

Sveučilište u Zadru

Odjel za psihologiju

Preddiplomski studij psihologije

Mirjam Vukić

**Ispitivanje učinka percipiranog Theta binauralnog ritma na
pamćenje te subjektivnu opuštenost i koncentraciju**

Završni rad

Mr. sc. Lozena Ivanov

Zadar, 2014.

Ispitivanje učinka percipiranog Theta binauralnog ritma na pamćenje te subjektivnu opuštenost i koncentraciju

Sažetak

Do percepcije binauralnog ritma dolazi kad se dva koherentna zvuka sličnih frekvencija odvojeno prezentiraju na svako uho. Mozak integrira ta dva tona, proizvodeći doživljaj trećeg zvuka-binauralnog zvuka. Kao rezultat toga, cijeli mozak biva uveden na frekvenciju koja je jednaka razlici između dva prezentirana tona i počinje rezonirati na toj određenoj frekvenciji. Putem stimulacije binauralnim ritmom, moguće je potaknuti izmjenu frekvencije moždanih valova, a time ostvariti pristup izmijenjenom dominantnom moždanom stanju. U ovom slučaju, fokus je bio na Theta valovima, odnosno Theta moždanom stanju. Naime, Theta valovi su povezani s poboljšanim pamćenjem te s opuštenosti i boljom koncentracijom, stoga je cilj istraživanja bio utvrditi učinke Theta binauralnog ritma na pamćenje, subjektivnu opuštenost i koncentraciju. Da bi se postiglo Theta stanje, ispitanici iz eksperimentalne skupine bili su izloženi 15-ominutnoj neutralnoj glazbi ukomponiranoj zajedno s binauralnim ritmom iz Theta raspona, dok su ispitanici iz kontrolne skupine 15 minuta bili izloženi samo neutralnoj glazbi. Prije izloženosti bilo kakvoj auditivnoj stimulaciji, ispitanici obiju skupina su dali procjene subjektivne koncentracije i opuštenosti, kao i poslije izloženosti auditivnoj stimulaciji. Nakon te naknadne samoprocjene, ispitanici iz obje skupine su prošli kroz zadatak pamćenja 25 parova riječi, nakon čega je uslijedio zadatak dosjećanja na znak, gdje se trebalo dosjetiti druge riječi, odnosno drugog člana para. Isti zadatak dosjećanja na znak uslijedio je i sljedeći dan. Rezultati su pokazali da nema značajne razlike u broju točno dosjećanih riječi između eksperimentalne i kontrolne skupine, u oba pokušaja dosjećanja. Kod obje skupine je utvrđeno značajno lošije pamćenje pri drugom dosjećanju, no slabije rezultate je postigla kontrolna skupina. Nadalje, eksperimentalna skupina je nakon izloženosti zvučnim podražajima imala značajno više razine samoprocijenjene koncentracije i opuštenosti od kontrolne skupine te u odnosu na situaciju prije izloženosti zvučnim podražajima.

Ključne riječi: binauralni ritam, Theta moždani valovi, pamćenje, opuštenost, koncentracija

Examination of the effect of perceived Theta binaural beats on memory and subjective relaxation and concentration

Abstract

Perception of binaural beats emerges when two coherent sounds of similar frequency are separately presented to each ear. Brain integrates these two tones, producing perception of third sound-binaural beat. As a result, the whole brain is entrained in frequency that is equal to the difference of two presented tones and starts to resonate on that specific frequency. Via stimulation with binaural beats, it is possible to induce the change of brainwave frequencies, and thus accomplish approach to changed dominant brain state. In this case, the focus was on Theta waves, respectively Theta brain state. That is to say, Theta waves are related to improved memory and with relaxation and better concentration, so therefore the purpose of this research was to determine the effects of Theta binaural beats on memory, subjective relaxation and concentration. In order to achieve Theta state, subjects in the experimental group were exposed to 15 minutes long neutral music embedded with binaural beats in Theta range, while subjects in control group were only exposed to 15 minutes long neutral music. Before the exposure to any auditory stimulation, subjects of both groups gave their evaluations of subjective concentration and relaxation, as they did after the exposure to auditory stimulation. After that additional self-evaluation, subjects of both groups had gone through memory task with 25 pairs of words, after which followed cued recall task, where they had to recall the other word, respectively the other member of pair. The same cued recall task followed next day. Results have shown that there is no significant difference in the number of correctly recalled words between experimental and control group, in both recall trials. Significantly worse memory is found with both groups in second recall task, however control group achieved poorer results. Furthermore, experimental group had significantly higher levels of self-evaluated concentration and relaxation than control group and compared to situation before exposure to auditory stimulation.

Key words: binaural beats, Theta brainwaves, memory, relaxation, concentration

Sadržaj

Sažetak	1
Abstract	2
1. Uvod	4
1. 1. Hemisferna sinkronizacija i proizlazeći frekvencijski odgovor	5
1. 2. Ključna uloga moždanih valova	6
1. 3. Važnost sporih moždanih valova	7
1. 4. Theta moždani valovi i njihovo djelovanje	8
2. Cilj	11
3. Problemi	11
4. Metoda.....	12
5. Rezultati	14
6. Rasprava	19
7. Zaključak	24
8. Literatura	25

1. Uvod

Binauralni ritam se odnosi na auditivne odgovore moždanog debla koji nastaju kad se dva tona različitih frekvencija slušaju putem stereo slušalica, tako da je svakom uhu predstavljena različita frekvencija (Padmanabhan, Hildreth i Laws, 2005). Nastaje u superiornim olivarnim jezgrama svake moždane hemisfere- maloj masi sive tvari u ventralnom dijelu retikularne formacije koja je odgovorna za kontralateralnu integraciju u slušnom sustavu (Wahbeh, Calabrese i Zwickey, 2007).

Otkriće binauralnog ritma pripisuje se njemačkom eksperimentatoru, H. W. Dove-u, koji je do svog otkrića došao 1839. godine. Ipak, tijekom mnogo godina ovaj akustički fenomen je smatran rijetkim oblikom monauralnog ritma. To proizlazi iz činjenice da je binauralni ritam (BR) bio proučavan pomoću glazbene vilice koja je bila smještena na jednakoj udaljenosti od oba uha slušatelja. U to vrijeme, znanstvenici su vjerovali da su ispitanici detektirali zvukove koji su bili namijenjeni drugom uhu te da je zvukove provodila ljudska lubanja. Ipak, od ranih 1900-ih znanstvenici su počeli pretpostavljati da BR nije rijetki oblik monauralnog ritma. Kako su desetljeća prolazila, tehnologija je također olakšala istraživačima proučavanje BR-a. Ovaj napredak je omogućio znanstvenicima da zamijene glazbene vilice svojih prethodnika s elektroničkim oscilatorima koji proizvode tonove s kontroliranom visinom, intenzitetom i čistoćom (Oster, 1973). Osim toga, znanstvenici su počeli prepoznavati da osoba koja percipira BR zapravo čuje razliku između dvije frekvencije, a ne da čuje odvojene frekvencije. To znači da ako je ton od 320 Hz prezentiran jednom uhu, a ton od 332 Hz drugom, BR će biti percipiran na frekvenciji od 12 Hz. Moždane hemisfere će tada početi rezonirati i postati „istrenirane“ na tu frekvenciju (Cole, 2012).

Kad su predstavljeni signali dviju različitih frekvencija, jedan na svako uho, mozak prepoznaje fazne razlike između tih signala. Pod prirodnim okolnostima, otkrivena razlika u fazi će pružiti informacije o smjeru. No, mozak procesira ovu neprirodnu informaciju drugačije kad se te razlike u fazi čuju putem stereo slušalica ili zvučnika. Tada se odvija percepcijska integracija dvaju signala, proizvodeći osjećaj treće frekvencije (Binaural beats, 2008). Drugim riječima, kad se frekvencije percipiraju izravno sa stereo slušalica, slušatelj

percipira razliku između dvije frekvencije kao još jedan „ritam“. Dakle, binauralni ritam, odnosno zvuk, ne čuje se u uobičajenom smislu te riječi (ljudski raspon sluha je od 20-20,000 Hz), već se percipira kao auditivni ritam. Percipirani binauralni ritam je razlika između dvije eksterno predstavljene frekvencije. Kao što je već spomenuto, to znači ako je primjerice čisti ton od 400 Hz prezentiran u desno (odnosno lijevo) uho, a čisti ton od 410 Hz je istovremeno prezentiran lijevom (odnosno desnom) uhu, percipira se amplitudno modulirani val od 10 Hz, odnosno razlika između dvaju tonova, dok dva vala formiraju mrežu unutar i izvan faze u superiornim olivarnim jezgrama (Wahbeh i sur., 2007). No, treba imati na umu da ljudi obično ne mogu čuti zvukove frekvencije niže od 20 Hz, pa se ovaj efekt percipiranja niskih frekvencija jedinstveno povezuje s ljudskom percepcijom binauralnog ritma. Slično tome, Oster (1973) je utvrdio da se pri percipiranju BR-a stvara iluzija koja navodi pojedinca da vjeruje da zvukovi dolaze negdje iz unutrašnjosti glave, a ne izvan nje.

