

Utjecaj glazbe na razvoj i plastičnost mozga

Salamon, Iva

Undergraduate thesis / Završni rad

2013

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/um:nbn:hr:217:105518>

Rights / Prava: [In copyright/Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-29**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEUCILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO- MATEMATICKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

**UTJECAJ GLAZBE NA
RAZVOJ I PLASTI NOST MOZGA**

**THE INFLUENCE OF MUSIC ON
THE BRAIN DEVELOPMENT AND PLASTICITY**

SEMINARSKI RAD

Iva Salamon

Preddiplomski studij molekularne biologije
(Undergraduate Study of Molecular Biology)

Mentor: Prof. dr. sc. Dubravka Hranilović

Zagreb, 2013.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. BIOMUZIKOLOGIJA	3
2.1 POVEZANOST GLAZBE I MOZGA.....	4
2.2 ZNANSTVENI PRINCIPI.....	5
2.3 LOKALIZACIJA PERCEPCIJE GLAZBE U MOZGU	5
2.3.1 UHO I MOŽDANO DEBLO.....	5
2.3.2 <i>PLANUM TEMPORALE</i> I HIPOKAMPUS.....	6
2.3.3 LIMBIČKI SUSTAV	7
3. ČMOZARTOV UČINAK}	9
3.1 IZVORNO ISTRAŽIVANJE O U INKU GLAZBE NA MOZAK- "MUSIC AND SPATIAL TASK PERFORMANCES"	9
3.2 TEORIJE O POSTOJANosti KRATKOTRAJNOG "MOZARTOVOG U INKA"	10
3.3 NANTAIS-SCHELLENBERG ISTRAŽIVANJE.....	12
3.4 KARAKTERISTIKE GLAZBE KOJA POBU UJE "MOZARTOV U INAK"	14
4. DUGOTRAJAN UČINAK GLAZBE	15
5. KONKRETNA PRIMJENA GLAZBE	16
6. ZAKLJUČAK.....	17
7. POPIS LITERATURE	18
8. SAŽETAK.....	20
9. SUMMARY	21
10. ZAHVALA.....	22

1. UVOD

Glazba se oituje kao važna sastavnica svakodnevnoga života i kulture od predistorijskog razdoblja (kultura Cro-Magnon-a i Neandertalca) pa sve do razdoblja moderne glazbe 21. stoljeća. Obzirom da zadire u gotovo sve domene života ljudi i životinja, teško je ponuditi to nu definiciju glazbe, no sasvim je sigurno da je ona univerzalni jezik, odnosno "Muzika je otvorena veća od sve mudrosti i filozofije." (Ludwig van Beethoven).

Od davnine je poznato da glazba ima moć izljeđenja bolesti duha i tijela te je dugo vremena korelacija između glazbe i odgovora tijela na njeno prisutstvo pripadalo području mistike i nadnaravnog. Platon je vjerovao da glazba ima ključnu ulogu u formiranju karaktera pojedinca te da može utjecati na njegove emocije, Hipokrat je također preferirao sviranje muzike s ciljem izljeđenja bolesti umra, a Aristotel je smatrao da glazba djeluje na dušu zato što proističe emocije. Grčka kultura imala je snažan utjecaj na razvoj terapije glazbom zato što je primjeđeno da glazba pobijeđuje fizički odgovor tijela. Također, koristili su je za postizanje gotovo savršenog imuniteta, zdravlja (eng. *wellness*) i dinamičkog stanja u kojem je individua sposobna dostići svoj maksimum te postignuti optimalni balans između unutarnjeg i vanjskog okoliša. Takva spona glazbe i ljudskog tijela dugo je vremena bila temelj grčke medicine (Shaw, 2004). U antičkoj Grčkoj, za vrijeme održavanja Olimpijskih igara, glazbenici su izvodili svoja djela na flauti i kitari radi vjerovanja da se na taj način poboljšavaju performanse atletičara. Naime, i u srednjem vijeku vjerovalo se da je dugosatno plesanje popravljeno glazbom lijek protiv brojnih neuroloških problema, kao npr. drhtanja i raznih otrova (Cervellin i Lippi, 2011).

U 19-tom stoljeću napušteno je dotadašnje mistificirano shvatanje glazbe i zaprošala su brojna istraživanja koja nastoje otkriti djelovanje glazbe na fiziološke funkcije. Stoga, možemo reći da je danas zastupljeno sofisticiranje mišljenje, poznatije pod terminom "Mozartov učink" kojeg je prvi put upotrijebio Don Campbell u svojoj knjizi "The Mozart Effect" (1997). Iako postoji mnogo znanstvenih radova koji opovrgavaju njegovo postojanje zato što znanstveni temelji ovog fenomena i dalje nisu u potpunosti shvatieni, sigurno je da glazba djeluje pozitivno na ljude, bilo emocionalno, zdravstveno, a možda i intelektualno (Thompson i Andrews, 2000).

Ukupni efekt glazbe na mozak ovisi o njenom intezitetu, tonalitetu, ritmu, dinamici i boji zvuka (kombinacija tonova). U prilog tome ide i tzv. neandertalska flauta starosti 50 000 godina (razdoblje srednjeg paleolitika) koja je napravljena od životinjske kosti, a posebno je zanimljiva zbog rasporeda rupa koje odgovaraju današnjim glazbenim ljestvicama s cijelim tonovim i polotonovima (**Slika 1**).



Slika 1. Najstariji muzički instrument s neandertalskog nalazišta u Sloveniji.
(preuzeto prema McDermott i Marc, 2005).

Tako je, 1914. godine E. O'Neil Kane je u "The Journal of the American Medical Association" publicirao rad o prvom eksperimentu kojem je cilj bio ustanoviti u inak glazbe u medicinskim tretmanima. Rezultati su bili i više nego zadovoljavajući i obzirom da je ustanovljeno da upotreba fonografa u operacijskoj sali i sobi za oporavak smanjuje potrebu za analgeticima kao i tjeskobu koja se može javiti kao postoperativni problem. 1918. godine Hyde i Scalapino su radili snimanje elektrokardiograma, prvi pokus koji se bazirao na upotrebi napredne tehnologije, te ustanovili da niski tonovi smanjuju krvni tlak i povećavaju otkucaje srca, dok napeta i uzbudujuća glazba povećava krvni tlak i otkucaje srca. Osim ovakvih fizioloških učinaka na autonomni živani sustav, danas se može pronaći sve više radova kojima je fokus proučavanje područja korteksa koji se aktiviraju u prisutstvu glazbe (Cervellin i Lippi, 2011).

