

OECD, Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj, Pariz

RAZBLINJAMO »NEVROMITE«

*Pri soočanju z Resnico spoznamo tri vrste ljudi:
tiste, ki hrepenijo po njej, teh je najmanj,
tiste, ki jim ni mar, ti so najsrečnejši,
tiste, ki jo že poznajo, ti so najnevarnejši.*
(Anonimni)

V tem poglavju pišemo o pasteh, na katere naletimo, kadar delamo napačne oziroma neutemeljene povezave med nevroznanostjo in izobraževanjem. To se dogaja, če opisujemo in razblinjamo številne »nevromite«. Gre za ideje, povezane z mišljenjem z levo in desno možgansko hemisfero, determinizmom razvoja v zgodnjem otroštvu, razlikami med spoloma ter večjezičnostjo. Poglavje je zelo pomembno za vse, ki jih zanima učenje, posebej še za tiste, ki bi se radi izognili modnim rešitvam brez znanstvene podlage.

KAJ JE »NEVROMIT«?

Znanost napreduje s poskusi in napakami. Teorije se razvijajo na temelju opazanj, ki jih drugi pojavi potrdijo, spremenijo ali ovržejo. Nato se pojavi druga komplementarna ali nasprotna teorija in tako se proces nadaljuje. Neverjeten napredek znanosti je neizogiben, ima pa tudi svoje senčne strani. Ena od teh je, da tudi ovržene hipoteze pustijo sledi. Če so pritegnile širšo domišljijo, poženejo korenine »miti«. Ta prepričanja znanost sicer lahko ovrže, vendar jih večina trmasto vztraja in se skozi različne medije prebijejo v javno mišljenje.

Temu pojavu se je zelo približala nevroznanost, kar potrjujejo tudi nekateri izrazi v angleščini. »Numerični razum« na primer izhaja iz raziskav nemškega anatoma in zdravnika Franza Josepha Galla (1758–1828). Pregledoval je glave obsojenih še živih kriminalcev in seciral možgane mrtvih ter vpeljal frenološko teorijo, ki pravi, da poseben talent povzroči izrastek v možganih, ta pa pritiska na kost in deformira lobanjo. Gall se je bahal, da lahko z otipom glave loči poštenjaka od kriminalca in »matematično« osebnost od »literarne«. Frenologijo so dolgo časa izpodbijali in dvomili o njej. Da smo si na jasnem, nekateri predeli možganov so bolj specializirani za določene funkcije kot drugi, vendar ne tako, kot je trdil Gall. Gre za vprašanje funkcionalnih posebnosti (npr. ustvarjanje podob, tvorjenje besed, občutljivost za tip ipd.), ne pa za moralne značilnosti,

kot so vpljudnost, tekmovalnost ipd.¹

Znanost sama po sebi ni edina odgovorna za pojav takih mitov. Pogosto težko razumemo vse zagonetke izsledkov raziskav, še slabše postopke in metodološke podrobnosti. Kljub temu je človeška narava po navadi zadovoljna s hitrimi, preprostimi in enoznačnimi razlagami,² če ne celo navdušena nad njimi. To nedvomno povzroča napačne interpretacije, dvomljive ocene in na splošno pojav napačnih idej.³

V poglavju bomo predstavili vsakega od glavnih mitov, ki spadajo v znanost o možganih, posebno pozornost pa bomo posvetili tistim, ki so najpomembnejši za učne metode. Zgodovinski pogled nam bo razložil, kako se je ideja pojavila, nato bomo predstavili sedanje stanje na področju znanstvenih raziskav o pojavu. Mogoče malce ironično, nekateri od mitov so za izobraževanje koristni, ker »utemeljujejo« spreminjanje. Večinoma pa prinašajo nesrečne posledice, zato jih moramo razbliniti.

»NE SMEMO IZGUBLJATI ČASA, SAJ JE VSE POMEMBNO V MOŽGANIH DOLOČENO ŽE DO TRETJEGA LETA«

Če na brskalniku svojega računalnika odtipkate ključne besede »od rojstva do tretjega leta«, boste dobili neverjetno število spletnih strani, na katerih razlagajo, da so prva tri leta pri vašem otroku ključna za njegov/njen razvoj in da je pri tej starosti tako rekoč vse odločeno. Našli boste tudi številne trgovske izdelke za spodbujanje inteligence pri vašem majhnem otroku, preden bo prestopil pomemben prag tretjega leta.

Nekateri psihološki pojavi, ki se dogajajo v razvoju možganov, zares lahko spodbudijo prepričanje, da se kritične stopnje v učenju dogajajo med rojstvom in tretjim letom. Hkrati pa s tem kaj lahko pretiravamo oziroma sprevržemo resnico. Taka prepričanja si kaj lahko pridobijo status mita, če jih prevečkrat uporabljajo oblikovalci politike, izobraževalci, izdelovalci igrač in starši, ki preobremenjujejo svoje otroke z gimnastiko za novorojenčke ter jih spodbujajo z glasbo na magnetofonih ali zgoščenkah, ki jih postavljajo ob dojenčkovo posteljico. Kateri pa so psihološki pojavi, ki so jih odkrile raziskave in podpirajo tako prepričanje?

Osnovna sestavina obdelave informacij v možganih je živčna celica ali nevron. Človeški možgani jih vsebujejo

¹ Gall je postavil tudi domnevo o obstoju področij, ki ustrezajo jeziku in aritmetiki.

² Mediji močno vplivajo na mnenja, posebej naklonjeni so pretiranim poenostavitvam (o tem glejte Bordieujevo *Na televiziji*, New Press, 1998).

³ Znanstveniki nikakor niso imuni za take težnje, čeprav pričakujemo, da bodo neomajni. Ko pa nagovarjajo ljudi daleč od raziskav postanejo preveč človeški in zapadejo pod subjektivni in čustveni vpliv.

približno sto milijard. Vsak od njih je lahko povezan s tisočimi drugimi, kar omogoča, da živčne informacije intenzivno krožijo v mnogih smereh hkrati. S povezavami med nevroni (sinapsami) potujejo živčni dražljaji od ene celice k drugi in s tem povečujejo sposobnost razvoja in učenja. Učenje je ustvarjanje novih sinaps oziroma krepitev ali slabitev obstoječih. Število sinaps pri novorojenčku je v primerjavi z odraslimi majhno. Pri dveh mesecih se sinaptična gostota možganov eksponentno poveča in preseže gostoto pri odraslem (višek je pri desetih mesecih). Potem se do desetega leta, ko doseže »število sinaps pri odraslem«, stalno zmanjšuje. Takrat se pojavi relativna stabilnost. Proces množične tvorbe sinaps imenujemo sinaptogeneza. Proces upadanja sinaps imenujemo »čiščenje možganov«.⁴ Gre za naravni mehanizem, potreben za rast in razvoj.

Dolgo časa so znanstveniki verjeli, da se največje število nevronov ustali že pri rojstvu. Prepričani so bili, da se za razliko od drugih celic niso sposobni regenerirati in da jih vsak od nas redno izgublja. Tako kot možganskih lezij naj bi se tudi poškodovanih možganskih celic ne moglo nadomestiti. V zadnjih dvajsetih letih pa so rezultati raziskav spremenili ta pogled, saj so odkrili do tedaj nesluten pojav. Novi nevroni se pojavijo kadar koli v človekovem življenju (nevrogeneza), v nekaterih primerih pa število vsaj ne niha.

Lahko torej rečemo, da je sinaptogeneza zelo močna v najzgodnejših letih človekovega življenja. Če bi učenje določali z nastankom novih sinaps (intuitivno privlačna ideja), smo le še korak od sklepa, da se otrok lahko največ nauči v zgodnjih letih. Druga različica, priznana v Evropi, pravi, da je treba majhne otroke čim bolj spodbujati v prvih dveh ali treh letih, da okrepiamo njihovo sposobnost učenja v nadaljnjem življenju. Dejansko te trditve precej prekašajo prave znanstvene dokaze.

Tak mit je morda zanetil poskus, ki so ga izvedli pred dvajsetimi leti. Laboratorijske raziskave na glodalcih so pokazale, da se gostota sinaps lahko poveča, kadar so osebe postavili v kompleksno okolje, v tem primeru v kletko z drugimi glodalci in različnimi predmeti za raziskovanje. Ko so podgane pozneje testirali s prostorskimi testi, so jih opravile bolje in hitreje kot tiste v kontrolni skupini, ki so živele v »slabih« oziroma »osamljenih« okoljih (Diamond, 2001). Iz tega so sklepali, da se je pri podganah, ki so živele v »obogatenem« okolju, povečala gostota sinaps, zato so lažje opravile naloge.

Vsi ti elementi skupaj so lahko ustvarili mit: velik poskus, razmeroma lahko razumljiv, čeprav ga je bilo težko izvesti, in ugotovitve, ki odsevajo pričakovan rezultat.

Poskus se je seveda izvedel v laboratoriju na glodalcih v zelo umetnih pogojih.⁵ Nestrokovnjaki so popačili podatke iz poskusov na podganah, ki so bili pridobljeni z znanstveno natančnostjo, in jih kombinirali s splošno znanimi idejami o človekovem razvoju. Iz tega so sklepali, da bi učinkovitejše izobraževalne posege morali usklajevati s sinaptogenezo. Predlagajo še drugo možnost, in sicer da se v »obogatenem okolju« sinapse obvarujejo pred »čiščenjem« v otroštvu, morda pa se tvorijo celo nove in tako prispevajo k večji inteligenci in zmožnosti za učenje. To je primer, kako se uporabljajo dejstva, pridobljena z veljavno raziskavo, za oblikovanje mnenja, ki nima dovolj skupnega z izvirnimi podatki.

