto je: "ples je občutek, ne korak". Izkušnje iz tanga mu olajšujejo poučevanje drugih plesov.

Delavnica čuječnosti SiNAPSINA delavnica za odrasle

Izvajalca: *Žan Rojc* in *doc. dr. Borut Škodlar*

Kje: Dvorana Zemljepisnega muzeja GIAM ZRC SAZU, Gosposka ulica 16, Ljubljana

Kdaj: 16:00–18:30, 17. 3. 2015

Čuječnost pomeni zavestno prisotnost s svojim doživljanjem – zaznavami, občutki, namerami in mislimi – kot se porajajo iz trenutka v trenutek, ne da bi jim želeli ubežati ali jih kako drugače spreminjati. Čuječnost je sposobnost vsakega človeka. Pomeni pa tudi nabor tehnik in metod, s katerimi lahko sistematično razvijamo to zavedanje.

Praksa čuječnosti ima številne znanstveno podprte učinke, med drugim izboljšanje počutja, zmanjšanje stresa, tesnobe in depresivnosti, boljše delovanje imunskega sistema, izboljšanje partnerskih in drugih odnosov.

Na delavnici bomo raziskovali, kaj je čuječnost in kako jo doživljamo. Skupaj bomo izvedli nekaj vaj, ki so namenjene razvijanju čuječnosti, in se s podeljevanjem izkustva učili drug od drugega.

Žan Rojc je univ. dipl. biokemik in specializant sistemske psihoterapije. Želja, da bi bolje raziskal samega sebe “od znotraj” ga je pripeljala do študija psihoterapije. Danes ga navdihuje predvsem edinstvenost vsakega človeškega stika, ki ga soustvarja in pomaga raziskovati.

Borut Škodlar je psihiater in psihoterapevt, ki dela na Psihiatrični kliniki Ljubljana in na Medicinski fakulteti v Ljubljani. Ukvarja se s psihoterapijo, predvsem psihotičnega spektra motenj, kjer raziskuje tudi njihove fenomenološke vidike, in že dolgo preučuje tudi možnosti uvajanja čuječnosti v psihoterapijo.

Kako deluje navigacijski sistem v naših možganih

dr. Simon Brezovar, univ. dipl. psih.

Nevrološka klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana

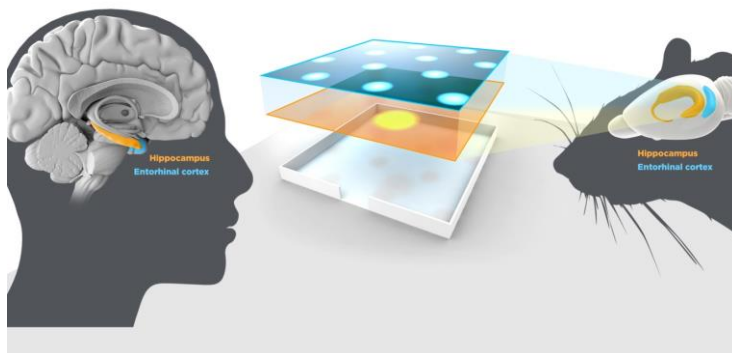
Zamislite si, da ste na Prešernovem trgu, od koder se želite odpraviti na Železniško postajo. Predstavljate si lahko, v katero smer se morate obrniti in po kateri poti kreniti, da boste prišli čim hitreje do cilja. Hkrati se boste znali ustrezno odzvati, če bo del Miklošičeve ceste zaprt in boste morali izbrati nekoliko drugačno pot. V mislih lahko potujete mimo hotela Union, vrhovnega sodišča in Slovenske kinoteke. Na koncu Miklošičeve boste prečkali Masarykovo in prispeli ste na cilj.

Kako naši možgani vedo, kje se nahajamo? Kako lahko najdemo pot iz ene lokacije na drugo? Kako nam uspe ohranjati dobro navigacijo, četudi pride na poti do prepreke? Lanskoletna Nobelova nagrada za medicino ali fiziologijo je bila podeljena ameriško-angleškemu nevrobiologu Johnu O'Keefu ter norveškima psihologoma, zakoncema May-Britt in Edvardu Moserju. Priznanje so dobili prav za delo na področju živčnih celic, ki predstavljajo navigacijski sistem v naših možganih.

