

Silvia Gáliková

# Úvod do kognitívnej vedy

Vysokoškolský učebný text  
pre poslucháčov humanitných disciplín

1. časť

## Obsah

Predhovor .....	5
I. Čo je to kognitívna veda? .....	7
II. Výpočtová veda .....	17
III. Psychológia .....	31
IV. Neuroveda .....	51
V. Filozofia .....	75

## Predhovor

Kognitívna veda patrí v súčasnosti k jednej z najdynamicky sa rozvíjajúcich vedeckých disciplín. Kognitívni vedci sa podujali na neľahkú úlohu, demystifikovať povahu a funkcie stavov ľudskej mysle. V našich podmienkach je podrobnejšia reflexia kognitívnovedného výskumu pomerne zlomkovitá. Jednotlivými kognitívnymi stavmi, v našej terminológii skôr psychickými či duševnými stavmi, ako napríklad vnímanie, pozornosť, pamäť, myslenie, emócie atď. sa zaoberajú tradičné disciplíny ako psychológia, medicína, filozofia. Výučba predmetu kognitívne vedy a jeho zaradenie ako povinného či povinne voliteľného predmetu do vysokoškolských učebných osnov nie je uspokojivá. Najväčšia pozornosť sa kognitívnym vedám venuje na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, kde od akad. roku 2000/2001 prebieha celouniverzitný kurz Kognitívne vedy pod vedením Jána Rybára. Pozvaní domáci a zahraniční prednášajúci vo svojich prednáškach oboznamujú poslucháčov s najnovšími poznatkami a trendami v kognitívnovednom výskume, s mnohotvárnymi aspektami vzťahu myseľ/mozog, mozog/jazyk, telo/mozog/vedomie, mozog/myseľ/správanie atď.

Z iniciatívy Jána Rybára a kolektívu spolupracovníkov boli publikované aj odborné, na Slovensku ojedinelé práce z vybraných problémov kognitívnej vedy, ktoré nájde čitateľ v doporučenej literatúre tohto textu. Pedágovia katedier matematiky,

fyziky a informatiky FMFI a takisto pedagógovia Chemickej a potravinárskej fakulty STU v Bratislave sa podieľajú na organizovaní a spoluorganizovaní pravidelných seminárov a medzinárodných konferencií, napríklad Kognice a Kognice a umělý život.

Predložený vysokoškolský učebný text vznikol z potreby doplniť jestvujúcu odbornú literatúru, s cieľom priblížiť tie najzákladnejšie termíny, problémy a metódy kognitívnej vedy\*.

Základnú osnovu 1. časti učebného textu tvorí 5 hlavných kapitol, ktoré približujú základné disciplíny participujúce na etablovaní kognitívnej vedy: 1. Čo je kognitívna veda?, 2. Výpočtová veda, 3. Psychológia, 4. Neuroveda, 5. Filozofia.

Mojím zámerom v 1. časti textu je podať stručný úvod do problematiky kognitívnej vedy a pripraviť tak čitateľa na podrobnejšiu analýzu jednotlivých kognitívnych stavov (vnímanie, pamäť, riešenie problémov, jazyka, vedomia atď.), ktoré budú predmetom 2. časti učebného textu. Za nemenej významné a nanajvýš aktuálne pokladám zdôraznenie interdisciplinárnej povahy kognitívovedného skúmania mysle. V dôsledku toho sa naše domnele neobjektívizovateľné a najvnútornejšie myšlienky, pocity a predstavy stali predmetom vedeckého skúmania. Navyše, okrem záhadnosti spájanej so subjektívnym životom človeka sa definitívne spochybnili prístupy odvolávajúce sa na „čisto“ filozofickú či teoretickú povahu problémov „vnútorného“.

Napokon by som chcela zdôrazniť, že učebný text je len pomôckou a nie klasickou učebnicou. Vzhľadom na komplexnosť a intenzívny rozmach súčasných disciplín kognitívnej vedy tak ponechávam, myslím, dostatočný priestor pre rozvíjanie samostatného myslenia a tvorivosti poslucháčov.

Bratislava, 2009

Silvia Gáliková

## I. Čo je to kognitívna veda?

KLÚČOVÉ POJMY: kognícia, reprezentácia, inteligencia, myseľ, spracovanie informácie

### (I) ZROD A VÝVIN KOGNITÍVNEJ VEDY

Historické korene vzniku kognitívnej vedy siahajú približne do prvej polovice 20. storočia. Základnou inšpiráciou novovznikajúcej disciplíny sa stali najnovšie poznatky na poli kybernetiky, počítačovej vedy a neurovedy.

V roku 1948 sa v Kalifornii uskutočnilo prvé tzv. Hixonské sympóziu, ktoré podľa viacerých autorov predznamenalo „kognitívnu revolúciu“ a zrod novej vednej disciplíny – kognitívnej vedy.

Tematicky sa sympóziu venovalo problému ako je nervový systém schopný kontrolovať správanie systému. Významní rečníci tohto podujatia, matematik John von Neumann, matematik a neurofyziológ Warren McCulloch a neuropsychológ Karl Lashley vo svojich príspevkoch zadanú tému ďaleko presiahli.

Napriek tomu, že kognitívna veda vznikala postupne a prechádzala vo svojom vývine viacerými etapami, Bechtel a Graham [1] 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.

Kľúčovou sa stala konštrukcia inteligentných strojov vychádzajúca z tradície kybernetiky, umelých neurónových sietí a symbolickej umelej inteligencie (AI). Pre kybernetiku zohral ústrednú rolu pojem feedbacku, t.j. schopnosti systému vložiť vygenerovanú informáciu späť do systému, čím sa posilnilo jeho správanie v meniacom sa prostredí. Predpokladalo sa, že touto schopnosťou disponujú tak prírodné ako aj umelé systémy.

Nemenej zásadnú rolu zohrala pri konštituovaní kognitívnej vedy umelá inteligencia a vznik digitálneho počítača. Myšlienka, ktorá sa preverila už počas II. svetovej vojny spočívala v možnosti mechanického a neskôr elektronického uplatnenia súboru inštrukcií.

Spoločným a takpovediac základným kameňom kognitívnej vedy bola kritika behavioristického prístupu ku skúmaniu povahy mysle. Ukázalo sa viac než zrejším, že koncentrácia výskumu a vysvetľovania mysle primárne na výstupy systému nepostačuje. S radikálnou kritikou behavioristov sa stretávame v práci jedného z najvýznamnejších predstaviteľov a popularizátorov kognitívnej vedy lingvistu Noama Chomského. Osobitý prínos Chomského sa prejavil na poli gramatiky, v rozpracovaní základných princípov „univerzálnej gramatiky“ (viď kap. III.). Vo svojej mentalistickej perspektíve Chomsky predpokladal, že a) generatívna gramatika bola formalizovaným vyjadrením (tacit) poznania jazyka ľudí a b) primárnymi dátami lingvistickej analýzy sa mali stať úsudky hovorcov o tom, ktoré vety možno pokladať za gramatické. V protiklade k behavioristom zdôrazňoval tvorivosť jazyka a významne obohatil výskum v oblasti psycholingvistiky a kognitívnej psychológie.

Roky 1960 – 1985 sa charakterizujú ako doba zrenia kognitívnej vedy. Inštitucionalizácia (Harvard, San Diego) tejto profilujúcej sa disciplíny a zaradenie do vysokoškolských učebných osnov prebiehala pozvoľne. V tomto období sa do predia dostal výskum v oblasti umelej inteligencie, lingvistiky a psychológie, pričom neuroveda spolu s umelými neurónovými sieťami zostali v úzadí. V ranom období vývinu kognitívnej vedy prevažoval špecifický kognitivistický model mysle vychádzajúci z metafory počítača.

Po prekonaní krízy identity kognitívnej vedy v rokoch 1985 – 1999 [1] nastalo obdobie rozmachu pretrvávajúce až dodnes.

Z hľadiska súčasného stavu vedeckého poznania možno kognitívnu vedu a jej predstaviteľov jednoznačne pokladať za nepostrádateľnú

súčasť pri vysvetľovaní jedného z najťažších vedeckých a teoretických problémov – problému povahy a funkcií ľudskej mysle.

## (II) KLÚČOVÉ OBLASTI A METÓDY SKÚMANIA

Ústredným problémom skúmania kognitívnej vedy sa stala kognícia (z lat. cognitio, poznanie). Ako som uviedla v predošlej časti, na riešení špecifických aspektov problému povahy mysle sa v rámci kognitívnej vedy podieľa celý rad disciplín, filozofia, psychológia, neuroveda, počítačové vedy, lingvistika, antropológia atď. Cieľ jednotlivých disciplín spočíval od počiatku v objasnení povahy a fungovania poznávania, vnímania, pamäti, myslenia atď. Hľadali a hľadajú sa odpovede na otázky: Akým spôsobom sa môžeme dopátrať pravdy o sebe a o svete, v ktorom žijeme?, Ako získava systém (organizmus) informácie? Ako ich spracúva a vyhodnocuje? Ako si pamätáme? Ako riešime problémy? Na základe akých princípov sa organizuje vnímanie? atď.

Už na prvý pohľad vidieť, že nejde o celkom nové, ale skôr o staré či znovoživené filozofické a teoretické otázky. Za nový však možno oprávnene pokladať prístup, „optiku“, ktorou sa k týmto „večným“ otázkam pristupuje. V čom tkvie ono nové v kognitívnej vede? Z metodologického hľadiska je významné, že kognitívni vedci sa neobmedzili len na skúmanie ľudskej mysle, ale analyzovali aj zvieraciu a umelú myseľ. Dominantnou sa preto nestala otázka nositeľa mysle, ale vysvetľovanie základných princípov a mechanizmov fungovania vnímania, poznávania, pamäti, riešenia problémov atď. 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 objektívnosť a testovateľnosť. Podľa predstaviteľov kognitívnej vedy, povahu stavov nášho vnútorného sveta sa vedcom ani teoretikom nepodarilo doposiaľ objasniť. Jeden z fundamentálnych dôvodov spočíval práve v absencii spomenutých črt vedeckého výskumu. Problém primeraných experimentálnych a teoretických metód výskumu mechanizmov a funkcií mysle napokon pretrvával stáročia.

Jednou z najstarších metód skúmania myšlienok, pocitov, predstáv a želaní, tzv. priamou metódou skúmania sa stalo „vnútorné pozorovanie“ známe z bežnej skúsenosti. „Vnútorné pozorovanie“ alebo „vnútorné vnímanie“, nazývané aj introspekcia (spicere – pozerať, intra – do vnútra, zvnútra) tvorí základnú metódu, spôsob „oboznamovania sa“ s vlastnou skúsenosťou, s myšlienkami, želaniami, vierami, predstavami a pocitmi. Schopnosť „vnútorného vhladu“ nás privádza k uvažovaniu a prisudzovaniu jednotlivých stavov mysle druhým. Z podobnosti v používaní jazyka, správania (gestikulácie, intonácie hlasu) druhých, vyvodzujeme prítomnosť toho, čo sami prežívame v podobe subjektívnej skúsenosti. Naša vlastná životná skúsenosť nám umožňuje prežívať stavy empatie a po-

rozumenia 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 vhladu“.

O obmedzenosti introspektívnych výpovedí svedčí, napríklad, implicitné učenie a pamäť. V súvislosti s uvedenými kognitívnymi stavmi, jedinec buď nie je schopný naučené obsahy verbalizovať alebo uvedomovať vybavené spomienky.

Nič však nebráni pokladať introspekciu v neproblematickom zmysle slova za priamu metódu poznávania ľudskej mysle. Problém nastáva vtedy, ak teoretici (najčastejšie) filozofi ontologizujú tento spôsob poznávania v dôsledku čoho tzv. „dáta prvej“ osoby vytvárajú nereduktívnu svojbytnú realitu. Akoby epistemologicky poňatá priamosť implikovala „peniknutie do povahy javu samého“. Tento predpoklad prameniacy z nadhodnotenia jedného konkrétneho aspektu poznávacích schopností ľudskej mysle sa neraz preukázal ako mylný ([2], s. 18).

Navyše, schopnosť prežívať stavy mysle a uvedomovať si ich kvalitatívny obsah, z nich ešte nerobí akési tajomné „mentálne entity“. Jedinečnosť, niekedy označovaná aj ako privátnosť individuálnej subjektívnej skúsenosti, je nepopierateľná. Nemožno ju však spájať s neomylnosťou alebo a nespochybnosťou. 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 ich vzájomných štruktúrnych 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.

Novosť metód a stratégií kognitívovedného prístupu sa premietla do formulácie teoretického východiska skúmania mysle. V dôsledku toho, v počiatočných etapách konštituovania kognitívnej, vedci abstrahovali od bežnej predstavy, t.j. pripisovania psychiky živému organizmu. Napriek zjavnej neintuitívnosti sa tento metodologický postup osvedčil a priniesol nové poznatky pri vysvetľovaní vzniku, fungovania a vlastností stavov mysle.

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 štruktúrnou analýzou, neurozobrazovacími technológiami, analýzou protokolov atď.

Detailnému opisu metód a stratégií skúmania kognície sa budeme zaoberať v nasledujúcom texte postupne v rámci špecifických prístupov jednotlivých disciplín.

## (II) PREDMET KOGNITÍVNEJ VEDY

Už vieme, že kognitívne vedy (cognitive science) sa konštituovali v polovici 20. storočia ako interdisciplinárne skúmanie kognície. Naznačené terminologické a teoretické problémy s vymedzením termínu kognícia sa premietlo aj do charakteristiky predmetu kognitívnej vedy. V stručnosti možno hovoriť o jeho definovaní v širokom a úzkom slova zmysle. V širokom chápaní sa kognitívna veda vymedzuje takto:

„Kognitívna veda je interdisciplinárna aktivita, ktorá sa zaoberá myslením a inteligenciou a zahŕňa filozofiu, psychológiu, umelú inteligenciu, neurovedu, lingvistiku a antropológiu“ ([10], s. 11).

„Kognitívna veda je súčasná, empiricky podložená snaha zodpovedať pretrvávajúce epistemologické otázky, obzvlášť tie, ktoré sa zaoberajú povahou poznania, jeho prvkami, zdrojmi, vývinom a využitím“ ([4], s. 6).

„Kognitívna veda je vedeckým skúmaním kognície prebiehajúcim v súlade s metodológiami nasledujúcich šiestich disciplín: filozofie, psychológie, lingvistiky, výpočtovej vedy, neurovedy a antropológie“ ([6], s. 3).

Čo majú uvedené široké definície kognitívnej vedy spoločné? Predovšetkým badať akoby synonymické chápanie pojmov kognície, myslenia, inteligencie či poznania. V skutočnosti je otázka vymedzenia významov týchto pojmov v jednotlivých disciplínach neujasnená, resp. otvorená. Ďalšou významnou črtou uvedených definícií je neutralita vo vzťahu k charakteristike povahy kognície či myslenia. Treba zdôrazniť, že zďaleka nejde o náhodu, ale o vedomý úmysel zo strany kognitívnych vedcov ponechať otázku povahy mysle otvorenú. To, či myseľ pripíšeme živým či neživým entitám (systémom), počítačom či iným živočíšnym druhom nie je z metodologického hľadiska v počiatočných skúmania podstatné. Samozrejme potrebu vymedzenia základných charakteristík mysle, myslenia, vnímania, pamäti, cítenia to nijak neznevažuje. Naopak, predstavuje významnú výzvu pre všetkých vedcov a teoretikov skúmajúcich povahu rôznorodých stavov mysle.

Úzke vymedzenie kognitívnej vedy možno ilustrovať nasledovne:

„Kognitívni vedci sa pokúšajú porozumieť procesom a reprezentáciám, ktoré sú základom inteligentnej aktivity vo svete“ ([5] Green, s. 1).

„Myslenie možno najlepšie vysvetliť v termínoch reprezentačnej štruktúry mysle a výpočtových procedúr, ktoré pracujú s týmito štruktúrami“ ([11], s. 25).

Uvedené definície zdôrazňujú reprezentačnú schopnosť kognitívnych stavov a následne pokladajú analógiu s digitálnym počítačom za kľúčovú pre pochopenie povahy a funkcie mysle.

Nasleduje chápanie predmetu kognitívnej vedy, ktoré by sme mohli označiť za všeobšahle, t.j. zahŕňajúce 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 je porozumieť tomu ako funguje myseľ na základe štúdia procesov, ktoré pracujú s reprezentáciami. Myseľ ako základ inteligentného správania vo svete sa vysvetľuje prostredníctvom výpočtových operácií a informačných procesov“ ([5], s. 5). K základným črtám tejto definície možno zaradiť tieto: 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. Črty a) a b) sa priradujú k širokému chápaniu kognitívnej vedy a črta c) k úzkej definícii. Za základný znak užšieho poňatia sa pokladá, ako som uviedla, vysvetľovanie mysle a kognície prostredníctvom výpočtovo-reprezentačných procesov.

V súčasnosti sa ukazuje ako zmysluplnejšie a explanačne silnejšie široké chápanie mysle a kognície. V nasledujúcom texte sa budeme podrobnejšie zaoberať ontologickými a epistemologickými dôsledkami horeuvedených vymedzení kognitívnej vedy.

Podobne ako v dejinách ostatných vied aj kognitívovedné skúmanie zásadne podporilo a) ujasňovanie konceptuálnych, terminologických problémov a najmä b) nové experimentálne postupy a metódy skúmania. Interdisciplinárna povaha kognitívnej vedy už od počiatku formovala základné podoby a prístupy skúmania kognície. Teoretickým východiskom interdisciplinárneho výskumu sa stalo vyčlenenie spoločného explananda, t.j. predmetu skúmania, ktorý sa ocitá na priesečníku takých disciplín ako psychológia, filozofia, výpočtová veda, neuroveda, antropológia či lingvistika.

Napriek tomu, že spolupráca uvedených disciplín neprebíhala od počiatku vzniku kognitívnej vedy, súčasný teoretický a experimentálny výskum mysle ju čoraz viac podporuje.

Na prvý pohľad sa môže zdať nejasné ako môže, napríklad, filozofia tvoriť súčasť kognitívnej vedy? Pochopiť status filozofie v rámci vzťahu kognitívnej vedy a filozofie predpokladá jednak odlišiť filozofiu ako samostatnú disciplínu a zároveň začleniť časť filozofie relevantnú práve pre skúmanie kognície. Ak sa napríklad filozofi koncentrujú primárne vo svojom prístupe na analýzu „logiky“ jazyka, poznatky experimentálneho výskumu napríklad kognitívnej neurovedy budú zohrávať druhoradú prípadne žiadnu rolu. A podobne, ak sa kognitívni vedci zaoberajú problémom fungovania ľudskej pamäti, analýza „logiky“ jazyka bude irelevantná. V tomto zmysle možno filozofiu chápať ako súčasť kognitívnej vedy ako aj samostatnú disciplínu s vlastnými problémami (ontologickými, epistemologickými, etickými) a metódami. To platí rovnako aj vo vzťahu k ďalším disciplínam participujúcim na vysvetľovaní kognície, akými sú: kybernetika, kognitívna psychológia, kognitívna neuroveda, neurolingvistika, neuropsychológia, filozofia psychológie, kognitívna antropológia atď.