Cilj ovog završnog seminara je objasniti u inak glazbe, prije svega, na razvoj i plastičnost mozga, a onda i na ovjeka u cjelini, objasniti paradigmu "Mozartov u inak" te dati kritički osvrt na poznata znanstvena uvjerenja vezana uz kompleksnu vezu između neuropsihologije, neuromuzikologije i ljudske biologije.

2. BIOMUZIKOLOGIJA

Biomuzikologija kao nova znanstvena disciplina, osnovana 1991. godine pod vodstvom Nills L. Wallina, bavi se proštanjem glazbe s biološkog stajališta, polazeći od zaštaka glazbe pa sve do otkrivanja primjene glazbe u medicinskim i psihološkim tretmanima (glazba kao terapija), na javnim površinama gdje utječe na ponašanje itave grupe ljudi ili životinja¹, u audiovizualnim medijima te objašnjava upotrebu glazbe prijenosu i usvajanju novih sadržaja. Iz navedenih primjera ovakva *primjenjena muzikologija* mogla bi biti dovoljno veliki poticaj za eksperimente i ulaganja upravo u ovu znanstvenu domenu (Wallin i sur., 1999).

Biomuzikologiju dijelimo na tri grane: 1) evolucijsku muzikologiju, 2) komparativnu muziokologiju i 3) neuromuzikologiju.

Tablica 1. Podjela biomuzikologije (preuzeto i prilagođeno na temelju Wallin i sur., 1999).

EVOLUCIJSKA MUZIKOLOGIJA	KOMPARATIVNA MUZIKOLOGIJA	NEUROMUZIKOLOGIJA
porijeklo glazbe	funkcija i primjena glazbe	područja mozga uključena u procesiranje glazbe
selekcijski pritisci u podlozi evolucije glazbe	opće osobine glazbenog ponašanja i glazbenih sustava	ontogeneza glazbenih procesa i vještina
evolucija objekta i glazbe	prednosti i ulaganje u glazbu	neuralni i kognitivni mehanizmi procesiranja glazbe
pjesme kod životinja		

¹ “Neuropsihologija je studija o odnosima između mozga i ljudskog ponašanja, rasta i razvoja, i bolesti i deficitata” (Thompson i Andrews, 2000).

2.1 POVEZANOST GLAZBE I MOZGA

Glazba uklju uje jezik, senzori ki sustav i emocionalni doživljaj, dok koordinirane aktivnosti raznih podru ja u mozgu (pogotovo limbi kog sustava) omogu avaju da skladamo, sviramo, itamo i uživamo u glazbenim djelima.

Kako bismo mogli razumjeti na koji na in mozak percipira glazbu, najprije treba shvatiti njenu gra u i svojstva. Glazba je gra ena od tonova² odnosno od fundamentalne frekvencije koja predstavlja generalno najmanji zvuk u tonu ili dominantni zvuk u tonu i suzvu ja (eng. *overtone*) - srodne frekvencije koja se stapa s fundamentalnom frekvencijom. Obi an procesiraju i zvuk je sastavljen od serije visokih i niskih tonova koji su registrirani na bazilarnoj membrani uha. Visina tona koju uho uje je to ka maksimalne stimulacije, a na membrani se nalazi mapa razli itih frekvencija tonova. Stoga, možemo re i da se glazba uje i doživljava kao sekvenca tonova, a upravo je taj odnos izme u tonova važan kao što je bitna veza me u rije ima u jeziku (Norden, 2007).

I jezik i muzika pokazuju ritam, tempo i anticipaciju (može se predvidjeti kako e završiti skladba), no ovisno o na inu na koji je zvuk reprezentiran mozgu, može se shvatiti zna enje. Dakle, samo jedan zvuk ništa ne zna i, ali niz zvukova jedan iza drugoga imaju zna enje (npr. neka poznata skladba) te iz tog razloga možemo misliti i u tonovima i u rije ima. Neka muzika nama se ne ini smislenom i ugodnom, a to je samo zato što u djetinjstvu nismo bili izloženi takvoj vrsti glazbe i zato takav tip glazbe nije mogao u nama pobuditi emocionalni odgovor. Glazba je, kao i jezik, kreativni sadržaj, što zna i da se tonovi i rije i mogu poslagati na brojne na ine, a da pritom i dalje imaju smisao (odlika moždanih hemisfera). Važno je napomenuti da se ta kreativnost nalazi unutar okvira pravila koje nalaže odre ena tradicija (zato razlikujemo melodiju od buke) (Norden, 2007). Tijekom odrastanja izloženi smo nekom odre enom tipu glazbe i naš mozak "upija" te tonove kako bi stvorio osnovnu formu ili pravilo koje nam omogu ava da budemo kreativni i da složimo tonove u nekaku muziku formu koja ima smisao. Dakle, naš mozak u starijoj životnoj dobi nije u mogu nositi reproducirati glazbu drugih kultura (to vrijedi ako nikad prije nismo bili izloženi takvim glazbenim djelima) i zato takva glazba ne dopire do nas i ne pri a nam na osob-

² Odre eni zvuk koji se od neodre enog zvuka, poput šuma, razlikuje zato što ima boju, ja inu, visinu i trajanje.

noj razini. Iako su glazba i jezik instiktivne, glazba ipak ima veću moć u ekspresiji emocija od jezika i to lako prepoznajemo prilikom slušanja ili pjevanja pjesama (McDermott i Marc, 2005).

