

O NAČELIH ZAVESTI

Fatih Hodžić

IZVLEČEK

Izhodišča: Izhajajoč iz študij o aktivnostih v diencefalonu, v retikularni formaciji, formaciji hipokampusa ter delovnem prostoru talamusa, je pomembno izpostaviti vlogo slednjega kot pacemaker-ja pri ustvarjanju talamičnih aktivnosti[1] in aktivacijskega valovanja[5]. Pojav valovanj, sinhronih oscilacij in ritmičnih aktivnosti v retikularno-talamičnem sistemu, povzročata večino kortikalnih aktivacij[16]. Poleg tega pa se v povsem drugačni luči dojema vloga mielina in mielinskih proteinov v kognitivnem modelu zavestnih procesov.

Zaključki: Izmenjevanje energijskih stanj z valovanji, ustvarjenimi v retikularno-talamičnem aktivacijskem sistemu – TAS in sklenjenim v talamičnem procesnem sistemu – TPS (v jedrih bazalnih ganglij, hipokampusu in talamusu), poteka v aktivacijskih cikli. Zaradi nenehne kavzalnosti v valovanju vpošteva se retardiran čas, ki povezuje spremembe energijskih stanj v limbičnem sistemu: mestu začetka in konca vsakega aktivacijskega cikla. Epilog kortikalnih aktivacij in procesiranja – v času trajanja aktivacijskega cikla – je multiplikacija akcijskih potencialov v asociativne akcijske potenciale in pojav elektromagnetne interference[10,12]. Valovanja iz limbičnega oz. talamičnega aktivacijskega sistema se sestavljajo z valovi, ki izvirajo pretežno iz potenciala (vzbujenih stanja) mielinskih proteinov. Le ti so številni v ovojnicah ali plaščih, na izrastkih nevroglialnih celic, katere obdajajo nevrite[15]. Elektromagnetni valovi iz stimuliranih mielinskih proteinov spremenijo (po končani interferenci) valovne vzorce, dele valovnih sekvenc, ali fragmentov v aktivacijskem valovanju. Skupni imenovalac vseh interferenc v kortiko-kortikalnih zankah je sestavljanje elektromagnetnih valov iz mielinskih proteinov z vzorci aktivacijskega valovanja, oziroma rekurzivni vnos notranjega izkustva (ang. *inner experience*) v akcijske in asociativne akcijske potenciale. Čeprav se v raziskavah zaznavajo in definirajo kot možganski valovi[14] grupirani v frekventnih območjih od delta počasnih do gama hitrih valov, notranja izkustva (pretežno iz kortikalnih regij) so skupaj z latentnim izkustvom (iz hipokampusove formacije) valovni vzorci (valovne sekvence) v energiji valovanja, oziroma množica podatkov na katerih se izvajajo motorične, senzorične in psihične funkcije. Oblike krepitev (ali slabitev) valovnih vzorcev s konstruktivno (ali destruktivno) interferenco je mogoče razumeti kot 'motnje' v sinhronih oscilacijah in ritmičnih aktivnostih, vendar so te iste motnje notranja in latentna izkustva ali elementarne informacije v konceptiji mentalnega izkustva. Torej, tistega kar se izvaja v "gledališču zavesti"[2].

1 UVOD

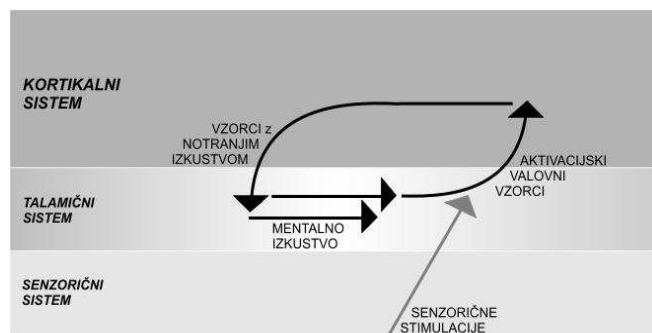
Vse aktivnosti v diencefalonu predstavljajo korelate zavesti. Retikularne formacije in talamični sistem ustvarjajo neprestane ritmične aktivnosti, sinhrono oscilacije ki

povzročajo večino kortikalnih aktivacij. Mielinizacija, kot pojav obdajanja živčnih vlaken z mielinom (mielinske ovojnice, lamele in vlakna), omogoča izvajanje kortikalnih aktivacij in prehodnih membranskih potencialov. Aktivnosti predvsem dopaminskih DA receptorjev D2/D3 v talamičnem dopaminergičnem sistemu prispevajo pri dokončnem poustvarjanju doživljajev in občutkov v procesnih centrih zavesti.

Talamus, kot osrednjo strukturo diencefalona, predstavljajo dve ovalni simetrični strukturi nad možganskim deblom, med možgansko skorjo (korteksom) in mezencefalonom. Talamična jedra – gre za približno 15 dorzalnih, ventralnih, retikularnih jeder - so funkcionalne enote, sekcije ki imajo obsežen aferentni dotok signalov iz senzornih sistemov kot tudi signalov, aktivacijskih vzorcev iz kortikalnih regij.