Zrod kognitívnej vedy ako samostatnej vedeckej disciplíny sa neodmysliteľne spája s pokrokom na poli výpočtovej vedy a umelej inteligencie. V nasledujúcej kapitole sa oboznámime so základnými míľnikmi vzťahu digitálnych počítačov a skúmania povahy mysle.

#### OTÁZKY

1. Aký je predmet a v čom spočíva špecifikum kognitívovedného skúmania?
2. Čo možno rozumieť pod interdisciplinárnou povahou kognitívnej vedy?
3. Akými metódami skúmajú kognitívni vedci „vnútorné“ kognitívne stavy?



## DOPORUČENÁ LITERATÚRA

- [1] BECHTEL, W., GRAHAM, G. (1999): A Companion to Cognitive Science. Oxford, Blackwell.
- [2] EYSENK, M., KEANE, M.(2008): Kognitívni psychologie. Praha, Academia.
- [3] GÁLIKOVÁ, S., GÁL, E. (2003): Antológia filozofie mysle. Bratislava, Kalligram.
- [4] GARDNER, H. (1985): The Mind's New Science: A History of the Cognitive Revolution. New York, Basic Books.
- [5] GREEN, D. W. (1996): Cognitive Science: An Introduction. Malden, MA, Blackwell.
- [6] HARNISH, M. R.(2002): Minds, Brains, Computers: An Historical Introduction to the Foundations of Cognitive Science. Oxford, Blackwell.
- [7] PETRU, M.: Fyziologie mysli - Úvod do kognitívni vědy. Olomouc, Triton, 2008.
- [8] RYBÁR, J. a kol. (2002): Filozofia a kognitívne vedy. Bratislava, Iris.
- [9] RYBÁR, Ľ. BEŇUŠKOVÁ, V. KVASNIČKA (2002): Kognitívne vedy. Bratislava, Kalligram.
- [10] STERNBERG (2002): Kognitívni psychologie. Praha, Portál.
- [11] THAGARD, (2001): Úvod do kognitívni vědy. Praha, Portál.

## WEBOVÉ STRÁNKY

[Http://math.chtf.stuba.sk/kogvedy.htm](http://math.chtf.stuba.sk/kogvedy.htm)

## II. Výpočtová veda

KLÚČOVÉ SLOVÁ: symbolizmus, konekcionizmus, kognitivizmus, softvér, hardvér, Turingov stroj, umelá inteligencia

(I) MÔŽU STROJE MYSLEŤ?

Filozofický základ kognitívnej vedy videli jej predstavitelia vo filozofii 17. storočia, za „starých otcov“ kognitívnej vedy sa pokladá René Descart a Thomas Hobbes. Z Descartovej koncepcie sa stal inšpiratívny najmä pojem reprezentácie, schopnosti mysle sprostredkovať objekty vonkajšieho sveta. Reprezentácia sa vymedzuje schopnosťou zastupovať „čosi iné“, jej obsah sa naplňa vždy vtedy, ak nejaké X je o, symbolizuje alebo zobrazuje nejaké Y. Entity, ktoré sú nositeľom obsahu v rámci daného systému sa pokladajú za vnútorné reprezentácie. Realita obsahov mysle sa stala základom presvedčenia o existencii mentálneho sveta ako autonómneho reprezentatívneho systému. Problém vzťahu medzi reprezentovaným a reprezentujúcim svetom pretrváva v historicko-filozofickej diskusii až do súčasnosti. Kameňom sváru sa stala najmä tá vlastnosť vnútorných reprezentácií, ktorú stredovekí scholastici a v nadväznosti na nich F. Brentano nazvali „intencionálnou inexistentiou predmetu“. Téza o závislosti kognície na reprezentovaní informácie patrí k ústredným myšlienkam kognitívnej vedy. Reprezentácie (myšlienky, viery, predstavy)

predstavujú zhľuky informácií fungujúcich ponad kognitívnymi procesmi. Tieto procesy (napríklad, vnímanie) dekodujú informácie zo sveta, čím vytvárajú alebo menia naše reprezentácie. Kognitívni vedci sa zhodujú v tom, že postulovanie existencie vnútorných reprezentácií je nevyhnutné pre pochopenie fungovania inteligentných systémov. Predpokladá sa, že kognitívne procesy sú komputačné procesy vyžadujúce vnútorné reprezentácie ako médium komputácie. Teoretickú platformu uvedeného skúmania tvorí výpočtovo-reprezentatívna teória mysle (VRT). Je známe, že na úvahy o povahe ľudského tela a mysle mali vo veľkej miere vplyv poznatky dobovej vedy a teórie. Mechanika a mechanistická filozofia 17. storočia sa napríklad u Descartesa premietla v pripodobňovaní ľudského tela k fungujúcim hodinám, podľa La Mettrieho je ľudské telo „stroj, ktorý si sám nafahuje spružiny“ a Leibniz si predstavoval ľudský mozog ako mlyn. V histórii názorov

na fungovanie mozgu patrili k oblúbeným metaforám telefónna centrála, telegraf alebo hydraulický systém. Už u Leibniza sa stretávame s pokrokovou myšlienkou automatizácie myslenia charakterizovanou v pojmoch reprezentácií. K realizácii spomínanej automatizácie bolo potrebné zostrojiť kalkul, t.j. systém znakov v rámci ktorých možno vykonávať operácie na základe vopred stanovených pravidiel. Podmienky na zostrojenie „analytického stroja“ vytvoril až v 19. storočí Charles Babbage. Stroj mal byť poháňaný parou a kontrolu postupnosti jednotlivých operácií zaisťoval „program“ vpísaný do diernych štítkov. Novým spočívalo v schopnosti stroja „zapamätať si“ vypočítané číslo a použiť ho v ďalšej operácii. Tento ambiciózny projekt tvorili dve časti: a) prevedenie myslenia na súbor procedúr a b) materializácia uvedených procedúr v myšliacom stroji. Na svoju realizáciu si však projekt musel počkať ešte niekoľko desaťročí. Iniciátorom myšlienky o skonštruovaní inteligencie v čisto fyzikálnom zariadení bol britský matematik Alan Turing. Počas 2. svetovej vojny zohral Turing významnú rolu v tom, že rozlúštil spôsob kódovania nemeckého šifrova-

cieho stroja Enigma. V prvých rokoch vojny skonštruoval stroj schopný rozlúštiť každú správu šifrovanú týmto strojom. Ako priekopník počítačovej vedy navrhol v roku 1936 matematický koncept stroja tzv. Turingov stroj, schopného spracúvať informácie a vykonávať algoritimizované výpočty. Vychádzal z analógie výpočtového zariadenia a písacieho stroja, a predstavoval si nekonečne dlhú pásku, na ktorú sa mohlo písať, ale aj napísané znaky vymazať. K základným znakom Turingovho stroja patria: a) izolovanosť od vonkajšieho prostredia a b) perfektnosť – stroj vykoná vždy to, čo mu prikáže program. Vzápätí sa natískajú otázky: Čo všetko umožňuje chápať Turingov stroj ako vypočítateľné? Čo ak všetko, čo robíme a chápeme ako dôsledok našej ľudskej inteligencie je vo svojej podstate výsledkom výpočtov, ktorých je schopný aj Turingov stroj? A ďalej: Môžu počítače myslieť ako ľudia? Neprekvapuje, že hľadanie odpovedí na tieto otázky sa stalo stredobodom vášnivých diskusií, ktoré pokračujú až do súčasnosti.

Značnej popularite sa teší myšlienkový experiment Turinga známy ako Turingov test publikovaný v článku *Computer Machinery and Intelligence* (1950). Jeho základ tvorila tzv. imitácia hra, ktorú hrali traja hráči, muž (A), žena (B) a moderátor (C). Cieľom moderátora nachádzajúceho sa v inej miestnosti než hráči je určiť, ktorý z hráčov je muž a ktorý žena. Moderátor ich pozná ako hráča X a hráča Y a na konci hry povie X je A a Y je B alebo X je B a Y je A. Turing si predstavoval, že ak by sa jeden z hráčov nahradil počítačom, pričom moderátor by nebol schopný rozlíšiť medzi ním a človekom, prešiel by Turingovým testom, t.j. mohli by sme mu pripísať myslenie, inteligenciu. V súčasnosti podstupujú podobný test účastníci každoročnej súťaže Loebner Prize Competition v Spojených štátoch. Programátori sa usilujú presvedčiť rozhodcov o tom, že ich „stroj“ odpovedá ako človek. Podobne ako v Turingovom teste, rozhodcovia sa nachádzajú v inej miestnosti než počítače a ľudia, komunikácia medzi nimi prebieha prostredníctvom terminálov cez ktoré sa kladú otázky a získavajú odpovede. Na

rozdiel od Turingovho testu, konverzácia prebiehajúca medzi rozhodcami, počítačmi a ľuďmi v rámci súťaže sa koncentruje na vopred určený problémový okruh (napríklad varenie, politika). Rozhodcovia ako aj ľudia, ktorí sa zúčastňujú súťaže, musia zúžiť svoje otázky aj odpovede výlučne na špecifikovaný tému. Je zaujímavé, že niektorým strojom sa podarilo „oklamať“ rozhodcov v tom, že sú ľudia a tiež opačne, človeka si rozhodca splietol so „strojom“. Ako som uviedla v prvej kapitole (časť ii) vo svojich počiatkoch vychádzal kognitívny prístup z užšej definície kognitívnej vedy. Mysle sa pripodobňovala k: a) reprezentačnej jednotke, b) systému spracovania informácií, a k c) počítaču. Nástup umelej inteligencie v druhej polovici 20. storočia prispel k čoraz väčšej popularite metafory počítača. Pripodobňovanie aktivity mozgu k počítaču vyústilo do diskusií o zmysluplnosti analógie myseľ/mozog - softvér/hardvér. Vo vzťahu k vysvetľovaniu povahy mysle inšpirovala účastníkov tejto diskusie predovšetkým kritika: 1. behaviorizmu a 2. teórií identity. Behaviorizmus vo svojej klasickej podobe vychádzal zo schémy vstup (podnet) - výstup (správanie). Pre skúmanie povahy mysle, t.j. pre pripísanie stavov mysle organizmu sa stali fundamentálne výstupy, t.j. správanie systému. Podľa mnohých filozofov to viedlo k ignorácii až k odmietaniu existencie mentálnych stavov. Ťažkosti vyplývajúce z behavioristickej explanácie povahy mysle sa pokúšali riešiť tzv. teórie identity (identity theories). Predstavitelia jednotlivých variant teórií identity, identity typov (type-identity) a identity jednotlivín (token-identity) sa usilovali zaplniť „biele miesto“ v behavioristickej schéme medzi vstupmi a výstupmi systému. Vzhľadom na poznatky empirického výskumu z oblasti neurovied sa pre pripísanie mysle organizmu stali konštitutívnymi špecifické neurónové procesy. Identifikácia stavov mysle so stavmi mozgu však podľa kritikov zapríčinila vylúčeniu počítačov, termostatov alebo Marťanov a priori z radu mysliacich systémov. Predstavitelia nového filozofického smeru funkcionalizmu pokladali tento názor za šovinistický, pretože podľa nich

neoprávnene upieral myseľ systémom, ktoré ňou (hypoteticky) disponujú. Svoj prístup vyjadrili v argumente viacnásobnej realizovateľnosti, podľa ktorého pre pripísanie mysle systému nebol podstatný materiál, z ktorého je systém skonštruovaný. Základnou sa stala abstraktná kauzálna organizácia systému fungujúceho na pozadí schémy vstup - mentálne stavy - výstup. Mentálne stavy teda predstavovali funkcie systému, ktoré možno vyabstrahovať z jeho celkovej kauzálnej organizácie: „Problém autonómnosti mentálneho života nemá nič spoločné s tým, z čoho sme zložení, či z látky hmoty alebo z látky ducha. Mohli by sme byť z ementálu a bolo by to jedno“ [6]. Funkcionalisti vychádzali z presvedčenia, podľa ktorého abstraktnú štruktúru uvedenej schémy možno prenášať na systémy rôzneho fyzikálneho zloženia. Podobne, ako napríklad, funkciu platidla plnia zlaté, strieborné mince, papierové peniaze alebo kreditné karty. Zmysluplnosť uplatnenia metafory počítača na vzťah myseľ-mozog sa zdôvodňovala tým, že počítač je podobne ako myseľ abstraktný fyzikálne realizovaný systém. Z hľadiska druhu môže ísť o počítač a) symbolický, b) konekcionistický, alebo o oba zároveň. Symbolická komputácia pracuje so symbolmi a pravidlami. Mentálne reprezentácie sa chápu v zmysle štruktúr symbolov, pričom mentálne procesy pozostávajú z manipulácie s reprezentáciami podľa symbolických algoritmov a pravidiel. Konekcionistická komputácia pracuje s viacerými typmi modelov. Lokálny konekcionistický model tvoria konekcionistické siete, v ktorých s každou jednotkou korešponduje symbol alebo štruktúra symbolu. V paralelne distribuovanom spracovaní (PDS) sa symboly a pravidlá nahrádzajú vzorkami numerickej aktivity skupín jednotiek a vzorkami zaťaženia skupín spojení. Daná jednotka alebo spojenie participuje na viacerých vzorkách, ktoré môžu prebiehať simultánne. Ďalším typom modelov bol symbolicko-konekcionistický model, v rámci ktorého má celý komputačný systém buď a) dva odlišné komponenty - jeden symbolický a druhý konekcionistický, alebo b) symbolický a konekcionistický komponent sú dvoma opismi jediného

komputačného systému. Z množstva námietok vnesených voči Turingovmu testu v súvislosti s pripisovaním myslenia systému vystupujú do popredia dva momenty: a) test je koncipovaný za podmienok, v ktorých nie je k dispozícii adekvátna teória toho, čo je inteligencia, nie je teda jasné, aké typy správania sú relevantné pre pripísanie vedomej inteligencie a b) Turingov test sa zamerá predovšetkým na výstupy ako kritériá mentálnosti, čím značne oklieštil množinu systémov disponujúcich inteligenciou (napríklad predlingvistické deti, pacientov s poškodením reči, vyšších živočíchov). V súvislosti so spomenutou výpočtovo-reprezentačnou teóriou mysle (VRT) sa modelom pre vnútorné spracovanie informácií stáva digitálny počítač. Počítač spracúva symboly (0,1), ktoré sú dvojakej povahy. Po prvé, ide o fyzikálne entity (elektrické impulzy, magnetofónový záznam v počítači) a po druhé uvedené „entity“ sú o iných veciach než o sebe samých. Počítač spracúva symboly podľa pravidiel, s ktorými je spätý význam symbolov. Prostredníctvom príslušných postupov počítač vytvára operácie so symbolmi, ktorých význam nemusí „poznať“. Systém spracovania informácií dekoduje informácie o svete, s informáciou pracuje tak, že ju možno charakterizovať ako zmysluplnú – skonštruovanú ako súbor funkcionálne organizovaných vzájomne súvisiacich častí. Komputácia vyžaduje „manipuláciu vnútorných symbolických reprezentácií na základe pravidiel“. Povedať, že myseľ spracúva informácie teda znamená, že ich spracúva formálne, formálne procesy (algoritmy) majú schopnosť reprezentovať. Kognitívni vedci rozlišujú formálne operácie so symbolmi a reprezentacionálne vzťahy medzi symbolmi a tým, čo reprezentujú. Jadro uvedeného prístupu tvorí téza, podľa ktorej systém (organizmus alebo stroj) produkuje zmysluplné správanie na základe vykonávania formálnych operácií so symbolickými štruktúrami, ktoré majú reprezentacionálny vzťah k svetu.

Dôsledkom uvedeného spôsobu uvažovania je oddeľovanie formálnych procesov od ich fyzikálneho podkladu. Z toho viacerí autori usudzujú, že spracovanie informácií sa zaobí-

de bez odvolávania sa na fyziku alebo biológiu. Postupne sa dostávame k zrodu metafory mysle ako počítača a k obrazu človeka (stroja) ako funkcionálneho systému, ktorý kóduje informácie z prostredia, analyzuje ich, uchováva a vyvoláva. Pre opis fungovania mysle sa preto stala základnou úroveň spracovania informácií. Tajomný svet vnútorných stavov mysle sa začal rozplývať vo funkciách spracúvajúcich rozmanité podnety z prostredia.

## (II) MOZOG AKO POČÍTAČ

Fakt, že v digitálnom počítači spĺňa funkciu spracovania informácií program priviedol filozofov k analógii myseľ/mozog – softvér/hardvér. Analógia nastoľuje problém, či sa má myseľ vo vzťahu k mozgu tak ako softvér k hardvéru počítača. Ako to funguje v digitálnom počítači?

Vieme, že hardvér tvorí počítač a periférne zariadenia: klávesnica, monitor, tlačiareň, vonkajšia (pasívna) pamäť. Počítač sa skladá z centrálnej procesorovej jednotky (CPJ) a aktívnej pamäte. Jadrom systému je CPJ, ktorá manipuluje rôznymi algoritmami a vykonáva základné transformácie pravidiel. Komputácia, alebo spracovania informácií, spočíva na pravidlami riadenej premene jedných funkcií na druhé. „Strojový jazyk“ vytvárajú dva základné prvky „1“ a „0“, z ktorých sa konštituuju všetky funkcie. Hardvér je stabilný, v priebehu spracovania informácie sa nemení. Softvér tvorí následnosť inštrukcií alebo program, ktorý ich vykonáva. Program, ktorý sa nainštaluje do aktívnej pamäte počítača, „povie“ CPJ čo a ako má spracovať, kde a kedy má uchovať výsledky v pamäti, vyvolať z pamäte, vytlačiť atď. Vďaka programovaciemu jazyku je počítač schopný simulovať rozličné systémy spracovania informácií. Za istých podmienok sa stáva univerzálnym Turingovým strojom, t.j. strojom schopným simulovať stroj vykonávajúci akékoľvek komputačné postupy, detailne reprodukuje správanie simulovaného stroja v rámci schémy vstup-výstup.

