

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

**UTJECAJ GLAZBE NA RAZVOJ I PLASTIČNOST MOZGA  
(THE INFLUENCE OF MUSIC ON BRAIN DEVELOPMENT AND  
PLASTICITY)**

**SEMINARSKI RAD**

Darija Putar

Preddiplomski studij biologije

(Undergraduate Study of Biology)

Mentor: izv. prof. dr. sc. Dubravka Hranilović

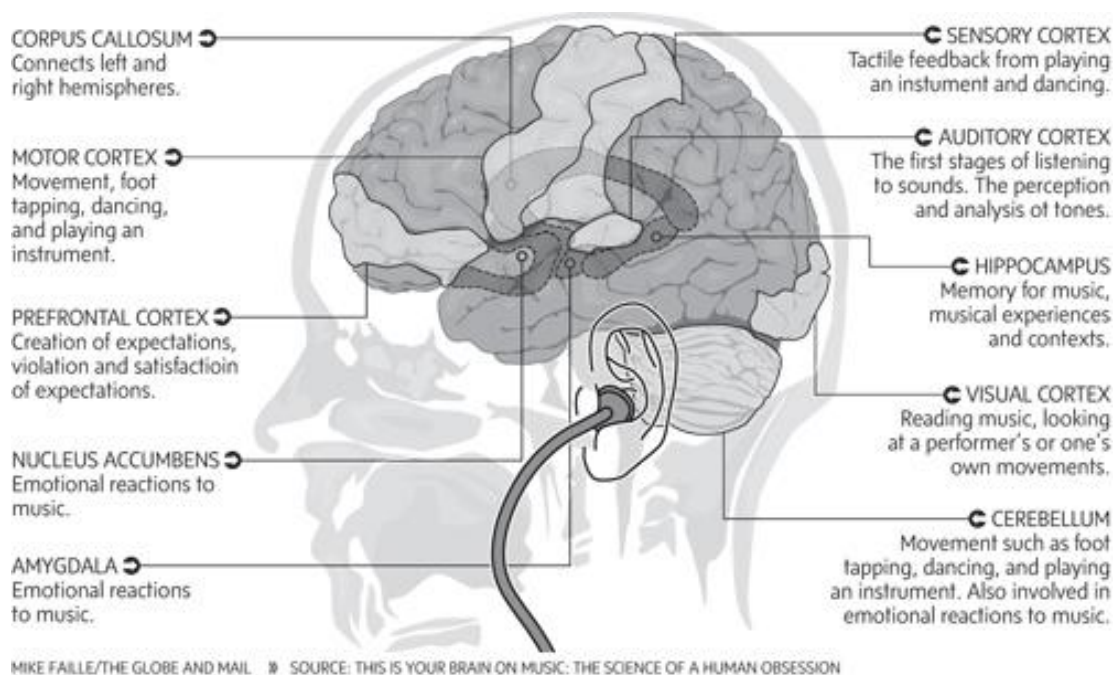
Zagreb, 2016.

## SADRŽAJ:

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD .....  | 1  |
| 2. Povijesni pregled (TOMATISOVA METODA) .....       | 3  |
| 3. KRATKOROČNI UTJECAJ GLAZBE – MOZARTOV EFEKT ..... | 4  |
| 4. DUGOROČNE POSLJEDICE GLAZBENE PODUKE.....         | 6  |
| 4.1. Glazbena poduka u dječjoj dobi .....            | 6  |
| 4.2. Glazbena poduka u odrasloj dobi .....           | 8  |
| 5. GLAZBA KAO TERAPIJA.....                          | 10 |
| 5.1. Neurološki poremećaji .....                     | 10 |
| 5.2. Disleksija .....                                | 11 |
| 5.3. Demencija.....                                  | 12 |
| 6. ZAKLJUČAK .....                                   | 15 |
| 7. LITERATURA.....                                   | 16 |
| 8. SAŽETAK.....                                      | 17 |
| 9. SUMMARY .....                                     | 17 |

## 1. UVOD

Glazba se po svojoj naravi i karakteristikama razlikuje od kulture do kulture. Iako ne postoji univerzalan koncept glazbe, može se definirati kao umjetnost vremenske organizacije zvuka ([www.enciklopedija.hr](http://www.enciklopedija.hr)). Glazba djeluje na naša osjetila, emocije i mozak. Uz slušnu koru, različita područja mozga reagiraju na razne sastavnice glazbe (Slika 1.). Desni temporalni režanj obrađuje visinu tona kao i prozodiju govora. Ritam se obrađuje u prefrontalnoj motoričkoj kori, malom mozgu i drugim područjima. Limbički sustav koji je povezan s emocijama, obrađuje i ritam i tonalitet. Obrada glazbe stoga uključuje i povezuje različite živčane mreže (Galińska 2015).



**Slika 1.** Različita područja mozga sudjeluju u obradi glazbe. ([www.fortetoowong.com.au](http://www.fortetoowong.com.au))

Tehnike magnetske rezonancije (MRI) i pozitronske emisijske tomografije (PET) nam omogućuju vizualizirati područja mozga koje aktivira glazba i živčane puteve percepcije glazbe. Slušanje glazbe kod običnih ljudi aktivira prvenstveno desnu hemisferu mozga, a kod profesionalnih glazbenika prvenstveno lijevu hemisferu mozga. Desna hemisfera percipira boju zvuka i melodiju, a lijeva analizira ritam i visinu tona. (Thompson i Andrews 2000).