Dražljaji (signali iz senzornega sistema) se usmerjajo v kortikalne regije in entitete v interferenčnih tokovih, sestavljenimi z aktivacijskim valovanjem TAS. Med trajanjem aktivacijskega cikla (slika 1), valovni vzorci so v inerciji, interferenčno se krepijo (ali slabijo), spreminjajo ter dopolnjujejo z notranjim izkustvom. Vzorci notranjega izkustva v valovanju so množica podatkov na katerih se - v centrih TPS - izvajajo psihične funkcije.

Po distribuciji v centrih TPS in pretvorbi notranjega v mentalno izkustvo, preostanek valovanja postane spet, delno ali v celoti, del ali sekvenca aktivacijskega valovanja, ritmične aktivnosti v novem aktivacijskem ciklusu.

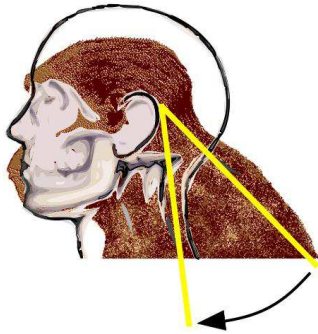


Slika 1: Shema aktivacijskega cikla.

2 KORENINE ZAVESTI

Med procesom hominacije, evolucijske stopnje Homo sapiensa, ki - mimogrede - še poteka, nivo zavesti je nenehno naraščal in človek je spoznaval ter lažje razumeval svet okoli sebe, pa tudi sebe in svet v samemu sebi.

Človekova dvonožnost – bipedalizem je eden od odločilnih dejavnikov, ki so prispevali k pojavu in kasnejšem razvoju zavesti. Prelomnica na veji evolucije človeka je bilo spuščanje hrbtenjače iz zatilja v spodnji del lobanje (slika 2). Ob spremembah lobanjske baze in svoda (zaradi večje prostornine), so se razvile nove, v evoluciji možganov najmlajše in še razvijajoče se strukture možganske skorje: plasti neokorteksa.



Slika 2 : Prikaz premikanja težišnice glave (primerjava med *Homo erectusom* in *Homo sapiensom*)

Temu je sledila pričakovana sprotna in ustrezna stopnja nevrnske omreženosti in mielinizacije v vsaki od šest plasteh neokorteksa. Deformacije v predelu grla in sapnika so zvišale glasovne zmožnosti glasilk in kar je še bolj pomembno v sposobnosti artikulacije, človek se je navadil dihanja skozi nos in/ali usta. Življenje človeka v skupnosti je krepilo potrebo po njegovem izražanju in sporazumevanju. Ob vsem tem, je raznolikost v prehrani omogočila preživetje in obstanek človeka, tudi po številčnih kataklizmah na Zemlji in v pogojih ekstremnih klimatskih sprememb. Raznolikost je prispevala k vnosu hranil, tudi takšnih katere organizem sploh ne sintetizira (npr. esencialnih aminokislin) najprej kot dopolnilnih, potem pa nenadomestljivih.

Domneva je, da je prvinski strah kot negativno čustvo ali psihično stanje posredno stimuliral pojavnost in razvoj višjih psihičnih funkcij. Le te so v domeni skupine biogenih živčnih prenašalcev, ki so pridobljeni med biosintezo ali razgradnjo "hormona straha":

tirozin \diamond dopamin \diamond noradrenalin \diamond adrenalin.

2.1 OD "ZADOSTNOSTI" DO "IZPOPOLNJENOSTI"

Strukture v diencefalonu (talamus, hipotalamus, hipokampus, bazalni gangliji, retikularna formacija...) so prvobitne, razvojno najstarejše strukture osrednjega živčnega sistema (CNS) vretenčarjev. Uravnavajo in vodijo osnovne fiziološke funkcije in potrebe organizma. Telencefalon sestavlja možganska skorja (hipokampus, korteks, neokorteks...), razvojno mlajša struktura, ki je izključno v funkciji podpore strukturam diencefalona. Podpora se ogleda v oskrbi limbičnega sistema z možganskimi valovi, oplemenitenimi v kortikalnih aktivacijah z notranjim izkustvom.

Za nevronske in nevroglialno arhitekturo v neokorteksu je značilno, da stopnjuje podporo psihičnim centrom od "zadostnosti" do "izpopolnjenosti". Vertikalno utiranje poti nevronov med plastmi neokorteksa se odraža v stopnji obdelave signalov, akcijskih potencialov. Horizontalno utiranje poti znotraj ene ali več plasti se odraža v stopnji vsebinske celote ali polnoštevilnosti informacij v vzorcih aktivacijskega valovanja.

Za kortikalne aktivacije in procese znotraj kortikalnih regij je merodajna stopnja obdelave signalov v aktivacijskem valovanju in ohranjanje vsebinske celote.