1. 1. Hemisferna sinkronizacija i proizlazeći frekvencijski odgovor

U svom najjednostavnijem obliku, BR se sastoji od dva čista tona različite visine prezentirana na svako uho. Sintetiziranje dva tona u jedan perceptivni ton proizvodi fenomen poznat kao "*hemisferna sinkronizacija*" gdje se električna aktivnost dvije moždane hemisfere ujedinjava u jedan sinkroni obrazac s ukupnom frekvencijom koja je na frekvenciji razlika između dva izvorna tona. Ako razlika između dva tona odgovara određenom stanju moždanih valova, kao što je 4-8 Hz (Theta), tada će ukupna aktivnost mozga imati tendenciju da se podudara s tom frekvencijom i na taj način će „ući“ u to određeno stanje moždanih valova (u ovom slučaju u Theta). Ova tendencija kortikalnih potencijala za uvježbavanje ili rezoniranje prema frekvenciji vanjskog podražaja naziva se još i *proizlazeći frekvencijski odgovor* (eng. *frequency-following response*), a naziva se tako jer se period odgovora poklapa s temeljnom frekvencijom podražaja (Smith, Marsh, i Brown, 1975, prema Binaural beats, 2008). To implicira i da se binauralni ritam teoretski može koristiti kako bi se uvježbali specifični neuronski ritmovi kroz proizlazeći frekvencijski odgovor (PFR) (Binaural beats, 2008). Nadalje, PFR djelomično objašnjava *trening* moždanih valova (Huang i Charyton, 2008), pri čemu trening označava proces tijekom kojeg mozak počinje rezonirati i proizvoditi moždane valove podudarne frekvenciji podražajnog BR (Gray, 2005). Ovaj odgovarajući porast ravnoteže ili balansiranje između dvije polutke mozga moguće je uočiti kod usporenja

moždanih valova, a prvi put je zabilježen u EEG istraživanjima iskusnih meditanata 1970-ih godina. Naime, u stanjima duboke meditacije, njihovi moždani valovi su pokazivali pomak od tipičnih asimetričnih obrazaca do stanja uravnotežene aktivnosti mozga. Ono što je ovdje važno jest otkriće da BR proizvodi iste rezultate hemisferne sinkronizacije pouzdanije i predvidivije, a bez rigorozne discipline meditacijske prakse (Gray, 2005). Značajnost hemisferne sinkronizacije koju su potvrdili brojni znanstvenici, možda se najbolje ogleda u činjenici da je neki stručnjaci opisuju kao stanje koje dopušta maksimalnu učinkovitost informacijskog transporta kroz cijeli mozak (Gray, 2005).

Stoga, gledajući na binauralni ritam iz druge perspektive, može ga se definirati kao specifičnu audio tehniku uvježbavanja (treninga) za mijenjanje moždanih valova (Kennerly, 1994), što je i potvrđeno istraživanjima koja su utvrdila učinkovitost BR-a u treningu moždanih valova (Gray, 2005). Dakle, kad osoba percipira binauralni ritam unutar određenog frekvencijskog raspona, njeni moždani valovi se sinkroniziraju upravo tom frekvencijskom rasponu, procesom treninga moždanih valova (Binaural beats, 2008). Ne samo da se promjene u aktivnosti moždanih valova javljaju u području mozga koje je odgovorno za sluh, ili samo u jednoj ili drugoj hemisferi, već je uključen cijeli mozak, s tim da oblici valova obje hemisfere postaju jednaki u frekvenciji, amplitudi, fazi i koherentnosti, što zapravo predstavlja opis prethodno spominjane hemisferne sinkronizacije (Gray, 2005). Pri tome je važno istaknuti da je jedan od “nus-produkata” hemisferne sinkronizacije visoka fokusiranost, a sposobnost redukcije lutanja misli i usmjeravanja pažnje je ključna za uspješno učenje (Morris, 1989). To znači da bi BR-om unutar frekvencijskog raspona sporijih moždanih valova bilo moguće postići visoku usredotočenost, a time i poboljšanu sposobnost učenja.

1. 2. Ključna uloga moždanih valova

Proizlazeći frekvencijski odgovor može osobu lako uvesti u Alpha, Beta, Theta ili Delta stanje moždanih valova i pomoći u održavanju tog stanja (Kennerly, 1994). To je posebno važno ako se uzme u obzir da su različite razine moždanih valova povezane s različitim stanjima svijesti. Normalni raspon frekvencija moždanih valova u neuronima kore velikog mozga otprilike se kreće između 0.5 Hz do 30 Hz, a zaključak izveden iz brojnih istraživanja podržava ideju da se svakodnevna stanja moždanih valova mogu podijeliti u Alfa, Beta, Theta i Delta frekvencije koje su povezane s različitim stanjima budnosti i spavanja (Gray, 2005).

). Alfa valovi povezani su s opuštenosti i početnom meditacijom. Karakterizira ih interno usmjerena nelinearna mentalna aktivnost, stanje relaksacije, razmišljanje i sanjarenje. Stanje počinje na frekvenciji od oko 12 Hz do oko 8 Hz, s tim da se opuštanje produbljuje kako frekvencija usporava. Beta valovi su povezani s opreznim stanjem, eksterno usmjerenom linearnom mentalnom aktivnosti mišljenja ili budnom svijesti. Stanje karakterizira fokus i usmjerena pozornost. Moždani valovi od 12 Hz pa nadalje se obično označavaju kao Beta valovi. Većina svakodnevne "radne" svijesti je aktivna između 13 Hz i 20 Hz, s porastom frekvencije koja se odnosi na povećanje koncentracije i budnosti. Delta valovi se pojavljuju u dubokim razdobljima spavanja bez snova, kad se odvija fizičko obnavljanje, a počinju ispod 4 Hz (Padmanabhan, Hildreth i Laws, 2005; Ulam, 1991, prema Cole, 2012). Konačno, Theta valovi, obično postaju istaknuti u stanju mirovanja i duboke opuštenosti, a povezani su sa početnom fazom spavanja / buđenja, sanjanjem i emocionalnim elementima i iskustvima. Theta moždani valovi se također pojavljuju u vrlo dubokoj meditacijskoj praksi te su povezani s "vizionarskim" i mističnim stanjima svijesti kad se dožive u budnom, svjesnom stanju. Theta valovi se javljaju između 8 Hz i 4 Hz, s tim da su sporije frekvencije povezane s produbljujućim stanjem mirovanja i sanjanjem (Gray, 2005), a općenito potječu iz desne hemisfere mozga, za razliku od Beta moždanih valova koji potječu iz lijeve hemisfere (Binaural beats, 2008). Dakle, da bi se omogućilo ciljano postizanje nekog od navedenih stanja moždanih valova, koristi se tehnologija BR-a. Primjena tehnologije BR-a se oslanja na mogućnosti treninga aktivnosti moždanih valova gdje se pretpostavlja da slušanje određene frekvencije binauralnog ritma "uvodi" (sinkronizira oscilaciju drugom oscilacijom) aktivnost moždanih valova slušatelja na frekvenciju podražajnog ritma. Tako ako je osoba primjerice bila izložena binauralnom ritmu od 10 Hz, trebala bi u skladu s tim imati povećanje aktivnosti moždanih valova na 10 Hz. Na taj način, primjena tehnologije binauralnog ritma ima potencijal eksternalnog utjecaja na aktivnost moždanih valova, a time i stanje uma (Wahbeh i sur., 2007; Wahbeh, Calabrese, Zwickey i Zajdel, 2007).

1. 3. Važnost sporih moždanih valova

U spore moždane valove mogli bi ubrojiti Alfa, Theta i Delta valove. Znanstvenici su otkrili da kada je mozak u stanju u kojem prevladavaju sporiji moždani valovi, on proizvodi određene hormone i neuropeptide. Ti hormoni i neuropeptidi povezani su s pojačanim

pamćenjem, kreativnosti i sposobnosti učenja. Primjerice, katekolamini, acetilkolin i vazopresin su samo primjer blagotvornih hormona i neuropeptida koji se proizvode pri sporijim frekvencijama moždanih valova. Više istraživanja je pokazalo da kada pojedinci uzimaju dodatke koji potiču proizvodnju acetilkolina u mozgu, postaju bolji u učenju i imaju poboljšano pamćenje, a pojedinci koji imaju niže razine acetilkolina obično imaju poteškoća sa zadacima koji uključuju učenje i pamćenje, kao i oboljeli od Alzheimerove bolesti, koji obično imaju vrlo niske razine acetilkolina. Razlog zašto upravo sporiji moždani valovi omogućuju otpuštanje ovih korisnih neurotransmitera krije se u jednostavnoj činjenici da su neuroni elektrokemijski potaknuti da proizvode određene neurotransmitere, neuropeptide i hormone pri određenim frekvencijama moždanih valova (Binaural beats, 2008), tj. različite frekvencije i valni oblici izazivaju otpuštanje različitih neurotransmitera (Patterson i Capel, 1983, prema Kennerly, 1994). Zapravo, neuroni su gotovo "aktivirani" za proizvodnju određenih neurokemijskih tvari kad su u interakciji s određenim frekvencijama moždanih valova. To implicira da je moguće mijenjati mozgovnu neurokemiju - a time i njegovo funkcioniranje - putem izmjena frekvencija moždanih valova. U tom smislu je uspoređivanje moždanih valova putem moždanog treninga koji je moguće postići korištenjem BR-a usporedivo sa slanjem direktne poruke neuronima za početak stvaranja korisnih neurokemijskih tvari (Binaural beats, 2008), što je povezano s nalazom da trening moždanih valova daje izvrsne rezultate u poboljšanju ljudskog pamćenja, pažnje i opuštanja (Hutchinson, 1994, prema Kennerly, 1994).

