



# Základy kognitívnej neurovedy

Silvia Gáliková

Edícia kognitívne štúdia

fftu



## Základy kognitívnej neurovedy



Silvia Gáliková  
Edícia kognitívne štúdia  
fftu

## Recenzenti

Doc. Ing. Igor Farkaš, PhD.  
PhDr. Ing. Marek Dobeš, PhD.

## Edičná rada

Doc. Andrej Démuth, Trnavská univerzita  
Prof. Josef Dolista, Trnavská univerzita  
Prof. Silvia Gáliková, Trnavská univerzita  
Prof. Peter Gärdenfors, Lunds Universitet  
Dr. Richard Gray, Cardiff University  
Doc. Marek Petruž, Univerzita Palackého, Olomouc  
Dr. Adrián Slavkovský, Trnavská univerzita

## Obsah

	<b>Úvod</b> .....	7
<b>I</b>	<b>Historické korene kognitívnej neurovedy</b> .....	9
<b>II</b>	<b>Stavebné kamene mysle</b> .....	15
<b>III</b>	<b>Funkčná anatómia mozgu</b> .....	22
<b>IV</b>	<b>Vlastnosti nervovej sústavy</b> .....	28
<b>V</b>	<b>Metódy kognitívnej neurovedy</b> .....	35
<b>VI</b>	<b>Dominancia a špecializácia hemisfér</b> .....	41
<b>VII</b>	<b>Neurónové koreláty mentálnych stavov</b> .....	48
<b>VIII</b>	<b>Poškodenie funkcií nervového systému</b> .....	55
<b>IX</b>	<b>Úsudky, rozhodnutia a zdôvodnenia</b> .....	62
<b>X</b>	<b>Manipulácia mysle myslou</b> .....	68
	 Zoznam použitej literatúry .....	 75

Vydanie tejto vysokoškolskej učebnice vzniklo v rámci riešenia projektu *Inovatívne formy vzdelávania v transformujúcom sa univerzitnom vzdelávaní* (ITMS kód projektu 26110230028) – Príprava študijného programu *Kognitívne štúdiá*, ktorý podporila Európska únia prostredníctvom Európskeho sociálneho fondu a MŠVV SR v rámci Operačného programu vzdelávanie. Text vznikol v Centre kognitívnych štúdií na Katedre filozofie Filozofickej fakulty v Trnave.

fftu

© Silvia Gáliková, 2013  
© Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2013  
ISBN 978-80-8082-632-1

## Úvod

Kognitívna neuroveda je síce pomerne mladá, ale intenzívne sa rozvíjajúca disciplína, ktorej cieľom je vyriešiť otázku ako mozog umožňuje myslenie, spomienky, porozumenie druhým ľuďom, vnímanie, prežívanie atď. Otázka vzťahu mysle a tela (mozgu), ktorá predstavovala po stáročia „večný“ filozofický problém sa aj vďaka kognitívnej neurovede rieši metódami empirickej a experimentálnej vedy.

Ako vyplýva z názvu, súčasťou úsilia predstaviteľov kognitívnej neurovedy je skúmanie a vysvetľovanie kognície, resp. kognitívnych stavov človeka. Pojem kognitívne stavy budem v predkladanom učebnom texte používať v širokom význame, t.j. ako pojem zastrešujúci to, čo v bežnom živote a jazyku nazývame myšlienkami, pocitmi, predstavami, emóciami atď. Cieľom jednotlivých kapitol je oboznámiť študentov so základnými historickými a teoretickými východiskami kognitívnej neurovedy ako aj s najnovšími metódami skúmania stavov mysle.

Význam kognitívnoneurovedného prístupu spočíva v odhalovaní neurálnych mechanizmov sprevádzajúcich kognitívne stavy, čo zároveň prispieva k porozumeniu ich povahy a funkcií. Rozšírenie používania neinvazívnych neurozobrazovacích techník zohráva nesmierny význam pri štúdiu vyšších kognitívnych funkcií, ako napríklad cielené správanie, rozhodovanie, emócie a vedomie. V texte venujem pozornosť len vybraným problémom a koncepciám nakoľko oblasť kognitívnej neurovedy je nielen rozsiahla vo vzťahu k množstvu nových poznatkov a metód, ale aj prístupov

vyžadujúcich znalosti viacerých vedných odborov. Učebný text je určený predovšetkým študentom magisterského štúdia odboru *Kognitívne štúdiá*, vzhľadom na komplexnosť problematiky súvisiacej s vysvetľovaním povahy mentálnych stavov však môže byť inšpiratívny aj pre ďalšie odbory a disciplíny. Napriek úvodného charakteru textu verím, že študentom poslúži ako odrazový mostík pre hlbšie štúdium neurónovej aktivity mozgu – základného kameňa ľudskej mysle.

Bratislava, máj 2012

S.G.

## I. Historické korene kognitívnej neurovedy

Kľúčové slová: *kognícia, reprezentácia, spracovanie informácií, myslenie, poznanie*

Kognitívna neuroveda, ako badať z názvu, vznikla prepojením cieľov a metód skúmania kognitívnej vedy a neurovedy. Obe disciplíny zahŕňajú bohatú paletu rozmanitých vedných prístupov a teórií. Historické korene vzniku kognitívnej neurovedy sa na jednej strane spájajú s neurológiou, neuroanatómiou, neurofyziológiou, neurochémiou, t.j. so špeciálnymi oblasťami neurovedy skúmajúcimi mechanizmy, funkcie a patológiu nervovej sústavy. Na druhej strane sa stala inšpiratívnou formujúca sa kognitívna veda, ktorej základný problém skúmania predstavovala *kognícia* (z lat. *cognitio*, poznanie).

Na riešení špecifických aspektov problému povahy kognitívnych stavov mysle v rámci kognitívnej vedy participovala filozofia, psychológia, neuroveda, počítačové vedy, lingvistika a antropológia. Cieľ jednotlivých disciplín spočíval od počiatku v objasnení povahy a fungovania poznávania, vnímania, pamäti, myslenia atď. Hľadali a hľadajú sa odpovede na otázky: Aká je povaha mysle? Ako získava systém (organizmus) informácie? Ako ich spracúva a vyhodnocuje? Ako si pamätáme? Ako riešime problémy?

Od počiatku konštituovania kognitívnej vedy ako *interdisciplinárneho* skúmania kognície v polovici 20. storočia prebiehali diskusie o predmete tejto novovznikajúcej disciplíny. Terminologické a metodologické nejasnosti sa premietli do tzv. širokého

a úzkeho vymedzenia predmetu kognitívnej vedy. V prvom prípade ide o charakteristiky, ako napríklad: „Kognitívna veda je súčasná, empiricky podložená snaha zodpovedať pretrvávajúce epistemologické otázky, obzvlášť tie, ktoré sa zaoberajú povahou poznania, jeho prvkami, zdrojmi, vývinom a využitím“ (Gardner, 1985, 6). „Kognitívna veda je vedeckým skúmaním kognície prebiehajúcim v súlade s metodológiami nasledujúcich šiestich disciplín: filozofie, psychológie, lingvistiky, výpočtovej vedy, neurovedy a antropológie“ (Harnish, 2002, 3).

Úzke vymedzenie predmetu kognitívnej vedy možno ilustrovať nasledovne: „Kognitívni vedci sa pokúšajú porozumieť procesom a reprezentáciám, ktoré sú základom inteligentnej aktivity vo svete“ (Green, 1996, 1). „Myslenie možno najlepšie vysvetliť v termínoch reprezentačnej štruktúry mysle a výpočtových procedúr, ktoré pracujú s týmito štruktúrami“ (Thagard, 2001, 25).

Oba typy definícií zdôrazňovali *reprezentačnú* schopnosť kognitívnych stavov a za kľúčovú pre pochopenie povahy a funkcie mysle pokladali analógiu s digitálnym počítačom. Nasledovalo takpovediac všeobšiahle chápanie predmetu kognitívnej vedy, ktoré sa usilovalo obsiahnuť tak široké ako aj úzke poňatie: „Kognitívna veda je interdisciplinárne skúmanie, vedecké štúdium mysle opierajúce sa o poznatky a metódy takých disciplín ako výpočtová veda, lingvistika, neuroveda, psychológia, kognitívna neuropsychológia a filozofia.

Cieľom kognitívnej vedy sa stalo skúmanie a porozumenie základným mechanizmom fungovania mysle na základe štúdia procesov, ktoré pracujú s reprezentáciami. Mysel ako základ inteligentného správania vo svete sa vysvetľuje prostredníctvom výpočtových operácií a informačných procesov.

Teoretickým východiskom sa stalo nasledovné: a) predmetom štúdia kognitívnej vedy je myseľ, inteligencia, kognícia alebo myslenie; b) povaha skúmania je interdisciplinárna; c) skúmanie mysle, kognície sa charakterizuje v pojmoch výpočtových operácií a reprezentácií. Interdisciplinárna povaha kognitívnej vedy

už od počiatku formovala základné podoby a prístupy skúmania kognície. Jedným zo základných problémov interdisciplinárneho výskumu kognitívnych stavov mysle bolo vyčlenenie spoločného *explananda*, t.j. predmetu skúmania, ktorý sa ocitá na priesečníku spomínaných vedeckých disciplín. Prívlastok *revolučná* si kognitívna veda vyslúžila predovšetkým za smelý pokus o *vedecké* uchopenie toho, čo z bežnej skúsenosti poznáme ako myšlienky, predstavy, pocity či pamäť. Vedeckosť charakterizujú v kognitívnovednom skúmaní, podobne ako v iných vedeckých disciplínach dve základné črty, a to objektívnosť a testovateľnosť.

Podľa predstaviteľov kognitívnej vedy, *povahu* stavov nášho vnútorného sveta sa vedcom ani teoretikom nepodarilo doposiaľ objasniť. Jeden z fundamentálnych dôvodov spočíval v absencii primeraných experimentálnych a teoretických metód výskumu mechanizmov a funkcií mysle. Základnou inšpiráciou vzniku kognitívnej vedy a kognitívnovedného prístupu sa stali najnovšie poznatky v oblasti kybernetiky, počítačovej vedy a neurovedy.

V roku 1948 sa v Kalifornii uskutočnilo prvé tzv. *Hixonské sympózium*, ktoré podľa viacerých autorov predznamenovalo „*kognitívnu revolúciu*“ a zrod novej vednej disciplíny – kognitívnej vedy. Kognitívna veda vznikala postupne a prechádzala vo svojom vývine viacerými etapami, Bechtel a Graham (1999) uvádzajú rok 1956 ako možný rok jej zrodu. Na stretnutí, ktoré sa v tomto roku konalo v Massachusettskom technologickom inštitúte (MIT) predniesol Chomsky príspevok k teórii jazyka, Miller o úlohe magického čísla sedem v krátkodobej pamäti a Newell spolu so Simonom príspevok o vlastnom počítačovom modeli s názvom General Problem Solver. V oblasti umelej inteligencie sa v tom istom roku konala konferencia v Dartmouth, na ktorej sa zúčastnili McCarthy, Minsky, Newell a Simon.

Nemenej zásadnú rolu pri konštituovaní kognitívnej vedy zohrala *umelá inteligencia* a vznik digitálneho počítača. K jedným z najvýznamnejších predstaviteľov a popularizátorov kognitívnej vedy sa radí lingvista Noam Chomsky. Osobitý prínos Chomského

spočíval v kritike skinnerovského behaviorizmu a v rozpracovaní základných princípov tzv. univerzálnej gramatiky. Roky 1960-1985 sa charakterizujú ako *doba zrenia* kognitívnej vedy. Inštitucionalizácia (Harvard, UCSD) tejto profilujúcej sa disciplíny a zaradenie do vysokoškolských učebných osnov prebiehala pozvoľne. V tomto období sa do popredia dostal výskum v oblasti umelej inteligencie, lingvistiky a psychológie, pričom neuroveda spolu s umelými neurónovými sieťami zostali v úzadí.

V prvej etape vývinu kognitívnej vedy preto prevažoval špecifický kognitivistický model mysle vychádzajúci z metafory počítača. Po prekonaní krízy *identity* kognitívnej vedy v rokoch 1985-1999 nastalo obdobie rozmachu pretrvávajúce až dodnes. K tradičným disciplinám sa pripojili skúmania v kognitívnej antropológii, lingvistike, histórii, sociálnej vede atď. V počiatočných etapách konštituovania kognitívnej vedy vedci abstrahovali od bežnej predstavy, t.j. pripisovania psychiky živému organizmu.

Napriek zjavnej neintuitívnosti, tento metodologický postup sa osvedčil a priniesol nové poznatky pri vysvetľovaní vzniku, fungovania a vlastností stavov mysle. Zdôraznenie neutrálnosti vo vzťahu k nositeľovi stavov mysle úzko súviselo s ohraňovaniami tzv. bezprostredného alebo priameho prístupu nositeľa mysle – človeka – k obsahu a fungovaniu vlastných kognitívnych stavov. Jednu z najstarších metód skúmania myšlienok, pocitov, predstav a želaní predstavovalo „vnútorné pozorovanie“ alebo „vnútorné vnímanie“, nazývané aj *introspekcia* (*spicere* – pozerať, *intra* – do vnútra, *zvnútra*). Introspektívne poznanie tvorilo podľa viacerých filozofov a psychológov základnú metódu, spôsob „oboznamovania sa“ s vlastnou skúsenosťou, s myšlienkami, želaniami, vierami, predstavami a pocitmi.

Schopnosť vnútorného pohľadu nás privádza k uvažovaniu a prisudzovaniu jednotlivých stavov mysle druhým. Z podobnosti v používaní jazyka, správania druhých gestikulácie, intonácie hlasu), vyvodzujeme prítomnosť toho, čo sami prežívame v podobe subjektívnej skúsenosti. Naša vlastná životná skúsenosť

nám umožňuje prežívať stavy empatie a porozumenia druhým. Zo skúsenosti takisto vieme, že introspekcia má svoje hranice, že pomocou nej nie sme schopní odhaliť povahu, štruktúru, mechanizmy, princípy a príčiny fungovania mnohých javov (napr. Slnka, choroby, ekonomickej krízy). Výnimkou nie je ani myseľ a vedomá skúsenosť. Poznať povahu mysle ako javu v jeho celostnosti totiž predpokladá poznať procesy a mechanizmy (neurónové, psychologické, socio-kultúrne), ktoré presahujú našu schopnosť vnútorného pohľadu.

O obmedzenosti introspektívnych výpovedí svedčí, napríklad, implicitné učenie a pamäť. V súvislosti s týmito kognitívnymi stavmi jedinec buď nie je schopný naučené obsahy verbalizovať alebo uvedomovať si vybavené spomienky. Nič však nebráni pokladať introspekciu v neproblematickom zmysle slova za *priamu* metódu poznávania ľudskej mysle.

Problém nastáva vtedy, ak teoretici, predovšetkým filozofi *ontologizujú* tento spôsob poznávania v dôsledku čoho tzv. dáta prvej osoby vytvárajú nereduktívnu svojbytnú realitu. Akoby epistemologicky poňatá priamosť implikovala „preniknutie do povahy javu samého“. Tento predpoklad prameniáci z nadhodnotenia jedného aspektu poznávacích schopností ľudskej mysle sa neraz preukázal ako mylný. Navyše, schopnosť prežívať stavy mysle a uvedomovať si kvalitatívny obsah ich nepremieňa na akési tajomné „mentálne entity“. Jedinečnosť, niekedy označovaná aj ako privátnosť individuálnej subjektívnej skúsenosti, je nepopierateľná. Spájať ju však s neomylnosťou alebo nespochybniteľnosťou sa ukázalo ako nepodstatnené. Predmetom vedeckého skúmania sa stala vďaka tomu, že je súčasťou *podobnej* biologickej štruktúry, organizácie a správania ľudí. Skúmanie jednotlivých stavov ľudskej mysle bude preto predstavovať štúdium *vzájomných* štrukturálnych a funkcionálnych podobností.

Na základe nich sme schopní dennodenne usudzovať o stavoch druhých, porovnávať ich medzi sebou navzájom, predpovedať, ako v istej situácii zareagujú, ako sa budú správať. Priekopníci

kognitívovedného skúmania obohatili staronové úsilie odhaliť tajomstvo vnútorného života celým radom inovatívnych *metód* a stratégií skúmania. O vlastnostiach kognitívnych stavov a procesov sa dozvedáme pomocou takých metód, ako je pozorovanie správania jedincov v kontrolovaných laboratórnych podmienkach alebo v prirodzenom prostredí, postupmi umelej inteligencie, výskumom poškodení a patológií, určením kognitívnej etológie, etnometodológiou, funkcionálnou a štrukturálnou analýzou, neurotechnologiami, analýzou protokolov atď. Koncom 70. rokov 20. storočia sa konštituuje nová disciplína – *kognitívna neuroveda*.

Pri uvažovaní o povahe stavov mysle sa odsúva metafora počítača a do popredia sa dostáva výskum spletitých vzťahov medzi štruktúrou a funkciami ľudského mozgu. Predstavitelia novovznikajúcej disciplíny (Marr, Kosslyn, Gazzaniga) odhaľujú organizáciu neokortexu a vytvárajú nové modely o vzájomnej interakcii neurónov mozgu. Najmarkantnejší prínos do skúmania povahy normálnych a patologických stavov mozgu priniesli zobrazovacie technológie aktivity mozgu. Po prvýkrát v histórii bolo možné pozorovať a experimentovať s prebiehajúcimi kognitívnymi stavmi *in vivo*. Reprezentatívnymi experimentmi, najnovšími poznatkami o fungovaní neurónovej aktivity ako aj o význame štúdia poškodení ľudskej mysle sa budeme zaoberať v nasledujúcom texte.

## Odporúčaná literatúra

- Bechtel, W., Graham, G.: *A Companion to Cognitive Science*. Oxford: Blackwell, 1999.
- Gardner, H.: *The Mind's New Science: A History of the Cognitive Revolution*. New York: Basic Books, 1985.
- Green, D. W.: *Cognitive Science: An Introduction*. Malden, MA: Blackwell, 1996.
- Harnish, M. R.: *Minds, Brains, Computers: An Historical Introduction to the Foundations of Cognitive Science*. Oxford: Blackwell, 2002.
- Thagard, P.: *Úvod do kognitívnej vedy*. Praha: Portál, 2001.

## II

## II. Stavebné kamene mysle

Kľúčové slová: *neurón, synapsia, neurotransmitter, akčný potenciál, dopamín*

Priblížiť neurokognitívne skúmanie povahy mysle predpokladá charakterizovať predmet a postupy neurovedeckých disciplín. Základ neurovied spočíva v skúmaní povahy nervovej sústavy vzhľadom na viaceré úrovne fungovania a poškodenia neurónovej aktivity. V predkladanom texte nadviažem na revolučný poznatok chemika Lavoisiera a matematika Laplacea, ktorí v roku 1780 iniciovali myšlienku o podobnosti chemických procesov prebiehajúcich v živých organizmoch a neživých systémoch. Vedci zistili, že dýchanie, príjem kyslíka a vylučovanie kysličníka uhličitého, sú výsledkom spaľovania prebiehajúcim v tele.

Objavom enzýmov Louis Pasteur (1822-1895) demonštroval pôvod kvasenie, ako výsledku aktivity rôznych mikroorganizmov na rozdiel od predošlého názoru o výlučne chemickej povahe tohto procesu. Možnosť syntetizovať organické substancie mimo živých organizmov a vytvoriť sekvencie reakcií vyskytujúcich sa v živých organizmoch v testovacej trubici natrvalo vyvrátila ideu o potrebe *vitálnej sily* pri vysvetľovaní živého.