2.2 ZNANSTVENI PRINCIPI

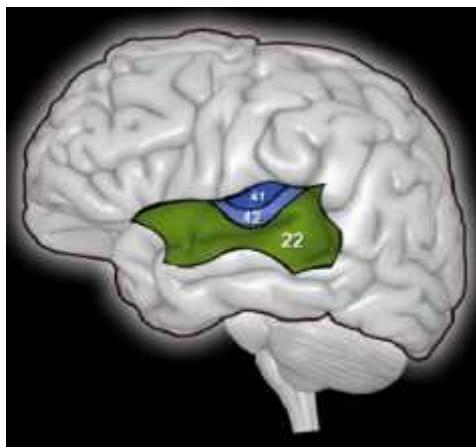
Danas postoji nekoliko temeljnih znanstvenih principa na koje se pozivaju znanstvenici diljem svijeta kada istražuju znanstvene enigme sa područja neurologije, neurofiziologije i neuropsihologije kao i strukturu i funkcioniranje mozga. (1) Prvi princip objašnjava da je naš životni sustav organiziran tako da reagira na stimulacije koje primimo pomoću posebnih osjetila kao što su vid, osjet sluhu, okusa, mirisa i tjelesnih osjeta. Dokaz tome jest da nekakav podražaj (npr. slušanje određenog tipa glazbe) povlači dotok krvi (što se dolazi i povećana količina kisika i hranjivih tvari) u mozak pa se kao posljedica javlja rast odnosno grananje dendrita. (2) Kada dođe do oštećenja jedne strane moždane hemisfere, suprotna strana može preuzeti izgubljenu funkciju. Ukoliko individua ima probleme u rastu i razvoju živčanog sustava, preporuka je intervencija u najranijoj životnoj dobi kako bi efekt bio što uspješniji. Međutim, danas je poznato kako se i u odraslih ljudi mozak konstantno razvija i mijenja stoga se vjeruje da se kroz razne podražaje koje primamo putem senzorika mogu sustava može snažno djelovati na plastičnost živčanog sustava. Sukladno s predhodnim principom i (3) receptori za neurotransmitere pokazuju svojstvo plastičnosti. (4) Tijek razvoja i rasta procesa se događaju kroz dulji vremenski period (Thompson i Andrews, 2000).

2.3 LOKALIZACIJA PERCEPCIJE GLAZBE U MOZGU

2.3.1 UHO I MOŽDANO DEBLO

Posrednik koji je zaslužan za primanje i prijenos zvuka od vanjske okoline pa sve do viših auditornih područja u mozgu nazivamo ušima (sastoje se od vanjskog, srednjeg i unutarnjeg uha) (Tomatis, 2004). Područje mozga koje prima zvukni signal (intenzitet i frekvenciju tona) od Cortijevog organa (nakupine elektromehaničkih stanica s dionicama) preko slušnog živca, naziva se moždano deblo (Guyton, 2006). Njegova karakteristika je i mogućnost lokalizacije i procesiranja glazbe, iako na znatno primitivnijoj razini. Tako grubo obraćena informacija šalje se u više auditorne dijelove velikog mozga, odnosno u primarnu slušnu koru koja se nalazi u 41-oj i 42-oj regiji (supra-)temporalnog režnja i u sekundarnu slušnu koru koja se nalazi u 22-oj regiji

temporalnog režnja (**Slika 2**). Takvo putovanje informacije u potpunosti je o ekivano s obzirom da je doživljaj glazbe primarno slušno iskustvo (Cervellin i Lippi, 2011).



Slika 2. Položaj primarne i sekundarne slušne kore (preuzeto prema http://v.youku.com/v_show/id_XMTYzODM2MTA4.html?f=4347372).

Kao i u jeziku, tako i u glazbi postoji dominacija, tj. specijalizacija moždane hemisfere. Desna hemisfera je dominantna za melodiju, boju zvuka i harmoniju te prepoznaće holistička svojstva glazbe dok je lijeva dominantna za ritam i frekvenciju tona. Naime, čini se da su lijeva i desna hemisfera jednakom aktivnoću u procesiranju istih tonova. Osobama koje nisu počele sa glazbenom školom ili ne posjeduju glazbeni talent aktivira se desna hemisfera mozga prilikom slušanja glazbe, dok je kod profesionalnih glazbenika centar neuralne aktivacije u lijevoj strani mozga. Oštete enje područja za razumjevanje jezika kod glazbenika može prouzročiti i gubitak razumjevanja i doživljaja glazbe (Cervellin i Lippi, 2011). Zahvaljujući ovoj podjeli, percepcija glazbe je uistinu neurološki jedinstvena i razlikuje se od osobe do osobe.

2.3.2 PLANUM TEMPORALE I HIPOKAMPUS

Prepostavlja se da su ista područja unutar mozga, zvana *planum temporale*, uključena u procesiranje jezika i glazbe. Osobe s apsolutnim sluhom imaju i površinski veći *planum temporale*, dok su oštete enja ovog područja mozga povezana s disleksijom (Keenan i sur., 2001). Kako se sekvence tonova procesiraju pomoću viših dijelova auditornih područja, njihovim oštete enjem nastaje amuzija, forma muzike agnozije u kojoj osoba gubi sposobnost shvaćanja glazbe (ritma ili melodije) i ne može razlikovati različite skladbe (Cervellin i Lippi, 2011). Takođe, kod djece koja su bila

izložena odre enom tipu glazbe u prenatalnom periodu razvoja došlo je do ubrzanog razvoja jezika i govora (dje je brbljanje).

Iako slušno podruje ima mogunost pamjenja jednostavnih i kratkih melodija, odmah ispod njega nalazi se hipokampus koji je uključen u mogunost pamjenja dugačkih sekvenci glazbe ali i u razvoju prostorno-vremenskih sposobnosti te se smatra da je ta veza razlog postojanja "Mozartovog učinka".

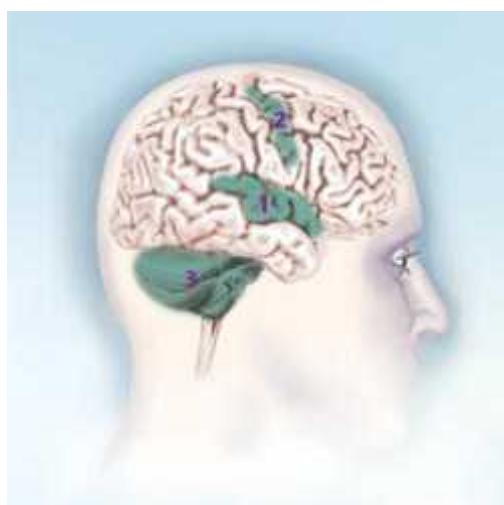
Kod glazbenika je lijeva hemisfera dominantna za gotovo sve aspekte muzike, dok se lijeva strana hipokampa aktivira za pamtjenje vrlo dugih melodija koje nemaju slike ili ne bi mogli zapamtiti. Ne zna se postaje li ona dominatna uslijed učestala vježbanja ili je kao posljedica nasljeđa (Norden, 2007).