1. 4. Theta moždani valovi i njihovo djelovanje

U ovom istraživanju, najveći naglasak će biti na Theta valovima koji su posebno zanimljivi zbog pozitivnog učinka koji imaju na pamćenje te na opuštenost i koncentraciju. Neurotehnološkim istraživanjima je tako ustanovljeno da Theta valovi omogućuju učinkovitiju obradu informacija te učinkovitije pohranjivanje i dozivanje iz pamćenja (Gray, 2005). Stoga, kako se povećava količina Theta moždanih valova, tako se poboljšava i sposobnost za prisjećanje iz i pohranjivanje u dugotrajno pamćenje (Binaural beats, 2008). O povezanosti Theta valova i pamćenja govori i dobro utvrđeni podatak da lezije medijalnog septuma, središnjeg čvora Theta sustava, uzrokuju ozbiljne smetnje pamćenja (Andersen, Morris, Amaral, Bliss i O'Keefe, 2006). Kad se govori o Theta valovima i pamćenju, važno je

spomenuti i proces zvan *dugoročna potencijacija*. Znanstvenici su otkrili da, kako bi se oblikovala sjećanja, mozak mora proći kroz dugoročnu potencijaciju (DP) koja uključuje električne i kemijske promjene u neuronima koji su povezani s pamćenjem. Bez DP-a, pristigle informacije se neće pohraniti, već će se brzo i potpuno zaboraviti. Ono što je ovdje bitno je da je za DP ključan moždani obrazac Theta valova, kojeg Lynch i Baudry (1984) nazivaju čarobnim ritmom. Prema Lynchu i Baudryju (1984), to je prirodni ritam hipokampusa, dijela mozga koji je temeljan za formiranje i pohranu novih sjećanja te za dosjećanje starih sjećanja. Nadalje, ono što se događa svaki put kad osoba ulazi u Theta stanje moždanih valova je, između ostalog, otpuštanje određenih endorfina koji poboljšavaju ukupnu kogniciju, a time i pamćenje te sposobnost učenja. Primjerice, znanstvena istraživanja su pokazala da se kod štakora kojima su ubrizgani endorfini poboljšalo dugotrajno pamćenje te sposobnost prolaska kroz labirint (Kastin, Scollan, King, Schally i Coy, 1976). Nadalje, neka istraživanja su pokazala da proizvodnja endorfina zapravo može obrnuti amneziju; stanje kod kojeg je pamćenje narušeno. Također, valja istaknuti da istraživači smatraju da su dijelovi mozga koji su uključeni u proizvodnju endorfina i koji sadrže najveće koncentracije receptora endorfina, ista ona područja koja su uključena u pamćenje i učenje. To objašnjava zašto su pamćenje i mogućnost učenja povećani svaki put kad postoji povećana proizvodnja endorfina u mozgu, a koja je povezana upravo s prevladavajućim Theta moždanim valovima. Theta moždani valovi su posebno povezani i s proizvodnjom vazopresina - neuropeptida koji poboljšava sposobnost učenja i sposobnost pamćenja, vrijeme reakcije, a uz to, stimulira otpuštanje endorfina. Theta valovi također imaju sposobnost proizvodnje katekolamina koji pomažu u procesu učenja i pamćenja. No ne omogućuje samo proizvodnja neuropeptida učinkovitije učenje pri sporijim obrascima moždanih valova. Budući da su Theta i Alfa moždani valovi povezani s relaksacijom, dolazi do smanjenja krvnog tlaka, otkucaja srca te je uostalom cijelo tijelo opušteno. To povećava ukupnu razinu kisika u mozgu i maksimizira protok krvi u korteksu što potiče raspon pažnje i razinu budnosti. Povećana pozornost i budnost čini pamćenje i učenje novih podataka mnogo lakšim (Binaural beats, 2008). Prema Budzynskom (1977), Theta stanje karakterizira i nekritičko prihvaćanje verbalnog materijala ili gotovo bilo kojeg drugog materijala kojeg se može procesirati, omogućujući da se obavi mnogo posla u kratkom vremenu. Slično tome, Budzynski (1977) naglašava da su tijekom Theta stanja ljudi hipersugestibilni te mogu učiti određene nove materijale mnogo efikasnije i

lakše, nego tijekom perioda kad kontrolu imaju logički i analitički faktori. Ono što je još zanimljivo u vezi Theta valova jest podatak da oni stvaraju koherentno stanje u mozgu. Dakle, desna i lijeva hemisfera, uz subkortikalna područja, postaju harmonično aktivirane, što reflektira jednaka frekvencija i amplituda EEG obrasca iz obje hemisfere. To stvara internalnu fiziološku okolinu za učenje koja uključuje cijeli mozak. Na ovaj način je linearni, sekvencijalni stil rješavanja problema doveden u ravnotežu s globalnim, intuitivnim stilom desne hemisfere i limbičkog sustava, što osobi koja uči dopušta veći pristup internalnom i eksternalnom znanju (Morris, 1989).

Koristi zvuka s „ugrađenim“ BR-om su raznovrsne. Osim spomenutog poboljšanog učenja i pamćenja, vrijedi istaknuti pozitivne učinke na koncentraciju i opuštanje. Tako primjerice mnoge osobe s velikim količinama Theta moždanih valova mogu ostati intenzivno fokusirane i motivirane na jedno područje ili ideju. Uz to, hiperpažnja je jedinstveni fenomen koji se u potpunosti može iskusiti uz prisutnost moždanih valova u Theta rasponu. Osim toga, Theta moždani valovi se smatraju obrascem moždanih valova koji su dominantni pri dubokoj opuštenosti. Inače, općenita korist povećanja količine sporih moždanih valova je rezultirajuća duboka opuštenost. Sporiji moždani valovi, odnosno Theta, povećavaju količinu korisnih neurotransmitera u mozgu koji su ključni za smirenost i opuštenost. Na primjer prisutnost Theta moždanih valova povećava ukupnu razinu relaksacije povećavajući proizvodnju serotonina u mozgu. Serotonin je iznimno blagotvoran neurotransmiter povezan s mentalnom i fizičkom relaksacijom. Uz to, Theta valovi dovode i do proizvodnje endorfina koji rezultiraju osjećajem ugone. Upravo zato, neurofeedback, meditacija ili čak yoga dovode do osjećaja opuštenosti i mira, pošto sve navedene vježbe, iako postoje u različitom obliku, usporavaju moždane valove (Binaural beats, 2008) .

Theta stanje je svakodnevno dostupno relativno kratak period vremena, kad osoba počinje sanjariti ili kad ulazi i izlazi iz faze dubokog sna, tijekom 90-ominutnog ciklusa spavanja. No, pošto stimulacija BR-a potiče pristup izmijenjenim stanjima svijesti, njome je moguće facilitirati produljeno Theta stanje, potičući tako bolje pamćenje te bolju koncentraciju i opuštenost (Morris, 1989). Upravo zahvaljujući toj pogodnosti BR-a, ovim istraživanjem se na taj način nastoji ostvariti Theta stanje i utvrditi proizlazeće učinke na pamćenje, koncentraciju i opuštenost, što je ujedno i cilj ovog istraživanja.

2. Cilj: Ispitati utjecaj Theta binauralnog ritma na učinkovitost dosjećanja te na procijenjenu koncentraciju i opuštenost.

Hipoteze:

1. a) S obzirom da Theta moždano stanje omogućuje učinkovitiju obradu informacija i dozivanje iz pamćenja, može se pretpostaviti da će skupina koja je bila izložena Theta binauralnom ritmu uz glazbu imati u prosjeku veći broj točno dosjećanih riječi od skupine koja je bila izložena samo glazbi, i to pri oba oblika dosjećanja.

b) S obzirom na protok vremena, može se pretpostaviti da će pri drugom dosjećanju broj točno dosjećanih riječi opasti i u kontrolnoj i u eksperimentalnoj skupini. No, taj pad bi trebao biti blaži u eksperimentalnoj skupini, odnosno skupini koja je bila izložena Theta binauralnom ritmu uz glazbu, s obzirom da Theta moždano stanje poboljšava sposobnost dosjećanja iz i pohranjivanja u dugotrajno pamćenje.

