

MUSIIKIN JA PROSODIAN YHTEINEN RYTHMI

Maija Hausen

Pro gradu -tutkielma

Psykologian oppiaine

Käyttäytymistieteiden laitos

Elokuu 2012

Ohjaajat: Mari Tervaniemi ja Teppo Särkämö

HELSINGIN YLIOPISTO - HELSINGFORS UNIVERSITET - UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Käyttäytymistieteellinen	Laitos - Institution - Department Käyttäytymistieteiden laitos	
Tekijä - Författare - Author Maija Hausen		
Työn nimi - Arbetets titel - Title Musiikin ja prosodian yhteinen rytmi		
Oppiaine - Läroämne - Subject Psykologia		
Työn laji ja ohjaaja(t) - Arbetets art och handledare - Level and instructor Pro gradu-tutkielma, Teppo Särkämö ja Mari Tervaniemi	Aika - Datum - Month and year Elokuu 2012	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 53+4
<p>Tiivistelmä - Referat - Abstract</p> <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli saada lisätietoa musiikin yhteyksistä muihin havaitsemisen osa-alueisiin, erityisesti puheen prosodian havaitsemiseen. Musiikin ja puheen havaitsemisen häiriötä, amusiaa ja afasiaa, on aivovauriotutkimusten perusteella perinteisesti pidetty toisistaan riippumattomina ja näin ollen todisteena musiikin ja puheen käsittelyn erillisyydestä aivoissa. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on kuitenkin osoitettu, että synnynnäinen amusia on yhteydessä keskimääräistä heikompaan puheen havaitsemiseen erityisesti intonaation ja emotionaalisen prosodian osalta. Tässä tutkimuksessa selvitettiin musiikin havaitsemisen yhteyttä puheen prosodian havaitsemiseen testillä, jossa puheen äänenkorkeus tai emotionaalinen prosodia eivät ole keskeisessä asemassa. Lisäksi tutkittiin musiikin havaitsemisen yhteyttä visuospatiaaliseen havaitsemiseen, äänenkorkeuden havaitsemiseen, kielelliseen työmuistiin ja musiikkiin liittyviin taustamuuttujiin.</p> <p>Tutkimuksessa käytettiin 62 terveen koehenkilön aineistoa. Koehenkilöt tekivät tietokoneella musiikin havaitsemista mittaavan Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA) –testin, tämän yhdelle osatestille analogiseksi laaditun visuospatiaalisen havaitsemisen testin sekä puheen prosodian ja äänenkorkeuden havaitsemisen testit. Lisäksi koehenkilöiden työmuistia arvioitiin Wechsler Adult Intelligence Scale III –testipatteriston numerosarjat-osatestillä ja he täyttivät kyselylomakkeen musiikkiin liittyvistä taustamuuttujista.</p> <p>Koehenkilöiden suoriutuminen MBEA-testissä korreloi selvästi puheen prosodian ja äänenkorkeuden muutosten havaitsemisen kanssa, mutta ei niinkään visuospatiaalisen havaitsemisen tai työmuistin kanssa. Prosodia- ja äänenkorkeustestien välillä ei havaittu korrelaatiota. Tulokset viittaavat siihen, että musiikin ja puheen prosodian havaitsemisen välillä on yhteys yleisemmällä tasolla kuin vain äänenkorkeuden havaitsemisen osalta. Yhteys oli voimakas musiikin rytmin havaitsemisen osalta, mikä viittaa siihen, että rytmi voi olla keskeinen linkki musiikin ja prosodian välillä. Musiikkikoulutus ja -harrastukset olivat vaihtelevasti yhteydessä musiikin melodisen ja rytmisen sisällön havaitsemiseen. Näin ollen jatkotutkimukselle voidaan esittää hypoteesi siitä, ovatko rytmin ja melodian havaitsemisen prosessit joissakin tapauksissa toisistaan erillään enemmän kuin puheen ja musiikin havaitsemisprosessit. MBEA-testin keskimääräisen suoritustason ja jakauman havaittiin vastaavan hyvin aiempia kansainvälisiä tutkimuksia, joten se voidaan todeta toimivaksi tutkimusvälineeksi myös suomalaisessa väestössä.</p>		
Avainsanat - Nyckelord - Keywords Musiikin havaitseminen, Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA), puheen prosodia, visuospatiaalinen havaitseminen		
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto, Keskustakampanuksen kirjasto, Käyttäytymistieteet / Minerva		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		

Tiedekunta - Fakultet - Faculty Faculty of Behavioral Sciences	Laitos - Institution - Department Institute of Behavioral Sciences	
Tekijä - Författare - Author Maija Hausen		
Työn nimi - Arbetets titel - Title Music and speech prosody: A common rhythm		
Oppiaine - Läroämne - Subject Psychology		
Työn laji ja ohjaaja(t) - Arbetets art och handledare - Level and instructor Pro gradu –dissertation, Teppo Särkämö and Mari Tervaniemi	Aika - Datum - Month and year August 2012	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 53+4
<p>Tiivistelmä - Referat - Abstract</p> <p>The aim of this study was to gain new information regarding music perception and its relations to other domains of perception, especially speech. Disorders of music and speech perception, known as amusia and aphasia, respectively, have traditionally been regarded as dissociated deficits based on studies of brain damaged patients. This has been taken as evidence that music and speech are perceived by largely separate and independent networks in the brain. However, recent studies of congenital amusia have begun to broaden this view by showing that the deficit is associated with problems in perceiving speech, especially intonation and emotional prosody. This study investigates the association between perception of music and speech prosody using a task that does not rely on melodic or emotional prosodic cues. The study also seeks to determine if music perception is associated with visuospatial perception, pitch perception, verbal working memory, and various biographical music-related variables.</p> <p>The data from 62 healthy participants was used. The participants carried out four computerized tests: the Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA), which measures the perception of music; a visuospatial test, which was constructed as analogous to one of the subtests of MBEA; and tests of the perception of pitch and speech prosody. Verbal working memory was evaluated using the Digit Span - subtest of the Wechsler Adult Intelligence Scale III. Biographical music-related variables were measured with a questionnaire.</p> <p>MBEA scores correlated significantly with scores on tests of speech prosody and pitch perception whereas there were no notable correlations between the MBEA and the visuospatial and working memory tests. The perception of speech prosody and pitch perception were not correlated. This pattern of results suggests that the link between music and prosody perception is not mediated just by pitch. Interestingly, the relationship was strongest concerning the perception of rhythm in music, which indicates that temporal cues may be important in linking music and speech prosody. Musical education and hobbies were found to be variably related to the melodic or rhythmic aspects of music perception. Taken together, these results raise the question of whether the processing of rhythm and melody can sometimes be more separated than the processing music and speech. The mean and the distribution of the MBEA scores were found to be very similar to those reported in previous international studies, thereby indicating that MBEA can be considered a functional study method also in the Finnish population.</p>		
<p>Avainsanat - Nyckelord - Keywords</p> <p>Perception of music, Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA), speech prosody, visuospatial perception</p>		
<p>Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited</p> <p>Helsinki University Library, City centre campus library, Behavioral Sciences / Minerva</p>		
<p>Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information</p>		

Esipuhe

Tämä tutkimus on osa Kognitiivisen aivotutkimuksen yksikön (CBRU) ja Monitieteisen musiikintutkimuksen huippuyksikön amusia -projektia. Alun perin tutkimuksen suunnittelun lähtökohtana oli suomalaisen normiaineiston kerääminen Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA) –testille. Tutkimuksen suunnittelussa kuitenkin pohdittiin myös monia muita asioita, joita normiaineiston keräämisen yhteydessä olisi mielenkiintoista tutkia, ja lopulta päädyttiin tutkimaan varsin laajasti erilaisia havaitsemisen ja muistin toimintoja. Tutkimuksessa käytettyjen testien suunnittelussa ja laatimisessa oli mukana eri alojen asiantuntijoita. MBEA saatiin käyttöön prof. Isabelle Peretzin luvalla ja yhteistyössä hänen laboratorionsa BRAMSin (International Laboratory of Brain, Music and Sound) työntekijöiden, erityisesti BA Alexandra Nedelcun kanssa. Puheen prosodian havaitsemisen testi saatiin käyttöön FM Ritva Torpalta, joka on käyttänyt samaa testiä erityisesti kuulovammaisten lasten tutkimisessa. Visuospatiaalisen havaitsemisen testin suunnittelussa keskeinen asiantuntemus saatiin FT Viljami Salmelalta ja teknisestä toteutuksesta vastasi tekn. yo Valteri Wikström. Äänenkorkeuden havaitsemisen testin laati DI Tommi Makkonen aiemmassa tutkimuksessa (Hyde & Peretz, 2004) käytettyä testiä vastaavaksi. Puheen prosodian, äänenkorkeuden ja visuospatiaalisen havaitsemisen testeille tehtiin pilottitutkimukset keväällä 2011, joiden perusteella niiden vaikeustaso säädettiin sopivaksi. Aineisto kerättiin heinä-elokuussa 2011. Ohjaajiani prof. Mari Tervaniemeä ja PsT Teppo Särkämöä haluan kiittää asiantuntevista neuvoista ja kommentteista sekä mielenkiintoisista keskusteluista tutkimuksen suunnittelun, aineiston keruun toteuttamisen sekä tulosten analysointi- ja kirjoitusprosessin aikana.

Sisällysluettelo

1.	Johdanto.....	1
1.1.	Musiikin ja puheen evoluutio ja yksilökehitys	1
1.2.	Musiikin ja puheen rakenteelliset erot ja yhtäläisyydet	3
1.3.	Musiikin ja puheen prosessointi terveissä aivoissa	5
1.4.	Musiikin ja puheen prosessoinnin häiriöt.....	6
1.4.1.	Amusia ja afasia: todiste musiikin ja puheen erillisyydestä?.....	6
1.4.2.	Puheen ja musiikin havaitsemisen häiriöiden yhteydet	9
1.5.	Musiikin havaitsemisen yhteys visuospatiaaliseen havaitsemiseen ja muistiin.....	10
1.6.	Musiikin havaitsemisen ongelmat ja yhteys itsearvioihin sekä musiikkiharrastuksiin	12
1.7.	Yhteenvetoa ja tutkimusongelmat.....	14
2.	Menetelmät	17
2.1.	Koehenkilöt	17
2.2.	Arviointimenetelmät	19
2.2.1.	Tutkimuksen kulku.....	19
2.2.2.	Montreal Battery of Evaluation of Amusia.....	20
2.2.3.	Muut testit.....	21
2.2.4.	Kyselylomakkeet.....	24
3.	Tulokset	27
3.1.	MBEA:n jakauma ja osatestien yhteydet	27
3.2.	MBEA:n ja muiden havaitsemis- ja muistitestien väliset yhteydet.....	29
3.3.	Taustamuuttujien yhteys MBEA-suoritukseen	32
3.3.1.	Sukupuoli, äidinkieli, ikä, koulutus ja itsearvioidut havaitsemis- ja oppimisvaikeudet ...	32
3.3.2.	Musiikkikoulutus, musiikkiharrastukset ja musiikkitaitojen itsearviointi	33
4.	Pohdinta.....	36
4.1.	Yhteys musiikin ja puheen prosodian välillä.....	36
4.1.1.	Rytmi: uusi linkki musiikin ja puheen välillä?	37
4.1.2.	Musiikin ja puheen havaitsemisen neuroaalinen perusta.....	40
4.2.	Musiikin havaitseminen, muisti ja visuospatiaalinen havaitseminen.....	41
4.3.	Internet-pohjainen MBEA: käytettävyys ja jakauman vertailu aiempaan tutkimukseen	42
4.4.	Taustamuuttajat, musiikkikorvan itsearvio ja musiikin havaitseminen	43
4.5.	Tutkimuksen rajoitteet.....	46
4.6.	Yhteenveto.....	46
	Lähteet.....	49
	Liitteet	54
	Liite 1. Musiikkiin liittyvät taustatietokysymykset MBEA:n yhteydessä.....	54
	Liite 2. Musiikkiin ja muihin harrastuksiin liittyvät taustatietokysymykset paperilomakkeessa ...	56
	Liite 3. Musiikki ja mielialan säätely	57

1. Johdanto

Musiikki ja puhe ovat erottamaton osa ihmisluontoa, ja niiden välistä suhdetta on tutkittu jo antiikin filosofien aikaan. Tämä tutkimus jatkuu nykyaikaisessa puhe- ja musiikkitieteessä, psykologiassa sekä kognitiivisessa neurotieteessä. Musiikin havaitseminen on esimerkiksi Peretzin ja Coltheartin (2003) mallissa nähty muusta kognitiosta suhteellisen erillisenä yksikkönä. Tätä näkemystä haastavat uudet tutkimukset, joissa on havaittu musiikin havaitsemisen ongelmien olevan yhteydessä esimerkiksi puheen intonaation havaitsemiseen (Patel, Foxton & Griffiths, 2005; Patel, Wong, Foxton, Lochy & Peretz, 2008a; Jiang, Hamm, Lim, Kirk & Yang, 2010; Liu, Patel, Fourcin & Stewart, 2010). Tässä tutkimuksessa selvitetään musiikin havaitseminen yhteyttä puheen prosodian havaitsemiseen. Lisäksi tutkitaan musiikin havaitsemisen yhteyksiä äänenkorkeuden havaitsemiseen, visuospatiaaliseen havaitsemiseen, työmuistiin sekä musiikkiin liittyviin harrastuksiin ja mieltymyksiin. Hypoteesini on, että musiikin havaitseminen ei ole puhtaasti erillinen havaintotoiminto, vaan sillä on yhteyksiä myös muihin havaintotoimintoihin, erityisesti puheen prosodian havaitsemiseen.