Prirodzený vznik života, živých organizmov tvorí jadro hypotézy o generovaní sebareplikujúcich molekulárnych štruktúr pred tromi až štyrmi miliardami rokov. Komplexné molekuly boli schopné katalyzovať následnosť reakcií vedúcich ku kopírovaniu seba samých. Výhodu mali molekuly schopné okrem vlastnej replikácie



vytvoriť štruktúry, ktoré ich ochraňovali pred vonkajšími predátormi. Exemplárnym príkladom tejto schopnosti je *bunka*, základná štruktúrna a funkcionálna jednotka všetkých živých organizmov. Jej vnútorné štruktúry ochraňuje membrána a komplexné metabolické dráhy, ktoré vpúšťajú vonkajšie látky do jej vnútra. V centre tohto systému sídli molekula DNA. Chemické zloženie bunky riadia v celej ríši organizmov jednotné princípy. Dejiny výskumu bunky siahajú do 17. storočia, keď anglický fyzik Hook (1635-1703) pozoroval pod mikroskopom bublinky, ktoré nazval bunky (z angl. *cells*). Význam tohto objavu však zostal dlho nedocenený.

Až koncom 19. storočia Schleiden a Schwann sformulovali prvú bunkovú teóriu, ktorej jadro tvorí predpoklad o viazanosti života na bunkovú formu organizácie. Všetky rastliny a živočíchy sa skladajú z jednej alebo viacerých buniek s rovnakou základnou štruktúrou a základnými vlastnosťami (výmena látok a energie, schopnosť rozmnožovania, dedičnosť a vývoj, dráždivosť, účelnosť a schopnosť prispôbovať sa). Výhodou viacbunkových organizmov oproti jednobunkovým je väčšia špecializácia buniek (zabezpečujúca napríklad zdokonalenie trávenia alebo zvýšenú citlivosť na prítomnosť predátora), čo nieslo so sebou väčšiu šancu na prežitie. Z komplexu viacerých buniek vzniká nervová sústava, ktorú tvoria rozmanité typy buniek. Nás budú predovšetkým zaujímať nervové bunky – *neuróny*, ktoré sú na rozdiel od buniek svalov veľmi malé (v 1 mm<sup>3</sup> kortikálneho tkaniva je ich 10<sup>5</sup>). O zrod slova *neurón* (z gréč. *spojiť*) sa zaslúžil nositeľ Nobelovej ceny za prínos v neuroanatómii Ramón y Cajal (1852-1934) a zároveň doložil existenciu nervových buniek ako nezávislých samostatných jednotiek.

Jedným z prvých anatómov, ktorý nakreslil neuróny mozgu, bol český experimentálny fyziológ J. E. Purkyně (1787-1869). Pre opis pohybu v bunke použil mikrotóm (nástroj na rezanie tenkého biologického materiálu) a zaviedol pojem protoplazma. Na jeho počesť sa pomenovali bunky pre špecifickú oblasť cerebela *Purkyněho bunky*. Detailnú štruktúru neurónov sa podarilo uvidieť až v 19. storočí, potom, ako ich taliansky neurofyziológ C. Golgi (1843-1926)

vložil do roztoku dusičnanu strieborného. Z hľadiska mikroskopickej štruktúry tvoria ľudský mozog okrem dlhých vláknitých *neurónov* pevné *neuroglie* (z gréč. *lepidlo*). Všetky nervové bunky sú prítomné už pri pôrode a predpokladalo sa, že neurón, ktorý odumrie počas života, iný neurón nenahradí.

V súčasnosti výskum preukázal schopnosť vzniku nových neurónov aj v dospelom mozgu. Navyše, ani strata neurónov nemusí nutne viesť k pozorovateľnej strate funkčnosti vzhľadom na schopnosť jestvujúcich neurónov vytvárať medzi sebou nové spojenia, okruhy a siete. Mozog tak zostáva principiálne adaptabilný po celý život. Funkcionálne sa rozlišujú zmyslové neuróny (prebieha v nich transdukcia, t.j. premena mechanickej, svetelnej, tepelnej energie na nervové impulzy), motorické neuróny (končiacie vo svaloch, kde produkujú kontrakciu) a interneuróny, ktoré vedú informácie do rôznych oblastí mozgu. Neurón vytvára *telo* (soma) guľatého, oválneho, trojuholníkového alebo vretenovitého tvaru, ktoré meria v priemere asi 40 mikrometrov (tisícin milimetra). Z tela neurónu vybiehajú rozvetvené výbežky – *dendrity*, často pripodobnené ku konárom a vetvám stromu. Podľa rozsahu vetvenia dendritov sa v mozgu rozoznáva asi 50 základných tvarov neurónov. Okrem dendritov majú neuróny ďalšie výbežky vychádzajúce z tela neurónu – *axóny*. Zatiaľ čo telo neurónu má priemer asi od 5 do 120 mikrometrov, dĺžka axónu môže byť až vyše metra. Úlohou tela neurónu je udržiavať neurón nažive a zabezpečovať potrebné chemické látky. Dendrity slúžia na prijímanie elektrických signálov, ktoré sa pomocou axónov prenášajú smerom k cieľovému neurónu.

Významnou konceptuálnou pomôckou na pochopenie toho, ako fungujú neuróny sa stali objavy na poli elektriny, ktorá sa až do 18. storočia javila záhadnou. K zodpovedaniu neľahkej otázky o tom, ako neuróny navzájom komunikujú, prispel významný neurofyziológ Sherrington (1857-1952). Objav elektrónového mikroskopu v 50. rokoch 19. storočia mu umožnil pozorovať štrbiny medzi neurónmi, ktoré nazval *synapsie* (z gréč. *kontakt*). Ukázalo sa, že špecifickosť buniek mozgu spočíva v ich vzájomnej schopnosti spôsobovať

mikrozmeny v elektrických stavoch. V mozgu vzniká elektrický prúd (tok elektrického náboja) pri pohybe iónov: sodíka, draslíka, chlóru alebo vápnika. Vnútri neurónu sa nachádza draslík a mimo neho sodík, vápnik a chlór. Každý neurón je obalený bunkovou *membránou*, ktorá bráni prenikaniu iónov dovnútra a von z neurónu. Ióny sa nepohybujú, hromadia sa v neuróne a mimo neho. Aby v bunke vznikol elektrický signál, musí ním pretekať elektrický prúd. Iónom umožnia pohyb *kanály* zložené z bielkovinových molekúl, ktoré sa stávajú priechodom iónov zvnútra bunky smerom von. V kludovom stave prechádzajú cez membránu molekuly rozpustné v tukoch a slabo polarizované molekuly (voda, urea). Stále otvorené iónové kanály pre kationy majú do vnútra kanálu orientované aminokyseliny s negatívnym nábojom a naopak. Hlavný význam spomedzi nich majú  $\text{Na}^+$  a  $\text{K}^+$  kanály. Dochádza k hromadeniu iónov na jednej strane membrány a k zmene potenciálového rozdielu medzi vonkajšou a vnútornou stranou. Medzi vnútrajškom a vonkajškom bunky vzniká *nerovnováha*, pretože sodíkovo-draslíkové pumpy vynášajú z bunky tri ióny sodíka a dovnútra prináša dva ióny draslíka. Keďže z bunky vychádza o jeden ión viac ako do nej vchádza, vonkajšie okolie sa stáva elektricky kladným a vnútro bunky elektricky záporným. Tento membránový potenciál označený ako *kludový potenciál* zodpovedá za schopnosť neurónu vyselať vzruchy. Skutočný *prenos* nervového signálu spôsobuje malý úbytok napätia (okolo -90 mV) medzi vonkajškom a vnútrajškom a vyvoláva uzavretie alebo otvorenie kanálov pre sodík a draslík. Elektrické prejavy neurónu sa zaznamenávajú vo forme krivky, potenciálové zmeny prebiehajú v čase asi 1 ms (tisíciny sekundy) a označujú sa ako *akčný potenciál*. Frekvencia akčných potenciálov odzrkadľuje intenzitu činnosti neurónu (väčšinou sa frekvencia pohybuje medzi 30 až 100 Hz). Akčný potenciál sa k cieľovému neurónu dostáva pomocou axónu, pričom rýchlosť vedenia signálov nervom dosahuje až 354 km za hodinu (98 m/s). Dialóg medzi jednotlivými neurónmi, ale aj medzi dendritmi a axónmi zabezpečujú už spomínané synapsie (na jednom neuróne je ich až desiatitisíc).

Synapsie môžu byť elektrické a chemické, elektrická synapsia je najrýchlejšia, prenos vzruchu sa deje bez otvorenia iónových kanálov. Najtypickejšia pre prenos vzruchu je chemická synapsia, ktorú tvorí membrána presynaptického terminálu, synaptická štrbina a postsynaptická membrána. Prekonanie synaptickej štrbiny predpokladá preniešť elektrický signál *čímisi* na druhý breh, k druhému neurónu. To sa deje pomocou chemických látok – *neurotransmitterov*, ktoré sa uvoľňujú z nervu pri elektrickom dráždení. Ako? V koncovej časti axónu sa nachádzajú mechúriky (vezikuly), ktoré obsahujú neurotransmitter. Akčný potenciál prechodne zmení potenciál presynaptického terminálu a z časti mechúrikov sa neurotransmitter uvoľní do synapsy. Množstvo uvoľneného neurotransmitera závisí priamo úmerne od množstva elektrických signálov. Takto sa pôvodne elektrický signál *premení* na chemický signál. Ten sa však *vzápätí* musí opäť premeniť na elektrický signál. Každá molekula neurotransmitera sa dostáva do kontaktu s novým neurónom, a to tak, že na vonkajšej strane membrány tohto neurónu sa nachádzajú bielkovinové molekuly, receptory iónových kanálov postsynaptickej membrány prispôbené štruktúre špecifických chemických látok. Vytvorí sa nová látka, otvárajú sa iónové kanály, prechodne sa zmení potenciálový rozdiel medzi vnútrajškom a vonkajškom bunky a proces sa uzatvára, sled chemických a elektrických dejov sa opakuje. Cieľová bunka sama vysela signál, ktorý sa stáva jedným z tisícov signálov narážajúcich na ďalšiu cieľovú bunku. Proces synaptického prenosu trvá niekoľko milisekúnd a vzhľadom na fakt, že neuróny nie sú vzájomne vodivo spojené, dochádza k veľkej spotrebe energie. V prípade, ak mediátor ovplyvní reakciu bunky na iný prichádzajúci signál napriek tomu, že signál neprenesie, ide o *neuromoduláciu*. Neuromodulácia je procesom ovplyvňovania odpovede neurónu na relatívne krátky čas od sekúnd až k hodinám bez permanentnej zmeny odpovede neurónu. V rámci tohto procesu sa reguluje citlivosť cieľovej bunky, navyše sa predpokladá existencia modulácie modulátorov a sebaregulujúcich mechanizmov neurónov. Mediátorov – neurotransmitterov

je viacero druhov s rozličnými účinkami rôznej intenzity a v rozličnom čase, ako napríklad: serotonín, noradrenalín, dopamín, GABA (kyselina gamaaminomaslová), glutamát.

Spolu tvoria kľúčové prvky všetkých chemických procesov mikrobiologickej činnosti mozgu spôsobujúcich v mozgu obrovskú rozmanitosť reakcií. Poruchy neurotransmitterov sú základom symptómov mnohých psychických ochorení. *Serotonín* patrí podobne ako dopamín a noradrenalín medzi tzv. monoamíny. Hrá dôležitú úlohu pri regulácii nálady, nízke hladiny serotonínu sa spájajú s depresívnymi stavmi. Špecifické antidepresíva, tzv. inhibítory spätného vychytávania serotonínu, zvyšujú jeho hladinu v mozgu tak, že zamedzia neurónom, aby ho vychytávali. Serotonín zohráva tiež významnú úlohu pri regulácii spánku a chuti do jedla. Využíva sa pri liečbe poruchy príjmu potravy – bulímie. Účinky serotonínu napodobňuje napríklad LSD (dietfylamid kyseliny lysergovej) nadmernou stimuláciou buniek mozgu, čím vyvoláva zmeny nálady a môže viesť k extatickým stavom. Hlavné podtypy receptorov serotonínu ovládajú migrénové bolesti až depresiu. Uvoľnenie *dopamínu* v špecifických oblastiach mozgu navodzuje intenzívne príjemné pocity. Príliš veľká koncentrácia dopamínu môže viesť ku schizofrénii a nedostatočné množstvo k rozšíreniu Parkinsonovej choroby.

Previazanosť jednotlivých zložiek vzťahu myseľ-mozog-správanie ilustruje aj nikotín pôsobiaci na receptor pôvodne určený pre acetylcholín. Nikotín „napodobňuje“ jeho účinky, pričom receptor stimuluje silnejšie než acetylcholín. Opakované dráždenie receptorov má dlhodobý účinok na mozog, receptory sa stávajú menej citlivé, „zvyknú“ si na vyššie hladiny látky a vzniká potreba nadmerného dráždenia, ktoré poskytuje droga. Vytvára sa základ toxikománie – smrteľného nebezpečenstva pre ľudský organizmus a myseľ.

## Odporúčaná literatúra

- Myslivoček, J. a kol.: *Základy neurovied*. Praha: Triton, 2009.  
Petrů, M.: *Fyziologie mysli – Úvod do kognitivní vědy*. Olomouc: Triton, 2008.  
Rybár, J., Beňušková, L., Kvasnička, V.: *Kognitívne vedy*. Bratislava: Kalligram, 2002.  
Sternberg, R.: *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002.

### III. Funkčná anatómia mozgu

Kľúčové slová: *automatický nervový systém, mozgová kôra, homeostáza, retikulárna formácia*

Správanie človeka je výsledkom činnosti systémov mozgu, ktoré umožňujú vznik percepcie, pamäti, pozornosti, myslenia, reči a emócií. Uvedené funkcie zabezpečujú optimálnu adaptáciu človeka na prostredie, jeho prežitie a reprodukciu. Komplexné funkcie mozgu zahŕňajú poznávanie, pamäť, emócie, reč, spánok, bdelosť, sex a vedomie. Skúmanie povahy jednotlivých funkčných oblastí mozgu obohacuje experimentálny výskum pomocou najnovších zobrazovacích technológií mozgu a zároveň štúdium rozmanitých poškodení štruktúr a funkcií mozgu.

Význam funkčnej anatómie mozgu spočíva v uplatnení integrálného pohľadu na vznik, priebeh a liečbu neurologických a psychických ochorení. V prípade viacerých psychických ochorení je príčina multifaktorová, t.j. chorobu pacienta zapríčiňuje spleť genetických, anatomických, osobnostných, sociálnych a ďalších faktorov. Vývoj ľudského mozgu sprevádza istý typ konzervatívnosti, či na biochemickej, bunkovej alebo anatomickej úrovni. V mozgoch všetkých živočíchov nachádzame podobný plán, ktorý sa vyvinul z nervových sústav jednoduchších organizmov.

U najjednoduchších stavovcov vznikla predĺžená centrálna ganglium (súbor buniek) rozvetvujúca sa pozdĺž miechy spojená s fyzikálne a funkčne odlišnými vláknami. Somatosenzorické vlákna prinášali informáciu o svalovej aktivite a hmatovej stimulácii

k centrálnej mieche a motorické vlákna kontrolovali impulzy vychádzajúce z nej smerom k telovým svalovým tkanivám. Neskôr sa primitívna miecha predĺžila, a tak ako u sardínií, hadov a lastovičiek, aj náš mozog vznikol na jej prednom konci, ktorý sa rozdelil na tri časti – na zadný, stredný a predný mozog. U nižších cicavcov sa predný mozog ďalej špecializuje, vytvárajú sa cerebrálne hemisféry a cerebellum na zadnej strane zadného mozgu. Dominancia nových štruktúr u cicavcov sa u človeka prejavuje takmer celkovým prekrytím starého mozgového kmeňa prednými časťami mozgu. Spolu s miechou tvorí mozog súčasť centrálného nervového systému. Predný mozog sa v ďalšom vývoji rozdelil na päť častí CNS: 1. telencefalon zložený z dvoch oddelených polovic – hemisfér, 2. diencefalon tvorený talamom a hypotalamom, 3. mesencefalon alebo stredný mozog/medzmozog, 4. metencefalon, t. j. cerebellum a most a 5. myelencefalon alebo predĺžená miecha (medula oblongata). Vo svojich hlavách „nosíme“ zvrásnený predmet krémovej farby s priemernou hmotnosťou 1,3 kg (mozog tvorí 2% hmotnosti tela).

Mozog sa nachádza v kostenej schránke lebky a je obalený tromi vrstvami membrán – mozgovomiechovými blanami. Najvrchnejšia vrstva, tvrdá blana je *dura mater* (z lat. tvrdá matka) a najvnútornejšia tenká vrstva sa nazýva *pia mater* (z lat. nežná matka). Medzi vonkajšou *dura mater* a vnútorňou *pia mater* leží tzv. pavúčnica, medzi ňou a *pia mater* prúdi mozgová tekutina obmývajúca mozog. Mozgová tekutina pochádza zo stien spojovacej dutiny umiestnenej vnútri mozgu, ktorú tvoria štyri komory. Komorový systém predstavuje jeden zo zdrojov likvoru – tvoria ho štyri mozgové komory vystlané nízkym epitelom. Mozgovomiechový mok je tekutina podieľajúca sa na vytváraní vhodného prostredia pre činnosť neurónov, mok sa pohybuje a mení, prebiehajúce deje sú úmerné tlaku v komorách mozgu (mok sa vypúšťa napríklad pri vysokom nahromadení tlaku). Funkcia likvoru je mechanická a ochranná, keďže mozog a miecha sú mokom nadľahčované, označuje sa aj ako „tekutinová poduška“. K ďalším významným funkciám sa radí drenážna – podieľajúca sa na odstraňovaní produktov metabolizmu,

metabolická – zabezpečujúca rýchlejší prenos aminokyselín z likvoru do CNS (než napríklad z plazmy), homeostatická – vytvárajúca optimálne prostredie pre bunky CNS, a informačná -spočívajúca v prenose informácií. Pomerne veľké hemisféry ľudského mozgu sa členia na štyri laloky: temenný, záhlavový, spánkový a čelový. Obe hemisféry spája svorové teleso – *corpus callosum* (z lat., tuhé teleso) umožňujúce prenos informácií z jednej hemisféry do druhej. Na povrchu oboch hemisfér sa nachádza *mozgová kôra* (kortex, z lat. kôra stromu) hrubá asi 2mm, tvorená telami nervových buniek a nemyelinizovanými nervovými vláknami (sivá farba). Biele sfarbenie vnútornej časti mozgu pod kortexom spôsobujú myelinizované axóny. Spracovanie somatosenzorickej informácie (vnemy z kože a kostrových svalov) sa viaže na temenný lalok. K pochopeniu toku informácií medzi motorickým a senzorickým systémom a oblasťami kortexu prispel výskum kanadského neurológa Rogera Penfielda v 50. rokoch 20. storočia. Počas operácií pacientov s ťažkou formou epilepsie Penfield (1950) stimuloval elektricky špecifické oblasti mozgovkej kôry a zistil, že stimulácia pásu vedúceho zhora nadol na oboch hemisférach mozgu vyvoláva v pacientoch rôznorodé reprezentácie.