2. S obzirom da Theta moždano stanje poboljšava sposobnost koncentracije i olakšava opuštanje, može se pretpostaviti da će skupina koja je bila izložena Theta binauralnom ritmu uz glazbu, u situaciji nakon izloženosti zvučnim podražajima imati u prosjeku veće razine samoprocijenjene koncentracije i opuštenosti od skupine koja je bila izložena samo glazbi te veće razine samoprocijenjene koncentracije i opuštenosti u odnosu na situaciju prije izloženosti zvučnim podražajima.

3. Problemi:

1. Utvrditi postoje li značajne razlike u broju točno dosjećanih riječi između:

a) skupine koja je bila izložena Theta binauralnom ritmu uz glazbu te skupine koja je bila izložena samo glazbi, u oba pokušaja dosjećanja

b) prvog i drugog pokušaja dosjećanja unutar svake skupine

2. Utvrditi postoje li značajne razlike u samoprocijenjenoj koncentraciji i opuštenosti između skupine koja je bila izložena Theta binauralnom ritmu uz glazbu te skupine koja je bila izložena samo glazbi, u situaciji nakon izloženosti zvučnim podražajima te između procjena danih prije i poslije izloženosti zvučnim podražajima unutar eksperimentalne skupine.

4. Metoda:

Ispitanici: studenti druge i treće godine psihologije, N=40 (M=8, Ž=32)

raspon dobi: 19-25 godina

Pribor: 1) računalo

2) program Microsoft Office PowerPoint za vizualnu prezentaciju riječi

3) slušalice

4) neutralna glazba *New Age* žanra uz/bez ukomponiranog Theta binauralnog ritma

5) list papira i pribor za pisanje

6) protokol

Postupak:

Istraživanje se sastojalo od dva dijela, a ispitanici su slučajnim odabirom uvršteni u jednu od dvije skupine; eksperimentalnu ili kontrolnu. Jedina razlika između ove dvije skupine je u tome što je eksperimentalna skupina uz glazbu, bila izložena i binauralnom Theta ritmu, za razliku od kontrolne skupine koja je bila izložena samo glazbi.

Prije stavljanja slušalica i uopće pokretanja PowerPoint prezentacije, ispitanici iz obje skupine su prvo trebali na jednoj (improviziranoj) mjeri pažnje/koncentracije i jednoj mjeri opuštenosti/relaksiranosti zaokružiti jedan broj koji odgovara njihovoj procjeni trenutne koncentracije, odnosno opuštenosti. Mjera je pri tome sadržavala skalu od 7 stupnjeva (od -3 ili potpuno nekoncentrirano/neopušteno do +3 ili potpuno koncentrirano/opušteno). Nakon davanja procjene, ispitanici iz obje skupine stavili su slušalice, pročitali uputu na ekranu te ukoliko su spremni, kompjuterskim mišem pritisnuli znak za početak. Potom bi se uključila glazba (sa ili bez ukomponiranog Theta ritma od 4 Hz, ovisno o tome pripadaju li eksperimentalnoj ili kontrolnoj skupini) u trajanju od točno 15 minuta. Glasnoća glazbe je svima bila unaprijed regulirana na jednakoj razini. Uputa ispitaniku je bila sljedeća: *“Za nekoliko trenutaka bit će vam prezentirani auditivni podražaji u trajanju od 15 minuta. Stavite slušalice koje se nalaze ispred Vas i pokušajte se usredotočiti na auditivne podražaje*

koje ćete slušati idućih 15 minuta. Pri tome za vrijeme slušanja zatvorite oči i udobno se smjestite.”

Nakon 15 minuta slušanja glazbe, svi ispitanici su ponovno morali procijeniti svoju trenutnu razinu koncentracije, odnosno opuštenosti na mjerama koje su identične kao one koje su ispunjavali prije slušanja glazbe.

Nakon toga je slijedio zadatak ispitivanja pamćenja koji je bio predstavljen putem PowerPoint prezentacije, s tim da su ispitanici iz obje skupine i dalje trebali imati slušalice na glavi. Naime, nakon što bi ispitanici pročitali uputu i mišem pritisnuli znak za početak, na ekranu bi bio prezentiran slijed od 25 parova konkretnih riječi (ukupno 50 riječi) koje su se automatski izmjenjivale svakih 9 sekundi i koje su bile identične za obje skupine. Svaki par riječi imao je svoj redni broj. S pokretanjem prezentacije, uključila bi se i glazba koju su ispitanici prethodno bili slušali, s tim da su, kao i prije, ispitanici iz eksperimentalne skupine bili izloženi i glazbi i binauralnom Theta ritmu, za razliku od kontrolne skupine koja je bila izložena samo glazbi. Uputa ispitaniku je glasila: *“Biti će vam prezentiran slijed od 25 parova riječi koje će se automatski izmjenjivati, a vaš zadatak je da pokušate zajedno upamtiti obje riječi u svakom paru. Ukoliko ste spremni i nemate pitanja, kliknite za početak slijeda.”* Nakon završetka prezentacije, odnosno zadatka pamćenja, slijedio je zadatak dosjećanja na znak koji je također bio predstavljen putem PowerPoint prezentacije. Uz to, ispitanici bi dobili list papira i pribor za pisanje na kojem će ubrzo pisati odgovarajuće riječi kojih se treba dosjetiti. Riječi su i u ovom slučaju imale svoj redni broj te su se automatski izmjenjivale svakih 14 sekundi, a svaka izmjena je bila praćena kratkim signalnim zvukom koji je trebao upozoriti ispitanike na početak sljedeće riječi. Za razliku od prethodnog zadatka pamćenja, zadatak dosjećanja nije bio praćen glazbom, ni u kontrolnoj ni u eksperimentalnoj skupini te je u ovom slučaju bio prezentiran samo jedan član para, tj. jedna riječ koja je imala ulogu znaka za dosjećanje. Zadatak ispitanika bio je da se pokuša dosjetiti odgovarajućeg drugog člana para, tj. druge riječi i da je dopiše na papir, pod odgovarajućim rednim brojem. Uputa ispitaniku glasila je: *“Biti će vam prezentiran slijed od 25 riječi koje su korištene u prethodnom zadatku, a svaka od tih riječi je jedan član para. Riječi će se automatski izmjenjivati i imat ćete nekoliko sekundi da se dosjetite drugog člana para kojeg trebate*

zapisati na papir koji se nalazi ispred vas. Ukoliko ste spremni i nemate pitanja, kliknite za početak slijeda.” To je bio prvi dio istraživanja.

Drugi dio istraživanja uslijedio je sljedeći dan, pri čemu su svi ispitanici ponovno dobili isti zadatak dosjećanja na znak kao i prethodnog dana, što znači da je i postupak bio isti.

5. Rezultati

Tablica 1 Prikaz aritmetičkih sredina (M) i standardnih devijacija (SD) broja točno dosjećanih riječi eksperimentalne i kontrolne skupine pri prvom i drugom dosjećanju

Grupa	<i>M</i>	<i>SD</i>
Eksperimentalna skupina, prvo dosjećanje	9.70	4.80
Eksperimentalna skupina, drugo dosjećanje	8.20	4.18
Kontrolna skupina, prvo dosjećanje	10.35	5.44
Kontrolna skupina, drugo dosjećanje	7.45	5.36

Tablica 2 Prikaz rezultata dvosmjerne analize varijance za broj točno dosjećanih riječi u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini na prvom i drugom dosjećanju

	<i>F- omjer</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Skupina	0.00	1/19	0.97
1. - 2. dosjećanje	45.19*	1/19	0.00
Skupina * 1. - 2. dosjećanje	7.86*	1/19	0.01