1.1. Musiikin ja puheen evoluutio ja yksilökehitys

Musiikki on ilmiö, jonka on havaittu esiintyvän universaalisti eri ihmisyhteisöissä, mutta samanlaista ilmiötä ei tavata muilla eläinlajeilla. Musiikki on siis kehittynyt ihmisen evoluutiossa viimeisen kuuden miljoonan vuoden aikana. Musiikin merkityksestä evoluutiossa on kuitenkin erilaisia näkemyksiä. Pinkerin (1997) mukaan musiikki on kehittynyt puheesta, kuuloaistista, emootioiden analysoinnista ja liikkeiden säätelystä vastaavien aivomekanismien varaan, eikä se itsessään palvele muuta funktiota kuin mielihyvän tuottamista. Toisaalta musiikki voidaan myös nähdä evoluutiosta irrallisena ihmisen keksintönä (Patel, 2008). Musiikilla on myös arveltu olleen evoluution kannalta adaptiivisia funktioita pariutumisen, sosiaalisessa kehityksessä ja sosiaalisten suhteiden muodostamisessa esimerkiksi äidin ja lapsen välillä (Mithen, 2005). On myös mahdollista, että musiikki ja kieli ovat evoluution varhaisessa vaiheessa kehittyneet yhteisestä esikielestä, laulumaisesta kommunikaatiojärjestelmästä, mutta eriytyneet ajan kuluessa omiksi järjestelmikseen, joilla on omat erityispiirteensä (Mithen, 2005).

Musiikin havaitsemisen kehitys alkaa normaalisti jo vauvaiässä (Trehub, 2001): jo alle yksivuotiaiden on universaalisti havaittu mm. erottavan konsonanssit ja dissonanssit eli tasasointiset ja riitasointiset soinnut toisistaan (Schellenberg & Trehub, 1996), kuuntelevan mieluummin asteikkoja, jotka koostuvat erisuuruista sävelaskeleista (Trehub, Schellenberg & Kamenetsky, 1999) ja kuuntelevan mieluummin musiikkia, jonka pulssi on tasainen (Drake, 1998). Tonaalisen sävelkorkeuden ja tasaisen pulssin havaitseminen, joita pidetään musiikin prosessoinnille keskeisimpinä taitoina, kehittyvät siis tavallisesti synnynnäisten taipumusten myötä, ja ainakin tonaalisen sävelkorkeuden havaitsemisen voidaan katsoa olevan musiikille erityinen havaitsemisen laji (Peretz & Hyde, 2003). Toisaalta musiikin havaitsemisen kehitys vauvaiässä on yhteydessä puheen havaitsemisen kehitykseen. Koska vauva ei vielä ymmärrä puheen semanttisia merkityksiä, käytetään vauvoille suunnatussa puheessa tavallista enemmän voimakkaita äänenkorkeuden nousuja ja laskuja. Vauvalle siis puhutaan eräänlaista ”esikieltä”, jossa kommunikaatio tapahtuu erityisesti puheen intonaation avulla. Äänenkorkeuden nousujen ja laskujen eli melodian muodon havaitseminen on myös ensimmäisiä vauvojen oppimia musiikillisia taitoja (Trehub, 2001). Ei siis ole mahdotonta, että vauvoille puhuttava intonaatiota korostava puhe valmentaa lasta havainnoimaan vastaavia akustisia vihjeitä myös musiikissa. Yhteinen oppimismekanismi voi toimia myös toiseen suuntaan: Torppa, Faulkner, Vainio ja Järvikivi (2010) havaitsivat lapselle laulamisen voivan parantaa puheen prosodian tarkkaa havaitsemista. He havaitsivat yhdyssanojen ja sanaparien erottamisen toisistaan olevan kuulovammaisilla, sisäkorvaistutetta käyttävillä lapsilla yhteydessä siihen, kuinka paljon vanhemmat olivat laulaneet lapselle.

Musiikin harjoittelun on myös myöhemmällä iällä havaittu voivan parantaa myös kielellisiä kykyjä: musiikkiopetus voi parantaa esimerkiksi fonologista tietoisuutta (Dege & Schwarzer, 2011), emotionaalisen prosodian havaitsemista (Thompson, Schellenberg & Husain, 2004), vieraan kielen ääntämistä (Milovanov & Tervaniemi, 2011) ja puheen äänenkorkeuden havaitsemista (Moreno ym., 2009). Muusikoilla yksinkertaisten siniäänten herättämät aivoaktivaatiot kuuloaivokuorella ovat vahvempia kuin ei-muusikoilla ja rakenteellisesti muusikoiden kuuloaivokuori on myös laajempi kuin ei-muusikoiden (Schneider ym., 2002). Moreno ym. (2009) havaitsivat puolen vuoden musiikkiopetuksen vahvistavan sekä melodioissa että lauseissa esiintyville äänenkorkeusmuutoksille syntyviä aivovasteita kuuloaivokuorella riippumatta lähtötasosta ennen musiikkiopetusta.

Musiikkiharrastus voi vaikuttaa kielellisten äänten prosessointiin myös hyvin varhaisella prosessoinnin tasolla aivorungossa (Wong, Skoe, Russo, Dees & Kraus, 2007; katsaus: Shahin, 2011). Musiikkiharrastusten aikaansaama kielellisten taitojen koheneminen ei siis luultavasti perustu vain yleisten tiedonkäsittelykykyjen parantumiseen, vaan musiikkiharrastukset tarkentavat aivojen kykyä käsitellä musiikin lisäksi puheääniä. Näin ollen musiikin ja puheen kehityksessä voi siis olla yhtymäkohtia sekä yksilötasolla että evoluutiossa.

1.2. Musiikin ja puheen rakenteelliset erot ja yhtäläisyydet

Vaikka musiikki ja puhe voidaan yleensä erottaa toisistaan ja niiden havaitsemisella on erilaisia tarkoituksia, on niiden rakenteessa myös paljon samoja piirteitä. Patelin (2008) mukaan sekä musiikin että puheen havaitseminen perustuvat opittujen äänikategorioiden havaitsemiseen. Musiikissa tärkeät äänikategoriat ovat äänen sävelkorkeuden perusteella havaittavat intervallit ja sävelen asema sävelasteikolla. Puheessa taas tärkeät äänikategoriat ovat erilaiset konsonantit ja vokaalit, jotka havaitaan äänen formanttirakenteen ja ajallisen rakenteen perusteella. Ääniä ei siis käsitellä jatkumona, vaan äänneet ja sävelet tulkitaan johonkin kategoriaan (esim. konsonantti L tai sävel c^1) kuuluvaksi välittämättä pienistä eroista eri puhujien erilaisten L-äänneiden tai hieman epäpuhtaasti laulettujen c^1 -sävelten välillä. Patelin (2008) mukaan äänikategorioiden oppimismekanismi saattaa olla musiikin ja kielen suhteen samankaltainen, vaikka ärsykeitä prosessoitaisiinkin eri aivoalueilla. Yhteiseen oppimismekanismiin viittaavia tuloksia on saatu esimerkiksi tutkimuksesta, jossa havaittiin musiikin harjoittelun voivan parantaa esikoululaisten fonologista tietoisuutta (Dege & Schwarzer, 2011).

Musiikilla ja kielellä on Patelin (2008) mukaan yhteisiä piirteitä myös ajallisen informaation ja äänenkorkeuden havaitsemisessa. Äänten kestoa ja voimakkuutta eli rytmiä käytetään sekä puheessa että musiikissa painottamaan eri ääniä eri tavoin. Erityisesti lauluissa musiikin pulssin ja kielen korostuksien synkronointi voi parantaa sekä sanojen ymmärtämistä että musiikin pulssin seuraamista (Gordon, Magne & Large, 2011). Musiikilliselle rytmille on erityistä periodisuus eli samanpituisina toistuvat jaksot, joiden avulla voidaan havaita musiikin pulssia. Yhteistä musiikin ja puheen rytmille on hierarkkisen rakenteen luominen ryhmittelemällä fraaseja eli puheen lauseita tai

musiikillisia jaksoja suuremman kokonaisuuden osana. Musiikin melodialle ominaista on sävelasteikollisuus eli sävelten erilaiset asemat riippuen niiden sävelkorkeuden suhteesta muihin. Puheen melodia ei perustu sävelasteikon kaltaiseen järjestelmään, mutta kuten musiikissa, myös puheessa voidaan havaita melodian muotoa äänenkorkeuden nousuina ja laskuina.

Patelin (2008) mukaan myös syntaksi voidaan nähdä tärkeäksi yhteiseksi tekijäksi musiikin ja kielen prosessoinnissa: sekä musiikilla että kielellä on hierarkkinen rakenne ja yksittäiset äänet, soinnut ja sanat muuttavat merkitystään yhteydestä riippuen. Sekä musiikki että puhe prosessoidaan siis yksittäisten äänteiden yhdistelminä. Fraasien erottelu on tärkeä osa syntaksin havaitsemista. Fraasin vaihtumisen vihjeinä käytetään sekä puheessa että musiikissa taukoja, pidennettyjä ääniä sekä äänenkorkeuden ja äänenvoimakkuuden muutoksia. Puheessa tällaisia vihjeitä kutsutaan prosodisiksi vihjeiksi. Puheen prosodially tarkoitetaan äänteiden keston ja äänenkorkeuden sekä äänenvoimakkuuden vaihteluita (Nooteboom, 1997). Näitä ominaisuuksia voidaan kutsua myös puheen melodiaksi (intonaatio) ja rytmiksi (painotukset ja kestot) (Thompson ym., 2004), kuten myös musiikin vastaavia ominaisuuksia.

Sekä musiikkia että kieltä voidaan perustellusti pitää ihmisten välisen kommunikaation välineinä, mutta niiden kautta välitettävät merkitykset eroavat toisistaan konkreettisuuden suhteen – kielen sanoille ja lauseille voidaan määrittellä semanttiset merkitykset, kun taas musiikin välittämät merkitykset ovat yleensä hyvin abstrakteja. Tärkeitä merkityssisältöjä, joita voidaan kommunikoida sekä musiikin että kielen kautta, ovat tunnesisällöt.

Perustunteita voidaan puheessa ja musiikissa havaita samankaltaisten akustisten vihjeiden perusteella: esimerkiksi vihaa ilmaistaan sekä musiikissa että puheessa nopealla tempolla, korkealla äänenvoimakkuudella sekä korkealla ja paljon vaihtelevalla äänenkorkeudella (Juslin & Laukka, 2003). Juslin ja Laukka (2003) pitävät tutkimusnäytön perusteella todennäköisenä sitä, että musiikki on kehittynyt evoluutiossa ilmaisemaan emotionaalisia sisältöjä samankaltaisilla tavoilla kuin vokaalisessa kommunikaatiossa.

Koska musiikin ja kielen rakenteellisissa ominaisuuksissa on niin merkittäviä yhtäläisyyksiä, pitää esimerkiksi Mithen (2005) epätodennäköisenä, että musiikki ja kieli olisivat kehittyneet evoluutiossa toisistaan erillään. Kuitenkin musiikilla ja kielellä on myös omat erityispiirteensä: kielessä jokaisella sanalla on oma semanttinen merkityksensä, musiikin erityisominaisuuksia taas ovat sävelasteikollisuus ja tasainen pulssi. Tämän takia

Mithen (2005) ehdottaa todennäköisimmäksi vaihtoehdoksi sitä, että musiikki ja kieli ovat olleet yhtä, mutta eriytyneet toisistaan jossakin evoluution vaiheessa.

1.3. Musiikin ja puheen prosessointi terveissä aivoissa

Terveiden koehenkilöiden aivokuvantamistutkimuksella on viime vuosikymmenten aikana havaittu monia yhtäläisyyksiä siinä, millä aivoalueilla puhetta ja musiikkia prosessoidaan. Esimerkiksi melodioiden havaitsemisessa on oikealla ylemmällä ohimolohkopoimulla keskeinen rooli (Peretz & Zatorre, 2005), kun taas puheen prosodian havaitsemiselle keskeinen verkosto koostuu ylemmästä ohimolohkopoimusta ja otsalohkon alaosasta (Friederici & Alter, 2004). Musiikin ja puheen on havaittu aktivoivan samaa kortikaalista verkostoa, johon esimerkiksi Brocan ja Wernicken alueet kuuluvat, ja jota on aiemmin pidetty erikoistuneena kielen prosessointiin (Koelsch ym., 2002). Musiikin ja puheen ajalliselle ryhmittelylle on löydetty alustavaa näyttöä yhteisestä mekanismista: musiikin fraasien erottelulle on löydetty samankaltainen herätevaste (closure positive shift, CPS) kuin aiemmin on havaittu puheen fraasien erottelulle (Knösche ym., 2005; Steinhauer, Alter & Friederici, 1999). Myös syntaksin prosessointi voi olla musiikille ja kielelle jossain määrin yhteistä, sillä elektroenkefalografialla (EEG) tehdyssä aivojen herätevastetutkimuksessa on havaittu, että aiemmin kielen syntaksille spesifiksi luultu P600-aivovaste syntyy myös musiikin rakenteellisten poikkeamien, kuten harmoniasta ja tonaalisuudesta poikkeamisen havaitsemisen yhteydessä (Patel, Gibson, Ratner, Besson & Holcomb, 1998). Musiikilliseen kontekstiin sopimattoman, ei-odotetun soinnun kuulemisen on havaittu aktivoivan alaotsalohkoja (Tillmann, Janata & Bharucha, 2003) – vastaavasti alaotsalohkon alueet erityisesti vasemmalla aivopuoliskolla aktivoituvat myös prosessoitaessa kuultuja sanoja, joiden assosiaatio edellä esitettyyn sanaan on heikko (Wagner, Paré-Blagoev, Clark & Poldrack, 2001). Abrams ym. (2011) tutkivat puheen ja musiikin ajallisen rakenteen prosessointia manipuloimalla musiikki- ja puhejaksojen elementtien järjestystä. He havaitsivat, että muutosten prosessointi aktivoi samoja aivoalueita aivokuoren otsa- ja ohimolohkoilla sekä kuuloaivorunkoa molemmilla aivopuoliskoilla. Brown, Martinez ja Parsons (2006) havaitsivat positroniemissiotutkimuksella (PET), että puhuminen ja laulaminen aktivoivat molempia aivopuoliskoja ja samoja aivoalueita, kuten primaarista motorista aivokuorta ja Brocan aluetta. Suurin ero puheen ja musiikin tuottamisen

aivoaktivaatioiden välillä oli puheen lateralisoituminen enemmän vasemmalle aivopuoliskolle.