Objav *senzoricko-motorickej* mapy mozgu, alebo aj Penfieldovho homunkula umožňuje pochopiť, ako sa v mozgu spracúvajú signály vedúce z jednotlivých častí tela (kože, svalov, sietnice), z mozgu a vonkajšieho prostredia. Primárna motorická oblasť sa podieľa na vykonávaní pohybu a primárna somatosenzorická oblasť prijíma a vyhodnocuje podnety z povrchu a vnútra tela o teple, tlaku, bolesti. V zadnej časti oboch záhlavových lalokov sa nachádza primárna zraková oblasť a na boku spánkového laloka hemisfér je to primárna sluchová oblasť. Funkcia prepájania (asociácie) činnosti senzorických a motorických kôrových oblastí sa pripisuje *asociačným oblastiam*. Časti čelového laloka pred motorickou oblasťou vytvárajú anteriórne asociačné oblasti (prefrontálna kôra), ktorá má výnimočné postavenie – zodpovedá za plánovanie, vôľové konanie a viaceré aspekty integrity osoby. Špecifické

vlastnosti prefrontálnej kôry inšpirovali E. Goldberga k metafore mozgu ako orchestra s dirigentom. Obojsmerná prepojenosť prefrontálnej kôry s mnohými štruktúrami mozgu jej umožňuje koordinovať a integrovať ich činnosť, inými slovami, robí ju dirigentom zložitého a premenlivého tímu hráčov. V blízkosti primárnych senzorických oblastí sa nachádzajú posteriórne asociačné oblasti integrujúce vstupy zo senzorických oblastí. *Mozgový kmeň* (hypotalamus, talamus, stredný a zadný mozog) spájajúci mozog s miechou riadi kašľanie, kýchanie, dýchanie, vracanie, spanie, jedenie, pitie, regulovanie teploty a sexuálne správanie. Štruktúry mozgového kmeňa zodpovedajú za reguláciu správania potrebného pre prežitie organizmu. Zadný mozog tvorí predĺžená miecha, Varolov most a mozoček. Najspodnejšie sa nachádza predĺžená miecha riadiaca dýchanie, srdcový rytmus, vracanie, artikuláciu reči. Nervové vlákna postupujúce z chrbtovej miechy, ktoré sa v nej krížia, demonštrujú fakt, že každú časť tela kontroluje opačná hemisféra (informácie z pravej strany tela smerujú do ľavej polovice mozgu a opačne). *Varolov most* (pons z lat. most) obsahuje nervové vlákna prenášajúce informácie z jednej časti mozgu do druhej. *Mozoček* (cerebellum z lat. malý mozog) vyčnievajúci nad predĺženou miechou zabezpečuje koordináciu pohybov, rovnováhu a svalový tonus. V hĺbke mozgového kmeňa sa nachádza *retikulárna formácia* (retikulárny aktivačný systém) zohrávajúca dôležitú úlohu pri riadení stavu bdlosti a schopnosti zamerať pozornosť na podnety a takisto pri základných životných funkciách (dýchanie, rytmus srdca). Z mozgového kmeňa vychádza desať z dvanástich hlavových nervov šíriacich sa do hlavy, krku a trupu, kde hýbu očami, určujú pravidlá pohybov tváre, sluchu, prehĺtania, aktivácie žliaz a svalov. *Talamus* vytvára dve štruktúry jadier nervových buniek pripomínajúcich vajíčko. Jednotlivé oblasti talamu sú recipročne spojené s mozgovou kôrou, vykonávajú dôležitú úlohu pri riadení spánku a bdenia a fungovaní senzomotorického systému. *Hypotalamus* umiestnený pod talamom sa podieľa na regulácii príjmu potraviny, tekutín, sexuálneho správania, endokrínnej aktivity. Dôležitá

je funkcia udržiavania *homeostázy*, t. j. rovnováhy organizmu (telesná teplota, srdcová frekvencia, krvný tlak) a prostredia. Pri jej porušení uvádza do pohybu procesy, ktoré ju obnovia. Hypotalamus zároveň pôsobí pri prežívaní emócií a reagovaní na stresujúce situácie. *Limbický systém* tvorený viacerými kôrovými a podkôrovými štruktúrami (amygdala, septum, hipokampus) reguluje látkovú výmenu, podieľa sa na tvorbe dlhodobej pamäti, učení a na základných emóciách. Funkciou amygdaly je zabezpečovať interakcie organizmu so svetom potrebné pre bezprostredné prežitie (príjem potravy, rozhodnutie k útoku, úteku atď.). Septum sa podieľa na dejoch sprevádzajúcich hnev a strach. Hipokampus (z gréč. morský koník) zohráva významnú úlohu pri pamäti, jeho poškodenie vedie k poruche krátkodobej pamäte. Okrem mozgu a miechy, teda CNS, tvorí nervovú sústavu periférny nervový systém, ktorý sa skladá zo somatického nervového systému a autonómneho nervového systému (ANS). Somatický systém riadi svalstvo kostry a prijíma informácie z kože, svalov a zo zmyslových receptorov. Úlohou periférnych nervov je viesť informácie z periférie (povrch tela, receptory, telesné orgány) do CNS a naopak.

Autonómny nervový systém zabezpečuje pre život nevyhnutné funkcie organizmu bez priamej účasti vedomia. Riadi samovoľné funkcie organizmu, stabilitu vnútorného prostredia reguláciou aktivity hladkých svalových buniek, buniek myokardu, endokrinných a exokrinných žliaz. ANS tvoria dve súčasti: 1. sympatikus a parasympatikus často fungujúce protichodne. Parasympatikus, napríklad, zužuje očné zornice, stimuluje produkciu slín a spomaľuje rytmus srdca. Pôsobenie sympatika má opačný účinok, napríklad počas emocionálneho vzrušenia sa zrýchľuje rytmus srdca, rozširujú sa tepny v kostrových svaloch, zvyšuje sa potenie. Predpokladá sa, že sympatikus prevláda pri mobilizácii energetických zdrojov organizmu a parasympatikus je zameraný na dlhodobé udržanie organizmu v stave kludu (získanie a ukladanie energie). A. Damasio prirovnáva aktivitu automatického systému k rozvetvenému stromu. V metafore vysokého hustého stromu sú podľa Damasia

zapísané celé dejiny evolúcie, pretože stále rastúce vetvy stromu si uchovávajú obojsmernú komunikáciu so svojimi koreňmi. Základnou funkciou vrodenej a automatizovanej výbavy stromu (mozgu) je dosiahnutie homeostázy – čo možno najlepšieho prispôsobenia sa vnútornému a vonkajšiemu prostrediu. Strom reprezentujúci *homeostatický systém* tvorí celý rad úrovní od najjednoduchších až po zložitejšie. Na najnižších vetvách sa nachádzajú metabolické procesy (kontrola srdcových sťahov a krvný tlak, základné reflexy (reakcia na hluk alebo dotyk), imunitný systém (likvidácia baktérií, parazitov). Na stredných vetvách prebieha správanie späté s bolesťou (pri popálení vysielajú zasiahnuté bunky chemické signály, vytvárajú sa biele krvinky na regeneráciu poškodeného tkaniva) a so slasťou (vytvárajú sa chemické látky – endorfíny).

Na vyššej úrovni prežívame hlad, smäd, hru, sexualitu a ešte vyššie sú to emócie – „korunný šperk automatizovanej regulácie života“ (Damasio, 2000, 44). Dôležité je, že deje na uvedených úrovniach sú aktívne už pri narodení. *Kedy* sa však budú používať, závisí od ďalšieho vývinu, skúsenosti individua. O vzájomnom vzťahu medzi jednotlivými časťami, úrovňami a vlastnosťami sa dozvieme v nasledujúcom texte.

### Odporúčaná literatúra

Damasio, A.: *Descartesův omyl*. Praha: Mladá fronta, 2000.

Koukolík, E.: *Lidský mozek*. Praha: Portál, 2000.

Penfield, W., Rasmussen, T.: *The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization of Function*. New York: MacMillan, 1950.

## IV. Vlastnosti nervovej sústavy

Kľúčové slová: *plastickosť, diferenciácia, integrácia, selektivita, fantómové končatiny*

V nasledujúcom texte nadviažem na základné znalosti o anatómii funkčných systémov ľudského mozgu, ktorými sme sa zaoberali v predchádzajúcej kapitole. K základným vlastnostiam jednotlivých funkčných systémov mozgu patrí: organizácia, hierarchizácia, integrácia, anatomická väzba, paralelná distribúcia spracovania informácií, plastickosť atď. Vieme, že to, čo robí z ľudského mozgu najkomplikovanejší objekt nášho vesmíru, prekračuje úroveň anatómie. Ak by sme totiž zredukovali mozog napríklad na jeho chemický základ, dostaneme prvky ako uhlík, vodík, dusík, fosfor plus kovy. A túto zmes nájdeme kdekoľvek v prírode. Významnú rolu pri štúdiu funkcií mozgu bude preto zohrávať usporiadanie buniek, ich vzájomné vzťahy a vlastnosti.

Teoretici často zdôrazňovali rozdiel medzi štruktúrou a funkciami mozgu. O funkciách zhruba hovorili pri opise toho, čo organizmus (mozog) vykonáva a o štruktúre pri špecifikácii mechanizmov, ktoré to dokážu. Existenciu striktnej dichotómie štruktúra-funkcia problematizovala už diskusia o lokalizácii funkcií mozgu v 18. storočí. Ako sa ukázalo aj neskôr, vzťah lokalizácie funkcií v špecifických anatomických štruktúrach a mentálnych schopností nie je zďaleka priamočiary. Problém spočíva v tom, že i keď porucha oblasti  $x$  je nejakým spôsobom prítomná pri vykonávaní funkcie  $F$ ; základné neurónové štruktúry, ktoré determinujú  $F$  sa môžu nachádzať

v inej oblasti alebo vôbec nemusia byť lokalizované, môžu byť distribuované vo viacerých oblastiach mozgu; b) funkcionálne poruchy a lokalizácie, ktoré sa odhalia, nemusia vždy korešpondovať s kognitívnymi funkciami, ktoré poznáme z bežnej skúsenosti. Navyše, vzhľadom na fylogenetický vývoj, rovnaké alebo podobné štruktúry jednotlivých organizmov môžu vykazovať rôzne alebo žiadne funkcie.

K základným vlastnostiam nervovej sústavy sa radí: plastickosť, selektivita, schopnosť reprezentovať, integrácia, diferenciácia atď. Plastickosť mozgu zahŕňa dva významné komponenty: senzitivne obdobia a zmeny závislé od aktivity. Z prvého komponentu vyplýva, že pre niektoré aspekty vývinu mozgu je načasovanie vstupov (podnetov) z prostredia kritické. Niektoré dôležité schopnosti sa môžu stratiť práve v dôsledku toho, že stimulácia neprebehla v tom správnom čase. Napríklad je preukázané, že pre vznik jazykovej schopnosti, či už ide o materinský jazyk alebo cudzí jazyk, je najvýznamnejšie obdobie raného detstva. Ak sa s dieťaťom dostatočne nekomunikuje, môže uňho nastať ireverzibilná strata schopnosti osvojenia si jazyka, reči.

Druhý komponent sa týka skutočnosti, že náš mozog sa *neustále mení* pod vplyvom psychologických alebo biologických vplyvov prostredia. Na menej diskkrétnej úrovni sú ovplyvnené bunky, na subtilnejšej úrovni sa môžu vytvárať synaptické spojenia alebo dochádza k nárastu či úbytku chemických prenášačov. Vnútromaternicový vývin, zážitky z detstva, všetko to, čo vidíme, počujeme a konáme, mení náš mozog, správanie vo vzťahu k druhým a k sebe samým.

Oba uvedené komponenty plastickosť mozgu pomáhajú vysvetliť niektoré spôsoby, akými dochádza k poškodeniu mozgu a ľudskej mysle. Napríklad, ak je mozog plodu v maternici vystavený alkoholu počas kritického obdobia vývinu mozgu môže dôjsť k problému nazvanom *fetálny alkoholový syndróm*. U novonarodených detí postihnutých týmto syndrómom dochádza k narušeniu rastu, poškodzuje sa schopnosť učenia alebo sa objavuje slabá

mentálna retardácia. Podobne, na inej úrovni, vedecké práce preukázali vzťah medzi násilným správaním detí a mladistvých a sledovaním scén s násilím na TV obrazovke. Pri poškodení mozgového tkaniva mechanizmy plasticity umožňujú v určitej miere jeho obnovu (napríklad, pri poškodených častiach mozgu v dôsledku krvácania). K neuroplastickým zmenám môže dochádzať na úrovni neurónovej a synaptickej (aktivita neurónov, synapsí), modulárnej (aktivita nervových okruhov) alebo multimodulárnej (vzájomná aktivita funkčných systémov mozgu).

Neuróny sa pokladajú za plastické na základe toho, že sa dokážu reorganizovať. Sú to dynamické entity, ktoré sú si vo všetkých nervových sústavách podobné (slimáky, červy, pavúky). Keďže nervové sústavy možno pokladať za stroje na spracovanie informácií, porozumieť plasticite predpokladá porozumieť tomu, ako sa organizmus učí, ako si pamätá a ako rieši problémy. Človek má pri narodení, s výnimkou sluchového systému, všetky neuróny.

Predprogramovaná smrť neurónov predstavuje v ranom detstve 15% až 85%. Ako som už uviedla v predchádzajúcom texte, s úbytkom neurónov sa efektívne vysporadúvajú synaptické spojenia. Plasticita synaptických udalostí spôsobuje koncentrácia kationov vápnika  $Ca^{++}$ . Je daná množstvom transmittera uvoľneného z presynaptickej membrány, zmenami v syntéze transmittera s vysielajúcou bunkou, počtom dostupných receptorov, zmenami v zodpovedajúcich chemikáliách vo vnútri bunky atď.

Dispozícia chemických synapsí k premene sa vyvinula v organizme ako schopnosť produkovať neurotoxíny. Ako zbraň ju využívajú napríklad hady (spôsobuje paralýzu) podobne, ako jed amazonských Indiánov (kurare). *Selektivita* predpokladá výber z rozmanitého množstva podnetov, ktorým organizmus neustále čelí. U selektivity, podobne ako u plasticity, možno rozlišovať viacero typov a úrovní. Na úrovni individuálnych zmyslových neurónov vedci zistili, že ak sa organizmu prezentujú objekty so špecifickými externými parametrami, napríklad vertikálny pohyb objektu (neuróny vizuálnej kôry) alebo vôňa pepermintu (neuróny

čuchového laloku), neuróny vykazujú selektivitu odpovede. Uvedená špecifickosť odpovedí sa označuje ako naladenosť (tuning) neurónov. Je zrejme, že spätná väzba a teda kvalita odpovedí organizmu na vonkajšie podnety je daná jednak vrodenými vlastnosťami organizmu (geneticky) a celým radom vonkajších faktorov. V rámci *reprezentačnej* schopnosti nervového systému, pre väčšinu živočíchov, podobne ako pre človeka, majú zásadný význam priestorové reprezentácie. Porozumieť tomu, kde sa nachádzajú veci, objekty v trojrozmernom priestore je pre prežitie nesmierne dôležité. Mozog musí byť v krátkom časovom intervale schopný integrovať zmyslové signály a produkovať reprezentáciu toho, kde sa objekty nachádzajú vo vzťahu k nezávislým pohyblivým častiam organizmu, k nohám, rukám, prstom, očiam. Somatosenzorické „poznanie tela“, t.j. poznanie vzájomného vzťahu jednotlivých častí tela, prebieha na nevedomej úrovni.

Dôkazom aktívnej *reprezentačnej* povahy ľudského mozgu je, napríklad, schopnosť alternatívnej interpretácie dát pri nejednoznačných obrazoch (*geštaltové* ilúzie, napríklad kačka/zajac), pri dopĺňaní neúplnej scenérie alebo kontúr. Ak vidíme tvár za okeným rámom, sme schopní doplniť reálne prekryté časti tváre a vnímať tvár ako celok podobne, ako sme schopní vnímať trojuholník, ktorému napríklad chýbajú časti strán.

Podoba výslednej reprezentácie závisí tak od štrukturálnej organizácie receptorov ako aj od toho, ako sa zmyslové signály integrujú a reprezentujú v mozgu. Uvedená schopnosť spájať jednotlivé súčasti systému a rôzne systémy navzájom je prejavom ďalšej významnej vlastnosti nervovej sústavy – *integrácie*. Povedať, že stav našej mysle je integrovaný znamená, že vytvára zjednotený koherentný celok, je teda čímisi viac než len sumou častí. Jednota alebo integrácia vedomej skúsenosti sa radí k jednej z jej základných charakteristík.

Úzku spätosť vlastnosti integrácie s koherentnosťou ilustrujú spomínané nejednoznačné obrazce (Neckerova kocka), ktoré vnímame buď ako jeden alebo ako druhý, nie však naraz. V prípade



binokulárnej fúzie, obrazy, ktoré oči vnímajú, sú horizontálne posunuté, ale my ich vnímame ako jeden koherentný obrazec. Ak sa každému oku zvlášť premietne naraz celkom odlišný obraz, dochádza k *binokulárnej rivalite*. Nevnímame superpozíciu dvoch objektov, ale vnímame buď jeden alebo druhý objekt. Na anatomickej úrovni predpokladá integrácia recipročnú prepojenosť neurónov v istých vzoroch. Neuróny rovnakých skupín v špecifickej oblasti sú úzko poprepájané a veľa z nich odpovedá na príslušný podnet simultánne.

Veľký počet recipročných dráh (projekcií) medzi neurónovými skupinami obsahuje predovšetkým mozgová kôra. Tento fakt autori zdôrazňujú najmä v súvislosti s riešením problému neurónových korelátov vedomia. Napriek permanentnému náporu podnetov na náš nervový systém, jednotlivé situácie a informácie nám nespĺývajú dokopy, t.j. sme schopní medzi nimi rozlišovať. To nám umožňuje ďalšia vlastnosť, a to *diferenciácia*. Každá jednotlivá udalosť môže viesť k iným dôsledkom buď počas aktov myslenia alebo v rámci aktivity. Z bežnej skúsenosti vieme, že nie sme schopní venovať súčasne rovnakú pozornosť viacerým veciam. Sme však schopní rozlíšiť medzi tisíckami rôznych scén počas stoviek milisekúnd. O jednote, diferenciácii, plastickejši a najmä o komplexnom vzťahu medzi štruktúrnymi a funkcionálnymi vlastnosťami nervovej sústavy poskytujú cenný materiál analýzy jednotlivých poškodení stavov mysle.

Takmer kurióznym príkladom ilustrujú tzv. fantómové končatiny (phantom limbs). Zvláštnosťou týchto prípadov je fakt, že pacienti pociťujú prítomnosť neexistujúcich častí svojho tela. Napríklad pacient T., ktorý stratil ľavú ruku v dôsledku nehody začal po niekoľkých týždňoch pociťovať prítomnosť chýbajúcej ruky, jeho „prsty“ boli schopné „uchopiť“ predmety v dosahu ruky. Navyše mnohí pacienti prežívajú vo svojich „fantómoch“ až neznesiteľnú bolesť. Spolu s prípadmi fantómových končatín sa znovuotvára staronový problém vrodené verzum získané v otázke: Sú mapy povrchu tela fixné alebo sa menia v priebehu skúsenosti? Ak sú aj prítomné pri narodení, do akej miery sa môžu modifikovať v dospelosti?

Významný americký neurovedec Ramachandran zistil, že mapy povrchu tela sa skutočne môžu meniť. Mapa chýbajúcej ruky pacienta T. sa znovuvytvorila hneď na dvoch miestach, na tvári a na mieste nad amputovanou rukou. Stimulácia oboch častí tela vyvoláva u T. pocity vo fantómovej končatine, napríklad pocity v prstoch ruky. Keď sa T. zasmieje alebo pohne perami, impulzy aktivujú oblasť ruky v kortexe, vytvárajú *ilúziu* toho, že ruka stále existuje, zdá sa, akoby jeho mozog „halucinoval ruku“ (Ramachandran, 1998, 33).

Z ďalších poškodení možno uviesť *anosognóziu*, stav pri ktorom pacienti popierajú svoju paralýzu, k svojim končatinám sa správajú ako k cudzím objektom (napríklad, syndróm cudzej ruky). V dôsledku bilaterálneho okcipitálneho poškodenia pacienti nevidia nič, no svoju slepotu popierajú, ide o *Antonov syndróm*. Pri syndróme kôrovej slepoty (blindsight) dochádza k poškodeniu oblasti primárneho vizuálneho kortexu. L. Wieskrantz (1989), ktorý tento syndróm skúmal zistil, že napriek slepote ľavého vizuálneho poľa je pacient schopný vnímať, rozlišovať predmety nachádzajúce sa v poškodenom poli. Pacienti síce popierali fakt, že vidia, ale metódou nútenej voľby (forced choice) prítomnosť objektu „uhádli“. Wieskrantz interpretoval túto skutočnosť ako príklad oddelenia rozlišovacej vizuálnej schopnosti a jej vizuálneho uvedomenia pacientom.