Omejitve in poduk so v tem primeru več kot jasni. O ljudeh imamo zelo malo nevroznanstvenih podatkov, s katerimi bi napovedali povezavo med sinaptično gostoto v zgodnjem otroštvu in izboljšano zmožnostjo za učenje. Prav tako imamo le malo podatkov, ki bi napovedali povezavo med sinaptično gostoto otrok in odraslih. Nimamo nevroznanstvenih dokazov niti za živali niti za ljudi, ki bi povezovali sinaptično gostoto pri odraslih z njihovo večjo zmožnostjo za učenje. To seveda ne pomeni, da gnetljivost možganov, posebno pa še sinaptogeneza, nimata nobene zveze z učenjem. Vendar na temelju dokazov, ki jih imamo na voljo, predvidevanja glede določenosti razvoja od rojstva od tretjega leta ne zdržijo.

Za nadaljnje branje priporočamo delo Johna Bruerja *Mit prvih treh let* (2000). Prvi se je sistematično uprl temu mitu, ki ga je predstavil kot »zakoreninjenega v kulturnem prepričanju o otrocih in otroštvu, očaranost z nevroznanostjo in našo večno potrebo, da bi našli prepričljive odgovore na težka vprašanja«. Začetke je poiskal v 18. stoletju. Že takrat so verjeli, da materina izobrazba najmočnejše zaznamuje otrokovo življenje in usodo. Uspešni otroci »dobro« komunicirajo s člani družine. Drugega za drugim je zavrzel mite, ki temeljijo na napačnih razlagah zgodnje sinaptogeneze.

»V DOLOČENEM OBDOBJU JE TREBA UČITI IN SE NAUČITI DOLOČENIH STVARI«

Vpliva intenzivne sinaptogeneze v zgodnjem življenju na možgane odraslega še ne poznamo, vemo pa, da so se odrasli manj sposobni naučiti nekaterih stvari. Kdor koli se želi na primer naučiti tujega jezika pozneje v življenju, bo vedno ohranil »tuj naglas«. Starejši učenec glasbenega inštrumenta po vsej verjetnosti nikoli ne bo dosegel enake virtuoznosti kot otrok, ki ga bo vadil od svojega petega leta. Mar to pomeni, da se v nekem obdobju določenih opravil

⁴ Prevod besede »pruning«, v publicističnem jeziku smo zasledili tudi »spomladansko čiščenje« možganov (op. prev.).

⁵ V naravi živijo podgane v zanje spodbudnem okolju (doki, cevi ipd.) in imajo številne sinapse, ki jih potrebujejo za preživetje. Ko jih prestavimo v umetno osiromašeno okolje, imajo možgani sinaptično gostoto, primerno za to okolje. Na kratko povedano, postanejo prav toliko »bistre«, kot je potrebno za življenje v laboratorijski kletki. Enako lahko sklepamo za ljudi, vendar je dejstva treba šele dokazati. V tem primeru so možgani večine ljudi prilagojeni primerno spodbudnemu okolju. Raziskave so pokazale, da se celo otroci, ki živijo v okolju, ki bi ga opredelili za nespodbudnega (na primer geto), lahko sčasoma odlikujejo v šoli in gredo v visoke šole. Preprosto je treba upoštevati več dejavnikov, kadar opredeljujemo, kako »obogaten« okolje bi bilo primerno za večino študentov, da bi lahko napovedali intelektualne zmožnosti. Zato rezultati, kakršni so, niso prenosljivi v izobraževanje.

ne moremo več naučiti? Ali pa se jih morda v različnih obdobjih naučimo počasneje ali drugače?

Dolgo časa smo bili prepričani, da možgani z leti izgubljajo nevrone, vendar možnosti, ki jih prinašajo nove tehnologije, izpodbijajo takšno gotovost. Terry in sodelavci so dokazali, da skupno število nevronov v nobenem predelu možganske skorje ni odvisno od let, pač pa samo od števila »velikih« nevronov. Živčne celice se skrčijo, zaradi česar se poveča število majhnih nevronov, vendar celotno število ostane nespremenjeno. V resnici so odkrili, da v nekaterih delih možganov, na primer v hipokampusu, nastajajo novi nevroni v vsej življenjski dobi. Hipokampus je med drugim udeležen pri prostorskem spominu in določanju smeri (Burgess in O'Keefe, 1996). V raziskavi sta primerjala londonske voznike taksijev z naključnimi prebivalci in ugotovila močno povezavo med relativno velikostjo in aktiviranjem hipokampusu ter dobro sposobnostjo orientacije. Obstaja tudi pozitivna korelacija med povečanjem slušnega dela možganske skorje in razvojem glasbene nadarjenosti, ker se zaradi intenzivne vadbe gibov s prsti povečujejo motorični predeli možganov. V tem primeru lahko izmerimo spremembe v mrežni strukturi nevronov, povezane z učenjem, tako da uporabimo tehnike slikanja možganov od petega dneva vaje dalje, se pravi že po zelo kratkem obdobju učenja.

Procese, ki preoblikujejo možgane (nevronska sinaptogeneza, »čiščenje«, razvoj in prilagoditve) poznamo pod skupnim imenom »možganska gnetljivost«. Številne raziskave so pokazale, da ostanejo možgani v pomenu števila nevronov in sinaps gnetljivi vse življenje. Pridobitev spretnosti je rezultat vaje in krepitve določenih povezav, pa tudi »čiščenja« preostalih. Razlikovati moramo med dvema vrstama sinaptogeneze. Ena nastane naravno, druga pa kot posledica izpostavljanja kompleksnim okoljem v celotnem življenjskem obdobju. Prvo imenujejo raziskovalci »učenje v pričakovanju izkušenj«, drugo pa »učenje, odvisno od izkušenj«. Slovnice se naučimo hitreje in laže do približno 16. leta, medtem ko se sposobnost obogatiti besedišče z leti izboljšuje (Neville, 2000). Slovnica je primer učenja v občutljivem obdobju oziroma učenja s pričakovanjem izkušenj. Idealno bi bilo, da bi se učili v določenem času (*občutljivem obdobju*), sicer postane učenje pretežno. *Učenje v pričakovanju izkušenj je zato optimalno v določenih življenjskih obdobjih*. Učenje, ki ni odvisno od občutljivega obdobja, na primer pridobivanje besedišča, je »odvisno od izkušenj«. Ker ni omejeno s starostjo ali časom, se z leti lahko celo izboljšuje (glej drugo poglavje v izvorni knjigi).

Ali so »kritična obdobja« edina razvojna stopnja, v kateri se lahko dogaja uspešno učenje? Lahko določene

spretnosti ali celo znanje pridobimo v relativno kratkih »zvezdnih vratih«, ki se pozneje zaprejo enkrat za zmeraj v natančno določeni fazi razvoja možganov? Koncept »kritičnega obdobja« sega k poskusom, ki jih je etolog⁶ Konrad Lorenz izvajal v sedemdesetih, letih in je razmeroma dobro poznan širši javnosti. Opazoval je, kako se pravkar izlegli mladiči navežejo na izrazit premikajoči se predmet v okolju, po navadi na mater. To navezanost je imenoval »vtisnjenje«. Ko je sam prevzel mesto matere, je uspel, da so mu mladiči povsod sledili. Obdobje take navezanosti je zelo kratko (takoj po izvalitvi). Ko so se mladiči navezali na določen predmet, ga niso več zamenjali. Sledili so nadomestku matere. Izraz »kritično obdobje« je torej primeren, ko dogodek (ali njegova odsotnost) v določenem obdobju povzroči nepovratno stanje.⁷

Pri ljudeh še nismo ugotovili kritičnih obdobjev za učenje (čeprav morda obstajajo). Primerneje je govoriti o »občutljivih obdobjih«, ko se nekaterih stvari laže naučimo. Znanstvena skupnost priznava, da obstajajo občutljiva obdobja, še zlasti za učenje jezikov, nekaj so celo jih opredelili (nekatera v odrasli dobi). Ključno raziskovalno vprašanje je, ali programi v izobraževalnih sistemih ustrezajo zaporedju občutljivih obdobjev in ali bo nevroznanost lahko postregla z novimi razlagami bioloških procesov, povezanih s temi obdobji.

Dober primer »občutljivih obdobjev« je učenje jezikov. Ob rojstvu lahko otrok razlikuje vse zvoke jezika, celo zelo drugačne od maternega jezika staršev. Odrasel Japonec na primer težko pove, kakšna je razlika med glasovoma *r* in *l*, saj ju dojema kot enaka, medtem ko japonski dojenček lahko razlikuje med njima. Zaznava se hitro spremeni zaradi otrokovega zvočnega okolja v prvih dvanajstih mesecih. Takrat ne more več prepoznati razlik, ker niso bile del njegovega/njenega okolja. Sposobnost razlikovanja tujih glasov se zmanjša med šestim in dvanajstim mesecem, ko se možgani spreminjajo in otrok lahko postane zelo kompetenten govorec v svojem jeziku. Ker nabor glasov v maternem jeziku ne zahteva pridobivanja novih, ampak nasprotno, »izgubo« nezaznavanih, neizgovorjenih, lahko domnevamo, da se proces konča s postopnim »čiščenjem« sinaps. Pomemben razlog, da raje označujemo ta vidik človekovega učenja kot »občutljivo«, ne pa »kritično« obdobje, je dejstvo, da gre za izgubljanje, ne pa za povečevanje informacij. Ne glede na to, kako ga opisujemo, ni dvoma, da sta sposobnost reprodukcije glasov nekega jezika (fonologija, naglas) in učinkovitega vključevanja slovnice optimalna v otroštvu, medtem ko od jezikovnih kompetenc samo zmožnost pridobivanja besedišča ohranjamo enako dobro skozi vso življenjsko dobo.