Aivokuvantamistutkimusten perusteella näyttää siltä, että kielen prosessointi keskittyy enemmän vasemmalle aivopuoliskolle ja musiikkia prosessoidaan enemmän oikealla aivopuoliskolla. Zatorre, Belin ja Penhune (2002) sekä Zatorre ja Gandour (2008) tuovat kuitenkin katsauksissaan esille, että aivopuoliskojen kuuloalueiden erikoistuminen ei välttämättä ole lähtöisin musiikin ja puheen abstraktista eroista, vaan todennäköisemmin puheen ja musiikin akustisten piirteiden eroista. Viimeaikaisten aivokuvantamistutkimusten perusteella vasen aivopuolisko on erikoistunut prosessoimaan äänen nopeita muutoksia, jotka ovat tyypillisiä puheelle, kun taas oikea aivopuolisko prosessoii tarkemmin hienovaraisia äänenkorkeuden muutoksia, jotka ovat musiikin havaitsemisessa keskeisiä. Yhteenvedon voidaan siis sanoa, että musiikin ja puheen neuraalinen perusta näyttää aivokuvantamistutkimusten perusteella olevan osittain päällekkäinen. Monien mekanismien, joita on pidetty vain kielelle tai musiikille spesifeinä, on havaittu osallistuvan myös toisen prosessointiin.

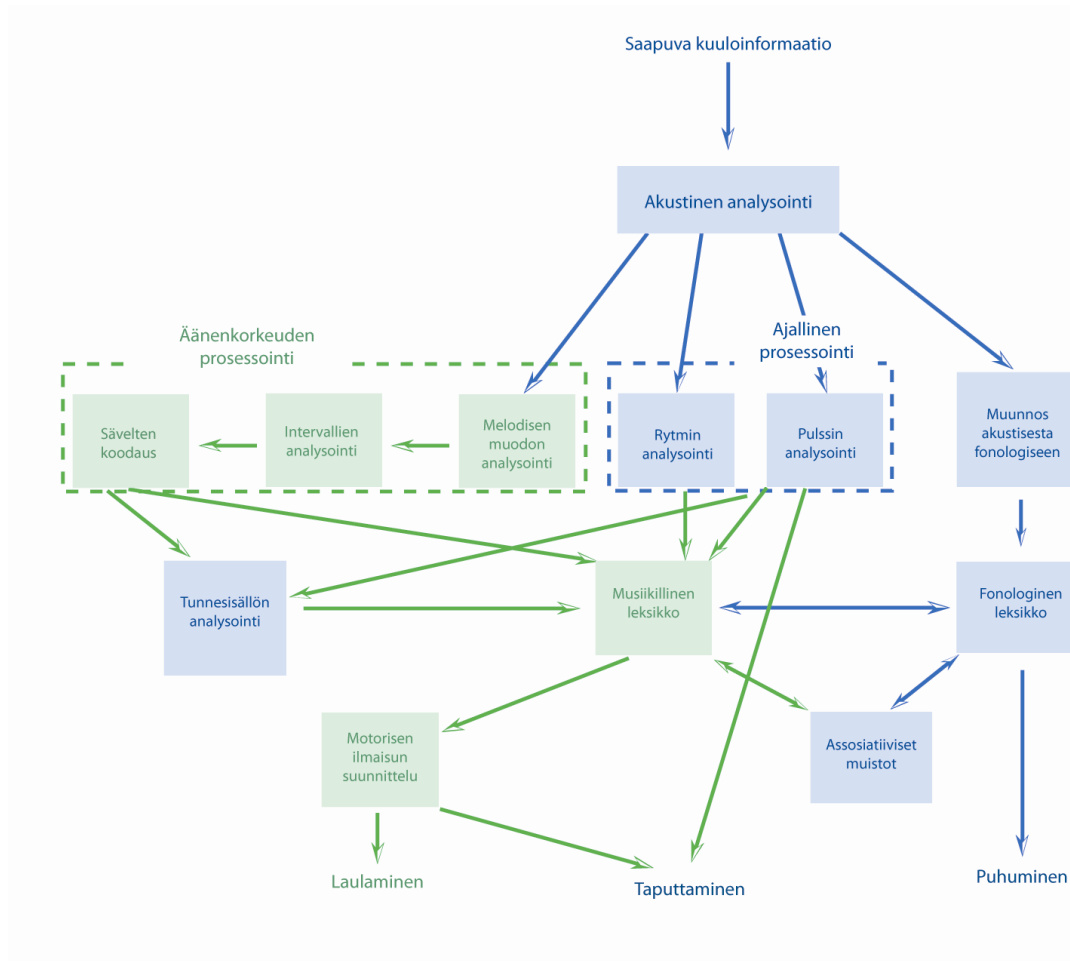
1.4. Musiikin ja puheen prosessoinnin häiriöt

Musiikin ja puheen havaitsemisen yhteyksiä on selvitetty myös tutkimalla yksilöitä, joilla musiikin ja/tai puheen prosessointi on jostain syystä häiriytynyt. Musiikin havaitsemisen häiriötä kutsutaan amusiaksi. Amusia voi olla esimerkiksi aivovaurion seuraus (acquired amusia) tai se voi olla synnynnäinen häiriö, jossa musiikin havaitseminen ei jostakin syystä kehity normaalisti (congenital amusia). Amusiana vastaava kielen neurologinen häiriö on afasia. Sekä amusiasta että afasiasta on olemassa erilaisia muotoja – ongelmat voivat ilmetä puheen tai musiikin tuottamisessa (ekspressiiviset häiriöt) tai havaitsemisessa (reseptiiviset häiriöt) (katsauksia: Alossa & Castelli, 2009; Stewart, von Kriegstein, Warren & Griffiths, 2006).

1.4.1. Amusia ja afasia: todiste musiikin ja puheen erillisyydestä?

Aivovaurioiden yhteydessä on havaittu, että musiikin havaitseminen saattaa häiriintyä muiden toimintojen jäädessä lähes ennalleen (Peretz, 1990; Peretz & Kolinsky, 1993; Peretz ym. 1994; Griffiths ym. 1997, Dalla Bella & Peretz, 1999) ja toisaalta aivovaurion

seurauksena voi olla myös afasia ilman amusiaa (Basso & Capitani, 1985; Mendez, 2001). Musiikin ja puheen havaitsemisen häiriöiden välillä on siis havaittu ns. kaksoisdissosiaatio, jota on pidetty todisteena toimintojen erillisyydestä. Tähän perustuen Peretz ja Coltheart (2003) esittävät musiikin prosessoinnin muodostavan kognitiivisessa järjestelmässä oman moduulinsa eli muusta kognitiosta erillisen osan, joka koostuu useista eri komponenteista. Heidän esittämänsä malli (kuva 1) perustuu meta-analyysiin tutkimuksista, jotka käsittelevät neurologisten vaurioiden vaikutuksia musiikkikykyihin.



Kuva 1. Peretzin ja Coltheartin (2003) malli musiikin prosessoinnin komponenteista.

Musiikin melodisen (äänenkorkeuden) ja ajallisen sisällön prosessointi on havaittu melko itsenäisiksi komponenteiksi: esimerkiksi aivovaurio voi joskus heikentää vain melodisen tai ajallisen informaation käsittelyä jättäen toisen ennalleen (Peretz, 1990; Peretz & Kolinsky, 1993). Musiikin ajallisessa sisällössä voidaan erottaa toisistaan musiikin pulssin (globaali

taso) ja rytmin (paikallistaso) prosessointi. Esimerkiksi Di Pietro, Laganaro, Leemann ja Schnider (2004) tutkivat aivovauriopotilasta, joka kärsi rytmin havaitsemisen vaikeudesta, mutta musiikin pulssin ja melodian havaitseminen olivat säilyneet ennallaan. Musiikin melodisessa sisällössä Peretz ja Coltheart (2003) erottavat toisistaan melodian muodon (melodic contour) analysoinnin, intervallien analysoinnin ja sävelten koodauksen (tonal encoding). Melodisen ja ajallisen sisällön prosessointi yhdistyvät ns. musiikillisessa leksikossa (musical lexicon) eli musiikillisten muistojen järjestelmässä, jossa prosessoidaan tietoa siitä, onko kuultu melodia tuttu. Musiikillisella leksikolla on yhteys fonologiseen eli kielelliseen leksikkoon sekä musiikin herättämiin assosiaatioihin. Musiikin prosessoinnin osana on myös tunnesisällön analyysi, joka tapahtuu erillään musiikillisesta leksikosta.

Peretzin ja Coltheartin (2003) mallissa musiikilla on siis yhteys kielelliseen prosessointiin fonologisen leksikon ja assosiatiivisten muistojen kautta, mutta musiikin melodian ja rytmin prosessointi nähdään tässä mallissa, kuten myös Peretzin ja Hyden (2003) katsauksessa, pitkälti muusta kognitiosta erilliseksi prosessiksi. Amusian ja afasian aivovauriotutkimuksissa havaittu kaksoisdissosiaatio vaikuttaa vankalta todisteelta musiikin ja puheen erillisyydestä, mutta toisaalta terveiden koehenkilöiden aivokuvantamistutkimuksissa on havaittu, että musiikkia ja puhetta prosessoidaan osin samoilla aivoalueilla (Koelsch ym., 2002; Patel ym., 1998; Knösche ym., 2005; Brown ym., 2006). Kuten aiemmin todettiin, puheen ja musiikkitaitojen yksilökehitys näyttävät olevan yhteydessä toisiinsa ja musiikilla ja puheella on myös merkittäviä rakenteellisia samankaltaisuuksia. Niitä molempia havaitaan äänikategorioiden sekä hierarkkisten rakenteiden kautta (Patel, 2008), ja musiikin ja puheen rytmisissä ja melodiassa on samankaltaisia piirteitä, joiden kautta voidaan ilmaista ja havaita esimerkiksi emotionaalista sisältöä (Juslin & Laukka, 2003). Aivovauriotutkimukset näyttävät siis olevan jossain määrin ristiriidassa muiden tutkimustulosten kanssa. Yksi mahdollisuus ristiriidan selvittämiseen on tutkia lisää musiikin ja puheen havaitsemisen yhteyksiä: minkä musiikin ja puheen ominaisuuksien havaitsemisella on yhteyksiä keskenään? Esimerkiksi Peretz ym. (1994) havaitsivat kahden aivovauriopotilaan kärsivän musiikin havaitsemisen lisäksi myös puheen prosodian havaitsemisen ongelmista. Puheen ja musiikin havaitsemisen ongelmilla voi olla myös aiemmin huomaamatta jääneitä yhteyksiä.

1.4.2. Puheen ja musiikin havaitsemisen häiriöiden yhteydet

Viimeaikaisissa tutkimuksissa on havaittu, että amusias ja afasian kaksoisdissosiaatio ei ehkä olekaan täydellinen. Brocan afasiasta eli puheen tuottamisen häiriöstä kärsivien potilaiden musiikkikykyjä tutkimalla on havaittu, että kieliopillisten rakenteiden havaitsemisen ongelmat voivat olla yhteydessä myös musiikin rakenteiden havaitsemisen ongelmiin (Patel, 2005; Patel, Iversen, Wassenaar & Hagoort, 2008b). Synnyntäiseen amusiaan taas saattavat liittyä esimerkiksi keskimääräistä heikommalla foneemiseen ja fonologiseen tietoisuuteen liittyvät kyvyt (Jones, Lucker, Zalewski, Brewer & Drayna, 2009a). Amusiaan on havaittu liittyvän myös keskimääräistä heikompi kyky havaita puheen emotionaalista prosodiaa (Thompson, 2007). Thompsonin ym. (2004) tutkimustulosten perusteella näyttää siltä, että musiikkitunnit voivat parantaa sensitiivisyyttä emotionaalisen prosodian havaitsemiseen. Musiikin ja puheen prosodian havaitsemisella näyttää siis olevan yhteys erityisesti emotionaalisen prosodian havaitsemisen kautta. Nämä tulokset sopivat hyvin yhteen niiden tutkimustulosten kanssa, joiden perusteella musiikin ja puheen tunnesisältöjä ilmaisevilla akustisilla piirteillä on paljon yhteistä (Juslin & Laukka, 2003).

