

# 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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:105518>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-19**



*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUCILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO- MATEMATICKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

**UTJECAJ GLAZBE NA  
RAZVOJ I PLASTIČNOST 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

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. BIOMUZIKOLOGIJA</b> .....	<b>3</b>
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
<b>3. ĀMOZARTOV UĀINAKĀ</b> .....	<b>9</b>
3.1 IZVORNO ISTRAŹIVANJE O UĀINKU GLAZBE NA MOZAK- "MUSIC AND SPATIAL TASK PERFORMANCES" .....	9
3.2 TEORIJE O POSTOJANOSTI KRATKOTRAJNOG "MOZARTOVOG UĀINKA" .....	10
3.3 NANTAIS-SHELLENBERG ISTRAŹIVANJE.....	12
3.4 KARAKTERISTIKE GLAZBE KOJA POBUĀUJE "MOZARTOV UĀINAK" .....	14
<b>4. DUGOTRAJAN UĀINAK GLAZBE</b> .....	<b>15</b>
<b>5. KONKRETNA PRIMJENA GLAZBE</b> .....	<b>16</b>
<b>6. ZAKLJUĀAK</b> .....	<b>17</b>
<b>7. POPIS LITERATURE</b> .....	<b>18</b>
<b>8. SAŹETAK</b> .....	<b>20</b>
<b>9. SUMMARY</b> .....	<b>21</b>
<b>10. ZAHVALA</b> .....	<b>22</b>

## 1. UVOD

Glazba se oituje kao važna sastavnica svakodnevnoga života i kulture od predhistorijskog razdoblja (kultura Cro-Magnon-a i Neandertalca) pa sve do razdoblja moderne glazbe 21. stolje a. 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 otkri e ve e od sve mudrosti i filozofije.” (Ludwig van Beethoven).

Od davnine je poznato da glazba ima mo izlje enja bolesti duha i tijela te je dugo vremena korelacija izme u glazbe i odgovora tijela na njeno prisutstvo pripadalo podru ju mistike i nadnaravnog. Platon je vjerovao da glazba ima klju nu ulogu u formiranju karaktera pojedinca te da može utjecati na njegove emocije, Hipokrat je tako er preferirao sviranje muzike s ciljem izlje enja bolesti uma, a Aristotel je smatrao da glazba djeluje na dušu zato što pro iš uje emocije. Gr ka kultura imala je snažan utjecaj na razvoj terapije glazbom zato što je primje eno da glazba pobu uje fizi ki odgovor tijela. Tako er, koristili su je za postizanje gotovo savršenog imuniteta, zdravlja (eng. *wellness*) i dinami kog stanja u kojem je individua sposobna dosti i svoj maksimum te postignuti optimalni balans izme u unutaršnjeg i vanjskog okoliša. Takva spona glazbe i ljudskog tijela dugo je vremena bila temelj gr ke medicine (Shaw, 2004). U anti koj Gr koj, za vrijeme odvijanja Olimpijskih igara, glazbenici su izvodili svoja djela na flauti i kitari radi vjerovanja da se na taj na in poboljšavaju performanse atleti ara. Naime, i u srednjem vijeku vjerovalo se da je dugosatno plesanje popra eno glazbom lijek protiv brojnih neuroloških problema kao npr. drhtanja i raznih otrova (Cervellin i Lippi, 2011).

U 19-tom stolje u napušteno je dotadašnje mistificirano shva anje glazbe i zapo ela su brojna istraživanja koja nastoje otkriti djelovanje glazbe na fiziološke funkcije. Stoga, možemo re i da je danas zastupljeno sofisticiranije mišljenje, poznatije pod terminom “Mozartov u inak” kojeg je prvi puta 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 shva eni, sigurno je da glazba djeluje pozitivno na ljude, bilo emocionalno, zdravstveno, a možda ak 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 polutonovima (**Slika 1**).



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

Također, 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 učinak 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 uzbuđujuća glazba povećava krvni tlak i otkucaje srca. Osim ovakvih fizioloških učinaka na autonomni živčani sustav, danas se može pronaći sve više radova kojima je fokus proučavanje područja korteksa koji se aktiviraju u prisutstvu glazbe (Cervellini i Lippi, 2011).