Ďalší syndróm – *prosopagnózia* súvisí s poruchou schopnosti rozpoznať tváre (vrátane vlastnej), pričom rozpoznanie iných objektov zostáva nepoškodené. Komplikovaný vzťah jednoty a diferenciácie demonštruje experiment s pacientami postihnutými syndrómom *rozštiepeného mozgu* (split-brain). Z dôvodu stlmenia epileptických záchvatov sa pacientom odstránil mohutný zhluk neurónových vlákien (corpus callosum) spájajúci obe hemisféry mozgu. Napriek tomu, že mimo laboratória sa pacienti správali normálne, pri experimentoch sa prejavovala abnormalita najmä v medzihemisferickej integrácii zmyslovej a motorickej informácie. Napríklad pacientom premietli priestorové pozície na pravej strane plátna, ktoré sa prezentovali ľavej hemisfére a nezávisle na ľavej strane plátna sa prezentovali priestorové pozície pravej hemisfére. Oddelené hemisféry

pacientov sa obrazcami „zaoberali“ ako odlišnými problémami. Predpokladá sa, že strata návratných spojení je zodpovedná za stratu vedomej integrácie medzi oboma hemisférami mozgu. Ľudia s normálnym mozgom nie sú schopní vnímať dve nezávislé vizuálne následnosti ako súhrn dvoch paralelných úloh, skôr kombinujú vizuálnu situáciu do jednej scény. V prípade „rozštiepeného mozgu“ sa zrakové pole každej z hemisfér rozštiepi na dve v strede. Pacient však nevníma svoj zrak ako rozpoltený. Ak sa ľavej hemisfére ukáže pravá strana tváre, tvrdí, že vidí celú tvár. Niektorí autori interpretujú tento syndróm ako poškodenie vedomia, iní skôr ako poškodenie miery dosahu zmyslového vstupu k jednotlivým izolovaným hemisféram. Ak sú obe hemisféry mozgu oddelené, množstvo zmyslového vstupu je polovičné. Úbytok zrakovej informácie však neimplikuje, že pacienti s „rozštiepeným mozgom“ sú si vedomí len spolovice.

Vedomie nezávisí od stupňa prichádzajúcej informácie zo zmyslovej modality (vedomím disponujeme napríklad aj vtedy, keď sme zavretí v tmavej miestnosti). Syndróm *rozštiepeného mozgu* možno naznačuje, že obe hemisféry mozgu spracúvajú informácie oddelene a jedna z nich nie je schopná vyvodit' z toho nič významného o vedomí. Zložité vzťahy medzi plasticitou a *anatomickou väzbou* dokladajú aj ďalšie poškodenia. V prípade *hemineglektu* spôsobeného poškodením pravého parietálneho laloka si pacienti uvedomujú len ľavú stranu vecí alebo sveta. Vedomá rekonštrukcia tejto situácie sa však nenaruší, akoby úsilie mozgu integrovať „pre-mohlo“ existujúce poškodenie.

### Odporúčaná literatúra

- Ramachandran, V. S., Blakeslee, S.: *Phantoms in the Brain*. New York: Quill, 1998.
- Sperry, R. W.: Forebrain commissurotomy and conscious awareness. In: *Journal of Medicine and Philosophy*. č.2, 101–126, 1977.
- Weiskrantz, L.: Some Contributions of Neuropsychology of Vision and Memory to the Problems of Consciousness. In: A. Marcel, E. Bisiach (ed.): *Consciousness in Contemporary Science*. Oxford: Oxford University Press, 1989.

## V. Metódy kognitívnej neurovedy

Kľúčové slová: *pozitronová emisná tomografia, transkraniálna magnetická rezonancia, elektroencefalografia, lézie*

Kognitívna neuroveda nadväzuje na klasické metódy neurovedy, neurofyziológie, neurológie a obohacuje ich vďaka novým technológiám a prístupom. Podobne ako v neurovede, úsilím *priamych* metód v kognitívnej neurovede je identifikácia substrátu v zmysle korelátu kognitívnych stavov – myšlienok, predstáv, rozhodnutí. Hľadanie *neurálnych korelátov* mentálneho života ide ruka v ruke s optimizmom vo vzťahu k dosiahnutiu reduktívnej explanácie mentálnych stavov, napríklad v neurobiologických pojmoch. Problematickosť tohto prístupu však vyplýva jednak z distribuovanej povahy neurónovej aktivity a z existencie množstva fyzikálnych úrovní, zjednodušene od molekulárnej až po sociálnu.

Na nanometrovej úrovni ( $10^{-9}$ ) sa skúmajú molekuly mozgu, prebieha tu neurochemický výskum zloženia a látkovej výmeny nervových buniek mozgu, analyzuje sa štruktúra a funkcie génov. Na mikrometrovej úrovni ( $10^{-6}$ ) ide o cytologické a histologické skúmanie činnosti buniek. Milimetrová úroveň ( $10^{-3}$ ) je zameraná na fyziologické a elektrofyziologické skúmanie premeny buniek pod vplyvom vonkajších podnetov. Subjektívna skúsenosť, ktorú každý prežíva vo svojom vnútri, je spätá s množstvom *vonkajších prejavov*. Pozorovanie behaviorálnych prejavov ľudskej mysle je takisto súčasťou *vedeckého prístupu* jej skúmania. Napríklad, štúdium biologického základu mysle človeka zahŕňa pozorovanie a meranie

aktivít experimentálneho subjektu, zhromažďovanie a meranie výpovedí o vnútornej skúsenosti a neskôr usúvzťažnenie tohto materiálu s neurobiologickými javmi na úrovni molekúl, neurónov, neuronálnych okruhov alebo systémov. Jednou zo základných *neurobiologických metód* skúmania mechanizmov a fungovania mysle je *metóda lézií*. Lézie, poškodenia mozgu, vznikajú ako dôsledok narastajúceho nádoru, zablokovanej cievy, poškodenia lebky, genetických dispozícií alebo vírusovej infekcie. K významným zdrojom poznatkov o vzťahu medzi poškodeným mozgom a poruchou jednotlivých stavov kognície sa radia *kazuistiky* (detailné sledovanie a popis jedinca).

Ako príklad uvediem *kazuistiku* pacienta Vladimíra, ktorý utrpel poškodenie prefrontálnych, čelných lalokov mozgu. Vladimírovi, 20 ročnému študentovi vysokej školy, spadla futbalová lopta na koľaje metra, kde ho pri zoskoku zrazil vlak. Utrpel ťažké poranenie, v dôsledku ktorého podstúpil chirurgické odstránenie oboch pólův čelných lalokov mozgu. Následkom poškodenia sa, slovami ošetrojúceho lekára, stal „newtonovským predmetom“; bol apatický, vulgárny a neschopný správať sa primerane. Poškodenie mozgu viedlo u Vladimíra k hlbokej zmene osobnosti, nebol viac schopný vytvoriť si vnútorný plán a konať so zámerom. Navyše, liečebný proces sťažoval fakt, že Vladimír si svoje poškodenie neuvedomoval, trpel *anosognóziou*, neschopnosťou uvedomiť si vlastné ochorenie. K identifikácii jednotlivých mechanizmov kognitívnych stavov, t.j. k realizácii priameho prístupu, napomohli nové techniky snímania aktivity mozgu.

Až do poslednej tretiny 20. storočia sa skúmanie poškodeného mozgu ohraničovalo zväčša na postmortem pitvy. Rozvoj počítačových technológií v 70. rokoch znamenal dramatickú zmenu vo vzťahu k skúmaniu štruktúry a funkcie normálneho a patologického mozgu. Elektrickú aktivitu mozgu možno zachytiť rôznymi technológiami, ku ktorým sa radí: elektroencefalografia (EEG), magnetoencefalografia (MEG), počítačová axiálna tomografia (PAT), magnetická rezonancia, (MR), nukleárna magnetická rezonancia

(NMR), zobrazenie pomocou funkčnej magnetickej rezonancie (fMRI), jednofotónová počítačová tomografia (Spect), pozitronová emisná tomografia (PET) atď.

EEG patrí k elektrofyziologickým postupom snímajúcim bioelektrickú aktivitu mozgu. Pomocou elektród umiestnených na lebke pacienta zaznamenáva vlnové vzorky reprezentujúce rôzne stavy mozgu, napríklad pri epileptickom záchvate, spánku alebo hluchote u detí. Ukázalo sa, že z hľadiska neurónovej aktivity, napríklad v prípade spánku, nejde o pasívny ani o homogénny stav, ale že možno rozlíšiť päť základných fáz.

Prvé štyri fázy spánku sa nazývajú non-REM spánok a po ňom nasleduje piata fáza – tzv. paradoxný spánok charakterizovaný rýchlymi pohybmi očí – REM (rapid eye movement) spánok. V priebehu noci sa tieto fázy striedajú. Pre non-REM spánok je charakteristická neprítomnosť očných pohybov, frekvencia srdca a dychu sa znižuje, prehĺbuje sa zraková relaxácia a spomaľuje sa metabolizmus mozgu. V priebehu REM spánku dochádza k náhlemu výskytu očných pohybov, frekvencia srdca a metabolizmus mozgu sa zvyšujú. Zdá sa, že mozog, ktorý je do značnej miery izolovaný od senzorických a motorických podnetov z tela si „vystačí sám“. To sa, napríklad, prejavuje obzvlášť živými snami v tejto fáze spánku. MEG zaznamenáva magnetické signály generované elektrickým prúdom, ktorý preteká mozgom. Umožňuje monitorovať rýchle zmeny neurónovej aktivity v jednotkách menších než milisekundy.

V psychiatrii má špecifický význam EEG, ktoré sa využíva napríklad pri diagnostike a liečbe epilepsie alebo spánku. K neinvazívnym metódam sa tiež radí PAT alebo CT, ktoré vytvárajú počítačovo generované snímky hustoty tkaniva mozgu umožňujúce snímanie mozgu v „plátkoch“ (*tomo*, z gréckeho slova „plátok“, „rez“) pod viacerými uhlami. Hlavou pacienta sa vysiela svetelný lúč röntgenového žiarenia a meria sa množstvo rádiácie prechádzajúce na druhej strane hlavy. Lokalizácia oblastí poškodenia tkaniva mozgu antemortem umožňuje odhaliť korelácie medzi symptómami choroby a špecifickou štruktúrou mozgu (kostenné štruktúry sú biele,

štruktúry obsahujúce tekutinu alebo vzduch sú čierne). Tieto technológie umožnili, na rozdiel od postmortem skúmania mozgového tkaniva, skúmať vývin mozgu u veľkého počtu ľudí rôzneho veku a poodhaliť ako gény a prostredie ovplyvňujú mozog na to, aby vyprodukovali individuálne rozdiely a podobnosti medzi ľuďmi. NMR podobne ako MR využíva silné magnetické pole, pulzy elektromagnetických vln a počítač. Pacienta ležiaceho v „tuneli“ obklopuje magnet, ktorý generuje silné magnetické pole. Tkanivá vysielajú energiu, ktorú možno merať, výsledkom čoho je trojrozmerné zobrazenie častí tela. Počítačový program spracúva dáta tak, aby sme na vizuálnom obraze mozgu videli tok krvi pri zvýšenej neurónovej aktivite.

V porovnaní s CT umožňuje táto technika štruktúrne zobrazenie na milimetrovej úrovni, je citlivejšia na subtílnnejšie rozdiely v jemnom tkanive mozgu, zreteľnejšie badať poškodené oblasti. FMRI spolu s NMR patria k neinvazívnym technikám, využíva magnetické vlastnosti látok, hemoglobínu v okysličenej a neokysličenej krvi. Vyšetrovaná osoba je vystavená stimulácii, plní opakovanú úlohu (napríklad, pohybuje prstami, vytvára slová, predstavuje si), aby dochádzalo k funkčným prietokovým zmenám v krvnom obehú mozgu. Výsledky experimentov sa štatisticky porovnávajú v priebehu aktivácie a v pokoji. SPECT umožňuje meranie perfúzie (krvného toku), zobrazenie receptorov, aktivity neurotransmitterov, enzýmov alebo prenášačov neurotransmitterov. Pacientovi sa aplikuje intravenózne radiofarmakon (napríklad izotop Xenon 133), kamera rotuje okolo hlavy pacienta a detekuje gama žiarenie. Počítač spracúva signály kamery, vykonáva rekonštrukciu rezov hlavy pacienta a vytvára dvoj-trojrozmerné zobrazenie distribúcie označenej látky.

PET meria metabolické aktivity buniek v ľudskom tele, zachytáva základné biochemické procesy alebo funkcie tkaniva. Táto metóda vychádza z poznatku, že neuróny potrebujú na svoje fungovanie dostatočné množstvo kyslíka a glukózy. Bezpečné množstvo rádioaktívnej stopovej zlúčeniny sa zmieša s glukózou

a zmes putuje do krvi, pričom o niekoľko minút sa glukóza dostane do mozgu. (Meranie rádioaktivity je založené na emisii pozitívne nabitých antičastíc elektrónov – pozitronov.) Snímacie zariadenie zachytáva stopovú zlúčeninu, vytvára farebnú mapu spotreby glukózy. Predpokladá sa, že čím je väčšia spotreba glukózy, tým väčšia je pravdepodobnosť, že príslušná oblasť mozgu pracuje. Pomocou tejto metódy skúmali vedci napríklad vplyv alkoholu na činnosť mozgu. Zistila sa zvýšená aktivita ľavej strany mozgu v spánkovom laloku, nárast metabolickej aktivity v rečovom centre, útlm v mozočku, ktorý koordinuje pohyb – z bežnej skúsenosti známe ako zhovorčivosť a potácavosť opilcov.

Štruktúrne zobrazovacie metódy ako CT alebo MR poskytujú informácie o pomeroch jednotlivých oblastí mozgu, na základe čoho sa získavajú informácie o patologických ložiskách (nádor, krvácanie, opuch atď.), ktorú môžu byť zdrojom neurologického alebo psychického ochorenia. CT a MR umožňujú odlišiť liečiteľné formy demencie (Alzheimerova demencia, Parkinsonov syndróm, epilepsia, schizofrénia) od iných druhov demencie. Na rozdiel od MR, CT výraznejšie pomáha v detekcii akútneho krvácania mozgu. Zavedenie a kombinácia zobrazovacích a funkčne zobrazovacích metód do medicíny prispela k porozumeniu patofyziológii zdanlivo „čisto“ psychických chorôb. Revolučnosť zmeny „optiky“ na poškodenú myseľ si možno pripomenúť na prenasledovaní „čarodejníč“, o ktorom som sa zmienila v prvej prednáške.

Podľa „starej optiky“ by sa napríklad správanie ženy, ktorá sa zmieta na zemi v krčoch, má penu okolo úst a vykrikuje diagnostikovalo ako posadnutosť démonom alebo prejav bosoráctva. Podobné prejavy správania poukazujú podľa novej optiky na rôzne typy psychických ochorení, napríklad hystérie, schizofrénie alebo epilepsie. V súčasnosti tvorí terapiu a liečbu kombinácia farmakologických, fyzikálnych a celého radu psychoterapeutických prístupov. K „spúšťacím faktorom“ psychických ochorení pribudli okrem životných udalostí, sociálnych faktorov, aspektov osobnosti, biologické faktory (anatomické abnormality mozgu), genetické faktory

(problém príbuzenských vzťahov), poruchy neurotransmisie atď. Funkčné zobrazovacie metódy PET, SPECT, fMRI, MRS a CT skúmajú neurofyziologické (regionálny metabolizmus glukózy, mozgové prekrvenie) a neurochemické (aktivita endogénnych neurotransmiterov, enzýmy, hustota receptorov) aktivity mozgu. Podľa významného českého neuropatológa Františka Koukolíka funkčné zobrazovacie metódy zmenili mapu ľudského mozgu podobne ako prvé zámorské objavy zmenili mapu Zeme. Zavedenie a kombinácia štruktúrálnych a funkčných zobrazovacích metód umožňuje lepšie porozumieť patofyziológii psychických a neurologických porúch. Z teoretického hľadiska pomáhajú tieto metódy objasniť staronový vzťah výpovedí o prežívaných „vnútorných stavoch“ a s nimi „spätých“ vnútorných mechanizmoch a procesoch. Najvýznamnejším praktickým a etickým cieľom využívania nových neurotechnológií je minimalizácia poškodenia a dosiahnutie čo možno najvyššieho stupňa zmiernenia bolesti a utrpenia človeka.

### Odporúčaná literatúra

- Andreassen, N.: *Brave New Brain*. Oxford: Oxford University Press, 2001.  
Crick, F.: *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul*. New York: Scribner, 1994.  
Damasio, A.: *Hľadání Spinozy*. Praha: Dybbuk, 2004.  
Churchland, P. M.: *The Engine of Reason, the Seat of the Soul*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.  
Sternberg, R. J.: *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002.

## VI. Dominancia a špecializácia hemisfér

Kľúčové slová: *kontralateralita, syndróm rozštiepeného mozgu, dichotický test, tachitoskopický test*

Mozog, podobne ako ľudský organizmus, je už na prvý pohľad asymetrický. Ľavá strana mozgu sa od pravej strany líši chemicky, histologicky aj makroskopicky. V nasledujúcom texte sa oboznámime s dvoma významnými princípmi fungovania neokortexu, a to s kontralateralitou a hemisferickou špecializáciou. *Kontralateralita* znamená, že receptívne a kontrolné centrá pre jednu polovicu tela sa nachádzajú v opačnej hemisfére mozgu.

Pravá hemisféra mozgu získava podnety z ľavej strany tela a zároveň ju kontroluje. Analogicky, ľavá hemisféra spracúva podnety a kontroluje výstupy z pravej strany tela (napríklad u ľudí po mŕtvici ľavej hemisféry sa objavuje paralýza pravej strany tela). Asymetria hemisfér mozgu z funkčného hľadiska sa najvýraznejšie prejavuje pri motorike a rečových funkciách. Anatomicky je okcipitálny lalok ľavej hemisféry väčší a naopak kôra frontálneho laloku je užšia v porovnaní s pravou hemisférou. Oblasť horného povrchu temporálneho laloku je väčšia (Wernickeho pole). Platí to najmä pre oblasť označovanú ako *planum temporale*, ktorú možno vidieť na horizontálnom reze vedenom na úrovni Silvovej ryhy.

Z hľadiska biochémie je v ľavej hemisfére vyššia koncentrácia dopamínu v nigrostriatovom zväzku (substantia nigra). Pravá – *reprezentujúca* hemisféra spracúva neverbálne informácie, časovopriestorové vzťahy, umožňuje rozpoznávať tváre, identifikovať

objekty podľa tvaru alebo vnímať hudobnú melódiu. K príčinám laterality sa radí génová mutácia, genetické vplyvy vývoja (pohyb plodu medzi 12. a 27. týždňom, 83% plodov pohybuje pravou rukou, do úst si palec pravej ruky vkladá 95%). Pre zisťovanie motorickej dominancie sa používajú rôzne testy. Skúška laterality obsahuje úlohy, ktoré musí proband (malé dieťa) vykonať tak rýchlo, aby sa čo možno najviac eliminoval vplyv vedomej motorickej koordinácie (napr. vkladanie korálok do krabíčky, hod lopty na cieľ, vystupovanie na stoličku, počúvanie hodínok na stole). Výsledok sa vyjadruje koeficientom *pravorukosti* označovaný ako ambidextria. Podobne sa označuje zhoda laterality končatín s lateralitou oka a ucha – ide o genotypickú lateralitu. Fenotypická lateralita sa prejavuje napr. držaním písacích potrieb. Problematika laterizácie hemisfér mozgu má za sebou pomerne dlhú históriu.