3 ERTAS

Koncept opisanega kognitivno-nevroznanstvenega modela temelji na razširjenem retikularno-talamičnem aktivacijskem sistemu ERTAS – ang. *extended reticular-thalamic activating system* [11]. Model se nanaša na aktivnosti, na stimulacije in dražljaje, na aktivacijsko valovanje in njegovo procesiranje (multiplikacijo akcijskih potencialov v asociativne akcijske potenciale in interferenco elektromagnetnih valov). V funkcionalnem smislu, gre za primer interakcije stimulacij (dražljajev iz senzornega sistema), aktivacijskega valovanja (ritmičnih signalov iz talamičnega aktivacijskega sistema) in nenehnega vzorčenja (plemenitenja) valovanja z valovnimi vzorci notranjega izkustva (v pojavu interference valov). Signali iz senzoričnih vlaken (z izjemo nekaj olfaktivnih) v talamusu 'prestopijo' na tirnice aktivacijskega valovanja ERTAS-a. Senzorni signali se skupaj z aktivacijskim valovanjem kot energijski tok vztrajno prenašajo v regije možganske skorje. Procesiran in obogaten z notranjimi izkustvi v korteksu, energijski tok sklene svojo pot, pot aktivacijskega ciklusa v talamičnem procesnem sistemu.

Tukaj gre tudi za transmisije in medsebojne odnose znotraj več anatomskih struktur, ki so tesno povezane z vedenjskimi in kognitivnimi vsebinami ter zavestjo. V tem globalnem delovnem prostoru so zajete, skupaj s talamusom in njegovimi jedri, tudi retikularne formacije možganskega debla in mezencefalona (srednjih možganov), bazalni gangliji, hipokampusova formacija in preostali limbični sistem. Sem spada tudi razpršen projekcijski sistem, katerega vlakna so razvejana v kortiko-kortikalnimi povezavami po vseh delih korteksa. Vse te strukture skupaj predstavljajo procesno platformo ERTAS-a.

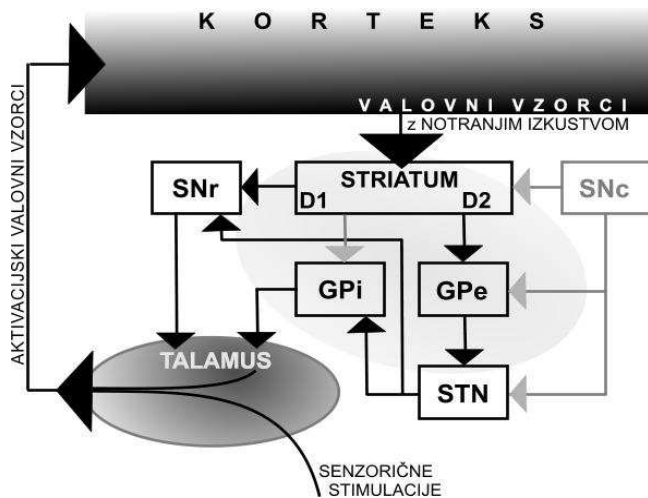
ERTAS se lahko tolmači tudi kot globalni delovni prostor psihičnih funkcij, interaktivno povezan (zaradi prilivov in odlivov) s senzorno-motorični sistemi in kortikalnimi regijami. S tega vidika, ERTAS ima ključno vlogo v procesih, pogojenih z zavestjo[2].

Večina kortikalnih aktivacij izzvana je z valovnimi vzorci (membranskimi, akcijskimi potenciali) iz aktivacijskega valovanja TAS[16]. Z prilivi energijskih tokov iz korteksa (po kortikalnih zankah) v globalni prostor diencefalona se začne sklepna faza vsakega aktivacijskega ciklusa.

Bazalni gangliji skupaj s talamusom in hipokampusom predstavljajo jedro talamičnega procesnega sistema (TPS), sistema sekcij in zank psihičnih funkcij in modulacije zavesti.

Signali ali energijski tokovi iz korteksa, sprejeti v TPS, v bazalne ganglije in usmerjeni v talamus (slika 3), so podvrženi glutamatergičnimi (glutamat), GABAergičnimi

(gama-aminomaslena kislina - GABA) in dopaminergičnimi (dopamin) transmisijami.



Slika 3: Diagram povezav v talamičnem procesnem sistemu

Sprejemanje aktivacijskega valovanja v TPS poteka skozi vhodna jedra striatuma z ekscitatornimi glutamatergičnimi transmisijami, v talamus pa izključno z GABAergičnimi transmisijami. GABAergične in kolinergične transmisije iz striatuma in drugih jeter bazalnih ganglij (izhodnih jeter: substantia nigra pars reticulata - SNr in notranji globus pallidus - GPi) usmerjene proti talamusu, podvržene so modulaciji (uravnavanju) z dopaminskimi D1/D2 receptorji[3]. Več raziskav o distribuciji dopaminskih receptorjev razkriva relativno visoko gostoto v jedrih talamusa in njihovo heterogeno porazdelitev[13]. Raziskave so opravljene *in vitro* z uporabo avtoradiografične tehnike in *in vivo* s pozitronsko emisijsko tomografijo (PET). Zaradi takšne gostote D2/D3 receptorjev (predvsem v laminah in prilivnih jedrih) je razumljivo, da se večina ciljnih, prominentnih projekcij v talamusu spodbuja in ureja z dopaminom.

