

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia instituut

Triin Tiitsmaa

Kuulmistaju täpsus muusikaharidusega inimestel ja mitte-muusikutel

Uurimistöo

Juhendajad: Maria Tamm, PhD; Paul Gardner, MSc

Läbiv pealkiri: Kuulmistaju täpsus muusikutel ja mitte-muusikutel

Tartu 2017

KUULMISTAJU TÄPSUS MUUSIKAHARIDUSEGA INIMESTEL JA MITTE-MUUSIKUTEL

Kokkuvõte

Käesolevas töös võeti aluseks Kishon-Rabin'i, Amir'i, Vexler'i ja Zaltz'i (2001) psühhoakustiline kuulmiskatse, mille põhjal mõõdeti katseisikute helikõrgustaju. Lisaks võeti antud töös aluseks Virtala, Huotilainen, Partanen ja Tervaniemi (2014) töö raames välja töötatud küsimustik, soovides teada saada, kuidas küsimustiku teel saadud vastused ja kuulmiskatse omavahel seostuvad. Katseid viidi läbi muusikute (n=21) ja mitte-muusikute (n=21) peal. Katse eesmärk oli mõõta ning eristada muusikute ja mitte-muusikute võimet tajuda puhastoonide sageduse eristamise piire kolmel erineval helikõrgussagedusel. Selleks viidi läbi kolme-intervalliline kaks-alla-üks-üles sunnitud valikuga (forced choice) meetod, kus esitati kolmel erineval sagedusel viitetoone (250, 1000 ja 1500Hz). Võrdlustoonid muutusid 250 Hz puhul 0,5 Hz ning 1000 Hz ja 1500 Hz puhul 1 Hz astme võrra. Tulemused näitasid, et küsimustikust saadud vastused ei ennusta olulisel määral katsetulemusi. Muusikute ja mitte-muusikute katsetulemuste võrdlemisel leiti, et muusikute helikõrguse eristumise lävend on väiksem (250 Hz: m=0,66; 1000 Hz: m=1,095; 1500 Hz: m=5,523) kui mittemuusikutel (250 Hz: m=4; 1000 Hz: m=7; 1500 Hz: m=14,476).

Märksõnad: sageduse erinevuse lävend, sageduse eraldamine, võrdlustoonid, kuulmistaju, muusikud

THE ACCURACY OF AUDITORY PERCEPTION BETWEEN MUSICIANS AND NON-MUSICIANS

Abstract

The research at hand is based on the psycho-acoustic hearing test by Kishon-Rabin, Amir, Vexler and Zaltz (2001) which was used to measure the pitch perception of the test subjects. Additionally, the questionnaire developed by Huotilainen, Partanen ja Tervaniemi (2014) was used to see how the questionnaire and hearing test correlate. The tests were performed on musicians (n=21) and non-musicians (n=21). The goal of the experiment was to measure and determine the limits of pitch perception among musicians and non-musicians based on pure-tones of three different pitches. To do so, a 3-interval forced choice method based on the two-down one-up rule, with reference tones of three separate frequencies (250, 1000 and 1500Hz), was used. The comparison tones changed by 0,5Hz in the case of 250Hz and 1Hz in the cases of 1000Hz and 1500Hz. The results showed that the questionnaire does not provide considerably accurate predictions for the hearing test. When comparing the results of musicians and non-musicians, it was found that the difference limen for frequency is lower for musicians (250Hz: $m=0,6$; 1000Hz: $m=1,095$; 1500Hz: $m=5,523$) than it is for non-musicians (250Hz: $m=4$; 1000Hz: $m=7$; 1500Hz: $m=14,476$).

Keywords: difference limen for frequency, frequency discrimination, comparison tones, auditory perception, musicians

Sissejuhatus

Muusikaoskust vaadeldakse teadmiste üldise mudelina ning on otsitud seoseid teadliku harjutamise ja muusikaoskuse vahel, mille tulemusel on leitud, et pikaajaline teadlik harjutamine toob paratamatult kaasa muusikalise võimekuse paranemise. Mosing, Madison, Pedersen, Kuja-Halkola ja Ullén (2014) uurisid seoseid muusikalise harjutamise ja muusikalise võimekuse vahel (rütm, meloodia ja heli kõrguse eristamine) Rootsis elavate kaksikutega. Leiti, et muusikaline harjutamine oli olulisel määral päritav (40%–70%). Seosed muusikalise harjutamise ja muusikalise võimekuse vahel olid enamasti geneetilised ja vastupidi põhjuslikule hüpoteesile, ei avaldanud mõju keskkonnaga seotud tegurid. Monosügootsete kaksikute paaride võimekuse vahel ei olnud lahknevusi, mis eristaks nende harjutamisele kuluvat aega. Seega, kui geneetilised eelsoodumused olid kontrolli all, ei olnud pikem harjutamisele kulunud aeg seotud paremate muusikaliste oskustega. Need avastused osutavad sellele, et muusikaline harjutamine ei pruugi põhjuslikult mõjutada muusikalist võimekust ja et geneetilised eripärad inimeste vahel mõjutavad nii võimekust kui soodumust harjutamiseks.

Üheks kõige intensiivsemalt arutatud küsimuseks psühholoogias on harjutamise suhteline tähtsus ja loomupärane andekus teadmiste ning oskuste omandamiseks, st spetsiifilises valdkonnas kõrgetasemeliste oskuste saavutamiseks (Detterman & Ruthsatz, 1999; Ericsson, Nandagopal, & Roring, 2005; Howe, Davidson, & Sloboda, 1998; Ruthsatz, Detterman, Griscom ja Cirullo, 2008). On kujunenud välja üldine konsensus selles osas, et pikaajaline teadlik harjutamine on oluline kõrgel tasemel tulemuste saavutamiseks - defineeritud kui „püsivalt paremate tulemuste saavutamine teatud ülesannetes ja valdkondades” (Ericsson & Lehmann, 1996, lk. 277; Hambrick jt., 2014). Sageli viidatud rusikareegel on see, et mingis valdkonnas ekspertoskuste saavutamiseks on vajalik enam kui 10 000 tundi teadlikku harjutamist (Gladwell, 2011). Kuid see arv ei ole kindlasti tõemonopoliks, kuna näiteks noorukid võivad jõuda ekspertoskuste saavutamiseni märksa väiksema harjutamisega - keskmiselt 5000 harjutamise tunniga, nagu on märkinud viiuldajate valim, kuhu kuulusid 20-aastased viiulimängijad (Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993), teisalt jälle vanemad harjutajad võivad vajada oluliselt rohkem, kui 10 000 harjutamise tundi. (Ericsson, 2012).

Veelgi vastuolulisemalt väidavad mitmed valdkonna teadlased, et teadlik harjutamine ei ole vajalik mitte ainult teadmiste omandamiseks eksperttasemel, vaid see on ka piisav, et selgitada erinevusi oskustes algajate ja ekspertide vahel. Sellest lähtuvalt on teadliku harjutamise hulk

peamine piirang inimese eksperdiks kujunemisel, kuid muud faktorid - nt geneetiline tegur - on vähese tähtsusega või isegi ebaolulised (Coon & Carey, 1989; Ericsson, 2002; Ericsson, Krampe, & Heizmann, 1993; Ericsson et al., 2005; Howe et al., 1998; Krampe & Ericsson, 1996). Keskne idee ekspertoskuste raamistikus (Ericsson, 2014; Ericsson, Krampe, & Tesch-Römer, 1993) on see, et loomupärane anne võib olla oskuste eripärade arvestamisel oluline nende inimeste seas, kes on harjutanud ainult vähe aega või mõõdukalt. Pikaajaline harjutamine sisaldab endas mingi spetsiifilise valdkonna omandamist, lisaks uute kognitiivsete võimete, mootorsete oskuste ja strateegiate õppimist, mis oluliselt parandavad tulemusi mingis valdkonnas ja aitavad vältida suuri erinevusi üldises võimekuses (Ericsson, 2014). Seda kinnitab ka fakt, et praeguse ni ei ole teaduslikku toetust ideele, et parimad oskused ja võimed tulenevad loomupärasest talendist või võimetest. Erandiks võib siin kohal olla mõni spordivaldkond, kus päritavad tegurid nagu keha kõrgus ja -suurus on olulised. (Ericsson, 2014).

Taoline keskkonnale pühendunud seisukoht on viimastel aastatel saanud üha rohkem kriitikat. Enamik inimesi ei kujune ekspertideks vaatamata paljudele harjutamise tundidele (Corrigan, Schellenberg, & Misura, 2013; Hambrick et al., 2014; Ruthsatz et al., 2008) ja üha rohkem empiirilisi tõendeid näitab, et muud muutujad peale harjutamise (nt intelligentsus, isiksus või füüsilised omadused) mõjutavad tulemusi (Corrigan et al., 2013; Ruthsatz et al., 2008; Tucker & Collins, 2012). Paljud ekspertidega seotud omadused on olnud olulisel määral geneetilised (Dubois et al., 2012; Jang, Livesley, & Vernon, 1996; Posthuma, de Geus, & Deary, 2009) ja isegi eripärad enesehinnangulikes teadmistes mitmetes valdkondades on olulisel määral päritav (Vinkhuyzen, van der Sluis, Posthuma, & Boomsma, 2009). Samas on vähe teada geneetiliste mõjude kohta teadmiste objektiivsel mõõtmisel (Drayna, Manichaikul, de Lange, Snieder, & Spector, 2001; Ullén, Mosing, Holm, Eriksson, & Madison, 2014). Kuid geneetiliste mõjude olulisust harjutamisel ning seoseid harjutamise ja ekspert tulemuste vahel ei ole eriti konkreetsemalt ja süstemaatilisemalt uuritud.

Üks kõige laialdasemalt uuritud valdkondi on muusika. Muusikalise võimekuse ühine rakendamine on erinevat tüüpi kuulmisega seotud muusika stiimuli tunnetuslik eristamine (Seashore, 1919). Vastavalt Drayna et al. avastustele (2001), on sellised kuulmise eristamise oskused osaliselt päritavad (Ullén et al., 2014). Helikõrguste eristamise testide tulemused näitavad olulist seost muusikainstrumendi harjutamisel ehk professionaalsed muusikud on pidevalt näidanud mitte-muusikutest paremaid tulemusi selliste ülesannete täitmisel (Schellenberg & Weiss, 2013). Üldiselt on eeldatud, et need seosed peegeldavad muusikalise

harjutamise põhjuslikke mõjusid muusikalisele võimekusele (Feltovich, Prietula, Ericsson, Charness & Ericsson, 2006; Ericsson, Hoffman, Kozbelt, & Williams, 2018). Kuid alternatiivne selgitus on, et olemasolevad erinevused või muud aluseks olevad faktorid mõjutavad harjutamisega seotud käitumist, samuti muusikalist võimekust, mille tulemusel on suurema muusikalise andekusega inimesed tõenäolisemalt seotud muusikalise harjutamisega (Corrigan et al., 2013; Schellenberg & Weiss, 2013).