Več stoletij so se filozofi in znanstveniki ukvarjali z vprašanjem položaja in navigacije. Idealistični nemški filozof Immanuel Kant je verjel, da so določene miselne sposobnosti že od rojstva vgrajene v naš mentalni sistem in koncept prostora naj bi bila ena izmed njih. Prve eksperimentalne podatke o obstoju kognitivnih zemljevidov je objavil ameriški psiholog Edward Tolman, ki je proučeval sposobnost učenja poti v labirintih pri podganah. V sedemdesetih letih je bilo merjenje aktivnosti posameznih celic z mikroelektrodami že dobro uveljavljeno in vse več znanstvenikov je želelo razumeti, kako delujejo možganski procesi na ravni delovanja posameznih živčnih celic.

John O'Keefe je v sedemdesetih letih vedel, da igra hipokampus pomembno vlogo pri orientaciji v prostoru. Še bolj natančno pa ga je zanimalo, kakšna je aktivnost posameznih živčnih celic glede na to, kje v prostoru se podgana nahaja. Ugotovil je, da postanejo posamezne živčne celice aktivne, kadar se nahaja žival v točno določenem delu prostora. Ker naj bi celice v hipokampusu kodirale točno določen prostor v okolju, jih je O'Keefe poimenoval *prostorske celice* (*angl.* place cells). Spomini za specifična okolja naj bi bili torej shranjeni v hipokampusu kot specifične kombinacije aktivnosti prostorskih celic.

Dobra tri desetletja pozneje sta se zakonca Moser posvečala vprašanju, kako pravzaprav prostorski signali, ki jih je opisal O'Keefe, sploh nastanejo. V zgodnejših študijah sta najprej pokazala, da je aktivnost prostorskih celic ohranjena, če se podgani s kemično lezijo prekine dotok informacij iz lateralnega entorhinalnega korteksa. Hkrati pa sta Moserja vedela, da je s hipokampusom po drugi poti povezan medialni entorhinalni korteks. Sklepala sta, da prav iz tega področja prihajajo signali (ukazi) za aktivacijo prostorskih celic. Ugotovila sta, da imajo celice v medialnem entorhinalnem korteksu podobne značilnosti kot prostorske celice. Ko pa sta se osredotočila na nekoliko večji prostor, sta ugotovila presenetljiv vzorec aktivnosti živčnih celic. Vzorci aktivacije so spominjali na nekakšno mrežo v obliki šesterokotnikov, zaradi česar sta Moserja te celice poimenovala *mrežne celice* (*angl.* grid cells).



Slika 1. Mrežne (modra barva) in pozicijske (oranžna barva) celice se nahajajo v hipokampusu in entorhinalnem korteksu. Skupaj z nekaterimi drugimi celicami tvorijo pozicijski sistem v možganih.

Prostorske in mrežne celice tvorijo skupaj še z nekaterimi drugimi celicami pozicijski sistem v možganih. Poznejše študije so pokazale, da je pozicijski sistem v človeških možganih organiziran na zelo podoben način kot pri podganah. Ker sta entorhinalni korteks in hipokampus najzgodnejši tarči pri bolnikih z Alzheimerjevo boleznijo, je razumevanje delovanja teh celic še toliko bolj pomembno. Po eni strani bi lahko nekoč v prihodnosti, ko bomo znali meriti aktivnost teh celic, odkrili Alzheimerjevo bolezen še bolj zgodaj kot danes in jo začeli prej zdraviti. Po drugi strani pa bi nam lahko vpogled v mehanizem delovanja teh celic omogočil tudi nove načine zdravljenja Alzheimerjeve bolezni. Trenutni raziskovalni napor je usmerjen prav v to smer, tj. k razumevanju, kako mrežni vzorec sploh nastane in kako so različne skupine celic, ki so udeležene v procesu orientacije v prostoru, med seboj povezane.

Zanimivo, dve novejši študiji sta pokazali, da je mrežni vzorec zelo odvisen od (i) aktivnosti celic za premikanje glave (*angl.* head direction cells), ki se nahajajo v talamusu in od (ii) konfiguracije prostora. Očitno torej mrežni vzorec ni tako zelo univerzalen, kot so sklepali kmalu po odkritju mrežnih celic, ampak odvisen tudi od

nekaterih drugih dejavnikov. Vsekakor lahko pričakujemo tudi v bodoče pestro raziskovalno dejavnost na tem področju.

Literatura

Hafting, T., Fyhn, M., Molden, S., Moser, M-B in Moser, E. I. (2005). Microstructure of a spatial map in the entorhinal cortex. *Nature*, 436, 801–8066. Representation System. *Annu. Rev. Neurosci.*, 31, 69–89.

Winter, S. S., Clark, B. J. in Taube, J. S. (2015). Disruption of the head direction cell network impairs the parahippocampal grid cell signal. *Science*, 347, 870–874.