* $p < 0,05$

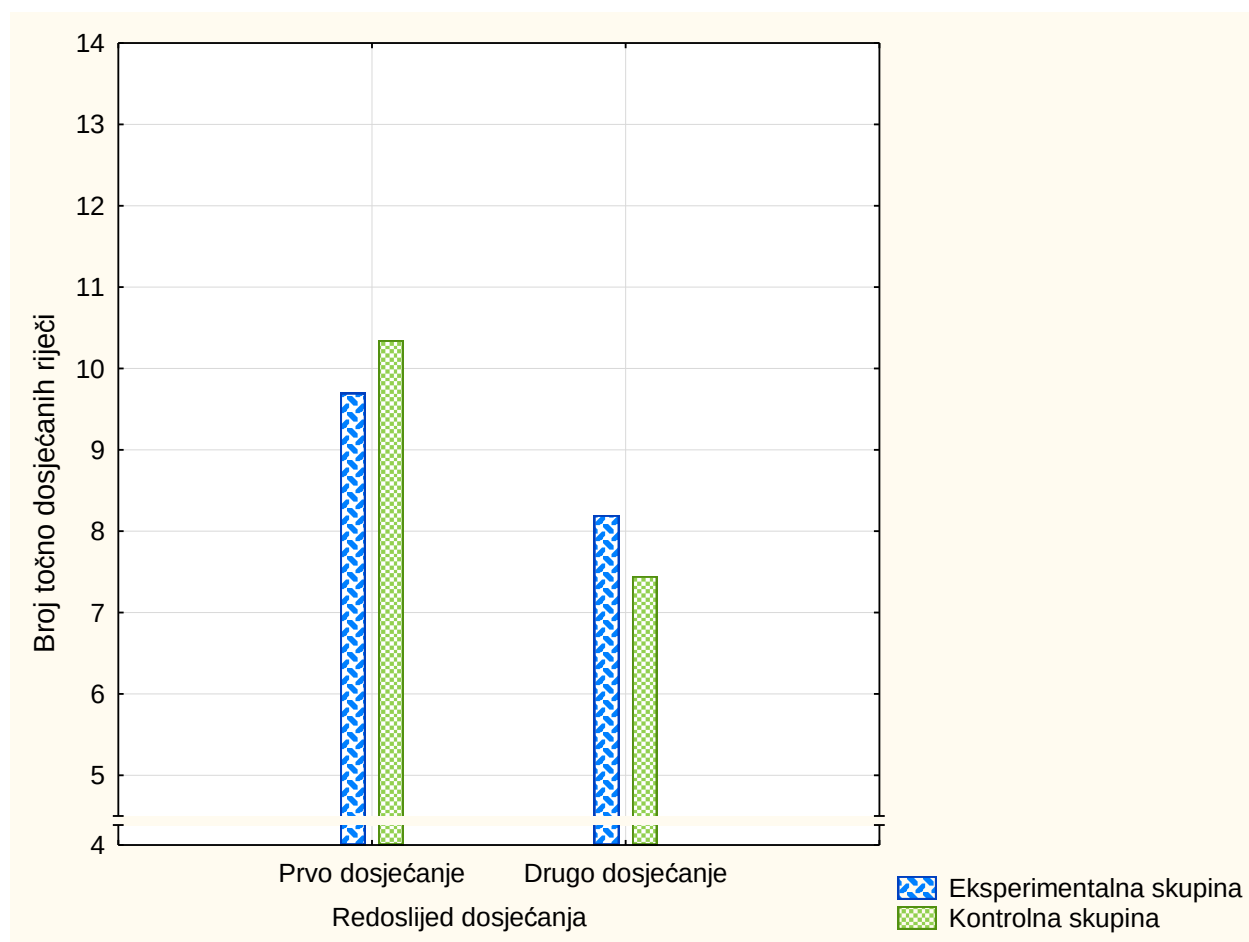
Dobiveni rezultati pokazuju da ne postoji značajan glavni efekt skupine na broj točno dosjećanih riječi, odnosno eksperimentalna i kontrolna skupina se ne razlikuju po broju točno dosjećanih riječi. Nadalje, utvrđen je značajan glavni efekt pokušaja dosjećanja, s tim da su se ispitanici dosjetili manje riječi pri drugom dosjećanju. Također, utvrđena je statistički značajna interakcija između glavnih efekata.

Tablica 3 Prikaz rezultata dobivenih post – hoc testiranjem pomoću Fischerovog testa za broj točno dosjećanih riječi u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini na prvom (1.) i drugom (2.) dosjećanju

	Eksperimentalna 1.	Eksperimentalna 2.	Kontrolna 1.	Kontrolna 2.
Eksperimentalna 1.		0.00*	0.08	0.00*
Eksperimentalna 2.			0.00*	0.047*
Kontrolna 1.				0.00*
Kontrolna 2.				

* $p < 0,05$

Primjenom post-hoc testa utvrđena je značajna razlika u broju točno dosjećanih riječi između eksperimentalne skupine pri prvom i drugom dosjećanju, između kontrolne skupine pri prvom i drugom dosjećanju te između kontrolne i eksperimentalne skupine pri drugom dosjećanju.



Slika 1 Grafički prikaz odnosa broja točno dosjećanih riječi i redoslijeda dosjećanja kod eksperimentalne i kontrolne skupine.

Tablica 4 Prikaz aritmetičkih sredina (M) i standardnih devijacija (SD) samoprocijenjene razine koncentracije kod eksperimentalne i kontrolne skupine prije i poslije izloženosti zvučnim podražajima

Grupa	<i>M</i>	<i>SD</i>
Eksperimentalna skupina, prije	4.00	1.12
Eksperimentalna skupina, poslije	5.25	1.07
Kontrolna skupina, prije	4.15	1.27
Kontrolna skupina, poslije	4.20	1.61

Tablica 5 Prikaz aritmetičkih sredina (M) i standardnih devijacija (SD) samoprocijenjene razine opuštenosti kod eksperimentalne i kontrolne skupine prije i poslije izloženosti zvučnim podražajima

Grupa	<i>M</i>	<i>SD</i>
Eksperimentalna skupina, prije	4.05	1.36
Eksperimentalna skupina, poslije	6.05	0.76
Kontrolna skupina, prije	4.95	1.50
Kontrolna skupina, poslije	5.30	1.69

Tablica 6 Prikaz rezultata dvosmjerne analize varijance za samoprocijenjenu razinu koncentracije u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini, prije i poslije izloženosti zvučnim podražajima

	<i>F</i> - omjer	<i>df</i>	<i>p</i>
Skupina	2.53	1/19	0.13
Izloženost zvučnim podražajima	4.58*	1/19	0.04
Skupina * Izloženost zvučnim podražajima	12.11*	1/19	0.00

* $p < 0,05$

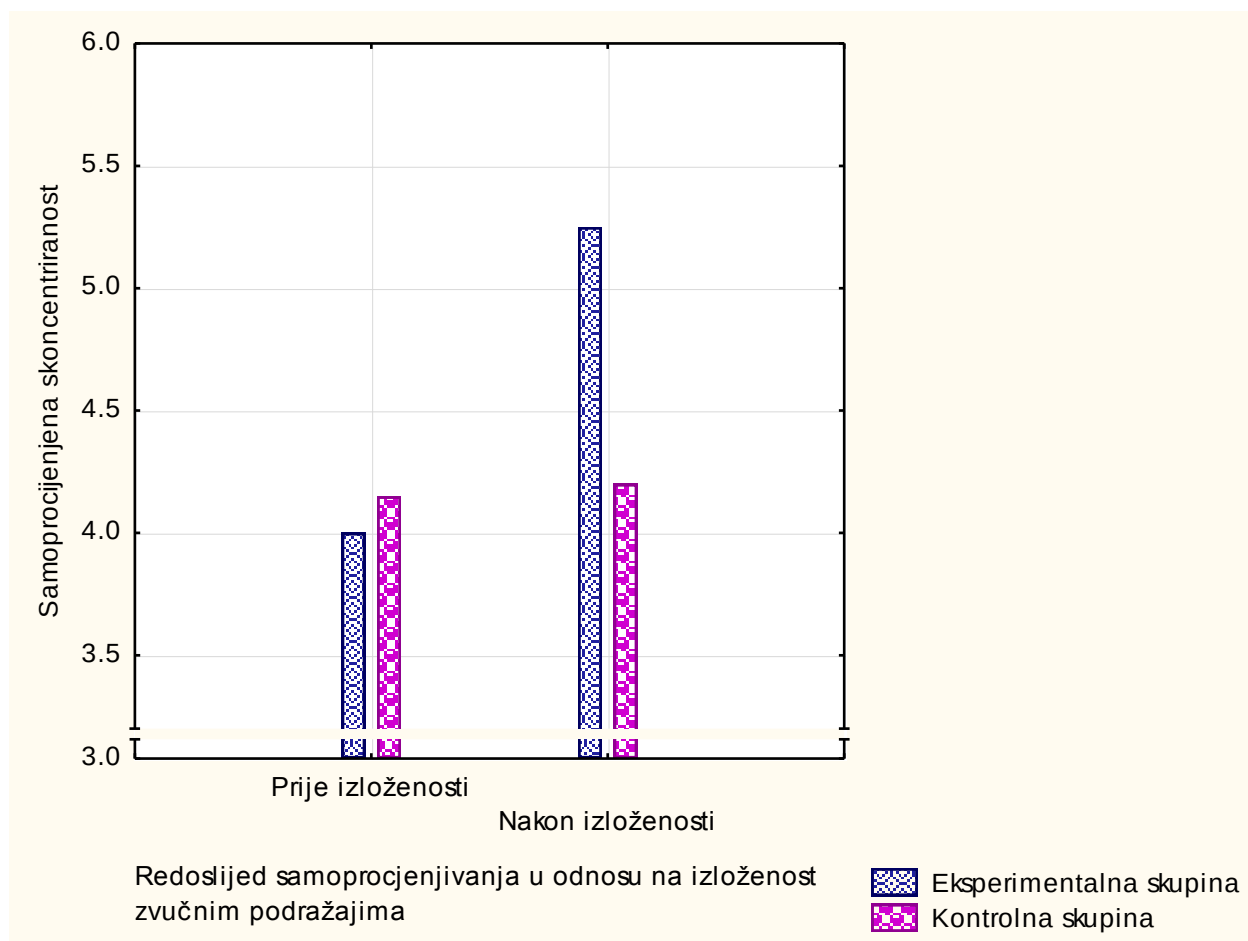
Dobiveni rezultati pokazuju da ne postoji značajan glavni efekt skupine na razinu koncentracije, odnosno, uzimajući u obzir neznačajnost ovog efekta, eksperimentalna i kontrolna skupina se ne razlikuju po samoprocijenjenom stupnju koncentracije. Nadalje, utvrđen je značajan glavni efekt izloženosti zvučnim podražajima, s tim da su rezultati samoprocijenjene koncentracije bili viši nakon izloženosti zvučnim podražajima. Također, utvrđena je statistički značajna interakcija između glavnih efekata.