2.3.3 LIMBIKI SUSTAV

Glazba ima emocionalnu komponentu, a posebno uključuje sustav za nagradu (Slika 3(a)) (Guyton, 2006). Slušanjem glazbe aktivira se sustav koji omogućava da se osoba osjeća bolje zato što dolazi do izlivanja neurotransmitera dopamina i endorfina (Norden, 2007).



(a)



(b)



(c)



(d)

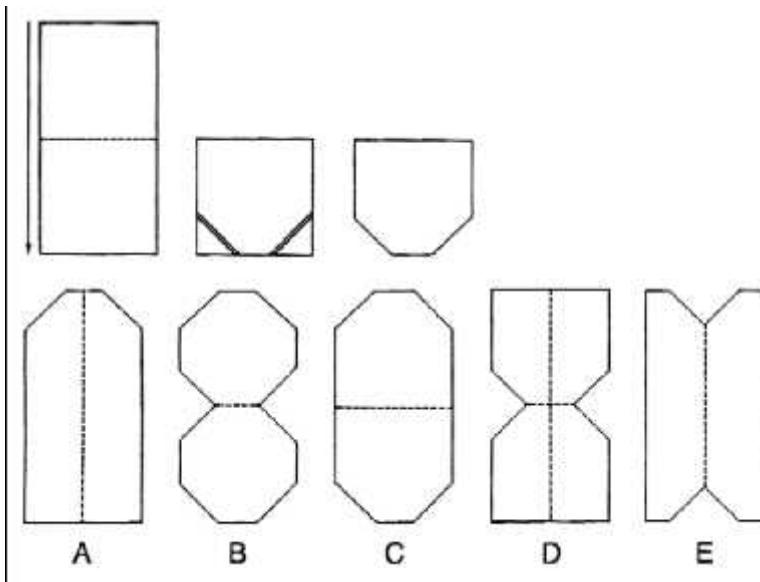
Slika 3. Mentalne aktivnosti mozga pod utjecajem glazbe (preuzeto iz <http://www.canadiangeographic.ca/magazine/jf06/alacarte.asp>).

- (a) Emocionalna reakcija na glazbu. **1**- ventralno segmentalno podru - je; **2**- amigdala.
- (b) Plasti na percepcija (aktivacija mozga prilikom sviranja instrumen - ta). **1**- slušni korteks; **2**- motori ki korteks; **3**- mali mozak.
- (c) Reakcija mozga na sviranje glazbe. **1**- slušni korteks; **2**- vizualni korteks; **3**- parijentalni lobus; **4**- motori ki korteks; **5**- senzori ki kor - teks; **6**- premotori ko podru je; **7**- frontalni lobus; **8**- mali mozak.
- (d) Aktivacija podru ja mozga prilikom zamišljanja glazbe. **1**- slušni korteks; **2**- frontalni girus; **3**- dorzolateralni frontalni korteks.

3. MOZARTOV U INAK

3.1 IZVORNO ISTRAŽIVANJE O U INKU GLAZBE NA MOZAK- |MUSIC AND SPATIAL TASK PERFORMANCES|

Znanstveno porijeklo ovog fenomena ili bolje re i paradigmе potje e sa Sveu ilišta Kalifornije-Irvine gdje su Rauscher, Shaw, i Ky 1993. godine podvrgnuli 36 studenata testovima kojima su se ispitivale prostorno-vremenske sposobnosti i performance. Nakon što su ih izložili trima razli itim situacijama u trajanju od po 10 minuta gdje su jedni slušali Mozartovu Sonatu za dva klavira u D-duru K. 448 / 375a, drugi su bili u tišini, a tre i su slušali relaksacijsku audio snimku. Iz rezultata se vidjelo kako je "Mozartova grupa" pokazala naprednije i kvalitetnije prostorno zaklju ivanje (npr. rješavanje *Testa savijanja i rezanja papira*). Kada su rezultati prostornog zaklju ivanja, mjereni pomo u tri podtesta sa Stanford-Binetove ljestvice inteligencije, pretvoreni u IQ vrijednosti, bilo je vidljivo pove anje za 8 do 9 bodova u korist "Mozartove grupe". Naime, Francis Rauscher je naglasila kako je u inak glazbe kratkotrajan (u trajanju od 10 do 15 minuta) i nema utjecaj na generalnu inteligenciju, ve prostornu inteligenciju (Rauscher i sur., 1993). Ubrzo nakon istraživanja uveden je pojam "Mozartov u inak" koji je relativno brzo krivo protuma en, pa je zato i zavladalo mišljenje da nas glazba ini pametnijima. Danas termin "Mozartov u inak" uklju uje sve od labaratorijskog eksperimenta u kojem dijete sluša glazbu u trajanju od 15 minuta, preko intenzivnog treniranja pomo u visoko specijalizirane opreme koju je osmislio Tomatis, pa sve do slušanja klasi ne glazbe u vlastitom domu" (Thompson i Andrews, 2000).



Slika 4. Primjer Stanford-Binetovog *Testa savijanja i rezanja papira* (preuzeto iz Steele i sur., 1999). Isprekidane crte predstavljaju mesta savijanja papira, a dvostrukе pune crte mesta rezanja papira. Osoba mora pogoditi kako će izgledati nesmotani papir nakon njegove transformacije (prikazana u gornjem redu). To je odgovor je "C".

3.2 TEORIJE O POSTOJANOSTI KRATKOTRAJNOG IMOZARTOVOG U INKA

Od početka su u znanstvenim krugovima postojale velike sumnje o vjerodostojnosti ovoga efekta, stoga su provedena brojna istraživanja na tu temu, ali samo ih je nekolicina uspjela dobiti pozitivne rezultate.