⁶ Etologija je veda o vedenju živali (op. prev.).

⁷ Raziskave na živalih moramo vedno jemati izjemno previdno (na kar so Lorenz in nekateri drugi verjetno v nekaterih fazah pozabili). Tako kot pri poskusih na glodalcih so tudi tu potegnili vzporednico. Razvilo se je prepričanje, da lahko spodbudno okolje pri študentih poveča možganske povezave in ustvari boljše študente. Iz tega so nastala priporočila za učitelje in starše, naj ustvarijo čim bolj barvito, zanimivo in senzorično pomembno okolje, da bi imeli bistre otroke. Iz podatkov o podganah potreba po »obogatenem okolju« (npr. poslušanje Mozartove glasbe, opazovanje barvnega pohišva) pri otrocih ni utemeljena, saj vzporednih nevroznanstvenih raziskav o učinku kompleksnih ali izoliranih okoljih na razvoj človeških možganov niso naredili.

V zadnjih desetletjih 20. stoletja je na organizacijo šolskih sistemov močno vplivalo Piagetevo delo. Njegova glavna ideja glede razvoja je, da otroci doživijo določena obdobja kognitivnega razvoja, zato se nekaterih spretnosti ne morejo naučiti, dokler ne dosežejo določene starosti. To se nanaša na branje in računanje, zato se v šolskih sistemih v državah OECD-ja uradno ne učijo branja, pisanja in računanja pred 6. oziroma 7. letom. Piaget in sodelavci so med drugim predpostavili, da pridejo otroci na svet brez kakršne koli vnaprejšnje ideje o številih. Novejše raziskave o delovanju možganov pa so pokazale, da se otroci rodijo s prirojenim občutkom za številčno predstavo (Dehaene, 1997). Ne smemo dvomiti o vseh Piagetevih ugotovitvah, saj je pravilno opredelil pomen zares občutljivih obdobj. Vendar so otroci ob rojstvu bolj »nadarjeni«, kot so raziskovalci dolgo časa menili (Gopnik, Meltzoff in Kuhl, 2005). Zato moramo na njegove vplivne teorije pogledati tudi skozi tovrstne raziskave.

»NEKJE SEM PREBRAL, DA TAKO ALI TAKO UPORABLJAMO LE 10 ODSOTKOV MOŽGANOV«

Pogosto slišimo, da ljudje uporabljamo samo 10 % (včasih 20 %) možganov. Od kod nam ta mit? Nekateri pravijo, da prihaja od Einsteina, ki je v nekem intervjuju izjavil, da uporablja le 10 % svojih možganov. Zgodnje raziskave morda lahko celo podprejo ta mit. V tridesetih letih prejšnjega stoletja je Karl Lashley raziskoval možgane s pomočjo elektrošokov. Ker se mnogi predeli možganov niso odzvali nanje, je sklepal, da nimajo nobene vloge. Tako se je razširil izraz »tiha možganska skorja«. Danes menijo, da teorija ni pravilna, kar so podkrepile še nejasne razlage o delovanju možganov.

Zahvaljujoč različnim tehnikam slikanja lahko možgane opišemo natančno po funkcionalnih predelih. Vsak občutek ustreza enemu od številnih primarnih funkcionalnih predelov: primarni vidni predel sprejema informacije, ki jih zazna oko, primarni slušni predel sprejema informacije, ki jih zazna uho, itd. Govorjenje in razumevanje jezika sta povezana z več predeli. Včasih jih fiziologi opisujejo ločeno, in če si ljudje zapomnijo samo delne opise, lahko dobijo vtis, da možgani delujejo po predelih. To pa ustreza predstavi, da je v vsakem trenutku aktiven le majhen predel možganov, čeprav se v resnici to ne dogaja. Primarne predele obkrožajo sekundarni, tako da na primer informacijo iz slikovnih podob, ki jih zaznava oko, pošljejo v primarni vidni predel, informacija se nato analizira v sekundarnem, kjer se zgodi tridimenzionalna rekonstitucija zaznanega predmeta. Informacije iz spomina predmeta krožijo v možganih, da ga spoznajo, medtem se vključijo semantične informacije iz jezikovnih predelov, tako da lahko hitro poimenujemo predmet, ki ga vidimo. Sočasno delujejo predeli možganov, ki se pod vplivom živčnih signalov iz vsega telesa ukvarjajo s položajem in gibanjem, tako da vemo, ali nekdo sedi ali stoji

z glavo obrneno v levo ali desno itd. Zaradi delnih, nepopolnih opisov možganskih predelov torej lahko napačno razumemo njihovo delovanje.

Drug izvor mita lahko poiščemo v dejstvu, da so možgani sestavljeni iz desetih nevroglialnih celic za vsak nevron. Te opravljajo prehranjevalno vlogo in podpirajo živčne celice, ne prenašajo pa nobenih informacij. Pri prenosu živčnih impulzov so torej dejavni samo nevroni (oziroma 10 % celic, ki sestavljajo možgane), tako da imamo še en izvor napačnega razumevanja, iz katerega se je lahko razvil »mit o 10 %«. Ta pogled na delovanje celic je poenostavljen: nevroglialne celice imajo sicer drugačno vlogo kot nevroni, niso pa nič manj pomembne za delovanje celote.

Nevroznanstvena odkritja kažejo, da so možgani aktivni 100 %. V nevrokirurgiji, pri kateri je mogoče pri pacientih opazovati delovanje možganov pod lokalno anestezijo, električne stimulacije ne odkrivajo neaktivnih področij celo takrat, kadar ne opazujemo gibanja, občutkov ali čustev. Noben predel možganov ni popolnoma neaktiven niti med spanjem. Če bi se to zgodilo, bi zaznali resne funkcionalne motnje. Podobno izguba veliko manj kot 90 % možganskega tkiva povzroča resne posledice, saj noben predel možganov ne sme biti poškodovan, ne da bi pri tem utrpeli telesne ali duševne okvare. Primeri ljudi, ki so leta živeli s kroglo, ki je obtičala v možganih, ali podobne poškodbe ne dokazujejo »neuporabnih možganov«. Če lahko popolnoma prebolimo take udarce, je to dokaz izjemne možganske gnetljivosti. Nevroni (ali mreže nevronov) lahko nadomestijo uničene, v teh primerih se možgani ponovno konfigurirajo, da premagajo okvaro.

Mitu ne moremo verjeti niti iz fizioloških razlogov. Evolucija ne dovoli izgube in možgani se, tako kot preostali organi, verjetno pa še bolj, oblikujejo z naravno selekcijo. Predstavljajo samo 2 % celotne teže človeškega telesa, porabijo pa 20 % razpoložljive energije. Zaradi tako visokega energijskega stroška evolucija ne bi dovolila razvoja organa, ki bi bil v kar 90 % neuporaben.

»SEM LEVOHEMISFERIČEN, ONA PA DESNOHEMISFERIČNA«

Možgani so narejeni iz nevrnskih mrež, imajo funkcionalna področja, ki delujejo vzajemno, sestavljata jih leva in desna hemisfera. Vsaka od njiju je bolj specializirana za nekatera področja delovanja. Ali ta dejstva upravičujejo nenavadne izjave, ki jih slišimo vsak dan, na primer »sem bolj levohemisferična« ali »ženske imajo bolj razvito desno polovico možganov«? Najprej moramo ugotoviti, od kod izvirajo take izjave, da bomo lahko ugotavljali, koliko se ujemajo z dejanskimi ugotovitvami, morda pa so le dvomljiva predvidevanja na temelju znanstvenih podatkov. Za začetek je treba poudariti, da hemisferi nista ločeni funkcionalni in anatomski enoti: povezujejo ju živčne strukture (kalozni korpus) in mnogi nevroni imajo celično jedro v eni, citoplazmo pa v drugi. To pa terja razmislek.

Rečeno je, da je »leva polovica možganov« sedež racionalnega razmišljanja, intelektualnega mišljenja, analize in govora. Deduktivno ali logično obdeluje tudi številčne podatke. Informacije členi z analiziranjem, razlikovanjem in sestavljanjem delčkov celote in z linearnim urejanjem podatkov. Najbolje pa je leva polovica opremljena za naloge, povezane z jezikom (pisanje in branje), algebro, matematičnim reševanjem problemov in logičnimi operacijami. Zato velja, da ljudje, ki so razumski, intelektualni in logični ter imajo dober občutek za analiziranje, »več uporabljajo levo polovico možganov«, mnogi so matematici, inženirji in raziskovalci.

»Desno polovico možganov« imenujemo središče intuicije, čustev, nebesednega razmišljanja, sintetičnega mišljenja, kar nam omogoča predstavo v prostoru, ustvarjanje in čustvovanje. Pomaga nam sintetizirati, predela tridimenzionalne oblike, prej zazna podobnosti kot razlike in razume zapletene zunanje podobe. Prepoznava obraze in zazna prostore. Iz tega izvira komplementaren mit, da ljudje, ki so intuitivni, čustveni, domiselni in se dobro znajdejo, »več uporabljajo desno polovico možganov in se ukvarjajo z umetniškimi ter ustvarjalnimi poklici«.