Tablica 7. Prikaz rezultata dobivenih post – hoc testiranjem pomoću Fischerovog testa za samoprocijenjenu razinu koncentracije u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini prije i poslije izloženosti zvučnim podražajima

	Eksperimentalna prije	Eksperimentalna poslije	Kontrolna prije	Kontrolna poslije
Eksperimentalna prije		0.00*	0.54	0.42
Eksperimentalna poslije			0.00*	0.00*
Kontrolna prije				0.84
Kontrolna poslije				

* $p < 0,05$

Primjenom post-hoc testa utvrđena je značajna razlika u samoprocijenjenoj razini koncentracije između eksperimentalne skupine prije i nakon izloženosti zvučnim podražajima te između eksperimentalne i kontrolne skupine nakon izloženosti zvučnim podražajima.



Slika 2 Grafički prikaz odnosa samoprocijenjene razine koncentracije i redoslijeda samoprocjenjivanja s obzirom na izloženost zvučnim podražajima kod eksperimentalne i kontrolne skupine.

Tablica 8 Prikaz rezultata dvosmjerne analize varijance za samoprocijenjenu razinu opuštenosti u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini, prije i poslije izloženosti zvučnim podražajima

	<i>F</i> - omjer	<i>df</i>	<i>p</i>
Skupina	0.37	1/19	0.85
Izloženost zvučnim podražajima	33.55*	1/19	0.00
Skupina * Izloženost zvučnim podražajima	14.66*	1/19	0.00

* $p < 0,05$

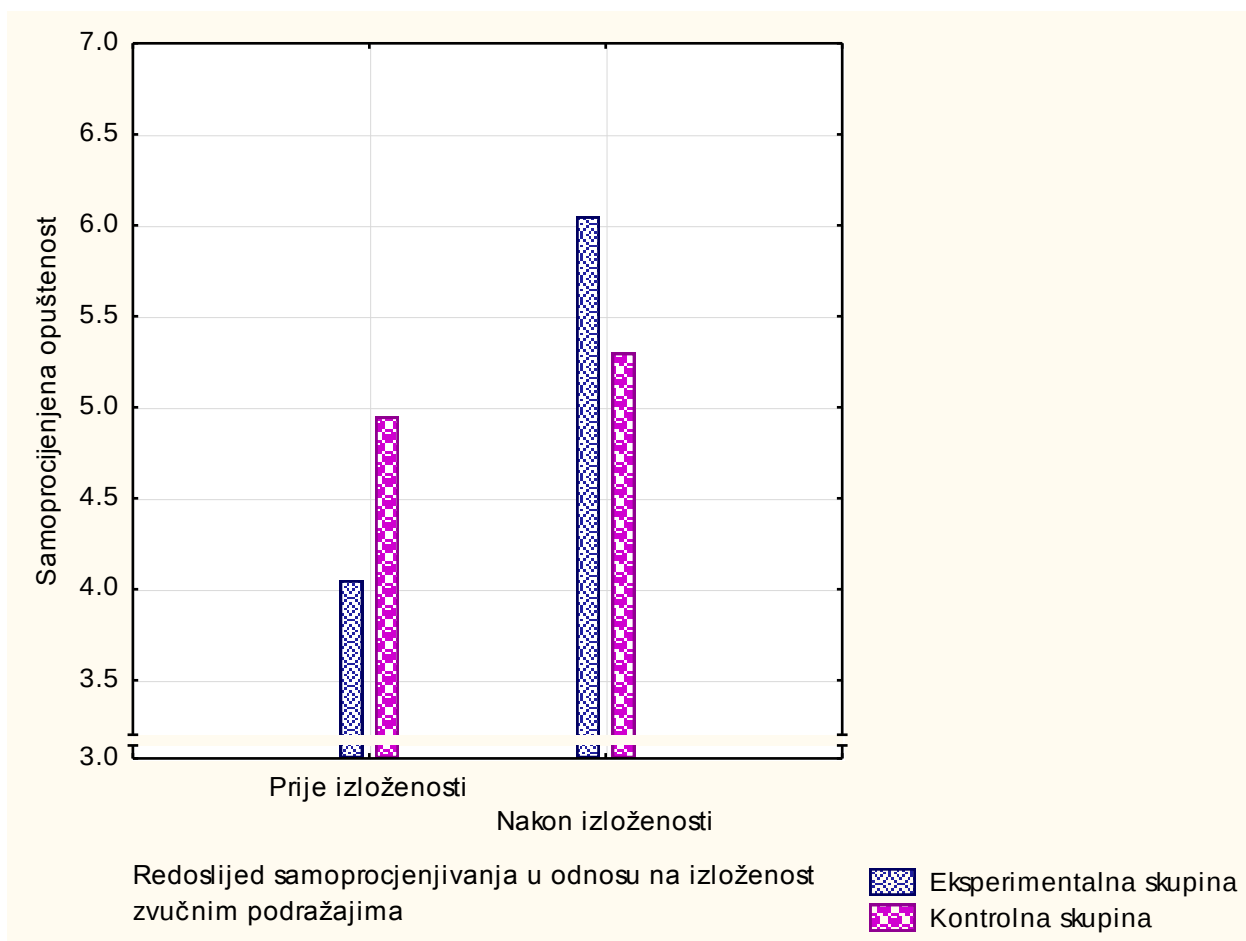
Dobiveni rezultati pokazuju da ne postoji značajan glavni efekt skupine na razinu opuštenosti, odnosno eksperimentalna i kontrolna skupina se, uzimajući u obzir neznačajnost ovog efekta, ne razlikuju po samoprocijenjenom stupnju opuštenosti. Nadalje, utvrđen je značajan glavni efekt izloženosti zvučnim podražajima, s tim da su rezultati samoprocijenjene opuštenosti bili viši nakon izloženosti zvučnim podražajima. Također, utvrđena je statistički značajna interakcija između glavnih efekata.

Tablica 9 Prikaz rezultata dobivenih post – hoc testiranjem pomoću Fischerovog testa za samoprocijenjenu razinu opuštenosti u eksperimentalnoj i kontrolnoj skupini prije i poslije izloženosti zvučnim podražajima

	Eksperimentalna prije.	Eksperimentalna poslije	Kontrolna prije	Kontrolna poslije
Eksperimentalna prije		0.00*	0.01*	0.00*
Eksperimentalna poslije			0.00*	0.02*
Kontrolna prije				0.26
Kontrolna poslije				

* $p < 0,05$

Primjenom post-hoc testa utvrđena je značajna razlika u samoprocijenjenoj razini opuštenosti između eksperimentalne skupine prije i nakon izloženosti zvučnim podražajima, zatim između eksperimentalne i kontrolne skupine prije izloženosti zvučnim podražajima te eksperimentalne i kontrolne skupine nakon izloženosti zvučnim podražajima.



Slika 3 Grafički prikaz odnosa samoprocijenjene razine opuštenosti i redoslijeda samoprocjenjivanja s obzirom na izloženost zvučnim podražajima kod eksperimentalne i kontrolne skupine.

6. Rasprava

Ovim istraživanjem pokušalo se utvrditi postoji li značajan učinak Theta binauralnog ritma na pamćenje te na subjektivnu razinu koncentracije i opuštenosti. Polazeći od toga da je Theta, između ostalog, poznata kao moždano stanje koje karakterizira poboljšana sposobnost učenja i pojačano pamćenje te da se informacije lakše procesiraju u ovom stanju, prema prvoj hipotezi je pretpostavljeno da će izloženost Theta binauralnom ritmu (uz glazbu) dovesti do boljeg dosjećanja riječi nego izloženost samoj glazbi, u situaciji neposrednog i u situaciji kasnijeg dosjećanja. Naime, u situaciji prvog, neposrednog dosjećanja, tj. nedugo nakon izloženosti Theta binauralnom ritmu, moglo bi se pretpostaviti da se ispitanici još uvijek nalaze u Theta stanju, koje bitno olakšava dozivanje informacija iz pamćenja (Budzynski,