Synnyntäiseen amusiaan on havaittu liittyvän myös puheen intonaation havaitsemisen ongelmia sekä ranskaa tai englantia (Patel ym., 2005; Patel ym., 2008a; Liu ym., 2010) että mandariinikiinaa (Jiang ym., 2010) äidinkielenään puhuvilla. Nan, Sun ja Peretz (2010) havaitsivat, että mandariinikiinaa äidinkielenään puhuvilla amusia saattaa myös olla yhteydessä kielen eri äänteiden keskimääräistä heikompaan havaitsemiseen äänenkorkeuden perusteella. Koska amusiaa pidetään pääasiassa äänenkorkeuden havaitsemisen häiriönä, on luonnollista, että musiikin ja puheen havaitsemisen yhteyttä on tarkasteltu pääasiassa puheen äänenkorkeuden havaitsemisen kautta. Patel ym. (2005), Patel ym. (2008a), Jiang ym. (2010) ja Liu ym. (2010) käyttivät tutkimuksissaan tehtävänä kysymys- ja väitelauseiden tunnistamista nousevan tai laskevan intonaation perusteella; toisin sanoen tehtävä mittaa puheen melodian muodon havaitsemista. Melodian muodon havaitseminen puheessa ja musiikissa saattaa siis perustua yhteiseen mekanismiin, mutta äänenkorkeuden hienovaraisten muutosten tarkka havaitseminen voi olla musiikin havaitsemiselle erityinen prosessi (Zatorre & Baum, 2012).

Puheen prosodian tärkeitä ominaisuuksia ovat intonaation lisäksi myös puheen ajallinen rakenne ja voimakkuuden vaihtelut, mutta näiden yhteyttä musiikin havaitsemiseen ei ole

juurikaan tutkittu. Musiikin havaitsemisen ongelmat eivät välttämättä rajoitu äänenkorkeuden havaitsemisen ongelmiin – esimerkiksi Jones, Zalewski, Brewer, Lucker ja Drayna (2009b) havaitsivat tutkimuksessaan, että musiikin havaitsemisen vaikeudet voivat olla yhteydessä myös äänten kestojen ja taukojen tavallista heikompaan havaitsemiseen. On kuitenkin vielä epäselvää, onko musiikin havaitsemisella yhteys myös puheen ajallisen rakenteen havaitsemiseen.

Tässä tutkimuksessa selvitetään musiikin ja puheen prosodian havaitsemisen yhteyttä tehtävällä, jossa mitataan suomenkielisten yhdyssanojen ja erillisten sanojen erottamista. Erillisen sanaparin voi erottaa yhdyssanasta puheen rytmin, äänenkorkeuden, voimakkuuden ja keston muutos. Tehtävä ei siis liity ainoastaan puheen äänenkorkeuden havaitsemiseen, kuten Patelin ym. (2005), Patelin ym. (2008a), Jiangin ym. (2010) ja Liun ym. (2010) käyttämät tehtävät, vaan tehtävässä tärkeää on havaita tarkasti myös puheen ajallista kestoja ja äänenvoimakkuutta. Mielenkiinnon kohteena tässä tutkimuksessa on, voidaanko Thompsonin (2007) tulos musiikin ja puheen emotionaalisen prosodian havaitsemisen yhteydestä yleistää koskemaan puheen prosodiaa myös tehtävässä, jossa on tärkeää havaita tarkasti puheen ajallista kestoja, äänenvoimakkuutta ja äänenkorkeutta ilman erityistä emotionaalista sisältöä.

1.5. Musiikin havaitsemisen yhteys visuospatiaaliseen havaitsemiseen ja muistiin

Musiikin havaitsemisella on havaittu yhteyksiä puheen havaitsemisen lisäksi myös visuospatiaaliseen havaitsemiseen. Kokeessa, jossa tehtävänä on vastata, oliko kuultu ääni äänenkorkeudeltaan vertailuääntä korkeampi vai matalampi, koehenkilöiden on havaittu vastaavan nopeammin tilanteessa, jossa vastausnappulan sijainti oli spatiaalisesti yhteensopiva (ylhäällä/alhaalla) kuullun äänenkorkeuden kanssa (Rusconi, Kwan, Giordano, Umiltà & Butterworth, 2006). Tämä viittaa siihen, että musiikin sävelkorkeuden edustus ihmisen mielessä on luonteeltaan spatiaalinen. Musiikin havaitsemisen yhteyttä visuospatiaaliseen havaitsemiseen tukevat myös tulokset muusikoiden keskimääräistä paremmista visuospatiaalisista kyvyistä: muusikoiden on havaittu suoriutuvan kontrolliryhmää paremmin viivan puolitus tehtävässä (Patston, Corballis, Hogg & Tippett, 2006) ja pisteen paikan nopeassa havaitsemisessa suhteessa pysty- tai vaakasuoraan linjaan

(Brochard, Dufour & Després, 2004). Peretz ym. (2008) havaitsivat myös, että ne henkilöt, jotka tutkimuksessa luokiteltiin amusiaryhmään, raportoivat kyselylomakkeessa vaikeuksia spatiaalisessa hahmotuskyvyssä 2–4 kertaa useammin kuin muut. Ajatus siitä, että musiikin sävelkorkeuden havaitsemisella voisi olla spatiaalinen lähtökohta, on saanut tukea erityisesti Douglasin ja Bilkeyn (2007) tutkimuksesta, jossa tutkijat havaitsivat, että synnyntäinen amusia oli yhteydessä huomattavasti keskimääräistä heikompaan suoritukseen spatiaalisen rotaation tehtävässä. Amusiaan liittyi myös heikompi yhteensopivuusefekti vastausnappulan spatiaalisen sijainnin ja kuullun äänen äänenkorkeuden välillä. Amusiaryhmässä vastausnappulan sijainnin ja äänenkorkeuden välinen yhteensopivuus ei siis vaikuttanut vastausaikoihin yhtä paljon kuin kontrolleilla, ero muusikkoryhmään oli merkitsevä ja ei-muusikkoryhmään lähes merkitsevä.

Douglas ja Bilkey (2007) tulkitsivat tulostensa viittaavan siihen, että amusian taustalla on yleisempi tiedonkäsittelyn ongelma, joka ei rajoitu vain äänenkorkeuden havaitsemiseen, kuten aiempien tutkimusten perusteella on esitetty (Ayotte, Peretz & Hyde, 2002; Hyde & Peretz, 2004). Tätä tulosta ei kuitenkaan ole onnistuttu toistamaan. Tillmann ym. (2010) yrittivät replikoida Douglasin ja Bilkeyn (2007) tuloksen samalla spatiaalisen rotaation tehtävällä, mutta amusiaryhmä suoriutui yhtä hyvin kontrolliryhmän kanssa, eikä ryhmien välillä löytynyt eroa myöskään viivan puolitustehtävässä. Stewart ja Walsh (2007) toivat esille mahdollisuuden, että musiikin kuuntelu voi vaikuttaa spatiaaliseen prosessointiin – Douglasin ja Bilkeyn (2007) tutkimuksessa saatettiin kontrolloida puutteellisesti erot amusiasta kärsivien ja kontrolliryhmän aktiivisessa musiikin kuuntelussa. Näin ollen heidän tulostensa ristiriitaisuus Tillmannin ym. (2010) tulosten kanssa voisi ehkä selittyä musiikkiin liittyvien harrastuksien erojen kautta. Harrastuneisuus on myös mahdollinen selitys muusikkojen paremmalle suoriutumiselle visuospatiaalisissa tehtävissä (Patston ym., 2006; Brochard ym., 2004).

Amusiaryhmän on havaittu suoriutuvan kontrolliryhmää heikommin sävelkorkeuden (Gosselin, Jolicoeur & Peretz, 2009; Tillmann, Schultze & Foxton, 2009; Williamson, McDonald, Deutsch, Griffiths & Stewart, 2010) ja melodioiden (Ayotte ym., 2002) muistamisen tehtävistä. Tillmann ym. (2009) havaitsivat amusiaan liittyvien muistivaikeuksien ulottuvan sävelkorkeuden lisäksi myös sointiväriin muistamiseen, mutta ei kuultujen sanojen muistamiseen. Amusiasta kärsivillä näyttää näiden tutkimusten

perusteella olevan nimenomaan musiikillisen aineksen muistamisen ongelmia, jotka eivät kuitenkaan ole yhteydessä yleisesti normaalia heikompaan muistisuoriutumiseen.

Tällä hetkellä käytetyin testi musiikin havaitsemisen tutkimuksessa on Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA; Peretz, Champod, & Hyde, 2003). Erityisesti sävellaji-osatehtävän (scale task) on havaittu erottavan verrokeista tehokkaasti ne, joilla on amusia (Ayotte ym., 2002). Tässä tutkimuksessa selvitän musiikin havaitsemisen yhteyttä visuospatiaaliseen havaitsemiseen tutkimalla, onko MBEA:ssa suoriutuminen yhteydessä visuospatiaalisen havaitsemisen tehtävään, joka on laadittu sävellaji-osatehtävän kanssa analogiseksi. Sävellaji-osatehtävässä koehenkilön tehtävänä on sanoa, ovatko kaksi peräkkäistä melodiaa samanlaiset vai erilaiset, mikä vaatii ensimmäisen melodian pitämisen mielessä toisen melodian ajan. Aiemmissä tutkimuksissa (Ayotte ym., 2002, Foxton, Dean, Gee, Peretz & Griffiths, 2004) on kuitenkin havaittu tässä tehtävässä suoriutumisen olevan riippumaton yleisestä työmuistikapasiteetista. Tehtävässä olennaista ei ole niinkään hyvä muisti, vaan se, huomaako jälkimmäisen melodian sisältävän sävellajista poikkeavan äänen. Tähän tutkimukseen laaditussa visuospatiaalisen havaitsemisen tehtävässä koehenkilön tehtävänä on samalla tavoin vastata, ovatko kaksi ärsykkeiden sarjaa samanlaiset vai erilaiset, ja erilaisen sarjan huomaamisessa olennaista on poikkeavan ärsykkeen havaitseminen (ks. menetelmäosion luku 2.2.3.). Tarkoituksena on siis tutkia, voiko poikkeavan ärsykkeen huomaaminen musiikissa olla yhteydessä samankaltaisten poikkeavuuksien huomaamiseen visuospatiaalisesti.

1.6. Musiikin havaitsemisen ongelmat ja yhteys itsearvioihin sekä musiikkiharrastuksiin

Musiikin havaitsemisen ongelmien on arvioitu olevan suhteellisen yleisiä – jopa n. 4 % väestöstä on arvioitu kärsivän synnynnäisestä amusiasta (Kalmus & Fry, 1980). Tosin tämä arvio perustuu epätarkkoihin tutkimuksiin ja esimerkiksi Henry ja McAuley (2010) ovat kritisoineet tätä monesti viitattua tutkimusta huomauttaen, että asetettaessa tilastollisen poikkeavuuden raja eri kohtaan saadaan erilaisia arvioita häiriön yleisyydestä.

Synnynnäisen amusian on havaittu olevan yhteydessä selvästi keskimääräistä heikompaan kykyyn havaita äänenkorkeuden muutoksia – amusiaryhmään luokitelluilla koehenkilöillä on havaittu vaikeuksia tunnistaa puolissävelaskelen muutoksia, kun normaalisti jopa 1/8-

sävelaskeleen muutokset havaitaan lähes sataprosenttisesti (Hyde & Peretz, 2004; Foxton ym., 2004; Jiang, Hamm, Lim, Kirk & Yang, 2011). Äänenkorkeuden havaitsemista pidetäänkin synnynnäisen amusian keskeisimpänä ongelmana. Musiikin rytmin havaitsemisen ongelmat näyttävät olevan synnynnäisessä amusiassa vähemmän keskeisiä (Dalla Bella & Peretz, 2003; Ayotte ym., 2002), mutta tuloksiin on saattanut vaikuttaa myös koehenkilöiden valikoituminen tutkimuksiin (Stewart, 2008).

Vaikka jopa 17 % ihmisistä saattaa itse arvioida olevansa ”sävelkuuroja” (”tone-deaf”), suurin osa tällaisen arvion tekevästä suoriutuu musiikin havaitsemisen testissä kuitenkin normaalilla tasolla (Cuddy, Balkwill, Peretz & Holden, 2005). Musiikkiin liittyvien asenteiden on havaittu olevan yhteydessä sekä arvioon omista musiikkikyvyistä että itse suoriutumiseen musiikin havaitsemisen testissä (Cuddy ym., 2005). Usein ”sävelkuurouden” mielletään olevan vahvasti yhteydessä kykyyn laulaa tarkasti nuotilleen (Cuddy ym., 2005; Sloboda, Wise & Peretz, 2005). Itsearvioitun laulutaidottomuuden onkin havaittu olevan yhteydessä heikompaan suoritukseen musiikin havaitsemisen testissä, mutta toisaalta myös suuri osa niistä, jotka suoriutuvat musiikin havaitsemisen testistä normaalilla tasolla, arvioivat laulavansa ”nuotin vierestä” (Cuddy ym., 2005; Peretz ym., 2008).

