

Vilniaus universitetas
Filosofijos fakultetas
Psichologijos institutas

Rajmund Makowski

Psichologijos studijų programa (3 kursas)

Kursinis darbas

Muzikantų regimosios erdvinės ir garsinės darbinės atminties ypatumai

Peculiarities of Spatial and Verbal Working Memory in Musicians

Darbo vadovas
doc. dr. Remigijus Bliumas

Vilnius 2019

1. TURINYS

1. TURINYS.....	2
2. PRATARMĖ	3
3. ĮVADAS.....	4
3.1. Muzikos įtaka ilgalaikiai, trumpalaikiai ir darbinei atminčiai	6
3.2. Erdvinės ir vaizdinės darbinės atminties ypatumai	7
3.3. Garsinės atminties ypatumai	9
3.4. Muzikos atlikimas ir iš jo kylantys kiti privalumai	10
3.5. Tyrimo problema.....	12
5. METODIKA.....	13
5.1. Tyrimo dalyviai	13
5.2. Tyrimo instrumentai	13
5.2.1. N-back garsinės atlikties užduotis.	13
5.2.2. The Box Task užduotis	13
6. TYRIMO EIGA.....	14
6.1. Duomenų tvarkymas.....	14
7. REZULTATAI	15
7.1. Garsinės atminties ypatumai	15
7.2. Erdvinės atminties ypatumai.....	15
7.3. Rezultatų sąsajos su kitais veiksniais	16
8. REZULTATŲ APTARIMAS	17
8.1. Garsinės atminties ypatumų aptarimas.....	17
8.2. Erdvinės atminties ypatumų aptarimas.....	18
8.3. Rezultatų sąsajų su kitais veiksniais ir jų aptarimas	20
9. IŠVADOS.....	21
10. LITERATŪRA.....	22

2. PRATARMĖ

Muzikos įtakos žmogui klausimas visada buvo įdomus ir aktualus. Nuo seniausių laikų muzikos atlikimas buvo siejamas su neįprastais gebėjimais bei kėlė žmogaus prestižą visuomenėje. Dabar muzika mus lydi daugelyje kasdienių situacijų (televizijoje, versle, mene, laisvalaikio metu). Ji ne tik gali pagerinti mūsų nuotaiką, bet ir paveikti kognityvinius procesus ar net smegenų struktūrą.

Ypatingas dėmesys yra skiriamas atminčiai. Atmintis yra be galo svarbi visose gyvenimo srityse. Žmonės, kuriems šios funkcijos sutrinka, praranda orientaciją erdvėje ir negali tinkamai funkcionuoti visuomenėje. Todėl svarbu lavinti šiuos kognityvinius gebėjimus, o tam padėti gali mokymasis groti muzikiniu instrumentu.

Tyrimai rodo, jog muzikos atlikimas teigiamai veikia ilgalaikę, trumpalaikę ir darbinę atmintį. Muzikos instrumento įvaldymo procesas reikalauja be galo daug laiko ir ryžto, tačiau šiuos įgūdžius gali įvaldyti kiekvienas girdintis žmogus. Kaip ir visi mokymosi procesai, taip ir mokymasis groti instrumentu yra greitesnis ir produktyvesnis tada, kai jį atlieka jaunos vaiko smegenys. Dėl to svarbu tirti muzikos daromos įtakos pasekmes bei mokslinių faktų pagalba rodyti įvairiapusių muzikos privalumus. Būtina pabrėžti, jog mokymasis groti muzikiniu instrumentu gerina akademinius pasiekimus, todėl vaikai, kurie groja, dažnai įvairiose mokslo srityse būna gagesni už tuos, kurie negroja ir nesimokina groti jokių instrumentu. Taip pat muzikos atlikimas lavina ir kitas sritis. Viena iš tokių sričių yra darbinė atmintis.

Darbinė atmintis yra suvokiama kaip daugiakomponentė struktūra, kurios atskiri komponentai apdoroja skirtingo tipo informaciją. Dažniausiai literatūroje išskiriama toninė, vaizdinė, garsinė, erdvinė, darbinė atmintis. Toninės atminties tyrimai aiškiai rodo muzikantų pranašumą, nes tonų aukščio skyrimas yra neatsiejama muzikos atlikimo dalis. Ne taip aiškiai matoma kitoms trimis dalims daroma muzikos įtaka. Įvairūs tyrimai atskleidžia skirtingus rezultatus, tačiau labiausiai yra nesutariama dėl vaizdinės erdvinės atminties. Taigi nėra aišku, ar muzikos atlikimas daro įtaką tik specifiniams su garsu susijusiems atminties elementams, ar lavinimasis vyksta bendrai, nepriklausomai nuo stimulo rūšies.

3. ĮVADAS

Muziką galime apibrėžti kaip garso meną, kuris padeda išreikšti idėjas, emocijas pasitelkiant melodiją, ritmą, harmoniją ir tembrą. Idėja, jog garsai gali būti suvokiami kaip muzika nėra toks akivaizdus ir paprastas. Šis procesas reikalauja dėmesio, klausos ir kitų kognityvinių resursų sutelktumo. Muzikos atlikimas skaitant natas reikalauja vaizdinių simbolių suvokimo ir jų pertransformavimo į motorinius judesius, tuo pačiu metu klausant – grįžtamojo garsinio ryšio iš instrumento. Tokia apkrova palieka žymę smegenyse. (Gaser ir Schlaug, 2003) tyrimas patvirtina, jog muzikantai turėjo pakitusią pilkosios medžiagos struktūrą regionuose, atsakinguose už motorinį, garsinį ir vaizdinį-erdvinį apdorojimą. Tai reiškia, kad muzikos atlikimas turi didelę įtaką ne tik kognityviniams reiškiniams, bet taip pat ir smegenų struktūrai.

Didelė dalis tyrimų įrodė, jog atmintis daro didelę įtaką įvairių kognityvinių užduočių atlikčiai, kaip ir asmeninėms charakteristikoms, intelekto koeficientui ar pasiekimams mokykloje (Gathercole, 1999). Taip pat kiti mokslininkų darbai rodo, kad darbinės atminties talpa (skaitymo bei klausymo apimtis) yra susijusi su kalbos supratimo užduočių atliktimi (Daneman ir Merikle, 1996). Matomas glaudus ryšys su matematinių uždavinių sprendimu (Adams ir Hitch, 1997) bei fluidiniu intelektu (Kyllonen ir Christal, 1990). Muzikinis išsilavinimas gerina darbinės atminties atlikimą, todėl savaime juntama įtaka ir kitoms gyvenimo sritims.

Šiame darbe gilinamasi į darbinę atmintį, atsakingą būtent už garsinį ir vaizdinį-erdvinį apdorojimą. Darbinė atmintis susideda iš kelių komponentų, iš kurių kiekvienas atlieka specifinę funkciją. Darbinės atminties veikimas dažniausiai yra išskaidomas į tris etapus: kodavimo, laikymo, grąžinimo. Kodavimo metu stimulai yra įrašomi į laikiną saugyklą, kai tuo tarpu laikymo metu, stimulinė informacija yra apdorojama ir, galiausiai, grąžinimo metu naudojama jau turimomis reprezentacijomis. Šio proceso tikslas – tinkamai atlikti pateikiamą užduotį (Braddeley, 1992). Todėl su stimulais, kurie yra mums pažįstami, dirbama greičiau ir efektyviau.

Darbinės atminties sudėtis ir veikimas yra apibūdinami įvairiais modeliais, tačiau populiariausias yra Braddeley darbinės atminties modelis (Baddeley, 1986; Baddeley ir Hitch, 1974). Pasak autoriaus, darbinė atmintis susideda iš 4 elementų: centrinio vykdytojo, vizualinės erdvinės matricos, fonologinio kontūro ir epizodinės saugyklos. Centrinis vykdytojas yra atsakingas už visų procesų kontroliavimą bei koordinavimą. Šiai sistemai pavaldžios yra kitos dvi sistemos, kurios turi tiek saugojimo, tiek apdorojimo funkcijų. Pirmoji sistema – tai fonologinis kontūras, kuris yra atsakingas už garsinę informaciją, kartu su jos perlaikymu ir artikuliacijos procesais. Pagrindinė fonologinio kontūro funkcija yra padėti ilgalaikiam fonologiniam mokymuisi, pavyzdžiui naujų žodžių įsiminime. Būtent į fonologinę trumpalaikę saugyklą

patenka girdimoji kalbinė medžiaga, o taip pat ir girdima muzika. Antroji sistema – tai vizualinė erdvinė matrica, kuri yra atsakinga už vaizdinės ir erdvinės informacijos išlaikymą ir manipuliavimą. Ji gali būti padalinta į vizualinę komponentą (informacijos apie pirminius požymius kodavimas) bei erdvinę komponentą (informacijos apie objekto padėtį ir judėjimą erdvėje kodavimas). Šios dvi sistemos yra esminės, atliekant muziką iš natų. Grojimo metu, esminė yra klausas. Be jos muzikantas negebėtų valdyti instrumento ir tinkamai atlikti partijos. Darbinė garsinė atmintis, kitaip tariant fonologinis kontūras, atliekant muzikinį kūrinį dirba labai intensyviai, todėl turėtų būti geriau išlavintas nei pas žmogų, kuris nėra muzikaliai išsilavinęs. Erdvinės matricos rolė muzikoje taip pat labai svarbi. Manoma jog dėl to, kad muzikantas apdoroja vaizdinius stimulus, jis ne tik gali skaityti natas, bet ir įprastai kontroliuoti instrumentą. Teigiama, jog šios dalies pagalba muzikantas sugeba nustatyti natų išsidėstymą penklinėje. Teiginys, jog įtaka yra daroma, akivaizdžiai teisingas, tačiau tikslus mechanizmas nėra žinomas.