3.1 VALOVANJA IZ MIELINSKIH PROTEINOV

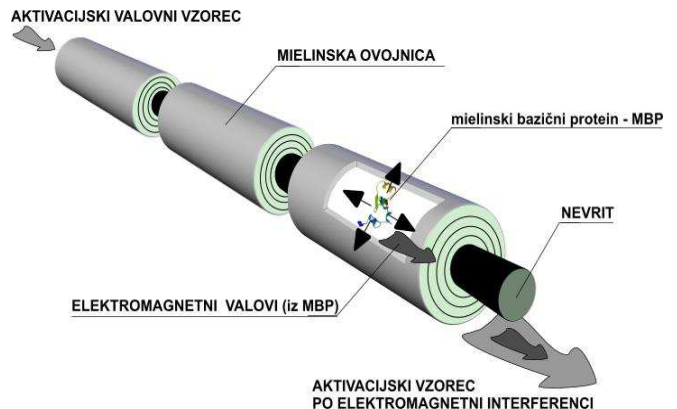
Celice osrednjega živčnega sistema - CNS so nevroni in specifične nevroglije: astrociti, oligodendrociti v CNS ter Schwannove celice v perifernem živčevju - PNS. Nevroglije so v funkciji opore in preskrbe nevronov, vzdrževanja primernih pogojev za prenos signalov v sinapsah, kar je v nadležnosti astrocitov[17] ter v funkciji prenosa, procesiranja in modulacij aktivacijskega valovanja, za kar so odgovorni oligodendrociti v CNS ali Schwannove celice v PNS.

Velja, da je glavna funkcija oligodendrocitov usmerjanje nevrinov (v fazi razvoja nevronov) in izolacija električnih dražljajev (akcijskih potencialov). S svojimi izrastki tvorijo mielinske ovojnice, s katerimi obdajajo nevrine (aksone). Proces obdajanja nevrinov (mielinizacija) se začne v 15. tednu gestacije. Po rojstvu, kako hitro se otrok uči, spoznava in razumeva svet okrog sebe, tako se tudi intenzivno in sproti

mielinizirajo možgani. Z mielinizacijo se vzpostavlja in utrjuje platforma za 'črpanje' notranjega izkustva.

V mielinskih ovojnicah prevladujejo plasti lipidov (do 70%), znotraj katerih se nahajajo mielinski proteini (do 30%) različnih struktur in stadijumov[6,7]. Vloga lipidov in obnašanje proteinov v mielinih so primer popolnosti v funkcionalnem smislu. Neizogibnost mielinskih proteinov v funkcionalnih shemah CNS temelji na njihovi električni in elektromagnetni lastnosti. Z elektromagnetnimi valovi iz vzbujenih mielinskih proteinov se identificira notranje izkustvo.

Razen zagotavljanja idealnih pogojev za dejavnosti proteinov, lipidi v ovojnicami varujejo in ohranjajo proteine v njihovi izvorni molekularni strukturi. Lipidi ne obvarujejo proteinov od valovanj iz okolja, lahko pa preprečijo da se te, zelo občutljive molekule ne bi – zaradi zunanjih vplivov - strukturno spreminjale, ali stopile v stik s sosednjimi proteini. V prostoru okrog mielinskih proteinov - zaradi električnega naboja in gibanja nabojev (sproženih akcijskih in asociativnih akcijskih potencialov) - nastajajo električna in magnetna polja. Zunanji naboji (v nevritih) delujejo na vezani naboj mielinskih proteinov: proteini nihajo, ustvarjajo elektromagnetno valovanje, valovanje inducira električni tok. Spodbujeni in iritirani proteini postanejo vir elektromagnetnih valov (slika 4), čigar valovne vrednosti (amplitude, frekvenca vala) so značilne in enoznačne za vsako od teh molekul.