Povej mi kaj všečkaš in povem ti kdo si: socialni mediji, osebnost in emocije

Marko Tkalčič

Johannes Kepler University, Linz, Avstrija

Univerza v Ljubljani, Slovenija

Ko brskate po spletu, iščete informacije, nakupujete, ste obkroženi z raznimi priporočili. Ko si v spletni trgovini ogledujete nek izdelek, vam priporočajo še dodatne izdelke. Ko vpišete ključne besede v iskalnik, vam le-ta vrne spisek urejenih priporočil spletnih strani, za katere meni, da najbolj ustrezajo vašim željam. Priporočilni sistemi nas obkrožajo. Čeprav delujejo priporočila pogosto vsiljiva in neustrezna, se za njimi skrivajo kompleksni algoritmi, ki jih razvija na trume raziskovalcev.

Cilji priporočilnih sistemov so pogosto prikazani kot »zlobnik« (Stephen Baker v svoji knjigi *Numerati* namiguje na zaroto^[1]) a gre v osnovi predvsem za poskus poenostavitve uporabe spletnih tehnologij skozi razumevanje uporabnikovih želja glede na prejšnje uporabnikovo obnašanje.

Na podlagi lastnih izkušenj nas večina sluti, da so priporočilni sistemi daleč od popolnosti. Priporočila so velikokrat slaba, včasih celo bizarna. To se še posebej dogaja, ko ima sistem premalo informacij o uporabniku (t. i. problem hladnega zagona, angl. cold-start problem). Raziskovalci se trudijo čim bolje razumeti uporabnikove potrebe in iščejo tiste ključne parametre, ki o uporabniku največ povedo. V zadnjem obdobju se je povečalo število raziskav, ki za izboljšanje priporočil uporabljajo uporabnikove osebnost in emocije.

Osebnost uporabnika je lastnost, ki se s časom zelo malo spreminja. Nekateri smo bolj ekstravertirani, drugi manj. Nekateri smo bolj nevrotični, drugi manj. Nekateri smo bolj odprti za različnosti, drugi manj. Popularen model za opisovanje osebnosti je model Velikih pet (angl. Big Five), v katerem so osnovne dimenzije za opis osebnosti ekstravertnost, prijetnost, vestnost, nevroticizem in odprtost. Raziskave so pokazale, da imajo ljudje z različnimi osebnostmi tudi različne želje^[2], npr. glede glasbenih ali filmskih žanrov. Posledično lahko poznavanje osebnosti uporabnika uporabimo za izboljšanje priporočil.^[3] Težava nastane, ko želimo izvedeti kakšna je osebnost uporabnika. Običajno za to uporabljamo vprašalnike, ki vsebujejo več deset vprašanj. Takšni vprašalniki pa so nadležni in v praksi neuporabni. Raziskovalci z Univerze Cambridge so razvili metodo za ugotavljanje osebnosti brez nadležnega izpolnjevanja vprašalnikov.^[4] Na podlagi uporabnikove pretekle aktivnosti na socialnih omrežjih (npr. Facebook ali Twitter) lahko poleg osebnosti predvidijo tudi druge podatke kot je vaš spol, politična usmerjenost, ali ste kadilec, inteligenčni kvocient, veroizpoved in podobno. Na primer, če je nekdo všečkal strani *Leonard Cohen*, *Oscar Wilde* ali *Leonardo da Vinci* so to močni indikatorji osebnosti, ki je odprta za nove izkušnje. Obratno, ljudje, ki imajo nizko odprtost so všečkali strani *Nascar*, *ESPN2*, *Teen Mom 2* ali *I don't read*.

Emocije se pri človeku spreminjajo hitreje. Zato jih je težko zajeti dovolj hitro, da bi lahko priporočilni sistem prilagodili trenutni emociji. Obstajajo raziskave, ki poskušajo ugotoviti čustveno stanje osebe iz aktivnosti v socialnih medijih. Tak primer je raziskava^[5], v katero so iz zapisov na socialnem omrežju Twitter poskušali ugotoviti ali je avtor pod stresom ali ne.