Mozak se najviše razvija u djetinjstvu i tada je najplastičniji. Plastičnost je svojstvo mijenjanja oblika tj. reorganizacije živčanih puteva u mozgu i smatra se svojstvom koje mozak zadržava i u odrasloj dobi, iako ne u istoj mjeri kao u djetinjstvu. Sve više istraživanja potvrđuje sposobnost glazbe u poticanju plastičnosti mozga i poboljšavanju kognitivnih funkcija. Primjena takvog pozitivnog utjecaja može se vidjeti u poticanju razvoja mozga kod djece pomoću glazbene poduke do rehabilitacije kognitivnih funkcija kod osoba s raznim neurološkim oštećenjima pomoću glazbene terapije.

## **2. Povijesni pregled (TOMATISOVA METODA)**

Glazba je imala značajnu ulogu u socijalnom i emocionalnom životu ljudi kroz povijest. Već su stari Grci koristili glazbu za liječenje pojedinaca (Thompson i Andrews 2000). Tijekom Olimpijskih igara glazbenici su poticali izvedbu sportaša svirajući kitaru i flautu. Neki smatraju da su prvi antički glazbeni rituali korišteni za religijska slavlja i u medicinske svrhe (Cervellin i Lippi 2011). Korištenje glazbe za ozdravljenje prenijelo se i na Srednji vijek, kada su oboljeli znali satima plesati, vjerujući da će se izliječiti. Danas je to poznato pod nazivom epidemija plesova. Tijekom vremena ljudi su sve više uviđali utjecaj glazbe na raspoloženje i mozak. Početkom 20. stoljeća O'Neil Kane opisao je pozitivan učinak glazbe na smanjenje anksioznosti i potrebe za analgezijom kod pacijenata prilikom operacija (Cervellin i Lippi 2011).

Sredinom 20. stoljeća Alfred A. Tomatis je razvio metodu za stimuliranje bogate povezanosti živčanog sustava i uha koristeći modificiranu glazbu. Metoda integrira segmente ljudskog razvoja i ponašanja. Dr. Tomatis je otkrio ulogu uha u produkciji glasa i shvatio mogućnost stvaranja glasa samo ako smo sposobni čuti. Kontrolirana slušna stimulacija može utjecati na samoslušanje i fonaciju, a aktivno slušanje Tomatis vidi kao bitan proces koji utječe na jezik, glas, ritam, koordinaciju, motivaciju i sposobnosti učenja. Među prvima je smatrao da fetus čuje i da majčin glas visokih frekvencija stimulira mozak djeteta u maternici. Stimulacija živčanog sustava može potaknuti razvoj i cerebralni protok krvi koji omogućuje rast, barem kao grananje dendrita. Tomatisova metoda polazi od pretpostavke da je zvuk visokih frekvencija (iznad 3000 Hz) važan stimulans mozga. Smatra se da je živčana plastičnost najveća u ranim godinama života, no novija istraživanja pokazuju da se mozak nastavlja razvijati i mijenjati kroz odraslu dob pomoću stimulacije osjetila. Tomatisova metoda omogućuje stimulaciju u navalama intenziteta kroz nekoliko mjeseci s periodima odmora. To daje dovoljno vremena za razvoj. Stimulacija rezultira povećanom sposobnošću aktivnog slušanja, razgovora s drugima i razvojem jezika. Metoda ublažava brojne probleme koji imaju neurološku osnovu kao što su ozljeda glave, moždani udar, manjak pozornosti, poteškoće u učenju. Korisna je jer potiče bogatu povezanost uha i moždanog debla, malog mozga i viših kortikalnih centara. Stimulacijom puteva retikularnog aktivacijskog sustava, kroz talamus i projekcijom u frontalnim režnjevima, poboljšava se pozornost i pamćenje. Tomatisova metoda je potaknula mnogobrojna istraživanja i razvoj novih metoda koje danas koriste glazbu u razvojne i terapijske svrhe (Thompson i Andrews 2000).

### 3. KRATKOROČNI UTJECAJ GLAZBE – MOZARTOV EFEKT

Glazba može poboljšati i intelektualna svojstva (Cervellin i Lippi 2011). U eksperimentu u kojem su sudionici 10 min slušali Mozartovu klavirsku sonatu K448, pokazali su znatno bolje rezultate u prostornom rasuđivanju, nego kada su bili u tišini ili slušali upute za opuštanje. Bolji rezultati su bili kratkotrajni, ali i drugi eksperimenti su potvrdili da nakon izlaganja Mozartovoj klavirskoj sonati K448 postoji poboljšanje u rješavanju prostorno-vremenskih zadataka. Takozvani „Mozartov efekt“ odnosi se na kratkotrajno poboljšanje prostornih sposobnosti nakon slušanja Mozartove glazbe. Zbog pojednostavljivanja u javnosti stvorila se zabuna između kratkotrajnog slušanja glazbe i dugoročne glazbene poduke. Drugi dio „Mozartovog efekta“ odnosi se na glazbeno obrazovanje i dugotrajno izlaganje glazbi koje onda ima i dugoročne posljedice na razvoj mozga (Schellenberg 2001).

Što se tiče kratkoročnog utjecaja glazbe neki su znanstvenici kritizirali rezultate, smatrajući da do poboljšanja dolazi zbog uživanja u glazbi i njezinog cijenjenja. Eksperimentom na štakorima pokazalo se da je ona grupa koja je bila izložena Mozartovoj sonati puno bolje i s manje grešaka prolazila labirint, nego druge grupe, rješavajući tako problem cijenjenja glazbe (Jenkins 2001). Kad se Mozartova glazba zamijeni Schubertovim djelom i dalje postoji poboljšanje u izvođenju zadataka, ali ako se zamijeni pričanjem kratke priče, „Mozartov efekt“ nestaje kod nekih ispitanika. Poboljšanja ima kod ljudi koji preferiraju glazbu, ali i kod onih kojima se više sviđa priča. Stoga, neki znanstvenici smatraju da kratkoročni utjecaj glazbe na prostorne sposobnosti proizlazi iz pozitivnog raspoloženja (Schellenberg 2001).