Mosing jt (2014) viisid esimesena läbi uurimust, mis otsis seoseid muusikalise harjutamise ja võimekuse vahel, kasutades suurt kaksikute gruppi (n=10500). Konkreetsemalt testiti kahte põhilist eeldust, milles öeldakse, et muusikaline harjutamine põhjustab erinevusi muusikalises võimekuses (toimib muusikalise kuulmise eristamisega). Seega, kui harjutamine mõjutab teadagi suutlikkust, siis kõik olulised tegurid – jagatud ja mittejagatud keskkonna ja geneetilised tegurid - peaksid ennustatava muutuse korral (muusika harjutamine) oluliselt mõjutama ka tulemuse muutujaid (musikaalsust). Veelgi enam, nagu viitavad Ericsson, Krampe ja Tesch-Römer (1993), siis ei mängi anne, laiemalt käsitletud geneetilise pärandina, rolli ja igaüks, kes investeerib piisavalt aega vabatahtlikku harjutamisesse, loob endale mingis valdkonnas ekspertoskused, seega võiksime oodata, et seoseid harjutamise ja võimekuse vahel vahendavad suurel määral mittejagatavad keskkonnaga seotud mõjud. Selle testimiseks uuriti geneetiliste ja keskkonnategurite seoseid ning olulisust harjutamise ja muusikalise võimekuse vahel. Teiseks, oletades harjutamise põhjuslikku mõju muusikalisele võimekusele, kui monosügootsete (MZ) kaksikute paarid (kes on geneetiliselt identsed) erinevad muusikalisele harjutamisele kuluva aja osas, siis need kaksikud, kes on rohkem harjutanud, peaksid omama paremat muusikalist võimekust.

Muusikute kuulumisega seotud võimekus on intrigeeriv, kuna kuulmisvõimekus on seotud paljude teada-tuntud esinejate, dirigentide või klassikalise muusika heliloojatega (Spiegel & Watson, 1984). Need erandlikud kuulmisoskused laienevad aga tavaliselt kogu muusikute grupile. Sellist järeldust on võimalik teha hoolimata tõsiasjast, et tegelikult teatakse võrdlemisi vähe koolitatud muusikute kuulmise suhtelise teravuse kohta, võrrelduna seda ülejäänud elanikkonnaga. (Moore & Peters, 1992)

Muusikute kuulmisvõimekuse kõrgemast tasemest on saadud aimu peamiselt testidega, mis peegeldavad spetsiifilisi muusika eripärasid, nagu tämber ja rütm, häälestamata harmoonia ja muusika intervallide (sagedusastmete) määratlemine. Võrdlemisi vähe on läbi viidud katseid, kus on püütud võrrelda muusikute ja mittemuusikute kuulmisvõimekust lihtsa psühhoakustilise

testiga. Selliste testide tulemused koolitatud professionaalsete muusikute seas võivad olla omamoodi murranguks, viitamaks inimese kuulmisvõimekuse süsteemi piirangutele. Seoses muusikalise tausta esitamisega võib üha paremini ja põhjalikumalt saada aru aluseks olevatest faktoritest, mis mõjutavad kuulmisvõimekust, näiteks vanus, millal esimest korda puututi kokku muusikaga ja muusikalise väljaõppe pikkus aastates. (Pantev et al, 1998)

Helide tekkimine on seotud objektide liikumise poolt põhjustatud lainetega ümbritsevas keskkonnas. Helilaine levimine on osakeste võnkumise tulemus, mille levimise kiirus sõltub keskkonna tihedusest. Heli kui mehhaaniline võnkumine, levib kõikides keskkondades, välja arvatud vaakum ja on tajutav igale elusorganismile. Inimene kuuleb helivõnkumisi sagedusvahemikus umbes 16-20000 Hz. Kõige tundlikum on kõrv helisagedustele vahemikus 1000-3000 Hz (1-3 kHz). Uuringud on näidanud, et vanusega hakkab helisageduste kõrguse ülempiir vähenema: 30-aastased ei kuule üle 15000 Hz, 50-aastased ei kuule üle 12000 Hz ja 70-aastased ei kuule kõrgemaid sagedusi kui 6000 Hz, mis vastab normaalses kõnes esinevatele sagedustele (Davis & Silverman, 1960).

Sagedusel põhinev helide eraldamine tähendab võimet avastada muutusi sageduses aja jooksul, ja see on ühtlasi üks vähem uuritud muusikute psühhoakustilisi võimekusi. Praeguste uuringute kohaselt on senini läbi viidud väga minimaalsel hulgal lihtsa sageduse eraldamise uuringuid, kus on kirjeldatud saadud tulemusi professionaalsete muusikute ja ülejäänud elanikkonna võrdlemise teel. Esimese sellise uuringu teostas Stucker 1908. aastal, kes ka kasutas heliharke, monokorde ja Galton'i vilesid, et testida Viini Kuningliku Ooperi liikmeid. Ta leidis, et tulemused olid väga mitmekesised ning mõned selle põhjustest olid seotud ka metodoloogiliste küsimustega. (Kihson-Rabin jt, 2001)

Mitukümmend aastat hiljem andsid Spiegel ja Watson (1984) aimdust sageduse eraldamise lävenditest professionaalsete muusikute seas, kasutades muusika skaala sagedusi. Suhtelise sageduse erinevuse lävendid (DLF) selle grupi jaoks olid 0,001 ja 0,0045 vahel. Pooltel uuritavast grupist, ehk mitte-muusikutel oli lävend samas ulatuses muusikutega, kuid ülejäänutel oli lävend kuni viis korda suurem. Spiegel ja Watson tõstasid võimaluse, et kattuvad tulemused muusikute ja mitte-muusikute vahel võivad olla seotud nende kõrgemal tasemel muusikalise või psühhoakustilise kogemusega, mida ei leitud küsimustikuga muusikalise tausta kohta enne testimist.

Tänapäeval on helikõrguste taju testimine ja arendamine vajalik peamiselt neljas valdkonnas: laste musikaalsuse hindamisel, muusikaga tegelemisel, kõne tajumisel ja valdkondades, kus kuulmise abil saab anda konkreetseid hinnanguid.

Inimese võime muusikalisi meloodiaid ära tunda on piiratud "puhastooniga", mis on ainult ühest sagedusest koosnev heli sagedustega alla 4-5 kHz.. Seda peetakse inimese helile reageerimise ülemiseks piiriks. Uuringus kasutati puhtaid ja harmoonilisi toone ning leiti, et helikõrguste taju võib esile kutsuda ka harmoonilised komplekshelid, mille baassagedused on alla 2 kHz, kuid ülemhelid ulatuvad üle 6 kHz (väljaspool eelmainitud piire). Tulemused viitavad sellele, et kõrgetel sagedustel mõjutavad meloodiataju varasemad kokkupuuted harmooniliste helidega. (Oxenham et al., 2011)

Harmoonilised komplekstooneid (koosnevad mitmest sagedusest) on nt kõne ja pillide tekitatud helid. Inimese võime meloodilisi helisid ja intervale tajuda halveneb märgatavalt sagedustel üle 4-5 kHz, samuti halveneb absoluutne kuulmine (nendel kel see on) ning kui kõik tooni ülemhelid on üle 5 kHz, siis on selle tajumine tugevalt häiritud. Muusikaliste instrumentide kõrgeimad noodid on seotud inimese võimega neid tajuda (seetõttu ei tehta pille, mille noodid on nii kõrged, et neid üldse enam ei kuule).

Oxenham'i (2011) uuringu käigus paluti katsealustel korrigeerida puhast tooni, kuni selle tajutud kõrgus sobib eelnevalt mängitud komplekstoonega. Alla 5 kHz ülemhelidega toonide puhul vastasid tulemused ootustele (inimesed tundsid baassagedused hästi ära), üle 5 kHz ülemhelidega toonide puhul ilmnis aga üllatuslikult, et ka siis suutsid inimesed hästi tabada ära õige baassageduse. Alles üle 10 kHz ülemhelide juures ilmnisid langused helitajus. Halvemad tulemused on tõenäoliselt seotud sellega et kõrgetel sagedustel on vähem kuuldavaid ülemhelisid. Sellest olenemata ületasid tulemused siiski oodatut (4% oletatud vs 46% tulemustes).

Teises katses uuriti, kas helitaju kõrgetel sagedustel kandub üldiselt üle meloodilisele tajule. Katsealustele mängiti kahte neljanoodilist meloodiat, millest teine erines veidi esimesest või oli täpselt samade nootidega. Puhastoonide puhul madalatel sagedustel olid tulemused head, kõrgetel halvemad. Komplekstooneid puhul olid tulemused aga mõlemal juhul head. See näitab et inimene suudab meloodilist informatsiooni saada ka ülemhelidest, mis on üle 6 kHz.

Mõlema katse tulemusel selgub, et meloodilist informatsiooni on võimalik tajuda ülemhelidest, mis on kõrgemad kui 6 kHz (vs oletatud 5 kHz piir). Võrreldes varasemate katsetega kasutati

antud uuringus komplekstoone puhul suuremat hulka ülemhelisid (3 vanas vs 5+ selles). Väiksem hulk ülemhelisid tekitab nõrgema tooni, seetõttu võiski varasemas uuringus olla alahinnang tajutavusele. Varasemas uuringus kasutati tulemuste uurimisel subjektiivseid andmeid (inimeste veendumus, et nad kuulsid tooni), uuemas kasutati aga objektiivseid andmeid (õnnestumiste protsent katsetel). Uuemas katses esitati helid taustamüraga keskkonnas, vanas seevastu täielikus vaikuses. Taustamüra olemasolu võib aidata ajul "lünki täita" ning võimendada baastooni tajumist. Vanemas uuringus ei ole esitatud andmeid kõrgete helide kuuldavuse kohta.

Antud uuring vihjab: kuigi varasemalt on tõestatud, et ülemhelid ei paranda baastooni tajumist võrreldes puhastoonidega madalamatel sagedustel, siis võib see siiski toimida kõrgetel sagedustel. Tulemused näitavad, et komplekstoone eristatakse kõrgetel sagedustel paremini kui puhtaid.

Bangert ja Altenmüller (2003) leidsid, et regulaarne muusikaline harjutamine käivitab koheselt plastilisuse ajukooses. Psühhofüsioloogilise aspekti korral saavutatakse raviefekt helilaine mehhaanilise energia ja organite omavõnkesageduse summeerumisena. Uuringud lainepikkuste mõju kohta on olnud suunatud erinevate lainepikkuste spetsiifilise toime väljaselgitamiseks. 100 Hz-ne siinuslaine (helisagedused ilma ülemtoonideta) võib aktiveerida erinevaid retseptoreid nahas ja nahaalustes kudedes (Roland ja Neilsen, 1980). Lainepikkus 20 Hz on tekitanud katseisikutes ebaharilikke tundmusi, vibratsiooni on tunnetatud kui kogu keha läbivat erutust. Osa vaatlusalustest on kogunud seda ka kui ebameeldivat aistingut. Praktikas on positiivseid tulemusi andnud vibratsiooni sageduste rakendamine teatud kindlatel lainepikkustel (Roland ja Neilsen, 1980).

Helide kuulumisvõime on tekkinud evolutsiooni käigus seoses vajadusega kohaneda keskkonna tingimustega. Organismide helide tekitamise oskuse funktsioonid on arenenud mitte neid teadlikult arendades, vaid nad on tekkinud ise, aidates kaasa elus püsimisele (Dawkins, 1976). Helide tekitamise ja kuulmise vajadus tuleneb mälutehnilisest eesmärgist. Vanades kultuurides kujutas laul ja rütmiliselt organiseeritud tekst endast põhilist eksistentsiaalselt väljendusviisi. Selliselt organiseeritud teadmisi on tunduvalt kergem meeles pidada (Sloboda, 2000).