Posebnost emocij pa je v tem, da ji lahko tudi umetno izzovemo, čemur pravimo indukcija emocij. To lahko koristno uporabimo v priporočilnih sistemih, ki služijo regulaciji emocij (npr. priporočanje glasbe za sprostitev). Obstaja pa tudi temna plat, kjer je skozi socialna omrežja možno manipulirati z emocijami ljudi. Tak eksperiment so naredili kar raziskovalci v podjetju Facebook.^[6] Ena od lastnosti socialnega omrežja Facebook je, da lahko uporabnik vidi nekatere izbrane (priporočene) vsebine, ki jih objavljajo uporabnikovi prijatelji. Razlog v tem filtriranju je količina vsebin, saj prijatelji ustvarijo bistveno več vsebin, kot jih lahko uporabnik v doglednem času prebere. Priporočilni sistem, ki filtrira vsebine, ki jih objavljajo prijatelji, so prilagodili tako, da so eni skupini uporabnikov priporočili več vsebin z negativnimi emocijami, drugi skupini pa so priporočili več vsebin s pozitivnimi emocijami. Izkazalo se je, da so uporabniki, ki so bili deležni več negativnih emocij tudi sami generirali vsebine, ki so bile bolj negativne. Podoben vzorec so opazili tudi pri drugi skupini, ki je ustvarila več vsebin s pozitivnimi emocijami. S tem eksperimentom so pokazali, da lahko priporočilni sistem, ki ustrezno filtrira vsebine vpliva na emotivno stanje uporabnikov.

Pomembno je, da se zavedamo, da s svojo aktivnostjo na spletu puščamo sledi iz katerih se da razbrati marsikaj o nas samih. Druga pomembna stvar pa je zavedanje, da se skozi priporočilne sisteme lahko izvaja manipulacija, ki je lahko etično sporna.

Literatura

1. Baker, S. (2011). Numerati, Pasadena, ISBN: 97896166661232.
2. Cantador, I., Fernández-tobías, I., & Bellogín, A. (2013). Relating Personality Types with User Preferences in Multiple Entertainment Domains. *EMPIRE 1st Workshop on "Emotions and Personality in Personalized Services", 10. June 2013, Rome.*
3. Tkalčič, M. in Chen, L., Personality and Recommender Systems, *Springer Recommender Systems Handbook*, 2nd ed. , Ricci et al., ur. 2016.
4. Kosinski, M., Stillwell, D., & Graepel, T. (2013). Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2–5. doi:10.1073/pnas.1218772110
5. Lin, H., Jia, J., Guo, Q., Xue, Y., Li, Q., Huang, J., ... Feng, L. (2014). User-level psychological stress detection from social media using deep neural network. *Proceedings of the ACM International Conference on Multimedia - MM '14*, 507–516. doi:10.1145/2647868.2654945
6. Kramer, A. D. I., Guillory, J. E., & Hancock, J. T. (2014). Experimental evidence of massive-scale emotional contagion through social networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(29), 8788–90. doi:10.1073/pnas.1320040111

Moralnost po meri: kaj prinašajo tehnološke zmožnosti za krepitev moralnega vedenja

*doc. dr. Toni Pustovrh, univ. dipl. politolog
Fakulteta za družbene vede*

Človeške skupnosti si že od svojih zgodnjih zametkov prizadevajo spodbujati moralnost med svojimi člani, natančneje norme in oblike vedenja, ki bi služile preživetju in dobrobiti skupnosti kot celote, včasih tudi na škodo posameznika. Seveda ni lahko opredeliti, kaj sploh je moralnost oz. moralno vedenje. Na splošno je mogoče govoriti o razlikovanju med "dobrimi" in "slabimi" prepričanji, nameni, določitvami in dejanji, ki vodijo v določeno vedenje, o zmožnosti racionalnega razmisleka o mentalnih stanjih in posledicah. Gre za preplet evolucijsko pogojenih odzivov na okolje in na vedenje drugih posameznikov, ki so nam večinoma skupni kot pripadnikom iste vrste, ter kulturno proizvedenih in kontekstualno specifičnih norm in praks.

Proučevanju moralnosti so se prvotno posvečali (moralna) teologija, filozofija in pravo, šele kasneje so se z njenimi izvori in mehanizmi pričele ukvarjati tudi druge znanosti. Do znatnega preboja je prišlo v zadnjih desetletjih, predvsem z vpogledi evolucijske psihologije in nevroznanosti, ki sta izvore in mehanizme, povezane z oblikovanjem in izvajanjem moralnih prepričanj in vedenj, trdno umestili v človeške možgane. Čeprav se specifične oblike moralnosti ustvarjajo, prenašajo in preoblikujejo v medsebojnih odnosih znotraj skupnosti oz. med posamezniki, v povratnih zankah z evolucijsko pogojenimi nagoni, vseeno ostajajo kodirane v specifičnih nevrofizioloških strukturah posameznikovih možganov. In to nakazuje realno možnost vplivanja na moralno dožemanje in vedenje posameznika prek neposrednih posegov v ustrezne možganske mehanizme.