Už na cirkevných školách sa objavuje násilná prevýchova na praváctvo a pre mnohé kultúry ľaváctvo symbolizovalo zlo a následne sa aj trestalo (napríklad, ženám Maorov na Novom Zélande bolo prikázané tkať ceremoniálnu látku pravou rukou, tkanie ľavou rukou sa trestalo smrťou). Teórie laterality prešli zaujímavým vývojom. Ku klasickým sa radia tieto teórie: a) „meča a štítu“, b) „perinatálneho stresu“, c) „matka-dieťa“, d) „rodičovského tlaku“. Podľa zástancov teórie meča a štítu (Thomas Carlyle) lateralita súvisí s vojnami, nakoľko praváci mali v ľavej ruke štít, ktorým si chránili srdce, čo malo predstavovať výhodu oproti ľavákovi (kontra – v prevahe boli ženy – praváčky, ktoré nebojovali).

Teória perinatálneho stresu pokladala ľaváctvo za patologický jav, ktorý vznikol v dôsledku poškodenia mozgu v perinatálnom období (protiargument – vykonanie „stresového“ cisárskeho rezu). Postoj matka-dieťa vychádzal z tézy, podľa ktorej u žien prevažuje praváctvo nakoľko dieťa držia s hlavou na ľavom rameni a pravú ruku majú voľnú (protiargument – podobne drží dieťa rovnaký počet praváčok a ľaváčok). Posledná teória „rodičovského tlaku“ zdôvodňuje rozšírenie praváctva s výchovným tlakom rodičov – pravákov (kontra – lateralita zjavná už vo fetálnom a novorodeneckom

období vývinu). V 19. storočí sa ľavá hemisféra spájala s humánnosťou a inteligenciou, pravá hemisféra s animalitou a emotivitou. Dichotomické predstavy o funkcii hemisfér pretrvali až do 20. storočia. Pre identifikáciu dominantnej hemisféry sa v súčasnosti používajú tieto testy: a) test s amytalom sodným, ultrakrátko pôsobiacim barbiturátom, ktorý sa vstrekuje jednostranne do tepny (*carotis interna*), v dominantnej hemisfére sa vyvolá výpadok reči, v nedominantnej hemisfére výpadok trvá len niekoľko sekúnd; b) tachitoskopický test, pri ktorom proband fixuje značku v strede zorného poľa a zábleskovite sa mu premietajú verbálne (písmená, slová) a neverbálne znaky (známe osobnosti) do pravej alebo ľavej polovice zorného poľa. Spracovanie informácie je prekrížené, verbálne znaky lepšie rozpoznáva jazykovo dominantná hemisféra a neverbálne znaky neverbálna, reprezentačná hemisféra; c) dichotický test vystavuje probanda krátkym sluchovým impulzom, dve rôzne správy prezentujú každému uchu zvlášť. Subjekt sa snaží zachytiť obe správy, porovnáva sa, či vypovedal o informácii prichádzajúcej do ľavého alebo pravého ucha na základe predpokladu o predominantnom spracovaní informácie v kontralaterálnej hemisfére. Pri lingvistických podnetoch probandi vypovedajú presnejšie o informácii prezentovanej pravému uchu.

Výskum sa takisto zameriava na skúmanie funkčnej asymetrie hemisfér mozgu v oblasti emócií. Testovanie prebieha už spomínaným vstreknutím nízkej unilaterálnej dávky amythalu sodného. V ľavostranne dominantnej hemisfére to umožňuje vyvolať psychickú depresiú a v opačnej hemisfére eufóriu.

K problematike laterality významne prispeli poznatky získané novými metodologickými postupmi, a to najmä z: a) experimentálneho výskumu pacientov so syndrómom *rozštiepeného mozgu* (split-brain), b) štúdiá jednostranných ložiskových lézií mozgu a c) výskumu aktivity mozgu u zdravých jedincov. V prvom prípade vychádzame zo znalosti fungovania nervových vlákien spájajúcich obe hemisféry, ktoré zabezpečujú informačné prepojenie hemisfér a koordináciu výslednej odpovede (napríklad, aby pravá ruka

nerobila niečo v protiklade s ľavou). Synchronizácia mozgových funkcií zabráňuje duplicitu alebo konfliktu dvoch nezávislých pracovných modulov v dvoch mozgových pologuliach. V 40. rokoch 20. storočia sa pacientom s epilepsiou chirurgicky prerušovali spojenia medzi hemisférami, aby sa zabránilo šíreniu epileptického ložiska do opačnej hemisféry. Výsledkom preťatia 200 miliónov nervových vlákien arey – *corpus callosum* spájajúcej obidve hemisféry mozgu bola neschopnosť hemisfér navzájom komunikovať.

Pri bežnom vyšetrení sa po prevedení zákroku u pacientov objavili príznaky poškodenia mozgových funkcií. Ak sa však vykonali špeciálne zostavené experimenty, v ktorých sa sensorické vnemy prezentovali oddelene do každej polovice mozgu a následne sa požadovala od pacienta činnosť (písanie, kreslenie) kontralaterálnou rukou, zistili sa rozdiely vo funkciách obidvoch hemisfér. V 50. rokoch 20. storočia sa východiskom pre súčasnú koncepciu funkčnej hemisferickej špecializácie stali operácie s experimentálnymi zvieratmi (v roku 1981 získal R. Sperry (Sperry, 1961) za nové poznatky súvisiace s laterizáciou mozgu Nobelovu cenu). Zistilo sa, že aj keď je každá polovica mozgu schopná samostatne prijímať informácie, učiť sa, pamätať si a pociťovať, mozog zdravého človeka tvorí z funkčného hľadiska harmonický celok a obidve hemisféry pracujú súčasne a komplementárne. Rozdiely sú len v spôsobe, akým každá z nich spracúva prijímanú informáciu. Z tohto dôvodu nie je opodstatnené hovoriť o dominancii či podriadenosti niektorej z dvoch polovic mozgu, ale skôr o špecifickej delbe práce zabezpečujúcej jednotu vykonávaných funkcií.

Ľavá hemisféra je u väčšiny ľudí špecializovaná na rečové funkcie, riadenie komplexných vôľových pohybov, čítanie, písanie a aritmetiku. Pravá hemisféra sa špecializuje najmä na nerečové funkcie, komplexné spracovanie zrakových, sluchových a hmatových podnetov a na priestorové vnímanie. Človeka s jednou poškodenou hemisférou charakterizuje prevaha pracujúcej hemisféry, pretože v normálnom stave fungovania oboch jedna hemisféra brzdí aktivitu druhej. Pri vyradení ľavej hemisféry vzniká porucha

percepcie a produkcie reči. Okrem fonetických a verbálnych ťažkostí badať chudobnú slovnú zásobu a absenciu slov označujúcich abstraktné pojmy. Reč si však uchováva emocionálnu výraznosť aj intonáciu, na základe ktorej pacient hodnotí aj reč iných. Aktívne vníma nerečové zvuky, ľahko si pamätá melódiu, problémy sa objavujú pri teoretickom a abstraktnom myslení, kedy subjekt ťažko analyzuje vlastné dojmy a logicky ich nedokáže spojiť. Pri poškodení pravej hemisféry síce nevzniká porucha rečových funkcií, reč však stráca intonáciu a citové zafarbenie. Pacient má problémy s vnímaním nerečových zvukov, ťažko rozpoznáva hlas aj známeho človeka a nedokáže rozlíšiť mužský a ženský hlas. Sprievodným javom sú ťažkosti s orientáciou v priestore (neschopnosť orientovať sa v známom priestore, vrátane domáceho prostredia) a s pamäťou (nepamätá si tváre, pamätá si mená).

V rámci experimentov split-brain, významnú rolu zohral prípad pacienta W. J., vojnového veterána, ktorý podstúpil *komisurotómiu* v roku 1961. Po operácii sa zotavil, objavila sa však uňho jedna zaujímavá zmena. Pri prezentovaní zrakovej informácie ľavej, dominantnej hemisfére nemal problém s jej pomenovaním a opísaním. Ak sa rovnaká informácia prezentovala pravej hemisfére, pacient W. J. tvrdil, že nevidí nič. Ako je to možné?

Nezvyčajný bol fakt, že pravá hemisféra bola schopná toho, čo nezvládala ľavá hemisféra. Napríklad, preukázali sa významné rozdiely medzi schopnosťou hemisfér vyriešiť úlohu s kockami, ktorá spočívala vo vytvorení vzoru podľa predlohy. Pred operáciou bol pacient schopný pravou rukou napísať vety a zároveň nakresliť geometrické tvary. Po operácii nebol schopný naaranžovať pravou rukou štyri červené a biele kocky do jednoduchého vzoru. Chirurgický zákrok oddelil špecializované systémy v pravej hemisfére od motorického systému v ľavej hemisfére, ktorá kontroluje pravú ruku. Vzhľadom na absenciu komunikácie motorického pokynu z izolovanej ľavej hemisféry, pacient nebol schopný vykonať pohyb pravou rukou. Ak sa však kocky prezentovali ľavej ruke, pacient rýchlo zaranzoval kocky do správneho vzoru. Uvedené jednoduché

pozorovanie podporilo myšlienku o špecifickej lateralizácii centrálného nervového systému (Gazzaniga, 2002). Gazzaniga previedol ďalší experiment, pri ktorom mali pacienti zakryté oči a ich úlohou bolo pomenúvať predmety. Ukázalo sa, že pacienti boli schopní pomenovať predmety vložené do pravej ruky, nie však predmety vložené do ľavej ruky. Stereognózia, t.j. poznávanie predmetov podľa tvaru bola u oboch hemisfér poškodená, vrátane krátkodobej pamäti a vôľového vybavovania si z pamäti. Verbálny intelligenčný kvocient, schopnosť riešiť problémy a reakčné časy na zmyslové podnety zostali neporušené.

Výsledky uvedených experimentov podporili poznatky klasickej neurológie o dominancii hemisfér, ale zároveň priniesli nové poznatky a otázky. Kognitívni neurovedci sa usilujú identifikovať schopnosti oboch hemisfér aj tak, že „vnútiť“ oboj hemisféram, aby pracovali oddelene. V súvislosti s tým sa vynárajú zaujímavé otázky, ako napríklad: Môže pravá hemisféra produkovať reč? Zdieľajú obe hemisféry spoločné mechanizmy pozornosti? Môže sa informácia integrovať na subkortikálnej úrovni? Zodpovedať tieto otázky napomohol aj výskum jednostranných, ložiskových poškodení mozgu. Experimenty boli založené na porovnávaní výkonu pacientov v prípade, keď sa lézie obmedzia na ľavú alebo pravú hemisféru. Ak sa napríklad preukáže, že v dôsledku lézií v ľavej hemisfére dochádza k narušeniu schopnosti čítania, deficit sa pripíše špecializácii danej hemisféry pre procesy čítania. Zároveň je potrebné preukázať, že podobné lézie v pravej hemisfére daný deficit nesprevádzajú.

Tento prístup označený ako metóda *dvojitej disociácie* svedčí o tom, že viacero kognitívnych funkcií podlieha lateralizácii pravej alebo ľavej hemisféry. Ak poškodenie jednej oblasti ovplyvňuje špecifický proces A (napríklad jazyk) bez toho, aby ovplyvnil proces B (napríklad priestorová orientácia) a podobné poškodenie inej oblasti ovplyvní B bez dopadu na A, podporuje to funkcionálnu separáciu hemisfér. Ukázalo sa napríklad, že poškodenia v ľavej hemisfére produkujúce deficit v jazykovej funkcii (čítanie alebo rozprávanie)

nesprevádzajú podobné lézie v pravej hemisfére. A naopak, lézie v pravej hemisfére, ktoré poškodzujú priestorovú orientáciu, nesprevádzajú podobné poškodenie v ľavej hemisfére. Na ilustráciu uvediem nasledovný príklad. U pacientov trpiacich jednostrannými léziami mozgu sa prezentuje obrázok, na ktorom je dom s oknami, dverami, komínom, strechou a pod. Ak má pacient označiť daný podnet, môže odpovedať, že rozpoznáva dom. Ak má vypovedať o subtilnejších podrobnostiach obrázku, pravdepodobne bude hovoriť o oknách, dverách, streche a pod. Dom možno teda opísať na viacerých hierarchických úrovniach, z hľadiska tvaru okien, použitých materiálov atď. Na záver možno skonštatovať, ani jedna z mozgových hemisfér nie je dominantná v absolútnom zmysle slova.

Špecializáciou hemisfér si mozog človeka skôr optimalizuje svoje funkcie. Výskum laterality významným spôsobom obohatil poznanie jednotlivých oblastí organizácie mozgu človeka. Chirurgické oddelenie hemisfér mozgu umožnilo študovať, ktoré kognitívne a perceptívne procesy majú kortikálnu alebo subkortikálnu povahu. Ukázalo sa, že obe hemisféry nereprezentujú prichádzajúce informácie rovnakým spôsobom, každá z hemisfér vykazuje špecifické schopnosti. V súčasnosti sa výskum zameriava na odhalenie spoločných mechanizmov sprevádzajúcich viaceré laterizované fenomény vnímania ako aj ďalšie kognitívne stavy.

## Odporúčaná literatúra

Eysenk, M., Keane, M.: *Kognitívni psychologie*.

Praha: Academia, 2008.

Gazzaniga, M., Ivry, R., Mangum, G.: *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind*. W.W. Norton: New York, 2002.

Sperry, R. W.: Cerebral Organization and Behavior: The split brain behaves in many respects like two separate brains, providing new research possibilities". In: *Science* 133 (3466): 1749–1757, 1961.



## VII. Neurálne koreláty stavov vedomia

Kľúčové pojmy: *neurálne koreláty, vedomá skúsenosť, binokulárna rivalita, mentálna kauzalita, sloboda vôle*

Súčasťou prebiehajúceho teoretického a experimentálneho skúmania a explanácie vedomia sa stalo odhaľovanie neurálnych korelátov vedomia (NKV). Cieľ neurovedcov spočíva v odhaľovaní neurálnych aj výpočtových reprezentačných systémov, ktorých „obsahy systematicky zodpovedajú obsahom vedomia“, „miesta v mozgu, kde sa odohráva vedomá skúsenosť“ alebo „substrátu vedomej skúsenosti“.

Otázka povahy NKV odráža spleť filozofických, empirických a metodologických názorov na problém vedomia a jeho vzťahu k mozgu, na vzťah filozofického a vedeckého skúmania. Hľadanie neurálneho substrátu vedomia nadväzuje na experimentálny výskum vedomia z 80. rokov 20. storočia.

Rozsiahlu diskusiu vyvolali pionierske výskumy Benjamina Libeta, v ktorých položil háklivú otázku o „merateľnosti nemerateľného“ – slobody vôle. Libet (1981) vykonal experiment, v ktorom meral čas, kedy si subjekty uvedomovali vôľový akt motorickej aktivity – zatočenie zápästím. Ukázalo sa (40 pokusov), že vedomé vôľové akty predchádza špecifická elektrická zmena v mozgu (potenciál pripravenosti, PP), ktorá začína približne 550 ms pred vôľovým aktom. Subjekt si *uvedomuje* intenciu konať (vedomé rozhodnutie) 350-400 ms *potom* ako naštartuje PP, ale 200 ms pred motorickým aktom. Libet konštatuje, že vôľový proces je iniciovaný nevedome,

ale vedomá funkcia môže stále kontrolovať výstup. Sloboda vôle teda nie je popretá, neiniciuje síce vôľový akt, ale môže kontrolovať vykonanie (nevykonanie) aktu. Táto črta vedomej vôle svedčí podľa Libeta o jej schopnosti ovplyvňovať procesy mozgu. Vzniká však otázka o povahe vedomého veta samého. Nemôže mať aj tento špecifický stav *nevedomý*, a teda fyzikálny pôvod?

Ak by to bolo tak, potom by, tvrdí Libet, voľba veta bola skôr *nevedomou voľbou*, ktorú sme si uvedomili, a nie *vedomou* kauzálnou udalosťou. Disponovať slobodnou vôľou, predpokladá podľa Libeta schopnosť vedomej kontroly a zodpovednosti za vykonanú voľbu. Človek nenesie zodpovednosť za nevedome spôsobilé aktivity (napríklad počas psychomotorickej epileptickej príhody). Navyše, zodpovednosť možno niesť len za *vykonaný* vôľový akt (na rozdiel od zamýšľaného aktu). Vedomé veto chápe preto Libet ako kontrolnú funkciu, ktorej povahu nemusí determinovať sprevádzajúca neurónová aktivita. Rozhodnutie veta, t.j. *uvedomenie si* rozhodnutia síce sprevádza neurónová aktivita, ale vedomé rozhodnutie samé a jeho obsah nemusia spĺňať uvedenú požiadavku.

Neprekvapuje, že Libetov experiment vyvolal u teoretikov rozporuplné interpretácie. Podľa Graya (2004), *škandál* Libetových experimentov spočíva v tom, že odhaľuje *iluzórnosť* uvedomovania si vedomej vôľovej aktivity. Akoby sa rozhodnutia odohrávali *predtým*, než si ich subjekt uvedomí. Ak by tomu bolo tak, vzniká problém s posudzovaním zodpovednosti za aktivitu. Dôsledky pre odlišenie zodpovednosti za aktivitu od uvedomenia si aktivity sa prejavia napríklad v tom, že: 1. niekto môže byť zodpovedný za čin, ale svoju zodpovednosť si neuvedomuje (napríklad *syndróm od cudzenej ruky*) alebo 2. niekto môže veriť tomu, že je zodpovedný za čin, ktorý nespáchal (napríklad *posthypnotická sugescia*).

Za nemenej významné pokladá Gray epistemologické dôsledky časového trvania vedomia: vedomie prichádza príliš neskoro, „svet tam vonku nie je svet, ktorý vnímame“. Z uvedeného vyplýva, že k okolitému svetu nemáme bezprostredný prístup, a napriek bežnej intuícii, *vedome vnímaný* svet nie je skutočný svet. Aj ďalší

autori upozornili na časovú diskrepanciu medzi tzv. subjektívnym a objektívnym časom v prípade vedomia. Z faktu, že „vedomými sa podnety stávajú až po určitom pretrvaní v mozgovej kôre“ (stovky ms) sa vyvodzuje napríklad nasledovné: subjektívny čas nekoreluje s objektívnym časom, a to znamená, že subjektívne poznateľným fenoménom nemožno pripísať *objektívne pozorovateľné* neurálne procesy. Tým sa zároveň spochybňuje význam zobrazovacích techník pre tzv. vyššie kognitívne procesy.

Dennett (1991) interpretuje Libeta v tom zmysle, „akoby sa mozog rozhodoval za nás“, pričom má na to asi 300 ms. Keď si myslíme, že sa rozhodujeme, v skutočnosti sa len pasívne prizierame na zmeškaný vnútorný videozáznam skutočného rozhodovania, ktoré sa odohralo nevedome v mozgu. Nie sme pri zrode rozhodnutia, len *pri jeho výsledku*. Vôľa sa objavuje 150 s pred svalovou aktivitou. Podľa Dennetta neexistuje priepasť medzi nevedomými a vedomými procesmi, mozog skôr potrebuje čas na prevedenie úkonu, pričom pracuje na viacerých úrovniach naraz. Procesy mozgu nestoja v rade za sebou, až kým „prídu do Vedomia“, kde dochádza k vedomému rozhodnutiu. Racionálna voľba „nemešká“ za nevedomým rozhodnutím, *vedomé rozhodovanie* prebieha v istom časovom intervale, jednoducho povedané, človek sa rozhoduje.