Töö eesmärgid

Uurimuse eesmärk on kuulumiskatsega mõõta ning eristada muusikute ja mitte-muusikute võimet tajuda puhastoonide sageduse eristamise piire kolmel erineval helikõrgussagedusel

(250Hz, 1000Hz ja 1500Hz). Enne katsesse tulekut palutakse ka katseisikutel täita veebikeskkonnas LimeSurvey küsimustik, kaardistamaks vastavalt muusiku või mitte-muusiku muusikalist tausta. Küsimustikuga soovitakse teada saada, kas ja kuidas küsimustiku vastused ja kuulmiskatse tulemused omavahel seostuvad. Varasemad uuringud on näidanud, et helikõrgustaju halveneb märgatavalt üle 4-5 kHz, ning kui kõik tooni ülemhelid on üle 5 kHz, siis on selle tajumine tugevalt häiritud (Oxenham et al., 2011). Antud töös on kõrgeim viiteheli aga 1,5kHz, mis ei tohiks tekitada helikõrgustaju tugevat häirumist. Seega peaksid katsetingimused olema võimalikult võrdsed ka neile, kelle kuulmine on häirunud.

Meetod

Valim

Käesolevas katses osales 42 katseisikut: 21 professionaalseks muusikuks õppivat või professionaalsel tasemel tegutsevat muusikut ja 21 mitte-muusikut. Muusikuteks nimetati kõik need katseisikud, kes tegutsevad parasjagu muusikaga elukutseliselt ja on seda õppinud varasemalt juhendatult või ei ole veel muusikuna tegutsev, kuid hetkel õpib professionaalseks muusikuks (vähemalt keskastet pakkuvast muusikakoolis). Muusikute individuaalne muusikaline taustainformatsioon on välja toodud Tabelis 1. Mitte-muusikuks loeti aga see, kui katseisik pole saanud oma elu jooksul üle kahe aasta juhendatud muusikalist praktikat. Selle all peeti eelkõige silmas juhendatult muusikakoolis õppimist. Juhendamata muusikalised tegevused arvesse ei läinud, samuti ei läinud arvesse koolikooris laulmine.

Tabel 1*Muusikute individuaalse muusikalise tausta informatsioon*

Katseisik	Muusikastiil	Pilliõpe (aastates)	Põhiinstrument	Lisainstrument
1	Jazz	9	kitarr	klaver, metsasarv, plokkflööd
2	Klassikaline	10	viul	klaver, kitarr, ukulele
3	Klassikaline	20	laul	klaver
4	Folk	11	akordion	klaver, basskitarr
5	Klassikaline	7	tšello	klaver, kitarr, plokkflööd
6	Klassikaline	26	laul	klaver, kitarr, plokkflööd, akordion, karmoška
7	Klassikaline	14	akordion	klaver
8	Folk	11	viul	klaver
9	Kerge/ pop	3	löökpill	kitarr, basskitarr, plokkflööd
10	Klassikaline	11	klaver	0
11	Kerge/ pop	8	akordion	klaver, kitarr
12	Kerge/ pop	16	laul	klaver
13	Jazz	11	klaver	laul
14	Klassikaline	12	klaver	plokkflööd, ukulele
15	Klassikaline	12	klaver	0
16	Jazz	3	kitarr	laul
17	Jazz	3	basskitarr	klaver, kitarr, flööd
18	Klassikaline	10	klarnet	klaver, plokkflööd
19	Klassikaline	11	kitarr	klaver
20	Folk	12	viul	kitarr, klaver, ukulele
21	Jazz	9	löökpill	klaverit

Katseisikute hulgas leidis teadaolevalt neli absoluutset kuulijat, kellest kolm olid muusikud. Absoluutsete kuulijate määramisel tugineti katseisikute enese-aruanetele, mis väljendus läbi küsimustiku. Veebikeskkonda LimeSurvey sisestatud küsimustik oli tõlgitud soome keelest eesti keelde, mis oli ühtlasi Virtala jt (2014) töö raames välja töötatud küsimustik. Helikõrgustaju mõõtmiseks läbiviidav psühhoakustiline kuulmistaju katse viidi läbi suurema kuulmispsühholoogia uuringu raames, millel on varasemalt eetikakomitee luba olemas.

Mõõtevahendid

Töös kasutatud küsimustik uuris katseisikute suhet muusikaga ja selle tähtsust nende elus. Antud küsimustik puudutas eelkõige regulaarset, juhitud muusikakoolitust, õppimist või professionaalse muusikuna tegutsemist. Küsimustikud koosnesid erinevatest küsimustest teemade kaupa. Küsimustik koosnes mitte-muusikutel 22 küsimusest (Lisa 1), muusikutel 56 küsimusest (Lisa 2). Küsimustikega kaardistati ja mõõdeti katseisikutel muusikalist tausta.

Mitte-muusikute küsimustik koosnes järgnevatest alaosadest:

- Taustaandmed- sugu, vanus, käelisus, haridus
- Juhendatud muusikalised tegevused- nt koolikoor, tantsutrennid, eraõpe, muusikakoolid

- Muusikainstrumendid- küsimused puudutavad muusikainstrumente, mida ollakse aktiivselt mänginud
- Juhendamata muusikalised tegevused- nt aktiivne ja passiivne muusika kuulamine, kontsertidel käimine, improviseerimine
- Muusikaeelistused- küsimused uurivad, millised on katseisikute muusikalised eelistused. Esitatud on erinev muusikastiilide valik, mille hulgast valib katseisik enim mängida/ laulda/ esineda sooviva žanri. Vajadusel täpsustab katseisik oma lemmikžanri ja toob konkreetseid näiteid esinejate ja koosseisude näol.

Muusikute küsimustikus oli lisaks mitte-muusikutele esitatud alaosadele veel järgmised alaosad:

- Õppimine ja töö- uuritakse muusikalist staatust, ehk kas ollakse veel õppur või tegutsetakse juba muusikuna
- Lisainfo- uurimaks peamiste muusikavahendite muutuse üle, kas on muutunud ja mil määral. Samuti uuritakse, kuidas toimub enamasti muusika mängimine (noodi või kuulmise järgi või improviseerides)

Küsimustiku täitsid katseisikud iseseisvalt enne kuulmistaju katsesse tulekut.

Kõik kuulmistaju katse vältel esitatud stiimulid loodi digitaalselt valimi näitudel 22,050 Hz ja kasutati 16-bitist heli redigeerimisprogrammi. Kuulatavad stiimulid koosnesid kolmest erinevast komplektist mittemuusikalistest puhastest toonidest. Igaüks neist kolmest komplektist sisaldas ühte viitetooni ja 20 erinevat võrdlustooni. Viitetonid olid 250, 1000 ja 1500 Hz. Võrdlustoonid varieerusid viitetooni 250 Hz puhul alates 250,5 kuni 260 Hz 0,5 Hz taktides ning viitetonide 1000 ja 1500 Hz puhul vastavalt 1001-1020 Hz ja 1501-1520 Hz vahel 1 Hz taktides.

Protseduur:

Iga viitetooni (vastavalt 250 Hz, 1000 Hz või 1500 Hz) jaoks hinnati võrdlustooni sageduse lävend, kasutades kolme-intervalli sunnitud valiku kohandatud protseduuri (3IFC). Iga katsekord koosnes kolmest stiimulist: kahest identsest viitetonist ja ühest võrdlustoonist. Võrdlustooni esitati järjestuse jadas juhuslikult, kas esimese, teise või kolmandana. Iga audioesitlusega kaasnes visuaalne marker arvutimonitoril. Osalejatel tuli valida kolme erineva stiimuli hulgast. Kahe viitetooni ja ühe võrdlustooni puhul kasutati psühhomeetriselises funktsioonis sageduse erinevuse hindamiseks „kaks-alla-üks-üles“ reeglit.

Esimene katse koosnes viite- ja võrdlustoonidest, mis eristati suurima astme suuruse järgi. Näide võimaliku järjestuse kohta esimeses katses 1000 Hz viitetooni jaoks võiks olla: 1000 Hz, 1000 Hz, 1020 Hz. Delta f näitab erinevust viitetoonide ja võrdlustoonide vahel, mis antud näite puhul oleks võrdne 20 Hz'iga. Kahe järjestikuse korrektse vastuse järel delta f vähenes, kuid pärast ühte ebakorrektselt vastust see suurenes. Igas pöördepunktis vähendati delta f kahanemist või suurenemist, kuni saavutati minimaalse läve suurus (0,5 Hz 250 Hz kohta ja 1 Hz 1000, 1500 Hz kohta). Lävend arvutati delta f s geomeetrilise keskmise näitajana kaheksas pöördepunktis minimaalse määratud lävendi suuruse juures. Iga viitetooni jaoks saadi kokku 12 lävendi hinnangut.

Iga uuritav isik istus koos katse läbiviijaga samas ruumis, kuulates helistiimuleid, mida esitati binaarselt läbi helikaardi, jõudes katseisikuni kõrvaklappide kaudu. Enne katse alustamist kontrolliti programmi tööd, aparatuuri töökindlust ja katseisiku heli kuuldavust prooviheliga (1kHz), mis kestis 40 sekundit. Tarkvara kontrollis katse signaali esitust, uuritava isiku reageeringut ja tagasisidet. Katseprogramm juhuslikustas katsestiimulite järjekorra ise, et muuta minimaalseks järjestuse. Iga uuritava objekti puhul kestis testimine umbes 30 minutit (lisaks küsitluse täitmine, mis võttis igal katseisikul 1 tund +/- 15 min, olenevalt, kas täideti muusiku või mitte-muusiku küsitlust).

Tulemused

Muusikute seas oli 14 naissoost (67%) ja seitse meessoost (33%) katsealust (2/3 naised, 1/3 mehed). Muusikud olid vanuses 18-42, keskmine vanus oli 21,9 aastat (SD=5,9). 21st uuritud muusikust 16 (76%) omandab muusikalist haridust, 2 professionaalsel tasemel koorilauljat, 2 elukutselist muusikut ja üks katseisik, kes antud hetkel muusikaga regulaarset ei tegele. 21st vastajaist 19 muusikut (90%) on mänginud vähemalt ühte lisa instrumenti (või tegelenud lisaks lauluga). Kümme muusikut (48%) mängivad põhiliselt klassikalist muusikat, viis muusikut (24%) mängivad rütm- ja jazzmuusikat ning nii rahvamuusikat kui kergemuusikat mängivad kõige sagedamini 3 inimest (14%).

Mitte-muusikute seas oli 9 naissoost (43%) ja 12 meessoost (57%) katsealust. Mitte-muusikud olid vanuses 18-60, keskmine vanus 30 aastat (SD=9,9). Antud katseisikutel puudus varasem regulaarne juhendatud muusikaline treening (või oli seda mitte rohkem kui 2 aastat) või

kogemus psühhoakustilise testiga. Muusikalise treeningu all ei arvestatud näiteks koolikooris laulmist. 21st vastajaist 9 mitte-muusikut (43%) ei toonud välja ühtegi eelistust esitada mingilgi moel muusikat (mängida/ laulda), 4 mitte-muusikut (19%) eelistavad esitada kergemuusikat, 3 mitte-muusikut (14%) eelistavad esitada eestikeelseid laule, ülejäänud viis vastajat (24%) olid veelgi spetsiifilisemad oma eelistuste koha pealt (klassikaline muusika, koorilaulud, punk jm raskemuusika, trummid).

