

Nevrofiziološke raziskave ozadja zavesti

Stališča kognitivnih nevroznanstvenikov glede možganskih procesov, odgovornih za zavest, niso enotna. Eksperimentalno zanesljiva dognanja lahko dajejo le namige o nevrofiziološkem ozadju zavesti. Tu (Newman, 1997, D) so našteje glavne ugotovitve, do katerih se je izkustveno dokopala kognitivna nevroznanost:

- stolpci okularne dominance in ekstrakcija osnovnih zaznavnih elementov s kardinalnimi nevroni (Hubel & Wiesel),
- posredništvo hipokampusa pri epizodnem spominu,
- vloga frontalne skorje pri delovnem spominu in regulaciji vedenja za doseganje cilja (Fuster & Goldman-Rakić),
- korelati sanjanja v možganskem deblu.

Osrednji pojem modela zavestnega procesiranja v kognitivni nevroznanosti je RAZŠIRJEN RETIKULARNO-TALAMIČNI AKTIVACIJSKI SISTEM (ERTAS = “extended reticular-thalamic activating system”). Ta sestavljen sistem naj bi bil odločilen pri naslednjih z zavestjo pogojenih procesih: multi-modalna vezava vidnih, slušnih ipd. zaznav v enotno doživetje, spanje s sanjami (REM), selektivno usmerjanje pozornosti in orientiranje k zunanjim dražljajem, voljna dejavnost (Newman, 1997, D). Nekateri poudarjajo osrednjo vlogo talamusa pri generiranju ritmičnih oscilatornih vzorcev (in gibajočih valov), drugi pa prisegajo na rekurzivne kortiko-kortikalne tokove (korteks = možganska skorja).

S pomočjo ERTAS-modela (Newman, 1997, II) se v razlago vključijo:

- tvorba koherentih EEG-vzorcev,
- integracija vzporedno-porazdeljenih kortikalnih procesov v tok enotnih zaznav, znana kot multi-modalna vezava (“binding”), ki je v glavnem časovna – uporablja fazne sklopitve (sinhronizacijo v enak ritem),
- selektivna pozornost in povezave z nevronskimi substrati za epizodni spomin in voljno dejavnost.

Kinsbourne (v: Marcel & Bisiach, 1988) podaja povzeta stališča redukcioniistične oziroma funkcionalistične nevroznanosti:

- kortikalna mreža specializirano in selektivno reprezentira dražljaje,
- zavedanje opisuje interrelacijsko enotno polje reprezentacij zaznanih vhodov, ponovno občutenih (priklicanih) vhodov in ciljev predvidenih akcij,
- reprezentacije izven enotnega polja so relativno izolirane, nekontekstualne in jih ni mogoče epizodno priklicati,
- zavedanje je sestava mnogoterih sovpadajočih reprezentacij – njegova struktura se pokaže ob kirurški razdelitvi,
- dve zavedanji ali osebnosti lahko soobstojata, če možgane razdelimo. Jasno je, da previdna redukcioniistična obravnava ne more razlagati kvalij (doživljajskih občutkov), marveč le objektivno poroča o grobem oziroma globalnem procesiranju pod okriljem zavesti.

Zavest nastopi, ko živčni sistem detektira novo, biološko pomembno, organizmu zanimivo, posebno informacijo ali takšno, ki ustreza njegovemu cilju. Dražljaji, ki so predvidljivi, ponavljajoči ali nerelevantni, pa se samodejno prepuščajo nezavestnemu modularnemu procesiranju. ERTAS izvaja mnogo projekcij v neokorteks (novomožgansko skorjo). V neokorteksu se zavestna vsebina eksplicitno reprezentira, v ERTAS-u pa je zastopana implicitno.

