

## NEUROBIOLOŠKI ASPEKTI KREATIVNOSTI

---

**Rezime:** Kreativnost je mentalni proces, odgovoran za kreaciju novih ideja, koncepta i rešavanje problema. Postoji puno definicija u psihološkoj, pedagoškoj i sociološkoj literaturi. U prošloj deceniji, sa razvojem tehnologije, bioinformatike i DNK nanotehnologije, naučna istraživanja su upravljena ka otkrivanju bioloških mehanizama u genozama i razvoju mentalnih procesa. Cilj neurobioloških istraživanja je da otkriju odgovor o delovima mozga koji su odgovorni za mentalnu aktivnost. Kreativnost je označena kao jedna od najvažnijih mentalnih aktivnosti za koncept moderne edukacije, a istraživanja ove mentalne kategorije su postala veoma intezivna u društvenim i prirodnim naukama. Neurobiološke studije moždane aktivnosti iznesene pomoću tehnološke opreme (FMRI, SPECT, PET, RCBF) i *neuroimaging screening*, pomogle su da se potvrde dešavanja u toku procesa kreativnosti. Potvrđeno je postojanje teorijskog koncepta faza gde se odvija proces kreativnosti (pripremna faza, inkubacija, iluminacija i verifikacija), što je direktno povezana sa oblašću prefrontalnog korteksa mozga. U ovoj oblasti se dešavaju procesi pamćenja, donošenja odluka i pronalaženje rešenja koji su osnovni postulati kreativnosti. Stoga je prefrontalna oblast označena kao glavna zona za priključivanje kreativne aktivnosti. U sferi neurobiološkog istraživanja su neurotransmiteri koji su odgovorni za transport informacija i veze neuronskih aktivnosti. Ispitivanjem dopamina i norepinefrina, transmeta koje luče određene regije mozga (supstantia nigra, limbički sistem i jedra tuberoinfundibularnog dela hipotalamusa), otkriveno je da od kvaliteta i kvantiteta aktivnosti ovih supstanci zavisi proces kreativnosti. Neosporne naučne činjenice o biološkoj osnovi kreativnih sposobnosti i kreativnim motivacijama su usmerene ka istraživanju u dva pravca. Prva grupa istraživanja treba da nam da odgovore da li je kreativnost nasledna i da li je prisutna u svim osobama koje su visoke inteligencije. U drugoj grupi su one koje su vezane za genetička istraživanja koja pokazuju veze između prisustva gena IGTF2P i „g” faktora inteligencije. U ovom kontekstu, podrška genetskoj teoriji kreativnosti se definiše kao oblik nadarenosti. U ovom članku, predstavice se neurobioška otkrića moždane aktivnosti koja se ostvaruje tokom kreativnih procesa. Predstava sa ovim dimenzijama uvoda u kreativnosti predstavlja jedan od aspekata razmatranja ove važne teme.

**Ključne reči:** kreativnost, neurobiologija, moždane aktivnosti, prefrontalna regija, transmeta.

---

### UVOD

Kreativnost, kao mentalni proces koji uključuje stvaranje novih ideja, pojmova i rešavanje novih zadataka, do pre petnaest godina je razmatrana u domenima psiholoških, pedagoških i socioloških istraživanja. U protekloj deceniji, sa razvojem tehnologije, bioinformatike i DNK nanotehnologije, koje se bave analizom i istraživanjem bioloških podataka na nivoima genske strukture i strukture DNK, istraživanja naučnika se usmeravanju ka otkrivanju bioloških mehanizama u nastanku i razvoju mentalnih procesa. Neurobiološka istraživanja imaju cilj da dođu do odgovora na koji način i u kojim moždanim regijama nastaju određene vrste mentalnih aktivnosti. Egzaktni i naučno validni odgovori traže se i u objašnjenju

---

<sup>1</sup> drsdragica@hemo.net

bioloških i hemijskih aktivnosti koje se događaju u mozgu tokom kognitivnih, konativnih i emotivnih procesa. Pošto je kreativnost detektovana kao jedna od krucijalnih mentalnih aktivnosti, koja je bitna u konceptu savremenog obrazovnog procesa, istraživanja ove kategorije su intenzivirana, kako u oblastima društvenih tako i egzaktnih prirodnih nauka. Neurofiziološka istraživanja su u drugoj polovini XX veka, dala mnoge odgovore na ključna pitanja o funkcijama mozga koje determinišu ličnost čoveka, ali mnoga još čekaju na odgovore. Jedno od takvih pitanja je vezano za suštinu kreativnosti. Iako su istraživanja neuralnih funkcija i njihovih produkata u usponu, kreativni procesi, kao specifične neurobiološke determinante, među naučnicima ostavljaju mnoge dileme, koje će svakako usloviti još intenzivniji rad u ovoj oblasti.