Druga teorija govori da pozitivno raspoloženje povećava razinu neurotransmitera dopamina. Bolji rezultati u kognitivnim zadacima vjerojatno su rezultat učinka dopamina na prefrontalnu koru. Slušanje glazbe i „Mozartov efekt“ jedan je od načina poticanja uzbuđenja i pozitivnog utjecanja na izvedbu zadataka. Hipotezu je pokušao potvrditi Thompson tako što je uz Mozarta, ugodnog i veselog zvuka, u istraživanju koristio i Albinonijev Adagio, mirnu i tužnu skladbu. Rezultatima je potvrdio da je „Mozartov efekt“ rezultat utjecaja glazbe na raspoloženje i uzbuđenje (Schellenberg 2001).

Većina istraživanja su koristila Mozartovu klavirsku sonatu K448, no neki su uvidjeli da i neka druga Mozartova glazba uz glazbu skladatelja Yannija, J.S. Bacha i J.C. Bacha daje iste rezultate. Njihove skladbe slične su Mozartovima po tempu, strukturi, melodiji, harmoniji i naglasku na određenim tonovima uz visok stupanj dugoročne periodičnosti. Glazba s visokim

stupnjem dugoročne periodičnosti rezonira u mozgu, poboljšavajući tako prostorno-vremenske izvedbe. Takva glazba smanjuje i aktivnost epileptičnih napadaja. Pacijenti koji su slušali Mozartovu skladbu imali su značajno manju epileptičnu aktivnost praćenu elektroencefalogramom. Utjecaj glazbe na poboljšanje prostorno-vremenskog izvođenja zadataka je kratkoročan i traje oko 12 min, ovisi o zadacima i nema dugotrajan utjecaj na inteligenciju, ali je zato važan djelotvoran efekt na neke pacijente s epilepsijom (Jenkins 2001).

## **4. DUGOROČNE POSLJEDICE GLAZBENE PODUKE**

Svladavanje glazbenih vještina zahtijeva kompleksnu koordinaciju različitih dijelova mozga uz mnogo vježbe ([www.theconversation.com](http://www.theconversation.com)). To vodi pretpostavci da glazbena poduka ima efekt transfera na druga područja. Pozitivan transfer opisuje generalizaciju procesa ili strategiju koja olakšava i ubrzava učenje tj. kad nam prethodno iskustvo olakšava rješavanje novog problema (Schellenberg 2001).

Glazbena poduka može poboljšati vještine rasuđivanja jer ih i sama glazba zahtijeva. Smatra se da može poboljšati i matematičke vještine. Glazba traži poznavanje ritma, gdje je potrebno razumijevanje omjera, proporcija i frakcija. Tako može utjecati i na fonemske vještine jer obrada jezika i glazbe zahtijeva podjelu toka zvukova u manje jedinice koje možemo percipirati (Schlaug i sur. 2005).

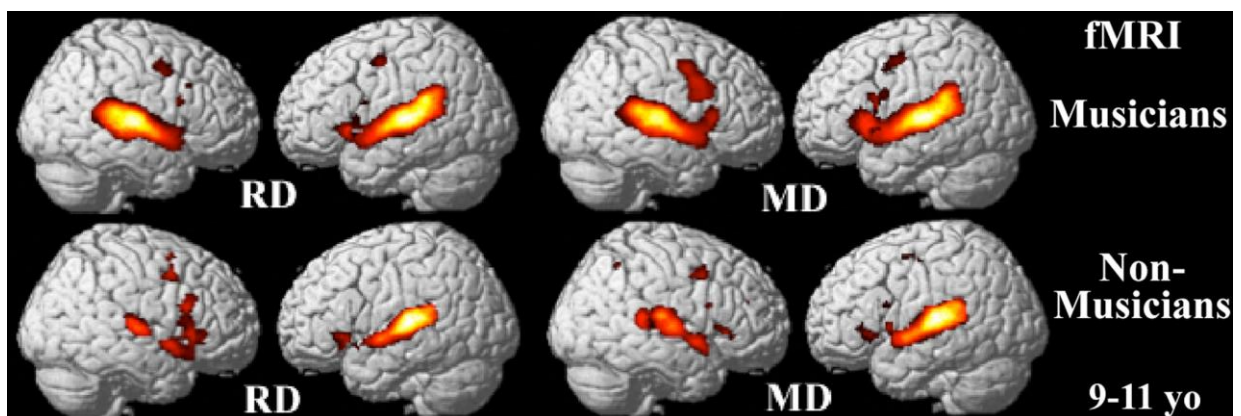
### **4.1. Glazbena poduka u dječjoj dobi**

Dugotrajna glazbena poduka u dječjoj dobi pruža priliku za proučavanje utjecaja glazbe na mozak u razvoju i njegovu plastičnost (Hyde i sur. 2009). Korelacijska istraživanja ukazuju na povezanost glazbene nadarenosti i drugih sposobnosti. Čitanje i fonemsku svjesnost povezuju s mogućnošću razlikovanja visine tonova, a razlikovanje ritma uz pismenost djece. Takva istraživanja pretpostavljaju da glazbene sposobnosti utječu na opću inteligenciju, ali zbog samog načina istraživanja nemoguće je izvesti čvrste zaključke. Većina istraživača ipak smatra da na poboljšanje neglazbenih sposobnosti najviše utječe sama glazbena poduka, učenje i vježbanje glazbe, a ne glazbene predispozicije djeteta (Schellenberg 2001).