Cilj ovog završnog seminara je objasniti učinak glazbe, prije svega, na razvoj i plastičnost mozga, a onda i na čovjeka u cjelini, objasniti paradigmatičnu vezu "Mozartov učinak" 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 proavanjem glazbe s biološkog stajališta, polazeći od zaetaka 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 životinja<sup>1</sup>, u audiovizualnim medijima te objašnjava upotrebu glazbe pri učenju i usvajanju novih sadržaja. Iz navedenih primjera ovakva *primjenjena muzikologija* mogla bi biti dovoljno veliki poticaj za proširenje ulaganja upravo u ovu znanstvenu domenu (Wallin i sur., 1999).

Biomuzikologiju dijelimo na tri grane: 1) evolucijsku muzikologiju, 2) komparativnu muzikologiju 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
seleksijski pritisci u podlozi evolucije glazbe	opće osobine glazbenog ponašanja i glazbenih sustava	ontogeneza glazbenih procesa i vještina
evolucija govjeka i glazbe	prednosti i ulaganje u glazbu	neuralni i kognitivni mehanizmi procesiranja glazbe
pjesme kod životinja		

---

<sup>1</sup> “Neuropsihologija je studija o odnosima između mozga i ljudskog ponašanja, rasta i razvoja, i bolesti i deficita” (Thompson i Andrews, 2000).

## 2.1 POVEZANOST GLAZBE I MOZGA

Glazba uključuje jezik, senzorni sustav i emocionalni doživljaj, dok koordinirane aktivnosti raznih područja u mozgu (pogotovo limbikog sustava) omogućavaju da skladamo, sviramo, čujemo i uživamo u glazbenim djelima.

Kako bismo mogli razumjeti na koji način mozak percipira glazbu, najprije treba shvatiti njenu građu i svojstva. Glazba je građena od tonova<sup>2</sup> odnosno od fundamentalne frekvencije koja predstavlja generalno najmanji zvuk u tonu ili dominantni zvuk u tonu i suzvučja (eng. *overtone*) - srodne frekvencije koja se stapa s fundamentalnom frekvencijom. Običan procesirajuć zvuk je sastavljen od serije visokih i niskih tonova koji su registrirani na bazilarnoj membrani uha. Visina tona koju uho čuje je točka maksimalne stimulacije, a na membrani se nalazi mapa različitih frekvencija tonova. Stoga, možemo reći da se glazba čuje i doživljava kao sekvenca tonova, a upravo je taj odnos između tonova važan kao što je bitna veza između riječi u jeziku (Norden, 2007).

I jezik i muzika pokazuju ritam, tempo i anticipaciju (može se predvidjeti kako će završiti skladba), no ovisno o načinu na koji je zvuk reprezentiran mozgu, može se shvatiti značenje. Dakle, samo jedan zvuk ništa ne zna, ali niz zvukova jedan iza drugoga imaju značenje (npr. neka poznata skladba) te iz tog razloga možemo misliti i u tonovima i u riječi. Neka muzika nama se čini 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 znači da se tonovi i riječi mogu poslagati na brojne načine, a da pritom i dalje imaju smisao (odlika moždanih hemisfera). Važno je napomenuti da se ta kreativnost nalazi unutar okvira pravila koje nalaže određena tradicija (zato razlikujemo melodiju od buke) (Norden, 2007). Tijekom odrastanja izloženi smo nekom određenom tipu glazbe i naš mozak "upija" te tonove kako bi stvorio osnovnu formu ili pravilo koje nam omogućava da budemo kreativni i da složimo tonove u neakvu muzičku formu koja ima smisao. Dakle, naš mozak u starijoj životnoj dobi nije u mogućnosti 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 prija nam na osob-

---

<sup>2</sup> Određeni zvuk koji se od neodređenog zvuka, poput šuma, razlikuje zato što ima boju, jačinu, visinu i trajanje.