Otázkou je, či možno aktivity mysle, vedomia a inteligentného správania vôbec pokladať za komputačné postupy či procesy. Kladná odpoveď zástancov umelej inteligencie (AI) vychádza z charakteristiky mozgu/mysle ako systému spracovania informácií. Mozog spracúva informácie dvoma základnými spôsobmi: a) sekvenčne a b) paralelne. Pri prvom spôsobe sa informácie spracúvajú v čase následne za sebou. Paralelne distribuované spracovanie informácií (PSI) znamená, že rozmanité údaje o tom istom objekte sa spracúvajú súbežne, paralelne. Výsledkom je veľká pružnosť a rýchlosť spracovania informácií. Ak pozorujeme napríklad budovu na opačnej strane ulice, náš zrakový systém spracúva súbežne informácie o tvare, veľkosti, farbe budovy atď. Informácie postupujú od sietnice smerom od tzv. nižších k vyšším oblastiam mozgu až do systému zrakového vedomia. Systém založený na PSI vykonáva stovky miliónov komputácií naraz. Z hľadiska funkčnosti je mozog schopný prežiť smrť veľkého počtu synaptických spojení spôsobujúcich len nepatrný výpadok v celkovom výkone – je funkcionálne perzistentný. Naproti tomu pri sériovom počítači už pri strate jediného spojenia v centrálnej jednotke môže dôjsť k disfunkcii celého stroja. Navyše, systém fungujúci na princípe PSI je schopný: rozpoznávať črty alebo vzorky za prítomnosti šumu, alebo pri zadaní čiastočnej informácie; vidieť komplexné analógie; vyvolať relevantnú informáciu a použiť ju v nových podmienkach; zamerať pozornosť na rozličné črty zmyslového vstupu; vyskúšať viacero kognitívnych úloh pri problémovej situácii; pohybovať dôstojne vlastným telom vo fyzikálnom prostredí; navigovať vlastné sociálne ja so zodpovednosťou v sociálnom a morálnom prostredí.

Analógiu mozog-počítač možno priblížiť nasledovne. Podobne, ako jednotlivé časti vo vnútri televíznej obrazovky, synaptické spojenia medzi neurónmi sú relatívne stabilné. Neuróny sú však schopné meniť svoje vnútorné aktivačné úrovne „v zlomku sekundy“. Tak ako pixle na televíznej obrazovke, každá úroveň aktivácie neurónu je aktualizovaná podnetmi

z vonkajšieho sveta, celková vzorka aktivácie vytvára obraz mozgu jeho lokálnej situácie, časová následnosť týchto permanentne sa meniacich vzoriek konštituuje to, ako mozog reprezentuje stále sa meniaci svet. Štandardná obrazovka má asi 525X360 pixelové rozlíšenie, 200 000 pixelov tvorí reprezentatívnu schopnosť obrazovky, no ľudský mozog má asi 100 miliárd neurónov, z ktorých každý disponuje vlastnými „hodnotami jasnosti“. Ak by sme, napríklad, každý neurón pokladali za pixel, potom by schopnosť mozgu bola 500 000 krát väčšia než schopnosť obrazovky. Na tomto mieste sa natíska otázka, kto sa v mozgu pozerá na show? V protiklade k nášmu vnútornému pocitu sa ukazuje, že nikto. Neexistuje žiadne „Ja“ ponad mozog ako celok, každá časť mozgu „pozoruje“ iná časť mozgu ba často viaceré časti naraz [3].

Predpoklad synchronne prebiehajúcej aktivity nervovej sústavy implikoval podľa viacerých autorov prítomnosť komputačného (výpočtového) princípu v mozgu. Štýl komputácie reprezentovala premena jednej vzorky na druhú prostredníctvom veľkých konfigurácií synaptických spojení tvoriacich paralelne distribuovaný systém (PDS).

### (III) MOZOG NIE JE POČÍTAČ

Argumenty proti pripodobňovaniu mozgu a mysle k fungovaniu počítača možno zhruba rozdeliť na vzájomne sa dopĺňajúce námietky z anatómie a fyziológie, zo spôsobu spracovania informácií, zo špecifickosti vlastností a z účelovosti, funkčnosti systému. Jedným z najradikálnejších odporcom myšlienky o analógii mozgu k počítaču a mysle k počítačovému programu sa stal americký filozof mysle John Searle. Svoj argument sformuloval v myšlienkovom experimente *čínskej izby*, ktorý znie v skratke takto: Predstavte si, že ste zatvorený v miestnosti s košmi, v ktorých sú čínske znaky. Sám po čínsky neviete a na manipuláciu s čínskymi znakmi máte k dispozícii manuál v materinskom jazyku. Pravidlá v manuáli určujú spôsob, na

základe ktorého manipulujete so znakmi iba formálne, vzhľadom na syntax. Znaky prichádzajúce do miestnosti, v ktorej sa nachádzate, sa chápu ako otázky a znaky, ktoré ste pomocou manuálu „skonštruovali“ ako odpovede. Za predpokladu, že vaša schopnosť skladania znakov pomocou manuálu je úspešná, možno predpokladať, že vaše „odpovede“ sa nebudú líšiť od odpovedí toho, kto skutočne rozumie čínsky. Pointu tohto experimentu vidí Searle v tom, že zatiaľ, čo vonkajšiemu pozorovateľovi sa môže zdať, že po čínsky skutočne viete, len vy sám viete najlepšie posúdiť, že to tak nie je. Manipulácia so znakmi na základe formálnych pravidiel nikoho po čínsky nenaučí. Na tomto princípe pracuje počítačový program, o ktorom takisto nemožno povedať, že čínštine rozumie. Na porozumenie jazyku potrebujeme podľa Searla okrem syntaxe aj sémantiku, a tá počítačom chýba. Z viacerých problematických bodov Searlovej argumentácie vystupuje do popredia predovšetkým jeden. A to akcentovanie vedomého introspektívneho poznania ako *ontologickej kategórie* – nevyhnutného predpokladu pripísania mysle a vedomia systému [7].

Oxfordská neurovedkyňa Susan Greenfieldová [2] prirovnáva neurónovú sieť k chaotickému kľbku špagiet, a nie k integrovanému obvodu, pretože:

- mozog je chemický systém a aj jeho elektrické prejavy majú chemický pôvod. Ani chemické deje, ktoré nemajú priame elektrické prejavy nie sú analogické činnosti počítača, pretože niektoré z nich ovplyvňujú reakciu bunky na prichádzajúce signály. Chemické zloženie neurónov sa mení, a preto ich nemožno pokladať za nemenný hardvér;
- mozog sa na rozdiel od počítača nemusí riadiť naprogramovaným algoritmom, aktivita mozgu je spontánna, „rozhodne sa“ pohnúť telo alebo „cíti“, že má bolesti, ktorým „sa usiluje“ predísť;
- ako dokazuje individuálny neurónový vývin, celkovú vzorku spojení siete možno opísať všeobecnými pojmami, ale

mikroskopická variabilita mozgu ho robí jedinečným (dva identické mozgy neexistujú);

- úroveň organizácie mozgu má množstvo subúrovní: proteínové kanály v membránach, neuróny, mikro a makro okruhy atď. Napriek tomu, že na jednotlivej úrovni možno operácie opísať v pojmoch komputácií, žiadnu z nich nemožno oddeleť ne pokladať za hardvérovú alebo softvérovú úroveň.

Viacerí autori upozorňujú na špecifickosť vlastností mozgu, ktorá sa prejavuje v/vo:

- funkcionálnej perzistencii, každá synapsia prispieva svojou „trochou“ k celkovej vzorke premeny na ktorej participuje, takže strata, napríklad každého desiateho spojenia nenaruša fungovanie systému (na rozdiel od sériového počítača)
- masívne distribuovanej povahe kódovania informácií a uchovávaní prekonávajúcej akýkoľvek superpočítač napriek tomu, že ju tvorí pomerne pomalé a nespoľahlivé prvky existencii *návratných* dráh umožňujúcich rekurzívnu výmenu signálov medzi recipročne prepojenými oblasťami mozgu. Ako predpokladajú viaceré hypotézy o fungovaní neurónov, v rámci jednotlivých máp mozgu sa aktivita koordinuje vzájomne v čase a v priestore, dochádza k synchronizácii aktivity rozličných skupín neurónov v rôznych oblastiach mozgu, neuróny teda nefungujú ako binárne mody digitálneho počítača. Komunikáciu medzi nimi ovplyvňuje tiež ich tvar a veľkosť. Na rozdiel od nervovej sústavy majú počítače pamäťový modul nezávislý od štruktúr, ktoré spracúvajú informácie.

Zdá sa teda, že kognitívne schopnosti človeka a zvierat nevznikajú na základe programu, ktorý „beží“ v organizme. Základom ich fungovania je komplexná fyzikálna organizácia nervovej sústavy, spôsob, akým sa v nej kódujú a menia informácie.

Svet sa mozgu nepredkladá ako počítačová páska obsahujúca série signálov. Mozog nie je pasívny nosič fyzikálno-chemických síl, tkanivá, ktoré ho vytvárajú sú organické, aktívne a špecifické. Významná funkcia mozgu (mysle) na rozdiel

od počítača spočíva v schopnosti predvídať a plánovať budúce konanie. Rozhodovanie, riešenie problémov a predpovedanie možných udalostí predstavujú výhodné nástroje adaptácie a prežitia organizmov.

Vzhľadom na argumenty zdôvodňujúce špecifické črty štruktúry a organizácie ľudského mozgu sa zdá, že statická schéma vstup – spracovanie informácie – výstup sa na náš mozog napasovať nedá. Konceptuálny rozdiel medzi hardvérom a softvérom nekorešponduje napokon žiadnemu skutočnému rozdielu v nervovej sústave. Otázne však je, či nás odmietnutie diskutovanej analógie priblíži k zodpovedaniu otázky o *povahu* ľudskej mysle. Tu sa vynára kľúčová otázka súčasného skúmania mysle, a tým je ujasnenie si vlastného predmetu skúmania. Otázka, čo vlastne chceme skúmať, je doposiaľ otvorená. Existuje nespočetne veľa modelov a prístupov skúmania mysle, ale v konečnom dôsledku len nepatrná zhoda v základných charakteristikách explananda.

Úvahy o zmysluplnosti analógie mozog–počítač súvisia s vysporiadaním sa so spomínaným teoretickým prístupom vysvetľovania mysle, a to s funkcionalizmom. Prívrženci striktného strojového funkcionalizmu, ale aj tzv. nereduktívneho funkcionalizmu (bližšie kap. 3) pristupujú k otázke Čo je myseľ? na základe presvedčenia, podľa ktorého myseľ *nie je* mozgom. Podľa prvej verzie funkcionalizmu mysle predstavuje funkciu *akéhokolvek* systému pozostávajúceho zo vstupov, vnútorných „mentálnych“ stavov a výstupov. Druhá verzia akcentuje schopnosť nositeľa mysle vedieť „aké je to byť systémom pre systém sám“, čím si ponecháva zadné vrátka pre znovuoživovanie dualizmu a „tajomnosti“ vnútorného sveta.

Pre posúdenie zmysluplnosti toho ktorého východiska skúmania povahy mysle je potrebné zamyslieť sa nad kladmi a záporami jednotlivých prístupov, nad tým či a ako prekonávajú neduhy extrémnych prístupov charakteristiky mysle. Na jednej strane ide o široké vymedzenie, podľa ktorého možno myseľ pripísať každému objektu nášho sveta a vesmíru (panpsychiz-

mus). Na druhej strane ide o úzke vymedzenie mysle, napríklad ako schopnosti artikulovanej reči alebo ako schopnosti uvedomovania si vlastných psychických stavov (nereduktívny funkcionalizmus). Tento prístup jednak nezohľadňuje vývinovú povahu mysle a vedomia, (upiera mentálne stavy predverbálnym deťom, pacientom s poruchami reči a myslenia ako aj ostatným živočíchom) a fakt, že len nepatrnú (i keď významnú) časť z toho, ako funguje náš organizmus, čo prežívame a ako sa správame, si uvedomujeme.

Z metodologického hľadiska sa javí ako najrozumnejšie, ak by sme sa na *počiatku* skúmania vyvarovali otázok o tom, či sú napríklad počítače, telefónne búdky alebo kamene nositeľmi mentálneho života. Natíska sa otázka, Je paušálne odmietnutie *metafory* mozgu ako počítača správne? Mozog možno minimálne chápať ako biologický počítač, ktorý spracúva informácie. Ak, navyše začneme uvažovať o *duplikácii* schopností ľudskej mysle (mozgu), úsilie o zostrojenie mysliacich a cítiacich počítačov nestratí nič zo svojej provokatívnosti. Na margo postavenia počítačov v rámci súčasného filozofovania o mysli môžeme v stručnosti zhrnúť:

- počítač je užitočný nástroj štúdia mysle, je schopný simulovať niektoré aspekty psychologických procesov človeka
- ani ten „najprecíznejšie“ naprogramovaný digitálny počítač nedisponuje myslou, t.j. nerozumie, *nemá* kognitívne a psychologické stavy
- naše mysle (mozgy) nie sú počítačové programy

Realizácia mentálnosti v rôznych typoch fyzikálnych zariadení neznamená automaticky odmietanie relevantnosti biológie a fungovania mozgu pri pripisovaní mysle systému. Práve naopak, možnosť duplikácie schopností mozgu (mysle) „neživým materiálom“ predpokladá detailnú znalosť jeho štruktúry a funkcií.

Mozog možno minimálne chápať ako biologický počítač. Schopnosť *duplikovať* detailné fungovanie aktivity mozgu s prihliadnutím na jej dynamickú povahu permanentne

determinovanú vnútorným a vonkajším prostredím by mohla napomôcť vzniku nových, netradičných nositeľov mysle.

#### OTÁZKY

1. Je analógia myseľ/mozog – softvér/hardvér zmysluplná?
2. Aký je rozdiel medzi simuláciou a duplikáciou stavov mysle?
3. Spochybňuje Searlov argument čínskej izby opodstatnenosť Turingovho testu?

#### DOPORUČENÁ LITERATÚRA

- [1] GÁLIKOVÁ, S. (2007): *Psyché – od animálnych duchov k neurotransmitterom*. Bratislava, Veda.
- [2] GREENFIELD, S. (1995): *Journey to the Centers of the Mind*. New York, W. H. Freeman.
- [3] CHURCHLAND, P. (1999): *Matter and Consciousness*. Cambridge, MIT Press.
- [4] KELEMEN, J. (1994): *Strojovia a agenty*. Bratislava, Archa.
- [5] KVASNIČKA, V., KELEMEN, J., POSPÍCHAL, J. (2008): *Modely mysle*. Bratislava, Európa.
- [6] PUTNAM, H. (1970): *Povaha mentálnych stavov*. In: Gálková, S., Gál, E. (2003): *Antológia filozofie mysle*. Bratislava, Veda, s. 91-104.
- [7] SEARLE, J. (1994): *Mysl, mozek a věda*. Praha, Mladá fronta.
- [8] TURING, A. (1950): *Computing Machinery and Intelligence*. *Mind* 59, S. 433-460.

### III. Psychológia

KLÚČOVÉ SLOVÁ: introspekcia, asocianizmus, behaviorizmus, univerzálna gramatika, modularita, modul, vrozenosť

#### (I) VZNIK A VÝVIN PSYCHOLÓGIE AKO VEDY

Počiatky etablovania psychológie ako samostatnej vedeckej disciplíny na konci devätnásteho storočia boli späté s takými osobnosťami ako Helmholtz, Fechner, W. James, W. Wundt [1]. Základnou metódou skúmajúcou psychiku človeka sa stala v počiatkoch konštituovania psychológie introspekcia založená na pozorovaní pochodov vlastnej mysle. Uvedená metóda bola nasmerovaná na subjektívne vnímanie objektov mysle a vedomia, t.j. na sféru privátneho. Introspekcionistický prístup sa však postupne ukázal ako vedecky nepostačujúci. Problémy súviseli s vymedzením spoločných charakteristík individuálnych stavov mysle a s ťažkosťami ohľadom replikácie výsledkov získaných z laboratórneho výskumu. Reakciou na tento vývin bolo nové teoretické a experimentálne hnutie, ktoré presunulo dôraz z privátnej sféry mysle na verejné objektívne pozorovateľné správanie. Nová metodológia skúmania sa opierala o pozorovanie toho, ako rôzne podnety ovplyvňujú pozorovateľné správanie, ako možno správanie modifikovať pomocou odmien a trestov atď. Čoskoro sa ukázalo, že behavioristický prístup priniesol výsledky, ktoré bolo možné spoľahlivo replikovať,



z čoho sa vyvodili dôsledky pre nové vymedzenie psychologického skúmania. Keďže pre behavioristov sa stalo primárnym predmetom psychológie ako vedy pozorovateľné správanie, skúmanie vedomia, mysle a obsahov „vnútorného“ ustúpilo do úzadia. Zakladateľ vedeckého behaviorizmu John Watson ([11], s.166) to vyjadril nasledovne: „Verím, že môžeme vybudovať psychológiu a už sa nikdy nevrátiť k termínom ako vedomie, mentálne stavy, myseľ, obsah, introspektívne overiteľné, predstavivosť a podobne.“ Toto tvrdenie jasne ilustruje tendencie behaviorizmu redukovať mentálne fenomény na pozorovateľné správanie. Napriek tomu, že vedecký behaviorizmus predstavoval plodnú paradigmu v histórii psychológie pomerne dlhú dobu, počiatočnú eufóriu vystriedala ostrá kritika až zavrnutie. Nedostatky v explanácii sa týkali vysvetľovania takých typicky „ľudských“ aspektov správania a mysle ako sú jazyk, osvojovanie si komplexných schopností, predstavivosť, myslenie atď. Ak si napríklad vezmeme predstavivosť, z vlastnej skúsenosti vieme, že si môžeme v mysli predstaviť napríklad rôzne objekty (domy, počítače, ľudí) a takisto situácie bez prítomnosti pozorovateľného správania. Inými slovami, pozorovateľ správania nebude schopný rozlíšiť na základe našich prejavov, či a čo si práve predstavujeme. Navyše behavioristické teórie nedokázali vysvetliť tak dôležité fenomény ľudskej psychiky akými je napríklad komplexnosť štruktúry ľudského jazyka a reči.

## (II) ZÁKLADNÉ PROBLÉMY SKÚMANIA

Vysvetľovanie povahy ľudskej mysle sa v psychológii a neskôr v kognitívnej psychológii spája s viacerými kľúčovými oblasťami štúdia a následnými otázkami:

1. Dedičnosť verzus výchova. Má na poznávacie procesy väčší vplyv dedičnosť alebo príroda?
2. Racionalizmus verzus empirizmus. Pri zisťovaní pravdy o svete a o sebe máme sa spoliehať na logické uvažovanie alebo na pozorovanie a testovanie výsledkov pozorovania?

3. Štruktúry verzus procesy. Mali by sme sa zamerať na skúmanie štruktúr (obsahov, produktov) mysle alebo na procesy myslenia človeka?

4. Všeobecnosť verzus špecifickosť. Sú pozorované kognitívne procesy obmedzené na určité oblasti, t.j. sú doménovo špecifické alebo všeobecné, zahŕňajúce pestrú škálu oblastí?

5. Validita kauzálnych záverov verzus ekologická validita. Mala by sa kognícia študovať prostredníctvom vysoko kontrolovaných experimentov alebo skôr prirodzenými metódami na úkor kontroly?

6. Aplikovaný verzus základný výskum. Má sa výskum koncentrovať na základné kognitívne procesy alebo sa viac zamerať na ich efektívne využívanie v každodennom živote?