Nasprotje med »levo in desno polovico možganov« izvira iz prvih nefizioloških raziskav. Takrat so pogosto razporejali intelektualne sposobnosti v dve skupini: kritične in analitične zmožnosti ter na drugi strani ustvarjalne in sintetične. Ena glavnih doktrin nefiziologije v 19. stoletju ju je pripisovala različnim hemisferama. Leta 1844 je Arthur Ladbroke Wigan objavil delo *Nov pogled na blaznost: dvojnost razuma*. Hemisferi opisuje kot neodvisni druga od druge, vsaki pripisuje svojo voljo in način razmišljanja. Delovali naj bi skupaj, vendar pri nekaterih boleznih lahko delujeta druga proti drugi. Ta ideja je burila domišljijo z objavo znamenitega dela Roberta Louisa Stevensona Čuden primer doktorja *Jekylla in gospoda Hyda* leta 1866, kjer je avtor uporabil idejo o tem, kako lahko kultivirana leva hemisfera nasprotuje primitivni, čustveni desni, ki hitro izgublja ves nadzor. Francoski nevrolog Paul Broca je šel dlje od leposlovja in omejil različne vloge obeh hemisfer. V šestdesetih letih 19. stoletja je raziskoval posmrtno možgane več kot 20 bolnikov s poškodovano jezikovno funkcijo. V vseh primerih je opazil lezije v prednjem režnju leve hemisfere, medtem ko je bila desna hemisfera nepoškodovana. Sklepal je, da je ustvarjanje govorjenega jezika umeščeno v prednji predel leve hemisfere. Nekaj let pozneje je ugotovitve dopolnil nemški nevrolog Wernicke, ki je prav tako raziskoval posmrtno možgane pri ljudeh, ki so imeli probleme z jezikovnim razvojem. Domneval je, da je sposobnost razumevanja jezika umeščena v senčni režanj leve hemisfere. Broca in Wernicke sta torej povezovala isto hemisfero, se pravi levo, z dvema najpomembnejšima sestavinama obdelave jezika: z razumevanjem in ustnim izražanjem.

Do leta 1960 so metode za opazovanje glavne vloge leve hemisfere pri uporabi in obdelavi (laterizaciji jezika) temeljile na posmrtnih raziskavah bolnikov z možganskimi

lezijami. Vseeno pa nekateri nevrologi trdijo, da jezik ni samo funkcija leve hemisfere, zato le na temelju pomanjkanja lezij v njej pri bolnikih z jezikovnimi okvarami ni mogoče sklepati, da desna pri tem nima nobene vloge. Lezije samo na levi strani so lahko naključne. To spoznanje potrjujejo raziskave, ki so jih opravljali na bolnikih z »razcepljenimi možgani«. Omejili so jim delovanje kaloznega korpusa, da bi ustavili epilptične napade iz ene hemisfere v drugo. Čeprav je bil osnovni namen operacij zmanjšati epileptične napade, so hkrati odprle možnosti za raziskovanje vloge hemisfer pri teh bolnikih. Prve študije je v šestdesetih in sedemdesetih letih 20. stoletja izvedel Nobelov nagrajenec za medicino Roger Sperry s svojo ekipo na Kalifornijskem inštitutu za tehnologijo. Svojim bolnikom z »razcepljenimi možgani« so uspeli dovajati informacije v eno samo hemisfero. Prosili so jih, naj za prepoznavanje predmetov roki uporabljajo ločeno, ne da bi jih pri tem gledali. Poskus so zasnovali na dejstvu, da so temeljne čutne in motorične funkcije simetrično razdeljene med obe možganski hemisferi. Leva sprejme skoraj vse čutne informacije iz desne polovice in jih tudi nadzira – ter obratno. Čutne informacije iz leve roke sprejme leva hemisfera, iz desne roke pa desna. Ko so se bolniki dotaknili predmeta z desno roko, so ga lahko poimenovali, ne pa, če so se ga dotaknili z levo. To je dokaz, da je leva hemisfera središče najpomembnejših jezikovnih funkcij.

Neenaka umeščenost jezikovnih funkcij je sprožila idejo o levi hemisferi kot jezikovni ter desni kot nejezikovni. Ker jezik pogosto dojemamo kot najplemenitejšo dejavnost človeške vrste, so razglasili levo hemisfero za »prevladujočo«.

Poskusi z isto vrsto bolnikov so pomagali razjasniti tudi delovanje desne hemisfere. Videofilm, ki sta ga posnela Sperry in Gazzaniga o bolniku W. J. z razcepljenimi možgani, je presenetljiva predstava o premoči desne hemisfere pri prostorski predstavi. Bolniku so dali različne kocke, vsaka je imela dve rdeči ploskvi, dve beli in dve z belimi in rdečimi diagonalnimi črtami. Njegova naloga je bila razporediti jih glede na vzorec na kartah. Na začetku posnetka je W. J. z uporabo leve roke (ki jo nadzira desna hemisfera) hitro uredil kocke v zahtevani vzorec. Velike težave pa je imel pri opravljanju iste naloge z desno roko, bil je počasen, neodločno je premikal kocke. Ko se je vmešala leva roka, je bil hiter in natančen. Ko pa so jo raziskovalci zadržali, je spet postal neodločen. Raziskava Sperryja in sodelavcev (1969) je potrdila prevlado desne hemisfere pri prostorski predstavi, kar so pozneje potrdile še klinične študije. Bolniki, ki so imeli lezije v desni hemisferi, niso mogli prepoznati znanih obrazov, nekateri pa so imeli težave pri orientaciji v prostoru.

Nekateri bolniki z lezijami v desni hemisferi so izražali okvare pri prepoznavanju čustvenega naglasa v besedah in čustvenih izrazov na obrazu. Klinične študije podpirajo tudi raziskave vedenja: govorni ritem najbolj zaznavamo, kadar sprejemamo zvoke z levim ušesom, tako da gredo informacije v desno hemisfero, podobe, ki jih vidimo v

levem vidnem kotu, izzovejo močnejše čustvene odzive. Iz tega lahko sklepamo, da je desna hemisfera bolj specializirana za procese, povezane s čustvi.

Ta niz ugotovitev je dozorel v nevromite. Leta 1970 je Robert Ornstein v delu *Psihologija zavesti* domneval, da »zahodnjaki« večinoma uporabljajo levo polovico možganov z dobro izurjeno levo hemisfero, zahvaljujoč poudarjanju pomena jezika in logičnemu mišljenju. Pri tem pa zanemarjajo desno hemisfero in s tem tudi čustveno in intuitivno mišljenje. Levo hemisfero je povezoval z logičnim in analitičnim mišljenjem »zahodnjakov«, desno pa s čustvenimi in z intuitivnim »vzhodnjaškim« razmišljanjem. Tradicionalna razdeljenost na dvojice med inteligenco in intuicijo tako izvira iz psihologije, temelji pa na razlikovanju med dvema možganskima hemisferama. Poleg tega, da so Ornsteinove ideje etično sporne, gre v bistvu le za kopico napačnih razlag in popačenih znanstvenih ugotovitev.

Drugo razširjeno pojmovanje brez znanstvenih podlag pravi, naj bi leva hemisfera obdelovala hitre spremembe in analizirala podrobnosti ter značilnosti dražljajev, desna pa njihove sočasne in splošne značilnosti. Ta model je popolnoma nezanesljiv. Če začnemo z razlikami med govorno (levo) in negovorno hemisfero (desno), najdemo vse več abstraktnih konceptov in odnosov med miselnimi funkcijami in obema hemisferama, ki so se pojavile na ravni nevromitov in se vedno bolj oddaljujejo od znanstvenih spoznanj.

Postopoma so se pojavili še drugi miti, ki ne povezujejo obeh hemisfer le z načinom razmišljanja, ampak tudi z dvema tipoma osebnosti. Koncepte »levohemisferičnih« in »desnohemisferičnih« ljudi je skupaj z idejo o prevladujoči hemisferi oblikovalo mnenje, da je vsak od nas odvisen od prevlade ene od njih, zato imamo tudi značilne stile razmišljanja. Racionalna in analitična oseba je »levohemisferična«, intuitivna in čustvena pa »desnohemisferična«. Zaradi člankov v revijah, knjigah »to morate vedeti« in številnih posvetov so stili razmišljanja postali zelo priljubljeni, zato so se pojavila vprašanja, kako jih uporabljati v izobraževanju. Je res treba učne metode učinkoviteje prilagajati uporabi ene ali druge hemisfere, da bi pomagali učencem, pri katerih prevladuje ena od njih? Mar naj šolski programi privzamejo učne metode, pri katerih bomo uporabljali cele možgane, ali se na primer pri aritmetiki in jeziku preveč osredotočajo samo na levo hemisfero?

Zelo se je razširila misel, da se zahodne družbe osredotočajo le na polovico umskih sposobnosti (»naše levohemisferično mišljenje«) in pri tem zanemarjajo drugo (»naše desnohemisferično učenje«). Nekateri izobraževalci in sistemi so se pridružili večini in priporočili, naj šole spremenijo svoje učne metode glede na koncept prevladujoče hemisfere. Izobraževalci, na primer M. Hunter in E. P. Torrance, so trdili, da so izobraževalni programi narejeni večinoma za »levohemisferične«, zato so tudi bolj naklonjeni takim dejavnostim, na primer vedno sedeti pri pouku ali učiti se algebre, namesto da bi spodbujali tudi desno hemisfero in učencem dovolili, da se pretegnejo in učijo geometrije. Zato so razvili metode, ki naj bi zaposlile obe hemisferi, ali

pa celo poudarjajo metode, povezane z desno. Tak primer je »pokaži in povej«: namesto da bi učitelji učencem samo brali besedilo (levohemisferična dejavnost), kažejo tudi slike in grafe (desnohemisferične dejavnosti). Pri nekaterih metodah uporabljajo glasbo, prisposodbe, igro vlog, meditacijo ali risanje, vse samo zato, da bi aktivirali uglasenost obeh hemisfer. Morda so zaradi spreminjanja metod res izboljšali izobraževanje. Vsekakor pa moramo vedeti, da so si sposodili teorijo o delovanju možganov, ki temelji na napačnih interpretacijah, kajti obeh polovic nikakor ni mogoče ločevati tako preprosto.