U istraživanju utjecaja glazbene poduke na dječji mozak i kognitivni razvoj uspoređivali su djecu koja su kroz duži vremenski period, oko godine dana, imala glazbenu poduku. Prije početka podučavanja su sudionici, djeca od 5 do 7 godina, bila podvrgnuta bihevioralnim testovima, strukturnom i funkcionalnom MRI (fMRI) skeniranju. Utvrđeno je da nije bilo nikakvih kognitivnih, glazbenih, motoričkih ili strukturnih razlika u mozgu kontrolne i instrumentalne grupe, kao ni razlika u apsolutnom volumenu mozga, volumenu sive tvari i bijele tvari. Analize nakon godine dana glazbene poduke su pokazale značajne promjene u rezultatima bihevioralnih testova instrumentalne grupe. Djeca su imala bolje motoričke vještine i sposobnosti slušnog razlikovanja te neznatno povećanje volumena sive tvari.



Uključivanjem još jedne grupe djece u dobi od 9 do 11 godina koja su prošla oko 4 godine glazbene poduke potvrđene su pretpostavke pozitivnog utjecaja učenja glazbe na razvoj mozga. Starija grupa je bila znatno bolja u bihevioralnim testovima. Pokazivali su puno veću moždanu aktivnost tijekom rješavanja zadataka raspoznavanja ritma i melodije kao što pokazuje Slika 2. Povećanje volumena sive tvari je kod njih značajno veće i u senzoričko-motoričkoj kori i u okcipitalnom režnju, a povećana je i aktivnost gornjeg temporalnog girusa, stražnjeg donjeg i srednjeg frontalnog girusa obje hemisfere.



**Slika 2.** fMRI snimka pokazuje znatno veću grupnu aktivnost nekoliko područja mozga tijekom rješavanja zadataka raspoznavanja ritma i melodije u starijoj grupi djece koja su prošla glazbenu poduku naspram onih koji nisu imali glazbenu poduku. (Schlaug i sur. 2005)

Tijekom glazbene poduke učenik uči slušajući učitelja i gledajući njegove pokrete, procjenjujući zvukove svoje glazbene izvedbe i prevodeći notni zapis u zvukove. Tijekom takvog učenja bitnu ulogu imaju slušno-vizualni zrcalni neuroni koji služe kao primjer visoke razine apstrakcije u prikazu radnje. Isti se živčani sustav aktivira neovisno ako se radnja čuje, vidi ili izvodi. Takva se vrsta mapiranja radnja-zvuk događa prilikom glazbene poduke. Promjene postaju sve očitije kako se poduke nastavljaju s godinama (Schlaug i sur. 2005).

Mnoga druga istraživanja su pokazala pozitivan utjecaj dugotrajne glazbene poduke na promjene u dječjem mozgu. Rezultati tih eksperimenata su pokazali da djeca koja su učila glazbu nekoliko mjeseci imaju poboljšane prostorne vještine, bolji su u čitanju, pisanju i rješavanju matematičkih zadataka, bolji su u testu kognitivnih sposobnosti i Stanford-Binetovom testu inteligencije (Schellenberg 2001). Dugoročno istraživanje utjecaja glazbene poduke na strukturni razvoj mozga djece do 7 godina je pokazalo da iako na početku nije bilo razlike među djecom, ona koja su učila glazbu kroz 15 mjeseci su imala i bolje motoričke

vještine, bolje rezultate u melodijsko-ritmičnim zadacima i bihevioralna poboljšanja. MRI-skeniranjem vidjele su se promjene u motoričkim područjima mozga, desnom predcentralnom girusu, *corpus callosumu* i desnoj primarnoj slušnoj regiji. Navedena područja mozga su ključna za instrumentalnu izvedbu glazbe i slušnu obradu (Hyde i sur. 2009).

Učenje glazbe može promijeniti obrasce kortikalne organizacije (Schellenberg 2001). To pokazuje mogućnost poticanja plastičnosti mozga vježbom u ranom djetinjstvu i moglo bi se primijeniti u intervencijskim programima za djecu s razvojnim poremećajima. Također, sugerira da su razlike u mozgu odraslih glazbenika u odnosu na neglazbenike rezultat intenzivnog glazbenog vježbanja, a ne posljedica glazbenih predispozicija (Hyde i sur. 2009). Glazbene poduke su specifične jer se uče individualno ili u malim grupama što također može potaknuti neglazbene prednosti. Sva istraživanja pokazuju pozitivan efekt učenja glazbe na neglazbene sposobnosti kao što su jezik, matematika, na razvoj finih motoričkih vještina i emocionalne osjetljivosti i izražajnosti (Schellenberg 2001).