Libeta spolu s Dennettom kritizujú filozofi Hacker a Bennett (2003), podľa ktorých „vôľový pohyb *nie je* pohyb zapríčinený vôľou“. Súčasnú neurovedu vinia z „kryptokartezianizmu“, z uplatňovania falošnej dichotómie mentálne verzus fyzikálne. Jadro problému spočíva podľa nich v „mereologickej chybe“, t.j. v nahrádzaní Descartovho dualizmu duše a tela dualizmom mozgu a tela. Následne sa také vlastnosti, ako napríklad racionalita, prináležiace človeku ako celku pripisujú jeho časti (mozgu): „mozog myslí“, „mozog cíti“, „mozog vidí“. To sa stáva zdrojom falošného obrazu: vôľový akt rovná sa akt mozgu namiesto aktu mysle odohrávajúci sa predtým, než si ho človek uvedomí. Povedať, že subjekt niečo vykonal, pretože chcel, nie je *kauzálnym* vysvetlením činu na základe referencie k mentálnemu aktu alebo udalosti! Zdôvodňovanie

racionálneho konania želaniami, rozhodnutiami neimplikuje podľa autorov to, že vo výrazoch „želať si“ a „rozhodovať sa“ máme dočinenia s mentálnymi aktmi vôle kauzálnie pôsobiacimi na fyzikálne, ide predovšetkým o akty, ktoré vykonávame. Ak sme sa rozhodli pre aktivitu, musíme ju vykonať, želanie „samé o sebe“ nemôže zapríčiniť vykonanie vôľovej aktivity.

Ostrá kritika, ktorej bol Libet vystavený, neubrala jeho experimentu na závažnosti pri uvažovaní o povahe vedomej skúsenosti. Experiment vo viacerých aspektoch spochybnil tradičný obraz o statuse slobody vôle a vôľového konania, v ktorom sa „slobodné“ identifikovalo s „vnútorným“ v zmysle vedomej príčiny konania. Preukázala sa neopodstatnenosť postulovania privátnych, neredukovateľných stavov vedomia ako mentálnych príčin vôľového konania (cielenej aktivity).

V ďalšom široko diskutovanom experimente sa priama metóda skúmania neurónového korelátu uplatnila v prípade zrkavého vedomia. Autor experimentu, Crick (1994) vyšiel z predpokladu o pravdepodobnej korelácii stavov vedomia s istým stupňom komplexnosti nervovej sústavy. Na základe uvedeného Crick predpokladal existenciu rozdielov v aktivite mozgu keď sa: 1. subjektu prezentuje podnet a on si ho uvedomuje a 2. subjektu prezentuje podnet a on si ho neuvedomuje. Cieľom bolo nájsť psychologický jav, na ktorom by sa dal identifikovať neurónový rozdiel medzi uvedomovaním si a neuvedomovaním si podnetu. Stal sa ním fenomén *binokulárnej rivality*.

Samotný experiment prebieha približne takto: každému oku experimentálneho subjektu sa prezentujú naraz dve rôzne zrkavé vzorky (napríklad, slnko a tvár). Subjekt vníma obrazy ako alternatívne, v odstupe niekoľkých sekúnd (1 až 5) raz jeden raz druhý obrázok, tak akoby sa jednému oku prezentoval obrázok slnka a druhému oku obrázok tváre – dochádza k bistabilnému vnímaniu. Napriek tomu, že podnet je konštantný (tvár a slnko), vnem sa každých niekoľko sekúnd dramaticky mení. Cricka zaujímalo, ktorá neurónová aktivita determinujúca zrkavé vnímanie *koreluje*

s podnetom, a ktorá s vedomým vnemom samým? V odbornej literatúra teoretici interpretovali Crickov experiment ako demonštráciu neurálneho substrátu mapujúceho obsahy zrakového vedomia 1:1. Podľa Noëho (2004), napríklad uvedený experiment môže poukazyvať na zhodu medzi reprezentacionálnym obsahom príslušných neurónov a perceptuálnej zrakovej skúsenosti subjektu. Zhoda však podľa neho neimplikuje rovnakosť obsahu neurónovej aktivity a subjektívnej skúsenosti. Ide skôr o jeden z aspektov obsahu, podobne ako v prípade fotky s letiacimi vtákmi a verbálnej výpovede o tom, že na fotke sú lietajúci vtáci. Dve veci, fotka a verbálna výpoveď sa zhodujú v obsahu (agree) i keď nemajú rovnaké obsahy (do not match), ide o zhodu, a nie identitu obsahov. Odlišnosť uvedených obsahov zdôvodňuje ďalej Noë tým, že obsah neurónov je obsahom receptívneho poľa vyjadrený v pojmoch vzoriek kauzálnej kovariácie medzi odpoveďami jednotlivkej bunky a podnetmi, zatiaľ, čo obsah percpetívnej skúsenosti reprezentuje na pozadí, zabezpečuje istú pozíciu v priestore a vzťah k vnímateľovi. V tomto zmysle ide teda o dva nesúmerateľné obsahy (Noë, 2004, 13).

Predpokladať, že nervová sústava má skúsenostný obsah, t.j. obsah z istého pohľadu znamená predpokladať, že nervová sústava prežíva veci z istého pohľadu. Zvieratá a ľudia prežívajú svet a nie neuróny. V experimente binokulárnej rivality navyše nejde, ako tvrdí Noë, len o skúsenosť vnímania raz jedného a raz druhého obrázku, zároveň je prítomná skúsenosť (feel) binokulárnej rivality samej v zmysle autonómneho stavu. V súvislosti s hľadaním neurálnych korelátov vedomia sa zdá, že najväčší problém spôsobuje odpoveď na otázku Na čo sa pýtame a pozeráme?

Odhalenie *korelácií* medzi neurónovou aktivitou a stavmi vedomia (výpoveďami subjektu) je totiž konzistentné s tým, že neurónová aktivita je, napríklad: a) v interakcii s vedomými stavmi, b) významným determinantom vedomia (zrakového, sluchového, pamäte, vôle, identity osoby atď.), c) súčasťou príčiny, d) súčasťou sledu aktov uvedomenia si, e) paralelná vo vzťahu k vedomiu, no nezohráva žiadnu priamu rolu a f) v skutočnosti vedomím, t.j.

vedomie (výpovede subjektu) možno s ňou identifikovať. Ako vidno, z hľadiska interpretácie máme k dispozícii nepreberné množstvo koncepcií a prístupov. Hľadanie „substrátu“ vedomia alebo „miesta“ vedomej skúsenosti v mozgu môže byť súčasťou tak substanciálneho dualizmu, dualizmu vlastností, epifenomenalizmu, teórie identity alebo eliminativizmu. Rozhodnúť v prospech najadekvátnejšieho prístupu sa ukazuje viac než obtiažne.

V súčasnosti sa jadro polemík presúva do roviny redukcionizmus (fyzikalizmus, funkcionalizmus) verzus antiredukcionizmus (neodualizmus, nereduktívny funkcionalizmus, panpsychizmus, idealizmus). Tento stav skúmania vedomia je daný, ako som naznačila, neujasnenosťou pojmu vedomia (resp. toho, o čom v prípade vedomej skúsenosti hovoríme), vzťahu neurovied a filozofie, neurovedeckého a psychologického jazyka atď. Predpokladajme napokon, že spolu s Crickom sa prikloníme k bodu f, identifikácii vedomia a neurónovej aktivity mozgu. To samozrejme predpokladá objasnenie toho, čo rozumieme pod *systematickou koreláciou* dvoch javov – neurónových korelátov a vedomia. Vede reductívne vysvetlenie makro javu (vedomia) v pojmoch nižšej fyzikálnej (neurónovej) úrovne k ontologickým redukciám známym z vedy?

Ak áno, potom by korelácia „dvoch javov“ – vedomia a neurálnych stavov znamenala redukciu prvého javu – vedomia na druhý, t.j. na neurálne stavy. Z domnele dvoch javov by sa v skutočnosti stal jeden jav, jedna a tú istá „vec“. Ukazuje sa, že pri hľadaní neurálnych korelátov vedomia je potrebné vziať na zreteľ tieto skutočnosti: 1) odhaliť neurálne koreláty vedomia ešte neznamená vysvetliť vedomie (podobne ako objavenie štruktúry DNA ešte neznamená vysvetliť dedičnosť); 2) potrebu rozšíriť experimenty na rôzne typy vedomia (neurálne koreláty pamäte, sluchu, hmatu, učenia, identity osoby atď.); 3) potrebu prepojiť *priame* (hľadanie NKV) a *nepriame* metódy skúmania vedomia (všeobecná teória fungovania mozgu a vedomia); 4) údaje z fMRI výskumu bdelych subjektov vypovedajúcich o zrakovom uvedomení si subjektu je potrebné porovnať s údajmi subjektov v kóme alebo anestézii či

pretrvávajúcom vegetatívnom stave. Vieme, že aktivita v rôznych oblastiach mozgu prebieha ako odpoveď na vonkajší podnet i keď subjekt nevykazuje žiadne známky uvedomenia (napr. v pretrvávajúcom vegetatívnom stave pri prezentácii tváre známej osoby, „oblasť tváří“ kôry vykazuje vzorku narastajúcej aktivity podobnej aktivite normálneho subjektu, no pacient navonok nereaguje). Entuziazmus viacerých filozofov a vedcov dáva tušiť, že náročnosť riešenia týchto problémov predstavuje skôr výzvu než prekážku ďalšieho skúmania povahy vedomia.

### Odporúčaná literatúra

- Crick, F. H. C.: *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul*. New York: Scribner, 1994.
- Gray, J.: *Consciousness: Creeping up on the Hard Problem*. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- Libet, B.: Do We Have Free Will? In: *Journal of Consciousness Studies*, 6, No. 8–9, 47–57, 1999.
- Noe, A., Thompson, E.: Are There Neural Correlates of Consciousness? In: *Journal of Consciousness Studies*, vol.11, No 1, 2004.

## VIII. Poškodenie funkcií nervového systému

Kľúčové slová: *Parkinsonova choroba, schizofrénia, roztrúsená skleróza, neurodegeneratívny*

Základné mechanizmy poškodenia funkcií nervového systému môžu byť zapríčinené jednak vnútornými príčinami alebo vonkajšími vplyvmi. K vonkajším faktorom patria rôzne mechanizmy, a to fyzikálne (úrazy), chemické (nedostatok výživy, drogy) a biologické (baktérie, vírusy).

V texte sa zameriam na vybrané poškodenia mechanizmov nervovej sústavy a následných poškodení stavov mysle. K závažným geneticky podmieneným chorobám patrí *Huntingtonova choroba*. Ide o neurodegeneratívne (t.j. postupné poškodzovanie nervového tkaniva) genetické ochorenie s dominantným prenosom z rodičov na deti. Poškodenie sa prejavuje na časti podkôrových jadier – bazálnych ganglií (dôsledok zníženia obsahu kyseliny gamaaminomáslovej v striate). Príznaky ochorenia zahŕňajú mimovoľné pohyby až stratu kognitívnych funkcií (reč, pamäť, poznávanie, používanie predmetov atď.). Stav vyúsťuje do neschopnosti chôdze, ťažkej demencie, rozpadu osobnosti a smrti.

*Detská mozgová obrna (DMO)* je diagnóza a poškodenie, ktoré sa veľmi výrazne podieľa na vzniku kombinovaných postihnutí. Jej dôsledkom je okrem telesného postihnutia aj narušenie komunikačnej schopnosti, zmyslové postihnutie, veľakrát aj mentálne postihnutie a poruchy správania. Ide o neprogresívne postihnutie s možnosťou zmeny determinovanej vývinom a zrením centrálnej

nervovej sústavy (CNS). Ochorenie vzniká poškodením mozgu pred jeho „dozretím“, pričom príčiny DMO sú multifaktorové: a) v prenatálnom období ochorenia matky počas tehotenstva, nedostatočná výživa, röntgenové žiarenie, nadmerné duševné zaťaženie, nekompatibilita Rh faktorov, genetické činitele, rubeola matky, ľadvinové ochorenia a poruchy krvného obehu u matky vedúce k hypoxii plodu, b) v perinatálnom období komplikácie pri pôrode, nedonosenosť alebo prenosnosť plodu, c) v postnatálnom období všetky infekcie dieťaťa do veku asi 6 mesiacov, keď ešte nie je vytvorená hematoencefalická bariéra a pri infekcii prenikajú toxíny bez prekážky z krvi do mozgu. Pre všetky formy DMO sú charakteristické tieto príznaky: poruchy hybnosti, oneskorený motorický vývin, poruchy okohybného aparátu a zraku, poruchy reči (zajakavosť, mutizmus, oneskorený vývin reči), epileptické záchvaty, časté zníženie intelektových schopností pod normu, neurotické a afektívne poruchy, malá odolnosť voči infekciám a intoxikáciám. *Parkinsonova choroba* sa radí k progresívnym neurodegeneratívnym ochoreniam.

Parkinsonova choroba najčastejšie začína medzi 40. a 70. rokom života s vrcholom nástupu ochorenia v šiestej dekáde. Základným podkladom na vznik Parkinsonovej choroby je nedostatok neurotransmitera – dopamínu v špecifických štruktúrach mozgu – bazálnych gangliách, ktoré sa podieľajú na riadení pohybu (motoriky). Tvorí sa v tzv. strednom mozgu, v jadre zvanom substantia nigra (čierne jadro). V dôsledku nedostatku dopamínu bazálne gangliá nemôžu efektívne fungovať a vzniká porucha regulácie pohyblivosti. Klinický obraz ochorenia dotvára takisto relatívny nadbytok iných látok – neuromediátorov (prenášačov nervových vzruchov), ktoré sú prítomné v bunkách systému. K základným príznakom typickým pre Parkinsonovu chorobu sa radí pokojový tras (tremor), svalová stuhnutosť (rigidita), spomalenie pohybov (bradykinéza) a poruchy postoja a chôdze (posturálna nestabilita). Ďalej je to sklon k zníženému krvnému tlaku, poruchy prehĺtania, poruchy močenia, depresia, demencia, poruchy čuchu a nadmerné potenie.

Závažným ochorením centrálného nervového systému je *roztrúsená skleróza* (sclerosis multiplex). *Roztrúsená skleróza* je spôsobená rozpadom myelínu – obalu nervových vlákien a poškodením axónov (t.j. samotných nervových vlákien). Príčinou rozpadu myelínu (demyelinizácie) a poškodenia axónov sú zápalové (pravdepodobne autoimunitné), ale aj degeneratívne procesy. Pri vzniku roztrúsenej sklerózy spolupôsobia genetické faktory a takisto faktory vonkajšieho prostredia (napr. vírusy).

Poškodenia, ktoré som doposiaľ uviedla možno do veľkej miery lokalizovať do špecifickej štruktúry nervového systému (mozgový kmeň, miecha, talamus, atď.). Existuje však viacero chorôb, ktoré sa navonok prejavujú zmenami normálneho fungovania nervového systému, ale nemožno im pripísať presne jedinú príčinu napríklad na anatomickej úrovni. Ide o psychické alebo duševné poruchy, ktoré patria aj v súčasnosti k najťažšie skúmateľným a liečiteľným typom chorôb. Na tejto skutočnosti sa spolupodieľajú pretrvávajúce teoretické problémy s charakteristikou explananda, t.j. fenoménu psychiky a metodologické problémy súvisiace s uchopením duševných stavov človeka primeranými metódami.

Náročnosť diagnostikovania a následnej terapie psychických ochorení sťažuje aj nejasná etiológia (príčina) ochorenia, rôznorodosť modelov psychického ochorenia, koncepcií a teórií chápania osobnosti, nejednotnosť klasifikačných modelov v psychiatrii atď. V dôsledku toho sa čoraz viac zdôrazňuje *multifaktorovosť* príčin psychických ochorení, ktoré podmieňujú špecifický priebeh, podoby a liečbu jednotlivých ochorení.

K zintenzívneniu výskumu pôvodu a spúšťacích mechanizmov psychických ochorení prispeli novovznikajúce disciplíny ako napríklad kognitívna neuropsychiatria, neuropsychológia, psycholinguvistika atď. Ďalší mílnik v skúmaní povahy mysle predstavoval pokrok v neurotechnológiách, ktorý kulminoval v Spojených štátoch v 90. rokoch 20. storočia „dekádou mozgu“. Ako som uviedla v piatej kapitole, kombinácia nových metód do medicíny prispela k porozumeniu patofyziológii celého radu psychických chorôb.

Psychické ochorenia sa zhruba delia na organické a neorganické duševné poruchy, zvláštnu skupinu tvoria poruchy osobnosti. Pri organických psychických ochoreniach sa za príčinu ochorenia pokladá organické poškodenie mozgu, CNS alebo zistiteľné morfológické zmeny (napríklad demencia).

V rámci psychických porúch sa rozlišuje množstvo typov z rozmanitých hľadísk. Ide napríklad o choroby vyvolané účinkom psychoaktívnych látok (ópium, kanabín, sedatíva, hypnotiká), neurotické, afektívne poruchy, poruchy príjmu potravy, atď. K špecifickým typom psychických ochorení sa radia poškodenia vedomia. Normálne vedomie charakterizuje *lucidita* (jasnosť vedomia, z lat. *lux*, *lucis*, svetlo) a *vigilita* (bdelosť, z lat. *vigilare*, *bdieť*). Základom pre zachovanie plného vedomia je aktivita mozgovej kôry generovaná retikulárnou formáciou tvorenou nervovými bunkami v mozgovom kmeni a talame. Vo všeobecnosti sa vedomie spája s takými charakteristikami ako napríklad bdelosť, minimálna pozornosť, krátkodobá pamäť, emócie, senzomotorické reakcie. V klinickej medicíne (psychiatrii, neurológii) sa zmeny vedomia delia na fyziologické (spánok, hypnóza) a patologické (kvantitatívne a kvalitatívne).

Ku *kvalitatívnym* poruchám vedomia sa radí napríklad delírium, obnubilácia, poruchy idiognózie, demencia atď. *Delírium* (lat. *delilare*, vybočiť z brázd) sa prejavuje ako porucha pozornosti a orientácie vlastnou osobou, časom alebo miestom. Ochorenie charakterizuje zmätený obsah psychickej činnosti, môžu sa objavovať ilúzie a halucinácie. *Obnubilácia*, mráкотný stav (lat. *omnubilare*, zatemniť) sa vyznačuje náhle vznikajúcou a končiacou zmenou vedomia podobnou snu alebo zautomatizovanej aktivite, ktorú si chorý zväčša nepamätá. Pacient je neprítomný duchom, vykonáva necielené pohyby. Pri poruchách *idiognózie* (sebaidentifikácie) pacient vníma vlastné zážitky a pocity ako cudzie. Dochádza napríklad k depersonalizácii často sprevádzanej stratou emócií, pocitom cudzosti vlastného tela a jeho častí. Kuriózný prípad odcudzenia vlastného tela ilustruje zo svojej klinickej praxe Sacks

(1993). Uvádza príbeh mladej ženy, ktorá bola nanajvýš psychicky a fyzicky zdatná. Žila plným a zaujímavým životom až do chvíle, keď sa mala podrobiť operácii žlčníka. Pred operáciou sa u nej objavili príznaky poruchy nášho „šiesteho zmyslu“ – propiocepce. Pacientka prestala vnímať svoje ruky, nohy a postupne stratila schopnosť pociťovať svoje vlastné telo, akoby bola „odhmotnená“. Ukázalo sa, že za stratu tohto dôležitého zmyslu zodpovedá akútne zápal nervov (akútna polyneuritída). Stratený zmysel bolo potrebné nahradiť iným zmyslom podieľajúcim sa na vedomí vlastného tela. Pacientka napokon kompenzovala svoje poškodenie zrakom, pomyselné „oči tela“ nahrádzala vlastným zrakom a začala žiť nový život s vypätím spôsobeným neustálym pozorovaním svojich údov.