Čeprav še zdaleč ni jasno, katere možganske strukture in biokemični procesi so vpleteni v moralno mišljenje in delovanje, različni primeri možganskih poškodb kažejo vsaj grobe obrise ključnih predelov, že od klasičnih primerov, kakršen je Phineas Gage do novejših, ki jih opisuje Oliver Sacks. Sodobno raziskovanje možganov s slikovnimi napravami, kot je fMRI, omogoča še večjo natančnost, nov preskok pa predstavlja uporaba naprav, ki sprožajo posamezne možganske procese oz. aktivirajo določene strukture neposredno v možganih, s stimulacijo predelov z magnetnimi polji (TMS) ali s šibkim električnim tokom (TCS). Obe vrsti naprav se uporabljata v raziskovalne namene, saj lahko z zaviranjem delovanja določenih predelov omogočita vpogled v strukture in mehanizme delovanja posameznih umskih sistemov, ter v terapevtske namene, za spodbujanje delovanja in zdravljenje poškodovanih, okvarjenih, ali opešanih sistemov. Poleg raziskovalnih in terapevtskih možnosti pa te naprave odpirajo potencialno možnost spodbujanja oz. krepitev delovanja specifičnih umskih mehanizmov pri zdravih ljudeh, med drugim tudi sistemov povezanih z moralnim razmišljanjem in vedenjem.¹

Nedavni poskusi so na primer pokazali zmožnost TMS za vplivanje na moralno razmišljanje in vedenje, na primer z zmanjšanjem vpliva prepričanij na moralno presojanje dejanj^[1], ali vplivanje na upoštevanje družbeno oblikovanih sankcij^[2], ter s TCS zmanjšanje nagnjenja za kaznovanje nepoštenega vedenja.^[3] Čeprav so te študije omejene in večinoma omogočajo zaviranje ali slabitev mehanizmov, ki so vključeni v moralno presojanje in delovanje, si je mogoče zamisliti posege, ki bi okrepili moralnost pri povprečno zdravih oz. normalnih ljudeh. Morda boljši primer predstavlja raba

¹ Do nedavnega je bilo največ pozornosti na področju tehnološke krepitev človeških zmožnosti usmerjeno v t.i. krepitev kognitivnih zmožnosti, na primer pozornosti, osredotočenosti, pomnjenja in budnosti (glej npr. Pustovrh, Č. (2014). The neuroenhancement of healthy individuals using tDCS : some ethical, legal and societal aspects. *INDECS 12*(4): 270-279. Dostopno na <http://indecs.eu/2014/indecs2014-pp270-279.pdf>). Seveda se zastavlja vprašanje v kolikšni meri so vsi ti sistemi in zmožnosti med seboj prepleteni in povezani.

različnih farmakoloških učinkovin, na primer antidepresivov, oksitocina, propranolola in prepovedanih drog. Tu so poskusi pokazali, da bi povečanje nivoja serotonina z SSRI antidepresivi pri zdravih ljudeh lahko krepilo odpor do dejanj, ki škodujejo drugim, ter s tem vplivalo na moralno presojo in vedenje.² Uporaba oksitocina, "vezivnega hormona", pri zdravih prostovoljcih je spodbudila bolj altruistično vedenje pri ženskah, a bolj sebično vedenje pri moških.^[4] Uživanje propranolola, prvotno zdravila za zvišan krvni tlak, je pri zdravih ljudeh zmanjšalo implicitno rasno pristranost.^[5] Raba MDMA oz. "ekstazija" pa je pri zdravih prostovoljcih okrepila prepoznavanje čustev, čustveno empatijo in prosocialno vedenje, a različno pri moških in ženskah.^[6]

Ob vsem tem se zastavlja vprašanje, če gre v teh primerih za krepitev moralnih zmožnosti pri povprečno zdravih ljudeh ali "zgolj" za terapijo oz. zdravljenje podpovprečnih, oslabeledih zmožnosti pri ljudeh z boleznimi, okvarami ali prirojenimi napakami. To nadalje napeljuje na vprašanje, ali bodo bolj ekstremne oblike antisocialnega vedenja v prihodnosti postale kategorizirane kot bolezni ali okvare, ki ji je treba zdraviti v medicinskem kontekstu. Obsežne implikacije se tako odpirajo za koncepte osebne odgovornosti in svobodne volje, na primer na področju prava in zavarovalništva, kot tudi v vsakdanjem življenju, če je sprejeto, da večina nemoralnih dejanj izvira iz bolezni in okvar, ne pa iz preišljene in namerne odločitve posameznika.

Tradicionalno je bilo moralno razmišljanje in vedenje postavljeno v domeno svobodne volje posameznika, njegovega prizadevanja in vztrajnosti, medtem ko sodobne raziskave kažejo, da je spodbujanje ali zaviranje moralnega vedenja močno odvisno od "zunanjih" ali

² Scheele in drugi. 2014. Opposing effects of oxytocin on moral judgment in males and females. *Hum Brain Mapp* 35(12): 6067–76. Oksitocin je bil predlagan tudi kot potencialno sredstvo za krepitev zvestobe v monogamnih partnerskih zvezah.