Slika 4: Primer elektromagnetne interference na nevritu, po aktivaciji nevrona

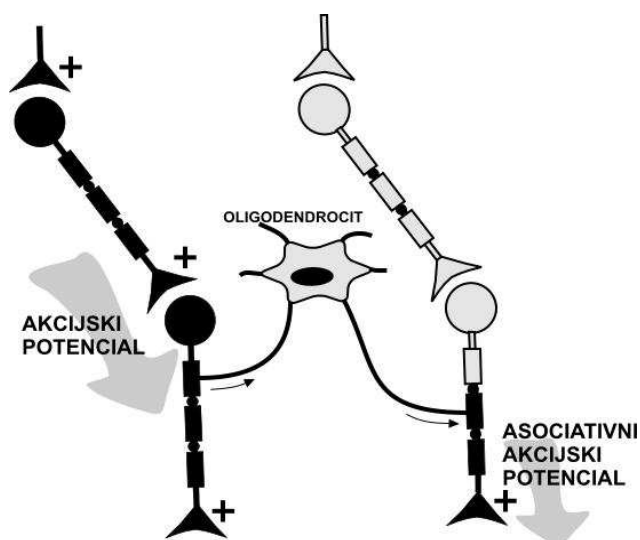
Elektromagnetna interferencija je način sestavljanja valov iz mielinskih proteinov z aktivacijskim valovanjem (akcijskimi potenciali v aktivacijskem valovanju). Njihova električna polja se kombinirajo, združujejo v nekakšno rezultatno polje po načelu superpozicije. Konačno stanje je nova ali spremenjena valovna sekvenca, vzorec v aktivacijskem valovanju. Ta razlika se lahko identificira kot 'kvant' notranjega izkustva, ali kot BIT – osnovna enota v teoriji informacij, ki se kasneje, v kombinaciji z drugimi notranjimi izkustvi (kot skupina bit-ov ali byte-ov) prepozna v doživljanju, ali v zavesti. V kvantni mehaniki velja po Heisenbergovem načelu nedoločenosti, da je istočasno določanje lege in gibalne količine delca s

poljubno natančnostjo nezanesljivo. Tudi določanje lege in gibalne količine 'vzorca' notranjega izkustva, pridobljenega v valovnem vzorčenju, je enako nezanesljivo.

3.2 AKCIJSKI IN ASOCIATIVNI AKCIJSKI POTENCIALI

Akcijski potencial nastopi kot prehodni preobrat membranskega potenciala vzdružene celice s značilnimi fazami depolarizacije, odpiranja Na^+ ionskih kanalčkov, vzdrževanja potencialov nad vrednostjo 0 mV (z Ca^{2+} tokom v celico in K^+ tokom iz celice), repolarizacije in mirovnega membranskega potenciala. Po sprožitvi akcijskega potenciala velja neodzivna, absolutna ali relativna refraktarna doba. Refraktarna doba je posledica inaktiviranosti Na^+ ionskih kanalčkov. To pomeni, da dražljaji v aktivacijskem valovanju ki sledijo že sproženemu akcijskem potencialu ne morejo sprožiti takojšnji nov akcijski potencial.

Električni naboj mielinskih proteinov se ohranja in prenaša kot inducirani električni tok v mielinski ovojnicici in po telesu oligodendrocita, njegovem citoskeletu (strukturami mikrotubul in mikrofilamentov) do drugih izrastkov z mielinskimi ovojnici na trenutno neaktivnih nevrutih (npr. zaradi refraktarne dobe). Na enem oligodendrociču je lahko tudi do 50 mielinskih ovojnic ki obdajajo nevrute več drugih nevronov, v funkcionalno isti ali v sosednjih kortikalnih regijah[4]. Čez sinaptične kanale (prostor med mielinskim plaščem in nevrutom), se električni naboj prenese neposredno v nevrut, v telo nevrona in nadaljuje svojo pot vzdolž nevrutov kot asociativni (podvojeni) akcijski potencial (slika 5). Ranvierovi zažetki, mesta na nevrutu med sosednjima mielinskima ovojnici podprejo depolarizacijo zaradi prepusne polarizacije (z odpiranjem Na^+ kanalčkov) in omogočajo, da se asociativni akcijski potenciali – od mesta na nevrutu kjer vstopijo v telo nevrona - usmerjajo proti njihovim končnicam.



Slika 5: Primer multiplikacije akcijskega potenciala v asociativni akcijski potencial (po oligodendrociču).

Ob sprožitvi asociativnega akcijskega potenciala, ionski kanali Na^+ in K^+ koncentrirani na Ranvierovih zažetkih, ustvarijo depolarizacijo, prehodni preobrat membranskega potenciala[9]. Zaradi prepusne polarizacije v Ranvierovih zažetkih, se asociativni akcijski potenciali prenašajo vedno vzdolž nevruta. Schwannove celice na živčnih vlaknih v PNS so v enaki funkciji kot mielinske ovojnice in Ranvierovi zažetki v CNS. Schwannove celice vzdržujejo, neposredno usmerjajo (spodbujajo ali zavirajo) in v elektromagnetni interferenci ojačajo signale (dražljaje) pri njihovem prenosu.

Omenjeno je že, da za horizontalno nevronske utiranje poti v neokorteksu velja, da ustreza stopnji vsebinske celote ali polnoštevilnosti informacij v aktivacijskem valovanju. Po malih ali velikih piramidalnih nevronih se akcijski potenciali razdelijo in po razvejanih nevrutih potujejo do več ciljnih točk (primer centrov medmišičnih koordinacij v nižjih plasteh neokorteksa). Podvajanje ali multiplikacija akcijskih potencialov v asociativne akcijske potencialne ustreza stopnji vsebinske raznolikosti in obsežnosti notranjega izkustva v aktivacijskem valovanju. Valovnem vzorcu enega akcijskega potenciala se pridružijo v aktivacijskem valovanju enega ali več aktivacijskih ciklusov, vsebinsko podobni ali popolnoma drugačni valovni vzorci asociativnih akcijskih potencialov iz istega ali iz več centrov, regij v korteksu.