7. Biologické verzus behaviorálne metódy. Mali by sme skúmať mozog, napríklad najnovšími zobrazovacími technológiami alebo skôr správanie ľudí pri plnení kognitívnych úloh?

V nasledujúcom texte sa budem venovať predovšetkým prvému okruhu problémov a to analýzou dvoch najvplyvnejším teoretických prístupov vysvetľovania povahy mysle, teóriou Jerry Fodora a Noama Chomského. Fodor aj Chomsky sa usilovali originálnym spôsobom rozpracovať modulárnu teóriu mysle súvisiacu s dvomi základnými otázkami. Prvá sa týka toho, či je možné nájsť nevyhnutné podmienky, ktoré definujú modulárny systém. Druhá otázka sa zaoberá tým, či môžeme zostaviť rôzne typológie modulárnych systémov. Existujú nevyhnutné podmienky pre postulovanie modulárneho systému? Mnohí autori špecifikovali modulárne systémy na základe toho, že vypracovali zoznam vlastností, ktoré by modulárny systém mal mať. Aký je však vzťah medzi týmito vlastnosťami a modulmi je problematické. Inými slovami, nebolo jasné, či sú dané vlastnosti iba diagnostické charakteristiky modulov, ktoré netreba brať príliš striktné alebo ide o vlastnosti v zmysle nevyhnutných podmienok postulovania modulárneho systému.

Podľa Fodora ([6], [7]) sú modulárne organizované iba určité kognitívne systémy, tzv. vstupné systémy. V našej myšli/mozgu existuje aj kognitívny systém – tzv. centrálny systém, ktorý nie je rozdelený na autonómne doménovo-špecifické jednotky. Zatiaľčo centrálny systém umožňuje jedincovi vyjadriť svoje vedomé závery a rozhodnutia, moduly sú jednoduché výpočtové systémy, ktoré nie sú založené na vedomom uvažovaní. Centrálny systém môžeme vedome kontrolovať, ale spracovanie informácií v moduloch nie je ovplyvniteľné vôľou a prebieha bez nášho vedomia.

V odbornej literatúre existujú rôzne formulácie definícií modularity a rôzne typológie modulov. Čo sa týka definícií modularity, základným problémom je, či je vhodné postulovať nevyhnutné podmienky pre modulárny systém, a ak áno aké vlastnosti by takýto systém mal mať. Typológie modulov by sme zase mohli zhrnúť na základe charakteristík, ktoré sa opakovane objavujú pri rozlišovaní rôznych druhov modulov. Týmto základnými dimenziami sú rozlíšenia medzi hardvérovými a softvérovými modulmi a rozlíšenia medzi epistemickými a algoritmickými modulmi.

Fodorova teória modularity je v súčasnosti najpopulárnejšou a najrozpracovanejšou modulárnou teóriou. Od prvého vydania Fodorovej monografie v roku 1983 bola tejto koncepcii venovaná značná pozornosť v rôznych oblastiach kognitívnej vedy.

Fodorova teória modularity má korene v dvoch historických náhľadoch na myseľ/mozog, t.j. v prácach zástancu frenológie Franza Galla a vo filozofickej koncepcii kognitívneho realizmu. Gall (1758 – 1828) je známy predovšetkým svojou teóriou o tom, že stupeň vývinu mentálnych orgánov ide ruka v ruku s relatívnou veľkosťou zodpovedajúcich častí mozgu. Táto teória tvrdí, že lebka obopína mozog ako „rukavica ruku“, a preto úroveň rozvoja psychických funkcií korešponduje s rozmermi a nerovnosťami na povrchu lebky. Gall bol napríklad presvedčený o tom, že ak máme vysoko rozvinuté morál-

ne cítenie určitá časť mozgu bude v našom prípade rozsiahlejšia ako v prípade osoby s nízkou morálkou a tento rozdiel sa odrazí v tvare lebky. To znamená, že vysoko morálna osoba v porovnaní s niekým, kto má nízke morálne cítenie, bude mať vypuklejšiu lebku v oblasti korešpondujúcej s centrom morálneho cítenia v mozgu. Výskum mozgu a psychických funkcií počas posledných dvoch storočí jasne ukázal, že Gallova teória nie je platná. Je však málo známe, že Gall formuloval ďalšie hypotézy o organizácii psychických funkcií, ktoré sú inšpirujúce aj pre súčasnú kognitívnu vedu a neurovedu. Fodor stavia na Gallových predstavách o štruktúre psychických funkcií, ktorú vo svojej teórii nazýva vertikálnou, a kde psychické funkcie charakterizuje ako doménovo špecifické. O oboch charakteristikách sa teraz zmienime obširnejšie. Predstava o horizontálnom usporiadaní psychických funkcií je v psychológii tradičným náhľadom. Ak sa napríklad pozrieme na akúkoľvek učebnicu kognitívnej psychológie, nájdeme tam kapitoly pod názvom percepcia, pamäť, pozornosť, jazyk atď. Tieto kapitoly predstavujú to, čo Gall a podľa neho Fodor nazývajú horizontálnymi vlastnosťami. I keď sa zdá byť užitočné uvažovať o takýchto horizontálnych doménach mysle/mozgu, viac ako sto rokov psychológie ukázalo, že takýto model nekorešponduje s tým, ako sú v skutočnosti naše psychické schopnosti organizované. Tak napríklad, nijaký odborník na pozornosť, pamäť alebo percepciu by nesúhlasil s tým, že máme jedno špecifické centrum v našej myšli/mozgu, ktoré sa venuje iba pamäti alebo iba percepcii vo všeobecnosti. Oveľa prijateľnejší je taký náhľad na organizáciu mysle/mozgu, ktorý postuluje špecifické centrá v mozgu vzhľadom na špecifické obsahové domény. Konkrétnejšie, i keď neexistuje všeobecné centrum pre pamäť, ukazuje sa, že máme napríklad špecifický pamäťový systém pre ľudské tváre. Podobne, i keď neexistuje všeobecné centrum percepcie, je zrejmé, že máme napríklad špecifické centrum pre vnímanie farieb alebo zvukov ľudskej reči. Ľudské tváre alebo vnímanie farieb by v tomto prípade predstavovali

obsahovú doménu, ktorá zodpovedá patričnému autonómne-mu systému – modulu. Takáto koncepcia organizácie mysle/mozgu sa podľa Galla a Fodora nazýva vertikálnou a je založená na doménovej špecifickosti modulu, t.j. objekt spracovania modulov je doménovo špecifický, má jedinečný obsah.

Vzhľadom na ontologické a metodologické aspekty uvedenej koncepcie, Fodorov prístup jasne vystupuje proti behaviorizmu a kognitívnemu holizmu. Podľa behavioristickej koncepcie, percepciu môžeme jednoducho vysvetliť na základe vstupov do organizmu, posilňovania asociácií a výstupov z organizmu. Na objasnenie percepcie nepotrebujeme teda nič viac než podmienené reflexy a teóriu učenia. Podľa behavioristov nie je potrebné skúmať percepčné procesy ako niečo špecifické. Na druhej strane podľa kognitivistického holizmu (alebo relativizmu) percepčné procesy nie sú reflexami. Kognitívny relativista tvrdí, že percepcia zahŕňa istý druh myslenia, čo dokazuje nasledujúci argument. Ak budeme sledovať percepčný podnet a percepčnú odpoveď, zistíme, že odpoveď na podnet obsahuje také množstvo informácií, ktoré nemožno odvodiť iba z podnetu a z asociácií. Z toho vyplýva, že do percepčnej integrácie musia zasahovať ďalšie informácie z kognitívneho systému. Z tohto tzv. argumentu chudobnosti podnetu (Poverty of the Stimulus Argument) kognitívni relativisti vyvodzujú to, že na percepcii sa zúčastňuje myslenie.

Fodor sa snaží rozriešiť konflikt medzi behavioristickou pozíciou a kognitívnym holizmom postulovaním tretej pozície, ktorá vychádza z nasledujúceho argumentu. Ak zoberieme do úvahy tvrdenia behavioristov a kognitívnych holistov dospejeme k dvom možnostiam ako vyriešiť vzťah medzi kogníciou a myslením: 1. percepcia nemá prístup k nijakým informáciám z kognitívneho systému okrem svojich vlastných podnetov, 2. percepcia má prístup ku všetkým informáciám v rámci kognitívneho systému. Prvú alternatívu spoľahlivo vyvrátil argument chudobnosti podnetu. V prípade druhej alternatívy Fodor uvádza argument Müllerovej-Lyerovej figúry pozostávajúcej z dvoch rovnakých úsečiek, pričom jedna je ukončená šípkami nasmerovanými k sebe a druhá od seba. Prvá sa nám zdá dlhšia ako druhá napriek tomu, že v skutočnosti sú rovnako dlhé, a tento dojem sa nezmení ani potom, keď ich zmeriame. To považuje Fodor za argument proti druhému spôsobu usporiadania vzťahov medzi percepciou a kogníciou, pretože keby mala percepcia prístup ku všetkým informáciám v mysli, vedomosť o dĺžke úsečiek by mala ovplyvniť našu percepciu týchto úsečiek. Ako však Müllerova-Lyerova ilúzia a mnohé ďalšie ilúzie ukazujú, naše vedomosti nemenia vnímanie týchto fenoménov. Z tejto argumentácie vyplýva, že ani behavioristické koncepcie ale ani kognitívno-holistické teórie nedokážu prijateľne opísať vzťah medzi kogníciou a percepciou, a preto potrebujeme nový spôsob formulovania tohto problému. Podľa Fodora je prijateľnou alternatívou kognitívno-realistická pozícia, ktorá postuluje, že percepcia má prístup iba k niektorým, ale nie všetkým informáciám z kognitívneho systému. Toto tvrdenie je základom Fodorovho rozlíšenia medzi centrálnymi kognitívnymi systémami, ktoré nie sú modulárne organizované a modulárnymi percepčnými vstupnými systémami: „Idea, že kognícia syti percepciu, ide ruka v ruke s náhľadom vo filozofii vedy, že pozorovanie je vždy podmienené teóriou, v antropológii je zlučiteľná s predstavou, že kultúra určuje hodnoty človeka, v lingvistike s myšlienkou, že syntax určuje metafyziku...“ ([7], s. 5). Podľa Fodora tieto idey predstavujú istý druh relativistického holizmu, ktorí tvrdí, že racionálna kritika vedeckých teórií alebo hodnôt, alebo čohokoľvek môže prebiehať iba v istom rámci predpokladov a tento rámec nemožno kritizovať. Fodor ostro vystupuje proti relativizmu a hovorí, že táto koncepcia je s veľkou pravdepodobnosťou mylná, pretože prehliada fixnú ľudskú povahu. Spomínaným fixným prvkom v prípade mysle sú moduly, ktoré vyvracajú holistickú kontinuitu percepcie a kognície, a ktorých existencia by znamenala, že nie všetko ovplyvňuje všetko, t.j. nie všetko je plastické.

V svojej monografii z roku 1983 Fodor navrhol funkcionalistickú taxonómiu výpočtových kognitívnych mechanizmov. Podľa nej možno kognitívne systémy rozdeliť do troch základných skupín na základe ich funkcie a charakteristík. Prvou skupinou sú mechanizmy, ktoré Fodor nazýva transducery, druhou skupinou sú vstupné systémy a do tretej skupiny patrí centrálny systém. Transducery predstavujú spracovanie podnetov z prostredia na veľmi nízkej úrovni. Ich úlohou je preložiť informáciu z prostredia do takého formátu, ktorý je vhodný na ďalšie spracovanie v iných častiach kognitívneho systému. Dôležitou charakteristikou transducerov je to, že nemenia obsah informácie, ktorú spracujú; môžu zmeniť iba formát danej informácie. Na ilustráciu transducera poslúžia mechanizmy oka, ktoré menia aktiváciu na retine oka zodpovedajúcu nejakému obrazu z prostredia na neurónové impulzy. Tieto impulzy sú potom prostredníctvom optického nervu prenášané do vyšších centier v mysli/mozgu, kde prebieha ďalšie spracovanie.

Postulovanie modulov predstavuje kľúčovú časť Fodorovej teórie modularity. Kognitívny modul možno charakterizovať ako „informačne uzavretý výpočtový systém, ktorého prístup k informáciám v mysli/mozgu je obmedzený“ ([7], s. 75). Modul je relatívne autonómnou jednotkou vykonávajúcou vlastné operácie bez účasti ostatných častí systému, s ktorými komunikuje iba prostredníctvom vstupu a výstupu. Dalo by sa povedať, že modul je špecializovaný počítač s vlastnou databázou, ktorý spĺňa nasledujúce podmienky: a) operácie tohto počítača majú prístup iba k informáciám v jeho databáze; b) aspoň niektoré informácie, ktoré sú prístupné iným kognitívnym procesom, nie sú prístupné modulu. Takáto definícia modulu je založená na jednej z dvoch primárnych vlastností modulov, t.j. informačnej uzavretosti modulov. Moduly vo všeobecnosti nemajú prístup k všetkým informáciám v mysli/mozgu. Ich prístup k informáciám sa obmedzuje na dáta, ktoré sú relevantné vzhľadom na ich špecifickú doménu operácií. Napríklad modul na spracovanie farby môže analyzovať informácie o oblečení

osoby, s ktorou sa rozprávame ale nemôže analyzovať jej hlas alebo to, čo hovorí. Informácie o hlase jednoducho nie sú prístupné pre tento modul. Druhou, vyššie spomenutou, kľúčovou vlastnosťou modulov je doménová špecifickosť. Podľa Fodora každý modul má určitý zoznam otázok, na ktoré môže odpovedať a tento zoznam vymedzuje jeho doménu. Tak napríklad modul spracovania farieb môže odpovedať na otázky o farbe objektov, ale nemôže odpovedať na otázky o hlase osoby, s ktorou sa rozprávame. Na druhej strane, doménová špecifickosť modulov reči znamená, že súčasťou sluchového spracovania je systém špecializovaný iba na fonologickú analýzu, a nie na nejaký iný druh počutého materiálu ([6], s. 48). Moduly sú teda špecializované systémy, ktoré vykonávajú špecializované úlohy. Okrem týchto dvoch základných črt modulov uvádza Fodor ďalších sedem vlastností, ktoré viac-menej vyplývajú z informačnej uzavretosti a doménovej špecifickosti. Týmito vlastnosťami sú rýchlosť, mandatórnosť, limitovanosť prístupu centrálnych systémov k mentálnym reprezentáciám vstupných systémov, „plytký“ výstup, fixná neurálna architektúra, charakteristické vzorce rozpadu a typické vzorce vývinu modulov.

Keďže moduly sú informačne uzavreté, nemusia (respektíve nemôžu) brať do úvahy informácie z iných častí mysle/mozgu. Tento fakt umožňuje efektívne fungovanie modulov, a preto je spracovanie informácií v moduloch rýchle. Príbuznou vlastnosťou je mandatórnosť modulov, ktorá hovorí o tom, že spracovanie informácií v moduloch je automatické a samotný proces spracovania nie je možné ovplyvniť vôľou. Ak napríklad počujeme zvuky našej materskej reči, nemôžeme si povedať, že ju budeme vnímať ako cudzí jazyk. Spracovanie materskej reči prebieha automaticky bez ohľadu na to, či to chceme alebo nie. Ďalšia charakteristika modulov sa vzťahuje na našu schopnosť reflektovať, resp. uvedomiť si procesy prebiehajúce v našej mysli/mozgu. Podľa Fodora prebieha táto kognitívna činnosť v centrálnom systéme a prístup k reprezentáciám na jednotlivých úrovniach od centrálného systému k vstupným

systémom klesá. Napríklad pri počúvaní výrokov nášho konverzačného partnera vo väčšine prípadov rozumieme významu toho, čo nám hovorí, ale nevieme doslovne zopakovať slová a vetné konštrukcie, ktoré použil ([6], s. 57). Dôvodom môže byť fakt, že význam slov je spracovaný v centrálnom systéme, zatiaľ čo spracovanie vetných štruktúr prebieha v moduloch a centrálny systém k týmto modulárnym reprezentáciám nemá prístup.

Nasledujúca vlastnosť modulov, t.j. „plytký výstup“ má svoju paralelu vo filozofii vedy. Otázka o tom, v ktorom bode možno oddeliť pozorovanie od usudzovania je podobná otázke o deliacej čiare medzi percepciou a myslením. „Plytký výstup“ rieši túto otázku v rámci Fodorovej teórie modularity na základe komplexnosti výstupu modulov. Zjednodušene povedané, čím komplexnejší je výstup systému, o to je menej pravdepodobné, že je tento systém modulárny a vice versa. Inými slovami, výstupy modulov by mali byť pomerne jednoduché alebo „plytké“ vo Fodorovej terminológii.

Vlastnosť fixnej neurálnej architektúry pojednáva o vzťahu modulov formulovaných na mentálnej úrovni k neurálnemu substrátu a má svoje korene v základných vlastnostiach modulov – doménovej špecifickosti a informačnej uzavretosti. Systém, ktorý je modulárny a spĺňa tieto dve základné charakteristiky by mal byť schopný spracovať informácie v danej doméne rýchlo a efektívne. Keďže má prístup iba k niektorým informáciám v mysli/mozgu, je pravdepodobné, že bude pri svojom spracovaní využívať iba určité mozgové štruktúry, nie celý mozog. Preto môžeme tvrdiť, že v dôsledku informačnej uzavretosti a doménovej špecifickosti predpokladáme korešpondenciu medzi modulárnou organizáciou mysle a modulárnou organizáciou mozgu. Inak povedané, môžeme predpokladať, že moduly budú často asociované so špecifickými oblasťami mozgu. Naproti tomu pevné prepojenie nemá význam pre systém, ktorého informačné požiadavky sú veľmi vysoké, ako je to v prípade centrálného systému. Centrálny systém preto vo Fodorovej koncepcii nemá fixnú neurálnu architektúru.

Z vlastnosti fixnej neuronálnej architektúry vyplýva to, že pre moduly by mali existovať typické vzorce rozpadu. Ak je totiž modul asociovaný so špecifickou oblasťou mozgu a táto časť mozgu sa naruší, môžeme predpokladať, že dôjde k selektívnemu poškodeniu psychickej funkcie realizovanej v danom module. Konkrétnejšie, modulárny systém môže byť selektívne poškodený v dôsledku poškodenia jeho mozgového substrátu. Takéto selektívne poškodenia by sme nemali nájsť v centrálnom systéme, pretože nepozostáva z modulárných neurálnych okruhov.

