# Utjecaj glazbe na razvoj i plastičnost mozga

**Martinez, Filip**

**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:217:083720

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-23**

*Repository / Repozitorij:*

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**
**PRIRODOSLOVNO – MATEMATIČKI FAKULTET**
**BIOLOŠKI ODSJEK**

# Utjecaj glazbe na razvoj i plastičnost mozga

# Effect of music on development and brain plasticity

Seminarski rad

Filip Martinez

Preddiplomski studij znanosti o okolišu

(Undergraduate Study of Enviromental Sciences)

Mentor: Prof. dr.sc. Dubravka Hranilović

SADRŽAJ:

1. Uvod.....1

2. Glazba.....2

3. Neurofiziološke osnove percepcije glazbe.....3-5

4. Glazba i.....6

4.1. Pokret.....6

4.2. Emocije.....7-8

5. Amuzija i muzikalnost.....9-10

6. Glazba i plastičnost mozga.....10-11

6.1. Mozart efekt i plastičnost oštećenog mozga.....11-13

7. Zakjučak.....13

8. Literatura.....14

9. Sažetak.....15

10. Summary.....15

## 1. Uvod:

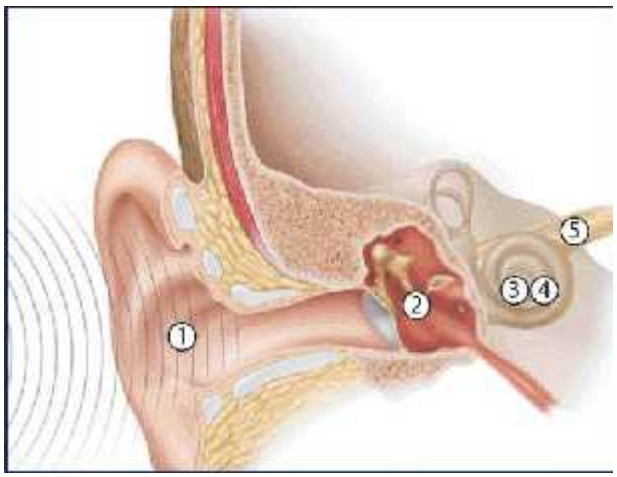
Prije desetak tisuća godina u jednoj spilji, obitelj se okupila uz vatru i lupanjem štapovima i kamenjem proizvodila ritam uz koji se pjevalo i plesalo. Modernom čovjeku takva slika prvih ljudskih zajednica, iako teško dokaziva, nije teška za zamisliti, jer i danas glazba prožima naše živote i sporazumijeva ljude svih kultura i jezika. Pojavom filozofske misli u antičkom svijetu, javile su se teorije koje su željele proniknuti u tajne učinaka glazbe na ljude, pa je tako započela i prva klasifikacija glazbe. Pitagora i njegovi učenici smatrali su da se glazba treba dijeliti prema njezinim matematičkim sastavnicama, dok su Aristoxenovi učenici tvrdili da je glazbu bolje podijeliti prema njezinim učincima na ljude (Levitin i Tirovolas 2009.). Takva promišljanja postoje i danas, i u znanstvenim krugovima se provode različita istraživanja o moći glazbe nad ljudima, a zbog snage medija dobivaju na pozornosti u širem znanstvenom i laičkom svijetu. Fenomeni poput Mozart efekta, usklađivanja lupkanja nogom i glazbe, amuzije i sličnih problema s precepcijom glazbe, atraktivna su i potencijalno korisna žarišta istraživanja glazbe. Od svih njih, fenomen s najvećim potencijalom je utjecaj glazbe na plastičnost mozga koji nam otvara mogućnost da u budućnosti fizičkim podražajem stimuliramo željenu psihofizičku reakciju, koja će na određeni način oblikovati daljnji razvoj našeg mozga.

## 2. Glazba

Da bi uopće govorili o glazbi, moramo odgovoriti na pitanje, što je to glazba? Oni koji se bave glazbenom spoznajom često se oslanjaju na teoretičara Leonarda Meyera koji je glazbu definirao kao oblik emocionalne komunikacije, ili pak na definiciju kompozitora Edgara Var'esea, da je glazba organizirani zvuk. Ako vjerujemo da je govor bio evolucijska prilagodba, onda je glazba nastala kao njegov nusprodukt, a isprva se zadržala zbog zadovoljstva kojeg je pružala pojedincu ili zajednici. Kasnije na evolucijskoj stazi kreativnost, planiranje i mašta koji su potrebni da bi se stvarala glazba, bili su znak mentalnog fitnesa pojedinca i tako postali važan čimbenik selekcije (McDermott 2008.). Time je glazba nepovratno ušla u ljudsku povijest.Glazbu sačinjava osam osnovnih elemenata ili dimenzija, svaku od kojih možemo po volji varirati. Tih osam osnovnih elemenata su: visina tona, ritam, boja tona, tempo, metar, kontura, glasnoća i prostorna smještenost. Svaka ljudska kultura je proizvela vlastiti tradicionalni zvuk kombinirajući tih osam elemenata, a stvaranjem seta pravila po kojima se glazba treba izvoditi svaka kultura je dobila svoj unikatni stil (Levitin i Tirovolas 2009.). Zbog toga svatko tko je upoznat sa stilom određene kulture, bez obzira na melodiju koju čuje, može ju nepogrešivo smjestiti u taj stil, iako je broj mogućih melodija unutar jednog stila ograničen samo maštom.