Kuulmistaju katse tulemusel saadi iga helikõrgussageduse ehk viitetooni kohta 12 tulemust ehk lävendit, mis kanti ka sagedustabelitesse koos keskväärtuse ja SD'ga (Lisa 3).

Küsimustikust saadud tekstivastused teisendati võimaluse korral arvulisteks.

Arvulisi vastuseid võrreldi mitte-muusikute ja muusikute vahel sõltumatute muutujate t-testiga. Kuna muusikutel oli küsimustikus palju rohkem küsimusi, siis omavahelistes võrdlustes kasutati vaid neid küsimusi, mis olid mõlemale katsegrupile esitatud. Tabelis 2 on näha muusikute ja mitte-muusikute keskväärtused, SD ja statistiline olulisus. Tabelist on selgelt näha, et juhendatud muusikalistes tegevustes on muusikute keskväärtus vähemasti kahekordne mitte-muusiku juhendatud keskväärtustega. Samasuunaline seos kehtib ka juhendamata muusikaliste tegevuste puhul, kuid siin võib näha, et mitte-muusikute tulemused on muusikute omadele seekord lähemal. Tantsimisega, mis pole kellegi poolse juhendamise, tegelevad muusikud ja mitte-muusikud pea võrdsel määral. Ka passiivse kuulamisega ei jää mitte-muusikud muusikutest alla (vastavalt 9,52 h/ndl ja 12,36 h/ndl).

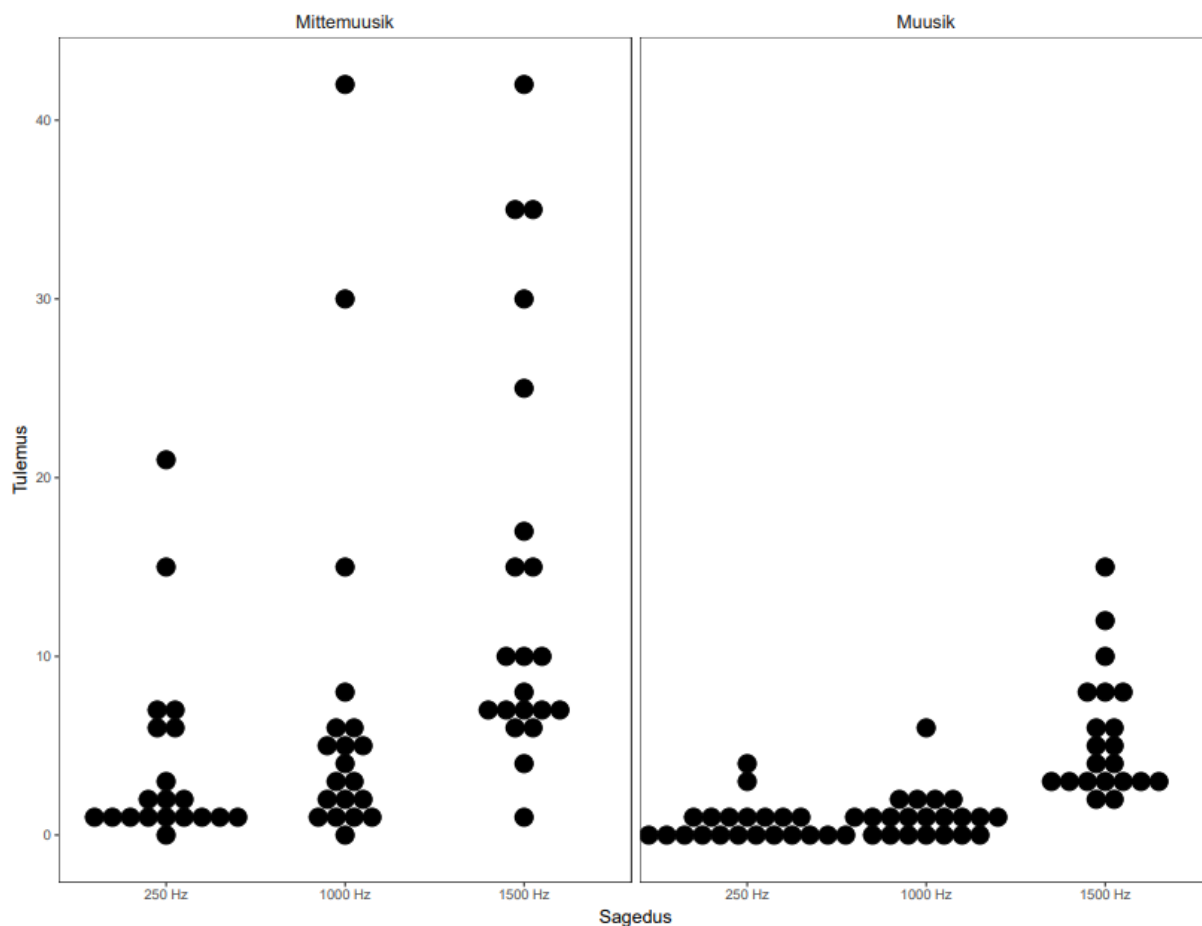
Tabel 2

Mitte-muusikute ja muusikute küsimustiku vastused

	Muusikud		Mitte-muusikud		p
	KV	SD	KV	SD	
Vanus	21.9	5.9	30	9.86	0
JUHENDATUD					
Lastemuusikakool (aastat)	6.64	3.11	0.05	0.22	0
Koolikoor (aastat)	5.43	4.5	1.74	2.3	0
Koolikoor (h/ndl)	2.21	2.75	0.69	0.75	0.02
Kooliansambel (aastat)	1.4	2.45	0.05	0.22	0.02
Kooliansamber (h/ndl)	0.81	1.13	0.05	0.22	0.01
Oma bänd (aastat)	2.69	3.08	0.01	0.05	0
Oma bänd (h/ndl)	1.38	2.4	0.07	0.33	0.02
Tantsimine (aastat)	2.5	4.04	1.31	2.43	0.26
Tantsimine (h/ndl)	1.4	1.89	0.71	0.96	0.15
Muusikakool (aasta)	1.98	2.36	0.1	0.44	0
Eraõpe (laul/muusika, aastat)	1.48	4.13	0.05	0.15	0.13
Eraõpe (laul/muusika, h/ndl)	0.57	0.95	0.21	0.68	0.17
Heliseade (aastat)	8.43	3.36	0.08	0.33	0
(lisa)Instrumendid (aastat)	7.07	5.07	0.76	1.08	0
JUHENDAMATA					
Aktiivne muusika kuulamine (h/ndl)	6.33	6.6	1.1	1.51	0
Passiivne muusika kuulamine (h/ndl)	12.36	13.29	9.52	12.24	0.48
Kontsertidel käimine (k/k)	3.83	3.33	1	1.29	0
Tantsimine (h/n)	0.39	0.93	0.32	0.78	0.79
Vaba musitseerimine (h/ndl)	3.83	5.32	0.2	0.87	0.01

Märkused: KV=keskväärtus; SD= standardhälve; p=statistiline olulisus; h/ndl= tundi nädalas

Keskmete võrdlused kuulmiskatse tulemustes näitas selgelt, et muusikutel oli helikõrgustaju lävend väiksem (Joonis 1). Leiti mitte-muusikute ja muusikute tulemuste keskväärtused (KV) ja kontrolliti statistilist olulisust. 250 Hz helikõrguse kuulmiskiiri keskväärtused saadi mitte-muusikutel KV=4, muusikutel KV=0,66...7 (p=0.01274). 1000 Hz puhul mittemuusikutel KV=7, muusikutel KV=1.095 (p=0.02097). 1500 Hz puhul mitte-muusikutel KV=14.476, muusikutel KV=5.52381 (p=0.002796). T-testiga mitte-muusikute ja muusikute kuulmistaju katse tulemusi võrreldes on kõikidel katsetasemetel (250 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz) saadud võrdlused statistiliselt olulised.



Joonis 1 Mitte-muusikute ja muusikute *t*-testi võrdlus. Helikõrguse tajude lävendid vastavalt helikõrguse tasemele (*X*-teljel viitetonide sagedused, *Y*-teljel katses saadud tulemuse lävi)

Lõpuks uuriti tulemusi mitmese regressioonimudeliga, mille eesmärgiks oli leida, kuidas peegelduvad kuulmistaju katse tulemused läbi küsimustiku vastuste ja kas antud küsimustiku põhjal on võimalik ennustada kuulmistaju katse tulemusi. Selleks viidi läbi regressioonanalüüs kuulmistaju katse tulemuste ja küsimustiku küsimuste vahel. Seejärel eemaldati mudelist statistiliselt vähemolulisemad küsimused, jättes lõpuks alles 8 küsimust. Üldise keskmise regressioonanalüüsi vastuseks saadi, et ükski küsimustiku vastuse uuritavast tunnusest ei ennusta katsetulemusi (Tabel 3). Siiski, kui tuua siit midagi välja, siis seda, et kuulmiskatse tulemuste varieeruvust ennustavad valitud 8 küsimust teisel katsetingimusel (1000 Hz) kõige paremini, seda 28% ($R\text{-Ruut}=0,285$).

Tabel 3a

Mitmene regressioonimudel kuulmistaju katse tulemustest (250 Hz) läbi küsimustiku vastuste

Mudel	Beeta	t	p
Konstant	15.03	2.06	0.04
Muusik	-7.32	-0.6	0.55
Oma bänd (h/ndl)	1.85	0.52	0.61
Tantsimine (h/ndl)	-3.05	-0.71	0.48
Eraõpe (Aastat)	1.61	0.57	0.57
Eraõpe (h/ndl)	-4.18	-0.56	0.58
(lisa) Instrumendid (Aastat	-0.59	-0.36	0.72
Juhendamata tantsimine (h/ndl)	-0.67	-0.11	0.91
Absoluutne kuulmine	-2.13	-0.13	0.89

Mudeli statistikud:
 $p = 0.9692$, R -Ruut = 0.063, kohandatud R -Ruut = -0.164

Tabel 3b

Mitmene regressioonimudel kuulmistaju katse tulemustest (1000 Hz) läbi küsimustiku vastuste

Mudel	Beeta	t	p
Konstant	3.95	9.08	0
Muusik	-1.75	-2.58	0.01
Oma bänd (h/ndl)	0.38	1.77	0.09
Tantsimine (h/ndl)	-0.21	-0.86	0.39
Eraõpe (Aastat)	0.21	1.36	0.19
Eraõpe (h/ndl)	-0.72	-1.75	0.09
(lisa) Instrumendid (Aastat	-0.14	-1.52	0.14
Juhendamata tantsimine (h/ndl)	0.35	1.07	0.29
Absoluutne kuulmine	1.19	1.33	0.19

Mudeli statistikud:
 $p = 0.0162$, R -Ruut = 0.436, kohandatud R -Ruut = 0.285

Tabel 3c

Mitmene regressioonimudel kuulmistaju katse tulemustest (1500 Hz) läbi küsimustiku vastuste