Posledná vlastnosť modulov sa vzťahuje na vývinové obmedzenia, ktoré sa týkajú modulárneho systému a je spojená s Fodorovou tézou vrodenej modularity modulárných systémov. Ako ukazujú mnohé výskumy, určité kognitívne procesy podliehajú princípu kritického obdobia vývinu. V literatúre môžeme napríklad nájsť zmienky o deťoch, ktoré vyrastali v izolovaných podmienkach a nemali prístup k rečovej stimulácii od iných ľudí. Ak boli tieto deti objavené dosť skoro (približne pred desiatym rokom života) ešte vždy si dokázali osvojiť jazyk na veľmi vysokej úrovni. Na druhej strane, deti ktoré neboli vystavené ľudskej reči do dvanásteho až pätnásteho roku života, majú veľké problémy naučiť sa ľudský jazyk. Z toho vyplýva, že ak daný systém nie je dostatočne stimulovaný v určitom vývinovom období, neskôr nie je možné naplno si osvojiť túto schopnosť. Tento princíp sa zrejme vzťahuje iba na vrodené systémy, ktoré sa špecializujú na spracovanie istého druhu podnetov. Takéto systémy sú vo Fodorovej koncepcii modulárne.

Vo všeobecnosti pokladá za modulárne organizované predovšetkým rôzne aspekty percepcie a jazyka. Príkladom môže byť v prípade zraku okrem spomínaného mechanizmu farebného spracovania, mechanizmus analýzy formy objektov a mechanizmus analýzy trojdimenzionálnych priestorových vzťahov. V prípade sluchového receptora je modulárne organizované napríklad rozlišovanie melodických a rytmických štruktúr, akustických polí alebo rozpoznávanie hlasov. Rovnako organizované

sú aj špecifické systémy „vyššej úrovne“, ako napríklad riadenie pohybov tela alebo rozpoznávanie tváří.

Tretí typ mechanizmov, ktoré Fodor špecifikuje vo svojej taxonómii, je reprezentovaný centrálnym systémom. Jeden z argumentov pre postulovanie centrálneho systému hovorí, že niektoré procesy ako napríklad vytváranie presvedčení nevyhnutne prekračujú rôzne domény reprezentácií. Z toho vyplýva, že centrálny systém nemôže byť doménovo špecifický. Pri formulovaní argumentov v prospech centrálneho systému sa Fodor opäť vracia k analógii medzi vedeckým skúmaním a vytváraním presvedčení v mysli/mozgu. Príklad vedeckého overovania hypotéz ilustruje, že pri formulovaní vedeckého poznatku voľne kombinujeme výstupné informácie z rôznych modulov s informáciami uloženými v pamäti ([6], s. 102). Vedecké formulovanie a overovanie hypotéz, preto nemôže byť informačne uzavreté. Keďže vytváranie presvedčení v mysli/mozgu je analogické s vedeckým overovaním hypotéz a základom oboch procesov je jeden a ten istý psychologický systém, takýto systém nemôže byť informačne uzavretý, a teda nie je modulárny. Spomínaný systém Fodor nazýva centrálnym systémom. Usudzovanie a riešenie problémov sú typickými príkladmi procesov mysli/mozgu, ktoré prebiehajú v centrálnom systéme.

Napokon treba zdôrazniť, že Fodorov opis modulov neprikladá rovnakú váhu všetkým spomínaným vlastnostiam modulov. Zatiaľčo informačná uzavretosť a doménová špecifickosť sú centrálnymi črtami modulárnych systémov, ostatné vlastnosti nie sú nevyhnutné pre postulovanie modulov. A tak vlastnosti týkajúce sa implementácie modulov v neurálnom substráte nenarúšajú dôraz Fodorovej teórie na funkcionálne aspekty kognitívnych systémov.

Noam Chomsky je všeobecne známy ako jeden z hlavných iniciátorov kognitívnej revolúcie v šesťdesiatych rokoch dvadsiateho storočia. Okrem svojich neoblomných názorov na výpočtový charakter operácií mysle, je Chomsky považovaný za

zástancu vrodenej jazyka a modulárnej organizácie mysle. Chomsky ([4], s. 117) chápe jazyk v kognitivistickom zmysle ako súbor elementov mysle/mozgu, ktoré pozostávajú z dvoch podsystémov: systému, ktorý obsahuje lingvisticky relevantné informácie a systému mechanizmov, ktoré nám umožňujú používať tieto informácie pri porozumení a produkcii reči. Zároveň zdôrazňuje, že ťažiskom jeho teórií je systém jazykového poznania, ktorý sa líši od modulárnych vstupných a výstupných systémov postulovaných vo Fodorovej teórii. Fodorovské moduly však majú prístup k informáciám v moduloch jazykového poznania, ktoré postuluje Chomsky. Ak by sme to zhrnuli, Fodorova teória modularity postuluje funkcionálnu architektúru psychologických mechanizmov, zatiaľčo Chomsky sa zameriava na informácie alebo poznanie, ktoré štruktúruje našu myseľ. Napriek tomu, že tieto dve chápania modularity sú odlišné, obaja autori zdôrazňujú, že komplexná teória organizácie mysle/mozgu musí zahŕňať tak psychologické mechanizmy ako aj modulárne poznanie.

Druhým prvkom, ktorý odlišuje Chomského koncepciu od Fodorovej teórie modularity je rozdiel medzi centrálnymi a vstupnými systémami. Zatiaľčo toto rozlíšenie je kľúčové vo Fodorovej teórii, Chomsky sa ním vôbec nezaobrá. Teraz sa bližšie pozrieme na vývin Chomského názorov na organizáciu jazyka a základné argumenty, na ktorých je jeho koncepcia založená.

Základnými predpokladmi Chomského teórie organizácie jazyka sú dve rozlíšenia: rozlíšenie medzi jazykovým poznaním a jazykovou schopnosťou a rozlíšenie medzi I-jazykom a E-jazykom. Vo všeobecnosti možno rozdiel medzi jazykovým poznaním a schopnosťami chápať analogicky s rozdielom medzi kognitívnymi mechanizmami a informáciami, ktorý sme spomenuli vyššie. E-jazyk je jazyk, ktorý je externý vzhľadom na poznanie, kognitívne procesy alebo všeobecne povedané myseľ/mozog ľudí. Externý jazyk sa týka rečových produktov, ktoré sa vzťahujú na určitú populáciu ľudí, ako napríklad

nahrávky a prepis rôznych konverzácií. Na rozdiel od E-jazyka, I-jazyk alebo vnútorný (v zmysle mysle a mozgu) jazyk je funkciou mentálnych stavov a procesov, ktoré nám umožňujú porozumieť reči a produkovať reč. Ak teda chceme skúmať E-jazyk, musíme nevyhnutne postulovať mentálnu štruktúru v mysli-mozgu. Z hľadiska kognitivistického skúmania vo všeobecnosti a špecificky vzhľadom na Chomského teóriu modularity, o modulárnej teórii mysle/mozgu môžeme hovoriť teda hovoriť iba vo vzťahu k I-jazyku. I-jazyk je o mentálnych funkciách, štruktúrach a procesoch, ktoré sú základom jazykového poznania a jazykových schopností. Z toho vyplýva, že Chomského koncepcia predpokladá mentalistickú kognitívnu štruktúru mysle/mozgu.

Ďalšou významnou črtou Chomského teórie je predpoklad, že jazykové poznanie (obzvlášť v prípade vetnej štruktúry alebo syntaxe jazyka) je do značnej miery vrozené. Základným argumentom v prospech tejto hypotézy je argument chudobnosti vstupu. Tento argument postuluje, že jazykové podnety, ktorým je dieťa vystavené, sú príliš chaotické a oklieštené na to, aby z nich bolo možné vyvodiť komplexné syntaktické pravidlá. Preto sme nútení pripustiť existenciu vrozeného jazykového poznania o vetnej štruktúre, ktoré nám umožňuje osvojiť si jazyk veľmi rýchlo a bez problémov napriek jestvujúcim nedostatkom v reči. Chomsky hovorí o tomto nevyhnutnom vrozenom jazykovom poznaní, ktoré potrebujeme na usudzovanie o syntaktických pravidlách ako o univerzálnej gramatike. Chomsky sa vrátil k problémom o vrozenosti poznania, ktoré nastolil v Menonovi Platón a neskôr vo svojich prácach Descartes. Vrozenosť univerzálnej gramatiky môžeme považovať za variant vrozenosti ideí, ktorý zastávali Chomského predchodcovia. Preto možno Chomského pozíciu označiť ako karteziánsku. Sám o sebe však hovorí ako o neokarteziánovi, pretože sa zároveň hlási k psychológii autonómnych mentálnych orgánov mysle. Vzhľadom na Descartov postulát o nedeliteľnosti mentálneho, tradičná karteziánska pozícia nie je

v súlade s predstavou o diferencovanej mysli. Neokarteziáni však zastávajú tézu o diferencovanosti mysle, ale iba do tej miery, že myseľ možno rozdeliť podľa domén ideí a v duchu Descartovej pozície sa nezaoberajú vrozenými psychologickými mechanizmami mysle. Chomsky ako neokartezián teda zastáva koncepciu vrozenosti ideí a zároveň prijíma za svoje tézu o diferencovanej štruktúre mysle/mozgu v zmysle oddelených domén vrozeného poznania.

Ak je však Chomsky skutočne zástancom vrozenosti ideí, poprípade domén vrozeného poznania, je otázne, čo rozumel pod tzv. jazykovým orgánom. Pojem "jazykový orgán" v nás evokuje predstavu nejakej štruktúry alebo mechanizmu, nie vrozeného poznania v zmysle ideí. Chomsky [2] hovorí o jazykovom orgáne z toho dôvodu, že na analógii s telesnými orgánmi ilustruje svoju predstavu ontogenézy jazyka, v ktorom hrá kľúčovú úlohu vrozené poznanie. Hovorí, že rovnako ako v prípade telesných orgánov i ontogenéza mentálnych orgánov (vrátane jazyka) prebieha na základe vnútorne determinovaného procesu. Tak ako sa v prípade rúk neučíme rastu rúk, ani v prípade jazyka sa v tomto zmysle neučíme rozprávať. Tento vnútorný determinizmus sa odvíja od používania vrozených informácií, ktoré určujú smer ontogenézy. Môžeme si predstaviť, že v oboch prípadoch prebieha ontogenéza na základe nejakých vrozených, pravdepodobne geneticky kódovaných informácií. Podobne Chomsky tvrdí, že univerzálna gramatika je vlastne korpus informácií, ku ktorým máme vo vývine jazyka prístup. Analógia medzi telesnými a mentálnymi orgánmi má však svoje hranice. Medzi informáciami týkajúcimi sa napríklad rastu končatín a informáciami, ktoré sú dôležité pri osvojovaní si gramatiky, je jeden zásadný rozdiel. Podľa Chomského [3] špecifikujú vývin jazyka informácie, ktorých základnou charakteristikou je, že môžu byť obsahom propozičných postojov a majú pravdivostnú hodnotu. Čo sa týka telesných orgánov, nemáme veľa dôvodov na podporu tvrdenia, že informácie, ktoré determinujú ich vývin pracujú

s propozičnými postojmi. Chomsky tvrdí, že v prípade jazyka sú vrodene také informácie alebo poznanie, ktoré môžu byť objektmi propozičného postoja, v tvare "X vie, že P". Dôvodom tejto tézy je predstava, že to, čo je vrodene, interaguje s primárnymi lingvistickými dátami. Nasledujú princípy analógie medzi myslou a počítačom Chomsky, rovnako ako Fodor, predpokladajú, že táto interakcia prebieha vo forme výpočtových operácií. Keďže interakcia je výpočtová, je spojená so sémantickými pojmami ako sú implikácia, logický dôsledok a podobne. Tieto sémantické vzťahy môžu fungovať iba medzi vetami, ktorým môžeme pripísať propozičný obsah; o ktorých môžeme povedať, že znamenajú, že P. Chomského predstava o vrodenej poznania je teda zmysluplná iba vtedy, ak to, čo je vrodene, má propozičný obsah. V prípade jeho teórie, ktorá sa týka jazyka, sú propozičnými obsahmi spomínané jazykové univerzálne zhrnuté v univerzálnej gramatike. V Chomského chápaní je ontogenéza dedukciou z vrodenej poznatkov, pričom pri inferencii používame aktuálne lingvistické dáta.

Ako však spomínaná koncepcia vrodenej ideí súvisí s modulárnou organizáciou mysle/mozgu? Mohli by sme si napríklad predstaviť, že vrodene mentálne reprezentácie sú uložené v myšli/mozgu, ale netvoria oddelenú doménu. Chomsky odpovedá na túto otázku na základe porovnania ontogenézy a vlastností rôznych kognitívnych systémov. Tvrdí, že ako príklad môžeme uvažovať o zrakovom systéme a jazykovom systéme vzhľadom na ich podobnosť a odlišnosť. Predvídateľne, výsledkom tohto porovnania je, že tieto dva systémy sú značne odlišné. Tak napríklad, zrakový systém vyžaduje iný typ informácií ako jazykový systém a tieto informácie sú organizované podľa odlišných princípov. Vieme, že vizuálne podnety sú usporiadané podľa rôznych Gestalt princípov, zatiaľčo jazykové podnety organizujeme do slov a viet podľa pravidiel univerzálnej gramatiky. Rovnako, vývin jazyka je iný než ontogenéza zrakového vnímania. Vo všeobecnosti sa zrakové vnímanie u dieťaťa vyvíja rýchlejšie a nasleduje inú vývinovú sekvenciu

ako osvojovanie jazyka. Podľa Chomského [2] takéto rozdiely poukazujú na to, že myseľ/mozog má modulárnu štruktúru, v ktorej autonómne moduly zodpovedajú rôznym doménam informácií, napríklad informáciám o zrakovom vnímaní alebo univerzálnej gramatike. Takáto organizácia mysle nie je prekvapujúca, keď zvažíme, že komplexné biologické systémy sú zvyčajne modulárne organizované. Treba ale zdôrazniť, že v tomto zmysle Chomsky uvažuje primárne o modularite poznania a nie kognitívnych mechanizmov.

Chomského koncepcia modulárnej organizácie mysle má nesporne svoje špecifiká a počas posledného desaťročia prešla značným vývinom [10]. I keď tradične zdôrazňuje dôležitosť vrodenej poznania pri osvojení jazyka, v najnovších prácach sa zaoberá aj psychologickými mechanizmami, ktoré prispievajú k úspešnému vývinu jazyka u dieťaťa. V konečnom dôsledku, komplexná teória modularity musí zrejme zahŕňať rovnako koncepciu psychologických mechanizmov v zmysle Fodorovských modulov ako aj prvky Chomského tradičnej pozície zastávajúcej koncepciu modulov pozostávajúcich z doménovo-špecifických informácií.

### (III) METÓDY KOGNITÍVNEJ PSYCHOLÓGIE

Špecifické metódy kognitívnej psychológie úzko súvisia s nanačnými výskumnými cieľmi. K základným cieľom sa radí zhromažďovanie dát, ich analýza, vývin teórií, formulovanie hypotéz a aplikácia poznatkov mimo výskumného prostredia. Podobne ako v iných disciplínach vedci sa usilujú získať čo možno najviac informácií o skúmanom jave. Kognitívni psychológovia využívajú pri skúmaní ľudskej mysli napríklad tieto metódy: a) laboratórne (kontrolované) pokusy, b) psychobiologický výskum, c) seba pozorovanie, d) kazuistiky, e) pozorovanie v prirodzených podmienkach, f) počítačové simulácie a umelú inteligenciu. V stručnosti uvediem základné princípy jednotlivých metód.



A. *Kontrolované laboratórne experimenty.* Cieľom tohto typu experimentov je získať vzorky výkonu probandov v určitom čase a na určitom mieste. Napríklad, probandom sa na veľmi krátky čas prezentovali dve rady písmen a potom ich požiadali, aby uviedli, či rad písmen predstavoval zmysluplné slovo alebo či slovo prináležalo istej kategórii. Výhodou tejto metódy je jednoduché vyhodnocovanie, nenáročná štatistická analýza a vysoká validnosť záverov. Nevýhody sa týkajú rozporov medzi medzi reálnym a laboratórnym správaním.

B. *Psychobiologický výskum.* Pôvodná metóda štúdia mozgu zvierat pitvou sa doplnila o rôzne zobrazovacie technológie aktivity mozgu. Výhody spočívajú v preukázaní vzťahu medzi kognitívnou a fyziologickou aktivitou, čo následne prispieva k presnejšej diagnostike a terapii. Nevýhodou je malá dostupnosť v dôsledku finančnej náročnosti a tiež problémov spätých so zovšeobecňovaním poznatkov získaných zo štúdia patologických prípadov.

C. *Sebahodnotenie.* Výpovede probandov o vlastných prežívaných kognitívnych stavoch (verbálne protokoly, denníky). Uchopenie jedinečnosti individuálneho pohľadu probanda nesie so sebou ohraničenia vo vzťahu k nevedomým, podvedomým procesom, čo sa môže prejaviť v ich nad alebo podhodnocovaní.

D. *Kazuistiky.* Kazuistiky alebo prípadové štúdie (case studies) umožňujú intenzívny výskum probandov s vyvodzovaním všeobecnejších záverov o správaní. Výhodou je získanie detailných informácií o jedincoch a ich prostredí. Malý počet vzorky však prináša obmedzenú reprezentatívnosť poznatkov.

E. *Pozorovanie v prirodzených podmienkach.* Táto metóda umožňuje pozorovať probandov v reálnych situáciách doma, v škole, v práci atď., čím sa získava veľký rozsah informácií. Nevýhody súvisia s nedostatkom experimentálnej kontroly, neopakovateľnosti situácií a možného ovplyvnenia správania prítomnosťou pozorovateľa.

F. *Počítačové simulácie a umelá inteligencia.* Metóda simulácie umožňuje počítačovú imitáciu kognitívneho výkonu jedincov pri plnení rôznych úloh. Úsilím umelej inteligencie je predviesť inteligentný kognitívny výkon pomocou počítača bez ohľadu na spôsob, akým prebieha spracovanie informácií u ľudí. K výhodám sa radí skúmanie širokého spektra možností za účelom modelovania kognície a dosiahnutia praktických výsledkov v praxi (napr. uplatnenie robotov pri práci v nebezpečných podmienkach). Nevýhody sa spájajú s odlišnosťami v kognícii ľudí a počítačov, ktoré sa pri modelovaní môžu skreslovať. Pre hlbšie pochopenie mnohotvárných javov kognície človeka sa čoraz väčšmi uplatňuje vzájomná kombinácia jednotlivých metód a prístupov.

#### OTÁZKY

1. Aké sú základné znaky teórie modularity?
2. V čom vidíte zhodu/rozdiel koncepcií J. Fodora a N. Chomského?
3. Ktoré metódy kognitívnej psychológie priniesli zásadný zmeny pri vysvetľovaní stavov kognície?