Neurobiološke studije moždanih aktivnosti, realizovane pomoću veoma složene tehnološke opreme (fMRI, SPECT, PET, RCBF) i *neuroimaging* skrininga, uspele su da verifikuju kompleksna događanja tokom kreativnog procesa. Potvrđeno je da je postojeći teorijski koncept faza koja objašnjava razvojne elemente koji prate kreativni proces. Pripremna faza, inkubacija, iluminacija i verifikacija su u neposrednoj vezi sa funkcijama prefrontalne regije kore velikog mozga. U ovoj regiji se odvijaju procesi upamćivanja, donošenja odluka i iznalaženja rešenja, koji su temeljni postulati kreativnosti. Zbog toga je prefrontalna regija označena kao centralna zona vezana za kreativne aktivnosti.

U sferi izučavanja neurobiologije nalaze se neurotransmiteri koji su odgovorni za prenos informacija i povezivanje aktivnosti neurona. Ispitivanjem dopamina i norepinefrina, transmitera koje luče određene regije mozga (supstantia nigra, limbički sistem i jedra tuberoinfundibularnog dela hipotalamusa), otkriveno je da od kvaliteta i kvantiteta aktivnosti ovih supstanci zavisi proces kreativnosti. Nesporne naučne činjenice o biološkoj podlozi kreativnih sposobnosti i kreativne motivacije, usmerila su istraživanja u dva osnovna pravca. U prvoj grupi studija dominiraju one koje treba da odgovore da li je kreativnost nasleđeno svojstvo moždane aktivnosti i da li je prisutno kod svih osoba koje imaju uspešnu inteligenciju. Ovom teorijskom korpusu mogu da se pridodaju i studije koje se baziraju na genetskim istraživanjima u kojima se navodi korelacija između prisustva gena IGTF2P i „g” faktora inteligencije. U tom kontekstu pristalice genetskih teorija kreativnosti, definišu je kao vrstu darovitosti. (Stenberg, prema Altaras, 2000).

Drugu grupu teorija predstavljaju psihološke studije u kojima dominiraju stavovi da se kreativnost uči, odnosno da svaka osoba poseduje neki oblik kreativnosti, koji, u podsticajnim socijalnim uslovima može da se razvije. (Kenneth Robinson, Robert Sternberg, Andrea Kuszewski).

### **Teorije koje prate kreativnost kao nasleđeno svojstvo moždane aktivnosti**

Iako su neurobiološka istraživanja, zahvaljujući visokim tehnološkim dostignućima, postigla veliki uspeh u prethodnih petnaest godina, ispitivanja prefrontalnog režnja velikog mozga, okupirala su pažnju naučnika duže od pola veka. Interesovanje naučnika za prefrontalni režanj (PFC) javilo se tokom ispitivanja moždanih aktivnosti kod psihoza. Dokazano je da se tokom psihotičnih epizoda kod

ciklotimnih psihoza značajno menja mehanizam transmitterske aktivnosti, ključnog prenosioca neuronskih informacija – dopamina. Konektivnost između moždanih regija ostvaruje se neurotransmiterima, čije su prisustvo i funkcija otkriveni tokom istraživanja brojnih neuroloških oboljenja (parkinsonizam, horeoatetozna, distonija i dr.) Pored dopamina, veliki značaj u prenosu informacija i konekciji važnih moždanih struktura, koje određuju mentalni i neurološki status čoveka, imaju Gama-aminobuterna kiselina (GABA), acetilholin i serotonin. Sinhronizovana aktivnost moždanih struktura može da se odvija ako se ostvaruje sinergija transmitera i ako je njihov metabolizam podržan i kontrolisan specifičnom grupom moždanih enzima (monoaminooksidaza /MAO/) i katehol-O- metiltransferaza /COMT/).