1977), dok bi se u situaciji drugog, kasnijeg dosjećanja (sljedeći dan) također moglo očekivati bolje pamćenje u usporedbi s kontrolnom skupinom, ako se uzme u obzir činjenica da Theta valovi čine prirodni ritam hipokampusa, moždane strukture koja ima važnu ulogu u prijenosu i konsolidaciji informacija iz kratkotrajnog u dugotrajno pamćenje. Uz to, Theta valovi su prisutni u komunikaciji između hipokampusa i korteksa tijekom pohranjivanja i dozivanja pamćenja (Baars i Gage, 2010). Ipak, rezultati dobiveni analizom podataka ne idu potpuno u prilog prvom dijelu prve hipoteze, gdje se kao rezultat eksperimentalne manipulacije očekivalo poboljšano pamćenje pri oba pokušaja dosjećanja, zbog čega se ona odbacuje. Razlozi za ovakve rezultate su višestruki. Prije svega, treba ukazati na činjenicu da su ispitanici prisustvovali samo jednoj, kratkotrajnoj (sveukupno, tj. zajedno s BR-om prisutnim tijekom zadatka pamćenja, oko 17 minuta dugoj) seansi s Theta binauralnim ritmom (TBR), a ne višestrukim seansama koje su uobičajene u ovakvim istraživanjima, što implicira da jedna izloženost vjerojatno nije bila dovoljna da bi se uočili pravi efekti TBR-a. Primjerice, istraživanje Landfielda i McGaugh (1972) pokazalo je da što se više Theta valova pojavilo na EEG-u štakora nakon uvježbavanja, to su više zapamtili, što je vrijedilo za mnoge situacije. Slično tome, najbolji prediktor pamćenja bila je količina Theta valova zabilježena u mozgu životinje. Nadalje, ovakvim nalazima mogla je pridonijeti i sama (pozadinska) glazba koja se nekim ispitanicima možda nije svidjela, a poznato je da glazba koju pojedinac nije sam odabrao slušati, koja mu je nametnuta i nije preferirana, može iritirati i snažno ometati, a time omesti i proces pamćenja, unatoč očekivanim dobrobitima TBR-a. Dakle, moguće je da bi rezultati bili drukčiji da se koristila neka druga neutralna pozadinska auditivna stimulacija, kao što je primjerice tzv. ružičasti šum (eng. pink noise). Slično nalazima ovog istraživanja, Wahbeh i sur. (2007) također nisu pronašli poboljšano neposredno pamćenje za listu riječi, nakon pokušaja uvođenja ispitanika u Theta stanje. Dapače, postojalo je značajno pogoršanje u neposrednom dosjećanju u eksperimentalnim uvjetima, u odnosu na kontrolne uvjete, što je, iako neznčajna, tendencija koja se može primijetiti i u ovom istraživanju. Uz to, dodatni problem predstavlja i to što drugi istraživači često ne izvješćuju niti o izvoru niti o frekvenciji ritma. Na taj način, potencijalne varijacije u izvoru i frekvenciji ritma kompliciraju procjenu i usporedbu istraživanja BR-a, sprečavajući izvođenje generalnih zaključaka o (moždanom) treningu (Wahbeh i sur., 2007). Prema tome, jedan od razloga za neznčajan učinak TBR-a može biti u odabranoj frekvenciji (4 Hz) i/ili izvoru BR-a koji možda nisu usporedivi s

frekvencijom i/ili tehnologijom korištenom u ostalim istraživanjima koja su potvrdila učinkovitost TBR-a. Jer kao što Wahbeh i sur. (2007) navode, dva su faktora koji utječu na učinak BR-a kod ljudi: izvor, tj. podrijetlo predstavljene frekvencije te frekvencija binauralnog ritma. Nadalje, prema drugom dijelu prve hipoteze, zbog protoka vremena očekivalo se nešto lošije pamćenje pri drugom dosjećanju, što je i potvrđeno - ispitanici iz obje skupine su se generalno pri drugom dosjećanju dosjetili značajno manje riječi. Iako glavni efekt izloženosti BR-u nije bio značajan, utvrđena je značajna interakcija između izloženosti/neizloženosti BR-u i pokušaju dosjećanja. Naime, uzimajući u obzir nalaze post-hoc testiranja, uočljivo je da kontrolna skupina pri drugom dosjećanju pokazuje izrazitiji pad u dosjećanju, dok se eksperimentalna skupina u tom slučaju ističe boljim dosjećanjem, u čemu se ogleda spomenuta interakcija. Prema tome, to ukazuje da eksperimentalna manipulacija ipak donekle dovodi do manjeg pada u dosjećanju pri drugom pokušaju, potvrđujući tako očekivanu bolju sposobnost prisjećanja iz i pohranjivanja u dugotrajno pamćenje, zbog čega se drugi dio prve hipoteze potvrđuje. To je u skladu s činjenicom da se povećavanjem količine Theta moždanih valova, poboljšava i sposobnost za prisjećanje iz i pohranjivanje u dugotrajno pamćenje (Binaural beats, 2008). Uostalom, Theta stanje izaziva otpuštanje endorfina, koji su, između ostalog, važni upravo zbog pozitivnog djelovanja na dugotrajno pamćenje (Kastin i sur., 1976). Provjerom druge hipoteze, u kojoj se očekivalo da će eksperimentalna skupina imati u prosjeku višu razinu samoprocijenjene koncentracije i opuštenosti od kontrolne skupine, i to samo nakon izloženosti zvučnim podražajima (s obzirom da se ove dvije skupine ni po čemu nisu razlikovale prije izloženosti auditivnim podražajima), neznačajni glavni efekt skupine nije upućivao na očekivanu razliku. No, iako glavni efekt skupine nije bio značajan, utvrđena je značajna interakcija između skupine te izloženosti zvučnim podražajima. Naime, što se tiče procjena koncentracije, na temelju post-hoc rezultata može se tvrditi da kod eksperimentalne skupine u situaciji nakon izloženosti zvučnim podražajima postoji izrazitiji porast u procjenama koncentracije, za razliku od kontrolne skupine čije su procjene ovdje dosta niže. Dakle, uzimajući u obzir značajnu interakciju i post-hoc rezultate, ipak se može reći da se izloženost BR-u veže za veću subjektivnu koncentraciju u slučaju kad procjenjivanje koncentracije slijedi nakon izloženosti BR-u, što predstavlja vrijedan rezultat. To bi se pak moglo smatrati nalazom koji je u skladu s nalazima drugih istraživanja u kojima do veće koncentracije dolazi nakon izlaganja BR-u, s obzirom da istraživanja sugeriraju

terapeutsku primjenu BR-a za fokusiranost i pažnju (Wahbeh i sur., 2007). Npr., istraživanje Owensa (1984, prema Kennerly, 1994) je pokazalo da su učitelji koji su koristili tehnologiju BR-a u svojim učionicama izvijestili o smanjenju distraktibilnosti učenika (i povećanju uspjeha u školi). U slučaju samoprocijenjene opuštenosti, fokusiranjem na neznatčan glavni efekt skupine, reklo bi se da su ispitanici iz obje skupine bili otprilike jednako opušteni pri izloženosti auditivnoj stimulaciji. No, unatoč tome što glavni efekt skupine nije bio značajan, valja spomenuti da je pronađena značajna interakcija, što daje sasvim drugačiji pogled na rezultate. Uvidom u post-hoc rezultate, moglo bi se reći da eksperimentalna skupina postiže višu subjektivnu opuštenost u odnosu na kontrolnu skupinu u situaciji kad davanje procjena slijedi nakon izloženosti BR-u, a to je upravo situacija koja je ovdje od interesa. Budući da ovaj nalaz vrijedi i za procjene koncentracije, druga hipoteza se potvrđuje, uzimajući u obzir da je potvrđen i drugi dio druge hipoteze. Naime, podatci dobiveni analizom rezultata pokazuju izrazitiji porast samoprocijenjene razine koncentracije i opuštenosti u situaciji nakon izloženosti zvučnim podražajima, u odnosu na situaciju prije izloženosti. To je vidljivo samo u slučaju eksperimentalne skupine, dok se s druge strane ne može uočiti ista tendencija i u kontrolnoj skupini. Ovakvi rezultati bili su za očekivati, s obzirom da su pri drugom samoprocjenjivanju, samo ispitanici iz eksperimentalne skupine iza sebe imali 15 minuta slušanja glazbe uz TBR koji se ističe po blagotvornim učincima i na koncentraciju i na opuštenost. Iako se u oba slučaja radilo o subjektivnim procjenama, čini se da su ispitanici iz eksperimentalne skupine ipak osjetili razliku. Prethodno spominjani nalaz o višoj opuštenosti je u skladu i s istraživanjima drugih autora; Foster (1990) je tako primijetio povećanje subjektivne relaksacije u (zdravih) ispitanika koji su bili izloženi BR-u. Slično tome, Padmanabhan, Hildreth i Laws (2005, prema Cole, 2012) su na temelju istraživanja na 108 predoperativnih pacijenata zaključili da BR ima potencijal za značajno smanjenje akutne predoperativne anksioznosti. Naime, BR u rasponu Theta moždanih valova se povezuje s opuštenim stanjem koje izaziva. Theta moždani valovi se smatraju iznimno opuštajućom moždanom aktivnosti te su dominantni pri dubokoj opuštenosti, koja je opći rezultat povećanja količine sporih moždanih valova. Moguće je povući paralelu između povećane opuštenosti i smanjene anksioznosti te stoga spomenuti nalaze LeScournaeca (2001, prema Wahbeh i sur., 2007) te Wahbeha i sur. (2007) koji su uočili trend smanjenja anksioznosti kod anksioznih pacijenata uz uporabu tehnologije BR-a. Uz to, smatra se da se povećana