4 REZONANCA IN DOPAMINERGIČNO DUŠENJE

Ko se 'psihična' energija, kot neko stanje v procesnih centrih - v jedrih in lamelah talamusa - pretvarja iz kemično in toplotno energijo ter spet v električno energijo, postajajo talamične sekcije skupaj z hipokampusovo formacijo prizorišča doživljanja, prizorišča svetlobe in zvoka, razpoznavanja vonjav, občutkov strahu ali zadovoljstva, sanj, domišljije, misli, spominov...

Resonanca je sistemski pojav v možganih. Pojavi se pri pretvorbi dražljajev (po percepciji) že v senzornem sistemu in pri aktivaciji valovnih vzorcev v talamičnem aktivacijskem sistemu. Pojavi se pri sprožanju asociativnih akcijskih potencialov ter elektromagnetne interference v kortikalnih regijah, pri distribuciji valovnih vzorcev iz korteksa v jedra bazalnih ganglijev, ter ob sklenitvi vsakega aktivacijskega ciklusa v sekcijah talamusa in formaciji hipokampusa.

S slikanjem možganov z magnetno resonanco (MR) ali z tehniko funkcionalne magnetne resonance je mogoče snemati aktivnosti v 'žariščih' kortikalnih regij[8], kjer se izvajajo procesi multiplikacije signala, pojav asociativnih akcijskih potencialov in elektromagnetnih interferenc valov. Z prisotnostjo nevrotansmitterjev, kot sta dopamin ali acetilkolin, se ohranjajo razmere, v katerih se aktivacijski vzorci transmitirajo in transformirajo. Dopamin je izraziti stimulator in modulator resonance pa tudi – na račun svoje presnove - njen izvršitelj v fazi do končnega dušenja. Do končnega dušenja, se dopamin razgradi (v homovanilično

kislino) in izloči iz sistema. Nizke koncentracije homovanilične kisline v urinu zanesljivo kažejo na motnje in pomanjkanje dopamina v CNS.

Resonance z dopaminergičnim dušenjem spremlja navidezna izguba energije. V izmeničnem pretvarjanju energije, pri resonanci do njenega popolnega ali delnega dušenja, se pojavljajo z električno energijo tudi kemična in toplotna energija. Mogoče je sklepati, da bi učinek vsake od teh oblik energije pustil trajne posledice v celični infrastrukturi sekcija talamusa ali kjerkoli drugje v CNS. Okrepljeno valovanje (električnega naboja in toplote) bi prekomerno segrevalo tkiva v neposredni bližini. Poleg tega da spodbuja resonanco, dopamin je sposoben pretvorjeno toplotno energijo enostavno 'absorbirati' in obdržati stanje v okolju v mejah dopustnega. Vsaka resonanca znotraj sekcij talamusa je prispevek insceniranju doživljanja, oz. je dovolj, da se navzven zlije in ovekoveči eno notranje izkustvo več.

Okolje talamičnega dopaminergičnega sistema z D2/D3 receptorji inhibira sekundarne prenašalce. Skupaj s transmembranskimi receptorji iz skupine gvanin-nukleotidov, ali G proteinov, spodbujajo resonanco ter omogočajo (povzročajo) spremembe in aktivnosti v celični infrastrukturi sekcija talamusa in hipokampusa. Z razgradnjo dopamina v dopaminergičnem dušenju se ureja trajanje resonance, oz. razpadni čas, ki ga celice preživijo v vzbujenem stanju. To bi odgovarjalo mikročasu v globalnem delovnem prostoru talamusa, ko se z notranjimi izkustvi poustvarjajo, inscenirajo doživljanja.

Motena razgradnja dopamina podaljša razpadni čas. Prisotnost halucinogenih snovi (LSD), psihostimulantov (amfetamini, kokain) preprečuje oz. podaljšuje čas razgradnje dopamina. S podaljšanjem razpadnega časa se onemogočajo resonance iz ciklusov ki sledijo drug drugemu, ali enostavno prihaja do medsebojnega izničevanja resonanc in učinkov resonanc že pred razpadnim časom. Posledice v prvem primeru se kažejo kot prekinitve v povezovanju misli, ali kot spremenjeno doživljanje časa in prostora. V drugem primeru se posledice kažejo kot motnje zaznavanja in delne ali popolne razobličnosti videnih predmetov.

5 PSIHIČNA ENERGIJA V ENAČBI

Energijski tok aktivacijskega ciklusa pove koliko energije se prenese z valovanjem (spremeni za sprejete in/ali oddane valovne vzorce) skozi delovni prostor talamusa.