"neracionalnih" dejavnikov, na primer nezavednih, instinktivnih odzivov, ki jih sprožajo aktivni ali pasivni vplivi okolja, kot tudi notranjih fizioloških stanj in sprememb, kot so npr. lakota, utrujenost, neprespanost, prevelike količine kofeina in alkohola, bolečina ter bolezni. Močne vplive imajo sodobne družbe s kompleksno hierarhičnostjo in odnosi, nezavedno prepričevanje prek tržnih in medijskih mehanizmov, informacijska in čutna prenasičenost, pomanjkanje pozornosti, časa in izurjenosti za zavestno refleksijo, torej številni dejavniki, ki povzročajo sodobni kronični stres in so v osnovi posledica splošne neprilagojenost človeških umskih (moralnih) mehanizmov na sodobno civilizacijsko okolje.

Takšen pogled napeljuje na večjo sprejemljivost in morda tudi upravičenost neposrednih tehnoloških posegov v posameznikovo nevrofiziologijo, v primerjavi s posrednimi pristopi prek javnih politik in družbenih programov, saj bi bili lahko cenejši ter morda lažje izvedljivi in učinkovitejši. Čeprav odpirajo vprašanja o pristnosti in avtonomiji, je mogoče trditi, da bi jih posamezniki lahko uporabili za doseganje želenih osebnih lastnosti s spodbujanjem krepostnega vedenja^[7], kar bi bilo koristno tudi za širšo družbo. Problematična pa bi bila morda možnost nagle odprave "motečega" glasu vesti na poti do instrumentalnega doseganja ciljev posameznika. Večji problemi se pojavljajo, ko gre za poskuse uveljavljanja določene moralnosti od zgoraj navzdol oz. ko zajamejo prepričanja ali vedenje, ki naj bi bilo v domeni izbire posameznika. Tu se je smiselno spomniti, kaj velja za moralno na primer v liberalnih demokracijah v primerjavi z avtoritarnimi ali totalitarnimi režimi, kaj vse je veljalo za (ne)moralno v preteklosti in v drugih kulturah ter kakšno naj bi bilo razmerje med strpnostjo in konformizmom. Iz preteklosti in tudi sedanjosti poznamo primere in poskuse medikalizacije nemoralnih tendenc, na primer homoseksualne usmerjenosti s kemično kastracijo, najbolj distopični načini rabe pa bi bili prikriti ali odkriti poskusi splošnega spodbujanja večje ubogljivosti in pokornosti prebivalstva. Dileme se

odpirajo tudi v primerih "upravičene" prisile, pri zločincih in družbeno deviantnih osebah, pri neposrednem spodbujanju moralnih vedenj, ki so koristna ali celo nujna za obstoj družbe na ravni populacije, ter pri tem, kaj je "univerzalno" moralno in koristno na ravni posameznika in družbe, ter kaj je zgolj v interesu določenih skupin.

Končno se je smiselno vprašati, kaj morda lahko izgubimo pri iskanju hitre in lažje poti za krepitev individualne ali družbene moralnosti, ter kakšne nepredvidene družbene učinke lahko imajo spremenjene prakse. Navsezadnje je biomedicinska krepitev moralnosti še vedno v zelo zgodnji fazi razvoja, tako glede razumevanja vpletenih mehanizmov kot glede načinov vplivanja ter njihovih neposrednih dolgoročnih in stranskih učinkov. Končno obstaja precej argumentov za moralno krepitev človeštva, od česar je morda odvisno tudi preživetje in nadaljnji razvoj človeške civilizacije.^[8] "Modrost narave" nas ni prilagodila za sodobni svet, a je vseeno ne moremo v celoti zavreči, saj so tudi številne negativne človeške tendence uporabne in koristne v določenih kontekstih, na primer agresivnost v samoobrambi. Kljub tveganjem pa po drugi plati prav tako ne bi smeli že vnaprej zavreči tehnoloških zmožnosti zgolj zato, ker so nove ali "nenaravne", vsaj ne brez obsežne, poglobljene razprave in nadaljnega proučevanja. Morda se ustrezna pot v prihodnost nahaja v kombiniranju zmožnosti, tako tradicionalnih, kot so klasični moralni kodeksi, meditacija in prizadevanje za krepostno življenje, kot tehnoloških³, seveda z ustreznim premislekom in previdnostjo ter v skladu z osebnimi prepričanji in cilji.