Po Baarsovi teoriji globalnega delovnega prostora (Baars, 1997) specializirani moduli tekmujejo za svojo vlogo v globalnem “gledališču zavesti”. Ni homunkulusa ali kakršnegakoli stalnega notranjega “opazovalca”, temveč “tribuna” modulov – predstavnikov zaznavnih elementov, ki kolektivno sestavljajo globalen procesualen gestalt – zaporedje globalnih vzorcev. Ta “film” po Baarsovi teoriji JE žarišče pozornosti in zavedanja (Newman, 1997, II).

Glavni nevroznanstveni metodi za rekonstrukcijo slik notranjosti možganov, to je notranje slikanje, sta PET (pozitronska emisijska tomografija) in MRI (magnetno-resonančno slikanje).

PET detektorji sprejemajo pozitrone, ki se sproščajo v tkivu. S holografiji podobnimi izračuni korelacij med detektorji pozitronov (pri MRI pa podobno spinov) se dobijo slike krvnih tokov in glukozne aktivnosti. V kri je bil namreč vnešen radioaktivni kisik, ki proizvaja pozitrone. Glukoza prek krvnega obtoka energijsko napaja celice, zato glukozna aktivnost označuje tudi aktivnost nevronov. Takšno slikanje prikazuje vidne razlike med možganskimi aktivnostmi v različnih fenomenalnih stanjih, npr. poslušanje glasbe, računanje, pogovor ali spominjanje na pogovor ipd. – ali so maksimalno aktivni različni predeli možganov ali pa so isti predeli prižgani do različne stopnje (Flanagan, 1992). Podobni primerjalni poskusi se izvajajo z elektro-nevrofiziološkimi metodami, to je snemanjem t.i. evociranih potencialov (Pirtošek, 1996). Tako lahko sledijo stopnji pozornosti subjekta ali začetku neke namenske oziroma voljne dejavnosti, denimo motorične akcije.

Nekateri avtorji (Alkire et al., 1996) poročajo o primerjavi zavednega in nezavednega (verbalnega) spomina s PET. Izkazalo se je, da se področja, ki so omogočila subjektu, da ima boljši priklic spomina, če je zavesten, v veliki večini primerov pokrivajo s področji, ki subjektu omogočajo boljši priklic iz nezavednega. Razlika nastopi v mediodorsalnem talamusu. Njegova korelativna aktivnost utegne biti odločilna pri ozaveščanju. Splošno je znano, da je talamus glavni vir aktivacije za skoraj celotno možgansko skorjo (Newman, 1997, I) in da razporeja spominske vzorce po skorji. Posebna vloga talamusa naj bi bila še pri zaznavi bolečine, orientiranju, koordinaciji senzorno-motoričnih multimodalnih programov, selektivni pozornosti in vezavi posameznih zaznav v enotno doživetje (Newman, 1997, I).

Rutinske, preveč naučene kognitivne veščine s predvidljivimi posledicami se navadno izvajajo nezavedno in s pomočjo specializiranih središč. V nasprotju s tem se zavestno procesiranje sproža ob zaznavi presenetljivih novih pojavnosti ali njihovega umanjanja, pri odstopanjih od pričakovanega, pri posebnih oziroma pomembnih zadevah, pri načrtovanju in opazovanju ter delovanju z namenom, pri postavljanju novih kognitivnih shem. Ob novostih in odstopanjih od rutine, ki jih opisuje Grayjev komparatorski model (redno merjenje odstopanja tekočih od preteklih oziroma običajnih, pričakovanih zaznav), se poveča stopnja pozornosti.

Intencionalno zavestno mišljenje je verjetno povezano z najmlajšim – frontalnim delom skorje. Posebno sposobnosti, kot so načrtovanja, opazovanja, prerazporejanja in druge izvedbene funkcije naj bi izvirele v frontalni skorji. Zaznava bolečine je posredovana z intralaminarnimi jedri in njihovimi projekcijami v parietalno in prefrontalno skorjo (Newman, 1997, I). Okvara na levi možganski polobli zmanjša kontekstualno in spominsko

globino zavestne analize, poškodba desne hemisfere pa omeji polje zavesti (Kinsbourne v: Marcel & Bisiach, 1988).