noj razini. Iako su glazba i jezik instiktivne, glazba ipak ima ve u mo u ekspresiji emocija od jezika i to lako prepoznamo 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 živani sustav građen tako da reagira na stimulacije koje primimo pomoću posebnih osjetila kao što su vid, osjet sluha, okusa, mirisa i tjelesnih osjeta. Dokaz tome jest da nekakav podražaj (npr. slušanje određenog tipa glazbe) poveća dotok krvi (s čime 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, preporučivo je intervenirati 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 senzornog sustava može snažno djelovati na plastičnost živčanog sustava. Sukladno s predhodnim principom i (3) receptori za neurotransmitere pokazuju svojstvo plastičnosti. (4) Tijekom razvoja i razvoja procesa se događaju kroz dulji vremenski period (Thompson i Andrews, 2000).

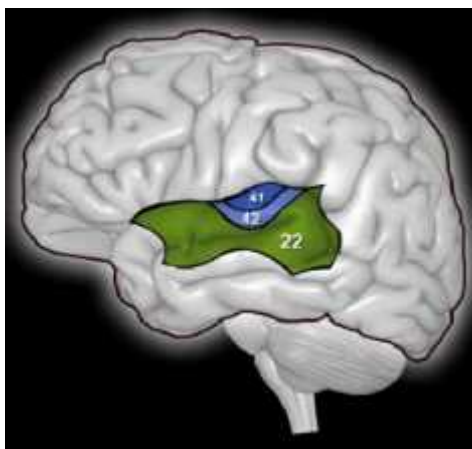
## **2.3 LOKALIZACIJA PERCEPCIJE GLAZBE U MOZGU**

### **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 zvučni signal (intenzitet i frekvenciju tona) od Cortijevega organa (nakupine elektromehaničkih stanica s dlakama) preko slušnog živca, naziva se moždano deblo (Guyton, 2006). Njezina karakteristika je i mogućnost lokalizacije i procesiranja glazbe, iako na znatno primitivnijoj razini. Tako grubo obrađena 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](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 prepoznaje holistička svojstva glazbe dok je lijeva dominantna za ritam i frekvenciju tonova. Naime, čini se da su lijeva i desna hemisfera jednako aktivne u procesiranju istih tonova. Osobama koje nisu pohađale glazbenu školu 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. Oštećenje 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

Pretpostavlja 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 oštećenja ovog područja mozga povezana s disleksijom (Keenan i sur., 2001). Kako se sekvence tonova procesiraju pomoću viših dijelova auditornih područja, njihovim oštećenjem nastaje amuzija, forma muzičke agnozije u kojoj osoba gubi sposobnost shvaćanja glazbe (ritma ili melodije) i ne može razlikovati različite skladbe (Cervellin i Lippi, 2011). Također, 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 podru je ima mogućnost pam enja jednostavnih i kratkih melodija, odmah ispod njega nalazi se hipokampus koji je uklju en u mogućnost pam enja dugih sekvenci glazbe ali i u razvoju prostorno-vremenskih sposobnosti te se smatra da je ta veza razlog postojanja "Mozartovog u inka".

Kod glazbenika je lijeva hemisfera dominantna za gotovo sve aspekte muzike, dok se lijeva strana hipokampusa aktivira za pam enje vrlo dugih melodija koje nemuzičari ne bi mogli zapamtiti. Ne zna se postaje li ona dominantna uslijed ustalog vježbanja ili je kao posljedica naslje a (Norden, 2007).

### 2.3.3 LIMBI KI SUSTAV

Glazba ima emocionalnu komponentu, a posebno uklju uje sustav za nagradu (Slika 3(a)) (Guyton, 2006). Slušanjem glazbe aktivira se sustav koji omogućava da se osoba osje a bolje zato što dolazi do izlu ivanja 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 područje; **2-** amigdala.

(b) Plasti na percepcija (aktivacija mozga prilikom sviranja instrumenta). **1-** slušni korteks; **2-** motori ki korteks; **3-** mali mozak.