V aktivacijskem ciklusu se računajo razlike v količini energije: stanja na začetku v TAS in na koncu v TPS. Energija v TAS je stanje aktivacijskega valovanja, katero je v interakciji in v interferenci s signali iz senzornega sistema in/ali latentnim izkustvom (kratkotrajnim spominom) iz hipokampusa. Energija v TPS je stanje s prilivi valovnih vzorcev iz kortikalnih regij, vzrokovano z odlivi aktivacijskih vzorcev iz TAS. Ob aktivacijah so poti

valovnih vzorcev v TPS (skozi bazalne ganglije do talamusa) ali ekscitatorne (spodbujevalne), ali inhibitorne (zaviralne). Vpoštevajoč retardirani čas, je prevladujoča količina 'psihične' energije (E_P) - tista ki se v resonancah spremeni v doživljanje, dejansko razlika med energijami vsakega aktivacijskega ciklusa v TPS (E_{TPS}) in v TAS (E_{TAS}):

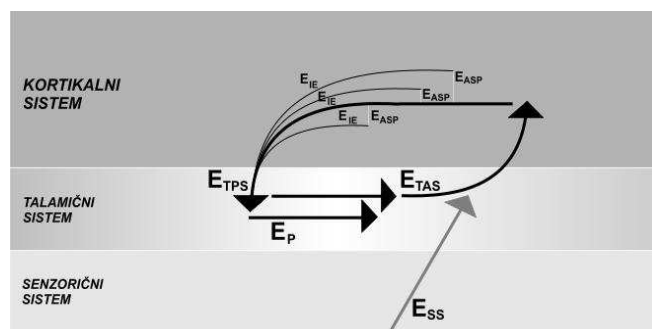
$$\Delta E_P = E_{TPS} - E_{TAS}$$

V stanju, ki bi ustrezalo najtežji kvantitativni motnji zavesti (stanju kome), E_{TPS} bi bila enaka E_{TAS} in bi $E_P = 0$. Skupna energija v TPS je:

$$E_{TPS} = E_{TAS} + E_{SS} + \Sigma E_{ASP} + \Sigma E_{IE}$$

E_{SS} pomeni energijo dražljajev, signalov iz senzornega sistema, ΣE_{ASP} vsoto energij asociativnih akcijskih potencialov in ΣE_{IE} vsoto energij valovnih vzorcev z notranjimi izkustvi (slika 6). Tako kot se ves čas E_{TAS} vzorči in spreminja sprejemanjem E_{SS} ter E_{IE} , tako se tudi E_{ASP} spreminja sprejemanjem E_{IE} . Količina psihične energije v resonanci s popolnim dušenjem ali v resonanci z delnim dušenjem je:

$$E_P = \Delta E_{TAS} + \Delta E_{SS} + \Delta E_{ASP} + \Delta E_{IE}$$



Slika 6: Shema energijskih stanj v aktivacijskem ciklusu.

S pretvorbom 'psihične' energije, ali z navidezno izgubo energije se valovni vzorci notranjega izkustva transformirajo v mentalno izkustvo in delno v latentno izkustvo. Po resonanci, se del energije asociativnih akcijskih potencialov, dražljajev in aktivacijskih valovnih vzorcev z vzorci notranjega izkustva prenese v E_{TAS} , v energijo aktivacijskega valovanja naslednjega aktivacijskega ciklusa.

Glede na to, da je dušenje v resonancah ponavadi nepopolno (delno), del E_{SS} ali E_{IE} ostane integriran v valovnem vzocu naslednjega aktivacijskega ciklusa. Na ta način se – v novem ciklusu - obnavljajo ali pridobivajo novi asociativni akcijski potenciali in valovni vzorci z notranjimi izkustvi. Le ti so nadgradnja doživljanja ali latentnega izkustva začetega v predhodnem ali predhodnimi aktivacijskimi ciklusi.

6 ZAKLJUČEK

Govor in uporaba jezika, kot obliki verbalne komunikacije, izražanje misli in občutkov..., so samo refleksije iz zaporedja kombinacij, katerih spremenljivke so valovni vzorci notranjega izkustva. Nepredstavljivo veliko je teh spremenljivk, ki v vsakem trenutku in nenehno v ciklusih preplavljajo procesne centre zavesti. Dejstvo je, da se praktično nikoli iz 'spomina' ne priključijo popolnoma identično predvajanje nekega doživljanja ali izkustva. Vsak poskus predvajanja doživljanja (spominjanja) pomeni drugačno kombinacijo spremenljivk notranjega in latentnega izkustva v mentalnem izkustvu.

Govoriti o zavesti kot izključno človeški prvini je le pogojno pravilno. Nihanja ali razlike med globalnimi količinami proteinov in drugih delcev v TPS, oziroma v delovnem prostoru talamusa se odražajo skozi različna stanja ali nivoje zavesti. Med pomembnejše dejavnike teh razlik štejejo zmogljivost nevronske mreže, stopnja mielinizacije, kvaliteta transmisij in kvantiteta neurotransmiterjev. Izkustva, pridobljena v kognitivnem razvoju, s katerimi se človek poslužuje v življenjskem vsakdanu omogočajo vzdrževati in ohraniti raven zavesti. Razlika v energiji aktivacijskega ciklusa, med TPS in TAS (z ali brez E_{SS}) je določljiva tudi pri drugih organizmih, zlasti pri višjih sesalcih, vendar so te razlike sorazmerne številu asociativnih akcijskih potencialov in posledično tudi valovnih vzorcev z notranjim izkustvom. Navadno prevladujejo vzorci, ki predhodijo nagonsem vedenju ali tisti ki so posledica stimulacij in zunanjih dražljajev. Med njima so tudi 'moteči' vzorci iz kortikalnih aktivnosti, ki bi ustrezali kategorijam notranjega izkustva. Število teh vzorcev z notranjim izkustvom je zanemarljivo, ampak ni nepomembno. Dejstvo je, da možgani višjih sesalcev omogočajo in zagotavljajo podporo tudi različnim aspektom kognicije in vedenja, s katerimi bi se ti organizmi ne samo zavedali sveta okrog sebe, ampak tudi - in pod določenimi pogoji - zavedali sebe v tem svetu.

