Evolucija mozga, inteligencije i kulture

Ševo, Ante

Undergraduate thesis / Završni rad

2012

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:675773

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO - MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

EVOLUCIJA MOZGA, INTELIGENCIJE I KULTURE

EVOLUTION OF BRAIN, INTELLIGENCE AND CULTURE

SEMINARSKI RAD

Ante Ševo
Preddiplomski studij molekularne biologije
(Undergraduate Study of Molecular Biology)
Mentor: doc. dr. sc. Damjan Franjević

Zagreb, 2012.

SADRŽAJ

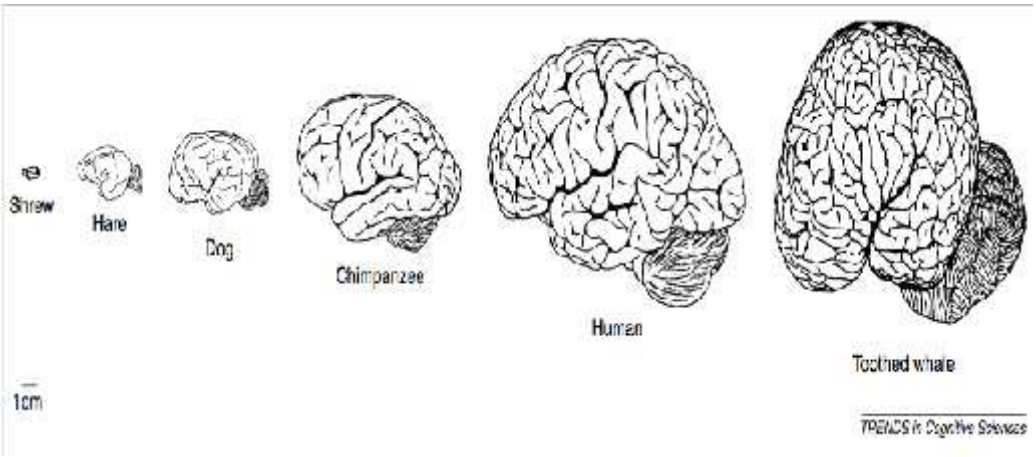
1. UVOD.....2
2. MOZAK I GENI.....3
3. INTELIGENCIJA I SVIJEST.....5
4. KULTURA.....6
5. ZAKLJUČAK.....8
6. LITERATURA.....10
7. SAŽETAK.....11
8. SUMMARY.....12

1. UVOD

U razvoju čovjeka sudjeluje više parametara. Najbitniji su mozak, geni, inteligencija, svijest i kultura . Neki od njih su podloga za razvoj ostalih, a njihovo međudjelovanje je od iznimne važnosti. Djeluju kao aktivatori jedni na druge, no u nekim slučajevima mogu biti i represori- neovisno o načinu djelovanja, međusobni utjecaj je neosporiv. Osim što su ti parametri bitni za razvoj čovjeka, bitni su i za razvoj ostalih životinja, no u manjem obimu i kompleksnosti. Svaki od pojedinih parametara će biti pobliže objašnjen u svojem poglavlju, ovisno o tome svrstavam li ga u "sklopovsku opremu" (mozak i geni), "programsku podršku" (inteligencija i svijest) ili "produkt/stimulans" (kultura). Njihovi odnosi će također biti objašnjeni jer predstavljaju iznimno bitan zatvoreni proces.

2. MOZAK I GENI

Apsolutna veličina mozga je česta osobina o kojoj se diskutira, bilo zbog promjene veličine kroz razvoj, bilo zbog povezanosti s inteligencijom, no veći mozak ne mora nužno značiti veću inteligenciju (Sl. 1.) Osim vanjskog izgleda mijenjala se i brzina provodljivosti i sposobnosti kortikalnih neurona (Tab. 1.), koji su iznimno bitni za kapacitet procesuiranja informacija (Roth i Dicke 2005).