Muzikoje, nepaisant žmogaus išsilavinimo lygio, visą laiką reikalinga darbinė atmintis. Dėl jos suvokiami natų aukščiai, bendra toninė schema, analizuojamas metras, yra suprantamos frazės, kurios išskiriamos iš kitų sutinkamų aplinkoje garsų. Profesionaliems muzikantams darbinės atminties veikimas yra dar svarbesnis. Jie garsinį apdorojimą naudoja muzikos įsiminimui, grojant grupėje jie turi laikyti bendrą ritmą, sekti atsiradusius niuansus ir viską derinti su esama situacija (kitais muzikantais ar dirigento paliepimais). Styginiais, variniais ir mediniais pučiamaisiais instrumentais grojantys muzikantai turi stebėti ir reaguoti į kitų instrumentų atliekamas partijas pritaikant savo instrumento toną ir stiprumą. Dainininkams prie visų šių reikalavimų prisideda kalbos integravimas, kuri dažnai būna užsienio kalba. Visa tai apkrauna darbinę atmintį, kuri turi apdoroti per visus receptorius sklindančią informaciją. Būtent todėl manoma, kad muzikos atlikimas bus susijęs pokyčiais darbinės atminties struktūroje.

Apibendrinant, muzikinis lavinimasis turi įtaką ne tik kognityviniams procesams, bet ir fiziniams smegenų pakitimams. Šiame darbe bus aiškinamas darbinės atminties dalies, atsakingos už garsinį ir erdvinį apdorojimą, ypatumai, tad svarbu žinoti, jog šiuos procesus valdo atskiros atminties dalys, fonologinis kontūras ir erdvinė matrica, kuriuos išskyrė Braddeley sukurtame darbinės atminties modelyje. Galima teigti, jog darbinė apkrova, kurią sukelia muzikos atlikimas, lemia darbinės atminties skirtumus tarp muzikantų ir nieko bendra su muzikos atlikimu neturinčių žmonių.

3.1.Muzikos įtaka ilgalaikei, trumpalaikei ir darbinei atminčiai

Egzistuoja nemažas kiekis tyrimų, aprėpiančių visas atminties formas, kurie lygina muzikantus ir nemuzikantus. Tyrimai rodydavo priešingus rezultatus bei verdiktas, ar bus nuspręsta, kad muzikantai turi geresnę atmintį, dažnai priklausydavo nuo tyrime naudojamo metodo. Talmini ir kiti (2017) atliktame metatyrime kruopščiai išnagrinėjo 29 tyrimus, kuriuose buvo naudojama 53 skirtingi atminties tyrimo būdai. Rezultatai parodė, jog muzikantai pranoko nemuzikantus ilgalaikės atminties tyrimuose bei stimulo tipas nedarė įtakos šiems rezultatams. Tai reiškia, jog muzikantai atsiminė geriau garsinius, vaizdinius, erdvinius ir toninius stimulus. Panašius rezultatus parodė su trumpalaike atmintimi susijusi metatyrinio dalis. Čia taip pat muzikantai pasiekdavo geresnius rezultatus, tačiau buvo pastebėti svyravimai, kurie priklausė nuo naudojamo stimulo tipo. Toninės atminties užduotyse muzikantai ir nemuzikantai skyrėsi labiausiai. Garsinės ir erdvinės atminties užduotyse pastebėtas vidutinis efekto dydis. Galiausiai darbinės atminties tyrimai taip pat rodo vidutinišką skirtumą tarp šių dviejų atminties sričių, didelį efekto dydį toniniam stimului, tačiau nebuvo rasta skirtumų erdvinės atminties dalyje. Šis metatyrinys rodo, jog muzikantai turi geresnę atmintį, tačiau tai, kaip stipriai pasireiškia skirtumas tarp muzikantų ir nemuzikantų priklauso nuo atminties rūšies (ilgalaikė, trumpalaikė, darbinė) bei stimulo specifikos (toninis, garsinis, vaizdinis, erdvinis). Tokius rezultatus autoriai aiškina įvairiomis teorijomis. Viena iš jų byloja, kad ekspertai pasiekia geresnius rezultatus dirbant su jiems žinomais stimulais. Toks teiginys paaiškina muzikantų pranašumą toninės atminties dalyje. Tačiau šis teiginys vis dar nepaaiškina garsinės ir dalinai erdvinės atminties pranašumo. Galimas kitas aiškinimo būdas remiasi pašalinio kintamojo įtaka. Pasak autorių įmanoma, jog žmonės su geresne atmintimi pasirenka groti instrumentu ir todėl visi rodikliai yra geresni. Pranašumą garsinės atminties dalyje tyrėjai remia stimulo panašumu į toninį stimulą. Pasak jų, atlikti tyrimai rodo, jog informacija, kuri buvo pateikta garsiniu būdu, buvo geriau atsiminama nei ta, kuri buvo pateikta kompiuterio ekrane. Galiausiai tyrėjai geresnius gebėjimus pagrindžia geresnėmis mokymosi strategijomis, kuomet mokydami skaityti natas muzikantai sieja garsinį stimulą su vaizdiniu stimulu taip koduojant informaciją.

Apibendrinant, šis metatyrinys parodė, jog muzikantai turi geresnę ilgalaikę, trumpalaikę ir darbinę atmintį. Šie rezultatai gali priklausyti nuo daugelio kintamųjų, kurių veikimas nėra iki galo išaiškintas. Taip pat svarbu paminėti, kad tai, kokius rezultatus gaus dalyviai, priklauso nuo pateikiamo stimulo rūšies. Kuo duotas dirgiklis yra labiau pažystamas, tuo rezultatai bus geresni.

3.2. Erdvinės ir vaizdinės darbinės atminties ypatumai

Informacija, atsakinga už erdvinės ir vaizdo suvokimą, yra apdorojama centrinėje erdvinėje matricoje. Ji gali būti padalinta į vaizdinį komponentą, kuris atsako už pirminės vaizdinės informacijos apie objektą nuskaitymą bei erdvinį komponentą, kuris atsako už judesių valdymą bei objekto išdėstymo erdvėje manipuliavimą. Vizualinė erdvinė matrica yra atsakinga už objektų formų ir spalvų, arba objektų greičio bei padėties erdvėje atsiminimą. Nors manoma, jog muzikinis išsilavinimas ir gebėjimas groti instrumentu yra susijęs tik su garsinės atminties vystymusi, kiti darbai rodo poveikį erdvinei atminčiai (Brochard ir kiti, 2014). Manoma jog poveikis įvyksta dėl to, jog muzikinių ženklų skaitymas yra susijęs su įvairiais darbinės atminties ypatumais. (Hayward ir Gromko, 2009) atliktas tyrimas parodė, jog skaitymas iš natų buvo susijęs su gebėjimu greitai skaityti vaizdinę informaciją, kinesteziniais gebėjimais ir gebėjimu greit transformuoti erdvinį modelių informaciją. Šie trys įgūdžiai apibrėžia dalį veiksmų, kuriuos atlieka muzikantas, kad iš instrumento išgautų tinkamą garsą. Suarez ir kiti (2015), remdamiesi ankstesniu Hayward ir Gromko atliktu tyrimu, iškėlė hipotezę, jog muzikantai gali pralenkti nemuzikuojančius bet kokioje darbinės atminties užduotyje. Deja, hipotezė nepasitvirtino ir tyrime dalyvavę muzikantai gavo geresnius balus vaizdinės-motorinės koordinacijos, vaizdinio skenavimo, vaizdinio apdorojimo greičio ir erdvinės atminties užduotyse. Šis tyrimas rodo, kad muzikinis tobulėjimas lavina tik specifinę (ne bendrąją) darbinės atminties dalį.