3. Neurofiziološke osnove percepcije glazbe

U svojoj osnovi glazba je zvuk koji se sastoji od jedne ili više vibracija različitih ferkvencija. Da bi naš mozak mogao percipirati te vibracije potreban nam je receptivni organ, uho sa slušnim aparatom. Pomoću ušne školjke vibracije zraka se vode u slušni kanal koji završava tankom opnom koja vibrira ferkvencijom ulaznog podražaja. Na tanku opnu, bubnjić, naslonjene su tri male košćice, *malleus* ili čekić, *incus* ili nakovanj i *stapes* ili stremen, koji primaju vibracije od bubnjića i prenose ih na ovalni prozorčić koji uzrokuje pomicanje tekućine u *cochlei* ili pužnici. Strujanje tekućine u pužnici osjete receptorske stanice Cortijevog organa koje okidaju akcijske potencijale, koji stimuliraju spiralni ganglij, a on tad šalje informaciju, preko auditornog dijela osmog kranijalnog živca, mozgu (http://en.wikipedia.org/wiki/Ear (Slika 1.).



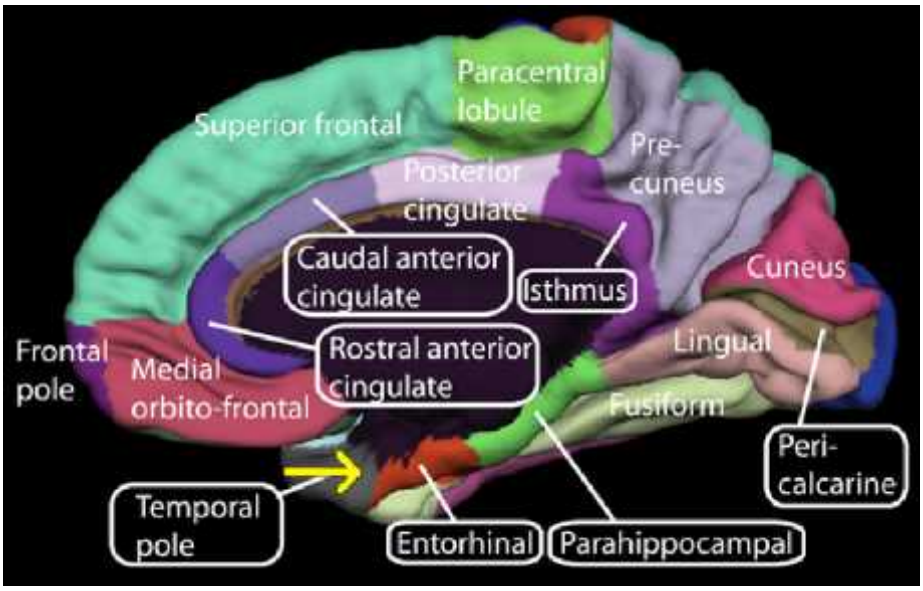

Slika 1. Put zvuka kroz slušni aparat: 1. Zvuk ulazi u slušni kanal 2. Vibracija bubnjića se prenosi na čekić, nakovanj, stremen 3. Vibracije pokreću tekućinu u pužnici 4. Senzoričke stanice pretvaraju mehanički podražaj u električni signal 5. Slušni živac prenosi električne signale u mozak (http://ent.uci.edu/Anatomy of the ear.htm)

Isprva se mislilo da se glazba obrađuje u desnoj hemisferi mozga, dok bi za govor bila odgovorna lijeva hemisfera, ali pokazalo se da je takvo razmišljanje pojednostavljeno. Napretkom tehnologije pokazalo se da su regije specijalizirane za obradu pojedinih elemenata glazbe zapravo raspršene po obje hemisfere, a i od prije je bilo poznato da slušanje, skladanje i izvođenje glazbe aktiviraju različite dijelove mozga. Naš subjektivni osjećaj glazbe čini nam se jedinstven, ali toj se fenomenološkoj jedinstvenosti protivi činjenica da se glazbene komponente percipiraju i obrađuju odvojeno. Ipak postoji određena bilateralna podjela u