U empirijskim studijama rađenim sa pacijentima kod kojih je klinički, psihološki i neurofiziološki, potvrđena dijagnoza ciklotimne psihoze, uočeno je da među srodnicima ovih pacijenata ima osoba kod kojih su potvrđeni neki simptomi psihoze. Naučnici su pokrenuli seriju ispitivanja čiji zadatak je bio da se pronađu odstupanja od fizioloških moždanih aktivnosti. Otkriveno je da dopamin deluje neusaglašeno sa ostalim transmiterima. Ekscitacija i inhibicija, koje naizmeničnim delovanjem pokreću brojne mehanizme u prefrontalnoj regiji velikog mozga, uslovljene su direktnim dejstvom dopamina. Ekscitaciju i inhibiciju podstiče i dezoksiribonukleinska kiselina (DNA), koja je esencijalna supstanca genoma. Takav zaključak je nedvosmisleno potvrdio da se vezivanje dopamina nasleđuje. Posle toga nastavljeno je istraživanje dopaminskih aktivnosti u svim sferama moždanih aktivnosti, sa prevalentnim akcentom na psihološko funkcionisanje. Specifičnim složenim elektronskim uređajima (fMRI, SPECT, PET, RSBF) potvrđeno je da je dorzolateralna prefrontalna regija direktno uključena u procese upamćivanja, donošenja odluka i iznalaženja rešenja. Pošto su ovi procesi direktno povezani sa mišljenjem u čijem formiranju učestvuje bazična psihička funkcija – inteligencija, zaključeno je da će kreativno mišljenje da se razvija u sadejstvu genetski predodređenih potencijala i socijalnog učenja.<sup>2</sup>

Genetski diskurs je određen aktivnostima dopamina, te njegovim inhibitornim i ekscitirajućim uticajem. U slučaju da lateralna inhibicija izostane, ličnost će pokazati zavidnu sposobnost u učenju i natprosečne sposobnosti u stilu razmišljanja.<sup>3</sup>

Svakako da navedena psihička svojstva odlikuju kreativnu osobu, što je pokrenulo grupu američkih naučnika da neurobiološki istraže moždane karakteristike kreativnih osoba. Prihvatajući kreativnost kao sindrom koji se nalazi u svim oblastima ljudske delatnosti, od prirodnih i društvenih nauka, preko umetnosti i socijalnog funkcionisanja, naučnici su smatrali da je za prosperitetan život zajednica, važno da ispitaju i otkriju neurofiziološki i psihološki aspekti kreativnosti,

---

<sup>2</sup> Abraham, J.: Changes in creativity with age: Data, explanations and further predictions, *International Journal of Aging and Human Development*, 1989. 28(2) pg. 105–107.

<sup>3</sup> Eysenck, H. J.: *Genius: The Natural History of Creativity*, Cambridge University Press, 1995, 212–218.

kako bi se ličnostima koje je poseduju omogućilo da je nesmetano razvijaju i zauzimaju određene društvene pozicije prema prisutnim kreativnim potencijalima.<sup>4</sup>

U istraživanju hemodinamike mozga upoređivani su i valorizovani naučni podaci o mehanizmima protoka krvi kroz moždane hemisfere. Praćenjem protoka krvi kroz krvne sudove utvrđeno je da moždane hemisfere ne funkcionišu identično. Jedna hemisfera ima dominantnu ulogu. Ispitivanjem moždane hemodinamike kod kreativnih osoba uočena je značajna razika. Kod kreativnih osoba je otkriveno da obe moždane hemisphere funkcionišu paralelno, sa povremenom neznatnom dominacijom leve hemisphere.

Osim navedene i ključne razike, uočeno je da je interhemisferični transport kroz krvne sudove brži, viši i frekventniji kod kreativnih osoba nego kod osoba koje nisu ispoljavale kreativnost. Zbog ovakvih karakteristika hemodinamike, kreativne osobe mogu, gotovo paralelno da usvajaju konvencionalne sadržaje mišljenja i razvijaju sopstveno, originalno i nekonvencionalno. Nekonvencionalno mišljenje omogućava razvoj novih ideja, inovativnih zaključaka i brzo pronalaženje rešenja.

Za Alice Flaherty kreativnost nastaje kao rezultat interakcije frontalnog, temporalnog režnja i dopamina. Produkcija transmitera dopamina odvija se u supstanciji nigri (substantia nigra), limbičkom sistemu i jedrima tuberoinfundibularnog dela hipotalamusa.