Darbinės atminties talpa taip pat gali būti paveikta muzikos. (Yuh-shiow ir kiti, 2007) atliktame tyrime norėta pažiūrėti, kaip tam tikrų gebėjimų lavinimas gali paveikti darbinės atminties talpą. Tam buvo sudarytos vaikų ir suaugusiųjų kontrolinės ir eksperimentinės grupės. Eksperimentinės grupės nariai turėjo mokėti groti bent vienu instrumentu, tuo tarpu kontrolinės grupės nariai nebuvo muzikaliai išsilavinę. Vidutiniškas vaikų muzikinio lavinimosi laikas siekė 6,1 metų, suaugusiųjų – 14,3 metų. Rezultatai parodė, kad garsinio laikymo užduotyse suaugusieji pranoko vaikus bei muzikaliai lavinęsi individai nurungė kontrolinę grupę. Atminties apimties užduotyse, kuriose, tarp kitko, buvo tirtas ir erdvinis ir vaizdinis išlaikymas, eksperimentinės vaikų grupės nariai pasirodė geriau nei kontrolinė grupė, tačiau nebuvo reikšmingo skirtumo tarp suaugusiųjų grupių. Šis tyrimas parodo, jog muzikos poveikis erdvinei atminčiai gali būti skirtingas ir priklauso nuo amžiaus bei muzikinio išsilavinimo.

Kitas darbas buvo atliktas tiriant tik suaugusiuosius. Brochard ir kiti (2014) atliko du tyrimus, kuriuose bandė ištirti skirtumus muzikantų ir nemuzikantų erdvinėje atmintyje. Tam tikslui jie panaudojo erdvinio išlaikymo užduotį, kurioje dalyviai turėjo sakyti, ar ekrane trumpam laikui atsiradęs taškas atsirado žemiau arba aukščiau horizontalios linijos, ir kairiau ar dešiniau vertikalios linijos. Linijos buvo paslepiamos, kai taškas atsirasdavo ekrane, todėl ši užduotis reikalavo vaizdinio išlaikymo. Rezultatai

parodė, jog muzikantai buvo greitesni nustatant taško poziciją, bei darydavo mažiau klaidų. Įdomu tai, kad muzikantai daug geriau pasirodė apibrėždami taško poziciją vertikalioje plokštumoje. Ši reiškinį autoriai aiškina natų skaitymo gebėjimais, kur natų aukštis penklinėje svyruoja vertikaliai. Greitesnis stimulo aptikimas galėjo būti susijęs su bendrai geresniais sensomotoriniais gebėjimais. Šiam klausimui patikrinti buvo atliktas paprastas testas, kuriame dalyviai turėjo spausti atitinkamą mygtuką, kai ekrane pastebėdavo žalią arba raudoną ratą. Rezultatai parodė, jog muzikantai reikšmingai lenkė nemuzikantus, kuomet reikėjo atskirti, ar ekrane pasirodė žalias, ar raudonas objektas, tačiau skirtumo nebuvo bendro stimulo aptikimo greityje. Šie rezultatai leidžia manyti, jog muzikinis lavinimasis gerina ne tik erdvinę atmintį, bet ir bendrus sensomotorinius gebėjimus.

Paskutinis tyrimas atkreipė dėmesį į darbinės atminties talpą. Lee ir kiti (2007) tyrė vaikus, kurių amžiaus vidurkis buvo 12 metų, bei suaugusiuosius ($M=22$ metai). Visi tiriamieji atliko skaičių atkartojimo užduotį, matematinių veiksmų apdorojimo užduotį, sudėtingą bei paprastą erdvinę užduotį. Rezultatai parodė, jog suaugusiųjų eksperimentinė grupė pasirodė geriau nei muzikinio išsilavinimo neturinti grupė užduotyse, susijusioje su skaičių apdorojimu bei jų atgaminimu. Vaikų kategorijoje taip pat eksperimentinė grupė gavo geresnius rezultatus, tačiau čia taip pat skirtumas rastas erdvinės atminties teste. Taigi matome tendenciją, jog tiriant darbinę erdvinę atmintį vyrauja vaikų tyrimai, kuriuose muzikos poveikis yra žymesnis nei tiriant suaugusiuosius, tačiau skirtumai užduotyse, kurios primena natų skaitymą, rodo vienareikšmišką muzikantų pranašumą.

Apibendrinant, muzikos atlikimas daro įtaką darbinei vaizdinei ir erdvinei atminčiai. Muzikos atlikimas lavina specifinę atminties rūšį (toninis, erdvinis, vaizdinis, garsinis) bei didėja informacijos laikymo laikas ir tuo pačiu apimtis. Taip pat, muzikinis lavinimasis gerina ne tik erdvinę atmintį, bet ir bendrus sensomotorinius gebėjimus kaip stimulo pastebėjimas erdvėje. Galiausiai matome, jog muzikinis lavinimasis efektyviau gerina vaikų darbinę atmintį, tad daromos įtakos kiekis priklauso nuo amžiaus.

3.3. Garsinės atminties ypatumai

Skirtumai tarp muzikantų ir nemuzikantų ypač pasižymi garsinės atminties srityje. Klasikiniu tapęs Chan ir kiti (1998) atliktas tyrimas buvo vienas iš pirmųjų, kuris pasigilino į muzikantų ir nemuzikantų darbinės atminties skirtumus. Savo darbe tyrėjai naudojo žodžių sąrašo užduotį skirtą garsinės atminties tyrimui, bei figūros piešimo užduotį, skirtą vaizdinei atminčiai tirti. Rezultatai parodė, jog muzikantai turi geresnę darbinę garsinę atmintį, tačiau vaizdinė atmintis nesiskiria.

Tęsdamas kolegų pradėtą darbą, Ho ir kiti (2003) atliko panašų tyrimą. Žodžių mokymosi užduotį papildė labiau patikimais erdvinę atmintį matuojančiais instrumentais bei intelekto testu. Panaikinus šalutinį kintamąjį - intelektą, rezultatai patvirtino anksčiau gautus duomenis. Muzikantai gavo geresnius rezultatus garsinės atminties užduotyse, kuomet erdvinės atminties užduočių įverčiai nesiskyrė.

Cohen ir kiti (2011) tyrimas parodė, jog muzikantai geriau atsimena ne tik muzikinius stimulus, bet šie rezultatai taip pat apima ir nemuzikinius dirgiklius. Pirmame etape tyrimo dalyviams rodyta ir skaityta nuo 60 iki 172 garsų ir paveikslėlių. Antrame etape buvo pateiktas toks pats kiekis stimulų. Dalyviai turėdavo sakyti, ar duotas dirgiklis yra naujas, ar senas. Muzikantai gavo geresnius rezultatus atpažįstant pažįstamus ir nepažįstamus garsus, kalbos bei aplinkos garsų ištraukas. Tokie rezultatai parodo, jog muzikantų darbinė atmintis geriau apdoroja ne tik pažįstamus muzikinius stimulus, bet geriau veikia bendrai visa garsų įsiminimo sistema.

Parbery-Clark ir kiti (2009) atliko tyrimą, kuriame dalyviams buvo pateikiama vienu metu daug stimulų. Užduotis reikalavo stimulų aptikimo, išskyrimo ir darbinės atminties integravimo. Rezultatai parodė, jog muzikantai geriau skiria garsinius stimulus iš aplinkos ir turi geresnę darbinę atmintį. Muzikantų pranašumą ilgalaikės bei darbinės atminties srityse patvirtina ir JAV mokslininkų atliktas tyrimas (Franklin, 2008). Šie tyrėjai gautus rezultatus aiškina padažnėjusiu muzikantų garsiniu repetavimu. Tai reiškia, jog muzikaliai išsilavinę žmonės yra linkę dažniau kartoti mintyse garsinius stimulus ir taip pasiekia geresnius įvertinimus darbinės atminties testuose. Muzikantų pranašumas garsinės atminties teste taip pat buvo pastebėtas Vasuki ir kiti (2016) tyrime. Tiriami muzikantai geresnius rezultatus pasiekė dažnių skyrimo ir skaičių atgaminimo užduotyse.