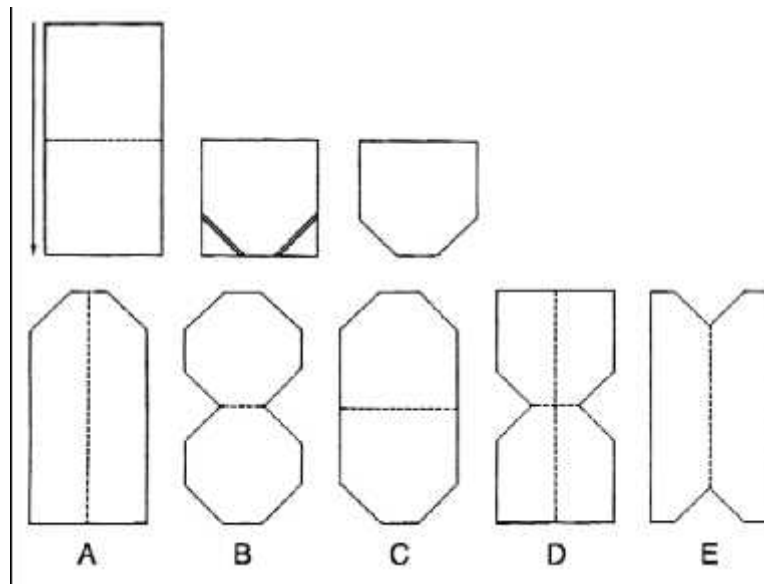
(c) Reakcija mozga na sviranje glazbe. **1-** slušni korteks; **2-** vizualni korteks; **3-** parijentalni lobus; **4-** motori ki korteks; **5-** senzori ki korteks; **6-** premotori ko područje; **7-** frontalni lobus; **8-** mali mozak.

(d) Aktivacija područja 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 reći paradigme potječe sa Sveučilišta 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 tri različitim 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 treći su slušali relaksacijsku audio snimku. Iz rezultata se vidjelo kako je "Mozartova grupa" pokazala naprednije i kvalitetnije prostorno-zaključivanje (npr. rješavanje *Testa savijanja i rezanja papira*). Kada su rezultati prostornog zaključivanja, mjereni pomoću tri podtesta sa Stanford-Binetove ljestvice inteligencije, pretvoreni u IQ vrijednosti, bilo je vidljivo povećanje 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, već prostornu inteligenciju (Rauscher i sur., 1993). Ubrzo nakon istraživanja uveden je pojam "Mozartov u inak" koji je relativno brzo krivo protumačen, pa je zato i zavladao mišljenje da nas glazba čini pametnijima. Danas termin "Mozartov u inak" uključuje sve od laboratorijskog eksperimenta u kojem dijete sluša glazbu u trajanju od 15 minuta, preko intenzivnog treniranja pomoću visoko specijalizirane opreme koju je osmislio Tomatis, pa sve do slušanja klasične 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 mjesta savijanja papira, a dvostruke pune crte mjesta rezanja papira. Osoba mora pogoditi kako će izgledati nesmotani papir nakon njegove transformacije (prikazana u gornjem redu). To an odgovor je "C".

### 3.2 TEORIJE O POSTOJANOSTI KRATKOTRAJNOG \MOZARTOVOG 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 uvijeta 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 pobuđenosti osjećaja uživanja (glazbenog uvažavanja), pozitivnog raspoloženja (emocionalna varijabla) ili uzbudjenosti (fizička varijabla) prilikom slušanja Mozartove

sonate. Dobro raspoloženje poveća 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 drugu i drugim 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 (ovisi o tipu glazbe kojem smo bili izloženi u djetinjstvu ili ranijoj adolescenciji te temperamentu) sa pojavom "Mozartovog uinka" (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 uinka". Jednostavni zadatci mogu se riješiti automatizmom i tada glazba nema utjecaj na naše kognitivne sposobnosti (Schellenberg, 2001).