Frontalni režanj je i za ovu autorku najznačajniji deo centralnog nervnog sistema zadužen za razvoj kreativnosti, jer je odgovoran za produkciju ideja, procenjivanje, upoređivanje i selekciju idejnog materijala. Temporalni režanj je odgovoran za obrađivanje ideja, a neophodno visok nivo dopamina povećava uzbuđenje, angažuje pažnju i uslovljava da se ponašanje kreativne osobe potpuno usmeri ka realizaciji nastale ideje. Alice Flaherty je potvrdila da se nivo i način distribucije dopamina nasleđuju.<sup>5</sup> Ova naučnica je ispitivala i aktivnosti frontalnog režnja u sinergiji sa kognitivnim procesima malog mozga.

Mali mozak koji predstavlja „banku informacija“, kod kreativnih osoba mnogo većom brzinom vrši „obradu“ podataka vezanih za novootkrivene ideje, nego što je to slučaj kod osoba bez posebno izraženih kreativnih potencijala. Osnovna teza Alice Flaherty, vezana za kreativnost, na kojoj naučnica i dalje radi, odnosi se na ideju da čitav mozak učestvuje u kreativnom procesu, ali moždane strukture imaju zadatke različitih nivoa složenosti.

---

<sup>4</sup> Intenzivna istraživanja neurobiologije kreativnosti započeli su nezavisno trojica naučnika: David Servan Schreiber, na univerzitetu u Pitsburgu, Charles Weisberg na Kembridžu i Jacques Cohen sa univerziteta u Nj Džersiju. Iako su postigli zavidne rezultate, nisu svoje hipoteze završili, jer su nastavili da se bave istraživanjima u drugim oblastima medicine.

<sup>5</sup> Dr Alice Flaherty je bila i lično veoma motivisana da istražuje nivoe dopamina, pošto ima bipolarnu strukturu ličnosti, kada se tokom faza smanjuje povišeno raspoloženje praćeno velikom kreativnom energijom i kreativnim mogućnostima, i faza pada aktivnosti i raspoloženja. Ispitivanja o moždanim aktivnostima kreativnih obavljala je i obavlja u *Massachusetts General Hospital*. Njena istraživanja su predstavljena u knjizi „Midnight Disease“. Knjiga predstavlja spoj stručnih i popularnih tekstova posvećenih kreativnim tokovima i veoma je popularna i u nemedicinskim krugovima čitalaca. Iz: *Massachusetts General Hospital Handbook of Neurology*, Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams and Wilkins, 2nd ed., 2004. str 5–17.

Savremena genetska istraživanja značajnu pažnju posvećuju istraživanjima inteligencije, kao biološkog potencijala određenih struktura velikog mozga. Uslovi za kreativnu inovaciju podrazumevaju visok stepen znanja iz određene oblasti i razvijeno divergentno mišljenje. Prema Alison Flaherty stečeno znanje je deponovano u temporalnom i parijetalnom režnju velikog mozga. U frontalnom režnju se razvijaju misaoni procesi, i kao posebno važan oblik mišljenja za kreativne aktivnosti – divergentno mišljenje. Transmitter norepinefrin povezuje aktivnosti frontalnog, temporalnog i parijetalnog režnja i neposredno je „odgovoran” za kreativno delovanje.<sup>6</sup>

Genetska istraživanja u protekle dve decenije osvetlila su mnoge tajne o strukturi genom i otvorila vrata eksperimentalnim istraživanjima. Genetske studije usmerene na ispitivanje intelektualnih potencijala, potvrdile su da je „g” faktor inteligencije genetski uslovljen. Ispitivanja „g” faktora u proteklih nekoliko godina su veoma intenzivna i u preliminarnim studijama se nalaze podaci o genu obeleženom kao IGF2P, koji je u neposrednoj korelaciji sa „g”faktorom inteligencije.<sup>7</sup>

Studije o IGF2P genu su još u eksperimentalnoj fazi i pred naučnicima je dug put do konačnog evaluiranja uticaja ovog gena na kreativne procese. Svakako će tome doprineti i nova naučna disciplina –genomika.