Roden (2014) atlikto 18 mėnesių trunkantį longitudinalinį tyrimą. Tyrėjai surinko 50 vaikų, kurių amžius siekė 7–8 metus. Vaikai, kurie jau mokėsi groti instrumentu, eksperimento metu turėjo per savaitę papildomai skirti 45 minutes grojimui. Likusi dalis taip pat 45 minutes savaitėje papildomai mokėsi gamtos mokslų. Kiekvienas vaikas 3 kartus atliko kompiuterizuotą testą. Užduotys tyrė centrinio vykdytojo, fonologinio kontūro bei vizualinės erdvinės matricos sistemų veikimą. Reikšmingi pokyčiai

įvyko fonologinio kontūro ir centrinio vykdytojo dalyse tų vaikų, kurie mokėsi groti instrumentu, kuomet pokyčio nebuvo kontrolinėje grupėje. Šis tyrimas parodo, jog muzikinis lavinimasis ugdo tas kognityvines funkcijas, kurios yra susijusios su garso apdorojimu.

Vienas iš naujausių šios srities tyrimų (Ding ir kiti, 2018) nagrinėja muzikantų darbinės toninės atminties privalumus. Šiame darbe buvo tiriama darbinės atminties apimtis pasitelkiant N-back testą, bei melodijos sekų skyrimo užduotis. Pirmoje dalyje dalyviams buvo pateikiama garsų seka, o po jos – kita seka, kurioje tam tikri garsai liko pakeisti. Antroje dalyje naudota N-back užduotis, kurioje pateikiama atsitiktinių tonų sekos. Dalyvis turėjo pasakyti, ar duota nata pasikartoja. Rezultatai parodė, jog natų skaičius, o ne natų ilgis reikšmingai paveikė darbinės atminties atliktą tiek muzikantų, tiek nemuzikantų. Taip pat, muzikantai gavo geresnius rezultatus N-back užduotyje, tačiau skirtumo nebuvo sekų atskyrimo dalyje. Šie rezultatai rodo, kad toninės darbinės atminties talpa priklauso nuo natų kiekio, tačiau įtakos nedaro jų ilgis. Tokie rezultatai priveda prie išvadų, jog darbinė toninė atmintis veikia pasitelkiant kitokius mechanizmus nei garsinė darbinė atmintis, bei patvirtina, jog muzikantai turi geresnę garsinę-toninę atmintį.

Apibendrinant, atkilti tyrimai rodo, kad muzikantai pasižymi geresne darbine garsine atmintimi. Toks efektas pastebimas ne tik muzikiniams stimulams, bet ir bendriems garsiniams. Galima to priežastimi gali būti padažnėjęs garsinis repetavimas, kurį dažniau naudoja muzikaliai išprusę dalyviai. Taip pat pastebima, jog muzikinis lavinimasis neveikia vaizdinės ir erdvinės atminties, o panašūs stimulai kaip garsų tonai įsimenami daug geriau, lyginant su nemuzikantais, tačiau toninės informacijos įsiminimas veikia kitokiu principu nei eilinės garsinės informacijos įsiminimas.

3.4.Muzikos atlikimas ir iš jo kylantys kiti privalumai

Muzikos atlikimas veikia kur kas daugiau sričių nei darbinę erdvinę ir garsinę atmintis. Longitudinis, vaikų raidą nagrinėjantis tyrimas (Bergman, 2014) apėmė 352 atsitiktinai atrinktus vaikus ir jaunuolius, kurių amžius svyravo nuo 6 iki 25 metų. Dalyviai, kurie grojo muzikiniu instrumentu, tyrimo metu pasiekdavo geresnius rezultatus, susijusius su darbinės atminties (erdvinės ir garsinės) talpa, informacijos apdorojimo greičiu bei samprotavimo efektyvumu. Taip pat, jie turėjo daugiau pilkosios medžiagos temporo-parietalinėje jungtyje, kuri, tarp kitko, yra atsakinga už natų skaitymą. Visi pakitimai darbinėje atmintyje buvo proporcingi valandų skaičiui, praleistam lavinantis muzikaliai. Taip pat, muzikantai vaikai gaudavo geresnius rezultatus žodiniame sklandume, greičiau apdorodavo informaciją bei buvo fiksuojamas didesnis motorinės žievės aktyvavimas užduočių perkėlimo metu, lyginant su muzikaliai neišprususiais vaikais (Zuk ir kiti, 2014). Šis tyrimas patvirtina hipotezę, jog muzikinis lavinimasis gali

skatinti tam tikrų vykdomųjų funkcijų tobulėjimą, o tai galimai siejasi su geresniais kognityviniais gebėjimais ir akademiniais pasiekimais.

Sekančiame darbe yra kalbama apie dėmesio paskirstymą. Patson ir kiti (2007) atliktas tyrimas atskleidė įdomius faktus apie dėmesio paskirstymą. Eksperimente dalyvavo 20 muzikantų ir 20 nemuzikantų. Jie turėjo nuspręsti, ar pateiktas taškas, kuris buvo rodomas 200ms, atsirado kairėje, ar dešinėje vertikalios linijos pusėje. Rezultatai parodė, kad abi grupės geriau nuspėdavo taško lokaciją, kuomet jis buvo rodomas kairėje pusėje, tačiau kuomet stimulus atsirasdavo dešinėje pusėje, muzikantai darydavo mažiau klaidų. Apibendrinant šio tyrimo rezultatus galime teigti, jog muzikantai turi labiau subalansuotą erdvinę atmintį.

Taip pat muzikinis išsilavinimas veikia intelektą. Schellenberg (2006) atliktas tyrimas parodė, jog muzikantų bendras intelektas buvo didesnis nei nemuzikantų ir siekė 104 balus, taip pat lyginant verbalinį ir neverbalinį muzikantų intelektą, daugiau balų buvo surinkta neverbalinio intelekto kintamajame. Galiausiai rezultatai parodė, kad muzikantų tėvai turėjo geresnį išsilavinimą nei nemuzikantų bei daugiau uždirbdavo.

Kita tyrimų dalis sieja muzikinį išprusimą ir matematinius gebėjimus. (Helmrich, 2010) atliktas tyrimas apėmė 6 mokyklas, kuriose bendrai buvo ištirta 6026 devintokų. Dalyviai buvo paskirstyti į tris grupes pagal gebėjimus. Pirma dalis mokėsi groti instrumentu, kiti dainavo chore, tretį neturėjo jokio muzikinio išprusimo. Mokiniais tirti buvo naudojamas testas, kuris matavo metinį mokinių patobulėjimą matematikos srityje. Rezultatai parodė, jog mokiniai, kurie grodavo instrumentu, žymiai aplenkėdavo tuos, kurie dainavo chore ar neturėjo jokio muzikinio išprusimo. Taip pat dalyviai, kurie dainavo chore, gaudavo geresnius rezultatus nei tie, kurie neapratavo muzikos atlikimo.

Nutley ir Klinberg (2014), atlikdami tyrimą, norėjo išsiaiškinti, kaip muzikos atlikimas vaikystėje paveikia vaikų mąstymo atlikti, apdorojimo greitį ir darbinę atmintį brendimo metu. Tyrime dalyvavo 352 tiriamieji, kurių amžius svyravo nuo 6 iki 25 metų. Tiriamųjų progresas buvo stebimas per 2 metus. Tos pačios užduotys buvo pateikiamos tyrimo pradžioje bei pabaigoje. Rezultatai parodė, jog muzikinis išsilavinimas pagerino erdvinės darbinės bei garsinės atminties talpą, mąstymo atlikti ir apdorojimo greitį. Taip pat muzikantai turėjo didesnę pilkosios medžiagos kiekį vietose, kurios yra atsakingos už natų skaitymą. Šis tyrimas patvirtina faktą, jog muzikinis lavinimasis pozityviai veikia darbinės atminties vystymąsi vaikystėje ir paauglystėje.

Apibendrinant, muzikos atlikimas turi didelę įtaką įvairių ypatumų tobulėjimui. Muzikavimas veikia smegenų struktūrą, kuomet padidėja pilkosios medžiagos kiekis už vaizdinį apdorojimą atsakingoje srityje. Taip pat muzikaliai išprusę žmonės gali lygiau paskirstyti dėmesį, bei turi aukštesnę neverbalinę

ir bendrąjį intelektą. Jie taip pat greičiau apdoroja informaciją bei turi didesnę darbinės atminties talpą. Melodijos įsiminimo metu naudojami metodai aktyvuoja didesnę motorinės žievės dalį, didesnis aktyvumas reiškia efektyvesnę smegenų darbą įsiminimo procesų metu, todėl muzikantai pasiekia geresnius rezultatus akademinėje srityje. Ypatingi rezultatai yra išskiriami matematikoje.

3.5.Tyrimo problema

Darbinės atminties tyrimai sukelia daug prieštaraujančių rezultatų. Vieni tyrėjai teigia, jog nėra skirtumo tarp muzikantų ir nemuzikantų. Kiti kelia prielaidą, kad muzikantai turi geresnę garsinę atmintį, tačiau pranašumas nėra matomas erdvinės atminties dalyje. Treti mano, jog muzikantai nurungia nemuzikuojančius abiejose, darbinės erdvinės ir garsinės atminties srityse.