(1) Shaw i sur. (Shaw, 2004) ovaj fenomen pokušali su objasniti «trionskim modelom» koji zagovara ideju da slušanje, izvođenje i/ili skladanje vrlo složenih glazbenih djela pokazuje iste uzorke kortikalne aktivnosti (promišljanje, transformiranje, kreiranje, opažanje) kao što nalazimo prilikom rješavanja prostorno-vremenskih problema. Slušanje glazbe moglo bi biti dovoljno za jačanje aktivnosti mozga.

(2) Neki smatraju da se glavni problem originalnog istraživanja nalazi u izboru uvjeta u kojima su se testirali ispitanici. Slušanje Mozartove glazbe daleko je interesantnije i uzbudljivije od slušanja glazbe za relaksaciju ili boravljenja u tišini. Ova hipoteza zato predlaže ideju da glazba ima dobar efekt na prostornu inteligenciju zbog pobude enosti osjećaja uživanja (glazbenog uvažavanja), pozitivnog raspoloženja (emocionalna varijabla) ili uzbudjenja (fizička varijabla) prilikom slušanja Mozartove

sonate. Dobro raspoloženje poveava razinu dopamina koji djeluje na prefrontalni režanj i tako pozitivno interferira s rješavanjem problemskih zadataka i utječe na kognitivnu spoznaju (Husain i sur., 2002). Rauscherova je odmah kontrirala ovom stajalištu provođenjem novog eksperimenta u kojem se nekoliko različitih grupa štakora nalazilo u drugačijim uvjetima 60 dana *in utero*, no samo je grupa izložena Mozartovoj sonati K. 448 pronašla izlaz iz labirinta, brže i s manje pogrešaka. S obzirom da štakori nemaju svijest o potencijalnom uzbuđenju i uživanju, po njoj, ova hipoteza "ne drži vodu" (Chabris, 1999; Jenkins, 2001).

(3) Treća hipoteza je vjerojatnija zato što povezuje glazbeno obrazovanje i glazbenu preferenciju (ovisno o tipu glazbe kojom smo bili izloženi u djetinjstvu ili ranijoj adolescencijskoj te temperamentu) sa pojmom "Mozartovog u inka" (Rauscher i Hinton, 2006; Schellenberg, 2001).

(4) Četvrta hipoteza kaže da do ove misteriozne pojave ne dolazi kod korištenja drugih oblika prostornih zadataka već samo kod korištenja prostorno-vremenskih zadataka kao što je *Test savijanja i rezanja papira* (Schellenberg, 2001).

(5) Pojedini znanstvenici smatraju da testovi nisu dovoljno dobro mjerilo za utvrđivanje pojavnosti "Mozartovog u inka". Jednostavni zadaci mogu se riješiti automatizmom i tada glazba nema utjecaj na naše kognitivne sposobnosti (Schellenberg, 2001).

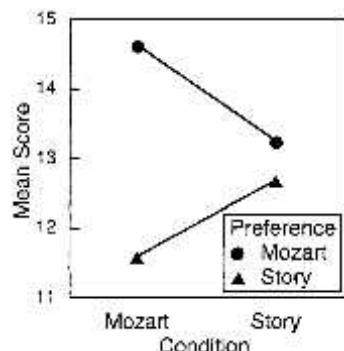
(6) Peretz je postavila teoriju koja se bazira na pretpostavci da su "glazbena percepcija i spoznaja relativno promjenjive, i, povrh svega, da su individualni aspekti glazbene spoznaje relativno promjenjivi i neovisni o ostalim aspektima. Na primjer, melodija i ritam su procesirani neovisno i u drugačijim područjima mozga, lirika je procesirana neovisno o pjesmama, i glazbene emocije su neovisne o glazbenoj memoriji" (Schellenberg, 2001). Peretz je proučavala pacijente s amuzijom i dokazala da su njihove prostorne sposobnosti ostale očuvane, čime je potvrdila svoju hipotezu.

(7) Postoji teorija koja pretpostavlja jedan oblik implicitne memorije (eng. *priming*), što znači da prethodna aktivnost (npr. računanje) aktivira određene neurone u mozgu, stoga se sljedeći zadatak izvodi bez kognitivne svijesti i znatno jednostavnije (neuroni uključeni u njegovo rješavanje ionako su pobuđeni prijašnjim podražajem) (Chabris, 1999).

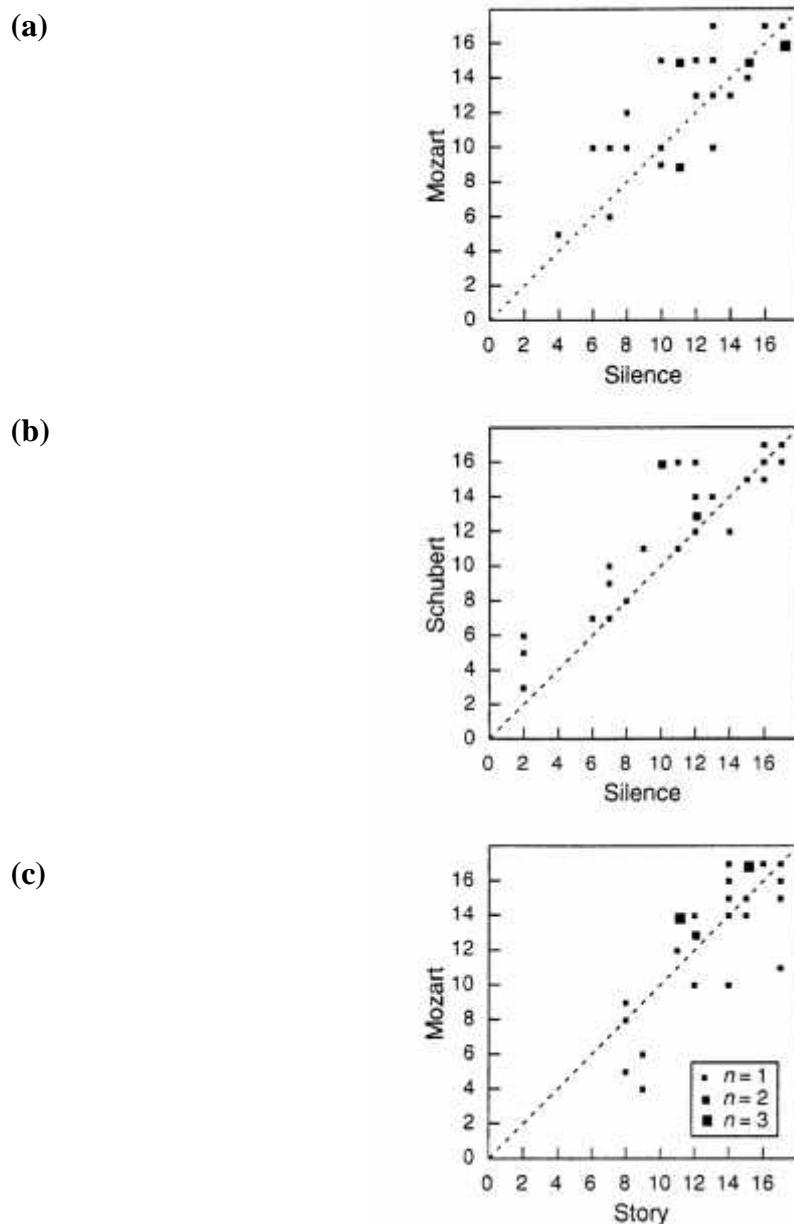
(8) Nantais i Schellenberg su predložili da bilo koji zanimljiv i ugodan audio podražaj ima jednak u inak kao i glazba, odnosno dosadan i uznemiruju i zvu ni signal može smanjiti aktivnosti mozga (Nantais i Schellenberg, 1999).