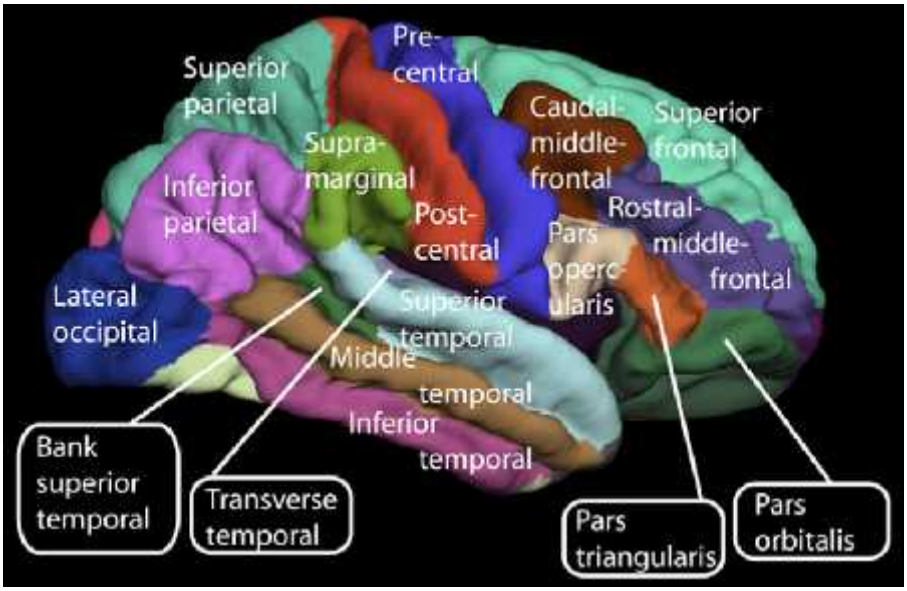
obradi glazbe, tako se magnetskom encefalografijom pokazalo da su odgovori, na magnetskom encefalogramu, na devijacije u tekstovima memoriziranih pjesama snažniji u lijevoj hemisferi, dok je za percepciju prekršaja očekivanih tonova odgovorna desna strana. Ako pak učimo novu glazbu uz imenovanje njezinih djelova i nje same, ipak je lijeva hemisfera aktivnija, bez obzira na primarno učenje nove glazbe. Primarni auditorni korteks u obje hemisfere većine sisavaca sadrži tonotopsku mapu. To je mapa visina tonova, koji se kreću od niskih do visokih, a preslika je neuralne mape visina tonova u pužnici i omogućava dekodiranje ferkvencije zvuka u njegovu visinu (ta dva parametra su u pozitivnom korelacijskom odnosu) i uspoređuje percipirane visine s visinama u mapi. Zbog postojanja tih mapa, čak i kad slušatelj percipira samo jedan ton on otprilike može odrediti da li je taj ton viši ili niži, duži ili kraći od nekog prosječnog tona s kojim se susreo kroz život (Levitin i Tirovolas 2009.).

Kako bi istražili utjecaj glazbe na aktivaciju regija u mozgu, znanstvenici obično variraju jedan element glazbe, dok ostale drže konstantnima. Tom metodom može se vidjeti kako koji element glazbe utječe na aktivnost pojedine regije mozga.

Pokazalo se da postoji hijerarhija u procesima obrade visina tonova, tako da se tonovi stalne visine obrađuju bilateralno u Heschelovom girusu, određivanje same visine tona se provodi u posteriornoj regiji, a vrsta tona u anteriornoj regiji sekundarnog auditornog korteksa. Intervali, konture i melodija aktiviraju superiorni temporalni girus i planum polare. Niži, za razliku od viših akorada, pokazuju selektivnu aktivaciju u amigdali, retrospinalnom korteksu, moždanom deblu i malom mozgu. Percepcija i produkcija ritma pobuđuju regije malog mozga i bazalnih ganglija, kao i nekoliko motoričkih regija poput premotoričkog korteksa i dodatne motoričke regije. Tajming i sinkronizacija obrađuju se u malom mozgu i doprinose našem osjećaju tempa. Prevladavajuće gledište je da se visina tona, ritam i glasnoća obrađuju odvojeno, a kasnije, što je u svijetu neuralne obrade oko 25-50 milisekundi, dolaze zajedno i stvaraju utisak cjelovitog glazbenog objekta ili fraze ((Levitin i Tirovolas 2009.). Iz ovakvih podataka možemo zaključiti dvije stvari. Prvo je povezanost velikog broja glazbenih elemenata s malim mozgom i motoričkim regijama, što objašnjava želju za pokretom kod slušanja glazbe. Druga stvar koja se vidi je ta da u procesiranju glazbenih dijelova sudjeluju različiti djelovi mozga, što znači da je za jednu relativno jednostavnu radnju poput slušanja glazbe potrebna bliska suradnja tih različitih dijelova mozga, pa nam takva radnja može poslužiti kao jednostavna vježba za mozak (Basar 2006.) (Slika 2. i 3.).