Skirtumų tarp muzikantų ir nemuzikantų nėra randama Nonnemacher (2014) bei Okhrei ir kiti (2016) tyrimuose. Abu tyrimai naudojo skirtingas metodikas ir abu teigė, kad skirtumų tarp muzikantų ir nemuzikantų nėra. Šie tyrimai prieštarauja didesnei daliai tyrimų (Chan ir kiti, 1998; Ho ir kiti, 2003; Cohen ir kiti, 2011; Roden, 2014). Šie darbai randa skirtumus tarp muzikantų ir nemuzikantų, tačiau skirtumai matomi tik garsinės darbinės atminties srityje. Tyrėjai neigia tezę, kad muzikos atlikimas turi įtakos vaizdinės-erdvinės informacijos apdorojimui. Galiausiai trečia dalis tyrimų (Nutley ir Klinberg, 2014; Brochard ir kiti, 2014; Lee ir kiti, 2007) paneigia visus lig šiol minėtus tyrimus ir teigia, jog muzikantai nurungia nemuzikantus įvairiose srityse, įskaitant garsinę ir vaizdinę-erdvinę atmintį.

Apibendrinant, visi prieštaraujantys tyrimai rodo, jog darbinės atminties sritis muzikoje nėra pilnai išnagrinėta, arba neatrastas būdas tinkamai matuoti taip greit kintantį objektą kaip atmintis. Sutampančius rezultatus tyrėjai gaudavo naudodami N-back užduotį bei žodžių atgaminimo užduotį. Erdvinei atminčiai skirtos užduotys pasitelkdavo muzikantams pažįstamais stimulais (taškais ir horizontaliomis linijomis), kas galėjo daryti įtaką rezultatams. Todėl šiame darbe bus naudojama N-back užduotis, tiriant garsinę atmintį, bei naujai sukurta užduotis, skirta tirti erdvinę atmintį, kurioje pateikiami stimulai bus neutralūs tiek eksperimentinei, tiek kontrolinei grupei.

Šio darbo tikslas-įvertinti muzikantų darbinės garsinės ir erdvinės atminties sąsajas bei patikrinti, ar muzikinis lavinimasis veikia šiuos atminties pavidalus.

Hipotezės:

1. Tikėtina, kad muzikantai pasižymi geresne darbine garsine atmintimi.
2. Tikėtina, kad muzikantai pasižymi geresne darbine erdvine atmintimi.
3. Tikėtina, kad gerėjant muzikantų darbinei garsinei atminčiai, gerėja darbinė erdvinė atmintis.
4. Tikėtina, kad grojimo laikas yra susijęs su darbinės garsinės ir erdvinės atminties veikimu.

5. METODIKA

5.1. Tyrimo dalyviai

Tyrimė dalyvavo 40 studentų, kurių amžius svyravo nuo 19 iki 27 metų ($M=21.13$, $SD=1.65$). Imtį sudarė 20 muzikantų ir 20 nemuzikantų, taip pat tiriamiesiems surinkti buvo naudojama patogioji atranka – su kiekvienu dalyviu buvo susirašyta socialinių tinklalapių pagalba. Į muzikantų grupę patekdavo tie dalyviai, kurie turėjo bent 7 metų muzikinį išsilavinimą ir savaitėje bent 4 valandas aktyviai muzikuodavo (dainuodavo ar grodavo). Muzikantai vidutiniškai muzikuodavo nuo ($M= 14$, $SD= 3.5$) metų bei savaitėje pašvęsdavo vidutiniškai ($M= 9.7$, $SD=2.4$) valandos muzikuojant. Populiariausias instrumentas – fortepijonas (7 dalyviai), antras pagal populiarumą – pianinas (5 dalyviai). 80% muzikantų teigė, jog daugiau groja iš natų nei improvizuoja.

5.2. Tyrimo instrumentai

Darbinei garsinei bei darbinei erdvinei atminčiai tirti buvo naudojama N-back garsinės atlikties užduotis (Gonçalves, Lessa, 2009) ir The Box Task užduotis (Kessels, ir Postma, 2017).

5.2.1. N-back garsinės atlikties užduotis.

Tai dažnai naudojamas instrumentas darbinei atminčiai tirti. Ši užduotis reikalauja didelio susikaupimo, kodavimo, laikino išlaikymo, atsakymo bei informacijos atnaujinimo tuo pačiu metu. Testas gali būti naudojamas tiek vaizdinei, tiek garsinei atminčiai tirti. Teste matuojamas yra teisingų atsakymų kiekis. Užduotyje gali būti pateikiami žodžiai, skiemenys arba skaičiai. Šiame darbe nuspręsta naudoti skaičių sekas. Stimulinė medžiaga (20 skaičių seka) yra pateikiama kompiuterinės programos pagalba. Skaitmenys programoje eidavo kas 3 sekundes. Tuo pačiu metu, testuojamasis turi spausti „Taip“ arba „Ne“ mygtuką. „Taip“ mygtukas yra spaudžiamas tada, kai išgirstas skaičius sutampa su prieš tai pateiktu skaičiumi. Šiame tyrime naudotos 4 skaičių prisiminimo sąlygos (N2, N3, N4, N5). Atitinkamai pagal sąlygą, tyrimo dalyvis turėjo lyginti išgirstą skaičių su skaičiumi pateiktu prieš 2, 3, 4, 5 skaičius. Kiekvienoje sekoje buvo 20 skaitmenų, iš kurių 8 reikalavo „Taip“ mygtuko paspaudimo, o 12 – „Ne“, tad kiekviename lygyje galima buvo surinkti 20 taškų. Bendra taškų suma 80.

5.2.2. The Box Task užduotis

Procedūra yra atliekama prie kompiuterio, naudojant kompiuterinę pelę. Užduotyje pateikta klasteriai su tam tikrais kiekiais dėžių. Užduotį sudarė 4-i lygiai (4, 6, 8, 10 dėžių), kiekviename lygyje užduotis buvo kartojama 2 kartus, tad bendras klasterių kiekis buvo 8. Šioje užduotyje dalyviui pateikta tam tikras kiekis atsitiktinai erdvėje išsidėsčiusių dėžių. Viena iš šių dėžių slėpė apačioje pateiktą objektą. Dalyvis, pelės pagalba spausdamas dėžes, atidarinėjo jas ir ieškojo duoto objekto. Kai tikslas buvo pasiekiamas,

atsirasdavo kitas daiktas ir ieškojimas prasidėdavo iš naujo, o anksčiau rastas objektas likdavo dėžėje. Šios užduoties esmė, atsiminti jau pilną dėžių lokaciją ekrane ir jų nespausti tuo pačiu metu atidarinėjant tuščias dėžes. Taip pat šio testo metu buvo matuojamas laikas, kuris veikė kaip motyvacija dirbti greitai, tačiau laiko rezultatai nebuvo įskaičiuoti į bendrą rezultatų analizę, nes atlikimo laikas priklausydavo nuo to, ar testuojamajam sekasi ir kaip greit jis atspėja duoto objekto buvimo vietą. The Box Task užduotyje buvo skaičiuojamas klaidų kiekis. Klaida šiame tyrime apibrėžta kaip pilnos dėžės atidengimas antrą kartą. Daugiau informacijos apie duotą instrumentą galima rasti autoriaus internetiniame puslapyje <https://roykessels.nl/tests-and-software/box-task>.

6. TYRIMO EIGA

Prieš pradėdant užduočių sprendimą, dalyviams buvo pristatoma numatoma tyrimo trukmė ir specifika. Jei dalyvis sutikdavo atlikti užduotis, jam būdavo pateikiama anketa, kurioje renkami duomenys apie dalyvio muzikinius įpročius. Tada tiriamajam buvo paaiškinamas pirmos (N-back) procedūros principas bei pateikiama 20 skaičių N2 seka pasibandymui. Kai dalyvis atlikdavo daugiau nei 70% užduoties gerai, arba tvirtindavo, jog supranta, kaip naudotis programa, jam buvo pateikiama pirmoji testinė seka. Perėjus pirmą lygį buvo pateikiama N3, tada N4 bei N5 sekos. Dalyviams suteikta galimybė užduoties stimulų klausytis su ausinėmis arba per kompiuterio garsiakalbį. Kai pirmoji tyrimo dalis pasibaigdavo, tyrimo dalyviui buvo pateikiama antroji užduotis (The Box Task). Paaiškinus užduoties esmę, pateiktas trumpas, iš 3 dėžių susidedantis, testas, kuriame dalyviai išmokdavo naudotis programa. Pabaigus bandomąją užduotį, paleidžiama eksperimentinė dalis bei dalyvis yra informuojamas, jog dabar bus skaičiuojamas laikas.