3.3 NANTAIS-SCHELLENBERG ISTRAŽIVANJE

Pokušavaju i ponoviti Rauscherine rezultate, ova dva znanstvenika su u prvom dijelu svog istraživanja proučavali 10-minutni utjecaj (a) Mozartove sonate za dva klavira, K.448 + tištine, i (b) Schubertovog djela + tištine, a u drugom dijelu istraživanja uspoređivali su utjecaj Mozarta sa konciznom pričom Stephena Kinga koja je jednako privlačila na kao i slušanje Mozarta (Nantais i Schellenberg, 1999). Rezultati su pokazali da slušanje glazbe (i Mozartove i Schubertove kompozicije), u odnosu na izloženost tištini, poboljšava zaključivanje kod rješavanja prostorno-vremenskih zadataka (**Slika 6(a)** i **(b)**). Osobe koje su više preferirale slušanje priče pokazale su bolje performanse na *Testu savijanja i rezanja papira*, a isti podatci dobili su se kod osoba koje su više uživale u slušanju Mozartovog remek-djela (**Slika 6(c)** i **Slika 5**). "Ova otkrića sugeriraju hipotezu da kratkoročni u inak glazbe na test o prostornim sposobnostima potječe od razlika u raspoloženju i uzbuđenju, a ne od slušanja Mozarta" (Schellenbreg, 2001).



Slika 5. Ispitanici prikazani kao funkcija testiranja uvjeta i preferencije (prioriteta) - odnosi se na izbor Mozartove sonate ili kratke priče (preuzeto iz Schellenberg, 2001).



Slika 6. Rezultati dobiveni pomo u *Testa savijanja i rezanja papira* (preuzeto iz Schellenberg, 2001). Svaki ispitanik je testiran dva puta. Maksimalna vrijednost je 17. Dijagonala predstavlja jednake sposobnosti izvo enja zadatka u oba uvjeta (Mozart i tišina, Schubert i tišina, Mozart i kratka pri a).

3.4 KARAKTERISTIKE GLAZBE KOJA POBUJE UJE MOZARTOVU INAKLJU

Jedna od velikih nedoumica koja se vežu za ovaj fenomen jesu: može li neka druga vrsta glazbe ili djelo drugog kompozitora stvoriti "Mozartov u inak"? Što je to u glazbi da može tako snažno djelovati na aktivnost neurona? Je li to tempo, ritam, harmonija ili možda melodija?

Danas je poznato da uz Mozartovu sonatu za dva klavira u D-duru, K. 488 i Mozartov koncert za klavir i orkestar br. 23 u A-duru, K. 488, kompozicije J. Sebastiana Bacha i njegovog sina J. Christiana Bacha te skladbe Yiannis Hryssomallis-a također mogu postići i poznati efekt. Yannieve skladbe "nalikuju na Mozartovu sonatu u tempu, strukturi, melodiji i harmoniji" (Jenkins, 2001). Utvrđeno je kako se sličnost u skladanju između Mozarta i oba Bacha temelji na dugotraјnom periodicitetu, vrlo frekventnim ponavljanjima određenih glazbenih obrazaca te isticanju G3, C5 i E5 nota. Zanimljivo je da minimalisti na repetitivna muzika Philipa Glass-a, britanski "trance i dance" te stari pop nisu uopće uinkoviti.

Također, smatra se da slušanje glazbe u dur ljestvici smanjuje razinu kortizola u žlijezdama slinovnicama kada se osoba nalazi pod teškim mentalnim opterećenjem, no glazba u molu nema nikakvo djelovanje (Cervellin i Lippi, 2011; Agrawal i sur., 2013). Naravno ovo je jedna od prepostavki koju se treba bolje istražiti.

4. DUGOTRAJAN U INAK GLAZBE

Postaje li dijete koje dobiva glazbenu edukaciju u ranoj životnoj dobi (od negdje pete pa do minimalno jedanaeste godine) pametnije, kreativnije i sposobnije? I dan danas provode se brojna istraživanja na tu temu, no i dalje nema konkretnog odgovora. Sigurno je da počinje glazbenih škola ostavlja pozitivan trag na razvoj osobe zato što se utječe na razvoj cerebralnog korteksa koji je prije svega zaslužan za procese mišljenja, pamćenja i svjesnosti (svira i guda kih instrumenata pokazuju pojedinačnu kortikalnu aktivnost za prste lijeve ruke) te je uočeno da glazbenici imaju površinski veći *corpus callosum* (povezuje lijevu i desnu hemisferu) u odnosu na neglazbenike (Schellenberg, 2001; Schlaug i sur., 1995).