Slika 1. Niz mozgova sisavaca sa anatomskim osobinama (Roth i Dicke 2005).

Tablica 1. Težina mozga, koeficijent encefalizacije i broj kortikalnih neurona navedenih sisavaca (Roth i Dicke 2005).

Animal taxa	Brain weight (in g)[a]	Encephalization quotient[b,c]	Number of cortical neurons (in millions)[d]
Whales	2600–9000	1.8	
False killer whale	5650		10 000
African elephant	4200	1.3	11 000
Man	1250–1450[e]	7.4–7.8	11 000
Bottlenose dolphin	1350	5.3	5800
Walrus	1130	1.2	
Camel	762	1.2	
Ox	450	0.5	
Horse	510	0.9	1200
Gorilla	430[e]–570	1.5–1.8	4300
Chimpanzee	330–430[e]	2.2–2.5	6200
Lion	260	0.6	
Sheep	140	0.8	
Old world monkeys	41–122	1.7–2.7	
Rhesus monkey	88	2.1	480
Gibbon	88–105	1.0–2.7	
Capuchin monkeys	26–80	2.4–4.8	
White-fronted capuchin	57	4.8	610
Dog	64	1.2	160
Fox	53	1.6	
Cat	25	1.0	300
Squirrel monkey	23	2.3	480
Baboon	11	0.4	
Marmoset	7	1.7	
Opossum	2.5	0.2	27
Squirrel	7	1.1	
Hedgehog	3.3	0.3	24
Rat	2	0.4	15
Mouse	0.3	0.5	4

Kod ostalih sisavaca mozak se brzo razvija sve do rođenja, nakon čega slijedi sporija faza; dok kod ljudi brzi razvoj mozga traje još dugo nakon rođenja (Lewin i Foley 2004). Ljudi su očito bespomoćniji duže vremena od ostalih sisavaca, jer briga za mlade i obrazovanje traju prilično dugo, što ima veliki utjecaj na društveni život - zato je i ljudski društveni život toliko kompleksniji.

Gen *microcephalin* je regulator veličine mozga. Mutacija u tome genu (loss-of-function) uzrokuje značajno smanjenje volumena mozga, no zadržava ukupnu neuroarhitekturu; isto tako, meta je jake pozitivne selekcije u evolucijskoj lozi počevši od predaka primata pa sve do ljudi (Evans i sur. 2006).

Evans i suradnici (2006) su istraživali porijeklo *microcephalin* D alela u modernih ljudi te pokazali da se loza koja vodi do modernih ljudi razdvojila od druge *Homo* loze, nakon čega su ostali u reproduktivnoj izolaciji oko 1.100.000 godina (fosili pokazuju da se prvi anatomski moderni čovjek pojavio prije oko 200.000 godina u Africi i nakon toga proširio po svijetu). Tijekom tog perioda, loza modernog čovjeka nije imala D alel *microcephalina*, dok je druga *Homo* loza imala D alel. Takva razlika između ova dva alela je nastala zbog velikog broj različitih sekvenci nagomilanih kroz sve te godine. Prije otprilike 37.000 godina dogodilo se križanje između navedenih loza, dovodeći kopiju D alela u anatomski moderne ljude. Originalna *Homo* populacija koja je nosila D alel je od tada izumrla, a kopija D alela se proširila svijetom s velikom frekvencijom - zbog pozitivne selekcije (Evans i sur. 2006).

Mnogo vremena su putevi evolucije i razvoja jezika bili nejasni, dok nije otkriven transkripcijski faktor FOXP2, koji je kod sisavaca dosta očuvan; a kod ljudi su prisutne čak dvije aminokiseline, koje kod ostalih sisavaca nisu prisutne (Konopka i sur. 2009). Nakon što je napravljan transgenični miš s ljudskim FOXP2, povećala mu se duljina dendrita, promijenila mu se ultrasonična vokalizacija, promijenila mu se ekspresija gena u mozgu naspram normalnih miševa. Osim toga, otkriveno je da FOXP2 igra važnu ulogu u razvoju motoričkih funkcija, brahiofacijalne formacije, hrskavice i veznog tkiva- strukture važne za razvoj govora i jezika (Konopka i sur. 2009).