Slika 2. Sagitalni presjek mozga s označenim dijelovima (http://en.wikipedia.org/wiki/Human_brain)




Slika 3. Mozak s lateralne strane s označenim dijelovima (http://en.wikipedia.org/wiki/Human_brain)

## 4. Glazba i...

Otkad je nastala, glazba je intrigirala ljude, ne kao medicinski alat ili objekt znanstvenog istraživanja, već kao pojava koja tjera čovijeka na pokret, ples, koja bez riječi govori emocijom. Ljudi su tijekom godina koevolucije s glazbom doveli sinkronizaciju s melodijom gotovo do savršenstva i nazvali je ples. Snažnu emociju koju nosi glazba ljudi su iskorislili stvarajući velika klasična djela, a u moderno doba se ta karakteristika glazbe koristi u filmskoj industriji za kataliziranje emocija stvorenih slikom u pokretu.

### 4.1. Pokret

Od životinja, jedino čimpanze i slonovi imaju sposobnost održavanja stalnog tempa, ali samo ljudi mogu sinkronizirati pokret sa zvukom. Dobro poznata povezanost pokreta i zvuka, kroz povijest i sve svijetske kulture, sugerira ranu evolucijsku povezanost među njima. Važno je spomenuti da glazba ne može nastati bez pokreta. Zvuk nastaje vibriranjem molekula, što znači da je potrebna neka energija, pokret, da bi te molekule počele vibrirati. Motorička teorija govora i govorne percepcije govori da ljudi uče govoriti promatrajući pokrete usana drugih ljudi, a slušanje proizvedenih zvukova može pokrenuti rad zrcalnih neurona, koji nas podsvjesno tjeraju da razmišljamo o pokretima koji su potrebni da se ti zvukovi reproduciraju. Tako se i ples može gledati kao pokušaj da se proizvedu pokreti koji bi stvorili glazbu na koju plešemo. Svaki stil glazbe sa sobom povlači i drugačiji stil plesa, od običnog micanja u ritmu glazbe, do baleta. Da bi se samo sinkronizirano tapkalo uz glazbu potrebna je aktivacija preddodatne i dodatne motoričke regije, dorzalnog predmotoričkog korteksa, dorzolaterarnog predfrontalnog korteksa, te inferiornog parijentalnog režnja i režnja IV malog mozga, pa sam ples ima snagu povezati sve auditorne i motoričke dijelove mozga (Cervellin i Lippi 2011.)

## 4.2. Emocije

Najbolji primjer glazbe kao nositelja emocije je filmska glazba. Cilj dobre filmske glazbe je da pojača emociju koju nam prenosi film, ali stvarno dobre filmske glazbe nakon filma nitko se zapravo ne sjeća, pa se onda možemo pitati, da li je takva glazba uopće ispunila svoju svrhu. Da, takva glazba je u potpunosti ispunila svoju svrhu, jer ona je bila ondje da prenese emociju, a ne da bude upečatljiva, ona se u potpunosti stopila s filmom i postala dio njegove cjeline. Možda se nakon pogledanog filma ne sjećamo glazbe, ali kad tu glazbu čijemo negdje drugdje, odmah nas ispune osjećaji koje je ona predstavljala i shvatimo gdje smo je čuli. Emociju je veoma teško prepoznati, a još teže zabilježiti, pa se u znanstvenim krugovima emocije dugo nisu ni istraživale. Prva istraživanja emocija bila su ona negativnih emocija, a pozitivne emocije su se istražvale uporabom različitih droga koje bi ih umjetno stvorile. Tek su nedavno pronađene manje destruktivne i prihvatljive metode proučavanja pozitivnih emocija. Primijećeno je da klasična glazba uzrokuje osjećaj zadovoljstva često praćen fiziološkim reakcijama poput trnaca, nakostriješene kože, hladnog znoja i promjene u brzini rada srca. Iskustvo slušanja uhu ugodne glazbe aktivira orbitofrontalnu, subkalozalnu cingulatnu i prednje polarne kortikalne regije. Trnci koreliraju s aktivnošću u lijevom ventralnom strijatumu, inače aktivnom kod nadolazeće nagrade, dorzomedijalnim djelovima srednjeg mozga i deaktivacijom u amigdali. Pojava trnaca ukazuje na ljude koji ovise o nagradi okoline, a što je pojedinac bolje upoznat s klasičnom glazbom, do te mjere da se identificira s njom i povlači u osamu da bi je bolje mogao doživjeti, to je pojava trnaca češća. Takav slušatelj nije samo recipijent, nego aktivni stvaratelj emocionalnog iskustva glazbe kroz svoju pažnju i posvećenost, što dovodi do trnaca kao nusprodukta takvog doživljaja (Levitin i Tirovolas 2009.).