### **Psihološko socijalni aspekti kreativnosti**

Uz neurobiološke teorije, psihološke teorije zauzimaju značajno mesto u analizi diskursa kreativnosti. Kenneth Robinson je jedan od ključnih predstavnika psihološki orijentisanih teorija kreativnosti. Ne negirajući biološku i genetsku osnovu kreativnosti, ovaj autor smatra da svaka osoba poseduje kreativne potencijale kao što poseduje intelektualne. U procesu socijalizacije intelektualni potencijali se razvijaju podstaknuti podrškom društvene sredine. U obrazovnom sistemu, obrazovne politike su koncipirane tako da podržavaju i podstiču razvoj intelektualnih potencijala svakog deteta. Cilj ovakvih politika je usmeren na sticanje teoretskog i praktičnog znanja koje treba da omogući svakom detetu da se optimalno integriše u društveni sistem. Koncept obrazovnog sistema prati vrednosti intelektualnih potencijala prilagođenim programima za svaku kategoriju dece. (Deca sa visokim intelektualnim potencijalima stiču obrazovanje po jednoj vrsti programa, a mentalno nedovoljno razvijena deca po drugoj.)

Kenneth Robinson postavlja paralelu između intelektualnih i kreativnih potencijala, kao ekvivalentnih bioloških datosti, koje su produkti sadejstva naslednih i socijalnih komponenti. Analogno tome, zaključuje da svaka osoba poseduje intelektualni i kreativni potencijal. Intelektualni potencijal se razvija podstaknut

---

<sup>6</sup> Flaherty, A. W.; Graybiel, A. M.: Corticostriatal transformations in the primate somatosensory system. Projections from physiologically mapped body-part representations, *Journal of Neurophysiology* 66 (4) pp 1249–1263, 1991.

<sup>7</sup> Istraživanja genetske uslovljenosti kreativnosti obavlja tim genetičara u *ClinGen* (Clinical Genome Resource) pri *National Institut of Health, Washington DC USA*: Kim D. Priuti, Tatiana Tatusova Donna Maglott, Ada Hamash i Jonathans Berg.

faktorima socijalne sredine. Kreativni potencijali nisu na isti način vrednovani. Oni se ne podstiču masovno i sistematično, već su investicije parcijalne i selektivne i usmerene su samo ka onima koji pokazuju visok stepen kreativnosti. Svi ostali mogu sopstvenu kreativnost da razvijaju ličnim investiranjem ili da je uopšte ne razvijaju.

Postavljajući paralelu između inteligencije i kreativnosti Kenneth Robinson izvodi zaključak da bi u društvenim sistemima bilo mnogo više kreativnih osoba da je obrazovni sistem posedovao prilagođene programe za razvoj kreativnosti. Kenneth Robinson se u svojim teorijama kreativnosti zalaže za zajednička istraživanja neurobiologa, genetičara, sociologa i psihologa, koja bi otvorila put koncipiranju programa koji bi u sebi sadržali praktične aspekte i metodološke pristupe za podsticanje razvoja kreativnih potencijala.

Robert Sternberg, osnivač PACE (Psychology of Abilities, Competencies and Expertise) u Bostonu u svom radu stavlja akcenat na ispitivanje i koncipiranje programa koji bi pomogli da svaka osoba treningom pojača svoje intelektualne sposobnosti. Stručnjaci ovog centra svoja istraživanja zasnivaju na činjenici da intelektualne sposobnosti nisu fiksirane i statične, već fleksibilne. Njihova fleksibilnost im omogućava da učenjem i pozitivnim podsticajima mogu da se razvijaju i usavršavaju. Sternberg tvdi da svako može da poboljša svoje sposobnosti i razvija nove kompetencije, od kojih neke mogu da se razvijaju i u ekspertske sposobnosti.<sup>8(7)</sup>

Objašnjavajući motive koji su pokrenuli istraživački tim ka ovakvom ispitivanju, Sternberg navodi: „Mi smo posebno zainteresovani da pomognemo ljudima da modifikuju svoje sposobnosti kako bi mogli da se bolje snalaze u svakodnevnim životnim situacijama”.<sup>9</sup> Obrazlažući sopstvena nastojanja da praktično istraži mogućnosti modifikacije intelektualnih sposobnosti ljudi, ovaj naučnik smatra neophodnim da se ozbiljno radi na tom konceptu, pošto život savremenog čoveka prolazi kroz dramatične i nagle promene, koje zahtevaju neprestano učenje, kako bi se promene pratile i kako bi se odgovorilo zahtevima novih načina prilagođavanja.

Sternberg smatra da školski programi treba da budu koncipirani tako da deci omoguće da od prvih dana školovanja razvijaju divergentno mišljenje i istraživačke sklonosti, kako bi se pripremali da svaku novu situaciju dočekaju spremni da je rešavaju, a ne da se pred njom povlače ili očekuju da je „neko drugi reši”.