Turner (Tucson II, 1996) na osnovi eksperimentalnih študij meni, da ni dobro (vsaj ne strogo) ločevati delov možganov, ki so odgovorni za zavest, oziroma kjer je težišče zavesti (to so navadno frontalni deli), od tistih, ki niso odgovorni za zavest oziroma kjer ni težišča. Udeleženosť pri zavesti se sicer nekako stopnjuje od primarnih k terciarnim in višjim integrativnim predelom možganske skorje (korteksa), predvsem frontalne skorje. Koch (Tucson II, 1996) glede pomena za zavest postavlja ekstrastriatni vizualni korteks (V2, V3 itd.) pred primarnim – striatnim (V1).

Klinične izkušnje z NEVROLOŠKIMI MOTNJAMI so posebno pomembne pri odkrivanju nevrofizioloških korelatov zavesti. Zavest zdravega človeka je izrazito celostna, integrirana, enovita in hkrati mnogoplastna, s tem pa dokaj neanalizabilna. Zdi se sicer, da zavest ni popolnoma enotna oziroma je enotna le v končni "izdelavi" oziroma "v envelopi (ovojnici)", kot bi se izrazil fizik. Zavest je tudi sestavljena – ima notranjo virtualno strukturo. Vendar se šele v primeru nevroloških motenj izrazijo njene komponente oziroma virtualne "plasti", ki nam lahko pomagajo pri raziskavah. Primeri takšnih motenj so t.i. slepovidnost, motnje pozornosti in prepoznavanja, amnezija (pozabljanje) in nezavedanje lastnih motenj (Young & de Haan v: Davies & Humphreys, 1993).

Pacienti z razklopljenimi možgani, pri katerih je bila izvedena komisurotomija (prerez corpus callosa, veznika leve in desne možganske poloble), imajo dve zavesti oziroma Jaza. Enotna zavest je pri komisurotomiji razpadla na dve neodvisni zavesti. Možni so podobni primeri z bolj duševnim izvorom, denimo pri ljudeh z mnogimi izmenjujočimi se osebnostmi. Čeprav večina pacientov poseduje jezik le v levi polobli, nekaj pacientov z razklopljenimi možgani premore jezik v obeh poloblah. Pri pacientih z dvodelnimi možgani ni znatnih poslabšanj kognitivnih funkcij zaradi razklopitve (Gazzaniga v: Marcel & Bisiach, 1988).

Za raziskave zavesti je najpomembnejši nevrološki pojav t.i. SLEPOVIDNOST ("blindsight"). Ljudje z motnjo primarne vidne skorje ne vidijo zavestno, temveč podzavestno. Pravijo, da ne vidijo ničesar, vendar če jih pozovejo, naj ugibajo, kaj je v okolju, uganejo prav. Pacienti lahko dajo ustrezne odzive, potem ko se vztrajno trdijo, da nič ne vidijo, in ko so bili tako rekoč izzvani oziroma malodane prisiljeni, da vseeno poskusijo. Weiskrantz ugotavlja, da so odzivi pacientov z razklopljenimi možgani na vidne dražljaje, ki so projicirani v desno možgansko poloblo (ki je bila kirurško odklopljena od jezikovnih središč v levi polobli), drugačni kot pri slepovidnih pacientih. Hkrati slepovidni pacient ne zmore NAMENOMA doseči predmeta, ker se ga ne zaveda. To kaže, da slepovidnosti ni mogoče razložiti le z izgubo ali motnjo

jezikovnega sporočanja ali dostopa do ustreznih možganskih središč, temveč gre za umanjkanje zavesti, denimo intencionalne zavesti (Weiskrantz v: Marcel & Bisiach, 1988).