V zvezi s talamusom in talamičnim aktivacijskim sistemom, ne bo odveč še ena zanimiva podrobnost. Poškodbe različnih anatomskih ali funkcijskih enot v CNS povzročajo bolezni z nevropsihičnimi motnjami. Kakršnakoli poškodba talamusa vodi do najhujše motnje zavesti in stanja kome.

Literatura

- [1] **Alkire** M.T., Haier R.J., Fallon J.H., Barker S.J. (1996) *PET imaging of conscious and unconscious verbal memory*, Journal of Consciousness Studies, Volume 3, Numbers 5-6, pp. 448-462.
- [2] **Baars** B.J. (1988) *A Cognitive Theory of Consciousness*, Cambridge University Press, Cambridge.
- [3] **Barto**, A. G. (1995) Adaptive Critics and the Basal Ganglia. In *Models of Information Processing in the Basal Ganglia*, Cambridge, MA: MIT Press.
- [4] **Baumann** N., Pham-Dinh D. (2001) *Biology of Oligodendrocyte and Myelin in the Mammalian Central Nervous System*, Physiological

- Reviews, Vol. 81, No.2, Copyright ©2001 by the American Physiological Society, April, pp. 871-927.
- [5] **Cacioppo** J., Tassinari L., Berntson G.(2000) *Handbook of psychophysiology*, Cambridge University Press, NY.
- [6] Pedraza L, Fidler L, Staugaitis SM, **Colman** D.R. (1997) *The Active Transport of Myelin Basic Protein into the Nucleus Suggests a Regulatory Role in Myelination*, Neuron. Apr. 18(4), pp. 579-89.
- [7] Brophy PJ, Boccaccio GL, **Colman** D.R. (1993) *The distribution of myelin basic protein mRNAs within myelinating oligodendrocytes*, Trends Neurosci. Dec; 16(12), pp. 515-21.
- [8] **Coyle** S., Ward T., Markham C. (2003) *Brain-computer interfaces: a review*, Interdisciplinary Science Reviews, Maney Publishing, Vol. 28, Number 2, June, pp. 112 – 118.
- [9] **Hubel** D.H. (1988) *Eye, brain and vision*, Scientific American Library (Distributed by W.H. Freeman), New York.
- [10] **McFadden** J. (2006) *The CEMI Field Theory: Seven Clues to the Nature of Consciousness*, In Tuszynski J. *The Emerging Physics of Consciousness*. Berlin: Springer. pp. 385-404.
- [11] **Newman** J. (1997) *Putting Together the Puzzle*, Part-I, *Towards a General Theory of Neural Correlation of Consciousness* Part-II, Journal of consciousness Studies, Volume 4, Numbers 1-2, pp. 46-66, 101-121.
- [12] **Pockett** S. (2000) *The Nature of Consciousness*, Writers Club Press, Lincoln, NE.
- [13] **Rieck** R.W., Ansari M. S. , Whetsell W.O., Deutch A.Y. & Kessler R.M. (2003) *Distribution of Dopamine D₂-Like Receptors in the Human Thalamus: Autoradiographic and PET Studies* Neuropsychopharmacology, Advance online publication, Vol.29, Nov. pp. 362-372.
- [14] **Rubik** B. (2011) *Neurofeedback-Enhanced Gamma Brainwaves from the Prefrontal Cortical Region of Meditators and Non-Meditators and Associated Subjective Experiences*, The Journal of Alternative and Complementary Medicine, 17(2): 109-115.
- [15] **Suzuki** M., Raisman G. (1994) *Multifocal pattern of postnatal development of the macroglial framework of the rat fimbria*, Glia, Vol. 12, Issue 4, pp. 294-308.
- [16] **Traub** R. D., Contreras D., Cunningham M.O., Murray H., LeBeau F.E.N., Roopun A., Bibbig A., Wilent W.B., Higley M.J. and Whittington M.A. (2005). *Single-Column Thalamocortical Network Model Exhibiting Gamma Oscillations, Sleep Spindles, and Epileptogenic Bursts*. Neurophysiol. 93: 2194-2232.
- [17] **Ullian** E.M., Christopherson K.S., Barres B.A. (2004) *Role for glia in synaptogenesis*, Special edition: Glial Control of Synaptic Function, Vol. 47, Issue 3, pp. 209-216.