#### DOPORUČENÁ LITERATÚRA

- [1] HUNT, M. (2000): Dějiny psychologie. Praha, Portál.
- [2] CHOMSKY, N. (1984): Modular approaches to the study of the mind. San Diego, San Diego State University Press.
- [3] CHOMSKY, N. (1995): On the Nature, Use and Acquisition of Language. In: Goldman, A. (Ed.), Readings in Philosophy and Cognitive Science, s. 511-535. Cambridge, MA, MIT Press.
- [4] CHOMSKY, N. (2000): New Horizons in the Study of Language and Mind. Cambridge, Cambridge University Press.
- [5] DESCARTES, R. (1997): Meditácie. Bratislava, Chronos.
- [6] FODOR, J.A. (1983): The modularity of mind. Cambridge, MIT Press.

- [7] FODOR, J.A. (1985): *Precis of The modularity of mind*. Behavioral and Brain Sciences, 8, s. 1–46.
- [8] PIAGET, J. (1959): *The Language and the Thought of the Child*. New York, Humanities Press.
- [9] RYBÁR, J., BEŇUŠKOVÁ, L., KVASNIČKA, V. (2002): *Kognitívne vedy*. Bratislava, Kalligram, s. 128–133.
- [10] RYBÁROVÁ, D. (2001): *Teória „ladenness“ a modulárna teória mysle*. In: *Filosofický časopis*, roč. 49, č.3, s. 373–379.
- [11] WATSON, J. B. (1913): *„Psychology as the Behaviorist Views It“*. IN: *Psychological Review*, 20, s. 158–177.

#### IV. Neuroveda

KLÚČOVÉ SLOVÁ: neurón, synapsie, lézie, plasticita, kognitívna neuroveda, zobrazovacie technológie

##### (I) MYSEL Z MIKROSKOPICKÉHO POHLADU

Poznatky z evolučnej vedy, biológie a chémie podporili hypotézu, podľa ktorej pred tromi až štyrmi miliardami rokov blízko hladiny zemských oceánov slnkom hnaný proces chemickej evolúcie generoval seba-replikujúce molekulárne štruktúry. 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 štruktúrálna 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, kedy anglický fyzik Robert Hook (1635 – 1703) pozoroval pod mikroskopom bublinky, ktoré nazval bunky (z angl. „cells“). Význam tohto objavu však zostal dlho nedocenený. Až v prvej polovici 19. storočia Schleiden a Schwann sformulovali prvú bunecnú teóriu,

ktorej jadro tvorí predpoklad o viazanosti života na bunečnú formu organizácie. Všetky rastliny a živočíchovia sa skladajú z jednej alebo viacerých buniek, ktorých základná štruktúra a základné vlastnosti (výmena látok a energie, schopnosť rozmnožovania, dedičnosť a vývoj, dráždivosť, účelnosť a schopnosť prispôbovať sa) sú pre organickú ríšu rovnaké. Výhodou viacbunkových oproti jednobunkovým organizmom 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 zaujímať nervové bunky – neuróny, ktoré sú na rozdiel od buniek svalov veľmi malé (na 1 mm<sup>3</sup> kortikálneho tkaniva je ich 10<sup>5</sup>). O zrod slova „neurón“ (z gréckeho slova „spojiť“) sa zaslúžil nositeľ Nobelovej ceny za prínos v neuroanatómii – Santiago Ramón y Cajal (1852–1934) a zároveň doložil existenciu nervových buniek ako nezávislých samostatných jednotiek. Jeden z prvých anatómov, ktorý nakreslil neuróny mozgu, bol český experimentálny fyziológ J. E. Purkyně (1787 – 1869). Pre opis ciliárneho pohybu v bunke použil mikrotóm (nástroj na rezanie tenkého biologického materiálu) a zaviedol pojem „protoplasma“. 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 Camillo Golgi (1843 – 1926) vložil do roztoku dusičnanu strieborného.

Z hľadiska mikroskopickej štruktúry tvoria ľudský mozog okrem dlhých vláknitých neurónov pevné neuroglie (z gréčt. „lepidlo“). Všetky nervové bunky sú prítomné už pri pôrode a vďaka plasticite mozgu už neplatí, že neurón, ktorý odumrie počas života je nenahraditeľný. Strata neurónov nielenže nevedie k pozorovateľnej strate funkčnosti, ale „zvyšné“ neuróny sú schopné vytvárať medzi sebou nové spojenia, nové okruhy a siete. Mozog tak zostáva principiálne adaptabilný po celý ži-

vot. Funkcionálne rozlišujeme zmyslové neuróny (prebieha v nich transdukcia, t.j. premena mechanickej, svetelnej, tepelnej energie na nervové impulzy), motorické neuróny (končiace vo svaloch, kde produkujú kontrakciu) a interneuróny, ktoré vedú informácie v rámci mozgu.

Neurón vytvára telo (soma) guľatého, oválneho, trojuholníkového alebo vretenovitého tvaru, ktoré meria v priemere asi štyridsať tisícín milimetra. Z tela neurónu vybiehajú rozvetvené výbežky – dendrity, často prirovnávané k 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 (tisícín milimetra), dĺžka axónu môže byť až vyše metra. Úloha tela neurónu spočíva v udržiavaní neurónu nažive a v zabezpečovaní potrebných chemických látok. Aké sú funkcie dendritov a axónov? Dendrity slúžia na prijímanie elektrických signálov, ktoré sa pomocou axónov prenášajú smerom k cieľovému neurónu.

K zodpovedaniu neľahkej otázky o tom, ako neuróny navzájom komunikujú, prispel významný neurofyziológ Sir Ch.S. Sherrington (1857 – 1952). Objav elektrónového mikroskopu v 50-tych rokoch 19. storočia mu umožnil pozorovať štrbiny medzi neurónmi, ktoré nazval synapsie (z gréčt. „kontakt“). Ukázalo sa, že to, čo robí bunky mozgu špecifickými, je fakt, že si vzájomne spôsobujú mikrozměny v elektrických stavoch. Vieme, že elektrický prúd je tok elektrického náboja. V mozgu vzniká elektrický prúd pri pohybe iónov: sodíka, draslíka, chlóru alebo vápnika. Vo vnútri neurónu sa nachádza draslík a mimo neho sodík, vápnik a chlór. Každý neurón je obalený bunkovou membránou, ktorá bráni prenikaniu iónov do vnútra 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. Čo umožní iónom pohyb? Sú to špeciálne štruktúry – kanály, zložené z bielkovinových molekúl, ktoré sa stávajú priechodom iónov zvnútra bunky smerom

von. Medzi vnútrajškom a vonkajškom bunky vzniká nerovnováha, pretože sodíkovno-draslíková pumpa vynáša z bunky tri ióny sodíka a dovnútra prináša dva ióny draslíka. Keďže z bunky vychádza o jeden ión naviac ako do nej vchádza, vonkajšie okolie sa stáva elektricky kladným a vnútro bunky elektricky záporným. Tento membránový potenciál označený ako pokojový potenciál zodpovedá za schopnosť neurónu vysielat 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 220 m/s (98 m/s). Dialóg medzi jednotlivými neurónmi, ale aj medzi dendritmi a axónmi, zabezpečujú už spomínané synapsie (na jednom neuróne je ich až desiat tisíc). Synapsu tvorí: membrána presynaptického terminálu, synaptická štrbina a postsynaptická membrána. Prekonanie synaptickej štrbiny predpokladá prenieť elektrický signál „čímsi“ 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. Tento 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 prispôsobené štruktúre špecifických chemických látok. Vytvorí sa nová látka, otvárajú sa iónové kanály, prechodne sa zmení potenciálový rozdiel medzi vnútrajškom a vonkajškom bunky a príbeh sa „uzatvára“, sled chemických a elektrických dejov sa opakuje. Cieľová bunka sama vysielala 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 (gamaaminomáslová kyselina), glutamát. Spolu tvoria kľúčové prvky všetkých chemických procesov mikrobiologickej činnosti mozgu spôsobujúcich v mozgu obrovskú rozmanitosť reakcií. Poruchy neuroprenášačov sú základom symptómov mnohých psychických ochorení.

Serotonín patrí podobne ako dopamín a noradrenalín medzi tzv. monoamíny. Hraje dôležitú úlohu pri regulácii nálady, nízke hladiny serotonínu sa spájajú s depresívnymi stavmi. Špecifické antidepresíva, tzv. inhibítory spätného vychytávania serotonínu, zvyšujú hladinu serotonínu 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 (dietylamid kyseliny

lysergovej) tým, že spôsobuje nadmernú stimuláciu buniek mozgu, čím vyvoláva zmeny nálady a môže viesť k extatickým stavom. Hlavné podtypy receptorov serotonínu ovládajú migrenové bolesti až depresiu.

Uvolnenie dopamínu v špecifických oblastiach mozgu navodzuje intenzívne príjemné pocity. Príliš veľká koncentrácia dopamínu môže viesť ku schizofrénii a nedostatočné množstvo zase k rozšíreniu Parkinsonovej choroby. Lieky užívané pri liečbe schizofrénie napr. thorazin, clozapin, blokujú receptory pre dopamin a opačne L-dopa liek na liečbu Parkinsonovej choroby zase hladinu dopaminu zvyšuje.

V súvislosti so vzťahom medzi chemickými zmenami na synapsiách a celkovým správaním je potrebné vyhnúť sa zjednodušenému pohľadu v podobe „chémia“ verzus „správanie“ (kultúra). To znamená názoru, podľa ktorého medzi oboma „doménami“ existuje zásadný rozdiel, resp., že skúmanie na chemickej úrovni „neodhalí“ príčiny správania a opačne, vysvetľovanie na socio-kultúrnej úrovni „je na hony vzdialené“ chemickým reakciám v tele. Dôsledkom podobného uvažovania je aj ďalšie extrémne stanovisko, podľa ktorého sa napríklad, základ vysvetľovania javu hľadá výlučne na úrovni „chémie“ alebo na úrovni „kultúry“. O absurdnosti takéhoto prístupu svedčia, napríklad, drogy. Jedným z dôvodov užívania drog môže byť zlá sociálna situácia jedinca, ktorá sa stáva zdrojom jeho psychických problémov a navodzuje mu potrebu domnelého „úniku“ z tohto neutešeného stavu. V závislosti od neurotransmitterov a štádia synaptického procesu, do ktorého zasiahnu, drogy menia chemické deje na synapsách, čo sa následne prejavuje v zmene správania. Previazanosť „telesného“ (vnútorného) a „duševného“ (vonkajšieho) 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 nadmer-

ného dráždenia, ktoré poskytuje droga. To tvorí základ toxikománie – veľkého nebezpečenstva pre ľudský organizmus a jeho myseľ.

## (II) MYSEĽ Z MAKROSKOPICKÉHO POHĽADU

Ako vieme, vývin ľudského mozgu, či už na biochemickej, bunkovej alebo na anatomickej úrovni sprevádza istý typ konzervatívnosti.

V mozgoch všetkých živočíchov nachádzame podobný plán, ktorý sa vyvinul z nervových sústav jednoduchších organizmov. U najjednoduchších stavovcov vznikla predĺžená centrálna ganglia (súbor buniek) rozvetvujúca sa pozdĺž miechy spojenej z fyzikálne a funkcionálne 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 sardíniok, hadov a lastovičiek, aj náš mozog vznikol ako akási opuchlina na jej prednom konci, ktorá sa rozdelila na tri časti a stala sa zadným, stredným a predným mozgom. U nižších cicavcov sa predný mozog ďalej špecializuje, vytvárajú sa cerebrálne hemisféry a cerebelum na zadnej strane zadného mozgu.

Dominácia 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 vyvine rozdelil na päť častí CNS: 1. telencephalon, ktorého tvoria ho dve oddelené polovice – hemisféry, 2. diencephalon tvorený talamom a hypotalamom, 3. mesencephalon alebo stredný mozog/medzmozog, 4. metencephalon, t.j. cerebelum a most a 5. myelencephalon alebo predĺžená miecha (medulla oblongata).

Často si ani neuvedomujeme, že vo svojich hlavách nosíme zvrásnený „objekt“ krémovej farby s priemernou hmotnosťou

1,3 kg. Mozog sa nachádza v kostenej schránke lebky a je obalený tromi vrstvami membrán – mozogovomiechovými plienami. Najvrchnejšia vrstva, tvrdá plena je *dura mater* (z lat. „tvrdá matka“) a najvnútornejšia tenká vrstva sa nazýva *pia mater* (z lat. „nežná matka“). Medzi vonkajšou *dura mater* a vnútornou *pia mater* leží tzv. pavúčnica, medzi ňou a *pia mater* prúdi mozgová tekutina obmývajúca mozog. Mozgová tekutina pochádza zo stien spojovacej dutiny umiestnenej vo vnútri mozgu, ktorú tvoria štyri komory.

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. Napriek dominancii jednej z hemisfér pre špecifické funkcie (napríklad ľavej pre jazyk, reč a pravej pre zrakopriestorové reprezentácie), v bežnom živote hemisféry vzájomne spolupracujú. Na povrchu oboch hemisfér sa nachádza *mozgová kôra* (kortex, z lat. „kôra stromu“) hrubá asi 2 mm, 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-tych rokoch 20. storočia. Počas operácií pacientov s ťažkou formou epilepsie Penfield stimuloval elektricky špecifické oblasti mozgovkej kôry a objavil, 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 z vonkajšieho prostredia. Primárna motorická oblasť sa podieľa na vykonávaní pohybu a plánovaní a primárna somatosenzo-

rická oblasť prijíma a vyhodnocuje podnety z povrchu a vnútra tela o teple, tlaku, bolesti. V zadnej časti oboch záhlavových lalokov sa nachádza primárna zrková oblasť a na boku spánkového laloku hemisfér je to primárna sluchová oblasť. Funkcia prepájania (asociácie) činnosti senzorických a motorických kôrových oblastí sa prirpisuje *asociačným oblastiam*. Časti čelného laloku pred motorickou oblasťou vytvárajú anteriórne asocičné 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 súboru hráčov. V blízkosti primárnych senzorických oblastí sa nachádzajú posteriórne asocičné oblasti integrujúce vstupy zo senzorických oblastí.

*Mozgový kmeň* (hypotalamus, talamus, stredný a zadný mozog) spájajúci mozog s miechou riadi kašľanie, kýchanie, dýchanie, zvracanie, spanie, jedenie, pitie, regulovanie teploty a sexuálne správanie. Štruktúry mozgového kmeňa zodpovedajú za reguláciu najdôležitejšieho 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* (z lat. most, pons) 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 bdelosti a schopnosti zamerať pozornosť na podnety a takisto základných životných funkcií (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, aktívacie žliaz a svalov. *Talamus* vytvára dve štruktúry jadier nervových buniek pripomínajúcich vajíčko. Jedna oblasť talamu vysiela informácie zo zmyslových receptorov ďalej do mozgu. Druhá oblasť talamu vykonáva dôležitú úlohu pri riadení spánku a bdenia. *Hypotalamus* umiestnený pod talamom sa podieľa na regulácii príjmu potravy, tekutín, sexuálneho správania, endokrinnnej 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, hypokampus) reguluje látkovú výmenu, podieľa sa na tvorbe dlhodobej pamäti, učení a na základných emóciách. Funkciou amygdaly je zabezpečiť 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 gréčt. 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, ktoré často fungujú protichodne. Parasympatikus, napríklad, zužuje očné zornice, stimuluje produkciu slín a spomaľuje rytmus srdca. Pôsobenie sympatika má opačný účinok, napríklad počas emociálneho 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 kľudu (získanie a ukladanie energie).

Americký neurovedec Antonio Damasio pripodobňuje 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. Základným cieľom 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 tých najjednoduchších 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“ ([4], s. 44). Dôležité je, že deje na uvedených úrovniach sú aktívne už pri narodení, *kedy* sa však budú používať závisí od ďalšieho vývinu a skúsenosti individua.

### (III) PREDMET A METÓDY KOGNITÍVNEJ NEUROVEDY

To, čo robí z ľudského mozgu jeden z najkomplikovanejších objektov 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 z 18. storočia. Ako sa ukázalo aj neskôr, vzťah lokalizácie funkcií v špecifických anatomických štruktúrach a mentálnych schopností nie je zďaleka priamočiary. Problém spočíva okrem iného aj v tom, že: a) i keď porucha oblasti  $x$  znamená stratu istej kognitívnej schopnosti  $F$ , to ešte neznamená, že  $x$  má funkciu  $F$ , ale „len“ to, že istá časť oblasti  $x$  je nejakým spôsobom prítomná pri vykonávaní  $F$ ; 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 vývin, rovnaké alebo podobné štruktúry jednotlivých organizmov môžu vykazovať rôzne alebo žiadne funkcie.

K základným vlastnostiam nervovej sústavy sa radí: plasticita, selektivita, schopnosť reprezentovať, integrácia, diferenciácia atď. Plasticita mozgu zahŕňa dva významné komponenty: a) kritické obdobia a b) 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 ireverzibilné poškodenie schopnosti osvojenia si jazyka, reči. Druhý komponent sa týka skutočnosti, že náš mozog sa *neustále mení* pod vplyvom psychologických alebo biologických vplyvov prostredia. Na hrubšej 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 čo konáme, mení náš mozog, naše správanie vo vzťahu k druhým a k sebe samým.

Oba uvedené komponenty plasticity 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 [1] môže dôjsť k problému nazvanom *fetálny alkoholový syndróm* (FAS). 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 [11].

Pri poškodení mozgového tkaniva mechanizmy plasticity umožňujú v určitej miere jeho obnovu (napríklad, pri chýbajúcich 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 neustále rastú, zmršťujú sa. Sú to dynamické entity, ktoré sú si vo všetkých nervových sústavách podobné (slímáky, červy, pavúci). 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 v texte uviedla, s úbytkom neurónov sa efektívne vysporadúvajú synaptické spojenia. Plasticitu synaptických udalostí podporujúcu plasticitu správania spôsobuje koncentrácia katiónov vápnika  $Ca^{++}$ . Je daná množstvom transmittera uvoľneného z presynaptickej membrány, zmenami v syntéze transmittera s vysielajúcou bunkou, počtom dostupných receptorov, zmenami v odpovedajúcich chemikáliách vo vnútri bunky receptora atď. [7] 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 [8]. Na úrovni individuálnych zmyslových neurónov vedci zistili, že ak sa organizmu prezentujú špecifické externé parametre, napríklad, vertikálny pohyb objektu (neuróny vizuálneho kortexu) alebo vôňa pepermintu (neuróny čuchového laloku), neuróny vykazujú selektivitu odpovede. Uvedená špecifickosť odpovedí sa označuje ako naladenosť (tuning) neurónov.

Je zrejmé, že spätná väzba a teda kvalita odpovedí organizmu na vonkajšie podnety je daná jednak vrodenými vlastnosťami organizmu (geneticky) a celým radom vonkajších faktorov.

*Reprezentačná* schopnosť nervového systému – reprezentovať vonkajší 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 „poznatie tela“, t.j. poznanie vzájomného vzťahu jednotlivých častí tela, prebieha na nevedomej úrovni.