U istraživačkom centru PACE naučnici se intenzivno bave praktičnim aspektima kreativnosti. Predmet njihovog interesovanja nisu posebno obdarena deca, čija se kreativnost lako otkriva i čiji razvoj prate relevantni društveni faktori, već kreativnost koja je potisnuta u procesu socijalnog učenja. Metodološki principi koji bi se praktično primenjivali kod sve dece tokom edukacije, omogućili bi da se otkrije i razvije kreativnost koja bi svakoj ličnosti pomogla da lakše savlada životne obaveze i izbegne brojne stresne situacije, koje mogu da dovedu do poremećaja

---

<sup>8</sup> Sternberg, R. J.: The theory of Successful Intelligence, Review of General Psychology (3) 1999. pg. 292–316.

<sup>9</sup> Sternberg, R.: Beyond, IQ: A Triadic Theory of Intelligence, Cambridge, Cambridge University Press, 1985. str. 119–123.

unutrašnje ravnoteže i uslove da ličnost funkcioniše na nižim nivoima od prirodnih datosti.

Stručnjaci istraživačkog centra PACE intenzivno rade na promociji programa kako bi zainteresovali sve odgovorne u obrazovnom sistemu SAD da na svim obrazovnim nivoima počnu da menjeju dosadašnji obrazovni koncept i prihvate novi, koji bi po mišljenju tima centra, imao nemerljive koristi za svakog učesnika u sistemu.

### **Zaključak**

Interesovanje koje je među stručnjacima različitih provenijencija (neurobiolozi, psiholozi, sociolozi) izazvala kreativnost, rezultirala su brojnim istraživanjima. U protekle dve decenije posebno su se razvila neurobiološka istraživanja koja su odgonetnula mnoge tajne vezane za funkcionisanje moždanih struktura. Teze o naslednim komponentama kreativnosti omogućiće da se u skoroj budućnosti sagledaju praktični aspekti ovih otkrića, kako bi se kreativnost u svim oblastima ljudske delatnosti, u društvenim zajednicama tretirala kao društveno dobro, koje treba da se u posebnim uslovima neguje i razvija. Kreativni pojedinci, čiji sklop crta ličnosti omogućava da u određenim oblastima delatnosti kreiraju i realizuju nove materijalne i duhovne proizvode, treba da budu podsticani i podržani u zajednici u kojoj se razvijaju i stvaraju. Društvene razvojne politike treba da prate istraživanja kreativnih procesa, kako bi stvorili pozitivnu i podsticajnu socijalnu klimu u kojoj bi osobe sa posebnim kreativnim potencijalima mogle da se nesmetano razvijaju, kako bi rezultati njihovog rada doprinali napretku zajednice.

Psihološka istraživanja, prevalentno u SAD, usmerena su ka praktičnoj verifikaciji ideje da svaka osoba poseduje kreativni potencijal. Osobe koje imaju izražene kreativne mogućnosti lako i jednostavno se otkrivaju u socijalnoj sredini, koja, u zavisnosti od svojih ekonomskih mogućnosti i razvijenosti vrednosnih sistema usmerenih ka napretku, podržava edukaciju takvih ličnosti. Sve druge osobe koje se edukuju u sistemima koji ne favorizuju inovativnost, već praktično znanje, ostaju bez mogućnosti da otkriju neki od vidova kreativnosti koje poseduju. Zbog toga je osnovano više istraživačkih centara sa ciljem da koncipiraju praktične, primenjive programe koji će biti implementirani u obrazovni sistem. Promenom koncepta obrazovnog sistema, bilo bi omogućeno mnogim ljudima da tokom edukacije otkriju neki od kreativnih potencijala. Ako bi se kreativnost, koju, po pristalicama psiholoških teorija, poseduje svaka osoba, razvijala i koristila po novim principima edukacije, promena shvatanja i razmišljanja, pomogla bi da se većina jednostavnije prilagođava povećanim zahtevima realnosti u savremenoj civilizaciji.

Savremeni diskurs naučnih istraživanja kreativnosti je usmeren ka pronalazenju praktičnih mogućnosti, kako bi izrazito kreativne osobe imale društvenu potporu, a osobe koje nisu otkrile neki kreativni potencijal, mogle da se edukuju kako bi ga otkrile, sa ciljem da jednostavnije i slobodnije funkcionišu u savremenoj civilizaciji.