Nobenega znanstvenega dokaza nimamo, ki bi kazal na povezavo med stopnjo ustvarjalnosti in delovanjem desne hemisfere. Iz novejših analiz 65 študij o slikanju možganov in obdelovanju čustev lahko sklepamo, da taka obdelava ni povezana izključno z desno hemisfero. Prav tako noben znanstveni dokaz ne potrjuje, da bi bili analiziranje in logika odvisni od leve hemisfere oziroma da je ta posebno središče za aritmetiko in branje. Dehaene (1997) je odkril, da sta dejavni obe hemisferi, kadar prepoznavamo arabske številke (npr. 1 ali 2 ali 5). Druge raziskave kažejo, da se pri analizi posameznih sestavin branja (npr. dekodiranje zapisanih besed ali prepoznavanje glasov za obdelavo na višji ravni, kot je branje besedila) aktivirata obe hemisferi. Celotna zmožnost, ki jo dejansko povezujemo z desno hemisfero (kodiranje prostorskih odnosov), dokazano vključuje obe, vendar v vsakem primeru drugače. Leva hemisfera je spretnejša pri kodiranju »kategoričnih« prostorskih odnosov (npr. visok/nizek ali levi/desni), desna pa metričnih prostorskih odnosov (npr. stalnih razdalj). Slike možganov so pokazale, da se celo v teh značilnih primerih aktivirata obe hemisferi in delujeta skupaj. Bolj presenetljivo odkritje je morda, da prevladujoča hemisfera za jezik ni nujno povezana z levičarji ali desničarji, kot so menili. Razširjeno je namreč prepričanje, da imajo desničarji jezik na levi in obratno, vendar jih ima 5 % glavne predele za jezik v desni hemisferi, skoraj tretjina levičarjev pa v levi.

Glede na najnovejše študije tako *znanstveniki menijo, da hemisferi ne delujeta ločeno, ampak skupaj pri vseh miselnih nalogah, celo če gre za funkcionalne asimetrije*. Možgani so zelo povezan sistem, zato le redko en del deluje samostojno. Nekatera opravila, na primer prepoznavanje obrazov in govorjenje, obvladuje določena hemisfera, večina pa jih zahteva hkratno delovanje obeh. S tem ovržemo koncept »levohemisferičnih« in »desnohemisferičnih«. Čeprav je morda nekoliko koristil zaradi vpeljevanja različnih učnih metod, pa je tovrstno razvrščanje učencev ali kultur znanstveno zelo vprašljivo, družbeno celo škodljivo in močno etično sporno. Zato je pomembno, da ta mit ovržemo.

»SOOČIMO SE ŽE S TEM, DA IMAJO DEČKI IN MOŠKI DRUGAČNE MOŽGANE KOT DEKLICE IN ŽENSKE«

PISA 2003 je samo ena od najnovejših študij, ki odkrivajo učenje glede na spol in razlike v učnih dosežkih.

Veliko bolj vprašljiva so tista dela iz zadnjih let, ki na znanstveno neutemeljenih odkritjih dokazujejo, da moški in ženske razmišljamo drugače zaradi drugačnega razvoja možganov. Naslovi, kot je *Zakaj moški ne poslušajo in ženske ne znajo brati zemljevidov*, so postali priljubljeno branje. Koliko tega je dokazanega v resnih raziskavah? Obstajajo »ženski« in »moški« možgani? Bi morali stile poučevanja načrtovati glede na spol?

Obstajajo funkcionalne in morfološke razlike med moškimi in ženskimi možgani. Moški so na primer večji, glede jezika pa so ustrezni predeli možganov dejavnejši pri ženskah. Vendar je izjemno težko določiti, kaj take razlike pomenijo. *Nobena raziskava še ni dokazala s spolom povezanih procesov, vključenih v izgradnjo nevrnskih mrež med učenjem*. Imamo torej še enega kandidata za dodatne raziskave.

Izraza »moški« in »ženski« možgani se nanašata na »način bivanja« v kognitivnem pomenu besede, ne v biološki stvarnosti. Baron-Cohen, ki uporablja te izraze za opis avtizma in podobnih motenj (2003), je prepričan, da so moški bolj »metodični« (sposobnost razumeti mehanske sisteme), ženske pa boljši komunikatorji (sposobnost sporazumevati se z drugimi in jih razumeti). Predlaga, naj avtizem razumemo kot skrajno obliko »moških možganov«. Sicer pa ne meni, da bi imeli moški in ženske bistveno drugačne možgane, niti da imajo avtistke moške možgane. Izraz »ženski in moški možgani« uporablja za posebne miselne profile, kar pa je neposrečena izbira, ker potvarja pojmovanje o delovanju možganov.

Ali bi torej lahko načrtovali izobraževanje glede na razlike med spoloma, če bi dokazali, da povprečni dekliški možgani zmanjšujejo njene zmožnosti učenja matematike? Če bi bil cilj izobraževanja ustvariti zelo specializirana človeška bitja, bi bilo morda celo vredno razmišljati o čem takem. Dokler pa je njegova najpomembnejša naloga razvijati državljane z vsaj osnovno kulturo, za izobraževalno politiko taka vprašanja nimajo nobene vrednosti. Kjer razlike lahko dokažemo, so zelo majhne in temeljijo na povprečju. Veliko pomembnejše razlike med posamezniki namreč izključujejo naše vedenje, da bo naključno izbrana deklica maj sposobna učenja določenega predmeta kot naključno izbrani deček ipd.

»MOŽGANI MAJHNEGA OTROKA LAHKO OBVLADAJO LE EN JEZIK NAENKRAT«

Danes polovica svetovnega prebivalstva govori najmanj dva jezika in večjezičnost štejejo na splošno za veliko prednost. Dolgo časa so mnogi verjeli, da je učenje novega

jezika problematično za usvajanje maternega. Take vraže pogosto temeljijo na napačnih interpretacijah jezika v možganih in težko zamrejo. Eden od mitov pravi, da čim bolj se učimo novega jezika, bolj neizogibno izgubljammo drugega. Drugi si predstavljajo, da dva jezika zavzmeta v možganih ločeni področji brez stičnih točk, tako da se znanje, ki smo ga pridobili pri enem jeziku, ne more prenesti na drugega. Iz teh idej so sklepali, da sočasno učenje dveh jezikov v zgodnjem otroštvu lahko povzroči zmes le-teh v možganih ter tako zavira otrokov razvoj. Napačen je tudi sklep, da se je treba najprej »pravilno« naučiti maternega jezika, potem se šele lahko začnemo učiti drugega.

Miti izvirajo iz kombinacije dejavnikov. Jezik je pomemben kulturno in politično, zato so omenjene ideje obarvali številni argumenti, vključno z ugotovitvami iz raziskav o možganih, saj so le tako lahko dajali prednost »uradnemu« jeziku v škodo drugim. Pri tem so svojo vlogo odigrala tudi določena medicinska opažanja. Primeri dvo- ali večjezičnih bolnikov, ki so zaradi poškodb glave popolnoma pozabili en jezik, drugega pa ne, so pomagali gojiti idejo, da jeziki zavzemajo različne predele možganov. Raziskave na začetku 20. stoletja, v katerih so odkrili, da imajo dvojezični ljudje nižjo »inteligenco«,⁸ so izvajali z napačnimi metodologijami, večinoma na otrocih priseljencev iz težkih kulturnih in socialni razmer, pogosto tudi podhranjenih. V protokolih bi morali upoštevati, da so se mnogi od teh otrok začeli učiti jezika države gostiteljice šele pri petih ali šestih letih, morda celo pozneje. Ker ga niso dovolj dobro obvladali, so imeli težave pri učenju drugih predmetov. Na kratko povedano, inteligence monojezičnih otrok iz domorodnih, večinoma dobro stoječih družin ne moremo primerjati z večjezičnimi otroki iz revnih okolij z omejenim znanjem prevladujočega jezika.

V novejših študijah so odkrili prekrivanje jezikovnih področij v možganih pri ljudeh, ki dobro govorijo več kot en jezik.⁹ Te podatke bi lahko popačili v korist mitu, da imajo možgani le »omejen prostor«, kamor shranjuje informacije, povezane z jezikom. Druge raziskave o dvojezičnosti so pokazale aktiviranje določenih predelov, velikih le nekaj milimetrov, kadar so opisovali svoje delo tisti dan v maternem jeziku, šele potem v jeziku, ki so se ga učili mnogo pozneje (Kim, 1997). Na vprašanje o »jezikovnih predelih« pri večjezičnih ljudeh torej še nimamo odgovora. Vendar zaradi tega ne moremo sprejemati napačnih trditev, češ da oslabimo sposobnost sporazumevanja v maternem jeziku, kadar se učimo drugega. Številni primeri večjezičnih strokovnjakov so živ dokaz, da ni tako. Študenti, ki so se učili tujega jezika v šoli, niso zato nič slabši v maternem jeziku, ampak napredujejo v obeh.¹⁰

⁸ Pri uporabi besede »inteligenca« moramo biti zelo previdni, saj zanjo ne obstaja nobena znanstvena definicija.

⁹ Pogojev za tako prekrivanje še niso odkrili. Ena od teorij trdi, da se področja, rezervirana za jezike, prekrivajo, kadar se učimo jezikov v mladih letih. Kadar pa se učimo drugega jezika (ali več jezikov) v poznejših letih, prekrivanja ni več. V drugi teoriji izvemo, da se prekrivanje pojavi, če dobro obvladamo oba jezika.