Dôkazom aktívnej reprezentacionálnej povahy ľudského mozgu je, napríklad, schopnosť alternatívnej interpretácie dát pri ambiguitných obrazcoch (*gestalt* ilúzie, napríklad kačka/zajac), pri dopĺňaní neúplnej scenérie alebo kontúr. Ak vidíme tvár za okenným 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 späťosť vlastnosti integrácie s koherentnosťou ilustrujú tiež už spomínané ambiguitné obrazce (Neckerova kocka), ktoré vnímate 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 vzorkách. 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 nespływajú 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 robiť dve veci naraz alebo sa rozhodovať pre viac vecí. Sme však schopní rozlíšiť medzi tisíckami rôznych scén počas stoviek milisekúnd.

O jednote, diferenciácii, plasticite a najmä o komplexnom vzťahu medzi štrukturálnymi 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 príroda „verzus“ kultúra 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 [10] 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 (obr. 5). 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“ ([10], s. 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 occipitálneho 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 [14], 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 „nútej voľby“ (forced choice) prítomnosť objektu „uhádli“. Wieskrantz interpretoval túto skutočnosť ako príklad oddelenia rozlišovacej vizuálnej schopnosti a jej vizuálneho uvedomenia pacientom. Opakom „kôrovej slepoty“ je *prosopagnózia* – neschopnosť rozpoznať známe tváre (vrátane vlastnej).

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. Pacientom, napríklad, 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. Niektorí autori predpokladajú, že strata návratných spojení je zodpovedná za stratu vedomej integrácie medzi oboma hemisférami mozgu [3]. 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 [14], iní skôr ako poškodenie miery dosahu zmyslového vstupu k jednotlivým izolovaným hemisféram. Ak sú obe hemisféry mozgu oddelené, množstvo zmyslového vstupu je polovičné. Úbytok zrakových informácií však neimplikuje, že pacienti s „rozštiepeným mozgom“ sú si vedomí len spolovice. Vedomie nezávisí od stupňa prichádzajúcej informácie so zmyslovej modalití (vedomým disponujeme napríklad aj keď sme zavretí v tmavej miestnosti). Uvedený syndróm teda možno ukazuje, že obe hemisféry mozgu spracúvajú informácie oddelene a jedna z nich nie je schopná vyvodit' z toho nič významného o vedomí [12].

Zložité vzťahy medzi plasticitou a *anatomickou väzbou* dokladajú aj ďalšie poškodenia. V prípade *hemineglektu* spôsobeného poškodením pravého parietálneho laloka si pacienti uvedomujú len ľavé časti vecí alebo sveta. Vedomá rekonštrukcia tejto situácie sa však nenaruší, akoby úsilie mozgu integrovať „premhlo“ existujúce poškodenie.

### (III) METÓDY KOGNITÍVNEJ NEUROVEDY

Kognitívna neuroveda nadväzuje na klasické metódy neurovedy 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 neurónových korelátov mentálneho života ide ruka v ruku 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 ( $10^{-3}$ ) ide o cytologické a histologické skúmanie činnosti buniek. Milimetrová úroveň je zameraná na fyziologické, elektrofyziologické skúmanie premeny buniek pod vplyvom vonkajších podnetov. Štruktúralne a funkčne zobrazovacie metódy (CT, PET, fMR atď.) umožňujú skúmanie morfológie a štruktúry mozgu, metabolizmus kyselín a glukózy ako aj štúdium biochemických vlastností buniek mozgu a procesov spojených s neurotransmisíou.

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. Kognitívni neurovedci skúmajú súvislosti medzi poškodeným mozgom, poruchou jednotlivých stavov kognície a poruchami správania.

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 počítačovej technológie v 70-tych 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), funkčná magnetická rezonancia (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.

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 paprsok röntgenového žiarenia a meria sa

množstvo radiácie prechádzajúce na druhú stranu 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 vysielať 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 subtilnejšie 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 opakovane úlohu (napríklad, pohybuje prstami, vytvára slová, predstavuje si), aby dochádzalo k funkčným prietokovým zmenám v krvnom obeh mozgu. Výsledky experimentov sa štatisticky porovnávajú v priebehu aktivácie a v klude.

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, prevádza rekonštrukciu rezov hlavy pacienta a vytvára dvoj až trojrozmerné zobrazenie distribúcie označenej látky.

PET meria metabolické aktivity bunke v ľudskom tele, zachytáva základné biochemické procesy alebo funkcie tkaniva. Táto metóda vychádza z poznatku, že neuróny mozgu 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. Štrukturálne zobrazovacie metódy ako CT alebo MR poskytujú informácie o pomeroch jednotlivých oblastí mozgu, na základe čoho sa získavajú informácie o patologických ložiskách (nádor, krvácanie, otok atď.), ktorú môžu byť zdrojom neurologického alebo psychického ochorenia. CT a MR umožňujú odlíšiť 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 [13].

Funkčné zobrazovacie metódy PET, SPECT, fMRI, MRS, 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 zmenily mapu ľudského mozgu podobne ako prvé zámorské objavy zmenily mapu Zeme. Zavedenie a kombinácia zobrazovacích a funkčne zobrazovacích metód do psychiatrie a neurológie 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 mechanizmov a procesoch. A možno sú ukázkou toho, čo znamená vidieť myšlienku ako vlnu neurónovej aktivity. Najvýznamnejším cieľom využívania nových technológií je minimalizácia poškodenia a dosiahnutie čo možno najvyššieho stupňa zmiernenia bolesti a utrpenia človeka.

#### OTÁZKY

1. Aké sú výhody (prípadne nevýhody) používania zobrazovacích techník aktivity mozgu?
2. Ktorými vlastnosťami sa vyznačuje nervová sústava?
3. Aký je vzťah medzi poškodením špecifických oblastí mozgu a psychikou človeka?

#### DOPORUČENÁ LITERATÚRA

- [1] ANDREANSEN, N. (2001): *Brave New Brain*. Oxford, Oxford University Press.
- [2] CRICK, F. (1994): *The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul*. New York, Scribner.
- [3] DAMASIO, A. (2004): *Hledání Spinozy*. Praha, Dybbuk.
- [4] EDELMAN, G., TONONI, G. (2000): *A Universe of Consciousness*. New York, Basic Books.
- [5] GOLDBERG, E. (2004): *Jak nás mozek civilizuje*. Praha, Karolinum.
- [6] GREENFIELD, S. (1995): *Journey to the Centers of the Mind*. New York, W. H. Freeman.
- [7] CHURCHLAND, P. M. (1995): *The Engine of Reason, the Seat of the Soul*. Cambridge, MA, MIT Press.
- [8] KOUKOLÍK, F. (2000): *Lidský mozek*. Praha, Portál.

- [9] PENFIELD, W., RASMUSSEN, T. (1950): *The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization of Function*. New York, MacMillan.
- [10] RAMACHANDRAN, V. S., BLAKESLEE, S. (1998): *Phantoms in the Brain*. New York, Quill.
- [11] RESTAK, R. (1998): *Krajiny mozgu*. Bratislava, Slovenský spisovateľ.
- [12] SPERRY, R. W. (1977): Forebrain commissurotomy and conscious awareness. In: *Journal of Medicine and Philosophy*. č.2, s. 101-126.
- [13] STERNBERG, R. J. (2002): *Kognitivní psychologie*. Praha, Portál.
- [14] WEISKRANTZ, L. (1989): 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.

## V. Filozofia

KLÚČOVÉ SLOVÁ: dualizmus vlastností, emergencia, superveniencia, identita typov, identita jednotlivín, naturalizmus, redukcionizmus

### (I) TAJOMNÁ MYSEL

Povaha ľudskej mysle, vzťah telesného a duševného či sloboda vôle sa po stáročia pokladali za „večné“ filozofické problémy. Aj v súčasnosti mnohí vedci a teoretici v úsilí vyriešiť tieto problémy hľadajú pomoc v radoch filozofov. V nasledujúcom texte predostriem stručnú rekapituláciu základných prístupov a tendencií teoretického skúmania mysle. Pokúsim sa ukázať v čom, a ako sa filozofické úsilie riešiť psychofyzický problém prelína alebo dopĺňa súčasné stratégie kognitívnej vedy.

Otázka povahy mentálnych stavov mysle a ich vzťahu k fyzikálnym (neuronálnym) stavom mozgu sa stala stredobodom záujmu celého radu prístupov vo filozofii mysle, ako napríklad: dualizmus, redukcionizmus, fyzikalizmus, eliminativizmus, funkcionalizmus atď.

Dualizmus sa v histórii filozofie mysle objavuje vo viacerých podobách. Najostrejšej kritike už tradične čelí interakcionistický dualizmus spájaný s filozofickou koncepciou R. Descarta.

Základnou tézou interakcionistického dualizmu je tvrdenie o striktnej odlišnosti mentálneho (mysle) od fyzikálneho

(tela, mozgu). Napriek vzájomnej odlišnosti sa však oba javy, svety môžu navzájom ovplyvňovať, telo, mozog ovplyvňuje myseľ a myseľ ovplyvňuje telo, mozog. Korene základnej dualistickej pozície, kde myseľ a mozog sú odlišné entity sa pripisujú Descartovým úvahám v II. Meditácii [2].

Už v Rozprave o metóde [3] Descartes striktno odčleňuje dušu od vzniku života prináležiaceho ľuďom a zvieratám. Život tvorí podľa neho súbor funkcií, ktoré majú zdroj v teple, v „ohni bez svetla“ horiacom v srdci. Tento oheň pripomína teplo, redukovateľné na rýchle pohyby častíc látky, ktoré vzniká pri fermentácii. Na rozdiel od tela, ktoré zodpovedá za teplo a pohyb, duša myslí, pretože podľa Descarta „vôbec nepripúšťame, aby telo myslelo“. Človek, mikrokozmos, predstavoval stroj stvorený Bohom, ktorého duša síce opúšťa telo po smrti, no nie je jeho prvotnou príčinou. Svoje názory na povahu a fungovanie súčasti duše – vášní človeka (hnevu, radosti, lásky, nenávisti atď.), Descartes objasnil v posmrtno vydanom spise *Vášne duše* [1]. *Vášne* vysvetľoval na pozadí mechanistickej koncepcie, podľa ktorej ľudské telo funguje podobne ako mlyn alebo hodiny: „Stroj nášho tela je zostavený tak, že všetky pohyby tela závisia výlučne na stavbe našich končatín a na prúde animálnych duchov zo srdca do mozgu a do nervov a svalov podobne ako pohyb hodín, ktorý vzniká z púhej sily pružiny a kolečiek“ ([1], s. 43). Rozdiel medzi živým a mŕtvym človekom prirovnával k rozdielu medzi fungujúcimi a nefungujúcimi hodinkami. Ľudské telo tvorila podľa Descarta sústava nervov vybiehajúca z mozgu a rozvetvujúca sa po celom tele. Základom jeho fyziológie sú animálni duchovia (*esprits animaux*), akési jemné čiastočky krvi, ktoré sa dostávajú zo srdca do mozgu. Descartes ich prirovnáva k jemnému vánku alebo k číremu a živému plameňu stúpajúcemu zo srdca do mozgu a odtiaľ nervami do svalov, kde spôsobovali pohyb údov. Keďže pravidlá mechaniky sú totožné s pravidlami prírody, údy sa podľa Descarta pohybujú bez vedenia vôle. Telo, stroj vyrobený Božou rukou, je lepšie usporiadaný a robí podivuhodnejšie

pohyby než stroj vynájdený človekom. Rozdiel medzi strojom a človekom spoznáme tak, že a) stroj nepoužíva slová tak, ako človek a b) vie spraviť veľa vecí lepšie než človek, ale len podľa rozmiestnenia orgánov: „je morálne nemožné, aby v stroji bolo dosť orgánov na to, aby sa správval tak ako človek so svojim rozumom“ ([1], s. 57).

Najdiskutovanejšiou časťou Descartovej filozofie sa stal vzťah medzi netelesnou dušou a telesným mozgom (telom), ktorý sa pokladá za primárny zdroj psychofyzického problému. Ako podľa Descarta funguje vzájomná interakcia oboch substancií? Duša a telo sa „stretávajú“ v časti mozgu – epifýze. Jedným z dôvodov, prečo sa Descartes rozhodol pre túto oblasť mozgu spočívala v tom, že epifýza je obklopená mozgovomiechovým mokom, ktorý podľa neho slúžil ako rezervoár animálnych duchov. Druhý, významnejší dôvod sa týkal toho, že šlo o nepárovú oblasť tela. Dušu totiž Descartes vnímal ako jeden celok podobne ako existenciu jednej skúsenosti, pocítovania alebo prežívania človeka. Chyby, ktorej sa podľa neho dopúšťali filozofi deliaci dušu na časti, spočívala v nedostatočnom rozlíšení funkcií duše a funkcií tela. To je zrejme jeden z dôvodov, prečo hovorí o vášňach duše, a nie o vášňach tela. Descartes teda nelokalizuje dušu do časti mozgu, ako sa často interpretuje, ale popisuje „priestor“, kde sa uskutočňuje prepojenie duše a tela. *Vášne duše* spôsobujú pohyby animálnych duchov. Rozdielnosť animálnych duchov zapríčiňujú rozmanité látky, z ktorých sa skladajú. Každý mozog je iný, jedna príčina môže vyvolať v rôznych ľuďoch rôzne vášne. „Moc“ duše nie je však celkom jasná, nakoľko, i keď nepriamo, telo predsa ovplyvňuje aj zámery duše. Descartes síce píše, že duša má svoje „súkromné radosti a želania“, ale všetky vášne podľa neho spôsobujú animálni duchovia ([1], čl. 37). Duša je schopná premôcť slabšie vášne, ako napríklad malú bolesť, ale neubráni sa zvuku hromu alebo popáleniu sa ohňom. Boj tela a duše zapríčiňuje, že niekedy môže duša cítiť naraz akoby niečo chcela aj nechcela, najsilnejšiu dušu majú preto tí, ktorí sú schopní vôľou zastaviť

vážne a telesné pohyby. Napriek tomu, že celá duša je prepojená s telom pomocou nervov, predsa sa pri rozpade zoskupenia orgánov tela duša oddelí. Istú ambivalenost v Descartovom chápaní vášni duše ilustruje aj cirkulárne vymedzenie vášni ako „vnemov, pocitov, hnutí duše vzťahujúce sa k duši“ ([1], čl. 27). Túto daň platí Descartes za svoj metafyzický predpoklad existencie stvorenej nehmotnej duše. Navyše, „entity“, schopnej spôsobiť zmeny materiálnych častíc tela, kauzálne ovplyvňovať fyzikálne procesy a správanie človeka.

Descartes sa pokúšal vysvetliť vznik život a fungovanie ľudského tela bez zásahu (aristotelovskej) oživovacej funkcie duše. Toto úsilie vysoko prevyšuje nedostatky vyplývajúce z nedoriešeného interaktívneho pôsobenia duše a tela. Problematické „takmer“ späté so vzájomným pôsobením duše a tela sa rozplýva v Descartovom proklamovaní „súkromných radosť duše“ a „vôľou“ ovládaných vášní. Ani vôľa sama však nebola absolútne imúnna voči účinnosti animálnych duchov. Znalosť anatómie a mechaniky viedla Descarta k tvrdeniu, podľa ktorého duša nemôže vyvolať žiadny pohyb v tele, pokiaľ nie sú telesné orgány v príslušnom usporiadaní (resp. nie sú poškodené). Výnimkou nie sú ani vôľové akty. Pravdou je, že podrobnejšiu analýzu mechanizmov a funkcií myslenia či vôle „obracajúcich sa na nehmotné predmety“ Descartes neposkytol.

Napriek istej záhadnosti spojenej s chápaním povahy ľudskej duše, svojim predpokladom o redukovateľnosti fyzikálnych vlastností tiel na tvary a pohyby častíc prvkov, Descartes významnou mierou prispel k prirodzenému vysvetľovaniu fungovania ľudského tela a mysle.

K ďalším, možno povedať, subtilnejším variantom dualizmu sa radí dualizmus zhlukov, paralelizmus, dualizmus vlastností, epifenomenalizmus atď.

Vo filozofii mysle sa stal populárny dualizmus vlastností, niekedy nazývaný tiež teória dvoch aspektov. Dualizmus vlastností na rozdiel od interakcionistického dualizmu zamietá dualizmus substancí, tvrdenie, že myseľ a telo sú radikálne

odlišné entity. Substanciálny dualizmus nahrádza hypotézou, že medzi myslou a telom existujú rozdiely, ale možno ich lepšie opísať ako rozdiely vo vlastnostiach mysle a mozgu nie v ich substancích. Zatiaľčo telo možno vyčerpávajúco vysvetliť na základe fyzikálnych alebo mechanistických princípov, myseľ možno pomocou tohto prístupu vysvetliť iba čiastočne. Existujú totiž aspekty mysle, ktoré sa fyzikálne vysvetliť nedajú. Týmto jedinečnými vlastnosťami mysle sú kválie, t.j. subjektívne aspekty nášho prežívania, ktoré určujú, aké je to pre nás vnímať oblohu alebo počúvať symfóniu. Podľa zástancov dualizmu vlastností subjektívna povaha mentálnych stavov ide ruka v ruku s jej neuchopiteľnosťou a privátnosťou. Ak sa, napríklad dvaja ľudia pozerajú zároveň na západ slnka, pôjde o dva odlišné fenomény zrakového vnímania. Z tohto dôvodu subjektívnu skúsenosť nemožno redukovať alebo vysvetliť pomocou fyzikálnych korelátov, ktoré by sme mohli snímať pomocou napríklad zobrazovacích metód. Kválie napokon predstavujú neredukovateľný aspekt mysle, či už v rámci fyzikalistického, behavioristického alebo funkcionalistického prístupu.

Emergencia alebo superveniencia sú ďalšie prístupy, podľa ktorých spomínané jedinečné aspekty mysle sú výsledkom určitého stupňa komplexity materiálnych systémov. Môžeme napríklad tvrdiť, že myseľ vznikla v určitom bode evolučného vývoja, keď náš mozog nadobudol špecifický stupeň komplexity a jeho výsledkom bol vznik jedinečných nefyzikálnych vlastností mysle. Tieto špecifické vlastnosti, spomenuté kválie, nemožno vysvetliť na základe vlastností jednotlivých prvkov alebo procesov, ktorých súhrn umožnil ich emergenciu. Emergencia alebo superveniencia teda predpokladá, že vzniknutá mentálna vlastnosť je viac než suma determinujúcich fyzikálnych entít a vzťahov medzi nimi. Z tohto dôvodu sa vysvetlenie mentálneho vymyká fyzikalistickému prístupu.