Glazbene lekcije uključuju "sate i sate individualnog vježbanja, učenje itanja glazbe, pažnju i koncentriranost, dragocijeno vrijeme, vježbanje uha, usputno itanje, konstruktivne povratne informacije od instruktora, i naposljeku izloženost glazbi" (Schellenberg, 2001). Uz gore navedene aktivnosti vjerojatno je da glazba zaista ima dugotrajni učinak na razvoj i rast pojedinca, to nije na jezik, oblikovanje motoričkih i drugih vještina, bolje počinje matematičkim problemima, razvoj emocija, empatije, kreativnosti... dolazi do intezivnijeg korištenja svih naših osjetila čime se snažnije doživljava, osjećaj i shvaća okolina, a to dovodi do razvoja kvalitetnijih ideja i stavova.

5. KONKRETNA PRIMJENA GLAZBE

Postoji mnogo dokaza korisnog utjecaja glazbe na psihofizi ko stanje ljudi, no ovdje je navedeno samo nekolicina primjera.

Japanski znanstvenici primjetili su da slušanje Mozartovih sonata za klavir djeluje relaksiraju e na populaciju starije životne dobi (osnažuje imunološki sustav i smanjuje razinu upalnih markera), tako er razina citokina i kateholamina se zna ajno smanjila kao i u estalost kongestivnog zatajenja srca (Cervellin i Lippi, 2011).

Postoji mogu nost da su podru ja za pam enje usko povezana sa centrima za procesiranje glazbe, pa takva veza omogu ava povratak starih, izgubljenih memorija kod ljudi s Alzheimerovom bolesti i demencijom (Lord i Garner, 1993).

Eksperimentalno je pokazano da pacijenti s uznapredovalom Parkinsonovom bolesti mogu prohodati ukoliko su izloženi to no odre enom tipu glazbe. Ne zna se to na pozadina ovog fenomena, neki govore da takav glazba uzrokuje osje aj uzbu e-nja (došlo je do aktivacije podru ja limbi kog sustava koji ispuštaju endorfin), a ono pomaže u vra anju izgubljene memorije i u aktivaciji složenih motori kih sposobnosti poput tr anja i hodanja (Pacchetti i sur., 2000).

Pacijenti u komi i osobe s epilepsijom su pokazale na elektroencefalogramu manju u estalost nepravilnog izbijanja živ anih impulsa u mozgu nakon što su bili izloženi Mozartovoj sonati za dva klavira, K.448. Pacijenti koji su slušali glazbu nakon operacije, bili su pod manjim stresom (razina kortizola im je bila niža) te su imali manju potrebu za lijekovima protiv bolova (Jenkins, 2001).

Glazba je vrlo u inkovita u lije enju depresije, a neki ak kažu i shizofrenije jer pomaže pri vra anju osobe u realnost.

6. ZAKLJUČAK

Postoji li zapravo "Mozartov u inak"? Može li glazba zaista tako dugotrajno utjecati na naše raspoloženje, emocije, pamćenje, zdravlje, prostorno zaključivanje i inteligenciju?

Postoji teorija da prostorno zaključivanje uključuje iste živane puteve u hipokampusu kao i percipiranje glazbe. To znači da slušanjem glazbe aktiviramo zajedničke neurone, oni postaju efikasniji i provočuju informacije što dovodi do formiranja novih sinaptičkih veza. Prema ovoj ideji osobe koji redovito skladaju, sviraju i slušaju glazbu (glazbenici) možda imaju bogatiju životnu mrežu između raznih dijelova mozga u usporedbi s nemuzikantima.

Funkcioniranje i uloga brojnih područja mozga i dalje je vrlo nejasna, no zna se da percepcija i obrada glazbe nije koncentrirana na samo jedno područje u mozgu, već istovremeno uključuje cijeli niz struktura (npr. hipotalamus, mali mozak, moždano deblo, moždanu koru) koje sudjeluju i u drugim aktivnostima koje se na taj način možda mogu poboljšati (**Slika 3(a), (b), (c) i (d)**).

Hoće li ulaganje u glazbenu edukaciju dovesti do ostvarenja absolutnog potencijala pojedinca i dalje nije sasvim jasno. Evidentno je da su potrebna dodatna znanstvena istraživanja koja će razriješiti misterij utjecaja glazbe na razvoj i plastičnost mozga.

Albert Einstein napisao je o teoriji relativnosti: "Sinulo mi je intuicijom, i glazba je bila pokretačka snaga iza intuicije. Moje otkriće je rezultat glazbene percepcije" (preuzeto iz <http://www.uwex.edu/erc/music/quotes.html>).

7. POPIS LITERATURE

- Agrawal A., Makhijani N., Valentini P. (2013).** The effect of music on heart rate. *Journal of Emerging Investigators*, April 2013, 1-5.
- Cervellin G., Lippi G. (2011).** From music-beat to heart-beat: A journey in the complex interactions between music, brain and heart. *European Journal of Internal Medicine*, **4**, 371-374.
- Chabris C. F. (1999).** Prelude or requiem for the "Mozart effect"? *Nature*, **400**, 826-828.
- Guyton, Hall (2006).** Medicinska fiziologija. Medicinska naklada, Zagreb, 651-662; 685-747.
- Husain G., Thompson W.F., Schellenberg E.G. (2002).** Effects of Musical Tempo and Mode on Arousal, Mood, and Spatial Abilities. *Music Perception*, **20**, 151-171.
- Jenkins J.S. (2001).** The Mozart effect. *Journal of the Royal Society od Medicine*, **94**, 170-172.
- Keenan J. P., Thangaraj V., Halpern A.R., Schlaug G. (2001).** Absolute Pitch and Planum Temporale. *Neuroimage*, **14**, 1402-1408.
- Lord T.R. , Garner J.E. (1993).** Effects of music on Alzheimer patients. *Perceptual and Motor Skills*, **76**, 451-455.
- McDermott J., Marc H. (2005).** The Origins of Music: Innateness, Uniqueness, and Evolution. *Music perception*, **23**, 29-59.
- Nantais K.M., Schellenberg E.G. (1999).** The Mozart Effect: An Artifact of Preference. *Psychological Science*, **10**, 370-373.
- Norden J. (2007).** Understanding the Brain (The Great Courses, 6 DVDs Set), The Teaching Company, Lecture 29. Music and the Brain
- Pacchetti C., Mancini F., Aglieri R., Fundaro' C., Martignoni E., Nappi G. (2000).** Active Music Therapy in Parkinson's Disease: An Integrative Method for Motor and Emotional Rehabilitation. *Psychosomatic Medicine*, **62**, 386-393.
- Rauscher F.H., Hinton S.C. (2006).** The Mozart Effect: Music Listening is Not Music Instruction. *Educational Psychologist*, **41**, 233–238.