Pri nekaterih pacientih po nevrokirurškem posegu ostanejo polja sleposti. Za preizkus polja sleposti vprašajo pacienta, ali vidi dražljaje z različnih predelov vidnega polja. Izkaže se, da v velikih predelih vidnega polja ne zazna dražljajev, drugod pa normalno zaznava. Če mu recimo prikazujejo dva predmeta, v levem in desnem vidnem polprostoru, tistega na moteni strani vidno ne zaznava. Za sliki normalne hiše in goreče hiše pravi, da sta enaki, vendar se ob pozivu, naj izbere tisto, v kateri bi raje živel, redno odloča za normalno.

Prozopagnozija označuje motnjo zavesti pri razpoznavanju, denimo nezmožnost zavestnega razpoznavanja obrazov pacientu znanih ljudi, vključno z lastnim. Natančnejše raziskave (Young & de Haan v: Davies & Humphreys, 1993, str. 64) kažejo, da ne gre za motnjo mehanizma razpoznavanja, temveč za izgubo zavesti o razpoznanem. Sklepi teh raziskav so podobni tistim za slepovidnost: če pacienta, ki trdi, da ne razpozna obraza, pripravite do tega, da "ugiba", navadno zadene prav.

Tudi AMNEZIJA ni navadno pozabljanje, temveč je izraz "spomina brez zavesti" – pacient ni zmožen zavestnega priklica spomina (čeprav je sam priklic načeloma možen). Pacientovi odzivi so lahko pod vplivom prejšnjih izkušenj, ki pa se jih ne more (zavestno) spomniti. Denimo, amnezična pacientka se ne spomni srečanja z zdravnikom, ko je imel buciko v roki, vendar se ne želi drugič več rokovati z njim (Kelley & Jacobi v: Davies & Humphreys, 1993). Amnezični pacienti ne morejo voditi organiziranega življenja, saj ne premorejo epizodnega oziroma avtobiografskega spomina in s tem tudi ne osebne identitete (Marcel v: Marcel & Bisiach, 1988, po Baddeleyu & Wilsonu).

Najbolj nenavadni so primeri pacientov, ki se niti ne zavedajo svojih motenj, npr. lastne slepote (o njih poročajo McGlynn, Schachter, Raney, Nielsen idr.). Anozognozija je ime za zanikanje (ki seveda ni le verbalno) lastnih zavestno-zaznavnih pomanjkljivosti. Takšni pacienti se vedejo, kot da npr. sploh niso slepi. Denimo, po letu slepote je neka pacientka dramatično ugotovila, da je ("šele sedaj") izgubila vid.

Ob motnji vidne asociativne skorje nastopi barvna agnozija, pri kateri pacienti svoj zaznavni svet opisujejo kot "črno-bel, siv, izbrisan, umazan" (Newman, 1997, po Bauer & Rubens). Tako kaže; da pri nevroloških motnjah vidne zavesti ni neke globalne spremembe zavesti. Izguba zavesti je navadno zelo specifična, selektivna in delna, torej omejena na majhen del zaznavanja (npr. le na razpoznavanje znanih obrazov) (Young & de Haan v: Davies & Humphreys, 1993). Nekateri pacienti dobro pišejo, svoje pisave pa ne znajo brati.

Po Stoerigovi (Tucson II, 1996) je na osnovi študije motenj pri pacientih treba priznati tri ravni vidne zavesti: fenomenalna reprezentacija ali slika, aperceptivni kategorizacijski procesi, spominska komponenta in kontekst. Tem ravnem namreč ustrezajo tri skupine pacientov, ki jim je kakšna od ravni motena, ostale pa ne. Naj dodam, da sodobna nevropsihologija loči kratkoročni in dolgoročni spomin, slednjega pa deli na DEKLARATIVNI ali EKSPPLICITNI SPOMIN (sporočljive, ubesedljive vsebine) in NEDEKLARATIVNI ali IMPLICITNI (soroden termin: PROCEDURALNI) SPOMIN. Prvi obsega dejstva in opise dogodkov, drugi pa veščine, navade, klasično pogojevanje, subliminalno učenje ipd.