6.1. Duomenų tvarkymas

Duomenys buvo kopijuojami iš tekstinio failo į MS Excell programą, kur vyko pirminis tvarkymas ir grupavimas. Statistinei analizei atlikti naudojamas IBM SPSS (ang. *Statistical Package for Social Sciences*) 23 versija. Galiausiai buvo pasitelkta Stjudento t kriterijumi taikomu dviem nepriklausomoms imtims bei Spearman koreliacija.

7. REZULTATAI

7.1.Garsinės atminties ypatumai

Siekiant patikrinti muzikantų ir nemuzikantų darbinės garsinės atminties ypatumus, buvo atlikta N-back testas, kuriame buvo skaičiuotas teisingų atsakymų skaičius. Kuo didesnę balų kiekį surinkdavo dalyvis, tuo jo rezultatas vertinamas geresniu. Šioje dalyje dalyvavo 20 muzikantų ir 20 nemuzikantų. Stjudento dviejų nepriklausomų imčių testas parodė gautą statistiškai reikšmingą skirtumą tarp muzikantų ir nemuzikantų garsinės atminties tyrimo rezultatų ($p < 0,05$). Muzikantai vidutiniškai surinkdavo 71,95 balus ($SD=3,32$), o nemuzikantai – 68, 25 balus ($SD=2,97$) (1 lentelė). Kaip ir tikėtasi, muzikantai turi geresnę darbinę garsinę atmintį nei nemuzikantai.

1 lentelė. Muzikantų ir nemuzikantų darbinės garsinės atminties testo rezultatai

	Nemuzikantai (n=20)	Muzikantai (n=20)	t	df	p
Skalės	M(SD)	M(SD)			
Teisingi atsakymai	68,25(2,97)	71,95(3,32)	3,716	38	0,001

Pastaba: M- vidurkis, SD- standartinis nuokrypis. Statistiškai reikšmingi skirtumai pažymėti paryškintu šriftu.

7.2.Erdvinės atminties ypatumai

Siekiant patikrinti hipotezę numeris 2, buvo atliktas BoxTask testas, kuriame skaičiuotas klaidingų atsakymų kiekis. Kuo didesnis balas, tuo daugiau klaidų buvo padaryta ir rezultatas vertinamas kaip blogesnis. Šioje dalyje taip pat dalyvavo 20 muzikantų ir 20 nemuzikantų. Stjudento dviejų nepriklausomų imčių testas atskleidė, jog nėra statistiškai reikšmingo skirtumo tarp šių dviejų grupių, padarytų klaidų kiekyje ($p=0,103$). Muzikantai vidutiniškai suklysdavo 7,35 karto ($SD=6,92$), nemuzikantai suklysdavo 11,10 karto ($SD=7,29$) (2 lentelė). Antroji hipotezė nebuvo patvirtinta. Nors muzikantai darydavo mažiau klaidų, skirtumas nebuvo reikšmingas, todėl galima teigti, jog muzikantai neturi geresnės darbinės erdvinės atminties.

2 lentelė. Muzikantų ir nemuzikantų darbinės erdvinės atminties testo rezultatai

	Nemuzikantai (n=20)	Muzikantai (n=20)	t	df	p
Skalės	M(SD)	M(SD)			
Klaidos	11,10(7,29)	7,35(6,92)	-1,669	38	0,103

Pastaba: M- vidurkis, SD- standartinis nuokrypis.

7.3.Rezultatų sąsajos su kitais veiksniais

Kitoje dalyje bandyta patikrinti, ar geresnė darbinė garsinė atmintis yra susijusi su geresniais rezultatais erdvinės atminties teste. Šiam tikslui buvo atlikta Spearman koreliacija, kuri parodė, jog egzistuoja neigiamas, vidutiniškai stiprus ryšys tarp teisingų atsakymų skaičiaus garsinės atminties teste ir klaidų kiekio erdvinės atminties teste ($r=-0,571$; $p<0,01$) (3 lentelė). Tai reiškia, jog gerėjant darbinei garsinei atminčiai, gerėja darbinė erdvinė atmintis.

3 lentelė. Garsinės erdvinės atminties ir erdvinės darbinės atminties skalių koreliacijos koeficientai

Skalės	Teisingi atsakymai	Klaidos
Teisingi	—	-0,571**
atsakymai	-0,571**	—
Klaidos		

Pastaba. * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

Paskutinė iškelta hipotezė buvo susijusi su kitais veiksniais, kurie gali būti susiję su darbinės erdvinės ir garsinės atminties rezultatais. Rezultatai parodė, jog vienu iš veiksnių, nusakančių rezultatų kryptingumą, buvo laiko tarpas nuo pirmos muzikos pamokos iki dabar. Jis su teisingų atsakymų kiekiu koreliavo vidutiniškai, o tai reiškia, kad kuo muzikantas ilgiau grodavo instrumentu, tuo jo garsinės atminties testo rezultatai būdavo geresni ($p<0,01$; $r=0,463$). Panašūs rezultatai buvo matomi ir savaitėje praleidžiamo laiko kiekyje bei darbinės garsinės atminties teste ($p<0,01$; $r=0,415$). Tai reiškia, jog muzikantai, kurie daugiau laiko aktyviai grodavo instrumentu, darydavo mažiau klaidų garsinės erdvinės atminties teste. Įdomu tai, kad grojimo laikas nekoreliavo su darbinės erdvinės atminties testu ($p>0,05$) bei silpnai koreliavo su grojimo kiekiu savaitėje ($p<0,05$; $r=-0,321$).

Apibendrinant, garsinės atminties rezultatai yra glaudžiai susiję su laiku, kurį muzikantas pralaidžia prie instrumento. Ši tendencija yra labai silpna erdvinės atminties dalyje.

4 lentelė. Darbinės garsinės ir darbinės erdvinės atminties koreliacija su grojimo laiku ir grojimo laiku savaitėje

Skalės	Teisingi atsakymai	Klaidos	Grojimo laikas	Grojimas savaitėje
Teisingi atsakymai	—			
Klaidos	-0.571**	—		
Grojimo laikas	0,463**	-0,265	—	
Grojimas savaitėje	0,415**	-0,321*	0,687**	—

Pastaba. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

8. REZULTATŲ APTARIMAS

8.1. Garsinės atminties ypatumų aptarimas

Šiame darbe gauti rezultatai rodo, jog muzikantai turi geresnę darbinę garsinę atmintį. Gauti duomenys patvirtina pirmąją hipotezę, kuri ir teigė, jog muzikantai pranoks nemuzikantus darbinės garsinės atminties užduotyje. Gauti rezultatai sutampa su tais, kuriuos gavo kiti tyrėjai (Chan ir kiti 1998; Ho ir kiti 2003; Cohen ir kiti 2011; Jacobson ir kiti 2008).

Šiame darbe naudotas N-back metodas, kuris remiasi laikino išlaikymo ir atpažinimo principu. Rezultatų rinkimo metu pastebėta, jog dalyviai bandė įveikti užduotį kartojant skaičius mintyse. Pasak (Bradley, 1992), darbinė atmintis negali išlaikyti informacijos ilgiau nei 2 sekundes, todėl repetavimo mechanizmas yra veiksmingas tik iki tam tikro laiko. Pasak šio mokslininko, didesnių skaičių sekų (4-7 skaitmenys) kartojimas mintyse duos didesnę klaidų skaičių nei tada, kai skaičiai nebūtų kartojami. Tokią tendenciją matome etapuose, kur buvo prašoma atsiminti 4–5 skaičius. Čia buvo daroma daugiausia klaidų, bei tyrimo dalyviai sutrikdavo, kai kartojimo metodas pradėdavo neveikti. Kodėl muzikantai pasirodydavo geriau? Atsakymą į šį klausimą gali duoti Jacobson, Cuddy ir Kligour (2003) atliktas tyrimas, kuris yra susijęs su garsinio laikino eilės tvarkos apdorojimu (*ang. auditory temporal-order*

processing). Rezultatai parodė, jog garsinis laikinas eilės tvarkos apdorojimas siejasi su muzikavimo laiku bei garsinės prozos atsiminimu. Tyrėjai rezultatus aiškina izoliuoto specifinio kognityvinio suvokimo proceso egzistavimu, kuris yra pastiprinamas muzikiniu lavinimusi. Taip pat jie teigia, jog šis ryšys gali būti susijęs su plastiniais pokyčiais smegenų dalyse, atsakingose už garsinį apdorojimą. Taigi muzikantai turi geriau išvystytą mechanizmą, atsakingą už stimulų eiliškumo išlaikymą. Šis tyrimas iš dalies aiškina atlikto darbo rezultatus.