Mudel	Beeta	t	p
Konstant	13.01	1.39	0
Muusik	-3.94	2.33	0.1
Oma bänd (h/ndl)	0.82	0.72	0.26
Tantsimine (h/ndl)	-0.59	0.82	0.48
Eraõpe (Aastat)	0.47	0.54	0.39
Eraõpe (h/ndl)	-0.58	1.43	0.69
(lisa) Instrumendid (Aastat	-0.43	0.31	0.18
Juhendamata tantsimine (h/ndl)	-0.32	1.13	0.78
Absoluutne kuulmine	-1.1	3.13	0.73

Mudeli statistikud:
 $p = 0.0925$, R -Ruut = 0.316, kohandatud R -Ruut = 0.150

Järeldused ja arutelu

Antud küsimustikust leitud omadused ei ennustanud oluliselt piisaval määral kuulmiskatse tulemuste kohta. Samas keskmiste võrdlemisel olid tulemused silmnähtavad – muusikute helikõrgustaju lävend oli iga kolme katsetaseme kohapealt väiksem ja erinevus oli statistiliselt oluline. Virtala jt (2014) katse, mis keskendus meloodiate erinevatele omadustele ja meloodiate varieerimisele ning uuriti, kuidas sõltub sellest nii aju automaatne töötluse (MMN ehk lahknevusnegatiivsus) eristamine kui ka käitumuslikud vastused (katseisiku tajutud stiimulitevaheline erinevus), leidsid oma tulemustes samuti, et üldiselt olid muusikute tulemused helikõrgustaju määramisel paremad ja täpsemad. Nad leidsid, et muusikakoolitustel on kuulmistajule positiivne mõju. Spiegel ja Watson (1984) tõstatisid võimaluse, et kattuvad tulemused muusikute ja mitte-muusikute vahel võivad olla seotud nende kõrgemal tasemel muusikalise või psühhoakustilise kogemusega, mida ei leitud küsimustikuga muusikalise tausta kohta enne testimist.

Piirangud:

Kuna enne katsesse tulekut täitsid katses osalejad interneti keskkonna LimeSurvey vahendusel küsimustiku, siis ei saa olla päris kindel selles, kui põhjalikult varasemaid õpinguid meenutati. Olenevalt vastajate motiveerituse tasemest suudetakse meenutada erinevaid tegevusvaldkondi, nende kestvust ja sagedust. Kuna selline meenutamine võtab üsna palju ajalist ressursi siis ei saa olla kindel, kas vastaja ei olnud motiveeritud mäletama, meenutas kuid ei mäletanud või tegelikult ei olegi olnud antud tegevusega seotud.

Kuulmiskatset läbi viies võis tulemusi tugevalt mõjutada kõrvalruumis ja koridoris kuuldav helid. Kuulmiskatset läbi viies oleks tulemuslikult eelistatum, et ruum oleks helikindel ja eriti hea oleks, kui majas ei oleks teisi inimesi või oleks võimalikult vähe liikumist koridoris ja tegevust kõrvalruumides. Eriti tundliku kõrvaga katseisiku jaoks võis keskmisest suuremat rolli mängida väljast poolt kostvad helid ja ka näiteks kõrvaklappide halvasti istumine kõrvas.

Puudused:

Mõned katseisikud tõid puudustena välja tähelepanu hajumist ja tõdesid, et vahel tõesti ei olnud meeles, milline heli oli võrdlustoon, kuigi erinevust tajuti. Tunti puudust neljandast

vastuse variandist, et vastata „ei mäleta“ või „ei tea“, kui erinevust ei mäletatud, ei pandud tähele või tõesti polnud kuulda. Selline vastusevariant seaks katsele teised piirangud. Nimelt, kui oleks nupp „ei tea“, oleks raskem katsetulemusi uurides teha kindlaks, kas vajutati seda äkki näiteks hirmust saada vale vastusevariant, kuigi vastust pruugiti teada. Madalama meeleskindlusega katseisikud vajutaksid seda arvatavasti ka siis, kui kuulsid väikest helikõrguste erinevust, kuid ei ole endas lõpuni kindlad. Kartes valesti vastata läheb madala meeleskindlusega katseisik kergema vastupanu teed, vastates neutraalsele „ei tea“ nupule. Moore ja Peters (1992) on öelnud, et mälu mängib olulist rolli sageduse eraldamise ülesannetes. Seni on tehtud aga väga vähe uuringuid lihtsa sageduse diskrimineerimise võimekuse tõestuseks rangelt kontrollitud professionaalsete muusikute ja mitte-muusikute gruppides. Lisaks sellele erinevad olemasoleva üldpopulatsiooni sageduse eraldamise andmed oluliselt, peamiselt erinevuste tõttu metodoloogias.

Üks katseisik, kellel oli absoluutne kuulmine, märkis peale kuulmiskatset, et tal oli kohati raske määratleda võrdlustooni, kuna kõik kolm stiimulit tundusid talle mõnevõrra erinevad.

Tulevikuks:

Selleks, et analoogsed uurimused joonistuksid tulemused paremini välja, oleks kasulik ja oluline, et uurimuse läbiviija küsitleb ise katseisikuid ja paned vastused ka ise vastavalt kirja. Nii et teki küsimustes kaheti mõistmist, mida oli mõningate vastuste puhul näha. Intervjuerides saavad mõlemad osapooled vajadusel küsida teineteiselt täiendavaid seletusi.

Oleks huvitav ka leida katsesse monosügooteid kaksikuid, kellede vahel saaks huvitava võrdlusuuringu teha. Antud töös saadud valimis leidis üks monosügootne kaksikute paar, kuid esialgu on see analüüsiks vähe.

Autori isiklik huvi on veel eriti suur absoluutse kuulmise määratlemisel, mis antud katsemeetoditega välja ei saanud joonistuda. Esiteks on absoluutseid kuulijaid üldpopulatsioonis juba väga vähe, niisamuti ka antud töös (4/42st).

Katse ja küsimustiku edasiarenduseks on autoril sügav huvi uurida muusikute endi seas kuulmisvõimekust, kuna töö autor on märganud koos teiste muusikutega koos õppides, et puhkpillimängijad ja keelpillimängijad, eriti viiuldajad, sooritavad heliseadet nõudvaid ülesandeid palju paremini, kui näiteks paljud klahvpillimängijad, nagu akordionistid või pianistid. Kuna töö autor ise kuulub viimaste hulka, siis tekkis sügavam huvi uurida, kas põhjus võib olla absoluutses kuulmises, muusikaga tegelemise kestvuses, harjutamise

sageduses või mingis õppimise metoodikas. Teoretiseerides võiks arvata, et keel- ja puhkpillil peab mängija tekitama iseseisvalt õigeid helikõrgusi, asetades sõrme õigele kohale keelel või liigutama suud vastavalt. Klahvpillimängijad aga ise heli tekitama ei pea, neil on vaid klahvid, mida peab õigesti mängimiseks täpselt tabama. Seega klahvpillil harjutades ei ole vajalik otsida õiget helikõrgust, mis võib tähendada, et klahvpillimängija kuulmistäpsus pole nii hea kui puhk- ja keelpillimängijatel. Samas arendavad klahvpillid mängijad musikaalsust teist moodi. Nimelt klahvpillidel on võimalik mängida mitmehäälselt, eriti polüfooniliselt, mis tähendab et mängitakse mitmehäälselt korraga, kus kõikidel häälteil on juhtiv meloodia. See nõuab aga omamoodi oskust ja head koordinatsiooni.

Tänuõnad

Olen tänulik enda juhendajale Maria Tammele, kes tutvustas mulle antud projekti ja katseprogrammi, oli suureks toeks uurimistöö valmimise osas, tehes parandusi ja andes väga head tagasisidet tekkivate küsimuste osas. Olen tänulik enda juhendajale Paul James Gardnerile, kelle katseprogrammi abil sain läbi viia kuulmiskatseid ja kes andis väga häid selgitusi katseprogrammi tulemuste analüüsimise mõistmisel. Tänan kirjandushuvilist Eva Elise Olli, kes aitas teksti vormistamisel ja sõnastusel, kus seda vaja oli. Samuti olen tänulik uuringus osalejatele, tänu kellele see uurimistöö sai teoks.

Kirjanduse loetelu:

- Bangert, M., & Altenmüller, E. O. (2003). Mapping perception to action in piano practice: a longitudinal DC-EEG study. *BMC neuroscience*, 4(1), 26.
- Coon, H., & Carey, G. (1989). Genetic and environmental determinants of musical ability in twins. *Behavior genetics*, 19(2), 183-193.
- Corrigall, K. A., Schellenberg, E. G., & Misura, N. M. (2013). Music training, cognition, and personality. *Frontiers in psychology*, 4, 222.
- Davis, H., & Silverman, S. R. (1960). Hearing and Deafness. New York: Holt, Rinehart and Winston. Inc.(1. 970).
- Dawkins, R. (1976). The selfish gene Oxford university press. *New York, New York, USA*.
- Detterman, D. K., & Ruthsatz, J. (1999). Toward a more comprehensive theory of exceptional abilities. *Journal for the Education of the Gifted*, 22(2), 148-158.
- Drayna, D., Manichaikul, A., de Lange, M., Snieder, H., & Spector, T. (2001). Genetic correlates of musical pitch recognition in humans. *Science*, 291(5510), 1969-1972.
- Dubois, L., Kyvik, K. O., Girard, M., Tatone-Tokuda, F., Pérusse, D., Hjelmborg, J., ... & Martin, N. G. (2012). Genetic and environmental contributions to weight, height, and BMI from birth to 19 years of age: an international study of over 12,000 twin pairs. *PLOS one*, 7(2), e30153.
- Ericsson, K. A. (2002). Attaining excellence through deliberate practice: Insights from the study of expert performance. In M. Ferrari (Ed.), *The pursuit of excellence through education* (pp. 21–55). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Ericsson, K. A. (2012). Training history, deliberate practice and elite sports performance: an analysis in response to Tucker and Collins review—what makes champions? *British Journal of Sports Medicine*, 47, 533–535.
- Ericsson, K. A. (2014). Why expert performance is special and cannot be extrapolated from studies of performance in the general population: A response to criticisms. *Intelligence*, 45, 81-103.
- Ericsson, K. A., Hoffman, R. R., Kozbelt, A., & Williams, A. M. (Eds.). (2018). *The Cambridge handbook of expertise and expert performance*. Cambridge University Press.

- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Heizmann, S. (1993). Can we create gifted people. *The origins and development of high ability*, 222-249.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological review*, 100(3), 363.
- Ericsson, K. A., & Lehmann, A. C. (1996). Expert and exceptional performance: Evidence of maximal adaptation to task constraints. *Annual review of psychology*, 47(1), 273-305.
- Ericsson, K. A., Nandagopal, K., & Roring, R. W. (2005). Giftedness viewed from the expert-performance perspective. *Journal for the Education of the Gifted*, 28(3-4), 287-311.
- Feltovich, P. J., Prietula, M. J., Ericsson, K. A., Charness, N., & Hoffman, R. R. (2006). The Cambridge handbook of expertise and expert performance. A. Ericsson, N. Charness, P. Feltovich, & R. Hoffman (Eds.), 41-67.
- Gladwell, M. (2011). *Outliers: The Story of Success*. New York, NY: Little, Brown, and Co., 2008. *Development Research Group Policy Research Working Paper*, 5869.
- Hambrick, D. Z., Oswald, F. L., Altmann, E. M., Meinz, E. J., Gobet, F., & Campitelli, G. (2014). Deliberate practice: Is that all it takes to become an expert?. *Intelligence*, 45, 34-45.
- Howe, M. J., Davidson, J. W., & Sloboda, J. A. (1998). Natural born talents undiscovered. *Behavioral and brain sciences*, 21(3), 432-437.
- Jang, K. L., Livesley, W. J., & Vernon, P. A. (1996). Heritability of the Big Five personality dimensions and their facets: A twin study. *Journal of Personality*, 64, 577-591.
- Kishon-Rabin, L., Amir, O., Vexler, Y., & Zaltz, Y. (2001). Pitch discrimination: Are professional musicians better than non-musicians?. *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*, 12(2), 125-144.
- Krampe, R. T., & Ericsson, K. A. (1996). Maintaining excellence: Deliberate practice and elite performance in young and older pianists. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125, 331-359.
- Moore, B. C., & Peters, R. W. (1992). Pitch discrimination and phase sensitivity in young and elderly subjects and its relationship to frequency selectivity. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 91(5), 2881-2893.