V rámci superveniencie možno vymedziť ďalšie verzie, napríklad vzhľadom na to, ako vymedzujú rozsah vlastností, na ktorých supervenujú nové vlastnosti. V prípade lokálnej



supervenencie by sme tvrdili, že fyzikálne vlastnosti, na ktorých supervenujú mentálne vlastnosti sú limitované na určité indivíduá. Tak napríklad, ak existujú dve dvojčatá, ktorých telá sú identické na molekulárnej úrovni, potom by na týchto fyzikálnych vlastnostiach mali supervenovať rovnaké mentálne vlastnosti. Mohli by sme však namietnuť, že niektoré aspekty mysle dvojčiat by ešte vždy neboli identické, pretože každé z dvojčiat bolo vystavené aspoň do určitej miery inému prostrediu, čo sa odrazila v rôznych fyzikálnych vlastnostiach. Ak rozšírime našu pozíciu v rámci ontológie superveniencie od fyzickej identity dvojčiat na jej prostredie a povieme, že mentálne supervenuje na kombinácii ich fyzikálnych charakteristik a prostredia, v ktorom sa pohybujú, potom zastávame globálnu supervenienciu. Globálna superveniencia teda rozširuje rozsah vlastností, na ktorých supervenujú mentálne vlastnosti. Výhoda jednotlivých verzií superveniencie spočíva podľa jej zástancov vo vyhnutí sa problému kauzálnej interakcie medzi myslou a mozgom. Kritici však upozorňujú na hlavný problém tohto prístupu, t.j. na demonštrovanie existencie vlastností mysle, ktoré nie sú eliminovateľné alebo redukovateľné na správanie, procesy mozgu alebo funkcionálne stavy.

S odlišným prístupom ku kauzálnym vzťahom medzi myslou a mozgom sa stretávame v prístupe nazvanom epifenomenalizmus. Mysle podľa tejto koncepcie má svoj pôvod vo fyzikálnom, jej vznik a vývin však nevieme presne objasniť, objavuje sa ako *epi*- fenomén (z gréč. *nad*, *ponad*).

## (II) CESTY Z LABYRINTU

Možné odpovede na problémy vyplývajúce z dualistických pozícií ponúkajú fyzikalistické prístupy a teórie. Ich predstavitelia pristupujú k stavom mysle buď ako k produktom pozorovateľného správania, k pozorovateľným vlastnostiam materiálneho substrátu, mozgu alebo ako k funkciám, ktoré zohrávajú v danom systéme. Akceptovanie jednej z týchto po-

zícií má tú výhodu, že odsúva zásadné problémy kauzality od mysle ako nemateriálnej entity k mozgu na základe apriórnych vymedzení, podľa ktorých myseľ možno redukovať na iné, ľahšie skúmateľné fenomény. Takýmito fenoménami môže byť pozorovateľné správanie, stavy mozgu alebo funkcionálne stavy, čo následne vedie k špecifickej redukcionistickej pozícii. Ak redukujeme myseľ na správanie, uplatňujeme behavioristický prístup. V prípade redukcie mysle na procesy a stavy mozgu, zastávame prevládajúcu paradigmu súčasnej neurovedy, t.j. teóriu identity. Ďalšou možnosťou je redukcia mysle na funkcionálne stavy, čo vedie k funkcionalistickej pozícii populárnej vo forme výpočtovo-reprezentačnej teórie mysle (viď kap.III).

Podľa redukcionizmu, pojmy, ktoré opisujú mentálne entity sú nadbytočné a vysvetlenia mentálnych fenoménov možno poskytnúť v ne-mentálnych termínoch. Toto tvrdenie je však iba tvrdením o pojmoch odkazujúcich na mentálne fenomény a nie o existencii samotných mentálnych entít. Na druhej strane, eliminativizmus zastáva názor, podľa ktorého vo vede založenej na štúdiu fyzikálnych entít nie je priestor pre mentálne fenomény ako ontologické entity (pozri [6], kap. VII).

Jednou z historicky prvých verzií redukcionistických prístupov je behaviorizmus, založený na redukcii mentálneho na pozorovateľné správanie. V skratke ho možno ďalej rozdeliť na dva prúdy, t.j. vedecký behaviorizmus a logický behaviorizmus. Vedecký behaviorizmus sa pokladá tradične za hlavný prúd v histórii psychológie, ktorý vznikol ako odpoveď na problémy introspekcionistickej metodológie.

Druhou alternatívou je logický behaviorizmus, ktorý sa odvíja od práce Gilberta Ryla „Pojem mysle“ (1949). Hlavným rozdielom medzi Rylovým logickým behaviorizmom a vedeckým behaviorizmom je to, že Ryle uvažuje o prípadoch predstavivosti alebo inej mentálnej činnosti, ktoré nemajú pozorovateľné dôsledky a vysvetľuje ich ako dispozície k správaniu. To znamená, že tieto stavy sa úplne ignorujú, ale aj napriek tomu sa vysvetľujú v behavioristických termínoch. Tak ako má sklo

dispozíciu k rozbitnosti, ktorá môže viesť k roztriešteniu, rovnako môžeme my mať dispozíciu myslieť na náš počítač v práci. Táto dispozícia by bola v Rylovom ponímaní redukciou mentálneho procesu predstavivosti na tendenciu v správaní. Ryle obhajuje svoju pozíciu voči dualizmu substancií v prvej kapitole svojej práce pod názvom "Descartov mýtus", kde tvrdí, že postulovanie mysle ako samostatnej substancie je príkladom chyby v kategórii v zmysle logickej pojmovej kategórie. Túto námietku Ryle vysvetľuje na príklade kategórie univerzity. Môžeme si napríklad predstaviť niekoho, kto príde navštíviť univerzitu a my mu ukážeme jednotlivé fakulty, katedry, laboratória, univerzitnú knižnicu, rektorát atď. Na konci prehliadky nám návštevník povie, že videl fakulty, katedry, laboratória, univerzitnú knižnicu, rektorát atď., ale stále mu nie je jasné, kde je samotná univerzita. Inými slovami, návštevník predpokladal, že univerzita je v rovnakej logickej kategórii ako fakulty, knižnica a rektorát. Ryle hovorí, že dualisti robia rovnakú chybu pri vysvetľovaní vzťahu medzi telom a myslou. Hovoria napríklad, že telo je komplexná kauzálna jednotka, ktorú možno vysvetliť pomocou fyziky, chémie a fyziológie a na základe toho usudzujú, že myseľ je rovnako komplexnou kauzálnou jednotkou, ktorú musíme vysvetliť na základe procesov odlišných od fyziky, chémie a fyziológie. Podľa Ryla rovnako ako iné chyby v kategórii, dualizmus substancií pretrváva z dôvodu nesprávneho používania pojmov jazyka. Proti tvrdeniam logického behaviorizmu možno vzniesť zásadnú námietku, že mentálne stavy nie sú vždy asociované s korešpondujúcimi behaviorálnymi stavmi alebo dispozíciami k správaniu. Možno si napríklad predstaviť dobrého herca, ktorý bude predstierať pocit bolesti, ale pritom bolesť pociťovať nebude. Rovnako si možno predstaviť niekoho, kto dokáže dobre maskovať svoju bolesť a aj v prípade silného mentálneho stavu bolesti, neprejaví žiadne známky navonok, v správaní. V takom prípade je ťažké akceptovať prístup logického behaviorizmu redukujúci mentálne stavy na pozorovateľné správanie alebo dispozície k správaniu.

V protiklade s behaviorizmom, teória identity zastáva názor, že mentálne stavy možno identifikovať s fyzikálnymi stavmi mozgu, neexistuje teda žiadny rozdiel medzi stavmi mozgu a stavmi mysle. Nemajú sa na mysli neuronálne stavy v zmysle korelátov so stavmi mysle, ale o silnejšie pozícii, ktorá redukuje myseľ na mozog. Ako vidno, teória identity predstavuje materialistický prístup, podľa ktorého mentálne možno odvodiť od fyzikálneho. Predpokladá sa, že teda ak vysvetlenie fungovania mozgu bude zároveň vysvetlením mysle. Preto sa teória identity často nazýva fyzikalizmom. Táto téza môže nadobudnúť rôzne formy v závislosti od toho, či sme prívržencami teórie identity typov alebo identity jednotlivín. V prípade identity typov možno tvrdiť, že ktokoľvek cítiaci bolesť určitého typu je zároveň v špecifickom fyzikálnom stave mozgu. Ak ide o teóriu identity jednotlivín, tento argument sa nevzťahuje na kohokoľvek, ale iba na určitú osobu. V prípade konkrétnej osoby môžeme teda povedať, že pocit bolesti korešponduje s určitým stavom mozgu osoby, ale rovnaké mapovanie pocitu a stavu mozgu nemusí platiť pre niekoho iného. Rozlíšenie medzi identitou typov a identitou jednotlivín bude dôležité pri analýze argumentov proti teórii identity. V prípade teórie identity typov, je určitý mentálny stav identický s určitým fyzikálnym stavom mozgu. Konkrétnejšie, napríklad vnem červenej farby by bol identický s aktiváciou určitých neurónov v špecifickej časti mozgu. Ako vidieť, ide o redukcionistickú teóriu, pretože mentálne vysvetľuje na základe fyzikálnych aktivácií a procesov mozgu. Ďalším aspektom tohto prístupu je, že mentálne stavy určitého typu sú asociované s fyzikálnymi stavmi určitého typu, čo má dôsledky pre vysvetlenie mentálnych procesov v prípade bytostí, ktoré nemajú príslušný fyzický substrát. Tak napríklad, ak by sme vysvetlili vnem červenej farby na základe aktivácie špecifických neurónov ľudského mozgu, rovnaké vysvetlenie by sme nemohli aplikovať na bytosti, ktoré nemajú ľudský mozog. V takom prípade by sme napríklad museli tvrdiť, že Martania, ktorí nemajú ľudský mozog a majú inú chemickú

konšteláciu, nemajú vnímanie červenej farby porovnateľné u ľudí. Tento argument známy ako argument variabilnej realizovateľnosti (multiple-realizability argument) tvorí základnú námietku proti fyzikalizmu Hillary Putnama [10]. Ak by sme to zhrnuli, argument tvrdí, že bytosti odlišné od ľudí môžu mať mentálne stavy porovnateľné s ľudskou skúsenosťou napriek tomu, že nemajú ich neurálny substrát – ľudský mozog. Z tohto dôvodu teória identity typov nie je prijateľnou ontologickou pozíciou.

S naznačeným problémom sa pokúsili vysporiadať zástancovia ďalšej verzie teórií identity a to identity jednotlivín. Podobne ako v prípade identity typov aj táto teória pokladá mentálne stavy za redukovateľné na fyzikálne stavy mozgu. V prípade identity jednotlivín ale nehovoríme vo všeobecnosti o identite mentálnych stavov so stavmi mozgu, ale o identite konkrétnych mentálnych stavov konkrétnej bytosti v čase  $t$  s konkrétnymi fyzikálnymi stavmi tejto bytosti v čase  $t$ . Napríklad vnem červenej farby u konkrétnej osoby XY možno redukovať na aktiváciu neurónov mozgu osoby XY. Rovnako si možno predstaviť, že vnem červenej farby Maršana ZZ možno redukovať na fyzikálny stav matérie, z ktorej Maršan ZZ pozostáva, nech je tou matériou silikón, éter alebo iná fyzikálna substancia.

S prívržencami teórií identity sa pokúsili vysporiadať funkcionalisti. Ako som už uviedla v druhej kapitole, podľa strojového funkcionalizmu predstavujú mentálne stavy funkcionálne stavy stroja ([7], s. 5). Táto metafyzická alternatíva sa odvíja od postulovania Turingovho stroja, ale platí pre akýkoľvek stroj, ktorý možno opísať v termínoch vstupov, výstupov, vnútorných reprezentácií a vzťahov medzi nimi. Podľa tohto prístupu „každý typ mentálneho stavu (procesu atď.) je identický s nejakým typom funkcionálneho stavu (procesu, atď.) stroja, a každý typ funkcionálneho stavu (procesu, atď.) je definovaný v pojmoch vstupných, vnútorných, a výstupných úloh/vzťahov v danom systéme“. Vzhľadom na mentálne fenomény

sa hovorí o reprezentáciách, ktoré hrajú určitú úlohu v kognitívnom systéme. Tieto reprezentácie následne vstupujú do rôznych vzájomných vzťahov. Mentálne stavy a procesy teda možno opísať na základe úloh mentálnych reprezentácií a vzťahov medzi týmito mentálnymi reprezentáciami a inými mentálnymi reprezentáciami. Ak by sme strojový funkcionalizmus aplikovali na konkrétny príklad mentálneho procesu, povedzme bolesti, mohli by sme ho objasniť takto: bolesť je mentálny proces, ktorý pozostáva z nasledujúcich reprezentácií a vzťahov medzi nimi. Tak napríklad, mentálne reprezentácie úderu (vstup) majú za dôsledok aktiváciu iných mentálnych reprezentácií o tom, aké je to pociťovať bolesť (spracovanie informácie) a čo treba v takom prípade robiť (výstup). Dôsledkom interakcií medzi reprezentáciami je mentálny proces, ktorý vedie k iniciácii aktivity s cieľom zmierniť dôsledky úderu (napríklad, priloženie studeného obkladu na poranené miesto). Súbor spomínaných mentálnych reprezentácií a ich interakcií by sme teda mohli nazvať mentálnou udalosťou bolesti.

Ako vidieť, spomínaná definícia mentálneho procesu bolesti je podobná tomu, ako by sme mohli charakterizovať nejaký program pre digitálny počítač, keďže softvér pozostáva z premenných, ktoré reprezentujú nejaké vstupy alebo výstupy a zo špecifikácie výpočtových operácií s týmito premennými. Ak teda nahradíme funkcionálne vzťahy medzi premennými výpočtovými vzťahmi, preformulujeme strojový funkcionalizmus do podoby tzv. výpočtovo-reprezentačnej teórie mysle, ktorá tvorila jednu zo základných metafyzických a explanačných pozícií v kognitívnej psychológii. Ak zjednodušíme aplikáciu strojového funkcionalizmu na prípad mysle, môžeme povedať, že výpočtovo-reprezentačná teória mysle sa snaží poskytnúť popis programov (softvéru) pre myseľ. Vo výpočtovo-reprezentačnej teórii mysle potom môžeme chápať psychologické stavy ako reprezentujúce svet pomocou jazyka mysle (Fodor) a psychologické procesy ako výpočtové operácie s týmito reprezentáciami. Je dôležité zdôrazniť, že takýto program

sa môže realizovať v rôznych typoch materiálneho substrátu. Ako som uviedla v druhej kapitole, výpočtovo-reprezentačná teória mysle vychádza z funkcionalistickej ontológie, a preto ponecháva otázku implementácie softvéru v konkrétnom hardvéri otvorenú.

Okrem funkcionalizmu v ontologickom chápaní, existujú aj formy funkcionalizmu, ktoré sú užšie spojené s filozofiou psychológie a hovoria o kritériách pre vysvetlenia psychologických stavov a procesov. Príkladom funkcionalizmu v tomto zmysle je tzv. funkcionálna analýza, ktorá predstavuje určitú výskumnú stratégiu skúmania vo vede. Funkcionálna analýza navrhuje funkcionálne vysvetlenia, ktoré sa snažia identifikovať jednotlivé komponenty skúmaného fenoménu a to, ako tieto komponenty interagujú v konkrétnom systéme. Ak takýto prístup aplikujeme v prípade kognície, funkcionálna analýza by sa zameriavala na hľadanie jednotlivých častí, z ktorých kognitívna funkcia pozostáva a toho, ako tieto časti spolupracujú. Konkrétnejšie, v prípade produkcie reči by sme mohli identifikovať komponent, ktorý transformuje myšlienku do rečou vyjadriteľnej podoby. Ďalší komponent by mohol priradovať vetnú štruktúru ku konkrétnym slovám z nášho mentálneho slovníka atď. V konečnom dôsledku by sme mohli ukázať, čo je výstupom komponentu pre transformáciu myšlienok do rečou vyjadriteľnej podoby a ako tento komponent komunikuje s komponentom zodpovedným za vetnú štruktúru a hľadanie slov v mentálnom slovníku. Tento prístup k vysvetlenia kognitívnych procesov sa stal na dlhé obdobie primárnou výskumnou a explanačnou stratégiou kognitívnej vedy.

Súčasný výskum ľudskej mysle smeruje k prekonávaniu dichotómií jednotlivých „izmov“, introspekcionizmu, behaviorizmu, funkcionalizmu, fyzikalizmu atď. Silnie tendencia kooperácie a vzájomnej inšpirácie vedných disciplín a špecifických stratégií skúmania. Ukazuje sa, že tak z filozofického, ako aj z experimentálneho hľadiska je takýto prístup najefektívnejší.

## OTÁZKY

1. Ako by na otázku „Čo je bolesť?“ odpovedal behaviorista, fyzikalista a funkcionalista?
2. Prekonávajú neodualistické prístupy skúmania mysle problémy tradičného dualizmu?
3. V čom môže filozofia napomáhať súčasnému kognitívnovednému skúmaniu ľudskej mysle?

## DOPORUČENÁ LITERATÚRA

- [1] DESCARTES, R. (2002): *Vášeň duše*. Praha, Mladá fronta.
- [2] DESCARTES, R. ( ): *Meditácie*. Bratislava, Chronos.
- [3] DESCARTES, R. (1954): *Rozprava o metóde*. Bratislava, SAV.
- [4] DENNETT, D. (1991): *Consciousness Explained*. Boston, Little, Brown.
- [5] GÁLIKOVÁ, S., GÁL, E. (2003): *Antológia filozofie mysle*. Bratislava, Kalligram.
- [6] GÁLIKOVÁ, S. (2007): *Psyché - od animálnych duchov k neurotransmitterom*. Bratislava, Veda.
- [7] CHALMERS, D. (1996): *The Conscious Mind*. New York: Oxford University Press.
- [8] CHURCHLAND, P. S. (2002): *Brain-Wise: Studies in Neurophilosophy*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- [9] NAGEL, T. (1974): What it is like to be a bat? In: *Philosophical Review*, 4, s. 435-50.
- [10] PUTNAM, H. (1992): Philosophy and Our Mental Life. In: Beakley, B., Ludlow, P. (ed.): *The Philosophy of Mind*. Oxford, Blackwell.
- [11] RYBÁR, J., KVASNIČKA, V., FARKAŠ, I. (2005): *Jazyk a kognícia*. Bratislava, Kalligram.
- [12] RYLE, G. (1949): *The Concept of Mind*. Oxford, Hutchinson.
- [13] SEARLE, J. (1992): *The Rediscovery of Mind*. Cambridge, MA, MIT Press.
- [14] SEARLE, J. (1994): *Mysl, mozek a veda*. Praha, Mladá fronta.

Silvia Gáliková

**Úvod do kognitívnej vedy**

Vysokoškolský učebný text  
pre poslucháčov  
humanitných disciplín

SADZBA

Copyright © Ladislav Tkáčik

VYDAVATEL

Filozofická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave v roku 2009,  
Hornopotočná 23, 918 43 Trnava  
[Http://fff.truni.sk](http://fff.truni.sk)

Copyright © Silvia Gáliková, 2009

Copyright © Filozofická fakulta, Trnavská univerzita v Trnave, 2009

ISBN 978-80-8082-260-6



9788080

822606