Omenjene nevrološke raziskave kažejo na implicitno modularnost informacijsko-procesualne ravni zavesti, ki navrže posledice tudi v eksplicitno, enotno, fenomenalno zavest. Zavest je torej v globalnem oziroma v eksplicitnem enotna, zvezna in stabilna; v lokalnem oziroma v implicitnem (v ozadju) pa je sestavljena, mnogoplastna in razpade na procesualne module, ki so lahko selektivno v okvari.

Pretekle izkušnje vplivajo na zaznavanje in interpretacijo kasnejših dogodkov tudi, ko subjekt ne prikljče (ali ne more prikljcati) ustreznih spominskih izkušenj (Kelley & Jacobi v: Davies & Humphreys, 1993). Obstajajo podmene o ločenih sistemih za (eksplicitni) zaznavni prikljč in za (implicitno) podzavestno upoštevanje preteklih izkušenj. Prvi naj bi bil sposoben reprezentirati kontekstualne in temporalne informacije za zavestno spominjanje, drugi pa ne. Vendar menim, da za to niso potrebni nevroanatomsko ločeni sistemi, marveč lahko takšno diferenciacijo udejanijo nevronske ali kvantne mreže na virtualni ravni.

LITERATURA

- ALKIRE, M.T.; HAYER, R.J.; FALLON, J.H.; BARKER, S.J. (1996): *PET imaging of conscious and nonconscious verbal memory*; *J. Consciousness Studies* 3, 448-462.
- BAARS, B. (1997): *In the Theatre of Consciousness*; Oxford Univ. Press, New York.
- DAVIES, M.; HUMPHREYS, G.W. (Eds.) (1993): *Consciousness*; Blackwell, Oxford.
- FLANAGAN, O. (1992): *Consciousness Reconsidered*; MIT Press, Cambridge (MA).
- GLAVIČ-TRETNJAK, V. (1989): *Prispevek neuropsihologije pri obravnavi nevrološko bolnih otrok*; v: *Zbornik 11. Derčevih pediatričnih dnevov*, Ljubljana.
- HESTENES, D. (1991): *A cardinal principle for neuropsychology, with implications for schizophrenia and mania*; *Behavioral & Brain Sci.* 14, 31-32.
- KIMBERG, D.Y.; FARAH, M.J. (1993): *A Unified Account of Cognitive Impairments Following Frontal Lobe Damage: The Role of Working Memory in Complex, Organized Behavior*; *J. Exper. Psychol.: Gen.* 122, 411-428.
- LURIJA, A.R. (1982): *Osnovi neurolingvistike*; Nolit, Beograd, 1982.
- LURIJA, A.R. (1983): *Osnovi neuropsihologije*; Nolit, Beograd, 1983.

- MARCEL, A.J.; BISLACH, E. (Eds.) (1988): *Consciousness in Contemporary Science*; Clarendon Press, Oxford.
- NEWMAN, J. (1997): *Toward a general theory of the neural correlates of consciousness*; *J. Consciousness Studies* 4, 47-66 (del I), 100-121 (del II).
- PIRTOŠEK, Z. (1997): *Elektrofiziološki korelati intencionalnosti in pozornosti*; Zbornik 2. foruma o kognitivnih znanostih (3. festival zn.), SZF, Ljubljana.
- PLAUT, D.C.; SHALLICE, T.: *Deep Dyslexia: A Case of Connectionist Neuropsychology*; *Cognit. Neuropsychol.*, ves vol. 10, no. 5.
- PRIBRAM, K.H. (1991): *Brain and Perception*; Lawrence Erlbaum A., Hillsdale.
- TUCSON II (1996): *Towards a Science of Consciousness II*; *Consciousness Research Abstracts*, JCS.