³ Obstajajo tudi manj invazivne tehnološke možnosti krepitev umskih zmožnosti, povezanih z moralnostjo, npr. raba nevrofeedbacka ali aplikacij, kot je Headspace.

Literatura

1. Young in drugi. (2010). Disruption of the RTPJ withTMS reduces the role of beliefs in moral judgments. *PNAS*. 2010;107(15): 6753–8.
2. Ruff in drugi. (2013). Changing Social Norm Compliance with Noninvasive Brain Stimulation. *Science*. 2013;342(6157): 482-484.
3. Knoch in drugi. 2008. Studying the Neurobiology of Social Interaction with tDCS—The Example of Punishing Unfairness. *Cerebral Cortex*. 2008; 18(9): 1987–90.
4. Crockett in drugi. Serotonin selectively influences moral judgment and behavior through effects on harm aversion. *PNAS*. 2010;107(40): 17433-8.
5. Terbeck in drugi. Propranolol reduces implicit negative racial bias. *Psychopharmacology (Berl)* 2012; 222(3): 419–24.
6. Hysek in drugi. 2014. MDMA enhances emotional empathy and prosocial behavior. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2012;9(11): 1645–52.
7. Hughes. Using Neurotechnologies to Develop Virtues. *Accountability in Research*. 2013;20(1): 27–41.
8. Persson in Savulescu. 2012. *Unfit for the Future: The Need for Moral Enhancement*. OUP: Oxford.

Bionični vid

prof. dr. Marko Hawlina, dr. med.

Očesna klinika, Univerzitetni klinični center Ljubljana

Vidni sistem je sestavljen iz štirih redov nevronov. Prvi red nevronov v vidni poti so fotoreceptorske celice v mrežnici, drugi red nevronov pa so bipolarne celice mrežnice, ki povezujejo fotoreceptorske celice z ganglijskimi celicami. Ganglijske celice so tretji red nevronov, ki zapustijo mrežnico po vidnem živcu in se v lateralnem genikulatnem jedru preklopijo na četrti red nevronov, ki končajo v vidnem centru v zatilnem delu možganov. Vidna zaznava temelji na pretvorbi svetlobe v električni tok, kar se v naravnem okolju odvija v zunanjih segmentih fotoreceptorjev . V kolikor so le-ti okvarjeni, je naravni električni tok možno nadomestiti z zunanjo električno stimulacijo.

Zunanja električna stimulacija je možna na vseh štirih redovih nevronov. Izbira je odvisna od tega, kateri nevroni so prizadeti zaradi bolezni in kateri so še ohranjeni. Zunanja električna stimulacija sproži pretok električnih tokov, ki povzročijo zaznavo svetlobe, kar imenujemo »fosfeni«.^[1]

Stimulacija mrežnice

Ideja za zunanjo električno stimulacijo mrežnice se je porodila, ker so pri večini prirojenih okvar ali distrofij mrežnice prizadete fotoreceptorske celice, manj pa druge plasti v mrežnici. Tako so nevroni drugega in tretjega reda (bipolarne in ganglijske celice), ob pogoju, da je vidni živec ohranjen, primerni za zunanjo električno stimulacijo. Obstajajo dve vrsti elektrod: prve, subretinalne, se vložijo med fotoreceptorsko plast in retinalni pigmentni epitel. Imenujemo jih subretinalni implant. Druga vrsta elektrod pa se položi na mrežnico z notranje strani ter tako neposredno draži ganglijske celice mrežnice.

Od vseh implantatov v vidni poti so doslej največji uspeh pokazali implantati na mrežnici. Te naprave so bile največkrat testirane pri bolnikih, ki imajo očesno bolezen imenovano retinitis pigmentosa (RP). Ta prizadene fotoreceptorske celice, pri tem pa ganglijske celice mrežnice ostanejo relativno nepoškodovane. Trenutno obstaja sedem večjih tekočih projektov bioničnih implantatov, ki so sredi testiranja. Od teh sta najbolj izpopolnjena dva: Alpha-IMS, Retina Implant AG, Nemčija, je vsajen v kliničnih študijah pri več kot 40 bolnikih.^[2] Leta 2013 je prejel CE dovoljenje za uporabo v Evropski uniji. Pri tem sistemu slika iz okolja neposredno pada na elektronsko tipalo, ki je istočasno tudi dražilni elektrodni implantat vgrajen pod mrežnico. Drugi najbolj izpopolnjen in tudi že komercialno dostopen sistem je Argus II družbe Second Sight (Second Sight, Lausanne, Švica). Pri tem sistemu se slika iz okolja najprej prenese v posebna očala, ki nato oblikujejo vzorec draženja implantiranih elektrod na mrežnici. Sistem je bil doslej vsajen in je v fazi kliničnih preskušanj pri več kot 45 bolnikih v Evropi in Združenih državah Amerike.^[3] Poleg teh dveh naprav so bile razvite še naprave IRIS družbe IMI (Innovative Medical Initiative), ki je bila doslej vsajena pri 20 bolnikih ter sistemi družb Bionic Vision Australia, Boston Retina Implant Project, Nidek Co, Ltd (Nidek Co., Aichi, Japonska) in Stanford fotovoltaična proteza (PRIMA).^[4]