3. INTELIGENCIJA I SVIJEST

Inteligenciju najbolje opisuju sposobnost, brzina i uspješnost rješavanja problema i snalaženja u novim situacijama (Roth i Dicke 2005). Iz vlastitog iskustva, kao i iz prethodno navedenoga, možemo zaključiti da ona ovisi o mnogo faktora koji svakodnevno djeluju na jedinku (anatomski, fiziološki, društveni, …).

Svijest je privilegirano stanje subjektivne realnosti, koje ne postoji samo kod nas ljudi, već i kod drugih životinja- slonovi surađuju pri rješavanju problema, hobotnice planiraju i koriste alate (ljuske kokosa koriste kao pokretna skloništa), čimpanze uče mlade kako izraditi alate. Čak i emocije ne ovise o posebnim strukturama mozga, već su mnoge neuralne regije uključene pri uspostavljanju emocija, koje su bitne za nastanak istih kod životinja. Tako novo formalizirana koncepcija svjesnosti sugerira da životinje koriste svoj mozak za razvoj nekih subjektivnih doživljaja (Harmon 2012).

Ljudi posjeduju sposobnosti poput kreativne inteligencije, koja nadvisuje potrebu za nužnim svakodnevnim aktivnostima, korištenjem jednostavnih tehnologija, kao i sudjelovanja u normalnim ljudskim odnosima. Majmuni su prilično inteligentni usprkos prilično nezahtjevnoj svakodnevnici (Lewin i Foley 2004). Zanimljivo je zašto je tako, no odgovor možemo potražiti u svojoj svakodnevnici. Razvijen društveni život, podjela vremena na hranjenje, igru, učenje, predviđanje situacija, manipuliranje drugima, stvaranje saveza i prijateljstava - sve je to bitno za razvoj inteligencije do razine više nego dovoljne za obavljanje svakodnevnih aktivnosti- kako kod majmuna, tako i kod nas.

Radna memorija - povećan kapacitet zadržavanja i manipuliranja informacijama u svijesti pojedinca, a istovremeno izvođenje posebnih zadataka (Balter 2010). Smatra se da je ta sposobnost bila jedna od ključnih za skok u razvoju inteligencije, jezika, govora, iskustva i svjesnosti. Upravo zbog razvoja radne memorije ljudi se mogu izraziti kroz umjetnost, sport, glazbu, simbolično ponašanje, pravilan govor i jezik, planiranje vremena i prostora, izrađivati komplicirane strojeve i ostala tehnološka dostignuća, kao i još mnogo toga.

Biti sposoban pogledati u svoj um i vidjeti vlastite reakcije i reakcije drugih, ultimativni je alat čovjeka kao društvene životinje (Lewin i Foley 2004). Stvarnost puno realnije upravo zbog toga možemo doživljavati, upuštati se u intenzivnije odnose, naprezati svakodevno svoju svijest i moć razmišljanja - što konstantno pridonosi razvoju inteligencije i svijesti.

4. KULTURA

Prijelaz iz biološke evolucije prema kulturološkoj evoluciji je nastao oslobođenjem od okvira prirodne selekcije (Lewin i Foley 2004). Čovjek je počeo kreirati svijet oko sebe prema sebi i svojim željama, počeo se odupirati prirodi i tražiti način za lakši, obogaćeniji i dugovječniji život.

Kultura (Sl. 2.) predstavlja sredstva prenošenja informacije pojedinca pojedincu na način različit od genetskog. Kulturološka evolucija teče neovisno o genetskoj, jer nam time omogućuje brže kolanje društvom (kroz ideje i tehnološke inovacije) i ubrzani razvoj (Lewin i Foley 2004).