Logično bi bilo da će tužnom čovjeku vesela i energična glazba popraviti raspoloženje, ali pokazalo se da takva glazba samo iritira tužnu osobu, a pomaže mu tužna glazba. Pronašao sam dvje teorije koje mogu objasniti ovaj fenomen. Prva govori da kad smo tužni hipofiza izlučuje hormon porlaktin, koji u nama uzrokuje stanje mira i utješenosti. Prolaktin se inače luči nakon orgazma, rađanja i tijekom laktacije kod žena, relativno stresnim situacijama u kojima je potrebno smirivanje. U prilog tome govori činjenica da prolaktin nije detektiran kao dio suza radosnica, suzenja oka, ni kod iritacije oka, nego samo u suzama tuge. Tužna glazba tako može prevariti naš mozak pomoću sigurne ili imaginarne tuge u otpuštanje prolaktina, što kao rezultat ima popravljanje našeg raspoloženja. Druga teorija prilazi problemu s više

psihološke strane. Kad su ljudi tužni ili čak pate od kliničke depresije, osjećaju se odsječeno od ostatka svijeta i misle da ih nitko ne razumije. Sretna glazba takve ljude moze iziritirati jer se zbog nje osjećaju još manje shvaćeno i odsječeno, dok tužna glazba može stvoriti osjećaj postojanja supatnika koji dijele njihovu tugu (Cervellin i Lippi 2011.) (Slika 4.).

Slika 4. Glazba je spas za dušu (http://musicmonster-js.blogspot.com/2010/12/music-is-ideal-solution-to-long-day.html)

## 5. Amuzija i muzikalnost

Pojam amuzija (eng. *tone deafness*) koristi se za ljude koji imaju jedan ili više deficita u obradi zvukovnih podražaja. Danas je uviđena razlika između urođene i usvojene (traumom mozga) amuzije. S druge strane postoji muzikalnost koja se opisuje kao univerzalni ljudski atribut, sposobnost da se postigne majstorstvo u nekoj glazbenoj disciplini ili obična sposobnost da se uživa u glazbi. Još uvijek se ne zna da li se muzikalnost temelji na talentu, iskustvu ili kombinaciji talenta i iskustva. Sve to još dodatno kompliciraju načini na koji se muzikalnost moze manifestirati, tako netko može biti majstor u stvaranju kompozicija, u performansu, improvizacijama, slušanju, stvaranju aranžmana, nekom od osnovnih elemenata glazbe (ritam, tempo, ton,...) ili u nečem sasvim drugom. Usprkos različitim definicijama, neki se ljudi jednostavno smatraju muzikalnima, dok se drugi smatraju nemuzikalnima. Smatra se da su osjećaj za visinu tona i vrijeme u glazbi osnove muzikalnosti (Levitin i Tirovolas 2009., Satoh i sur. 2011.).

Isprva se smatralo da je amuzija jednostavan poremećaj u percepciji rezolucije tonova koju ima oko 4% svijetskog stanovništva. Jedna starija definicija kaže da ljudi s amuzijom ne mogu raspoznavati razlike u tonovina manje od jedne polunote, ali da nemaju problema s percepcijom vremenske dimenzije glazbe. Danas se amuzija definira kao selektivno oštećenje u percepciji (melodije, ritma ili oboje), produkciji i prepoznavanju glazbenog dijela koje proizlazi iz više različitih uzroka. *The Montreal Battery of Evaluation of Amusia* je test osmišljen za detekciju urođene ili usvojene amuzije na temelju rezultata testova visine tona, vremenske dimenzije glazbe i memorije. Ispostavilo se da je mozak amuzičara nešto drugačiji od zdravog ljudskog mozga. Pojedinci s urođenom amuzijom imaju zadebljani korteks inferiornog frontalnog girusa te zadebljali desni auditorni korteks. Ta morfološka razlika na kortikalnoj razini pripisuje se atipičnom kortikalnom razvoju, koji utječe na desni frontotemporalni trakt, za koji je poznato da igra važnu ulogu u procesiranju tonova. Zbog uske povezanosti dijelova mozga zaduženih za obradu glazbe i govora, postavlja se pitanje, da li se deficit glazbene amuzije proteže na govorne regije. Rezultati istraživanja na tu temu su različiti. Na primjer, jedno istraživanje provedeno na ljudima s amuzijom, kojima su bile oštećene regije za procesiranje modulacije zvukova, pokazalo je da u njih nije smanjena sposobnost da izvrše raznolike lingvističke zadatke, ni procesiranje parsodije ljudskog govora. Drugo je istraživanje pak pokazalo nešto sasvim suprotno, poteškoće u razlikovanju izjava od pitanja. Napravljeno je i treće istraživanje da se pojasne suprotstavljeni rezultati

dvaju prijašnjih istraživanja i došlo se do zaključka da je u obje skupine bilo oko 30% amuzičara s poteškoćana u govoru (Levitin i Tirovolas 2009., Satoh i sur. 2011.).