Stimulacija vidnega živca in možganske skorje

V primeru, da je mrežnica popolnoma okvarjena, je možno neposredno dražiti vidni živec. Naprave za stimulacijo vidnega živca temeljijo na predpostavki, da bi s posebnimi obročki okoli vidnega živca neposredno dražili nevrone tretjega reda, ko zapustijo oko in potujejo v možgane. Doslej sta bila s tem sistemom v Belgiji operirana le dva pacienta. Težava, ki jo predstavlja taka stimulacija, je nezmožnost lokalizacije vidnih zaznav in tudi relativno težaven operativni pristop.^[5]

V primeru, da so povsem okvarjeni tudi vidni živci, je možna tudi neposredna stimulacija možganske skorje vidnega centra. To so prvič preizkusili že leta 1967, kjer so ugotovili, da lahko električna stimulacija vidnega sistema povzroči svetlobne zaznavne (fosfene) z zanesljivo lego, obliko in velikostjo; vendar pa je bilo neugodno, da je bil za tovrstno stimulacijo potreben relativno velik kirurški poseg, ob stimulaciji pa so se pojavljale bolečine. Tehnologija ICMS (Intracortical microstimulation) teoretično omogoča manj invazivne pristope in boljšo prostorsko resolucijo^[6], vendar ti implantati še niso v fazi kliničnih preizkušanj.

Kako dober je bionični vid ?

Doslej je od skupaj nekaj preko 100 implantiranih naprav povrnilo del uporabnega vida približno eni četrtini bolnikov, medtem ko se je pri nadaljnji polovici povrnilo zaznavanje svetlobe, pri eni četrtini pa implanti niso imeli učinka na vid. Najboljša dosežena vidna ostrina s subretinalnim implantom je bila približno 0,01, kar je nekako primerljivo s štetjem prstov na 3–4 metre. To omogoča zaznavo večjih črk ali predmetov, črt na cesti in orientacijo v prostoru. Pri bolnikih z najboljšimi rezultati so poročali tudi o osnovni zaznavi obrazov^[7]. Kljub temu, da s pomočjo implantatov še ni mogoče videti bolje, je že zaznavanje svetlobe in večjih predmetov bolnikom v veliko pomoč. Upamo lahko, da se bo s tehnološkim napredkom ločljivost povečala.

Literatura

1. Dobelle, W.H., & Mladejovsky, M.G. Phosphenes produced by electrical stimulation of human occipital cortex, and their application to the development of a prosthesis for the blind. *Journal of Physiology*. 1974;243, 553–576.
2. Zrenner E. Fighting blindness with microelectronics. *Sci Transl Med*. 2013; Nov 6;5(210):210ps16.
3. Humayun, M.S., Dorn, J.D., da Cruz, L., Dagnelie, G., Sahel, J.A., Stanga, P.E., ... Cideciyan, A.V. Interim results from the international trial of Second Sight's visual prosthesis. *Ophthalmology*, 2012; 119, 779–788.
4. Guenther, T., Lovell, N.H., & Suaning, G.J. (2012). Bionic vision: System architectures: A review. *Expert Review of Medical Devices*. 2012;9, 33–48.
5. Brelen, M.E., Vince, V., Gerard, B., Veraart, C., & Delbeke, J. Measurement of evoked potentials after electrical stimulation of the human optic nerve. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2010;51, 5351–5355.
6. Bak, M., Girvin, J.P., Hambrecht, F.T., Kufta, C.V., Loeb, G.E., & Schmidt, E.M. Visual sensations produced by intracortical microstimulation of the human occipital cortex. *Medical & Biological Engineering & Computing*. 1990;8, 257–259.
7. Guerra, S., Stanga, P., Merlini, F., Sahel, J., Mohand-Said, S., daCruz, L., ... Greenberg, R. (2013). Detection of human faces by blind patients implanted with the Argus II Retinal Prosthesis System. Predstavljeno na *Artificial Vision meeting*, 8.–9. avgust 2013, Aachen, Nemčija.