- Mosing, M. A., Madison, G., Pedersen, N. L., Kuja-Halkola, R., & Ullén, F. (2014). Practice does not make perfect: no causal effect of music practice on music ability. *Psychological science*, 25(9), 1795-1803.
- Oxenham, A. J., Micheyl, C., Keebler, M. V., Loper, A., & Santurette, S. (2011). Pitch perception beyond the traditional existence region of pitch. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(18), 7629-7634.
- Pantev, C., Oostenveld, R., Engelien, A., Ross, B., Roberts, L. E., & Hoke, M. (1998). Increased auditory cortical representation in musicians. *Nature*, 392(6678), 811.
- Posthuma, D., de Geus, E. J., & Deary, I. J. (2009). The genetics of intelligence.
- Roland, P. E., & Nielsen, V. K. (1980). Vibratory thresholds in the hands. *Arch. Neurol.(Arch.)*, 37, 775-779.
- Ruthsatz, J., Detterman, D., Griscom, W. S., & Cirullo, B. A. (2008). Becoming an expert in the musical domain: It takes more than just practice. *Intelligence*, 36(4), 330-338.
- Schellenberg, E. G., & Weiss, M. W. (2013). Music and cognitive abilities. In *The Psychology of Music (Third Edition)* (pp. 499-550).
- Seashore, C. E. (1919). *Manual of instructions and interpretations for measures of musical talent*. Columbia Graphophone Company.
- Sloboda, J. A. (2000). Individual differences in music performance. *Trends in cognitive sciences*, 4(10), 397-403.
- Spiegel, M. F., & Watson, C. S. (1984). Performance on frequency-discrimination tasks by musicians and nonmusicians. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 76(6), 1690-1695.
- Stucker, N. (1908). Über die Unterschiedsempfindlichkeit für Tonhohen in Verschiedenen Tonregionen. *Zeitschrift für Psychologie*, 42.
- Takeuchi, A. H., & Hulse, S. H. (1993). Absolute pitch. *Psychological bulletin*, 113(2), 345.
- Tucker, R., & Collins, M. (2012). What makes champions? A review of the relative contribution of genes and training to sporting success. *British Journal of Sports Medicine*, 46(8), 555-561.

- Ullén, F., Mosing, M. A., Holm, L., Eriksson, H., & Madison, G. (2014). Psychometric properties and heritability of a new online test for musicality, the Swedish Musical Discrimination Test. *Personality and Individual Differences*, 63, 87-93.
- Vinkhuyzen, A. A., Van der Sluis, S., Posthuma, D., & Boomsma, D. I. (2009). The heritability of aptitude and exceptional talent across different domains in adolescents and young adults. *Behavior genetics*, 39(4), 380-392.
- Virtala, P., Huotilainen, M., Partanen, E., & Tervaniemi, M. (2014). Musicianship facilitates the processing of Western music chords—an ERP and behavioral study. *Neuropsychologia*, 61, 247-258.
- Von Békésy, G., & Wever, E. G. (1960). *Experiments in hearing* (Vol. 8). New York: McGraw-Hill.

Lisa 1

Küsimustik mitte-muusikule

Küsimustik: Muusikaline taust

Käesolev küsimustik uurib Teie suhet muusikaga ja selle tähtsust Teie elus. Enamikel inimestel on olnud muusikaga seotud hobisid. Pidage siiski meeles, et käesolev küsimustik puudutab eelkõige regulaarseid juhendatud muusikaõpinguid (k.a. eratunnid), kokku VÄHEMALT kahe aasta jooksul.

Küsimustikule vastamine võtab aega umbes 30 minutit. Vastata tuleb kõigile küsimustele.

JUHENDATUD MUUSIKALISED TEGEVUSED

- 1) Kas olete osalenud või olete endiselt oma õppetöö / töö kõrval osalemas järgmistes tegevustes? Palun täpsustage, milline hobitegevus see täpselt on/oli (nt rahvatants, koolibänd vms), millal Te nendes tegevustes osalesite (aastates), kui kaua hobitegevus kestis (aastat) ja kui sageli seda ette tuli (tundi nädalas keskmiselt). Kui olete tegelenud rohkem kui ühe tantsuga või olete mitme ansambliga liige, siis summerige see kestus vastuses.

	Täpsustus	Millal?	Kui kaua?	Kui sageli? (h/ndl)
Lastemuusikakool				
Koolikoor				
Muu koor				
Kooliansambel				
Oma bänd vm ühendus				
Tantsimine				
Muusikakool				
Eraõpe (laul/muusika)				
Muu				

- 2) Kui oluliseks olete enda jaoks pidanud oma juhendatud muusikaga seotud hobitegevusi? (hinnake enda jaoks enim meeldinud tegevuse põhjal)
 - Pole üldse oluline
 - Mitte eriti oluline
 - Mõnevõrra oluline
 - Väga oluline
- 3) Kui olete õppinud juhendatult heliseadet (solfedžo, kompositsioon, muusikateooria), siis kui kaua/mitu aastat? _____
- 4) Millal ja kus heliseade õpingud lõpetasite? _____
- 5) Kommentaarid Teie juhendatud muusikategevuste kohta _____

MUUSIKAINSTRUMENDID

Järgmised küsimused puudutavad muusikainstrumente, mida olete aktiivselt mänginud. Kui tunnete, et Teil on mitu instrumenti, tooge need kõik eraldi välja. Kui olete varasemalt laulnud, märkige oma põhiinstrumendina laul.

6) Milliseid muusikainstrumente olete mänginud? _____

10) Kui vanalt alustasite nende mängimisega? Kui lõpetasite, siis kui vanalt? _____

11) Mitu aastat mängisite juhendatult? _____

12) Kui saavutasite muusikainstrumentide mängimisega mingisuguse taseme, siis täpsustage (kus, millal ja milline õpe?) _____

JUHENDAMATA MUUSIKALISED TEGEVUSED

13) Kas olete osalenud või olete endiselt osalemas juhendamata muusikalistes tegevustes? Märkige iga tegevuse juurde, kui sageli (tundi/nädalas, tundi/kuus, korda/kuus, korda/aastas)

	Kui sageli? (h/n, h/k, k/k, k/a)
Aktiivne muusikakuulamine	
Passiivne muusikakuulamine	
Kontsertidel/ esinemistel käimine	
Tantsimine	
Laulmine	
Mängimine/ vaba musitseerimine	
Muu, täpsusta	

14) Kui oluliseks olete enda jaoks pidanud oma juhendamata muusikaga seotud hobitegevusi? (hinnake enda jaoks enim meeldinud tegevuse põhjal)

- Pole üldse oluline
- Mitte eriti oluline
- Mõnevõrra oluline
- Väga oluline

15) Kas Teil on absoluutne kuulmine? Kui jah, siis kui vanalt see avastati? _____

MUUSIKAEELISTUSED

16) Millist muusikat esitate/mängite/laulate või olete mänginud/esitanud/laulnud meeleldi (proovige valida üks)?

- Klassikalist muusikat
- Kergemuusikat/ pop-muusikat (rock, pop, meelelahutus)
- Jazzmuusikat
- Rahvamuusikat/folkmuusikat
- Mitte ühtegi nendest

17) Loetlege žanri stiilid, muusikariistad, esinejad, riigid jne, mis kirjeldavad Teie eelistusi. Kui vastasite "mitte ükski neist", täpsustage žanrit.

18) Millist muusikat eelistate kuulata (proovige valida üks)?

- Klassikalist muusikat
- Kergemuusikat/ pop-muusikat (rock, pop, meelelahutus)
- Jazzmuusikat
- Rahvamuusikat/folkmuusikat
- Mitte ühtegi nendest

19) Loetlege žanri stiilid, muusikariistad, esinejad, riigid jne, mis kirjeldavad Teie eelistusi. Kui vastasite "mitte ükski neist", täpsustage žanrit.

Aitäh!

Kui soovite osaleda kuulmistaju katses, palun lisage oma meiliaadress, et saaksime Teiega ühendust võtta:

Lisa 2

Küsimustik muusikule

Küsimustik: Muusikaline taust

Käesolev küsimustik uurib Teie suhet muusikaga ja selle tähtsust Teie elus. Enamikul inimestel on olnud muusikaga seotud hobisid. Pidage siiski meeles, et käesolev küsimustik puudutab eelkõige regulaarset, juhitud muusikakoolitust, õppimist või professionaalse muusikuna tegutsemist.

Küsimustikule vastamine võtab aega umbes 30 minutit. Vastata tuleb kõigile küsimustele.

ÕPPIMINE JA TÖÖ

1)

- Omandan muusikalist haridust
- Olen elukutseline muusik
- Hetkel ei õpi ega tööta muusikaga seotud valdkonnas

2) Kus Te õpite/õppisite? _____

3) Millal alustasite oma õpingutega? _____

4) Õpingute lõpetamise aeg / Millal plaanite õpingud lõpetada? _____

5) Lõputöö nimetus _____

6) Varasemad muusikaalased õpingud _____

7) Kui olete õpingud juba lõpetanud, siis kellena praegusel hetkel töötate (Praegune amet/töökoht)

8) Lisakommentaari seoses õpingute ja tööga _____

MUUSIKAINSTRUMENT

Selle osa küsimused on Teie praeguste ja eelmiste muusikaliste põhivahendite kohta. Kui tunnete, et Teil on mitu instrumenti, tooge need kõik eraldi välja. Kui olete laulja, märkige oma põhiinstrumentina laul.

9) Mis on Teie põhiinstrument? _____

10) Kui vanalt alustasite selle mängimisega? _____

11) Mitu aastat olete seda juhendatult mänginud? _____

12) Milline on kõrgeim tase, mille olete sellega saavutanud? _____

13) Kus ja millal selle saavutasite? _____

14) Kui esinemised välja jätta, siis mitu tundi päevas Te hetkel oma põhiinstrumenti mängite? _____

15) Mitu tundi nädalas Te praegusel hetkel oma põhiinstrumendiga esinete?

Muud muusikainstrumendid

Palun mainige siin kõiki instrumente, millega olete juhendatult harjutanud. Täpsustage oma vastuseid vastavalt igale instrumendile. Ärge siin uuesti mainige oma praegust põhiinstrumenti.