Amusiaryhmien on havaittu suoriutuvan selvästi kontrolliryhmiä heikommin laulukokeissa, mutta jotkut henkilöt voivat synnynnäisestä amusiasta huolimatta suoriutua laulukokeesta normaalilla tasolla (Ayotte ym., 2002; Dalla Bella, Giguère & Peretz, 2009). On myös havaittu, että amusiaryhmään kuuluvat saattavat pystyä hyräilemään kuulemiaan kahta ääntä niin, että äänenkorkeuden muutos on oikean suuntainen, vaikka eivät osaa vastata kysymykseen, kumpaan suuntaan äänenkorkeus muuttui (Loui, Guenther, Mathys & Schlaug, 2008). Laulutaito ja musiikin tarkka havaitseminen näyttävät siis yhteydestään huolimatta olevan musiikkitaitojen erillisiä osa-alueita.

MBEA (Peretz ym., 2003) on alun perin kehitetty aivovauriopotilaiden tutkimukseen, mutta sen avulla voidaan myös tutkia esimerkiksi sitä, ketkä sävelkuurona itseään pitävät todella kärsivät perustavanlaatuisesta musiikin havaitsemisen ongelmasta. MBEA:lla arvioidaan musiikin havaitsemista kuudella eri osa-alueella, jotka perustuvat Peretzin ja Coltheartin (2003) aivovauriotutkimuksen avulla kehittämään malliin musiikin havaitsemisesta. Kolme osatestiä liittyy musiikin melodiseen organisaatioon (sävellaji, melodian muoto, intervalli), kaksi musiikin ajalliseen organisaatioon (rytmi, pulssi) ja yksi uusien melodioiden muistamiseen. MBEA:sta on kehitetty myös tietokoneella tehtävä, internet-pohjainen versio,

jonka etuina perinteiseen testiin verrattuna ovat mahdollisuus tehdä testi muualla kuin laboratoriossa sekä nopeus (Peretz ym., 2008).

Peretz ym. (2008) tutkivat henkilöiden, joilla havaittiin musiikin havaitsemisen ongelmia, taustatietoja ja käsityksiä omista musiikkikyvyistään. Heidän tutkimuksessaan amusia- ja verrokkiryhmiä erottivat erityisesti väittämät “En tunnista melodioita ilman sanoja”, “Jos laulan nuotin vierestä, en huomaa sitä” ja “Minulle on kerrottu, että laulan epäviisestisesti”. Amusiaryhmän koehenkilöt kertoivat myös laulavansa ja tanssivansa kontrolliryhmää vähemmän. Suuri osa amusiaryhmään luokitelluista kertoi kuitenkin kuuntelevansa musiikkia ja nauttivansa siitä. Musiikin havaitsemisen kykyjen yhteyksiä musiikkiin liittyviin harrastuksiin, mieltymyksiin ja asenteisiin on kuitenkin syytä tutkia lisää.

Tutkimuksissa ei yleensä ole havaittu selkeää rajaa niiden, jotka on luokiteltu amusiaryhmään, ja ”normaalisti” musiikkia havaitsevien suoriutumisen välillä, vaan useimmiten jakauma on suhteellisen jatkuva (esim. Peretz ym., 2003; Peretz ym., 2008), joten oikeastaan voidaan sanoa, että amusiaryhmään kuuluvat ovat itse asiassa vain musiikin havaitsemisen normaalijakauman heikompi pää. Musiikin havaitsemisen ongelmien ollessa pikemminkin jatkumo kuin kategoria, voidaan musiikin havaitsemisen yhteyttä esimerkiksi puheen havaitsemiseen tutkia hyvin myös ”normaaleilla” koehenkilöillä.

1.7. Yhteenvetoa ja tutkimusongelmat

Tässä tutkimuksessa selvitän musiikin yhteyttä muihin havaitsemisen osa-alueisiin. Erityisesti tutkin musiikin ja puheen prosodian havaitsemisen yhteyttä, josta aiempi tutkimus on jossain määrin ristiriitaista. Terveiden koehenkilöiden aivokuvantamistutkimuksissa on havaittu yhtäläisyyksiä musiikin ja puheen prosessoinnissa (Koelsch ym., 2002; Patel ym., 1998; Knösche ym., 2005; Tillmann ym., 2003) ja musiikin ja puheen taitojen oppimisen on havaittu vaikuttavan toisiinsa (Thompson ym., 2004; Dege & Schwarzer, 2011; Milovanov & Tervaniemi, 2011). Puheen ja musiikin havaitsemiselle yhteisiä mekanismeja ja jopa yhteistä evolutiivista kantamuotoa on esitetty myös musiikin ja puheen rakenteellisten piirteiden samankaltaisuuksien takia (Mithen, 2005).

Aivovauriotutkimusten perusteella musiikin ja puheen havaitseminen näyttävät olevan toisistaan erillisiä prosesseja (Peretz & Coltheart, 2003), mutta niissä havaittu kaksoisdissosiaatio ei uusien tutkimuksien perusteella ehkä olekaan täydellinen (Patel ym.,

2005; Patel ym., 2008a; Liu ym., 2010; Jiang ym., 2010; Thompson, 2007). Tämän tutkimuksen tavoitteena on tuoda uutta informaatiota musiikin havaitsemisen yhteydestä puheen prosodian havaitsemiseen myös muiden ominaisuuksien, kuin aiemmin paljon tutkitun äänenkorkeuden osalta. Tässä tutkimuksessa käytetään samaa puheen prosodian havaitsemisen testiä, jossa suoriutumisen on aiemmin havaittu yhteys siihen, kuinka paljon vanhemmat olivat laulaneet kuulovammaiselle lapselleen (Torppa ym., 2010). Tarkoituksena on nyt selvittää, voidaanko testille löytää yhteys musiikin havaitsemiseen myös terveillä aikuisilla.

Lisäksi tutkin musiikin havaitsemisen yhteyttä äänenkorkeuden havaitsemiseen, visuospatiaaliseen havaitsemiseen ja työmuistiin. Hypoteesini on, että äänenkorkeuden havaitseminen korreloi vahvasti musiikin havaitsemisen kanssa, mutta ei silti selitä kokonaan musiikin havaitsemisen testissä menestymistä, kuten aiemmissa tutkimuksissa on todettu. Visuospatiaalisen ja musiikin havaitsemisen välisestä yhteydestä on saatu ristiriitaisia tuloksia. Tässä tutkimuksessa tutkin, ovatko toisilleen analogiset musiikin ja visuospatiaalisen havaitsemisen tehtävät yhteydessä toisiinsa. Työmuistitehtävä on mukana tutkimuksessa kontrollina. Sen tarkoituksena on varmistaa, ettei työmuistikapasiteetti ei ole merkitsevästi yhteydessä suoriutumiseen MBEA:ssa tai muissa testeissä, eikä työmuistikapasiteetti selitä myöskään mahdollisesti havaittavia testisuoritusten välisiä yhteyksiä.

Tässä tutkimuksessa pyrin myös selvittämään suomalaisten keskimääräisen suoritustason internet-pohjaisessa MBEA-testissä, ja pyrin määrittämään pistemäärän, jota heikommin suoriutumista voidaan pitää merkinä amusiasta suomalaisessa väestössä. Lisäksi tutkin, mitkä musiikkiin liittyvät harrastukset, mieltymykset ja käsitykset omista kyvyistä ovat yhteydessä musiikin havaitsemisen testissä suoriutumiseen, osin samoilla kysymyksillä, joita on käytetty aiemmassa tutkimuksessa (Peretz ym., 2008). Tärkeä tutkimuskysymys on se, kuinka luotettavana voidaan pitää ihmisen omaa arviota sävelkorvastaan. Tämän tutkimuksen yhteydessä koehenkilöt täyttivät myös kyselyn musiikin käytöstä mielialan säätelyssä (Saarikallio, painossa), mutta tämän yhteydestä musiikin havaitsemiseen raportoidaan tarkemmin muualla.

Tutkimuskysymykseni ovat:

- Ovatko puheen prosodian havaitseminen, visuospatiaalinen havaitseminen, äänenkorkeuden havaitseminen ja työmuistisuoriutumisen merkittävästi yhteydessä musiikin havaitsemisen kanssa?
- Mikä on suomalaisten keskimääräinen suoritustaso internet-pohjaisessa MBEA-testissä ja eroaako se merkittävästi kanadalaisten ja ranskalaisten aiemmin tutkitusta suoritustasosta (Peretz ym., 2008)?
- Mitkä musiikkiin liittyvät harrastukset ja mieltymykset ovat vahvimmin yhteydessä musiikin havaitsemiseen ja kuinka luotettavana voidaan pitää ihmisen omaa arviota sävelkorvastaan?

2. Menetelmät

2.1. Koehenkilöt

Tutkimukseen osallistui 64 tervettä koehenkilöä. Aineisto kerättiin heinä–elokuussa 2011. Koehenkilöt rekrytoitiin hakemalla vapaaehtoisia opiskelija- ja harrastusjärjestöjen sähköpostilistoilla ja ilmoitustauluilla sekä henkilökohtaisten kontaktien kautta.

Sisäänottokriteereinä tutkimuksessa olivat korkeintaan 60 vuoden ikä, normaali kuulo ja äidinkielen tasoinen suomen kielen osaaminen. Poissulkukriteerinä oli ammattiin johtava musiikkikoulutus. Rekrytoiduista koehenkilöistä yksi jouduttiin karsimaan kuulo-ongelmien takia (toinen korva kuuroutunut) ja toinen sen takia, että hän ei puhunut suomea äidinkielen tasoisesti. Aineiston tilastollisissa analyyseissä käytettiin näin ollen 62 koehenkilön dataa. Koehenkilöiden keskimääräinen ikä oli 39.2 vuotta (vaihteluväli 19–59 vuotta). Kuten taulukosta 1 käy ilmi, suurin osa koehenkilöistä oli naisia (66.1 %), äidinkieleltään suomenkielisiä (95.2 %) ja koulutukseltaan keskiasteella tai alemmalla korkeakouluasteella (75.8 %), keskimääräinen koulutus peruskoulun alusta 17.1 vuotta.

Kaksi kolmasosaa koehenkilöistä (67.7 %) oli saanut jonkinlaista musiikkikoulutusta koulun pakollisten musiikkituntien lisäksi. Musiikkikoulutusta saaneet olivat jatkaneet soitto- tai laulutunteja keskimäärin 5.8 vuotta. Kukaan koehenkilöistä ei ollut toiminut ammattimuusikkona tai saanut ammattiin johtavaa musiikkikoulutusta.

Itse arvioituista havaitsemisen tai oppimisen vaikeuksista yleisimpiä olivat matematiikan ongelmat, joita raportoi 12 (19.4 %) koehenkilöä. Kuulo-ongelmiensa takia karsitun koehenkilön lisäksi 12 (19.4 %) muutakin koehenkilöä kertoi käyneensä joskus lääkärillä kuulo-ongelmien tai niiden epäilyn takia, mutta raportoidut ongelmat olivat lieviä. Koehenkilöistä kukaan ei ollut kärsinyt aivoverenkiertohäiriöstä tai aivovammasta.

Taulukko 1.
Taustatiedot

Taustamuuttuja	Koehenkilöä	Osuus
Sukupuoli		
nainen	41	66.1 %
mies	21	33.9 %
Äidinkieli		
suomi	59	95.2 %
ruotsi (suomi äidinkielen tasoinen)	3	4.8 %
Koulutustaso		
perusaste	0	0.0 %
keskiaste	23	37.1 %
alin korkea-aste/alempi korkea-aste	24	38.7 %
ylempi korkeakouluaste	13	24.2 %
Musiikkikoulutus		
saanut jonkinlaista musiikkikoulutusta	42	67.7 %
musiikkileikkikoulu	4	6.5 %
musiikkiluokalla peruskoulussa	5	8.1 %
musiikkiluokalla lukiossa/musiikkilukio	1	1.6 %
yksityistunteja tai vanhempien kanssa	23	37.1 %
musiikkiopisto / konservatorio	13	21.0 %
itsenäinen musiikkiopiskelu	26	41.9 %
Itsearvioidut kognitiiviset vaikeudet		
lukemisen ongelmia/lukihäiriö	5	8.1 %
tarkkaavaisuusongelmia	5	8.1 %
puheongelmia	3	4.8 %
ongelmia matematiikassa	12	19.4 %
ongelmia avaruudellisessa hahmotuskyvyssä	5	8.1 %
muistiongelmia	6	9.7 %
Käynyt joskus kuulolääkärin vastaanotolla	12	19.4 %
Neurologiset häiriöt		
aivoverenkiertohäiriö	0	0.0 %
aivovamma	0	0.0 %

2.2. Arviointimenetelmät

2.2.1. Tutkimuksen kulku

Tutkimukset tehtiin kannettavaa tietokonetta sekä paperilomakkeita käyttäen hiljaisessa, häiriöttömässä huoneessa. Tutkimuspaikka sovittiin jokaisen koehenkilön kanssa erikseen, suurin osa tutkimuksista tehtiin kirjaston ryhmätyötilassa, mutta osa myös esimerkiksi koehenkilöiden kotona. Tutkija oli läsnä koko tutkimuksen ajan. Koehenkilöille kerrottiin tutkimuksen aluksi, että siinä tullaan tekemään viisi eri havaitsemis- ja muistitoimintoihin liittyvää testiä sekä täyttämään kyselylomake (Taulukko 2). Ennen testien aloittamista koehenkilöt allekirjoittivat suostumuslomakkeen.

Taulukko 2.