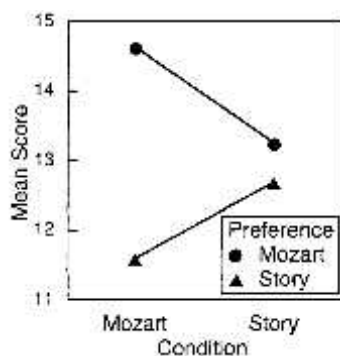
(6) Peretz je postavila teoriju koja se bazira na pretpostavci da su "glazbena percepcija i spoznaja relativno promjenjive, i, povrhu svega, da su individualni aspekti glazbene spoznaje relativno promjenjivi i neovisni o ostalim aspektima. Na primjer, melodija i ritam su procesirani neovisno i u drugu i drugim 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. čitanje) aktivira određene neurone u mozgu, stoga se sljedeći sličan 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 učinak kao i glazba, odnosno dosadan i uznemirujući zvuk ni signal može smanjiti aktivnosti mozga (Nantais i Schellenberg, 1999).

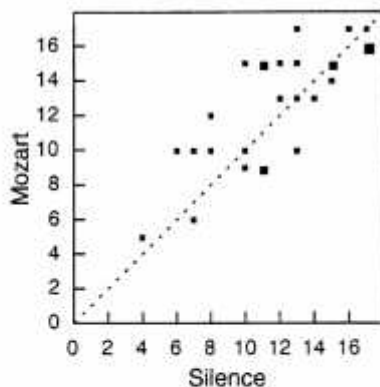
### 3.3 NANTAIS-SCHELLENBERG ISTRAŽIVANJE

Pokušavaju i ponoviti Rauscherine rezultate, ova dva znanstvenika su u prvom dijelu svog istraživanja procijenili 10-minutni učinak (a) Mozartove sonate za dva klavira, K.448 + tišine, i (b) Schubertovog djela + tišine, a u drugom dijelu istraživanja uspoređivali su učinak Mozarta sa konciznom pričom Stephena Kinga koja je jednako privlačna kao i slušanje Mozarta (Nantais i Schellenberg, 1999). Rezultati su pokazali da slušanje glazbe (i Mozartove i Schubertove kompozicije), u odnosu na izloženost tišini, poboljšava učinkovitost 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 učinak glazbe na test o prostornim sposobnostima potječe od razlika u raspoloženju i uzbuđenju, a ne od slušanja Mozarta" (Schellenberg, 2001).

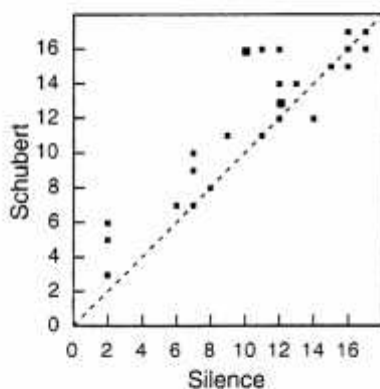


**Slika 5.** Ispitanici prikazani kao funkcija testiranja uvjeta i preferencije (prioriteta) - odnosi se na izbor Mozartove sonate ili kratke priče (preuzeto iz Schellenberg, 2001).

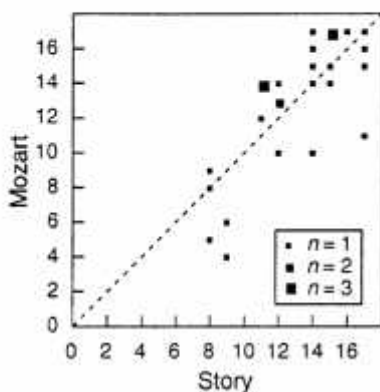
(a)



(b)



(c)



**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 POBUĐUJE ĀMOZARTOV U INAKĀ

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 tako er 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 dugotrajnom periodicitetu, vrlo frekventnim ponavljanjima određenih glazbenih obrazaca te isticanju G3, C5 i E5 nota. Zanimljivo je da minimalistična repetitivna muzika Philipa Glass-a, britanski "trance i dance" te stari pop nisu uopće uinkoviti.