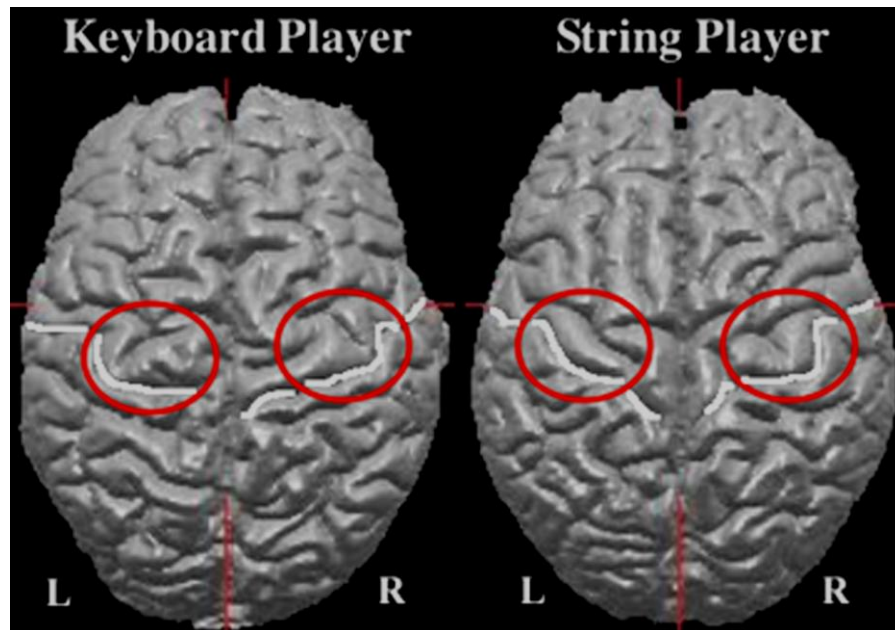
## **4.2. Glazbena poduka u odrasloj dobi**

Istraživanja su pokazala postojanje strukturnih razlika u mozgu kod glazbenika svirača i neglazbenika. Profesionalni klavijaturisti imaju znatno više sive tvari u nekoliko područja mozga: primarnoj senzoričko-motoričkoj kori, gornjoj predmotoričkoj i prednjoj gornjoj parijetalnoj kori, Heschlovom girusu, malom mozgu, donjem frontalnom girusu i dijelu lateralnog donjeg temporalnog girusa. Razlike su najuočljivije kod glazbenika koji su počeli s glazbenim podukama prije 7. godine života kada je plastičnost mozga najveća (Schellenberg 2001).

Profesionalno bavljenje glazbom zahtijeva kontinuirano vježbanje i mnoge kompleksne motoričke, slušne i multimodalne vještine (Schlaug i sur. 2005). Strukturne razlike u mozgu odraslih glazbenika su rezultat intenzivnog vježbanja i, vježbom inducirane, plastičnosti mozga, a ne posljedica bioloških glazbenih predispozicija (Hyde i sur. 2009). To potvrđuju i istraživanja utjecaja glazbene poduke na dječji mozak u razvoju.

U prilog hipotezi o plastičnosti mozga idu i primijećene razlike u mozgu među glazbenicima. Funkcionalne razlike mozga među njima mogu biti rezultat sviranja različitih instrumenata. Većina klavijaturista ima razvijenu konfiguraciju predcentralnog girusa s obje

strane mozga, dok gitaristi imaju samo na lijevoj strani kao što pokazuje Slika 3. Razlike su veće što je ranija dob početka sviranja i što su više vježbali (Schlaug i sur. 2005).



**Slika 3.** Anatomске разлике у предцентралном гирусу између клавијатуриста и гитариста, означене бијелим линијама. (Schlaug i sur. 2005)

Uz odrasle glazbenike koji su cijeli život pod utjecajem glazbe, istraživači su željeli ustanoviti može li glazbena poduka imati utjecaj na već razvijeni mozak odraslih ljudi. Proučavali su kakav efekt ima učenje klavijatura na aktivnost predmotoričke/motoričke kore i interakcije među hemisferama kod ljudi koji nikad nisu učili svirati. Nakon 10 dana učenja sudionicima se znatno poboljšala izvedba, preinačena je komunikacija među hemisferama kao i aktivnost senzoričko-motoričke kore. Smanjila se kortikalna aktivacija tijekom izvedbe. Rezultati su pokazali da je predmotorička kora najviše uključena u ranu fazu motoričkog učenja, kada je potrebno uspostaviti kognitivne strategije i motoričke rutine za izvođenje pokreta. Sviranje je poboljšalo motoriku lijeve ruke, preciznost pokreta prstiju i ruku koja zahtijeva finu senzoričko-motoričku kontrolu. Učenje sviranja klavira znatno je utjecalo na funkcioniranje intra- i interhemisferne predmotoričke/motoričke kore. Sviranje stoga može biti učinkovito u poticanju plastičnosti mozga odraslih u ranim fazama učenja (Houdayer i sur. 2016).

## **5. GLAZBA KAO TERAPIJA**

Glazbena poduka, učenje finih motorički vještina i vježbanje sviranja, kao što pokazuju istraživanja, imaju pozitivan utjecaj na plastičnost mozga. Takvi pozitivni rezultati sve više potiču primjenu glazbene terapije kod ljudi koji pate od bolesti živčanog sustava (Houdayer i sur. 2016). Glazbene terapije koriste glazbu kao alternativni put pristupu funkcijama mozga i obrade informacija. Većina neuroloških glazbenih terapija se fokusira na senzoričko-motoričko, govorno i jezično te kognitivno područje aktivnosti (Galińska 2015).

### **5.1. Neurološki poremećaji**

Glazba utječe na motivaciju i emocije, kognitivne sposobnosti, jezik i motoričke sposobnosti. Ima efekt na procese u mozgu koji se mogu generalizirati i prenijeti na neglazbene funkcije. Stoga se glazbene vježbe izvode analogno klasičnim terapijskim vježbama imajući istu funkcionalnu strukturu. Teorijom neurološke glazbene terapije su se razvile tehnike za terapiju kognitivnih, senzoričkih i motoričkih disfunkcija koje su rezultat bolesti živčanog sustava, npr. demencija, Parkinsonova bolest, moždani udar, ozljede mozga, razni kognitivni deficiti. Glazba aktivira mnoga područja mozga, a jedno od najbitnijih i odgovornih za multimodalnu recepciju i senzoričko-motoričku integraciju je Brocino područje.