fokusiranost u cijelosti može iskusiti uz prisutnost Theta valova (Binaural beats, 2008). Slično ovim nalazima, a vezano za poboljšanu koncentraciju, može se spomenuti istraživanje Othmera, Othmera i Marksa (1992) provedeno na djeci školske dobi, gdje je utvrđeno da je Beta trening, kao još jedna od tehnika BR-a, unutar jedne godine doveo do značajnog povećanja koncentracije kod učenika. Uzevši u obzir da su poboljšanja na području koncentracije i opuštenosti u ovom istraživanju postignuta nakon same jedne primjene (Theta) BR-a, moglo bi se očekivati da bi učestalije korištenje (Theta) BR-a kumulativno dovelo do dubljih i utjecajnijih učinaka koji bi se potencijalno mogli pozitivno odraziti i na neka druga područja. Primjerice, Wahbeh i sur. (2007) su primjenom BR-a potvrdili smanjenje anksioznosti kod anksioznih pacijenata, a ujedno je čak došlo i do značajno poboljšane kvalitete života, na temelju čega su zaključili da opuštanje jedan sat dnevno (uz BR) može poboljšati kvalitetu života. U skladu sa svim dosada prodiskutiranim nalazima, moglo bi se reći da ovakvi rezultati ukazuju na mogućnost da je, razmotrivši raspon mogućih frekvencija Theta valova, frekvencija korištena za induciranje Theta valova u ovom istraživanju (4 Hz) relativno adekvatna za povećanje koncentracije i opuštenosti, no ne u tolikoj mjeri i za poboljšanje pamćenja, odnosno dosjećanja verbalnog materijala pri neposrednom dosjećanju. No, budući da je u eksperimentalnoj skupini napredak ipak postignut po pitanju dugotrajnog pamćenja, možda bi dobroti TBR-a došle do potpunog izražaja kad bi ispitanici bili izloženi TBR-u više puta, odnosno kroz duže vrijeme. Postoji još jedno moguće objašnjenje zašto nisu dobiveni rezultati koji bi potpuno potvrdili efikasnost TBR-a u poboljšanju sveukupnog pamćenja. Dakle, uzimajući u obzir neznatno glavni efekt skupine dobiven pri testiranju prvog dijela prve hipoteze, a imajući na umu izrazito visoke razine samoprocijenjene opuštenosti nakon izloženosti TBR-u kod eksperimentalne skupine, moguće je da je nešto bolje dugotrajno pamćenje (kod eksperimentalne skupine) zapravo posljedica visoke opuštenosti. Naime, istraživanje Nava, Landaua, Brodyja, Lindera i Schächtingera (2004) pokazalo je kako je eksperimentalna grupa, koja je u samo jednoj 12-ominutnoj seansi slušala audio vrpce namijenjenu opuštanju i relaksaciji, imala vrlo dobro pamćenje čak četiri tjedna kasnije, što ukazuje na poboljšano dugotrajno pamćenje. Osim toga, ono što je još zanimljivo izdvojiti je činjenica da je kontrolna grupa nedugo nakon slušanja vrpce pokazala bolje rezultate na zadatku kratkotrajnog pamćenja, u odnosu na eksperimentalnu grupu. To je situacija koja podsjeća na tendenciju rezultata dobivenu u ovom istraživanju. Također, isto bi

se moglo tvrditi i za poboljšanu koncentraciju (kod eksperimentalne skupine) koja je svakako nužna da bi se nešto moglo upamtiti - dakle, poboljšanom dugotrajnom pamćenju možda je doprinijela i visoka koncentracija, no u tom slučaju bi se očekivali povoljni učinci i na kratkotrajno pamćenje, stoga potencijalno važniji doprinos dugotrajnom pamćenju vjerojatno ima prethodno spomenuta visoka opuštenost. S obzirom na sve navedeno, otvorena je mogućnost da su "dobici" u dugotrajnom pamćenju zapravo rezultat povećane opuštenosti, a ne očekivanog učinka TBR-a. Dakle, kao što je već spomenuto, korištena frekvencija od 4 Hz možda nije najbolji izbor za (izravno) poboljšanje pamćenja, već za povećanje koncentracije i opuštenosti. Moguće je da je frekvencija od 4 Hz, kao donja „granica“ raspona Theta valova, suviše spor obrazac Theta moždanih valova da bi proizveo izrazitija poboljšanja u pamćenju, s obzirom da su sporije frekvencije iz Theta raspona povezane s produbljujućim stanjem mirovanja i sanjanjem (Gray, 2005). Sve u svemu, korištena frekvencija se može smatrati važnim faktorom koji utječe na učinak BR-a (Wahbeh i sur., 2007), pa bi možda za bolje pamćenje od većeg utjecaja bila neka druga frekvencija iz Theta raspona.

7. Zaključak:

1. Ne postoji značajna razlika u broju točno dosjećanih riječi između skupine koja je bila izložena Theta binauralnom ritmu uz glazbu te skupine koja je bila izložena samo glazbi, u oba pokušaja dosjećanja. Postoji statički značajna razlika između prvog i drugog pokušaja dosjećanja unutar svake skupine, s tim da je u drugom dosjećanju pamćenje bilo lošije, no taj pad u dosjećanju je bio izrazitiji za kontrolnu skupinu.

2. Postoji značajna razlika u samoprocijenjenoj koncentraciji i opuštenosti između skupine koja je bila izložena Theta binauralnom ritmu uz glazbu te skupine koja je bila izložena samo glazbi, na način da je skupina koja je bila izložena i Theta binauralnom ritmu, u situaciji nakon izloženosti zvučnim podražajima imala veće razine samoprocijenjene koncentracije i opuštenosti. Također, skupina izložena Theta binauralnom ritmu imala je veće razine samoprocijenjene koncentracije i opuštenosti u odnosu na situaciju prije izloženosti zvučnim podražajima.

8. Literatura:

- Andersen, P., Morris, R., Amaral, D., Bliss, T. i O'Keefe, J. (2006). *The hippocampus book*. Oxford: Oxford University Press.
- Baars, J. B. i Gage N. M. (2010). *Cognition, brain, and consciousness: introduction to cognitive neuroscience, Second edition*. Oxford: Academic Press.
- Binaural beats. (2008). preuzeto 19. 5. 2014. s <http://www.bahaistudies.net/asma/binaural.pdf>.
- Budzynski, T. (1977) Tuning in on the twilight zone. *Psychology Today*, 11 (3), 40-41.
- Cole, K. A. (2012). *The relationship between theta binaural beats and well-being*. Neobjavljeni diplomski rad. Minneapolis: Capella University.
- Foster, D. S. (1990). *EEG and subjective correlates of alpha-frequency binaural-beat stimulation combined with alpha biofeedback*. Neobjavljeni diplomski rad. Memphis: Memphis State University.
- Gray, T. (2005). *The use of sound for control, healing and empowerment*. Neobjavljeni diplomski rad. Oakland: Mills College.
- Huang, T. L. i Charyton, C. (2008). A comprehensive review of the psychological effects of brainwave entrainment. *Alternative therapies*, 14 (5), 38-49.
- Kastin, A. J., Scollan, E. L., King, M. G., Schally, A. V. i Coy, D. H. (1976). Enkephalin and a potent analog facilitate maze performance after intraperitoneal administration in rats. *Pharmacology, Biochemistry and Behavior*, 5 (6), 691-695.
- Kennerly, R. C. (1994). *Empirical Investigation into the effect of beta frequency binaural-beat audio signals on four measures of human memory*, preuzeto 19. 5. 2014. s http://www.stealthskater.com/Documents/Lucid_08.doc.
- Landfield, P. W. i McGaugh, J. L. (1972). Effects of electroconvulsive shock and brain stimulation on EEG cortical theta rhythms in rats. *Behavioral Biology*, 7, 271-278.

- Lynch, G. i Baudry, M. (1984). The biochemistry of memory: a new and specific hypothesis. *Science*, 224 (4653), 1057-1063.
- Morris, S. (1989) The Facilitation of Learning. *Privately published manuscript*, 16-17.
- Nava, E., Landau, D., Brody, S., Linder, L. i Schächinger, H. (2004). Mental relaxation improves long-term incidental visual memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 81 (3), 167-171.
- Oster, G. (1973). Auditory Beats in the Brain. *Scientific American*, 229, 94-102.
- Othmer, S., Othmer, S. F. i Marks, C. S. (1992). EEG biofeedback training for attention deficit disorder, specific learning disabilities, and associated conduct problems. *Journal of the Biofeedback Society of California*, Fall/ Winter, 21-42.
- Padmanabhan, R., Hildreth, A. J. i Laws, D. (2005). A prospective, randomised, controlled study examining binaural beat audio and pre-operative anxiety in patients undergoing general anaesthesia for day case surgery. *Anaesthesia*, 60 (9), 874-877.
- Wahbeh, H., Calabrese, C. i Zwickey, H. (2007). Binaural beat technology in humans: A pilot study to assess psychologic and physiologic effects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 13 (1), 25-32.
- Wahbeh, H., Calabrese, C., Zwickey, H. i Zajdel, D. (2007). Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess neuropsychologic, physiologic, and electroencephalographic effects. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 13 (2), 199-206.