Käytetyt testit/kyselyt

Testi/kysely	Tehtävä
Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA) sävellaji rytmi väärä ääni	Ovatko kaksi melodiaa samanlaiset? Sisältääkö melodia epätavallisen viiveen? Sisältääkö melodia "väärän äänen"?
Puheen prosodia	Onko kyseessä yhdyssana vai sanapari?
Visuospatiaalinen havaitseminen	Ovatko kaksi kuviosarjaa samanlaiset?
Sävelkorkeuden havaitseminen	Ovatko viisi kuulemaasi ääntä samanlaiset vai poikkeako joku äänenkorkeudeltaan?
Numerosarjat	Toista kuulemasi numerosarja.
Musiikkikyselyt	Vastaa erilaisiin kysymyksiin liittyen musiikkiharrastuksiin, mieltymyksiin ja musiikkikykyihin. (Liitteet 1-3)

Testien suorittamisjärjestys oli satunnaistettu muuten paitsi paperisen kyselylomakkeen osalta, joka täytettiin aina viimeiseksi. Testien tekeminen ohjeistettiin jokaisen testin aluksi suullisesti, paitsi MBEA, jossa koehenkilö luki ohjeistuksen tietokoneen näytöltä. Jokaisen testin tekemisen jälkeen koehenkilö sai tietää pisteensä (% oikein) kyseisessä testissä. Testien tekeminen ohjeistuksineen kesti keskimäärin noin 1.5 tuntia (vaihteluväli 1–2 tuntia).

2.2.2. Montreal Battery of Evaluation of Amusia

Musiikin havaitsemisen mittaamiseen käytettiin tietokoneella tehtävää internet-pohjaista versiota Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA; Peretz ym., 2003) -testistä. Internet-pohjaisella MBEA:lla on havaittu olevan hyvä erottelukyky ja melko korkea korrelaatio laboratoriossa tehtävän MBEA:n kanssa (Peretz ym., 2008). Testissä käytetään 30 alkuperäistä MBEA-testiä varten sävellettyä melodiaa. Melodiat on sävelletty duuriasteikolle noudattaen länsimaisia tonaalisia ja harmonisia konventioita. Melodioissa on keskimäärin 9.6 säveltä ja tempo on keskimäärin 120 iskua minuutissa. Tässä tutkimuksessa käytetty versio on Isabelle Peretzin ja BRAMSin kehittämä uusin tutkimuskäytössä oleva versio internet-pohjaisesta testistä (<http://www.brams.umontreal.ca/amusia-new/>). Aiemmassa tietokoneversiossa (Peretz ym., 2008) mukana ollut epäviireisyys (mistuned) -osatesti on korvattu alkuperäisen MBEA:n sävellaji (scale) -osatestillä. Tässä tutkimuksessa käytetty MBEA sisälsi siis kolme osatestiä: sävellaji (scale; Peretz ym., 2003), rytmi (off-beat; Peretz ym., 2008) ja väärä ääni (out-of-key; Peretz ym., 2008). Testin ohjeistus käännettiin suomeksi ja ruotsiksi.

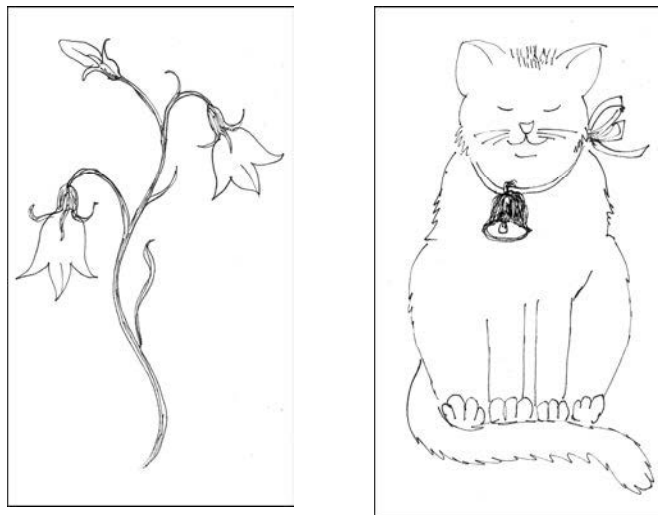
Sävellaji-osatesti koostuu pianoäänistä, kun taas rytmi- ja väärä ääni -osatesteissa käytetään vaihtelevasti kymmenen eri soittimen sointiväriä (esim. piano, saksofoni, klarinetti, nokkahuilu, harppu, jousisoittimet, kitara). Sävellaji-osatestissä on 30 osiota, joissa kussakin koehenkilö kuulee kaksi melodiaa ja hänen tehtävänä on vastata, olivatko melodiat samanlaiset vai erilaiset. Puolessa osioista on kaksi samanlaista melodiaa. Puolessa osioista on kaksi erilaista melodiaa: näissä osioissa toinen melodia sisältää äänen, joka poikkeaa melodian sävellajista. Poikkeavat äänet ovat keskimäärin 4.3 puolisävelaskelta korkeampia tai matalampia kuin alkuperäisessä melodiassa ja niiden sijainti melodiassa vaihtelee. Rytmiosatestissä on 24 osiota, joissa koehenkilö kuulee melodian ja hänen tehtävänä on vastata, sisälsikö melodia epätavallisen viiveen. Puolessa osioista on epätavallinen viive: niissä on 5/7

iskun (357 ms) pituinen hiljaisuus ennen nelitahtisen melodian kolmannen tahdin ensimmäistä säveltä. Myös väärä ääni -osatestissä on 24 osiota, joissa koehenkilö kuulee melodian ja hänen tehtävänä on vastata, sisälsikö melodia epävireisen äänen. Puolet osioista sisältävät ”epävireisen äänen” eli äänen, joka poikkeaa melodian sävellajista. Poikkeava ääni sijaitsee aina nelitahtisen melodian kolmannen tahdin ensimmäisellä iskulla (rytmisesti kriittisessä kohdassa) ja on kestoaltaan 500 ms. Osatestit esitettiin aina samassa järjestyksessä (sävellaji, rytmi, väärä ääni) ja ennen jokaista osatestiä esitettiin kaksi esimerkkiä normaalista ja epätavallisesta osiosta. Testin kokonaiskesto on noin 20–30 minuuttia.

2.2.3. Muut testit

Puheen prosodian havaitseminen

Puheen prosodian havaitsemista mitattiin testillä, jossa koehenkilön tehtävänä on kuunnella nauhalta tuleva yhdyssana/sanapari ja osoittaa kahdesta kuvasta kuulemansa ilmauksen. Testi pohjautuu O’Halpinin (2010) englanninkieliseen testiin, jonka ovat suomen kielelle muokanneet Torppa ym. (2010). Jokaisessa osiossa toinen kuvista esittää yhdyssanaa ja toinen kahdesta erillisestä sanasta koostuvaa ilmausta. Esimerkki yhdyssanasta ja sanaparista on ”kissankello/kissan kello” (kuva 2).



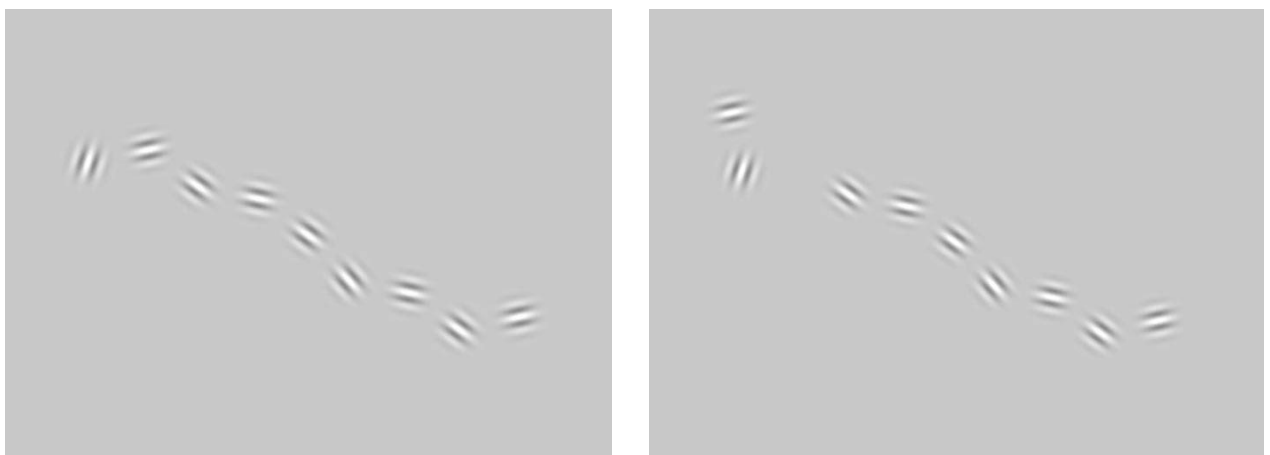
Kuva 2. Esimerkki yhdyssanasta ja sanaparista: kissankello ja kissan kello.

Koehenkilöt painoivat vastausnappulaa 1 tai 2 sen mukaan, kuulivatko oikealla vai vasemmalla olevan kuvan mukaisen ilmauksen. Esimerkkitapauksessa siis kuullessaan

nauhalla sanottavan ”kissankello” koehenkilö painoi nappulaa 1, kuullessaan ”kissan kello” nappulaa 2. Erilaisia yhdyssanoja/sanapareja oli kuusi: kissankello/kissan kello, talonpoika/talon poika, ukonputki/ukon putki, ketunleipä/ketun leipä, harakankello/harakan kello ja koiranputki/koiran putki. Testissä oli neljä eri puhujaa: miesääni, naisääni, 10-vuotiaan tytön ääni ja 7-vuotiaan tytön ääni. Torpan ym. (2010) 48 osion testissä kaikki puhujat sanoivat kaikki sanaparit kaksi kertaa niin, että toisella kerralla sanoivat yhdyssanan ja toisella erilliset sanat. Tässä tutkimuksessa testistä käytettiin lyhennettyä 30 osion versiota, jossa alkuperäisestä 48 osion versiosta oli poistettu pilotoinnin (9 koehenkilöä) perusteella 2 epäselvää ja 16 helppoa osiota. Testin kokonaiskesto oli noin 5 minuuttia.

Visuospatiaalinen havaitseminen

Visuospatiaalista havaitsemista mitattiin testillä, joka kehitettiin tätä tutkimusta varten vastaamaan MBEA:n sävellaji-osatestiä. Testissä koehenkilölle esitetään tietokoneen näytöllä kaksi peräkkäistä vasemmalta oikealle etenevää gabor-kuvioiden sarjaa ja hänen tehtävänä on sanoa, olivatko sarjat samanlaiset vai oliko niissä jotain eroa. Samanlaiset sarjat olivat jatkuvia polkuja, joissa myös täplän gabor-juovien orientaatio osoitti polun kulkua. Toisistaan poikkeavat sarjat olivat muuten samanlaisia, mutta toisessa sarjassa yhden kuvion sijainti poikkesi odotetulta polulta vastaten MBEA:n sävellaji-osatestin poikkeavia säveliä (Kuva 3: vasemmanpuoleinen sarja). Kuviosarjat oli tehty MBEA:n sävellaji-osatestin melodioita vastaaviksi käyttäen Matlabia ja sen lisäosaa PsychToolboxia (Brainard, 1997). Jokaisen melodian keskimäinen sävel oli kuvio, jonka gabor-



Kuva 3. Kaksi gabor-kuvioista muodostuvaa polkua, joista toisessa sarjan toinen kuvio poikkeaa polulta.

juovat olivat vaakasuorat ja jokaisen puolisävelaskeleen muutos melodiassa vastasi 22 asteen muutosta kuvion juovien orientaatiossa ja sijainnissa. Kuten MBEA:n sävellaji-osatestissä, koehenkilölle esitettiin aluksi esimerkit samanlaisista ja erilaisista kuviosarjoista ja sitten 30 testiosiota, joista 15 sisälsivät kaksi samanlaista sarjaa ja 15 kaksi erilaista sarjaa. Testin vaikeustaso pyrittiin pilotoinnin perusteella säätämään samalle tasolle kuin MBEA:n sävellaji-osatestin kansainväliset normit (Peretz ym., 2008). Pilotointiin osallistui ensin kuusi koehenkilöä ja näiden tulosten perusteella muokattuun toiseen pilottitutkimukseen viisi koehenkilöä. Testin kokonaiskesto oli noin 10 minuuttia.

Äänenkorkeuden havaitseminen

Äänenkorkeuden havaitsemisen tarkkuutta mitattiin testillä, joka tehtiin Hyden ja Peretzin (2004) käyttämää äänenkorkeuden havaitsemisen testiä mukaillen. Testissä oli 80 osiota, joista jokaisessa koehenkilö kuuli viiden äänen sarjan ja hänen tehtävänään oli painaa vastausnappulaa sen mukaan, olivatko kaikki äänet samanlaisia vai oliko joku niistä äänenkorkeudeltaan erilainen. Äänten kesto oli aina 100 ms ja niiden välillä oli 250 ms hiljaisuutta, eli uusi ääni alkoi aina 350 ms edellisen alun jälkeen. Seuraava sarja alkoi heti, kun koehenkilö oli painanut vastausnappulaa. Puolessa osioista kaikki viisi ääntä olivat samanlaisia, äänenkorkeudeltaan c^3 (1047 Hz), puolessa neljäs ääni oli joko korkeampi tai matalampi kuin muut. Eroavat äänet olivat $1/36$, $1/16$, $1/8$, $1/4$ tai $1/2$ sävelaskelta (3, 7, 15, 30 tai 62 Hz) c^3 :n ylä- tai alapuolella. Jokaista eroavaisuustyyppiä esitettiin yhtä monta kertaa. Osioiden esitysjärjestys oli satunnaistettu. Testin kesto oli noin 5 minuuttia.