- Rauscher F.H., Shaw G.L., Ky K.N. (1993).** Music and spatial task performance. USA, *Nature*, **365**, 611.
- Schellenberg E.G. (2001).** Music and Nonmusical Abilities. *Annals of the New York Academy of Sciences*, **930**, 355-371.
- Schlaug G., Jäncke L., Huang J., Staiger J.F., Steinmetz H. (1995).** Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*, **33**, 1047-1055.
- Shaw G.L. (2004).** Keeping Mozart in Mind (second edition), Elsevier Academic Press, San Diego.
- Steele K.M., Bass K.E., Crook M.D. (1999).** The Mystery of the Mozart effect: Failure to Replicate. *Psychological Science*, **10**, 366-369.
- Thompson B.M., Andrews S.R. (2000).** An Historical Commentary on the Physiological Effects of Music: Tomatis, Mozart and Neuropsychology. *Integrative physiological and behavioral science*, **35**, 174-188.
- Tomatis A. A. (2004).** The Ear and the Voice. Scarecrow Press, USA.
- Wallin N. L., Merker B., Brown S. (1999).** The Origins of Music (Bradford book). The MIT Press, Cambridge.

http://v.youku.com/v_show/id_XMTYzODM2MTA4.html?f=4347372, preuzeto 16. kolovoza u 13:29

<http://www.goodreads.com/quotes/tag/music>, preuzeto 12. kolovoza 2013. u 11:24

<http://www.uwex.edu/erc/music/quotes.html>, preuzeto 05. rujna 2013. u 00:28

http://en.wikipedia.org/wiki/Auditory_agnosia, preuzeto 02. rujna 2013. u 3:41

<http://en.wikipedia.org/wiki/Biomusicology>, preuzeto 01 rujna 2013. u 21:30

http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_music, preuzeto 11. kolovoza 2013. u 19:38

http://en.wikipedia.org/wiki/Implicit_memory, preuzeto 03. rujna 2013. u 11:07

http://en.wikipedia.org/wiki/Music_therapy, preuzeto 12. kolovoza 2013. u 12:45

8. SAŽETAK

Stolje ima je poznat pozitivan i terapeutski utjecaj glazbe na živa bi a. Stari Grci i Asirci su koristili glazbu za izlje enje i ostvarenje maksimalnog potencijala. Danas je poznato kako muzika zvučnim vibracijama predenja umanjuju bol, ubrzavaju rast kostiju, jačaju muskulaturu i zacijeljuju rane.

"Mozartov u inak" odnosi se na kratkotrajno povećanje prostornih vještina nakon slušanja Mozartove sonate za dva klavira. Većina znanstvenika smatra da takav rezultat ovisi o stupnju uzbuđenosti, jačini pobude i emociji i motivaciji, a ne o direktnom utjecaju glazbe na neuronske sklopove u mozgu. Također, neki isti uvažavaju važnost glazbenog obrazovanja u dugotrajnosti učinka glazbe na slušanje.

Određena vrsta glazbe evidentno smanjuje stres (snižena razina kortizola) kao i broj srdečnih udara, pojave u mozgu (vjerojatno poticanjem novih interakcija između uha i mozga, ali i izgradnjom novih veza između različitih struktura unutar mozga) te pomaže kod mnogih bolesti (Alzheimerova bolest, ataksija, multipla skleroza, depresija, ADHD³ i dr.). Sve brojnija znanstvena istraživanja zato i isti uvažavaju sveobuhvatnost glazbe u svakodnevnom životu.

Svrha ovog rada je shvatiti kako je glazba interpretirana u mozgu, objasniti na koji način zvuk (kombinacija tonova) poboljšava naše performanse i kapacitete te navesti primjene glazbe u ljudskom životu.

KLJUČNE RIJEKE: glazba, mozak, srce, "Mozartov u inak", prostorna inteligencija, izloženost glazbi, glazbene sposobnosti, utjecaj glazbe

³ eng. Attention Deficit and Hyperactivity Disorder

9. SUMMARY

Positive and therapeutic effects of music on living beings are known for centuries. The ancient Greeks and Assyrians used music for healing and achieving one's maximum potential. Today it is known that a cat purring vibration sound reduces pain, accelerates bone growth, strengthens muscles and heals wounds.

Mozart effect refers to a short-term increase in spatial skills after listening to the Mozart's sonata for two pianos. Most scientists all around the world believe that such a result is dependent on the level of excitement, intensity of evoked emotion and motivation, rather than a direct influence of music on the neural circuits in the brain. Also, some emphasize the importance of music education in the continuance of the effect of music on the listener.

Certain types of music evidently reduce stress (lower levels of cortisol) as well as the number of heart attacks, increase brain function (probably by building up a new interconnections and stimulating interactions between the ear and the brain, but also between different structures within the brain) and help in cases of many diseases (Alzheimer's disease, ataxia, multiple sclerosis, depression, ADHD, etc.). That is why growing scientific researches point out the significance and universality of music in everyday life.

The purpose of this study is to understand how the music is processed and interpreted in the brain, to explain the way by which sound (as a combination of tones) improves one's performances and capacity, and specify the use of music in different areas of human activities.

KEY WORDS: music, brain, heart, "Mozart effect", spatial intelligence, music exposure, musical ability, musical influence

10. ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svojoj mentorici, Prof. dr. sc. Dubravki Hranilovi , što mi je omoguila svu potrebnu literaturu za pisanje ovog seminara i što nije inzistirala na vremenu predaje seminar skog rada.