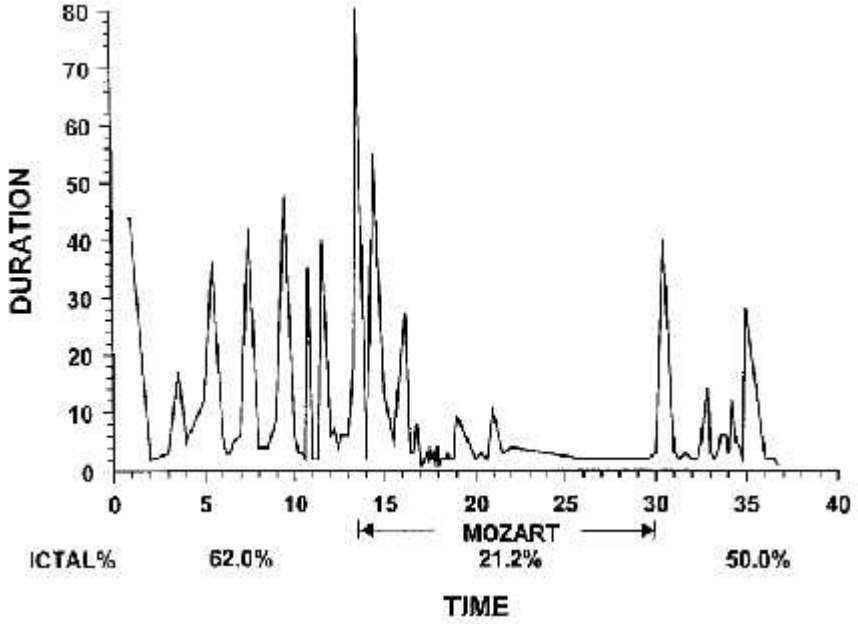
## 6. Glazba i plastičnost mozga

Kad govorimo o plastičnosti nečega, govorimo o sposobnosti toga da se mjenja prilagođavajući se vanjskim utjecajima. U svjetlu evolucije, plastičnost organizma, koja je usko povezana s plastičnošću njegova mozga, je preduvjet za njegov opstanak, jer evolucija nije naklonjena najsnažnijima, najbržima ili najinteligentnijima, nego najprilagodljivijima. Ljudi su uspijeli naseliti gotovo sva područja ove planete, što njih, pa tako i njihov mozak, čini jednim od najplastičnijih u poznatih vrsta. Plastičnost ljudskog mozga nije kod svakog pojedinca jednaka, nego varira s obzirom na odgoj, iskustvo i gensko nasljeđe. Ono što posebno intrigira ljude je mogućnost da se glazbom pasivno utječe na razvoj i plastičnost mozga. Nekoliko znanstvenih radova je pokušalo pronaći razlike u obradi podražaja između glazbenika i ljudi koji se ne bave glazbom. Pokazalo se da su glazbenici puno osjetljiviji na naglaske stranaca koji su govorili njihovim jezikom, što je pokazalo da iskustvo može djelovati na procese niske razine čak i u inferiornom djelu kulikulusa i moždanom deblu. Također jedno je istraživanje pokazalo koliko je zapravo auditorni korteks plastičan, tako da je provođen eksperiment na ljudima s urođenom sljepoćom. Auditorni korteks je zajedno s auditornim podražajima u takvih ljudi obrađivao i vizualne podatke jer su koristili zvukove iz okoline da bi vizualizirali prostor i snalazili se u njemu. Drugi primjer plastičnosti mozga su *jazz* glazbenici, koji stvaraju spontanu glazbu, takozvane improvizacije. S fMRI (*Functional magnetic resonance imaging* ili funkcionalna magnetska rezonancija) mjerila se aktivacija pojedinih regija u mozgu tijekom jednog preformansa. Mislilo se da će za improvizaciju biti potreban rad prefrontalnog korteksa, koji je zadužen za svjesnu misao i narušavanje glazbenih normi, jer se improvizacijom u *jazzu* svjesno krše te glazbene norme. U stvari dogodilo se baš suprotno, ti dijelovi mozga pokazali su isključivanje, što znači da glazbenici nisu svjesno kršili glazbene norme, nego su ih u potpunosti potisnuli, što im je naposlijetku omogućilo lakšu improvizaciju. S druge strane aktivne regije njihovog mozga bile su neokortikalne senzoričko-motorne regije, koje posreduju u organizaciji i izvođenju glazbenih izvedbi. Ovi rezultati potvrđuju izjave glazbenika da se improvizacije oslanjaju na podsvjesne procese koji su van svjesne kontrole. Taj manjak svjesne kontrole predstavlja prenaučene i