16) Milliseid teisi muusikainstrumente olete mänginud? _____

17) Millal alustasite nende mängimisega? _____

18) Kui kaua olete mänginud neid juhendatult? _____

19) Millise kvalifikatsiooni olete nendel omandanud? (Nimetage kõigi instrumentide puhul eraldi) _____

20) Kus ja millal need kvalifikatsioonid omandasite?

21) Kui esinemised välja jätta, siis mitu tundi päevas Te hetkel nende instrumentidega mängite? _____

22) Mitu tundi nädalas Te praegusel hetkel nende instrumentidega esinete?

LISAINFO

23) Kas Teie peamised muusikavahendid on muutunud, kui jah, siis kuidas ja millal? Kas olete lõpetanud mõne vahendi mängimise, millal? Kas Teil on muid märkusi oma instrumentidega seotud informatsiooni kohta?

24) Kui olete õppinud juhendatult heliseadet (solfedžo, kompositsioon, muusikateooria), siis mitu aastat? _____

25) Millal ja kus heliseade õpingud lõpetasite? _____

26) Kõige sagedamini mängite (valige üks variant):

- noodi järgi

-kuulmise järgi

-improviseerides

27) Kas Teil on absoluutne kuulmine? Kui jah, siis kui vanalt see avastati? _____

MUUD MUUSIKAGA SEOTUD JUHENDATUD TEGEVUSED

28) Kas olete osalenud või olete endiselt oma õppetöö / töö kõrval osalemas järgmistes tegevustes? Palun täpsustage, milline hobitegevus see täpselt oli (nt rahvatants, koolibänd vms), millal Te nendes tegevustes osalesite (aastates), kui kaua hobitegevus kestis (aastat) ja kui sageli seda ette tuli (tundi nädalas keskmiselt). Kui olete tegelegenud rohkem kui ühe tantsuga või olete mitme ansambliga liige, siis summerige see kestus vastuses.

	Täpsustus	Millal?	Kui kaua?	Kui sageli? (h/ndI)
Lastemuusikakool				
Koolikoor				
Muu koor				
Kooliansambel				
Oma bänd vm ühendus				
Tantsimine				
Muusikakool				
Eraõpe (laul/muusika)				
Muu				

29) Kui oluliseks olete enda jaoks pidanud oma juhendatud muusikaga seotud hobitegevusi? (hinnake enda jaoks enim meeldinud tegevuse põhjal)

- Pole üldse oluline
- Mitte eriti oluline
- Mõnevõrra oluline
- Väga oluline

30) Kommentaarid Teie juhendatud muusikategevuste kohta _____

JUHENDAMATA MUUSIKALISED TEGEVUSED

31) Kas olete osalenud või olete endiselt osalemas juhendamata muusikalistes tegevustes (lisaks õpingutele/ tööga seonduvalt)? Märkige iga tegevuse juurde, kui sageli (tundi/nädalas, tundi/kuus, korda/kuus, korda/aastas)

	Kui sageli? (h/n, h/k, k/k, k/a)
Aktiivne muusikakuulamine	
Passiivne muusikakuulamine	

Kontsertidel/ esinemistel käimine	
Tantsimine	
Laulmine	
Mängimine/ vaba musitseerimine	
Muu, täpsusta	

32) Kui oluliseks olete enda jaoks pidanud oma juhendamata muusikaga seotud hobitegevusi?
(hinnake enda jaoks enim meeldinud tegevuse põhjal)

- Pole üldse oluline
- Mitte eriti oluline
- Mõnevõrra oluline
- Väga oluline

33) Kommentaarid Teie juhendamata muusikategevuste kohta _____

MUUSIKAEELISTUSED

34) Millist muusikat esitate/mängite/laulate kõige enam (proovige valida üks)?

- Klassikalist muusikat
- Kergemuusikat/ pop-muusikat (rock, pop, meelelahutus)
- Jazzmuusikat
- Rahvamuusikat/folkmuusikat
- Mitte ühtegi nendest

35) Loetlege žanri stiilid, muusikariistad, esinejad, riigid jne, mis kirjeldavad Teie eelistusi. Kui vastasite "mitte ükski neist", täpsustage žanrit.

36) Millist muusikat esitate/mängite/laulate meeleldi (proovige valida üks)?

- Klassikalist muusikat
- Kergemuusikat/ pop-muusikat (rock, pop, meelelahutus)
- Jazzmuusikat
- Rahvamuusikat/folkmuusikat
- Mitte ühtegi nendest

37) Loetlege žanri stiilid, muusikariistad, esinejad, riigid jne, mis kirjeldavad Teie eelistusi. Kui vastasite "mitte ükski neist", täpsustage žanrit.

38) Millist muusikat eelistate kuulata (proovige valida üks)?

- Klassikalist muusikat

- Kergemuusikat/ pop-muusikat (rock, pop, meelelahutus)
- Jazzmuusikat
- Rahvamuusikat/folkmuusikat
- Mitte ühtegi nendest

35) Loetlege žanri stiilid, muusikariistad, esinejad, riigid jne, mis kirjeldavad Teie eelistusi. Kui vastasite "mitte ükski neist", täpsustage žanrit.

Aitäh!

Kui soovite osaleda kuulmistaju katses, palun lisage oma meiliaadress, et saaksime Teiega ühendust võtta:

Lisa 3

Lisatabel 1a

Mitte-muusikute kuulmistaju katse tulemused

Katseisik	250 Hz											
	Katsekord											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.65	3.15	2.65	3.15	1.11	2.65	1.87	2.23	1.87	2.65	2.23	2.65
2	2.65	3.15	2.23	2.65	2.23	2.65	2.23	2.65	2.23	2.65	2.23	3.15
3	285.41	403.63	201.82	285.41	169.71	201.82	120.00	201.82	50.45	60.00	35.68	42.43
4	1.33	2.23	1.58	2.23	1.87	3.75	3.15	3.75	1.87	2.23	1.11	3.15
5	15.00	25.23	4.46	5.30	1.58	3.15	1.88	2.23	1.58	1.88	1.58	1.88
6	1.11	1.58	1.11	1.33	1.11	1.58	1.33	1.58	1.33	1.87	1.33	3.15
7	1.33	1.87	1.33	1.58	1.33	1.87	1.58	1.87	1.58	1.87	0.56	0.66
8	1.33	1.58	1.33	2.65	2.23	4.46	3.15	3.75	3.15	3.75	2.23	2.65
9	6.31	7.50	6.31	8.92	2.23	3.15	0.94	1.33	0.94	1.11	0.94	1.11
10	2.65	3.15	2.65	3.15	1.11	1.33	1.11	1.33	0.94	1.58	0.94	1.58
11	7.50	8.92	6.31	7.50	2.23	3.15	1.11	1.33	1.11	1.58	1.33	1.58
12	1.33	1.58	1.33	1.58	1.11	1.33	1.11	1.87	1.11	1.33	1.11	1.58
13	0.94	1.58	1.33	2.65	1.87	2.65	1.58	1.87	0.79	1.11	0.56	0.94
14	1.33	3.15	1.58	2.23	1.87	2.23	1.58	2.23	1.87	2.23	1.11	1.87
15	6.31	7.50	5.30	6.31	3.75	4.46	3.75	5.30	3.75	4.46	3.75	4.46
16	21.21	30.00	21.21	25.23	17.84	21.21	12.61	17.84	10.61	17.84	15.00	21.21
17	1.87	2.23	1.87	2.65	2.23	2.65	2.23	2.65	1.58	3.15	2.23	2.65
18	1.58	1.87	1.58	1.87	1.11	1.33	1.11	1.33	0.79	1.33	0.94	1.33
19	1.11	1.33	0.79	1.33	0.79	0.94	0.56	0.66	0.56	0.94	0.79	1.11
20	3.75	7.50	2.23	2.65	1.87	2.23	1.58	2.23	1.87	2.65	1.58	2.65
21	7.50	8.92	4.46	5.30	2.23	3.75	3.15	3.75	2.65	3.15	2.65	3.15
KV	9.57	13.47	7.18	9.8	5.84	7.26	4.51	6.98	2.7	3.5	2.39	3.16
SD	43.78	61.95	30.95	43.75	26.04	30.92	18.35	30.91	7.71	9.31	5.72	6.95

Märkus: KV=keskväärtus

Lisatabel 1b

Mitte-muusikute kuulmistaju katse tulemused

Katseisik	1000 Hz											
	Katsekord											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	3.75	4.46	3.15	3.75	3.15	3.75	3.15	3.75	2.23	2.65	2.23	2.65
2	5.30	10.61	7.50	8.92	5.30	6.31	5.30	6.31	5.30	7.50	6.31	7.50
3	42.43	50.45	15.00	17.84	3.75	4.46	3.15	3.75	3.15	10.61	8.92	10.61
4	2.23	2.65	2.23	3.15	2.23	3.15	2.65	3.15	1.58	2.23	1.58	2.23
5	6.31	7.50	6.31	7.50	5.30	10.61	6.31	7.50	6.31	8.92	4.46	5.30
6	1.87	2.23	1.87	2.23	1.58	1.87	1.11	3.15	1.87	5.30	4.46	10.61
7	1.33	1.58	1.11	1.58	1.33	1.58	1.11	1.58	1.33	1.58	1.11	1.58
8	0.94	1.11	0.94	1.58	1.33	2.65	1.87	2.23	1.58	1.87	1.58	2.23
9	15.00	17.84	12.61	17.84	15.00	21.21	2.23	4.46	2.23	2.65	1.88	2.23
10	3.75	4.46	3.75	6.31	4.46	5.30	4.46	7.50	6.31	7.50	5.30	6.31
11	1.87	3.15	2.65	3.15	2.65	3.15	2.65	3.15	1.87	2.65	2.23	3.15
12	5.30	7.50	6.31	7.50	6.31	10.61	7.50	8.92	3.15	3.75	3.15	3.75
13	2.23	3.75	2.23	2.65	1.87	2.65	2.23	2.65	2.23	3.15	2.23	3.15
14	5.30	6.31	5.30	6.31	5.30	7.50	4.46	12.61	10.61	12.61	8.92	10.61
15	4.46	5.30	4.46	5.30	3.75	4.46	3.15	4.46	3.75	4.46	3.15	6.31
16	30.00	42.43	25.23	60.00	35.68	42.43	35.68	84.85	71.35	84.85	35.68	60.00
17	2.65	5.30	4.46	5.30	4.46	5.30	3.75	6.31	3.75	4.46	3.75	5.30
18	1.33	1.58	1.11	1.33	1.11	1.58	1.11	2.65	1.87	2.23	1.33	1.58
19	6.31	7.50	2.65	3.75	2.65	3.75	2.23	2.65	1.88	4.46	3.15	6.31
20	8.92	10.61	8.92	10.61	8.92	17.84	6.31	7.50	6.31	10.61	7.50	8.92
21	120.00	142.70	120.00	240.00	169.71	201.82	100.91	142.70	120.00	142.70	35.68	42.43
KV	7.31	9.24	6.48	11.05	7.62	9.97	5.75	8.95	6.99	8.95	4.3	5.95
SD	19.44	23.25	18.52	37.4	26.25	31.17	15.98	24.7	20.87	24.73	7.39	10.77