¹⁰ Raziskave iz leta 1990 pri otrocih turških imigrantov v Zvezni republiki Nemčiji, ki so hodili v redne šole, so pokazale, da se je število napak pri njih zmanjševalo tako v turščini kot v nemščini.

»Znanja, ki ga pridobimo pri enem jeziku, ne moremo pridobiti pri drugem ali ga prenesti nanj«, je še en mit, in sicer najbolj v nasprotju z zdravo pametjo. Vsak, ki se nauči zahtevnih pojmov v enem jeziku, na primer »evolucija«, ga lahko razume tudi v drugem. Če nekega pojma ne znamo razložiti v tujem jeziku, gre za pomanjkanje besedišča, ne za šibkejšo znanje. S poskusi so dokazali, da lahko shranimo tem več informacij v nejezikovnih predelih možganov, čim več znanja pridobimo v različnih jezikih. Shranjujemo ga lahko ne le v obliki besed, ampak tudi v drugih oblikah, na primer podobah. Večjezični ljudje se morda niti ne spomnijo več, v katerem jeziku so se česa naučili. Čez nekaj časa pozabijo, ali so brali neki članek ali gledali film na primer v francoščini, nemščini ali angleščini.

Mit, da se moramo najprej dobro naučiti govoriti svoj materni jezik, preden se naučimo tujega, so ovrge raziskave, ki kažejo, da otroci, ki obvladajo dva jezika, lahko bolje razumejo zgradbo katerega koli in ga uporabljajo veliko bolj samozavestno. Zato nam večjezičnost pomaga razvijati druge kompetence, povezane z jezikom. Pozitivni učinki so še bolj očitni, če se drugega jezika naučimo zgodaj. Večjezično izobraževanje torej ne povzroči zastoja v razvoju. Zelo majhni otroci sicer včasih pomešajo jezike, vendar to pozneje izgine, če seveda ne gre za napake pri učenju (npr. slabo razlikovanje glasov).

Teorije o dvo- in večjezičnosti temeljijo zlasti na kognitivnih teorijah. Šolski programi o učenju jezikov se morajo zanašati na uspešne primere iz prakse poučevanja in se učiti iz sedanjih in prihodnjih raziskav o možganih glede starosti, ki je najprimernejša za učenje jezikov (občutljiva obdobja).

»IZBOLJŠAJTE SPOMIN«

Spomin je bistvena funkcija pri učenju in zato tudi predmet bogate domišljije in sprevračanja. »Izboljšajte spomin!« »Povečajte zmogljivost pomnjenja!« »Kako na hitro pridobiti izjemen spomin?« Takšna so reklamna gesla za knjige in farmacevtske proizvode, ki nam jih vztrajno vsiljujejo zlasti v izpitnih obdobjih. Mar vemo dovolj, da bi razumeli procese in načrtovali proizvode in metode za izboljšanje pomnjenja? Potrebujemo danes enake oblike spomina kot pred petdeset ali sto leti v svetu drugačnih spretnosti in poklicev? Ali sploh lahko govorimo o različnih oblikah spomina, na primer vizualnem, besednem ali čustvenem? Ali pri učnih metodah uporabljamo spomin enako kot pred petdesetimi leti? To so vprašanja, na katera bomo skušali odgovoriti.

V zadnjih letih je zelo napredovalo razumevanje spomina. Vemo, da se ne odziva samo na vrste pojavov in ni umeščen le v en del možganov. Nasprotno s splošnim prepričanjem ni neskončen, ker se informacije shranijo v nevronske mreže, katerih število je končno (čeprav izjemno veliko). Nihče ne more pričakovati, da si bo zapomnil celo *Encyclopaedia Britannica*. Raziskave so tudi pokazale, da je za dobro pomnjenje nujna sposobnost pozabljanja. Primer

je bolnik, ki ga je spremljal nevrofiziolog Alexander Luri. Zdelo se je, da ima neskončen spomin, vendar ni imel zmogljivosti pozabljanja, zato ni mogel najti stalne zaposlitve, čeprav je bil »prvak v pomnjenju«. Zdi se, da je količina pozabljanja pri otrocih optimalna za razvoj učinkovitega pomnjenja (Anderson, 1990).

Kaj pa ljudje, ki imajo skoraj fotografski vizualni spomin, ki so izjemni pri pomnjenju dolgega seznama naključno napisanih števil ali pa sposobni sočasno igrati več iger šaha z zavezanimi očmi? Raziskovalci jim pripisujejo specializiran način mišljenja, ne pa posebno vrsto vizualnega spomina. DeGroota (1965) so zanimali šahovski velemejstri, zato jih je povabil k sodelovanju pri poskusih, kjer so jim na kratko pokazali razporeditev na šahovnici, igralci pa so jo morali sestaviti po spominu. Bili so popolnoma uspešni, razen kadar je bila postavitev taka, da pri resnični šahovski partiji ne bi bila možna. DeGroot je iz tega sklepal, da sposobnost velemejstrov obnoviti postavitev na šahovnici ne moremo pripisovati vizualnemu spominu, ampak sposobnosti notranje organizirati informacije o igri, ki so jo poznali izjemno dobro. S tega vidika torej zaznamo isti dražljaj različno, odvisno od globine poznavanja situacije.

Kljub temu spoznanju se zdi, da imajo nekateri ljudje izjemen vizualni spomin, s katerim lahko ohranijo tako rekoč neokrnjene podobe. Imenujemo ga »fotografski spomin«. Nekateri znajo na primer črkovati celo stran, napisano v neznanem jeziku, ki so jo videli le na kratko, kot da bi jo fotografirali. V možganih se fotografski spomin ne oblikuje kot slika, torej ni reprodukcija, ampak konstrukcija. To traja nekaj časa in ljudje s tovrstnim spominom morajo gledati sliko najmanj tri do pet sekund, da si lahko ogledajo vse točke. Ko se podoba oblikuje v možganih, oseba lahko opiše, kar je videla, in sicer tako, kot bi gledala, kar opisuje. Nasprotno pa osebe brez fotografskega spomina opisujejo bolj negotovo. Zanimivo (in morda tudi zaskrbljujoče) je vedeti, da ima fotografski spomin več otrok kot odraslih, kar pomeni, da učenje in leta to sposobnost zmanjšujejo (Haber in Haber, 1988). Raziskovalci so dokazali tudi, da ima 2–15 % otrok tak spomin. Leask in sodelavci (1969) so odkrili, da ubesedenje ob opazovanju ovira »fotografsko ujete« podobe, zaradi česar si lahko razlagamo, da z leti izgubljammo fotografski spomin. Tudi Kosslyn (1980) je želel razložiti negativno korelacijo med vizualnim pomnjenjem in starostjo. Glede na njegove raziskave odrasli lahko kodirajo informacije z uporabo besed, otroci pa še ne razvijejo svojih verbalnih sposobnosti. Nimamo še dovolj znanstvenih dokazov, da bi potrdili ali ovrgli take razlage, prav tako pa potrebujemo še slike možganov.

Obstajajo številne tehnike, s katerimi izboljšamo spomin, vendar delujejo le za določeno vrsto spomina, bodisi mnemotehnika, ponavljanje istih dražljajev ali ustvarjanje miselnih vzorcev (s tem dajemo stvarjem pomene, ki jih morda nimajo, le da se jih lažje naučimo). Joseph Novak je posvetil precej študij miselnim vzorcem (glej Novak, 2003). Opazil je znatno povečanje sposobnosti dijakov srednjih

šol pri fiziki, ki so reševali probleme z njihovo pomočjo. Še vedno nam manjkajo raziskave, podprte s slikanjem možganov, s katerimi bi opredelili možganske predele, ki se aktivirajo med različnimi procesi. Vsekakor pa je bilo dognano, da se aktivirajo različni predeli glede na to, ali je oseba začetnik pri nekem predmetu ali ne.¹¹ Potrebujemo še precej nevroloških študij, da bi razumeli, kako deluje spomin. Obstajajo precejšnje razlike med posamezniki in tudi isti posamezniki uporabljajo v življenju spomin drugače glede na svojo starost. Kot smo videli v tretjem poglavju, je znanost kljub temu potrdila vlogo vaje, aktivne uporabe možganov in uravnotežene prehrane (vključno z maščobnimi kislinami) pri razvijanju spomina in pri zmanjševanju tveganja degenerativnih bolezni.

Verjetno bomo morali ponovno premisliti vprašanja o uporabi spomina v učnih metodah v luči novih nevroznanstvenih odkritij, posebej pri preverjanju in ocenjevanju v številnih OECD-jevih izobraževalnih sistemih. Mnogi programi se namreč zanašajo bolj na spomin kot na razumevanje. Nevroznanost sicer ne more odgovoriti na vprašanje, »ali se ni bolje učiti učenja«, ki pa vsekakor ostaja pa zelo aktualno.

»UČITE SE MED SPANJEM«

Učenje med spanjem – kako privlačna zamisel! Hitro učenje brez truda je sen mnogih. Toda celo največji navdušenci priznavajo, da znanje tako morda lahko pridobimo, ne moremo pa se ga naučiti uporabljati. Ali je »učenje med spanjem« popoln mit ali ima kakšno zvezo z resnico?