Ďalším frekventovaným ochorením najmä u starších ľudí je *demencia* vyznačujúca sa progresívnym zhoršovaním pamäti a viacerých kognitívnych schopností, akými sú napríklad reč, poznávací schopnosť, pohybové aktivity, plánovanie atď. Ku *kvantitatívnym* poruchám sa podľa rozsahu poškodenia vedomia radí napríklad: syndróm uzamknutia, akinetický mutizmus, somnolencia, sopor, pretrvávajúci vegetatívny stav, kóma.

Pri „*syndróme uzamknutia*“ (locked-in syndrome) prebieha cyklus spánok/bdelosť, pacient trpí, nie je schopný vôľového pohybu tela (okrem pohybu očí, mrkania), vedomie je zachované. *Akinetický mutizmus* (*akinesia* – absencia pohybu, *mutizmus* – absencia reči) sa vyznačuje „neutrálnym výrazom“, absenciou emócií, zmyslu pre Ja. Pacient môže síce vykazovať nízkoúrovňovú pozornosť, no nekomunikuje. Pri *pretrvávajúcom vegetatívnom stave*, sa zachováva cyklus spánok/bdelosť, narušená je minimálna pozornosť. Pacienti sú počas tohto stavu v bezvedomí, sú schopní regulovať teplotu tela a zdolávajú infekciu. Dýchajú, prežívajú a trávajú potravu, môžu sa usmiať alebo vykriknúť, prežívajú tzv. kognitívnu smrť. *Netrpiť*, t.j. neprežívajú vedomú skúsenosť. *Kómu* (hlboké bezvedomie) charakterizuje necielená alebo žiadna reakcia na bolesť. Cyklus spánok/bdelosť absentuje, pacient netrpí, dýchanie je utlmené, klesá úroveň látkovej výmeny v mozgu. Diagnostikovanie

porúch vedomia predpokladá brať do úvahy celý rad faktorov, napríklad veľkosť a symetria zorníc, očné pohyby, hybnosť končatín a najmä reakcie na oslovenie a na bolesť. Na posúdenie stavu úrovne porúch vedomia sa v klinickej praxi používajú rôzne škály, k najznámejším patrí Glasgowská škála poškodení vedomia. Klasifikácia jednotlivých úrovní poškodenia vedomia má nesmierny význam pre určenie smrti mozgu, ktorá znamená *de facto* smrť človeka. Smrť mozgu sa charakterizuje stavom „úplnej a nezvratnej straty všetkých funkcií mozgu“. Zhoduje sa s nezvratným výpadkom všetkých funkcií mozgového kmeňa. Podľa viacerých autorov ujasňovanie klinickej diagnostiky smrti mozgu umožňuje racionalizovať terapiu podľa etických kritérií a zároveň znižovať náklady na intenzívnu starostlivosť.

Skutočnosť, že ide o nesmierne zložitú problematiku tak po stránke medicínskej, právnej a etickej ilustrujú aj odlišnosti v kritériách pre stanovenie smrti mozgu v jednotlivých krajinách. Načrtnuté poškodenia vedomia, klinické pozorovania a neuropsychologické experimenty zároveň poukazujú na ohraničenosť viacerých filozofických charakteristík vedomia. Vedomie nemožno „jednoducho“ identifikovať s bdelým stavom, artikulovanou rečou, myslením, uvedomovaním si, s pocitmi alebo s reagovaním na vstupy (podnety).

Napríklad pri *prosopagnózii* vedomie nie je synonymické s bdelosťou, pretože pacienti sa síce nachádzajú v bdelom stave, ale majú narušenú schopnosť rozpoznať vlastnú tvár a tváre svojich blízkych. *Epileptický automatizmus* je stav, pri ktorom je takisto zachovaný bdelý stav a minimálna pozornosť. Pacient na nejaký čas (3-10 sekúnd) „zamrzne“, vytratí sa vedomie (vedomie Ja), pamäť, aj emócie. Počas *snívania* sa síce nenachádzame v bdelom stave, ale subjektívna skúsenosť sa sprítomňuje v podobe rôznych scénárií, vôní, chutí, udalostí a dejov. Zachovanie bdelosti a poškodenie minimálnej pozornosti dokladá *pretrvávajúci vegetatívny stav* a *kómu* charakterizuje výpadok tak bdelosti ako aj emócií, pozornosti a celkového zámerného správania. Ako dokladá *syndróm*

*uzamknutia*, prežívanie vedomej skúsenosti možno oddeliť od jej artikulácie jazykom alebo od vôľovej aktivity. Proti identifikácii vedomia s jazykom, artikulovanou rečou svedčí napríklad aj *globálna afázia*, v rámci ktorej dochádza k výpadku všetkých funkcií jazyka. Pacient nie je schopný porozumieť reči, nevie čítať slová ani produkovať reč (s výnimkou stereotypných slov). Pomocou nelingvistickej komunikácie však možno konštatovať, že pacient nemá poškodené myšlienkové procesy.

Súčasný stav teoretizovania o povahe mysle vyžaduje sprehľadniť terminológiu a metodologické postupy používané pri diagnostike a terapii jednotlivých poškodení. V teórii to predpokladá odbúrať staronové dichotómie, ako napríklad vedomé/nevedomé, Vedomie/Nevedomie, slobodné/deterministické, organické/neorganické, racionálne/emocionálne, atď.

### Odporúčaná literatúra

- Murphy, D.: *Psychiatry in Scientific Image*. Cambridge: Mass. MIT Press, 2006.  
Raboch, J., Zvolský, P. et al.: *Psychiatrie*. Praha: Galen, 2001.  
Sacks, O.: *Muž, který si pletl manželku s kloboukem*. Praha: Mladá fronta, 1993.  
Svoboda, M., Češková, E., Kučerová, H. (ed.): *Psychopatologie a psychiatrie*. Praha: Portál, 2006.

## IX. Úsudky, rozhodnutia a zdôvodnenia

Kľúčové slová: *heuristiky, kognitívne predsudky, vôľa, automatizmy, posthypnotická sugescia*

V každodennom živote neustále riešime problémy, zvažujeme svoje rozhodnutia a vieme, aké dôležité je uvedomovať si to, čo konáme a prečo. Sloboda rozhodovania a konania sa zväčša spája s jasnou, vedomou predstavou o príčinách, motívoch a cieľoch vlastného konania. Existencia slobody a vedomia predstavujú základné predpoklady v živote človeka. Pri zdôvodňovaní konania aktéri vychádzajú „znútra“ smerom „von“, od mysle, vedomia, vôle, zodpovednosti ku konaniu.

Vo všeobecnosti chápeme príčinnú súvislosť medzi slobodnou vôľou a konaním neproblematicky. Experimenty známe z psychologického a kognitívneho výskumu však dokladajú prítomnosť celého radu skrytých, nevedomých determinantov správania človeka. Vplyv takých faktorov, ako napríklad móda, médiá, priming, sublimálne vnímanie alebo emocionálna manipulácia, búrajú bežné a takisto teoretické intuície o mechanizmoch ľudského správania. Status introspekcie a vedomia pri rozhodovaní o tom, ktoré správanie je a ktoré nie je pod kontrolou, sa čoraz väčšmi problematizuje. K vysvetľovaniu mechanizmov a príčin konania človeka prispieva v ostatných dekádach veľkou mierou neurovedecký a klinický výskum (Sternberg, 2002). Odhaľovanie súvislostí vzťahu mozog-mysel-správanie dokladá význam nevedomého spracovania informácií pri riešení problémov, rozhodovaní, myslení alebo

vôľovom pohybe. Absencia kontroly nad správaním, napríklad, nad príjmom potravy sa prejavuje aj pri obezite, kde zohráva rolu proteín leptin. Leptin reguluje pocity hladu a uspokojenia, v závislosti na mutáciách receptora leptinu sa predpokladá dispozícia k prejedaniu sa.

Neurobiologický výskum potvrdzuje zároveň význam neuromodulátorov (sérotónín, dopamín) a neurotransmiterov (acetylcholin, noradrenalin), hormónov (estrogén, testosterón) ako vysoko relevantných parametrov rozhodovania na neurónovej úrovni. V súvislosti s početnosťou úrovni (molekúl, neurónov, synáps) je potrebné brať na zreteľ fakt, že do každej z úrovni aktivity významne zasahujú sociokultúrne a psychologické faktory. Aj preto je adekvátnejšie chápať priebeh kontroly a sebakontroly správania u človeka kontinuálne. Striktná deliaca čiara medzi nevôľovou a vôľovou aktivitou je iluzórna, skôr možno hovoriť o rozmanitých parametroch relevantných vo vzťahu ku kontrole (Churchland, 1995).

Metóda lézií a nové zobrazovacie technológie zachycujúce neurónovú aktivitu umožňujú lokalizovať poškodenia v špecifických oblastiach mozgu a ich vzťah k špecifickým zmenám správania. Obzvlášť významné je uplatňovanie a dopad neurotechnológií na sociálny a mravný život ľudí. Spoločnosť vychádza z predpokladu o zodpovednosti ľudí za svoje činy. Dôsledky konania, ktoré je a ktoré nie je pod vôľovou kontrolou jedinca sa posudzujú morálne aj legálne (odmena a trest). Následky dopravnej nehody zapríčinené rýchlou jazdou sa posudzujú inak než v prípade, ak nehodu spôsobila psychomotorická epileptická príhoda. Porucha príslušných štruktúr mozgu zabezpečujúcich vôľový pohyb, vedie k poruche pohybu. Napríklad, pri *syndróme cudzej ruky* pacient vníma vlastnú ruku ako neznámu, autonómnu končatinu. Pacient vykoná čin, za ktorý je zodpovedný, ale svoju zodpovednosť si neuvedomuje. Aj v prípade *syndrómu uzamknutia* dochádza k disproporcii medzi vedomím, vôľou a konaním. Pacient si *uvedomuje*, má intenciu vykonať čin, ale nie je schopný vykonať pohyb, trpí. Pri *posthypnotickej sugescii* subjekt prijme pokyn, vôľu hypnotizéra a vykoná



čin, za ktorý sa cíti zodpovedný. Existenciu disproporcií medzi vedomým, uvedomovaným a nevedomým správaním doložili laboratórne experimenty ako aj experimentálny výskum v reálnom prostredí. Experimenty potvrdili tendenciu ľudí domýšľať si dôvody a zmysel svojho konania s cieľom „vidieť seba samých v lepšom svetle“. Ako som uviedla v texte predchádzajúce kapitoly, k spoločným zdrojom ilúzií sa radí rámcovanie, predsudok potvrdzovania, nadhodnocovanie, podhodnocovanie, skupinová konformita atď.

Ak sa ľudia domnievajú, že nekonajú na základe vedomej vôle, majú tendenciu pripisovať príčiny a priebeh udalostí neznámym silám alebo vlastnú účasť na konaní celkom popierajú. Strata schopnosti vnímať vlastnú aktivitu ako vedomú a vôľovú sa prejavuje napríklad pri automatizmoch. S klasickým automatizmom sa spája tzv. *Ouija tabuľa*, ktorá tvorila súčasť „duchovných“ špiritistických seáns v druhej polovici 19. storočia (podobne ako „samovoľne“ točiacie sa stolíky, hovory so zosnulými atď.). Tabuľu tvorila plochá doska s písmenami a rôznymi symbolmi a ukazovátka v tvare srdca alebo trojuholníka. Účastníci sedenia mali položené prsty na ukazovátku, ktoré im pohybom po symboloch „odpovedalo“ na položené otázky. Na dosiahnutie požadovaného výsledku, t.j. odpovede na otázku, bolo potrebné zachovať vážnosť a koncentráciu mysle. Používanie Ouija tabúľ sa stalo inšpiratívnym pre I-Spy experiment Wegnera a Weatleyho (Wegner, 2002). Autori vychádzali z predpokladu o vzniku vôle pri vnímaní kauzálnej súvislosti medzi myšlienkami a konaním. V experimente sa podujali navodiť u probandov prežívanie vôľovej aktivity bez toho, aby vôľový akt vykonali.

Výskum sa zamerával na pociťovanú *prioritu* myšlienky pred vykonaním činu. Experimentu sa zúčastnili dvaja probandi, jeden skutočný – A, druhý fingovaný – B, ktorý mal rolu asistenta experimentátora. Obsahom experimentu sa stalo skúmanie pociťovania intencie vykonať motorický akt, t.j. akým spôsobom dané pocity prichádzajú a odchádzajú. Probandi si sadli oproti sebe a umiestnili prsty na dosku, ktorá im umožňovala spoločne manipulovať

myšou. Tou pohybovali kurzorom na monitore počítača, kde sa v istých časových intervaloch (30 sekúnd) objavovali malé obrazce. Úlohou probanda A bolo vypočítať koľkokrát pocítil intenciu konať v zmysle „ja som mal v úmysle zastaviť“ myšou kurzor. Počas experimentu proband A počul cez slúchadlá hudbu a slová, a proband B ho nabádal k myšlienkam o obrazi predtým, než proband A stlačil myšou kurzor.

Podľa autorov experiment potvrdil predpoklad o možnosti vyvolať skúsenosť vôle manipuláciou myslenia a konania probanda. Podobne ako v prípade Libetovho experimentu, „I“ Spy experiment poukázal na mylnosť názor teoretikov pridŕžajúcich sa obrazu človeka ako kauzálneho aktéra, ktorý pozná dôvody a príčiny svojho konania „znútra“. Introspektívny pohľad následne spájajú s *mentálnym* explanačným systémom ako autentickou, neredukovateľnou sférou. V protiklade k nej stojí *fyzikálny* explanačný systém založený na hľadaní kauzálnych súvislostí medzi myslou (plánmi, želaniami, vierami) a konaním „zvonka“. V čom teda spočíva ilúzia vedomej vôle? V tom, že „veríme v mágiu vlastného kauzálneho konania“ (Wegner, 2002, 28), v kauzálnu účinnosť našich vedomých myšlienok ako ontologicky svojbytných jednotiek.

Iluzórnosť slobodnej vôle nespočíva v jej *neexistencii*, ale v tom, že sa pokladá za čosi iné, než čím je v skutočnosti. Podobne ako sa v kúzelníckom predstavení pokladá trik za to, čím v skutočnosti nie je (žena rozrezaná napoly, predmety miznúce pred očami obecnstvá, atď.). V zhode s Wegnerom sa prikláňam k názoru, podľa ktorého vôľu utvára skôr pocit, ktorý vzniká vtedy, keď si myslíme, že vieme, čo robíme a prečo. Prežívanie vôle je nepochybne *reálne*, predmetom ilúzie sa stala *povaha* prežívanej skúsenosti vôle. Kauzálnu účinnosť vedomých myšlienok človeka možno charakterizovať ako skúsenosť, a nie *príčinu* konania. Myšlienky, ktoré spájame v bežnej skúsenosti s činmi nie sú teda *nutne* skutočnými príčinami činov, kauzálnu prepojenosť im pripisujeme. V dôsledku uvedeného možno hovoriť o ilúzii priameho nahliadania povahy vnútorného sveta (vedomie, myseľ, vôľa, myšlienky, pocity, predstavy). Človek

v skutočnosti nevie presne, čo zapríčiňuje jeho konanie (Blackmore, 2005). Tu nemám na mysli len neprístupnosť k vnútorným fyzikálnym pochodom, ale aj k širším vývinovým, kultúrnym a osobnostným vplyvom. Kauzálne vzťahy determinujúce správanie človeka sú fyzikálnej povahy, a preto postulovanie ďalšej, tzv. mentálnej kauzality je neopodstatnené.

V skratke zhrniem. Dennodenne si vytvárame presvedčenia o sebe, okolitom svete, uisťujeme sa o účinnosti vlastných vedomých myšlienok. V bežnej skúsenosti vychádzame z predpokladu, že, vo všeobecnosti, poznáme príčiny svojho rozhodovania a konania. Iluzórnosť vo vzťahu k slobodnej vedomej skúsenosti sa napokon týka povahy skúsenosti samej. Súčasná kognitívna neuroveda a experimentálny výskum odhalili významný vplyv skreslení, predsudkov a očakávaní na to, ako človek vidí a vníma okolitý svet, ale i seba samého. Rozum predpokladá vo veciach väčší poriadok a rovnováhu, než aká sa tam skutočne nachádza. Vymýšľa si neexistujúce paralely, podobnosti a vzťahy. Neúplnosť a zlomkovitosť vysvetľovania povahy a funkcií slobodného konania nezmenšuje opodstatnenosť naznačených teoretických východísk skúmania.

K základným teoretickým predpokladom radím: a) prirodzenosť a poznateľnosť stavov ľudskej mysle a b) iluzórnosť tradične poňatého psychofyzického problému zakotveného v mentalistickej ontológii. Chápanie rozumu, vôle, mysle ako svojbytných mentálnych entít je vzhľadom na svoju explanačnú prázdnotu neopodstatnené. Metodologicky to predpokladá odmietnutie pretrvávajúcich striktných dichotómií vnútorné/ vonkajšie, metódy prvej osoby/ metódy tretej osoby, vedomé procesy/nevedomé procesy, telesné/ psychické, biologické/sociokultúrne, atď.

Už len v dôsledku uvedeného je zrejmé, že vôľové akty nemožno chápať ako *nezapríčinené* príčiny konania. Vnímanie a poznávanie obsahov vnútorného sveta je podobne ako v prípade vonkajšieho sveta *sprostredkované*. K vlastným vnútorným prežitkom nemáme bezprostredný, priamy prístup. Introspektívnym pohľadom nie sme schopní odhaliť povahu, mechanizmy a zákonitosti fungovania

našich myšlienok, želaní či pocitov. Problematika existencie (vnútorných aj vonkajších) ilúzií mysle poukazuje na potrebu revidovať zmysluplnosť filozofických otázok, premyslieť opodstatnenosť nastolených „večných“ problémov a spôsobov ich riešenia. Jedno je isté. Vysvetľovanie správania človeka tradičnými pojmami a postupmi nepostačuje.

Otvára sa priestor pre nový model a perspektívy nazerania ľudskej racionality a slobody konania. Kým sa tak stane, filozofi budú, ako sa domnievam, pripomínať obecenstvo kúzelnického predstavenia. Ak sa kúzelník rozhodne prezradiť, ako je to v skutočnosti s predvedeným kúzelnickým trikom, obecenstvo má tendenciu zapchávať si uši, nechce to vedieť. Dôvodom môže byť obava z prekaženého zážitku kúzla alebo eliminácia kúzla ako takého. Vysvetlené kúzlo už nie je viac kúzlom. Vysvetlená sloboda konania už nie je viac slobodou konania.

### Odporúčaná literatúra

Dennett, D.: *Freedom Evolves*. London: Allen Lane, 2003.

Sternberg, R.J.: *Kognitívni psychologie*. Praha: Portál, 2002.

Wegner, D.: *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge: MIT Press, 2002.

## X. Manipulácia mysle myslou

Kľúčové slová: *vnucovanie, ilúzia, potvrdzovanie, kognitívne predsudky, mágia*

Cieľom nasledujúceho textu je poukázať na rolu kúzelníckych trikov a význam mágie pre objasnenie fungovania ľudskej mysle. Účinnosť magických trikov podporuje hypotézu súčasného kognitívneho výskumu o významnom podiele nevedomého a nevedomovaného v ľudskom vnímaní, pozorovaní, rozhodovaní a sebaopoznaní. Novovznikajúca „veda o mágii“ sa stáva výzvou pre prehodnotenie tradičných filozofických konceptov o ľudskom rozume, vedomí a slobode konania. Ilúzie ako produkt kúzelníckeho kumštu sa príliš nelíšia od trikov, s ktorými sa stretáva naša myseľ každodennej skúsenosti. Vnímame krásu východov a západov slnka, oblaky na oblohe nás oslovujú v podobe stvorení rôznych tvarov a veľkostí.