Neurološka rehabilitacija polazi od 4 mehanizma glazbe u terapiji. Ritmička stimulacija i usklađivanje (sinkronizacija bioloških ritmova s glazbenim ritmom zbog akustičke rezonancije), obrada informacija s uzorcima (glazbeni, ritmički uzorci su bitni u sinkronizaciji, posebno pokreta), diferencijalna neurološka obrada glazbenih komponenti u više regija mozga (glazba omogućuje alternativne puteve prijenosa informacija u pogođene regije mozga jer potiče plastičnost) i stimuliranje emocionalnog odgovora uzbuđenjem, motivacijom i emocijama (glazba utječe na naše emocije, a time i na ponašanje, učenje, pamćenje, pozornost).

U neurološkoj rehabilitaciji su bitni ritam, mjera i uzorci u glazbi. Za senzoričko-motoričku rehabilitaciju ritam i glazbeni uzorci pomoću vježbi omogućavaju vremensko strukturiranje pokreta. Imaju funkciju koordinacije, predvidljivosti i stimuliranja pokreta. To je posebno bitno u rehabilitaciji osoba oboljelih od Parkinsonove bolesti (Galińska 2015).

Ritmička stimulacija i zadaci koji zahtijevaju melodijsku percepciju i izvedbu, aktiviraju i slušna i motorička područja mozga. Glazbena rehabilitacija pokazuje znatno poboljšanje reguliranja hoda, vremenskog proračuna motorike i percepcije kod osoba s Parkinsonovom bolešću (Ashoori i sur. 2015).

Kod osoba koje su pretrpjele moždani udar zabilježeno je da ritmička stimulacija metronomom poboljšava prostorno-vremensku mobilnost. Ima i pozitivan emocionalni efekt jer može izazvati autobiografska sjećanja povezana s najdražim pjesmama pacijenata. Prije spomenut „Mozartov efekt“ ima pozitivan utjecaj na smanjenje napadaja kod osoba s epilepsijom. Pretpostavlja se da glazba mijenja puteve dopamina pridonoseći pozitivnom efektu.

Sviranje instrumenata je bitan dio neurološke rehabilitacije, a odabir instrumenta ovisi o poremećaju koji se tretira. Svaki instrument ima svoje karakteristike i specifičnosti te na neke sposobnosti utječe više ili manje. Tako i pjevanje ima bitnu ulogu u terapiji govora i jezika, ali i kognitivnih funkcija kao što su pažnja, pamćenje i percepcija.

Rehabilitacijske tehnike se oslanjaju na novu tehnologiju stimulacije koja može utjecati na aktivnost mozga, pojačati budnost i promijeniti raspoloženje. Koristi se i audio-vizualna stimulacija svjetlošću i glazbom, povezanih ritmom. Glazba je kompleksan stimulans koji utječe na više regija mozga i treba ju pažljivo koristiti jer uz pozitivan efekt, može i loše utjecati na raspoloženje i ponašanje, potaknuti anksioznost i izolaciju. Iako je još uvijek eksperimentalna metoda, neurološka glazbena terapija ima puno pozitivnih rezultata u rehabilitaciji osoba s neurološkim problemima (Galińska 2015).

## **5.2. Disleksija**

Disleksija je poremećaj u učenju kojeg karakteriziraju poteškoće u čitanju, pisanju i kodiranju pojedinih riječi, a odraz su nedostatne fonološke obrade ([www.hud.hr](http://www.hud.hr)). Djeca s disleksijom imaju problema s vremenskom obradom, percepcijom ritma i senzoričko-motoričkom sinkronizacijom. Pretpostavlja se da bi glazbena poduka poboljšala vremensku obradu, ritam, fonološku svjesnost, segmentaciju riječi, čitanje i radnu memoriju. (Flaugnacco i sur. 2015).

Osobe s disleksijom imaju manjak povezanosti i aktivnosti u nekoliko kortikalnih i subkortikalnih regija mozga i malog mozga. Rehabilitacijske metode bi trebale, uz vraćanje sposobnosti fonološkog razlikovanja, raditi i na povećanju funkcionalnih veza između

frontalnih i temporalnih jezičnih područja mozga. Jedan od eksperimenata o utjecaju glazbe na disleksiju je istraživao efekt metode kognitivno-glazbene vježbe. Metoda polazi od principa da procesiranje glazbe i jezika dijelom prolazi istim živčanim sklopovima; karakteristike glazbe kao vrijeme i ritam mogu imati pozitivan efekt; integracije oštećenih veza zahvaćenih regija mozga. Glazbene vježbe istovremeno su uključivale vizualne, slušne, somatosenzoričke i motoričke aktivnosti s naglaskom na percepciju ritma. Pozitivni rezultati korištenja metode za rehabilitaciju disleksije pokazuju pozitivan efekt utjecaja glazbe. Sudionici su poboljšali kategorijsku percepciju, slušnu percepciju i vremenske komponente govora, fonološku svjesnost, čitanje i ponavljanje pseudo-riječi (Habib i sur. 2016).

Drugi eksperimenti su također potvrdili pozitivne rezultate glazbene terapije. Jedno od istraživanja također je polazilo od hipoteze da glazbena poduka disleksične djece poboljšava vremensku obradu, fonološku svjesnost i čitanje. Rezultati su pokazali znatno poboljšanje sposobnosti čitanja nakon glazbene poduke. Poboljšano je i čitanje pseudo-riječi koje zahtijeva aktivno prevođenje grafema u foneme, a to omogućuje fonološka svjesnost. Fonološke sposobnosti su poboljšane kao rezultat bolje ritmičke reprodukcije. Sposobnost uočavanja vremenske pravilnosti glazbene sekvence pokazala se znatno povezanom s fonološkim vještinama.