Slika 2. Izražavanje kulture na različite načine (Culotta 2009).

Dvije su velike razlike koje razlikuju ljudsku kulturu od kulture čovjekolikih majmuna (sliči kulturi zadnjeg zajedničkog pretka ljudi), kumulativna priroda ljudske tehnologije i kumulativna priroda ljudskih kulturoloških institucija. Ipak, čovjekoliki majmuni u zatočeništvu pokazuju sposobnost kopiranja složenih tehnika (dovelo do povećanja u radnoj memoriji), no zadržavaju osnovnih obrazac ponašanja naspram onih u prirodi (Pradhan i sur. 2012). Da bi se mogao bolje opisati i objasniti razvoj tehnika i sposobnosti, razvijen je metrički sustav koji opisuje stupanj potonjega (Sl. 3.).

Technology level	Description	Examples sticks	Examples stones
TL0	A single action (use object as tool)	Use a stick found nearby to poke into hole	Use a stone found nearby to pound nuts or bones[a]
TL1	A single action, followed by other coordinated action (use object as tool on prepared substrate)	Take a stout branch found elsewhere to a suitable anvil and use as a wooden hammer	Take a stone found elsewhere to a suitable anvil, and use to pound
TL1	A single action or set of closely related actions on one object, which is subsequently used as a tool (tool manufacture)	Break a twig from a branch, trim to size (and perhaps remove side-twigs, etc.), and use as tool	Hit stone on hard surface to produce flakes, through the anvil or throwing techniques[b], and use flakes as tool
TL2	Two distinct, subsequent actions on one object, which is subsequently used as tool (composite tool)[c]	Prepare a twig to become a probe, and subsequently fray the end of the probe, thus improving its efficiency[d]	Not applicable due to body restrictions (body actions on stones are meaningless)
TL2	Integrated actions on two distinct objects, which are each produced separately (tool set)	Use of a separately prepared perforating stick to create a tunnel, followed by use of separately produced probe to extract termites[e]	Not applicable due to body restrictions
TL2	Co-action, two carefully integrated actions on two objects, one in each hand	Not applicable due to material restrictions (wood vs. stones)	Hitting a hand-held stone core with a stone hammer to produce an Oldowan flake (using hard-hammer percussion or bipolar technique) [b]
TL3	Use a made tool to modify another tool (combining manufactured tools)	Not applicable due to material restrictions	Use an Oldowan flake, produced earlier, to sharpen a stick for more effective use[c]
TL3	Use co-action (TL2) many times in a coordinated sequence	Not applicable due to material restrictions	Produce an Acheulean hand axe[b]
TL3	Use two different co-actions in integrated sequence	Not applicable due to material restrictions	Use hard hammer to prepare a core, followed by soft hammer, to produce flakes off an Acheulean handaxe[b]
TL3	Integrated actions on three distinct objects, which are each produced separately	Use of separately prepared pounding stick, followed by a lever tool, followed by a dip stick to obtain honey from bee nests[f]	Not applicable due to body restrictions
TL4	Use two different co-actions in integrated sequence, followed by independent finishing with another tool	Not applicable due to material restrictions	As in TL3 above, followed by resharpening[b]

Slika 3. Definicije i objašnjenja nivoa tehnologije (Pradhan i sur. 2012).

Homidi su u jednom razdoblju prešli nivo tehnologije čimpanzi pokazujući napredak prema kumulativnoj tehnologiji (Pradhan i sur. 2012). Simulacije koje su provedene navode na zaključak da je taj razvoj u homida induciran promjenama u socijalnoj organizaciji, koji je doveo do veće društvenosti kroz organiziran lov i slično; što je dalje dovelo do poboljšane društvene predaje vještina i sposobnosti. Također, simulacije su implicirale da znatno nakupljanje tehnologije može biti postignuto bez povećanja stope inovativnosti, veličine populacije ili razvojnog vremena- što potvrđuju fosili i arheološki podaci (Pradhan i sur. 2012).