automatske procese koji su zapravo karakteristika majstora improvizacije. Kad glazbenik sluša zvukove čija je boja, boja glazbala kojim on svira, primijećeno je da se aktiviraju gama moždani valovi. Gama moždani valovi su između ostalog odgovorni za vizualnu percepciju, pažnju, učenje i memoriju. Pokazalo se da i kod djece koja su učila svirati klavir samo jednu godinu dolazi do aktivacije gama moždanih valova kad slušaju klavirsku glazbu. Takvi rezultati povezani su s istraživanjima utjecaja glazbe na plastičnost mozga i s efektom, popularno zvanim Mozart efekt (Levitin i Tirovolas 2009., Cervellin i Lippi 2011.).

### 6.1.Mozart efekt i plastičnost oštećenog mozga

Termin Mozart efekt (ME) koristi se za  poboljšanje djelovanja ili neku drugu promjenu u neuropsihološkoj aktivnosti tijekom slušanja Mozartove ili neke druge klasične glazbe. Efekt se ponajviše proučava na skladbama Wolfganga Amadeusa Mozarta, od kojih se najčešće koristi Sonata za dva piana u D duru ili K.448 (http://www.mozart-archiv.de/). Neki od efekata su povećana koherencija zabilježena EEG-om, povećana korelacija neuropsihološke aktivnosti temporalne i lijeve frontalne regije, povećano prostorno-vremensko shvaćanje nakon satova klavira u predškolske djece, povećanje u amplitudi alfa ritma i povećanje interhemishernih koherencija, te promjene u snazi i koherenciji EEG-a, pogotovo u desnoj temporalnoj regiji. Ne samo što djeluje na zdrav mozak, ME može utjecati i na ozljeđen ili bolestan mozak (Cacciafesta i sur. 2010.). Tako se pokazalo da kod ljudi koji boluju od akutnog efekta sličnog epilepsiji, što znači da im mozak često okida pražnjenja slična epilepsiji, kod budnog ili komatoznog stanja, slušanje Mozartove glazbe stvarno pomaže. U čak 79% slučajeva došlo je do statistički značajne supresije pražnjenja sličnih epilepsiji. Kod tih slučajeva, prije slušanja pražnjenja su bila česta, tijekom slušanja, broj pražnjenja se značajno smanjio, a nakon slušanja se ponovno povećao, ali je broj pražnjenja bio u prosjeku 12% niži nego prije slušanja (Hughes 2001.). (Slika 5.).




Slika 5. Grafički prikaz rezultata istraživanja ME na akutnom efektu sličnom epilepsiji (Hughes 2001.)

Drugo istraživanje ME-a provedeno je na osmogodišnjoj djevojčici koja je patila od kroničnog efekta epileptičke aktivnosti, što znači da je s pražnjenjima epilepsiji sličnih podražaja moglo doći i do epileptičnog napadaja. Rezultati su dobiveni usporedbom dana kad je djevojčica slušala Mozartovu sonatu K.448 i dana bez slušanja. Broj epileptičkih napadaja koji je inače iznosio 3-4 napadaja prije i poslijepodne promjenio se na samo jedan napadaj po danu (za vrijeme budnosti). Sukladno s time vidjelo se da se broj pražnjenja, koji su odgovorni za napadaje, spustio s 317-208 na 178. Osim na epilepsiju pokazalo se da ME može povećati nesvjesno usmjeravanje pažnje, dok smanjuje aktivno (Zhu i sur. 2008.). Također je dokazano da ME pomaže aktivirajući regije mozga koje su važne za rješavanje danog zadatka, što poboljšava učenje vremensko-prostornih odnosa i pomaže kod starijih ljudi koji imaju probleme s pamćenjem. Osim Mozartove glazbe pronađeno je da kod skladatelja poput Mendela, Shuberta, Bacha i dosta drugih dolazi do ME-a, ali Mozart je i dalje najistaknutiji među njima s najviše djela koji ga uzrokuju. Na ME glazbe ne možemo gledati kao na rezultat svjesne promjene stanja ili refleksije nekog dubokog poštovanja prema toj glazbi, jer neki pacijenati su bili u komi dok su drugi patili od epileptičkih napadaja kad im je puštana glazba, a pokusi provedeni s drugačijom (kontrolnom) glazbom pokazali su da ona ne uzrokuju ME (Jauševec i sur. 2006.). Ono što je možda zanimljivije od samog efekta, je to što taj efekt ne nestaje u potpunosti, nego ostaje još neko vrijeme aktivan nakon što skladba završi. Taj posljednji dio je zapravo veliki skriveni potencijal ME-a koji bi u budućnosti, ako se uspije dešifrirati na koji način glazba mijenja mozak, mogao biti korišten ne samo za lječenje neuroloških bolesti, nego i za postupno oblikovanje i povečavanje sposobnosti ljudskog uma.