Työmuisti

Kuulonvaraista työmuistia ja keskittymiskykyä mitattiin Wechsler Adult Intelligence Scale III (WAIS-III; Wechsler, 1997) -testipatteriston numerosarjat -osatehtävällä. Tämä osatehtävä on osa WAIS-III:n työmuisti-indeksiä. Tehtävän ensimmäisessä osassa koehenkilölle luetellaan numeroita välillä 1-9 ja hänen tehtävänään on toistaa kuulemansa numerot samassa järjestyksessä. Toisessa osassa koehenkilön tehtävänä on luetella kuulemansa numerot käänteisessä järjestyksessä lopusta alkuun. Muistettava numerosarjan pituus on 2–9 numeroa ja testi etenee helpoimmasta tasosta vaikeampaan. Jokaista vaikeustasoa esitetään kaksi sarjaa, ja testi lopetetaan, kun koehenkilö epäonnistuu saman vaikeustason molemmissa osioissa. Tehtävän kesto on noin 5 minuuttia.

2.2.4. Kyselylomakkeet

Koehenkilöiltä selvitettiin erityisesti musiikkiharrastuksiin ja -koulutukseen liittyviä taustatietoja sekä MBEA:n yhteydessä tietokoneella täytettävällä kyselylomakkeella (liite 1) että paperisella kyselylomakkeella (liitteet 2-3) testien tekemisen jälkeen. Tietokoneella täytettävä kyselylomake oli suomeksi tai ruotsiksi käännetty versio Peretzin ym. (2008) käyttämästä kyselylomakkeesta. MBEA:n musiikkikysymyksiä täydennettiin paperilomakkeella. Koska kysymyksiä oli paljon, tehtiin summamuuttujia yksinkertaistamaan tulosten analysointia. Summamuuttujien reliabiliteetit ja yksittäisten muuttujien korjatut korrelaatiot summamuuttujiin ovat taulukossa 3.

Tämänhetkisiin musiikkiharrastuksiin liittyvistä muuttujista tehtiin summamuuttuja ”Musiikkiharrastukset” yhdistäen muuttujia paperilomakkeesta ja MBEA-kyselystä (MBEA-kyselyn 5-portaiset muuttujat skaalattiin vastaamaan paperilomakkeen 7-portaista asteikkoa). Paperilomakkeessa kysyttiin erikseen musiikin aktiivista ja passiivista kuuntelemista. Koska passiivinen musiikin kuunteleminen oli vain heikosti yhteydessä muihin musiikkiharrastuksiin, sitä ei laskettu mukaan summamuuttujaan. Musiikin tärkeyttä kysyttiin MBEA-kyselyssä kolmella eri väittämällä, joihin vastattiin kyllä/ei (1/2) sekä paperilomakkeessa kysymyksellä ”Ole hyvä ja arvioi musiikin tärkeyttä päivittäisessä elämässäsi” asteikolla 1-5 (1 = ei lainkaan tärkeä, 5 = hyvin tärkeä). Paperilomakkeen viisiportainen muuttuja skaalattiin asteikolle 1-2. Väittämään ”Musiikki on minulle kuin vieras kieli” vain kaksi koehenkilöä vastasi ”kyllä” eikä tämä muuttuja ollut juurikaan yhteydessä muihin muuttujiin, joten sitä ei laskettu mukaan Musiikin tärkeys-summamuuttujaan.

Itse arvioituun musiikkikorvaan liittyviä asioita selvitettiin MBEA-kyselyssä esimerkiksi kysymyksellä ”Havaitsetko, kun joku laulaa epäviisaisesti?” Viisiportainen ”Tunnistatko hyvin tutun melodian (kuten kansallislaulun) ilman sanoja?” skaalattiin asteikolle 1–2 vastaamaan muita muuttujia. Erillinen Laulutarkkuus-summamuuttuja laskettiin muuttujista, joissa arvioitiin kykyä laulaa nuotilleen. Laulutarkkuus-summamuuttujaan lisättiin myös muuttuja ”Vanhempani, tuttavani tai opettajani on sanonut minun olevan sävelkuuro”, koska voidaan olettaa ulkopuolisen henkilön tekevän tämän arvion nimenomaan laulutaidon perusteella, ja tämä muuttuja oli enemmän yhteydessä itse arvioituun laulutarkkuuteen kuin musiikkikorvaan liittyviin muuttujiin.

Taulukko 3. Summamuuttujat

Summa- muuttuja	Cronbachin Alfa	Muuttujat	Korjattu korrelaatio summamuuttujaan
Musiikki- harrastukset	.67	Kuinka usein kuuntelet musiikkia aktiivisesti (tekemättä mitään muuta samanaikaisesti)? (1-7*)	.31
		Kuinka usein käyt konsertissa? (1-7*)	.60
		Kuinka usein soitat jotakin soitinta? (1-7*)	.58
		Kuinka usein käyt tanssimassa tai harrastat musiikkiliikuntaa (zumba ym.)? (1-7*)	.31
		Laulatko itsekseksi (esimerkiksi autossa tai suihkussa)? (1-5**)	.40
		Laulatko julkisesti (esimerkiksi ystävien kanssa, kuorossa, karaokessa)? (1-5**)	.36
Musiikin tärkeys	.82	Ole hyvä ja arvioi musiikin tärkeyttä päivittäisessä elämässäsi. (1-5)	.59
		Rakastan musiikkia, musiikin kuuntelu on todella nautinnollista. (k/e)	.78
		Kuuntelen musiikkia, mutta pärjään ilmankin, musiikki ei ole minulle kovin tärkeää. (k/e)	.76
Musiikki- korva	.66	Puuttuuko sinulta mielestäsi musiikin taju? (k/e)	.56
		Havaitsetko, kun joku laulaa epäviereisesti? (k/e)	.64
		Havaitsetko, kun joku soittaa väärän nuotin? (k/e)	.57
		Tunnistatko hyvin tutun melodian (kuten kansallislaulun) ilman sanoja? (1-5**)	.62
		En muista lauluja tai melodioita. (k/e)	.66
		En pysty seuraamaan musiikin rytmiä. (k/e)	.65
Laulu- tarkkuus	.80	Laulan epäviereisesti. (k/e)	.65
		En pysty laulaen toistamaan nuottia, joka soitetaan pianolla. (k/e)	.68
		Jos laulan nuotin vierestä: 1 = huomaan ja pystyn korjaamaan sen, 2 = huomaan, mutta en pysty korjaamaan sitä, 3 = en huomaa tai en laula.	.69
		Vanhempani, tuttavani tai opettajani on sanonut minun olevan sävelkuuro. (k/e)	.50

1-7* = en lainkaan/kerran vuodessa/kerran kuukaudessa/2-3 kertaa kuukaudessa/kerran viikossa/2-3 kertaa viikossa/päivittäin

1-5** = en koskaan/harvoin/joskus/usein/hyvin usein

Itsearvion lisäksi pyydettiin arvioimaan perheenjäsenten musiikillisia ongelmia. Perheenjäsenten musiikillisia ongelmia käsittelevistä kysymyksistä laskettiin summa sille, kuinka monella perheenjäsenellä koehenkilö arvioi olevan musiikillisia ongelmia. Lapsuuden musiikkiympäristöä kartoitettiin kahdella kysymyksellä: ”Oliko musiikin kuuntelu tärkeä osa ympäristöäsi? (ennen 11 vuoden ikää)” ja ”Lauloiko äitisi sinulle (esim. unilauluja)?”. Lisäksi koehenkilöt täyttivät paperilomakkeella 21 osiota sisältävän Musiikki mielialan säätelyssä -kyselyn (liite 3; Brief Music in Mood Regulation scale, B-MMR; Saarikallio, painossa), jossa kysytään erilaisia musiikin käyttöön mielialan säätelyssä liittyviä väittämiä 5-portaisella asteikolla (1= täysin eri mieltä, 5= täysin samaa mieltä).

3. Tulokset

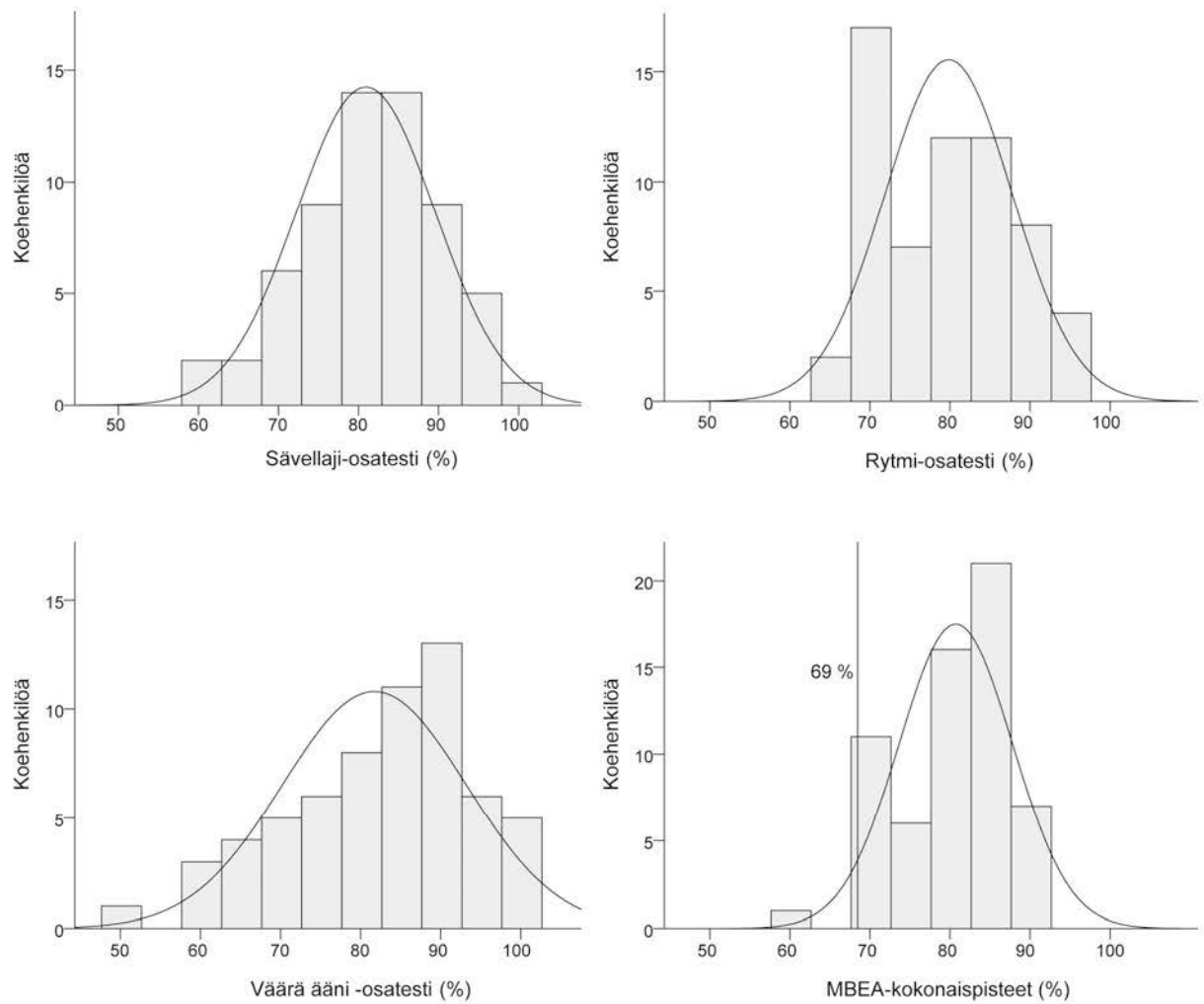
3.1. MBEA:n jakauma ja osatestien yhteydet

MBEA-osatestien oikeiden vastauksien osuuksien vaihteluvälit, keskiarvot ja -hajonnat ovat taulukossa 4. Koko MBEA-suorituksen mittariksi laskettiin osatestien prosenttiosuuksien keskiarvo. Koehenkilöiden keskiarvo MBEA-suoritukselle oli 83.1 % oikeita vastauksia. Kuten aiemmissa tutkimuksissa (Peretz ym., 2003; Peretz ym., 2008), laskettiin ns. katkaisupistemäärä (cut-off) vähentämällä keskiarvosta kaksi keskihajontaa. Katkaisupistemäärän 68.9 % alle jäämistä voidaan siis pitää osoituksena siitä, että henkilöllä on merkittäviä musiikin havaitsemisen ongelmia. MBEA:n osatesteistä laskettiin myös diskriminaatioindeksit (d'). Diskriminaatioindeksien jakaumat ja yhteydet muihin muuttujiin olivat kuitenkin hyvin samanlaiset kuin pistemäärien jakaumat ja yhteydet, joten tulokset raportoidaan yksinkertaisuuden vuoksi käyttäen oikeiden vastausten osuuksia. MBEA:n kokonaispistemäärän ja osatestien pistemäärien jakaumat olivat visuaalisen tarkastelun perusteella lähellä normaalijakaumaa. Kuvassa 4 näkyvät eri osatestien jakaumat sekä koko MBEA:n jakauma. Kuvassa 5 on esitetty MBEA:n osatestien keskinäiset yhteydet, joista vain sävellaji- ja väärä ääni -osatestien korrelaatio oli merkitsevä, $r = .58$, $p < .001$. Rytmiosatestin yhteydet muihin osatesteihin eivät olleet merkitseviä (korrelaatio sävellaji-osatestiin $r = .18$, $p = .163$, väärä ääni-osatestiin $r = .24$, $p = .063$).