Ani v schopnosti pôsobiť svojou myslou na druhých nijak nezaostávame. Klameme, pretvarujeme sa, sme schopní povzbudiť druhých k výkonu alebo prelštíť protihráča. Podobne ako pri sledovaní predstavenia plného kúziel, v bežnom živote neraz uveríme nemožnému, vidíme nemožné objekty, a niekedy zase nevidíme, to, „čo máme rovno pred nosom“ (Brown, 2007). Na rozdiel od bežnej skúsenosti, pri návšteve kúzelníckeho predstavenia očakávame prítomnosť nezvyklého, láka nás prežitie čohosi, čo presahuje rutinu a všednosť. Šikovný kúzelník v nás opakovane vyvolá otázku, ako to robí? Kognitívna veda pomerne dlho ignorovala účinok

kúzelníckych trikov ako významný zdroj vysvetľovania povahy ľudskej mysle. A pritom, podľa niektorých autorov, práve mágia a mágovia čerpajú zo svojich znalostí o fungovaní psychiky človeka celé stáročia. Kúzelníci sú schopní vsugerovať divákovi vieru v nemožné veci a situácie (i keď len na zopár sekúnd), tí ich za to odmenia potleskom. Ako je možné, že nás kúzelníci tak presvedčivo klamú? Aké mechanizmy sa na tom podieľajú? Čo nám kúzelnícky trik môže povedať o pozornosti diváka?

Tieto otázky sa v posledných rokoch stali predmetom systematického štúdia v úsilí vytvoriť *vedu o mágii*. Predmetom skúmania sú vedecké základy toho, čo naakumulovali mágovia o ľudskom vnímaní, poznaní a správaní. Cieľom prívržencov novej vedy je skĺbiť magické znalosti a zručnosti so súčasnými teóriami a metódami výskumu ľudskej mysle. V nasledujúcom texte sa stručne zmienim o niektorých javoch a metódach, ktoré pomáhajú poodhaliť fungovanie nášho vnútorného sveta. Čo je mágia? Kto je mág?

Vo svojom jadre sa mágia a mágovia usilujú vyvolať údiv, úžas publika. Na dosiahnutie výsledného efektu kúzelníckeho predstavenia (toho, čo divák vidí) je potrebná vhodná metóda (na základe ktorej trik funguje). Úspešným sa kúzelník stáva vtedy, keď divák zamýšľaný efekt kúzla vnútorne prežíva a zároveň si nevedomou je použitú metódu, t.j. to, ako bol trik urobený. Napríklad pri triku „zmiznutie mince“ kúzelník podrží „miznúcu“ mincu v jednej ruke než, aby ju prehodil z jednej ruky do druhej. Prvoradým cieľom mága je zabrániť divákovi, aby ho odhalil. Ak sa mu to podarí, divák má dojem, že prežíva čosi neobvyklé, čosi, čo sa vymyká každodennej skúsenosti a je spokojný. Prečo ale kúzla fungujú? Prevažná časť ľudskej kognície vychádza z istých predpokladov, očakávaní o okolitom svete. Z výskumov kognitívnej psychológie je známy jav perцепčnej stálosti, t.j. predpokladu, že objekty existujú aj potom ako opustia zrakové pole vnímajúceho. Niekedy sa môže ukázať správnosť predpokladov, inokedy môžu viesť k mylným záverom, na prekonanie ktorých treba vynaložiť nemalé úsilie. Šikovný kúzelník je schopný manipulovať s týmito predpokladmi

až pokiaľ nedosiahne úmyselne celkom opačný účinok vo vzťahu k reálnej udalosti. Kúzelníci vynašli spôsoby ako posilniť silu ilúzií, napríklad zvýraznením nesúladu medzi subjektívnym prežívaním (napríklad času) a reálne prebiehajúcimi udalosťami v okolí tohto sveta. Kúzelník pracuje s klamstvom, disponuje teóriou ako oklamať diváka, aby neodhalil jeho trik. Samozrejme, to vyžaduje schopnosť učiť sa z chýb a neopakovať sa (často). V tomto zmysle možno kúzelnícke predstavenie prirovnať k experimentu, ktorý testuje jeho teóriu. V skutočnosti sa minca nepremiestňuje z jednej ruky do druhej, ale zostáva ukrytá v jednej ruke. Dôležité je odhadnúť mieru akou možno „falošný“ úkon pozmeniť tak, aby sa divákom zdalo, že vidia to „pravé“. Ako je to možné?

Rýchlosť neurónového prenosu spôsobuje meškanie približne 100 ms medzi prichádzajúcim podnetom a jeho uvedomením si. Jeden zo spôsobov kompenzácie tohto faktu spočíva v „predikovaní prítomného“, t.j. predikovať výsledok udalosti ešte predtým, než sa spracuje do detailov. Túto stratégiu využívajú napríklad šoféri alebo vrcholoví športovci, a to tam, kde sa vyžaduje rýchla reakcia. Uvedené predikcie však možno zároveň využiť pri klame (napríklad v prípade ilúzie zmiznutia mince alebo iného objektu). Triky tohto typu môžu poslúžiť ako vhodný „materiál“ pre empirické skúmanie subjektívneho „obrazu“ prežívaného pri zrakovom vnímaní.

K frekventovaným metódam, ktoré sa uplatňujú pri kúzelníckych trikoch patrí napríklad schopnosť kontrolovať a odvádzať pozornosť, ovplyvňovať voľby, vôľové konanie človeka. Koncept skrytého odvádzania pozornosti skúma kognitívna neuroveda na prípade „slepoty“ vyvolanej zmenou a „slepoty“ vyvolanej nepozornosťou. V prvom prípade ľudia nespozorujú, že „čosi“ je iné než bolo predtým. Ako preukázal výskum, diváci si nevšimnú významné zmeny na zrakovej scéne za predpokladu, že dôjde k rýchlemu prerušeniu, napríklad žmurknutie, rýchly pohyb očí a pod. napriek tomu, že diváci sa priamo na zmeny pozerajú. Diváci nezaznamenajú zmeny, ku ktorým dochádza „za“ kamerou (napríklad, moderátori si prezlečú oblečenie a zmenia farbu obrusa na stole). V prípade

„slepoty“ z nepozornosti diváci nespozorujú neočakávaný objekt, ktorý ale možno uvidieť. Napríklad, mágovia (Brown, 2007) vyzvali divákov, aby spočítali koľkokrát si hráči jedného bejzbalového tímu predali loptičku, pričom mali ignorovať hráčov druhého tímu. Zatiaľ, čo sa diváci sústredili na počítanie, väčšina z nich si nevšimla, že po scéne prešla osoba prezlečená za gorilu (gorila sa dokonca zastavila uprostred scény a búšila si do prs). Na to, aby diváci túto úlohu zvládli, boli stále nútení pozeráť sa na scénu. Skutočnosť, že viacerí diváci gorilu nespozorovali bola o to prekvapivejšia. Niektorí autori sa domnievajú, že kúzelníkom sa darí ukryť svoje metódy vďaka rýchlosti, ktorou prevedú trik. V skutočnosti však svoj úmysel dosahujú tým, že odvádzajú pozornosť diváka od metódy, pomocou ktorej trik vykonajú.

Manipulácia s pozornosťou spočíva v úsilí dosiahnuť „neviditeľnosť“ je úzko spätá s poznatkami súčasného výskumu zrakového vnímania. Je známe, že len malá časť informácie, ktorá vstupuje do našich očí, vstupuje aj do vedomého uvedomenia. Významný rozdiel medzi zrakovým vnímaním a zrakovým vedomím demonštroval vo svojich experimentoch Crick (Crick, 1994). Kúzelníci, ktorí vedeli o tomto fakte oveľa skôr, nazhromaždili dostatočné znalosti potrebné na kontrolu daných mechanizmov. Svoje poznatky využili pri rozlíšení fyzikálneho a psychologického odvádzania pozornosti. V druhom prípade dochádza k odvádzaniu pozornosti pomocou schopnosti kontrolovať očakávania vyššej úrovne.

Nemenej zaujímavá a možno aj „záľudná“ je metóda založená na vnucovaní (forcing). Uplatňuje sa napríklad pri triku s kartami, keď kúzelník predpovedá voľbu, o ktorej ste boli presvedčení, že je slobodná. Dozvedieť sa o kontrole a zmanipulovaní domnele slobodnej voľby nemusí byť zrovna príjemné. Kognitívnovedný výskum ilustruje systematické ovplyvňovanie voľby *vnucovaním*. Ukázalo sa, že pri zdôvodňovaní svojej voľby (konať tak alebo tak) sa probandi často mýlia. Napríklad v situácii, ktorá podporuje reflexívne správanie tým, že sa u diváka vyvolá stres vzhľadom na potrebu konať rýchlo. Akonáhle sa divák podvolí vnútenej voľbe, stres

sa zredukuje a kúzelníkovi nič nebráni zdôrazniť slobodu voľby. Kúzelníci využívajú viacero typov vnučovania. Fyzikálne vnučovanie ovplyvňuje diváka vtedy, keď si má vybrať objekt, napríklad hraciu kartu spomedzi balíčka kariet. Mentálne vnučovanie spočíva v nabádaní diváka, aby si vybral konkrétnu kartu bez toho, aby si to uvedomoval. Mág vyzve diváka, aby si pomyslel na konkrétnu kartu a s kartami manipuluje tak, aby túto konkrétnu voľbu podporil (kúzelník môže kontrolovať počet, poradie alebo farbu karty). Kúzelník je takisto schopný vyvolať dojem, že karty zmiešal divák a nie on.

Predpokladá sa, že poznatky získané zo schopnosti vnučovať voľbu možno využiť pri objasňovaní rozhodovania. Pojem voľby tvorí základ reklamného priemyslu, ale aj politickej propagandy. Motívy pre manipuláciu mysle človeka budú zrejme pretrvávajúce, a aj preto je dôležité poznať a porozumieť procesom a princípom na základe ktorých fungujú. Mechanizmy mentálneho vnučovania síce zďaleka nie sú preskúmané, ale pripomínajú napríklad správanie diváka ovplyvneného sublimálne (pod prahom citlivosti) prezentovanými podnetmi. Podľa viacerých autorov by sa kúzelníci a kognitívni vedci mohli vzájomne dopĺňať a inšpirovať. Ich spoločným záujmom je „večná“ otázka porozumenia podstate správania človeka. Prítomnosť skreslení, predsudkov a očakávaní často ovplyvňuje to, ako vidíme a vnímame okolitý svet vrátane seba samých. Náš rozum predpokladá vo veciach väčší poriadok a rovnováhu, než aká sa tam skutočne nachádza. Vymýšľa si neexistujúce paralely, podobnosti a vzťahy.

Ovplyvňovanie mysle človeka, vplyv kognitívnych predsudkov skúmali psychológovia už v 70. a 80. rokoch 20. storočia (Tversky, Slovic, Kahneman). Experimentálny výskum preukázal viaceré zdroje predsudkov ako napríklad rámcovanie, potvrdzovanie, nadhodnocovanie, podhodnocovanie či skupinová konformita. Aktuálnosť a najmä citlivosť problému manipulácie mysle sa prejavila v rámci súčasných skúmaní povahy a schopností vedomia. Vo filozofii mysle rozvírila diskusiu psychologička Susan Blackmorová

(2005) v úsilí odbúrať pretrvávajúce nedorozumenia vo vzťahu k vysvetľovaniu ľudského vedomia. Síce netradične, ale o to provokatívnejšie zdôraznila iluzórnu povahy vedomej skúsenosti. Vo svojej argumentácii sa odvoláva na experimentálne podloženú časovú diskrepanciu medzi objektívnym časom, počas ktorého prebieha (nevedomá) neurónová aktivita a subjektívnym časom počas ktorého subjekt vypovedá napríklad o vykonanom vedomom akte. Navyše, Blackmorová poukazuje na inklináciu človeka vnímať svoj vnútorný svet ako neustále prítomný tok – „prúd vedomia“, na základe ktorého koná. Otázka, čo možno rozumieť pod existenciou vedomia, napriek svojej zdanlivej neproblematickosti, však zostáva stále otvorená.

Domnievam sa, že prístup Blackmorovej je typickou ukážkou nedorozumenia, resp. nechuti nazerať na vlastné vedomie ako prirodzený, vedeckými metódami uchopiteľný fenomén. Tento problém sa stal jednou z najzávažnejších prekážok na ceste hľadania vedy o vedomí. Podľa D. Dennetta to výstižne vyjadril Lee Siegel vo svojej knihe *Sieť magického: Zázraky a triky v Indii* (Siegel, 1991, 425): „Píšem knihu o mágii,“ vysvetľujem, a tak sa ma spýtali, že či o „skutočnej mágii“? Pod „skutočnou mágiou“ majú ľudia na mysli zázraky, divotvorné skutky a nadprirodzené sily. „Nie,“ odvetil som: „o kúzelnických trikoch, nie o skutočnej mágii.“ Inými slovami, „skutočná mágia“ odkazuje na mágiu, ktorá nie je reálna, zatiaľ čo mágia, ktorá je reálna, ktorú možno naozaj vykonať, „nie je skutočnou mágiou“. Iluzórnosť vedomej skúsenosti nespočíva v jej neexistencii, ale v tom, že sa pokladá za čosi iné, než čím je v skutočnosti. Podobne ako sa v kúzelníckom predstavení pokladá trik za to, čím v skutočnosti nie je (žena nie je rozrezaná napoly, vlak sa „len tak nevyparí“ spred našich očí atď.). Podobnú asymetriu medzi subjektívnym prežívaním a udalosťami vonkajšieho sveta nevnímame tak problematicky.

Ukazuje sa, že človek veľmi nerád pripúšťa *sprostredkovaný prístup* k vlastným vnútorným stavom. Introspektívnym pohľadom neodhalíme povahu, mechanizmy ani zákonitosti fungovania našich myšlienok, želaní či pocitov. Iluzórnosť vo vzťahu k vedomej

skúsenosti sa týka *povahy* skúsenosti, teda toho, čím je. Schopnosť rozpoznať, za akých okolností dochádza k manipulácii a k ovplyvňovaniu mysle človeka, má celkom praktický význam. Nielen v úsilí minimalizovať prípadné zneužívania týchto schopností, ale aj pri liečbe a terapii špecifických psychických ochorení.

## Odporúčaná literatúra

- Blackmore, S.: *A Very Short Introduction to Consciousness*. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- Brown, D.: *Magie a manipulace mysli*. Praha: Argo, 2007.
- Dennett, D.: *Záhada ľudského vedomia*. Bratislava: Európa, 2008.
- Kahneman, D., Slovic, P., Tversky, A.: *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- Siegel, L.: *Net of Magic: Wonders and Deceptions in India*. Chicago: University of Chicago Press, 1991.

## Zoznam použitej literatúry

- Bechtel, W., Graham, G.: *A Companion to Cognitive Science*. Oxford: Blackwell, 1999.
- Bennett, M.R., Hacker, M.P.S.: *Philosophical Foundations of Neuroscience*. Oxford: Blackwell Publishing, 2003.
- Blackmore, S.: *A Very Short Introduction to Consciousness*. Oxford: Oxford University Press, 2005.
- Brown, D.: *Magie a manipulace mysli*. Praha: Argo, 2007.
- Crick, F.: *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul*. New York: Scribner, 1994.
- Churchland, P. M.: *The Engine of Reason, the Seat of the Soul*. Cambridge, MA: MIT Press, 1995.
- Damasio, A.: *Hledání Spinozy*. Praha: Dybbuk, 2004.
- Damasio, A.: *Descartesův omyl*. Praha: Mladá fronta, 2000.
- Dennett, D.: *Darwin's Dangerous Idea*. London: Allen Lane, 1995.
- Dennett, D.: *Freedom Evolves*. London: Allen Lane, 2003.
- Dennett, D.: *Záhada ľudského vedomia*. Bratislava: Európa, 2008.
- Eysenk, M., Keane, M.: *Kognitivní psychologie*. Praha: Academia, 2008.
- Gardner, H.: *The Mind's New Science: A History of the Cognitive Revolution*. New York: Basic Books, 1985.
- Green, D. W.: *Cognitive Science: An Introduction*. Malden, MA: Blackwell, 1996.
- Gazanniga, M.: Principles of human brain organization derived from split-brain studies. In: *Neuron* 14, 1995, 217-228.
- Gazanniga, M., Ivry, R., Mangun, G.: *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind*. W. W. Norton: New York, 2002.
- Gray, J.: *Consciousness: Creeping up on the Hard Problem*. Oxford, Oxford University Press, 2004.
- Harnish, M. R.: *Minds, Brains, Computers: An Historical Introduction to the Foundations of Cognitive Science*. Oxford: Blackwell, 2002.
- Kahneman, D., Slovic, P., Tversky, A.: *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.

- Koukolík, F.: *Lidský mozek*. Praha: Portál, 2000.
- Libet, B.: Do We Have Free Will? In: *Journal of Consciousness Studies*, 6, No. 8–9, 1999, 47–57.
- Marr D.: *Vision. A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information*. W.H. Freeman and Company, 1982).
- Myslivoček, J. a kol.: *Základy neurověd*. Praha: Triton, 2009.
- Murphy, D.: *Psychiatry in Scientific Image*. Cambridge, Mass., MIT Press, 2006.
- Noe, A., Thompson, E.: Are There Neural Correlates of Consciousness? In: *Journal of Consciousness Studies*, vol.11, 2004, No 1.
- Penfield, W., Rasmussen, T.: *The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization of Function*. New York: MacMillan, 1950.
- Petrů, M.: *Fyziologie mysli – Úvod do kognitivní vědy*. Olomouc: Triton, 2008.
- Raboch, J., Zvolský, P. et al.: *Psychiatrie*. Galen, Praha, 2001.
- Ramachandran, V. S., Blakeslee, S.: *Phantoms in the Brain*. New York: Quill, 1998.
- Rybár, J., Beňušková, L., Kvasnička, V.: *Kognitivne vedy*. Bratislava: Kalligram, 2002.
- Sacks, O.: *Muž, který si pletl manželku s kloboukem*. Praha, Mladá fronta, 1993.
- Siegel, L.: *Net of Magic: Wonders and Deceptions in India*. Chicago: University of Chicago Press, 1991.
- Sperry, R. W.: Forebrain commissurotomy and conscious awareness. In: *Journal of Medicine and Philosophy*. č.2, 101–126, 1977.
- Sperry, R. W.: Cerebral Organization and Behavior: The split brain behaves in many respects like two separate brains, providing new research possibilities“. In: *Science* 133, 1961, (3466): 1749–1757.
- Sternberg, R.: *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002.
- Svoboda, M., Češková, E., Kučerová, H. (ed.): *Psychopatologie a psychiatrie*. Portál, Praha, 2006.
- Thagard, P.: *Úvod do kognitivní vědy*. Praha: Portál, 2001.
- Weiskrantz, L.: Some Contributions of Neuropsychology of Vision and Memory to the Problems of Consciousness. In: A. Marcel, A., Bisiach, E. (ed.): *Consciousness in Contemporary Science*. Oxford: Oxford University Press, 1989.
- Wegner, D.: *The Illusion of Conscious Will*. Cambridge: MIT Press, 2002.



Prof. PhDr. Silvia Gáliková, CSc.

### **Základy kognitívnej neurovedy**

Vysokoškolská učebnica  
Vydanie prvé

Recenzenti

Doc. Ing. Igor Farkaš, PhD.

PhDr. Ing. Marek Dobeš, PhD.

Jazyková korektúra: Doc. Ing. Igor Farkaš, PhD.

Grafická úprava a sadzba © Ladislav Tkáčik

**fftu**

Vydavateľ

Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave

Hornopotočná 23, 918 43 Trnava

filozofia@truni.sk, fff.truni.sk

© Silvia Gáliková, 2013

© Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2013

ISBN 978-80-8082-632-1