Kitaip nei Braddeley į stimulų mintyse kartojimą žvelgia Franklin (2008). Jo tyrime dalyviai turėjo atlikti skirtingas užduotis, skirtas darbinės garsinės atminties tyrimui: žodžių sąrašo mokymosi, skaitymo talpos bei operacinės talpos. Rezultatai parodė, jog muzikantai turi geresnę garsinę atmintį, bet toks rezultatas buvo pasiektas dėl geresnio nei įprasto mintinio repetavimo proceso. Pasak šio tyrimo, muzikantai dažniau naudoja garsinio repetavimo metodą tam, kad laikinai išlaikytų informaciją darbinėje atmintyje bei kurtų stipresnius ryšius ilgalaikėje atmintyje. Tokie rezultatai sutampa su pastebėjimais rezultatų rinkimo metu. Dauguma dalyvių teigė, jog kartoja pateiktus skaičius atmintyje, tačiau muzikantai, lyginant su nemuzikantais, darydavo mažiau klaidų kuomet reikėjo atsiminti 4–5 stimulus. Tai gali būti susiję su geriau išlavintais mintinio repetavimo mechanizmais, kurie būna naudojami, kai norima įsiminti naują melodiją.

Apibendrinant gauti rezultatai sutampa su tais, kuriuos gavo kiti tyrėjai, naudodami kitas metodikas. Tai reiškia, jog Nback tyrimo būdas yra tinkamas darbinei atminčiai tirti bei duoda panašius rezultatus kaip standartizuoti žodžių įsiminimo testai (HKLLT *ang. Hong Kong List Learning Test*), CVLT-II (*ang. California Verbal Learning Test-II*), stimulų atpažinimo testai, ir kiti darbinei garsinei atminčiai skirti testai. Gilesnė analizė parodė, kad galima muzikantų pranašumo pasekmė yra pagerėjęs mintinis garsinis repetavimas. Jis išsivystė per ilgas muzikos pamokas, kurių metu reikėdavo įsiminti ilgus kūrinius, kartojant mažas melodijos dalis.

8.2.Erdvinės atminties ypatumų aptarimas

Erdvinės atminties dalyje nepavyko paremti antrosios šio darbo hipotezės. Nors muzikantai erdvinės darbinės atminties teste vidutiniškai padarydavo mažiau klaidų, šis skirtumas nebuvo statistiškai reikšmingas, todėl galime teigti, jog muzikantai nesiskiria nuo muzikaliai neišprususių dalyvių. Tokias pačias išvadas pateikė ir kiti tyrėjai (Chan ir kiti 1998; Ho ir kiti 2003; Cohen ir kiti 2011; Roden 2014).

Kodėl nėra skirtumo tarp muzikantų ir nemuzikantų? Ankstesni tyrimai teigė, jog darbinės atminties vystymas vienoje srityje, nesigeneralizuoja į pagerėjimą kitoje srityje (Suarez ir kiti 2015). Tokius rezultatus matome šiame tyrime. Manoma buvo, jog muzikos atlikimas, kuris reikalauja ne tik

fonologinio kontūro, bet ir erdvinės matricos išnaudojimo, pagerins atliktį ne tik garsinės atminties teste, bet ir erdvinės atminties dalyje, kaip tai buvo pastebėta atliktuose tyrimuose (Nutley ir Klinberg 2014; Brochard ir kiti 2014; Lee ir kiti 2007). Galimos tokių rezultatų priežastys gali slėptis tyrimo metodikoje. Anksčiau patektuose tyrimuose buvo naudojamos matricos, kurios užsižiebdavo atitinkama tvarka arba jose buvo parodytas taškas, kurio buvimo vieta kito erdvėje. Dalyviai turėdavo įsiminti taškų lokacijas – tai tirdavo jų erdvinio mąstymo gebėjimus. Box task užduotyje buvo pateikiamos dėžės, kuriose slėpėsi objektai. Visi objektai galėjo būti įvardinti, priešingai taško ar užsižiebusio kvadrato lokacijai. Manoma, jog galimybė įvardinti objektą, galėjo padėti įsiminti jo vietą erdvėje. Taip pat toks stimulų pateikimas lėmė, jog juos buvo labai lengva kartoti mintyse, todėl dalyviai, kurie ieškodavo tinkamos dėžės, galėjo kartoti, kokioje dėžėje buvo koks objektas. Toks tyrimas galėjo labiau matuoti vaizdinę atmintį, tačiau autoriai teigia, jog šis instrumentas yra skirtas darbinei erdvinei atminčiai tirti.

Kitas gautų rezultatų paaiškinimas yra susijęs su natų skaitymo specifika. Nagrinėjant ankstesnius darbus buvo pastebėta, jog muzikantai nurungia nemuzikantus, kuomet užduotis bent kiek primena natų skaitymą (Brochard ir kiti 2014). Tokie tyrimai taip pat tirdavo erdvinę atmintį, tačiau stimulus buvo žinomas muzikantams ir jis galėjo lemti pranašumą. Taip pat, klausimą kelia pats grojimo principas. Muzikantai, pagroję natą, iškart gauna grįžtamąjį atsaką toninio stimulo formoje. Toks mokymosi principas yra jiems žinomas bei leidžia vaizdinę informaciją iškart paversti garsine ir tokiu būdu ją įsiminti. Galima teigti, jog erdvinė matrica nėra tiek pat lavinama, kiek yra lavinamas fonologinis kontūras, todėl skirtumas tarp muzikantų ir nemuzikantų nėra ryškus.

Paskutinis argumentas yra susijęs su užduoties atlikinėjimo strategijomis. Pastebėta, jog tiek muzikantai, tiek nemuzikantai naudojo tokias pačias dėžių spaudymo strategijas. Dalis ieškodavo objekto nuo apačios į viršų, kiti iš viršaus į apačią, kiti bandydavo braižyti jau atidarytų dėžių schemas mintyse ir taip atsimindavo jų išsidėstymą erdvėje. Galima teigti, jog čia nebuvo išankstinio pasiruošimo, nes stimulus buvo naujas abiem grupėms. Manoma, jog šis stimulo naujumas neleido muzikantams pilnai išnaudoti kognityvinių gebėjimų ir užduoties sėkmingumas priklausė nuo dalyvio kūrybingumo.

Apibendrinant, rezultatai parodė, jog muzikantų darbinė erdvinė atmintis nesiskiria nuo nemuzikantų atminties. Galimas paaiškinimas slypi lavinamos atminties specifiškume, nes atliekant muziką daugiausiai dirba garsinė atmintis. Taip pat faktą, jog rezultatai nesutampa su anksčiau atliktais tyrimais galėjo lemti pasirinktas instrumentas ir jame pateikta stimulinė medžiaga.

8.3.Rezultatų sąsajų su kitais veiksniais ir jų aptarimas

Atlikta darbinės garsinės ir erdvinės atminties koreliacija parodė, jog egzistuoja vidutinis ryšys tarp muzikantų ir nemuzikantų rezultatų šiuose testuose. Tai reiškia, jog gerėjant darbinei garsinei, gerėja darbinė erdvinė atmintis. Šie rezultatai sutampa su Jacobson (2008) tyrimo išvadomis, kur teigiama, jog muzikinis išsilavinimas yra susijęs su garsinės ir vaizdinės atminties pagerėjimu. Autoriai savo atradimus aiškina natų skaitymo gebėjimais. Anksčiau nagrinėti rezultatai teigia, jog muzikantai neturi geresnės atminties, o tai reiškia, kad galimai natų skaitymo gebėjimas suteikia tokį pranašumą. Tačiau žvelgiant į kitus tyrimus (Brochard, 2014), būtent faktas, jog muzikantai turėjo natų skaitymo gebėjimus, leido pasiekti geresnius rezultatus erdvinės atminties dalyje.

Apibendrinant, garsinė darbinė atmintis yra susijusi su erdvine garsine atmintimi, tačiau šiam ryšiui gali daryti įtaką kiti veiksniai kaip vaizdinių stimulų repetavimas tyrimo metu, ar pateiktas stimulo tipas, kuris yra labiau pažįstamas tiriamosios grupės atstovui. Apžvelgus šiuos tyrimus, negalime vienareikšmiškai teigti, jog garsinės atminties pagerėjimas daro įtaką ir pagerina erdvinę atmintį, nes šiam pagerėjimui įtaką gali daryti pašaliniai kintamieji kaip stimulo tipas.