Vremensko uzorkovanje potrebno za obradu glazbenog ritma je slično u obradi slogova, riječi i prozodije u govoru, a često je oštećeno kod osoba s disleksijom. Glazbena obuka poboljšava sposobnosti ritma i mjere, koje najvjerojatnije najviše utječu na bolju slušnu obradu, prozodiju i fonemsku osjetljivost i time potiče jezične sposobnosti disleksične djece (Flaugnacco i sur. 2015). I glazbenici s disleksijom su pokazali puno bolje rezultate od odraslih neglazbenika s disleksijom u testovima vremensko slušne obrade. Glazbena poduka ima veliki pozitivan utjecaj u rehabilitaciji disleksije kao što pokazuju rezultati istraživanja, s posebnim naglaskom na ritam (Habib i sur. 2016).

### **5.3. Demencija**

Demencija je neurološko stanje postupnog propadanja moždanih stanica i uzrokuje smanjenje kognitivnih funkcija i razmišljanja. Alzheimerova bolest je jedan od najčešćih i najpoznatijih uzroka demencije. Karakteristika bolesti je oštećenje pamćenja uz smanjenje barem još jedne kognitivne funkcije kao npr. oštećenje govora. Stoga oboljele osobe koje su

najčešće starije životne dobi, razvijaju probleme u ponašanju i socijalizaciji. Nesposobnost funkcioniranja, nesamostalnost i socijalna izolacija su posljedice raznih vrsta demencije, a njih uzrokuju brojna senzoričko-motorička, kognitivna i emocionalna oštećenja.

Razne glazbene aktivnosti mogu pozitivno utjecati na ponašanje, raspoloženje i kognitivne funkcije kod osoba s demencijom. Prema istraživanjima, glazbene sposobnosti mogu ostati relativno sačuvane kod dementnih osoba, iako je broj takvih istraživanja malen. Malo toga se pouzdano zna o toj temi. Smatra se da postoji više tipova glazbene memorije koje su različito oštećene u različitim vrstama demencije. Pamćenje poznate glazbe može biti relativno sačuvano kod osoba s Alzheimerovom bolešću (Baird i Samson 2015). Pravilni ritmički uzorci olakšavaju memorijsko kodiranje neglazbene informacije pa glazba može poslužiti kao sredstvo za lakše pamćenje (Galińska 2015).

Slušanje poznate glazbe može potaknuti pozitivne emocije i ponašanje te utjecati na emocionalno stanje oboljelih. Ljudi su skloni razvrstavanju stvari u kategorije, uključujući i emocije. Takvim kategorijskim pristupom rezultati jednog istraživanja su pokazali da prepoznavanje sreće, tuge, straha izazvanih glazbom, prepoznavanje sretne i tužne glazbe ostaje relativno očuvano kod osoba s Alzheimerovom bolešću, dok je kod osoba sa semantičkom demencijom znatno oštećeno. Nemogućnost emocionalnog raspoznavanja glazbe povezano je s propadanjem sive tvari uključujući insulu, amigdalnu, dijelove frontalne, temporalne, parijetalne kore i subkortikalni mezolimbčki sustav (Baird i Samson 2015).

Glazba potiče motoričke i kognitivne aktivnosti i korištenje glazbe u terapijske svrhe za osobe oboljele od demencije može imati pozitivan učinak na ponašanje, komunikacijske procese i kognitivne funkcije, pamćenje, govor i pozornost. Rehabilitacijske glazbene terapije koriste glazbene vježbe koje potiču aktivnost motoričkih, kognitivnih i senzoričkih funkcija (Raglio i sur. 2014). Glazba može smanjiti uzrujanost, anksioznost i depresiju kod dementnih osoba. Pozitivno utječe na kognitivne funkcije, posebno na jezik i tečnost govora, pažnju i izvršne funkcije. Pjesme su se pokazale kao učinkovita pomoć u usmenoj memoriji. Informiranje kroz pjesmu olakšava prepoznavanje općeg sadržaja informacije ili teme. Pokazalo se da osobe bolje pamte pjevane riječi od govorenih riječi.

Glazba ima pozitivan učinak na oštećenja kognitivnih funkcija zbog dvostrukog kodiranja motoričkih i slušnih informacija i samog efekta uzbudljivosti glazbe. Time se pojača trag pamćenja te poveća kodiranje i prisjećanje. Poznata glazba može izazvati autobiografska sjećanja i pomoći u potvrđivanju osobnog identiteta kod dementnih osoba (Baird i Samson 2015).

Multimodalno slušno-senzoričko-motoričko sviranje klavira je pokazalo jače plastične promjene u slušnoj kori zdravih odraslih osoba za razliku od čisto slušnog vježbanja. Vježbanje kompleksnih vještina koje uključuje integraciju osjetila više potiče plastičnost mozga. Glazbena poduka kontinuirano mijenja obradu, povezanost i strukturu slušnih i motoričkih područja (Herholz i sur. 2013). Stoga i stariji glazbenici pokazuju bolje kognitivne funkcije. Smatra se da glazbena poduka može zaštititi od ili ublažiti opadanje kognitivnih funkcija povezanih sa starošću. Plastičnost mozga uzrokovana glazbom može se potaknuti i kod odraslih osoba i potencijalno smanjiti rizik od demencije. Potrebno je još mnogo istraživanja o učinku glazbe na osobe oboljele od demencije i mogućnosti očuvanja kognitivnih funkcija (Baird i Samson 2015).