### Literatura:

- Abra, J (1989). Changes in creativity with age: Data, explanations and further predictions. *International Journal of Aging and Human Development*, 28(2), 105–107.
- Barron, F., Harrington, D. M. (1981). Creativity, Intelligence and Personality, *Annual Review of Psychology*, 32, 439–446.
- Carisson, I., Wendt, P. E., Risberg, J. (2000). On the Neurobiology of creativity: Differences in frontal activity between high and low creative subjects. *Neuropsychologia*, 38, 837–845.
- Đorđević, B., Maksić, S. (2005). Podsticanje talenta i kreativnosti mladih – izazov savremenom svetu. U: *Zbornik instituta za pedagoška istraživanja*, br. 1 god. 37. (jun 2005), 125–147.
- Flaherty, A. W., Graybiel, A. M. (1991). Corticostriatal transformation in the primate somatosensory system: Projections from psychologically mapped body-part representation. *Journal of Neurophysiology*, 66 (4), 1249–1253.
- Guyton, A., Hall, E. J. (1999). *Medicinska fiziologija*. Beograd: Savremena administracija, 799–865.
- Hasselmo, M. E., Linster, C., Patil, M., Cekic, M. (1997). Noradrenergic suppression of synaptic transmission may influence cortical signal to noise ratio. *Journal of Neurophysiology*, 77, 3326–3329.
- Jansovec, N., Jansovec, K. (2001). Differences in resting EEG related to ability. *Brain topography*, 12, 229–231.
- Stenberg, R. (1985). *Beyond IQ: A Triadic Theory of Intelligence*. Cambridge, Cambridge University Press, 119–123.
- Stuss, D. T., Knight, R. T (2002). *Principles of frontal lobe function*, New York, Oxford, 299–303.
- Tupala, E., Hall, H., Bergstrom, K., Sarkioja, T., Rasave, P., Mantero, T., Callway, J., Hiltunen, J., Tihoven, J. (2001). Dopamine D(2) D(3) receptor and transporter densities in nucleus accumbens and amygdala of type 1 and 2 alcoholics. *Molecular Psychiatry* 6 (3), 261–263.
- Weisberg, R.W. (1999). Creativity and knowledge: A challenge to theories. In: *Stenberg RJ editor, Handbook of creativity*. Cambridge: Cambridge University Press, 226–230.

**Prof. Dragica Stanojlović, PhD**

Preschool Teacher Training College “Mihailo Palov”

Vrsac

### NEUROBIOLOGICAL ASPECTS OF CREATIVITY

**Summary:** Creativity is a mental process, responsible for creation of new ideas, concepts and solving problems. There are many definitions in psychological, pedagogical and sociological literature.

In the past decade, with the development of technology, bioinformatics and DNA nanotechnology, scientific research is directed towards discovery of biological mechanisms in the genesis and development of mental processes. The target of neurobiological research is to find out an answer about brain regions which produce mental activity. Creativity is marked as one of the most



important mental activity for the concept of contemporary education and researchis of this mental category became very intensive in social and natural sciences. Neurobiological studies of brain activities, carried out by a complex technological equipments (fMRI, SPECT, PET, RCBF) and neuroimaging screenings, they managed to confirm events during the process of creativity. It is confirmed that the existing theoretical concept of phases where creative process runs (preparation phase, incubation, illumination and verification) directly related to the functions of prefrontal cortex area of brain. In this region happened processes remembering, making decision and finding solution which are fundamental postulates of creativity. Therefore, the prefrontal region is marked as the central zone attachment for creative activity. In the sphere of neurobiology research are neurotransmitters, which are responsible for transport of information and connection neuronal activity. In examination of dopamine and norepinephrine, transmitters which secrete specific regions of brain (substantia nigra, limbic system and nuclei tuberoinfundibulare of hypothalamic) it is discovered that from quality and quantity activity of these substances depends creative process. Indisputable scientific facts about biological base of creative abilities and creative motivations are directed researches in two basicly course. The first group of studies should get answers is it creaticity inherited and is it presented at all persons who have successful intelligence. In the secod group of studies are those which are based on genetic research which indicated correlation between presence the gene IGF2P and “g” factor of inelligence. In this context, supporters of genetic theories of creativity are defining as a form of giftedness.

In this article will present contemporary neurobiological discoveries of brain activities, that occur during creative processes. Introduction with this dimension of creativity, presents one of the aspects of consideration of this important teme.

**Key words:** creativity, neurobiology, brain activities, prefrontal region, transmitters.