Paskutinis nagrinėjamas aspektas, tai praleisto laiko muzikuojant įtaka darbinei garsinei ir darbinei erdvinei atminčiai. Atlikta analizė rodo, jog tiek bendras grojimo laikas, tiek savaitėje muzikai pašvenčiamas laikas, vidutiniškai siejasi su darbinės garsinės atminties rezultatais ir silpnai siejasi su erdvinės atminties įverčiais. Šie rezultatai iš dalies patvirtina Roden (2014) tyrimą. Jame buvo muzikaliai lavinami mokyklinio amžiaus vaikai. Po 18 mėnesių trukusio tyrimo pastebėta, jog pokyčiai įvyko fonologinio kontūro ir centrinio vykdytojo užduočių rezultatuose. Tai reiškia, jog muzikinis lavinimasis paveikė garsinę darbinę atmintį, tačiau nedarė įtakos erdvinei atminčiai (erdvinei matricai). Tokias išvadas galima aiškinti jau anksčiau minėtais faktais, jog grojimas stipriau aktyvuoja fonologinį kontūrą, kuris turi apdoroti visą garsinę informaciją, ateinančią iš klausos receptorių. Įtemptas darbas verčia šias funkcijas tobulėti. Toks stiprus darbas nevyksta erdvinės matricos srityje, todėl nepastebime poveikio efekto.

Apibendrinant, negalime vienareikšmiškai teigti, jog darbinė garsinė atmintis yra susijusi su darbine erdvine atmintimi ir poveikis vienoje dalyje automatiškai daro įtaką kitai. Muzikantai, kurie groja ilgiau, pasiekdavo geresnius rezultatus garsinės atminties teste, nes jų gebėjimai buvo geriau išvystyti.

9. IŠVADOS

1. Muzikantai turi geresnę darbinę garsinę atmintį ir toks pranašumas gali būti susijęs su geresniais mintinio repetavimo gebėjimais.
2. Muzikantų darbinė erdvinė atmintis nėra geresnė nei nieko bendra su muzikos atlikimu neturinčių žmonių. Galimos to priežastys slypi darbinės atminties lavinimosi specifikoje arba pasirinkto stimulo ypatumuose.
3. Pastebimas ryšys tarp darbinės garsinės atminties ir darbinės erdvinės atminties rezultatų. Žvelgiant į ryšį tarp darbinės garsinės ir darbinės erdvinės atminties rezultatų, negalime vienareikšmiškai teigti, jog garsinės atminties pagerėjimas daro įtaką ir pagerina erdvinę atmintį, nes šį pagerėjimą gali lemti pašaliniai kintamieji kaip stimulo tipas.
4. Bendras grojimo stažas, bei savaitėje muzikavimui pašvenčiamas laikas vidutiniškai siejasi su darbinės garsinės atminties rezultatais ir silpnai siejasi su darbinės erdvinės atminties įverčiais, tad muzikinis lavinimasis labiau veikia darbinę garsinę atmintį.

10. LITERATŪRA

1. Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
2. Baddeley, A. D. (1986). Working memory. Oxford: Clarendon.
3. Baddeley, A., D., & Hitch, G., J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation Vol. 8* (pp. 47–89).
4. Bergman Nutley, S., Darki, F., & Klingberg, T. (2014). Music practice is associated with development of working memory during childhood and adolescence. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 926.
5. Brochard, R., Dufour, A. & Despres, O. (2004). Effect of musical expertise on visuospatial abilities: Evidence from reaction times and mental imagery. *Brain and Cognition*, 54: 103–109.
6. Chan, A. S., Ho, Y. C., Cheung, M. C. (1998) Music training improves verbal memory. *Nature* 396: 128.
7. Cohen, M. A., Evans, K. K., Horowitz, T. S., & Wolfe, J. M., (2011). s. *Psychonomic Bulletin & Review*. 18(3), 586–591.
8. Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychol Bull.* 104(2):163-91.
9. Cowan, N. (1995). Attention and memory: An integrated framework. *Oxford psychology series, No. 26*, New York, NY, US: Oxford University Press.
10. Daneman, M., & Merikle, P. M. (1996). Working memory and language comprehension: a meta-analysis. *Psychonomic Bulletin & Review*, 3.
11. Ding, Y., Gray, K., Forrence, A., Wang, X., Huang, J. (2018) A behavioral study on tonal working memory in musicians and non-musicians. *PLoS ONE*, 13(8).
12. Franklin, M. S., Moore, K. S., Yip, C. Y., Jonides, J., Rattray, K., & Moher, J. (2008). The effects of musical training on verbal memory. *Psychology of Music*, 36, 353±365.
13. Franklin, M. S., Moore, K. S., Yip, C., Jonides, J., Rattray, K., & Moher, J. (2008). The effects of music training on verbal memory. *Psychology of Music*, 36(3), 353–365.
14. Gaser, C. & Schlaug, G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *J. Neurosci.* 23, 9240–9245.
15. Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 3.

16. George, E. M., & Coch, D. (2011). Music training and working memory: An ERP study. *Neuropsychologia*, 49(5), 1083–1094.
17. Gonçalves, V. T., & Mansur, L. (2009). N-back auditory test performance in normal individuals. *Dementia & Neuropsychologia*, 3(2), 114–117.
18. Hayward, C. M., & Gromko, J. E. (2009). Relationships among music sight-reading and technical proficiency, spatial visualization, and aural discrimination. *Journal of Research in Music Education*, 57(1), 26–36.
19. Helmrich, B. H. (2010). Window of opportunity? Adolescence, music and algebra. *Journal of Adolescent Research*, 25, 557–577.
20. Ho, Y., Cheung, M., & Chan, A. S. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17(3), 439–450.
21. Jakobson, L.S., Cuddy, L.L. & Kilgour, R. (2003). Time tagging: a key to musicians' superior memory. *Music Percept.* 20, 307–313
22. Jakobson, L.S., Lewycky, S.T., Kilgour, A. R., Stoesz, B. M. (2008). Memory for verbal and visual material in highly trained musicians *Music Percept.*, 26 (1), pp. 41-55.
23. Kessels R. P. C., & Postma, A., (2017). The Box Task: A tool to design experiments for assessing visuospatial working memory. The Author(s). This article is an open access publication.
24. Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability (is little more than) working memory capacity? *Intelligence*, 14.
25. Lee, Y. S., Lu, M. J., & Ko, H. P. (2007). Effects of skill training on working memory capacity. *Learning and Instruction*, 17, 336–344.
26. Lee, Y., Lu, M., & Ko, H. (2007). Effects of skill training on working memory capacity. *Learn Instr* 17, 336–344.
27. Martišius, V. (2006). Kognityvinė psichologija 1 dalis. Suvokimas ir atmintis. Vytauto didžiojo universitetas. Kaunas.
28. Nonnemacher, K. (2014). "Working Memory in Musicians Versus Non-musicians: A Differential Study Using the N-back Task" *The Research and Scholarship Symposium*, 41.
29. Okhrei, A., Kutsenko, T., Makarchuk, M. (2017). Performance of working memory of musicians and non-musicians in tests with letters, digits, and geometrical shapes. *Biologija.*; 62(4).
30. Parbery-Clark, A., Skoe, E., Lam, C., & Kraus, N. (2009). Musician enhancement for speech-in-noise. *Ear & Hearing*. 30(6), 653±661.

31. Patston, L. L. M., Hogg, S. L., & Tippet, L. J. (2007). Attention in musicians is more bilateral than in non-musicians. *Laterality*, 12, 262–272
32. Roden, I., Grube, D., Bongard, S., & Kreutz, G. (2013). Does music training enhance working memory performance? Findings from a quasi-experimental longitudinal study. *Psychol. Music*.
33. Schellenberg, E. G. (2006). Long-term positive associations between music lessons and IQ. *Journal of Educational Psychology*, 98(2), 457–468.
34. Sua-Ârez, L., Elangovan, S., & Au, A. (2015). Cross-sectional study on the relationship between music training and working memory in adults. *Australian Journal of Psychology*, 68(1), 38±46.
35. Talamini, F., Carretti, B., Altoè, G., & Grassi, M., (2017). Musicians have better memory than nonmusicians: a meta-analysis.
36. Vasuki, P. R. M., Sharma, M., Demuth, K., & Arciuli, J. (2016). Musicians' edge: A comparison of auditory processing, cognitive abilities and statistical learning. *Hearing Research*. 342, 112±123.
37. Zuk, J., Benjamin, C., Kenyon, A., & Gaab, N. (2014). Behavioral and neural correlates of executive functioning in musicians and non-musicians. *PloS ONE*, 9(6).