## 6. ZAKLJUČAK

Glazba doista utječe na razvoj mozga i potiče njegovu plastičnost. Kratkoročan učinak glazbe, tzv. „Mozartov efekt“ izaziva bolje prostorno-vremensko razmišljanje, ali efekt je kratkotrajan i nema učinak na opću inteligenciju. Suprotno tome, dugoročan utjecaj glazbene poduke jasno je vidljiv. Učenje sviranja od djetinjstva, kad se mozak još razvija i najplastičniji je, pokazalo je znatno poboljšanje mnogih sposobnosti, posebno kognitivnih i motoričkih. Plastičnost i promjene u mozgu su dugoročne i osobe koje su imale glazbenu poduku u starijoj dobi pokazuju bolju očuvanost kognitivnih sposobnosti. Iako je mozak najplastičniji u djetinjstvu, pokazalo se da makar u manjoj mjeri, plastičnost mozga može se izazvati glazbenom podukom i u odrasloj dobi. To omogućava primjenu glazbe u rehabilitaciji neuroloških oštećenja. Kod djece s disleksijom glazba ima velik utjecaj na fonološku svjesnost, segmentaciju riječi, radnu memoriju i sposobnosti čitanja.

Glazbena terapija mogla bi znatno poboljšati i nadopuniti klasične terapijske metode. Mnogi pozitivni rezultati su primijećeni i u glazbenoj rehabilitaciji osoba s demencijom i ostalim neurološkim bolestima, ali to područje zahtijeva još puno detaljnijih istraživanja. Glazba i sviranje instrumenta potiče reorganizaciju živčanih puteva i kao takvo, bavljenje glazbom, makar samo za osobno uživanje, može imati puno pozitivnih posljedica za nas.

## 7. LITERATURA

1. Ashoori A, Eagleman DM, Jankovic J, 2015. Effects of auditory rhythm and music on gait disturbances in Parkinson's disease. *Frontiers in neurology* **6**, 234.
2. Baird A, Samson S, 2015. Music and dementia. *Progress in brain research* **217**, 207-235.
3. 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* **22**, 371-374.
4. Flaunacco E, Lopez L, Terribili C, Montico M, Zoia S, Schön D, 2015. Music training increases phonological awareness and reading skills in developmental dyslexia: a randomized control trial. *PLoS one* **10**, e0138715.
5. Galińska E, 2015. Music therapy in neurological rehabilitation settings. *Psychiatr. Pol* **49**, 835-846.
6. Habib M, Lardy C, Desiles T, Commeiras C, Chobert J, Besson M, 2016. Music and Dyslexia: A New Musical Training Method to Improve Reading and Related Disorders. *Frontiers in psychology* **7**, 26.
7. Herholz SC, Herholz RS, Herholz K, 2013. Non-pharmacological interventions and neuroplasticity in early stage Alzheimer's disease. *Expert review of neurotherapeutics* **13**, 1235-1245.
8. Houdayer E, Cursi M, Nuara A, Zanini S, Gatti R, Comi G, Leocani L, 2016. Cortical Motor Circuits after Piano Training in Adulthood: Neurophysiologic Evidence. *PLoS One* **11**, e0157526.
9. Hyde KL, Lerch J, Norton A, Forgeard M, Winner E, Evans AC, Schlaug G, 2009. The effects of musical training on structural brain development. *Annals of the New York Academy of Sciences* **1169**, 182-186.
10. Jenkins JS, 2001. The Mozart effect. *Journal of the royal society of medicine* **94**, 170-172.
11. Raglio A, Filippi S, Bellandi D, Stramba-Badiale M, 2014. Global music approach to persons with dementia: evidence and practice. *Clinical interventions in aging* **9**, 1669-1676.
12. Schellenberg EG, 2001. Music and nonmusical abilities. *Annals of the New York Academy of Sciences* **930**, 355-371.
13. Schlaug G, Norton A, Overy K, Winner E, 2005. Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Annals of the New York Academy of Sciences* **1060**, 219-230.
14. Thompson BM, Andrews SR, 2000. An historical commentary on the physiological effects of music: Tomatis, Mozart and neuropsychology. *Integrative Physiological and Behavioral Science* **35**, 174-188.
15. [www.encikolpedija.hr](http://www.encikolpedija.hr)
16. [www.fortetoowong.com.au](http://www.fortetoowong.com.au)
17. [www.hud.hr](http://www.hud.hr)
18. [www.theconversation.com](http://www.theconversation.com)

## 8. SAŽETAK

Alfred Tomatis je među prvima razjasnio pozitivan učinak glazbe na mozak i razvio metodu za stimuliranje živčanog sustava glazbom. Kratkoročan utjecaj glazbe se naziva „Mozartov efekt“ i nema trajne posljedice na mozak. Dugoročan utjecaj glazbene poduke potiče razvoj mozga i njegovu plastičnost. Ona je najveća u djetinjstvu, ali glazba može potaknuti povezivanje živčanih puteva i kod odraslih osoba. To omogućuje primjenu glazbene terapije kod osoba s neurološkim oštećenjima, kao što su disleksija, Parkinsonova bolest, moždani udar i demencija . Glazba najviše utječe na emocije, kognitivne i motoričke sposobnosti.

## 9. SUMMARY

Alfred Tomatis was among the first to explain positive effect of music on the brain. He developed a method using music to stimulate nervous system. Short-term positive effect on spatial abilities is called the "Mozart effect" and has no permanent consequences on nervous system. Long-term influence of musical training benefits brain development and brain plasticity. Although brain plasticity is strongest in childhood, it can be stimulated in adults. Therefore it is possible to use music therapy in treatment of neurological deficits like dyslexia, Parkinson's disease, stroke and dementia. Emotions, cognitive and motor abilities are most affected by music.