Lisatabel 1c

Mitte-muusikute kuulmistaju katse tulemused

Katseisik	1500 Hz											
	Katsekord											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	10.61	12.61	10.61	21.21	8.92	17.84	15.00	42.43	25.23	30.00	12.61	15.00
2	4.46	5.30	2.23	2.65	1.58	1.88	1.58	1.88	1.58	2.23	1.58	2.23
3	42.43	50.45	30.00	35.68	17.84	25.23	10.61	12.61	8.92	10.61	7.50	8.92
4	10.61	12.61	7.50	10.61	8.92	15.00	12.61	17.84	10.61	15.00	10.61	12.61
5	25.23	35.68	21.21	25.23	21.21	25.23	12.61	15.00	12.61	17.84	15.00	21.21
6	7.50	8.92	5.30	6.31	5.30	8.92	5.30	6.31	3.75	5.30	3.75	4.46
7	1.87	3.15	2.65	3.15	1.87	2.65	2.23	2.65	1.33	2.23	1.87	2.23
8	7.50	8.92	7.50	8.92	7.50	10.61	8.92	10.61	8.92	12.61	10.61	12.61
9	15.00	17.84	15.00	25.23	10.61	17.84	15.00	17.84	8.92	10.61	7.50	8.92
10	7.50	8.92	7.50	8.92	4.46	5.30	3.15	4.46	3.75	5.30	4.46	6.31
11	35.68	42.43	8.92	10.61	7.50	8.92	3.75	6.31	5.30	6.31	4.46	6.31
12	6.31	7.50	6.31	7.50	3.75	6.31	4.46	5.30	3.75	5.30	4.46	5.30
13	8.92	10.61	6.31	15.00	5.30	7.50	4.46	6.31	5.30	6.31	5.30	7.50
14	7.50	8.92	5.30	8.92	7.50	8.92	6.31	7.50	6.31	7.50	6.31	7.50
15	35.68	50.45	8.92	10.61	8.92	10.61	6.31	8.92	6.31	8.92	5.30	7.50
16	30.00	35.68	30.00	42.43	35.68	50.45	25.23	30.00	15.00	17.84	8.92	10.61
17	6.31	7.50	5.30	6.31	4.46	6.31	4.46	8.92	4.46	5.30	3.75	5.30
18	7.50	15.00	8.92	10.61	8.92	10.61	7.50	8.92	7.50	8.92	7.50	12.61
19	10.61	12.61	10.61	12.61	10.61	15.00	12.61	15.00	12.61	17.84	7.50	8.92
20	15.00	21.21	15.00	25.23	15.00	21.21	15.00	21.21	17.84	21.21	15.00	25.23
21	17.84	25.23	17.84	21.21	10.61	21.21	17.84	21.21	17.84	25.23	15.00	21.21
KV	10.5	13.73	8.42	11.39	7.74	11.02	7.14	10.02	7.09	9.22	6.11	8.24
SD	9.67	12.13	6.47	8.68	6.03	8.48	4.96	7.77	4.92	6.15	3.49	5.07

Lisatabel 2a

Muusikute kuulmistaju katse tulemused

Katseisik	250 Hz											
	Katsekord											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.94	1.58	0.94	1.11	0.66	0.79	0.66	0.79	0.47	0.66	0.56	0.66
2	0.66	0.94	0.66	1.11	0.94	1.58	1.11	1.58	0.94	1.11	0.94	1.11
3	0.79	1.33	1.11	1.33	0.94	1.33	0.79	1.11	0.66	0.94	0.66	0.94
4	1.33	2.23	1.11	1.33	0.94	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58	0.94	1.11
5	3.75	4.46	3.75	4.46	1.33	1.58	1.33	1.58	0.79	1.33	1.11	1.58
6	0.94	1.33	0.79	1.11	0.66	0.79	0.47	0.56	0.47	0.79	0.56	1.33
7	1.11	1.33	1.11	1.33	0.94	1.11	0.79	1.11	0.94	1.58	1.33	2.23
8	0.94	1.11	0.94	1.11	0.79	0.94	0.79	1.58	0.94	1.11	0.79	0.94
9	1.33	2.23	1.87	2.23	1.58	2.65	1.87	2.65	2.23	2.65	2.23	2.65
10	1.87	2.23	1.87	2.23	1.11	1.58	0.94	1.58	0.94	1.11	0.79	1.58
11	1.11	1.33	0.79	1.11	0.94	1.58	0.94	1.11	0.56	0.66	0.47	0.56
12	0.94	1.58	0.79	1.11	0.94	1.58	1.33	1.58	1.11	1.87	0.79	1.33
13	0.94	1.11	0.94	1.33	0.94	1.11	0.94	1.33	1.11	1.58	1.33	1.58
14	0.94	1.33	1.11	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58	0.79	0.94	0.66	0.79
15	0.66	1.33	0.79	0.94	0.66	0.79	0.66	0.79	0.66	0.79	0.47	0.56
16	1.11	1.58	0.66	0.94	0.79	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58
17	0.79	1.33	0.94	1.33	0.94	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58
18	1.87	2.23	1.58	1.87	1.58	1.87	1.58	2.23	1.58	1.87	1.58	2.23
19	0.79	1.58	1.33	1.58	0.79	0.94	0.79	1.33	0.94	1.33	0.47	1.11
20	4.46	5.30	4.46	6.31	4.46	5.30	1.11	1.88	1.33	2.23	1.58	1.88
21	0.39	0.56	0.47	0.66	0.56	0.66	0.56	0.66	0.47	0.56	0.47	0.56
KV	9.57	13.47	7.18	9.8	5.84	7.26	4.51	6.98	2.7	3.5	2.39	3.16
SD	43.78	61.95	30.95	43.75	26.04	30.92	18.35	30.91	7.71	9.31	5.72	6.95

Lisatabel 2b

Muusikute kuulmistaju katse tulemused

Katseisik	Katsekord											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.33	1.58	0.47	0.66	0.47	1.11	0.79	0.94	0.79	1.33	0.94	1.11
2	2.23	2.65	2.23	3.75	2.23	4.46	3.75	4.46	2.65	3.15	2.65	3.75
3	0.79	0.94	0.79	0.94	0.79	1.33	0.79	0.94	0.79	1.11	0.94	1.33
4	1.33	3.75	2.65	3.75	3.15	8.92	6.31	7.50	1.33	1.87	1.33	1.58
5	1.11	1.33	0.94	1.11	0.79	0.94	0.56	0.66	0.47	0.66	0.39	0.66
6	1.33	1.58	1.33	2.23	1.58	1.87	1.58	2.65	2.23	2.65	2.23	2.65
7	0.94	2.23	1.87	2.23	1.87	2.23	1.87	2.65	2.23	3.15	1.58	2.65
8	2.65	3.15	2.65	3.75	2.65	5.30	4.46	5.30	3.75	5.30	3.75	5.30
9	1.87	2.23	1.58	2.23	1.33	1.87	1.58	2.23	1.33	1.58	1.33	1.58
10	1.87	2.65	2.23	2.65	2.23	3.75	1.58	3.15	2.23	2.65	2.23	2.65
11	0.94	2.23	0.94	1.58	1.11	1.58	0.94	1.11	0.94	1.11	0.79	1.11
12	2.65	3.15	1.58	2.65	2.23	3.15	2.65	3.75	3.15	3.75	3.15	3.75
13	0.94	1.58	1.11	2.23	1.11	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58
14	0.79	1.33	0.94	1.33	0.79	1.11	0.94	1.11	0.94	2.23	1.87	2.23
15	1.87	2.23	1.87	2.65	2.23	2.65	1.87	2.23	1.87	2.65	2.23	2.65
16	0.66	0.79	0.56	0.66	0.56	1.11	0.94	1.11	0.79	1.33	1.11	1.33
17	1.87	2.23	1.87	2.23	1.87	2.65	1.58	2.23	1.33	1.87	1.58	2.23
18	1.11	2.23	1.87	2.65	1.11	1.87	1.33	2.65	2.23	3.15	2.65	3.75
19	0.94	1.11	0.94	1.11	0.79	1.11	0.94	1.33	0.94	1.58	1.33	1.58
20	6.31	7.50	3.75	4.46	3.75	4.46	1.88	2.23	1.58	1.88	0.94	1.58
21	2.23	2.65	2.23	2.65	1.58	3.75	2.65	4.46	1.87	4.46	1.58	2.23
KV	7.31	9.24	6.48	11.05	7.62	9.97	5.75	8.95	6.99	8.95	4.3	5.95
SD	19.44	23.25	18.52	37.4	26.25	31.17	15.98	24.7	20.87	24.73	7.39	10.77

Lisatabel 2c

Muusikute kuulmistaju katse tulemused

Katseisik	1500 Hz											
	Katsekord											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.33	1.58	0.47	0.66	0.47	1.11	0.79	0.94	0.79	1.33	0.94	1.11
2	2.23	2.65	2.23	3.75	2.23	4.46	3.75	4.46	2.65	3.15	2.65	3.75
3	0.79	0.94	0.79	0.94	0.79	1.33	0.79	0.94	0.79	1.11	0.94	1.33
4	1.33	3.75	2.65	3.75	3.15	8.92	6.31	7.50	1.33	1.87	1.33	1.58
5	1.11	1.33	0.94	1.11	0.79	0.94	0.56	0.66	0.47	0.66	0.39	0.66
6	1.33	1.58	1.33	2.23	1.58	1.87	1.58	2.65	2.23	2.65	2.23	2.65
7	0.94	2.23	1.87	2.23	1.87	2.23	1.87	2.65	2.23	3.15	1.58	2.65
8	2.65	3.15	2.65	3.75	2.65	5.30	4.46	5.30	3.75	5.30	3.75	5.30
9	1.87	2.23	1.58	2.23	1.33	1.87	1.58	2.23	1.33	1.58	1.33	1.58
10	1.87	2.65	2.23	2.65	2.23	3.75	1.58	3.15	2.23	2.65	2.23	2.65
11	0.94	2.23	0.94	1.58	1.11	1.58	0.94	1.11	0.94	1.11	0.79	1.11
12	2.65	3.15	1.58	2.65	2.23	3.15	2.65	3.75	3.15	3.75	3.15	3.75
13	0.94	1.58	1.11	2.23	1.11	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58	1.33	1.58
14	0.79	1.33	0.94	1.33	0.79	1.11	0.94	1.11	0.94	2.23	1.87	2.23
15	1.87	2.23	1.87	2.65	2.23	2.65	1.87	2.23	1.87	2.65	2.23	2.65
16	0.66	0.79	0.56	0.66	0.56	1.11	0.94	1.11	0.79	1.33	1.11	1.33
17	1.87	2.23	1.87	2.23	1.87	2.65	1.58	2.23	1.33	1.87	1.58	2.23
18	1.11	2.23	1.87	2.65	1.11	1.87	1.33	2.65	2.23	3.15	2.65	3.75
19	0.94	1.11	0.94	1.11	0.79	1.11	0.94	1.33	0.94	1.58	1.33	1.58
20	6.31	7.50	3.75	4.46	3.75	4.46	1.88	2.23	1.58	1.88	0.94	1.58
21	2.23	2.65	2.23	2.65	1.58	3.75	2.65	4.46	1.87	4.46	1.58	2.23
KV	7.31	9.24	6.48	11.05	7.62	9.97	5.75	8.95	6.99	8.95	4.3	5.95
SD	19.44	23.25	18.52	37.4	26.25	31.17	15.98	24.7	20.87	24.73	7.39	10.77

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

/Triin Tiitsmaa/