Pri metodah, ki dovoljujejo tako učenje, ponavljajo informacije, ko človek spi, in sicer prenašajo sporočila in besedila prek magnetofona ali CD-predvajalnika. Reklame obljublajo neverjeten uspeh. Trdijo, da učenje med spanjem ni samo možno, ampak mnogo učinkovitejše kot v budnem stanju. Ideja se je rodila med drugo svetovno vojno, ko so si predstavljali, da se bodo vohuni tako hitreje naučili narečij, naglasov in navad držav, kamor so jih poslali. Sicer pa izvira iz znanstvene fantastike. Razvil jo je Hugo Gernsback v 1911. leta objavljenem delu *Ralph 124 C41+: Romantična zgodba iz leta 2660*. Skoraj dvajset let pozneje je Aldous Huxley opisal učenje otrok v spanju v svojem delu *Krasni novi svet*. Zgodbe o učenju med spanjem v utopičnem (in neutopičnem) svetu so se začele širiti po resničnem. Pojavile so se »teorije«, ki razlagajo, kako deluje tak način učenja, vendar so bile nejasne in so si nasprotovale. Ena od njih domneva, da se učenje vedno začne kot nezaveden proces, zato je učinkovitejše med spanjem kot v budnem stanju. Tega še ni potrdila nobena znanstvena študija.

Vsekakor pa zahtevajo nadaljnji premislek nekatera dela iz Rusije in nekdanje komunistične Vzhodne Evrope, v katerih poskušajo prikazati uspešnost učenja med spanjem. Kulikov (1968) je izvedel raziskavo s pripovedovanjem Tolstojeve zgodbe za otroke osebami, ki so normalno spale.

Ena od dvanajstih se je spomnila besedila, ko se je zbudila. V drugi skupini je najprej s posnetimi stavki, kot so »mirno spite, ne prebudite se«, vzpostavil stik s poskusnimi osebami, ko so spale. Po tem jim je predvajal zgodbo in jih prosil, naj se spomnijo besedila, vendar naj še naprej mirno spijo. Zdi se, da so navodila resnično vplivala na sposobnost teh oseb, da so si zapomnile prebrano besedilo, in sicer tako dobro kot pri tistih, katerim so ga prebrali, ko so bili budni. V Rusiji in vzhodnoevropskih državah so izvedli tudi daljše raziskave, pri katerih so vedno dali navodila pred spanjem (več najdete pri Hoskovec, 1966; Rubin, 1968). Na temelju teh spoznanj so v državah nekdanje Sovjetske zveze intenzivno vpeljevali učenje med spanjem, posebno v petdesetih in šestdesetih letih prejšnjega stoletja. Trdili so, da se jezиков lahko naučijo med spanjem ne le posamezniki, ampak cele vasi, zahvaljujoč nočnim radijskim oddajam (Bootzin, Kihlstrom in Schacter, 1990).

Te raziskave imajo veliko napak, zaradi katerih vzbujajo dvom o resnični učinkovitosti učenja med spanjem. Raziskovalci pogosto govorijo o »občutljivih« osebami, ne da bi natančneje opredelili, kaj pomeni »občutljiv«. Nekateri razlagajo pojem kot »občutljiv na hipnozo«, drugi spet »oseba, ki jo prepriča učinkovitost učenja med spanjem«. Druga pomanjkljivost poskusov je šibak nadzor nad stanjem spanja: morda so bili nekateri rahlo budni? Na splošno vemo, da niso pridobivali informacij med globokim spanjem, prav tako niso nadzirali stanja spanja z elektroencefalogramom (EEG), kot so ga v zahodnih študijah. Poskuse so opravili, takoj ko so osebe zaspale ali v zgodnjih urah, trenutkih, ko je EEG zaznal večinoma alfa valove (Aarons, 1976). Če je bilo tako, osebe med branjem verjetno niso globoko spale, ampak govorimo o »rahlem spancu«, torej so se zavedale. Taki dejavniki nam pomagajo razložiti pozitivne rezultate mnogih zgodnjih vzhodnoevropskih raziskav, vendar zaradi tega ugotovitvam ne verjamemo nič bolj.

Zahodni raziskovalci sicer niso našli nobenih dokazov, ki bi podpirali uspešno učenje med spanjem, so pa prepoznali učinke, kadar so bile osebe v anesteziji (Schacter, 1996). Po navadi menimo, da bolniki takrat spijo in ničesar ne zaznavajo. V šestdesetih letih so izvedli poskus, pri katerem so se kirurgi vedli, kot da gre pri bolnikih v anesteziji za nujne primere. Ko so jih zbudili, so jih spraševali o operaciji in nekateri so bili zelo vznemirjeni. Iz tega so sklepali, da so se morali zagotovo spomniti nečesa od operacije, ko so spali (Levison, 1965). V drugih raziskavah so si bolniki hitreje opomogli od operacije, če so jim med popolno narkozo pripovedovali, da bodo hitro okrevali.

Tudi te študije niso povsem brez napak. Najprej moramo vedeti, da biti v narkozi ni spanje in tako ne moremo delati primerjav. Ko so se bolniki zbudili, se niso mogli natančno spomniti, kaj se je dogajalo z njimi ali kaj so slišali med operacijo. Vznemirjenje in okrevanje nista dovolj občutljivi merili, iz katerih bi lahko ocenili spomin. Narava in učinkovitost anestetika lahko spremeni proces

¹¹ To potrjujejo še druga opažanja, ki zadevajo strokovno znanje in način, kako se odraža v možganskih strukturah.

pomnjenja (Schacter, 1996). Ne nazadnje pa poznejše študije niso uspеле postreči z enakimi rezultati. Bolj se nagibajo k temu, da se ne moremo spomniti dogodkov iz operacije, pa naj bo bolnik pri zavesti ali ne. *Lahko povzamemo, da nobena zahodna študija o učenju med spanjem, pri kateri pri bi strogo nadzirali stanje spanja z EEG-jem, ni prinesla dokazov o učenju* (Bootzin, Kihlstrom in Schacter, 1990; Wood, 1992).

Zato lahko sklepamo, da so mnoge trditve o učenju med spanjem le miti. Čeprav ostaja natančna vloga spanja skrivnost, so novejšje študije pokazale, da igra različno vlogo pri razvoju možganov in njihovem delovanju. Koristno je pri krepitvi nekaterih spretnosti, na primer motoričnem učenju. Pomnjenje posebnih zaporednih udarcev s prsti se na primer izboljša, kadar vaji sledijo obdobja spanja (Kuriyama, Stickgold in Walker, 2004; Walker idr., 2002). Spanje v prvi polovici noči izboljša pomnjenje podatkov, v drugi polovici pa pomaga pri pomnjenju spretnosti (Gais in Born, 2004).

Do zdaj so številne študije pokazale, da spanje spreminja pomnjenje tistega, česar se naučimo, tik preden zaspimo (Gais in Born, 2004). Glede učenja podatkov že dolgo vemo, da si kratke zgodbe in zloge brez pomena najbolje zapomnimo, če se jih učimo malo pred spanjem (Jenkins in Dallenbach, 1924; van Ormer, 1933). Med spanjem se lahko naučimo tudi pogojnih refleksov, to je povezave med dvema dražljajema, pri čemer pogojni dražljaj (PD), kot je na primer zvonjenje, izvajamo hkrati (ali nekoliko pozneje) z nepogojnim dražljajem (ND), na primer električnim impulzom v prst. Nepogojni dražljaj po navadi povzroči močan odziv, na primer umik prsta po električnem dražljaju. Po več poskusih so se osebe naučile povezovati oba dražljaja in se odzvati celo takrat, če so dobile samo PD. Odmaknile so prst ob zvoku zvonca ne glede na to, ali so obenem dobile tudi električni impulz ali ne. Raziskave kažejo, da se pogojnega refleksa lahko naučimo med spanjem in ga vzdržujemo tudi, ko smo budni (Ikeda in Morotoni, 1996; Beh in Barratt, 1965). Druge raziskave pa so pokazale, da se ga lahko naučimo budni in ga vzdržujemo med spanjem (McDonald idr., 1975).

Sklepamo lahko, da nimamo znanstvenih dokazov o učenju med spanjem in da se pri učenju ne moremo zanašati na ponavljanje ne glede na to, ali spimo ali ne. Učenje tujih jezikov, naravoslovja, fizike itd. zahteva zavesten napor. Predvajanje CD-jev med spanjem obljublja boljše učenje, odvajanje od kajenja in hujšanje, vendar za to nimamo nobenih znanstvenih dokazov. Morda pa gre le za motivacijo. Učenje med spanjem ostaja mit in zelo neverjetno bi bilo, če bi bil tak pristop nekoč priporočali kot del šolskih ali univerzitetnih programov.

SKLEP

Možgani so moderna tema. Mediji nenehno na različne načine prikazujejo skrivnosti »črne skrinjice«. Tako

priljubljenost lahko pripišemo delno notranjemu interesu zanje pri mnogih od nas (»Če govorite o mojih možganih, govorite o meni«.), pa tudi bogastvu novih odkritij v nevroznanstvenih raziskavah, ki jih posojajo medijem. Priljubljenost pa prinaša tudi zablode. V zadnjih letih narašča število napačnih razlag o delovanju možganov, ki jih imenujemo »nevromiti«. Imajo nekaj skupnih značilnosti ne glede na siceršnje razlike.

Večina nevromitov, vključno z opisanimi, ima podoben izvor. Skoraj vedno temeljijo na nekaj elementih znanosti, zato jih je težko prepoznati in ovreči. Rezultati, na katerih temeljijo, so ali napačno razumljeni, nepopolni, pretirani oziroma so le sodbe – ali pa gre za vse skupaj. Ta težava je sestavina znanstvenega diskurza in poenostavitev, ki jih prelahko sprejemamo, kadar prevajamo znanost v vsakdanji jezik (in jih mediji še poslabšujejo). Pojav nevromitov je lahko nameren ali nenameren. Nekateri nastajajo naključno, za nekaterimi pa stojijo določeni interesi. Pogosto so poslovno naravnani in zato vse prej kot naključni.