Tako er, 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 pretpostavki 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 pohađanje 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 svjesnost (svira i gudačkih instrumenata pokazuju pojačanu kortikalnu aktivnost za prste lijeve ruke) te je uočeno da glazbenici imaju površinski veći i *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 igranja glazbe, pažnju i koncentriranost, dragocijeno vrijeme, vježbanje uha, usputno igranje, konstruktivne povratne informacije od instruktora, i naposljetku 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 shvaćanje matematičkih problema, razvoj emocija, empatije, kreativnosti...dolazi do intenzivnijeg korištenja svih naših osjetila čime se snažnije doživljava, osjeća i shvaća okolina, a to dovodi do razvoja kvalitetnijih ideja i stavova.

## 5. KONKRETNA PRIMJENA GLAZBE

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

Japanski znanstvenici primjetili su da slušanje Mozartovih sonata za klavir djeluje relaksirajuće na populaciju starije životne dobi (osnažuje imunološki sustav i smanjuje razinu upalnih markera), također razina citokina i kateholamina se značajno smanjila kao i učestalost kongestivnog zatajenja srca (Cervellin i Lippi, 2011).

Postoji mogućnost da su područja za pamćenje usko povezana sa centrima za procesiranje glazbe, pa takva veza omogućava povratak starih, izgubljenih memorija kod ljudi s Alzheimerovom bolešću i demencijom (Lord i Garner, 1993).

Eksperimentalno je pokazano da pacijenti s uznapredovalom Parkinsonovom bolešću mogu prohodati ukoliko su izloženi točno određenom tipu glazbe. Ne zna se točna pozadina ovog fenomena, neki govore da takva glazba uzrokuje osjećaj uzbuđenja (došlo je do aktivacije područja limbičkog sustava koji ispuštaju endorfin), a ono pomaže u vraćanju izgubljene memorije i u aktivaciji složenih motoričkih sposobnosti poput trčanja i hodanja (Pacchetti i sur., 2000).

Pacijenti u komi i osobe s epilepsijom su pokazale na elektroencefalogramu smanjenu učestalost nepravilnog izbijanja živanih 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 učinkovita u liječenju depresije, a neki čak kažu i shizofrenije jer pomaže pri vraćanju 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 u provođenju informacija što dovodi do formiranja novih sinaptičkih veza. Prema ovoj ideji osobe koji redovito skladaju, sviraju i slušaju glazbu (glazbenici) možda imaju bogatiju živanu mrežu između raznih dijelova mozga u usporedbi s nemuzičarima.

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 apsolutnog 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 of 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 spatila task perfomance. 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](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](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](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_music), preuzeto 11. kolovoza 2013. u 19:38

[http://en.wikipedia.org/wiki/Implicit\\_memory](http://en.wikipedia.org/wiki/Implicit_memory), preuzeto 03. rujna 2013. u 11:07

[http://en.wikipedia.org/wiki/Music\\_therapy](http://en.wikipedia.org/wiki/Music_therapy), preuzeto 12. kolovoza 2013. u 12:45

## 8. SAŽETAK

Stolje ima je poznat pozitivan i terapijski utjecaj glazbe na živa bića. Stari Grci i Asirci su koristili glazbu za izlječenje i ostvarenje maksimalnog potencijala. Danas je poznato kako mehaničke zvukovne vibracije pomažu ubrzavaju rast kostiju, jačaju mišićnu masu i zacijeljuju rane.

"Mozartov i Beethoven" 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 pobuđenih emocija i motivaciji, a ne o direktnom utjecaju glazbe na neuronske sklopove u mozgu. Također, neki ističu važnost glazbenog obrazovanja u dugotrajnosti učenja glazbe na slušača.

Određena vrsta glazbe evidentno smanjuje stres (snižena razina kortizola) kao i broj srčanih udara, pojačava rad mozga (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, ADHD<sup>3</sup> i dr.). Sve brojnija znanstvena istraživanja zato ističu važnost i 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 RIJEČI : glazba, mozak, srce, "Mozartov i Beethoven", prostorna inteligencija, izloženost glazbi, glazbene sposobnosti, utjecaj glazbe

---

<sup>3</sup> 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 omogućila svu potrebnu literaturu za pisanje ovog seminara i što nije inzistirala na vremenu predaje seminarskog rada.