## 7. Zakjučak

Istraživanja su pristupila glazbenoj tematici s različitih strana, a na to ih je najčešće potaknula neka pojava vezana uz glazbu. Kod istraživanja emocija, dokazano je da glazba stvarno može promijeniti emocionalno stanje osobe zbog svojeg utjecaja na izlučivanje određenih hormona ili utjecaja na samu psihu pojedinca. Pokazalo se da čovijek nesvjesno reagira na glazbu, radeći minipokrete u ritmu glazbe, poboljšava mu se nesvijesno pridavanje pozornosti, a čak je i mozak komatoznih ljudi reagirao na glazbu. Posebno se ističu istraživanja povezana s Mozart efektom koja dokazuju terapeutsko djelovanje glazbe na bolestan, ali i na zdrav mozak. Iako postojanje Mozart efekta zapravo otvara više pitanja, nego daje odgovora, mislim da će u budućnosti, baš taj fenomen, odigrati ključnu ulogu u shvaćanju kompleksnog načina rada ljudskog mozga. Kad sve ove podatke sagledam iz daljine, mogu zaključiti da glazba aktivira naš mozak, tako da radi na više različitih razina (auditorno, motorički, hormonski, vizualno,...) i povezuje te različite dijelove mozga da bi mi osjetili jedinstveni doživljaj glazbe. Baš takav način moždane aktivnosti pomaže mozgu da poveća broj neuronskih sinapsi, odnosno pomaže u samom njegovom razvitku i plastičnosti.

8. Literatura

Basar E., 2006., *The theory of the whole-brain-work,* International Journal of Psychophysiology, 60: 133-138.

Cacciafesta M., Ettorre E., Amici A., Cicconetti P., Martinelli V., Baratta A., Verrusio W., Marigliano V., 2010., *New frontiers of cognitive rehabilitation in geriatric age: the Mozart Effect (ME),* Archives of Gerontology and Geriatrics, 51: 79-82.

Cervellin G., Lippi G., 2011., *From music-beat to heart-beat: A journey in the complex interacions between music, brain and heart,* European Journal of Internal Medicine, 22: 371-374.

Hughes, John R., 2001., *Review: The Mozart Effect,* Epilepsy and Behavior, 2: 396-417.

Jauševec N., Jauševec K., Gerlič I., 2006., *The influence of Mozart's music on brain activity in the process of learning,* Clinical nerophysiology, 117: 2703-2714.

Levitin, Daniel J. i Tirovolas, Anna K., 2009., *Current Advances in the Cognitive Neuroscience of Music,* New York Academy of Sciences, 211-231.

McDermott J., 2008., *The evolution of music,* Nature, 453: 287-289.

Satoh M., Nakase N., Nagata K., Tomimoto H., 2011., *Musical anhedonia: Selective loss of emotional experiance in listening to music,* Neurocase, 17: 410-417.

Zhu W., Zhao L., Zhang J., Ding X., Liu H., Ni E., Ma Y., Zhou C., 2008., *The influence of Mozart's sonata K448 on visual attention: An ERPs study,* Neuroscience Letters, 434. 35-40.

http://ent.uci.edu/Anatomy of the ear.htm

http://en.wikipedia.org/wiki/Ear

http://en.wikipedia.org/wiki/Functional_magnetic_resonance_imaging

http://en.wikipedia.org/wiki/Human_brain

http://musicmonster-js.blogspot.com/2010/12/music-is-ideal-solution-to-long-day.html

http://www.mozart-archiv.de/

## 8.Sažetak

Glazba se kroz stoljeća razvijala zajedno s ljudima i njihovom kulturom, te postala neizostavni dio svakodnevnog života. Tek u današnje vrijeme, uz pomoć različitih istraživanja, počinjemo shvaćati koliko je glazba fiziološki integrirana u naš organizam. U svjetlu takvih istraživanja počinjemo na glazbu gledati, ne kao samo oblik zabave, nego kao na metodu za samopomoć, liječničku terapiju za ljude s moždanim problemima i kao na moguće oruđe u stimuliranju i oblikovanju ljudskog uma.

## 9.Summary

Through centuries music has been developing together with humans and their culture, thus becoming indispensable part of evryday life. Nowdays, with help from different studies, we are starting to understand just how much has music been physiologically integrated in our organisms. In light of these studies we are starting to view music, not just as a form of entertainment, but as a method for self-help, medical therapy for people with brain problems and as a possible tool for stimulating and molding of human mind.