5. ZAKLJUČAK

Svatko od nas svojim znanjem pridonosi razvoju društva, a time i inteligencije, bilo svojom inovativnošću ili opažanjima. Velika većina razvija sebe i društvo opažanjima i imitacijom, što je u ovako ubrzanom svijetu najbolja strategija (Pennisi 2010). S obzirom koliko je ljudi na Zemlji, logično je da ne mogu svi biti toliko inovativni da utječu na razvoj društva i tehnologije, no i samim oponašanjem već viđenog, u velikoj mjeri mijenjamo sve oko sebe, kao i svoju svijest i inteligenciju.

Svijest je privilegirano stanje subjektivne realnosti, koje ne postoji samo kod nas ljudi, već i kod drugih životinja - što sugerira da životinje koriste svoj mozak za razvoj nekih subjektivnih doživljaja (Harmon 2012). Inteligencija je dio osobnosti svakog pojedinca, kao što je i svijest, a njihov međuodnos je iznimno bitan. Općenito gledajući stupanj svjesnosti proporcionalno ovisi o stupnju inteligencije- u većini slučajeva, no ima i iznimaka koje su krajnost (autizam i sl.). Razumljivo je da je svijest subjektivno stanje, no kao takvo također može biti gradirano (osoba A smatra da zmija otrovnica nije opasna, osoba B smatra da je zmija otrovnica opasna-> osoba B je svjesnija).

Društvo u velikoj mjeri utječe na razvoj kulture i pojedinca - dijete sa nevjerojatnim talentom i sposobnostima u lošoj okolini nikad neće moći to ispoljiti. Na razini velike populacije, jako dobro povezane u svrhu primanja novosti i razmjenjivanja informacija, dovoljna je nekolicina ljudi da razvija sebe i tehnologiju, čime će povući i ostale ljude kroz imitaciju ili vlastiti razvoj novog sebe i materijalnih noviteta; no ako je pleme u dubini Amazonske prašume, nepovezano na bilo koji način s ostatkom svijeta, iznimno mala je vjerojatnost da će se ubrzano razvijati, kako na pitanju komunikacije i međuljudskih odnosa, tako i po pitanju znanosti, tehnologije i svega ostalog.

Kad je populacija dosljedno počela koristiti neku tehnologiju, odabir iste je poboljšao kognitivne sposobnosti, omogućavajući brži razvoj i stjecanje inovacija i složenijih tehnika. Povećanje veličine mozga tijekom ranog razvoja homida bilo je potaknuto tehnološkom evolucije, a ne drugim čimbenicima kao što su društvene složenosti po sebi. Kvalitativne promjene u tehnološkoj evoluciji došle su mnogo kasnije, u obliku donirane tehnologije, kad su pojedinci mogli koristiti proizvode nastale tuđim naporima, dopuštajući im da preskoče mnoge korake u procesu učenja, a pojedinci su mogli specijalizirati određene podskupove vještina prisutnih u populaciji kao cjelini.

Razvoj mozga i inteligencije daju podlogu razvoju kulturi (Lewin i Foley 2004). Osim potonjega, iznimno je bitan i razvoj svijesti, koji je u međuodnosu sa svim navedenim parametrima (mozak, inteligencija, kultura). Nije samo bitan taj smjer razvoja, već je bitan i utjecaj kulture na razvoj elemenata koji su joj razvoj i omogućili. Kultura zbog svojih posebitosti poput subjektivnosti, kreativnosti, estetike i još mnogo toga, utječe na razvoj i napredak pojedinca i društva po pitanju inteligencije, svijesti i mozga. Dakle, stvaramo zatvoreni proces s parametrima koji međusobno utječu jedni na druge i pospješuju međusobni razvoj.

.