Skoraj vsak od nas je dovzeten zanje, nekatere skupine pa so posebej pomembne. Najprej so tu vsi izobraževalci (starši, učitelji in drugi), ki so na čelu »potrošnikov« izobraževanja in zato odprti za »prodajo« idej. V negotovem svetu izobraževanja so nove ideje dobrodošle zlasti takrat, ko se pojavijo kot idealne rešitve ali »zdravilo za vse bolezni«. Če bi bilo izobraževanje dovolj samozavestno, polresnice, gotove rešitve in miti ne bi mogli tako lahko prodirati. Njegov položaj v začetku 21. stoletja, refleksija in praksa pa so preveč odprti za okužbe s to mrzlico, zato bodo nevromiti živeli še dolgo.

Že več let jih želijo razkrinkati in ovreči v Centru za raziskave v izobraževanju v okviru OECD-ja, vendar so naleteli na številne težave. Nevromiti namreč s svojimi razlagami veljavnih raziskav o možganih netijo nevroskeptike, ki zato oporekajo vsem nevroznanstvenim pristopom v izobraževanju. Enako pa pomirjajo uporabnike nevroznanstvenih dokazov, ki zavračajo mite, zlasti kadar jih napadajo tisti, ki jim prepričanost vanje koristi. Lahko pa razočarajo izobraževalce, ki so pokazali ganljivo naivno vero v obljube nevroznanosti.

Mostov med nevroznanostjo in izobraževanjem je zagotovo premalo. Analiza mitov o delovanju možganov jasno kaže, da potrebujemo večje sodelovanje med obema področjema. Če želimo, da bi vsaka izobraževalna reforma resnično koristila učencem, bi morali upoštevati nevroznanstvene raziskave in študije, a pri tem ohraniti zdravo objektivnost. Tudi raziskave o možganih bi morale vključiti svet izobraževanja in upoštevati svoj širši vpliv. Raziskovalci bi jih morali razložiti razumljivo in jih narediti kar se da dostopne. Samo z izmenjavo med obema področjema in udeleženci (raziskovalci, učitelji, političnimi vodji) bomo lahko izkoristili nastajajoče znanje o učenju in ustvarili izobraževalni sistem, ki je hkrati personaliziran za posameznika in splošno primeren za vse.

LITERATURA

- Aarons, L. (1976). »Sleep-assisted Instruction«, *Psychological Bulletin*, letn. 83, str. 1–40.
- Anderson, J. (1990). *The Adaptive Character of Thought*, Erlbaum, Hillsdale, NJ.
- Baron-Cohen, S. (2003). *The Essential Difference: Men, Women and the Extreme Male Brain*, Allen-Lane, London.
- Beh, H. C., Barratt, P. E. H. (1965). »Discrimination and Conditioning During Sleep as Indicated by the Electroencephalogram«, *Science*, 19. marec, št. 147, str. 1470–1471.
- Bootzin, R. R., Kihlstrom, J. F., Schacter, D. L. (ur.) (1990). *Sleep and Cognition*, American Psychological Association, Washington.
- Bruer, J. T. (2000). *The Myth of the First Three Years, a New Understanding of Early Brain Development and Lifelong Learning*, The Free Press, New York.
- DeGroot, A. (1965). »Thought and Choices in Chess«, Mouton Publishers, The Hague.
- Dehaene, S. (1997). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*, Allen Lane, The Penguin Press, London.
- Diamond, M. C. (2001). »Successful Ageing of the Healthy Brain«, referat, predstavljen na Conference of the American Society on Aging and the National Council on the Aging, 10. marec, New Orleans, LA.
- Gabrieli, J. (2003). »Round Table Interview«, www.brain-aliases.com.
- Gais, S., Born, J. (2004). »Declarative Memory Consolidation: Mechanisms Acting During Human Sleep«, *Learning and Memory*, Nov-Dec, letn. 11, št. 6, str. 679–685.
- Gernsback, H. (2000). *Ralph 124C 41+ : A Romance of the Year 2660*, Bison Books, University of Nebraska Press, Lincoln, NE.
- Gopnik, A., Meltzoff, A., Kuhl, P. (2005). *Comment pensent les bébés ?*, Le Pommier (traduction de Sarah Gurcel).
- Guillot, A. (2005). »La bionique«, *Graines de Sciences*, Vol. 7 (ouvrage collectif), Le Pommier, str. 93–118.
- Haber, R. N., Haber, L. R. (1988). »The Characteristics of Eidetic Imagery«. V: D. Fein, Obler, L. K. (ur.), *The Exceptional Brain*, The Guilford Press, New York, str. 218–241.
- Hoskovec, J. (1966). »Hypnopaedia in the Soviet Union: A Critical Review of Recent Major Experiments«, *International Journal of Clinical and Experimental Hypnosis*, letn. 14, št. 4, str. 308–315.
- Huxley, A. (1998). *Brave New World* (ponatis), Perennial Classics, HarperCollins, New York.
- Ikeda, K., Morotomi, T. (1996). »Classical Conditioning during Human NREM Sleep and Response Transfer to Wakefulness«, *Sleep*, letn. 19, št. 1, str. 72–74.
- Jenkins, J. G., Dallenbach, K. M. (1924). »Obliviscence during Sleep and Waking«, *American Journal of Psychology*, št. 35, str. 605–612.
- Kim, K. H. idr. (1997). »Distinct Cortical Areas Associated with Native and Second Languages«, *Nature*, letn. 388, št. 6638, str. 171–174.
- Kosslyn, S. M. (1980). *Mental Imagery*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Kulikov, V. N. (1968). »The Question of Hypnopaedia«. V: F. Rubin (ur.), *Current Research in Hypnopaedia*, Elsevier, New York, str. 132–144.
- Kuriyama, K., Stickgold, R., Walker, M. P. (2004). »Sleep-Dependent Learning and Motor-Skill Complexity«, *Learning and Memory*, letn. 11, št. 6, str. 705–713.
- Leask, J., Haber, R. N., Haber, R. B. (1969). »Eidetic Imagery in Children: Longitudinal and Experimental Results«, *Psychonomic Monograph Supplements*, letn. 3, št. 3, str. 25–48.
- Levinson, B. W. (1965). »States of Awareness during General Anaesthesia: Preliminary Communication«, *British Journal of Anaesthesia*, letn. 37, št. 7, str. 544–546.
- Lorenz, K. (1970). *Studies in Animal and Human Behaviour*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- McDonald, D. G. idr. (1975). »Studies of Information Processing in Sleep«, *Psychophysiology*, letn. 12, št. 6, str. 624–629.
- Neville, H. J. (2000). »Brain Mechanisms of First and Second Language Acquisition«, predstavitev na *The Brain Mechanisms and Early Learning First High Level Forum*, 17. junij Sackler Institute, New York City, USA.
- Neville, H. J., Bruer, J. T. (2001). »Language Processing: How Experience Affects Brain Organisation«. V: Bailey, D. B. idr. (ur.), *Critical Thinking About Critical Periods*, Paul H. Brookes Publishing Co., Baltimore, str. 151–172.
- Novak, J. D. (2003). »The Promise of New Ideas and New Technology for Improving Teaching and Learning«, *Cell Biology Education*, letn. 2, poletje, American Society for Cell Biology, Bethesda, MD, str. 122–132.
- OECD (2002). »Learning Seen from a Neuroscientific Approach«, *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*, OECD, Paris, str. 69–77.
- OECD (2004). *Learning for Tomorrow's World – First Results from PISA 2003*, OECD, Paris, str. 95–99, www.pisa.oecd.org.
- van Ormer, E. B. (1933). »Sleep and Retention«, *Psychological Bulletin*, letn. 30, str. 415–439.
- Ornstein, R. (1972). *The Psychology of Consciousness*, Viking, New York.
- Rubin, R. (1998). *Current Research in Hypnopaedia*, MacDonald, London.

Schacter, D. L. (1996). *Searching for Memory: The Brain, the Mind and the Past*, Basic Books, New York.

Scientific American (2004). »Do We Really Only Use 10 Per Cent of Our Brains?«, *Scientific American*, June.

Sperry, R. W., Gazzaniga, M. S., Bogen, J. E. (1969). »Interhemispheric Relationships: The Neocortical Commissures; Syndromes of Hemisphere Disconnection«. V: Vincken, P. J., Bruyn, G. W. (ur.), *Handbook of Clinical*

Neurology, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

Walker, M. P. idr. (2002), »Practice with Sleep Makes Perfect: Sleep-Dependent Motor Skill Learning«. *Neuron*, letn. 35, št. 1, str. 205–211.

Wood, J. idr. (1992), »Implicit and Explicit Memory for Verbal Information Presented during Sleep«, *Psychological Science*, letn. 3, str. 236–239.

Prevod prispevka:

OECD (2007). *Dispelling »Neuromyths«. V: Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264029132-9-en>

Prevedla dr. Justina Erčulj.

Kakovost prevoda in njegova usklajenost z izvirnim besedilom dela sta izključna odgovornost avtorice prevoda. Če bi prišlo do protislovja med izvirnikom in prevodom, ima prednost besedilo izvirnika.

Delni prevod OECD-jeve publikacije, ki je bila prvič izdana v angleščini in francoščini z naslovoma:

Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science

Comprendre le cerveau: Naissance d'une science de l'apprentissage

© 2007 OECD

Vse pravice pridržane.

© 2013 Zavod Republike Slovenije za šolstvo za slovensko izdajo