6. LITERATURA

Balter M., 2010. Did working memory spark creative culture? *Science* 328, 160-163.

Culotta E., 2009. On the origin of religion. *Science* 326, 784-787.

Evans P.-D., Mekel-Bobrov N., Vallender E.-J., Hudson R.-R., Lahn B.-T., 2006. Microcephalin, a gene regulating brain size, continues to evolve adaptively in humans. *PNAS* 103, 18178-18183.

Harmon K. 2012. Octopuses gain consciousness (According to Scientists' Declaration). *Scientific American*.

Konopka G., Bornar J.-M., Winden K., Coppola G., Jonsson Z.-O., Gao F., Peng S., Preuss T.-M., Wohlschlegel J.-A., Geschwind D.-H., 2009. Human-specific transcriptional regulation of CNS development genes by FOXP2. *Nature* 462, 213-218.

Lewin R., Foley R.-A., 2004. Principles of human evolution. U: Evolution of the brain, intelligence, and culture. Blackwell science ltd., 447-464.

Pennisi E., 2010. Conquering by coping. *Science* 328, 165-167.

Pradhan G.-R., Tennie C., Schaik van C.-P., 2012. Social organization and the evolution of cumulative technology in apes and hominis. *Journal of human evolution*.

Roth G., Dicke U., 2005. Evolution of the brain and intelligence. *Trends in cognitive sciences* 9, 250-257.

7. SAŽETAK

Mozak se mijenjao veličinom, brzinom provodljivosti i sposobnosću kortikalnih neurona (Roth i Dicke 2005). Gen *microcephalin* je regulator veličine mozga, a loss-of-function mutacija u njemu uzrokuje značajno smanjenje volumena mozga, no zadržava ukupnu neuroarhitekturu (Evans i sur. 2006). Transkripcijski faktor FOXP2 igra važnu ulogu u razvoju motoričkih funkcija, brahiofacijalne formacije, hrskavice i veznog tkiva- struktura važnih za razvoj govora i jezika (Konopka i sur. 2009). Inteligenciju najbolje opisuju sposobnost, brzina i uspješnost rješavanja problema i snalaženja u novim situacijama (Roth i Dicke 2005). Svijest je privilegirano stanje subjektivne realnosti, koje ne postoji samo kod nas ljudi, već i kod drugih životinja (Harmon 2012). Sposobnost radne memorije jedna je od ključnih varijabli za skok u razvoju inteligencije, jezika, govora, iskustva i svjesnosti (Balter 2010). Kultura predstavlja sredstva prenošenja informacije pojedinca pojedincu na način različit od genetskog (Lewin i Foley 2004). Razvoj mozga i inteligencije daju podlogu razvoju kulturi (Lewin i Foley 2004). Osim potonjega, iznimno je bitan i razvoj svijesti, koji je u međuodnosu sa svim navedenim parametrima (mozak, inteligencija, kultura).

8. SUMMARY

The brain can change with size, speed and conductivity of cortical neurons (Roth and Dicke 2005). Microcephalin gene is regulator of brain size, and with loss-of-function mutation cause a significant reduction in brain volume, but retains overall neuroarchitecture (Evans et al. 2006). Transcription factor FOXP2 plays an important role in development of motor functions, brachiocephalic formation, cartilage and connective tissue- structures that are important for the development of speech and language (Konopka et al. 2009). Intelligence is ability of speed and efficiency of problem solving and managing with new situations (Roth and Dicke 2005). Consciousness is the privileged status of subjective reality, which exists not only in humans, but also in other animals (Harmon 2012). The ability of memory is one of the key variables for the leap in the development of intelligence, speech, experience and awareness (Balter 2010). Culture is a means of conveying information about an individual to the individual in a way different from the genetic (Lewin and Foley 2004). Development of brain and intelligence are basis for development of culture (Lewin and Foley 2004). In addition to the latter, development of consciousness is extremely important, which interact with all these parameters (brain, intelligence, culture).