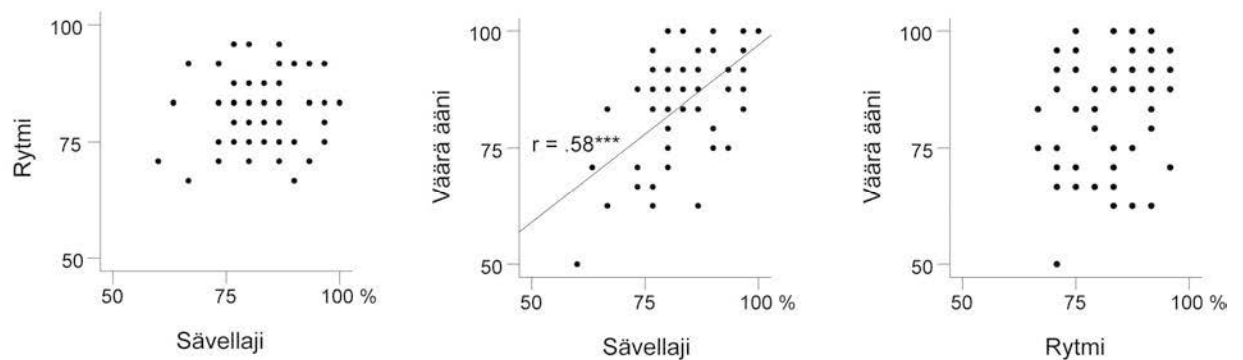
Taulukko 4.

MBEA:n osatestien ja kokonaispisteiden oikeiden vastausten osuuksien vaihteluvälit, keskiarvot ja -hajonnat.

	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Keskihajonta	Katkaisupiste
Sävellaji	18 (60.0 %)	30 (100.0 %)	24.9 (83.0 %)	2.6 (8.7 %)	
Rytmi	16 (66.7 %)	23 (95.8 %)	19.7 (82.2 %)	1.9 (8.0 %)	
Väärä ääni	12 (50.0 %)	24 (100.0 %)	20.2 (84.1 %)	2.7 (11.5 %)	
MBEA yhteensä	47 (60.3 %)	74 (94.9 %)	64.8 (83.1 %)	5.5 (7.1 %)	53.8 (68.9 %)



Kuva 4. MBEA:n osatestien ja kokonaispisteiden jakaumat.



Kuva 5. MBEA-osatestien keskinäiset yhteydet.

3.2. MBEA:n ja muiden havaitsemis- ja muistitestien väliset yhteydet

Taulukossa 5 on esitetty puheen prosodian havaitsemisen testin, visuospatiaalisen havaitsemisen testin, työmuistitestin ja äänenkorkeuden havaitsemisen testin pistemäärien vaihteluvälit, keskiarvot ja -hajonnat. Sekä puheen prosodian että visuospatiaalisen havaitsemisen testin keskimääräiset oikeiden vastausten osuudet olivat hyvin lähellä MBEA:n keskimääräistä suoriutumista (MBEA:n kokonaispisteiden keskiarvo 83 %, taulukko 4). Työmuistitehtävässä suoriutumisen keskiarvo ei poikennut merkittävästi keskimääräisestä suoriutumisesta suomalaisväestössä (keskiarvo 14-15; Wechsler, 2005). Äänenkorkeuden havaitsemisen testissä kaikki koehenkilöt havaitsivat suurimman (62 Hz eli yksi puolisisävelaskel) muutokset sataprosenttisesti, kun taas pienimmistä muutoksista (3 ja 7 Hz) osa koehenkilöistä ei havainnut yhtäkään.

Taulukko 5.

Muiden havaitsemis- ja muistitestien vaihteluvälit, keskiarvot ja -hajonnat

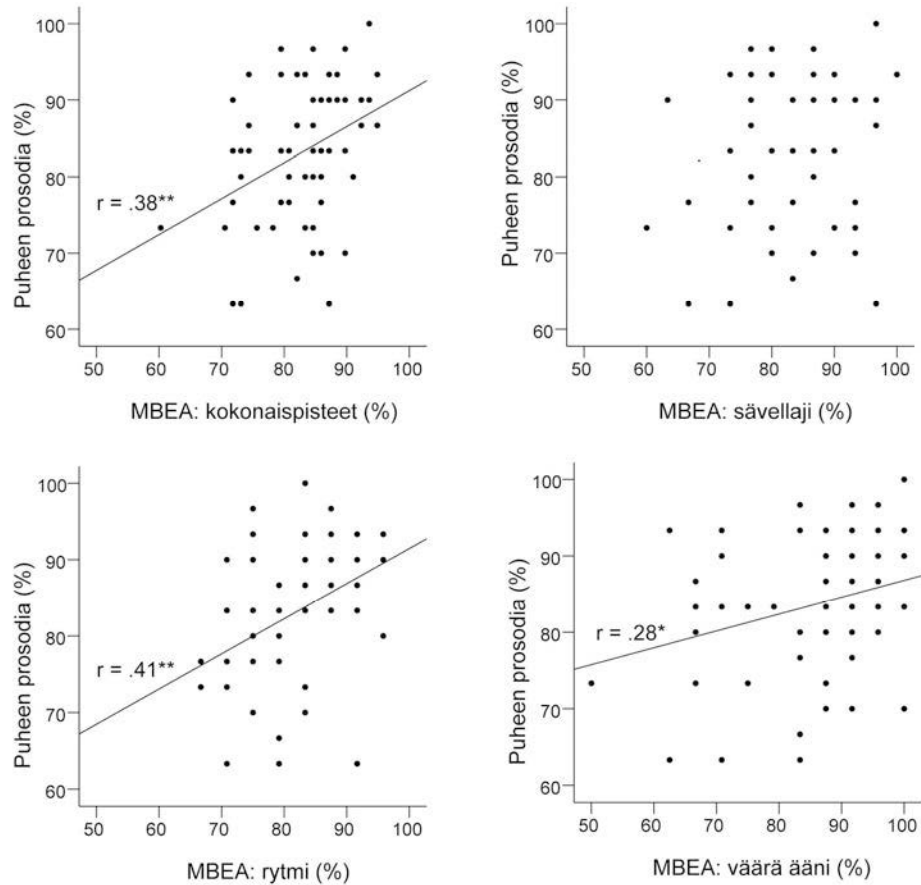
	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Keskihajonta
Puheen prosodian havaitseminen	19 (63 %)	30 (100 %)	25.0 (83 %)	2.7 (9 %)
Visuospatiaalinen havaitseminen	17 (57 %)	30 (100 %)	23.8 (79 %)	2.9 (10 %)
Numerosarjat (työmuisti)	10 (33 %)	22 (73 %)	15.9 (53 %)	3.0 (10 %)
Äänenkorkeuden havaitseminen				
Ei muutosta	13 (33 %)	40 (100 %)	32.5 (81 %)	6.4 (16 %)
Muutos	22 (55 %)	38 (95 %)	30.1 (75 %)	4.5 (11 %)
3 Hz muutos	0 (0 %)	7 (88 %)	2.7 (34 %)	2.1 (26 %)
7 Hz muutos	0 (0 %)	8 (100 %)	4.5 (56 %)	2.0 (25 %)
15 Hz muutos	4 (50 %)	8 (100 %)	7.1 (89 %)	1.0 (13 %)
36 Hz muutos	6 (75 %)	8 (100 %)	7.8 (98 %)	0.4 (0 %)
62 Hz muutos	8 (100 %)	8 (100 %)	8 (100 %)	0 (0 %)
Yhteensä	50 (64 %)	72 (91 %)	60.5 (78 %)	4.4 (6 %)

Taulukko 6.
Havaitsemis- ja muistitestien korrelaatiot MBEA:n kanssa

	MBEA yhteensä	MBEA: sävellaji	MBEA: rytmi	MBEA: väärä ääni
Puheen prosodian havaitseminen	.37**	.19	.41**	.28*
Visuospatiaalinen havaitseminen	.27*	.23+	.27*	.12
Työmuisti (numerosarjat)	.04	.05	.17	-.09
Äänenkorkeuden havaitseminen				
Muutos	.37**	.20	.37**	.30*
Ei muutosta	-.16	-.02	-.17	-.19
Yhteensä	.14	.17	.12	.03

*** $p < .001$. ** $p < .01$. * $p < .05$. + $p < .10$

Puheen prosodian havaitsemisen testipisteet olivat merkitsevästi yhteydessä MBEA-pisteiden kanssa (taulukko 6). Voimakkain yhteys puheen prosodian havaitsemisella oli MBEA:n rytmi-osatestin kanssa. MBEA:n osatestien ja kokonaispisteiden korrelaatiot puheen prosodian havaitsemisen testin kanssa on havainnollistettu visuaalisesti kuvassa 6. Visuospatiaalisen havaitsemisen testin pistemäärä oli lähes merkitsevästi, mutta heikosti yhteydessä sille analogisen sävellaji-osatestin kanssa ($r = .23$, $p = .066$). Lisäksi visuospatiaalisen testin pisteet olivat merkitsevästi yhteydessä MBEA:n rytmi-osatestin ja MBEA-kokonaispisteiden kanssa, mutta myös nämä yhteydet olivat melko heikkoja. Työmuistitestin pisteet eivät olleet merkitsevästi yhteydessä MBEA-pisteisiin. Äänenkorkeuden havaitsemisen testin kokonaispistemäärä ei ollut merkitsevästi yhteydessä MBEA:n kanssa, mutta eroavaisuuksien huomaaminen eli pistemäärä muutoksen sisältävistä osioista oli merkitsevästi yhteydessä MBEA-pisteisiin. Erisuuruisten muutoksien havaitsemisen korrelaatiot MBEA-pisteisiin olivat hyvin samankaltaisia lukuunottamatta puolisävelaskeleen (62 Hz) muutoksia, joista kaikki koehenkilöt saivat täydet pisteet. Puheen prosodian havaitseminen, visuospatiaalinen äänenkorkeuden muutoksien havaitseminen ja työmuistisuoriutumisen eivät olleet keskenään merkitsevästi yhteydessä (taulukko 7).



Kuva 6. MBEA:n kokonaispisteiden ja osatestien yhteydet puheen prosodian havaitsemiseen.

Taulukko 7.

Muiden havaitsemistestien ja työmuistitestin keskinäiset korrelaatiot

Testi	1	2	3
1. Puheen prosodian havaitseminen			
2. Visuospatiaalinen havaitseminen	.05		
3. Äänenkorkeuden havaitseminen muutososioissa	.04	.04	
4. Työmuisti (numerosarjat)	.24+	.11	.08

*** $p < .001$. ** $p < .01$. * $p < .05$. + $p < .10$

3.3. Taustamuuttujien yhteys MBEA-suoritukseen

3.3.1. Sukupuoli, äidinkieli, ikä, koulutus ja itsearvioidut havaitsemis- ja oppimisvaikeudet

Sukupuoli, äidinkieli, itsearvioidut kognitiiviset vaikeudet ja epäillyt tai lievät kuulo-ongelmat eivät olleet merkitsevästi yhteydessä MBEA-pisteisiin (taulukko 8). Raportoitujen kognitiivisten ongelmien määrä oli kuitenkin otoksessa melko pieni, joten potentiaalisia yhteyksiä ei voida kovin luotettavasti sulkea pois muiden kuin matematiikan ongelmien osalta (n = 12). Eri koulutustason tutkinnon saaneiden MBEA-pisteet eivät eronneet toisistaan merkitsevästi eikä myöskään koulutus vuosina ollut merkitsevästi yhteydessä MBEA-suoritukseen, $r = .01$, $p = .45$. Näistä taustamuuttujista ainoastaan eri ikäryhmien välillä oli merkitsevä ero MBEA-pisteiden suhteen.

Taulukko 8.
Taustamuuttujien yhteydet MBEA-pisteisiin

Taustamuuttuja	Ryhmiä suuruus (N)	Ryhmiä MBEA- pisteiden erotuksen t/F-arvo	Ryhmiä MBEA- pisteiden erotuksen merkitsevyys (p)
Sukupuoli (nainen/mies)	41, 21	$t(60) = .58$	.57
Äidinkieli (suomi/ruotsi)	59, 3	$t(60) = .58$	.57
Itsearvioidut kognitiiviset vaikeudet: kyllä/ei (osalta vastaus puuttuu)			
lukemisen ongelmia/lukihäiriö	5, 54	$t(57) = -.01$	.99
tarkkaavaisuusongelmia	5, 54	$t(57) = -.15$	.88
puheongelmia	3, 56	$t(57) = -1.17$	.25
ongelmia matematiikassa	12, 46	$t(56) = -.41$	.69
ongelmia avaruudellisessa			
hahmotuskyvyssä	5, 52	$t(55) = -.79$	.43
muistiongelmia	6, 52	$t(56) = .54$	.59
Käynyt joskus kuulolääkärin vastaanotolla	12, 50	$t(60) = -1.15$	.26
Koulutustaso (keskiaste, alin tai alempi korkea-aste, ylempi korkeakouluaste)	23, 24, 13	$F(2,59) = 2.04$	.14
Ikäryhmä (19-29, 30-39, 40-49, 50-59 vuotta)	17, 14, 12, 19	$F(3,58) = 6.36$	.001

MBEA-suoritus näytti kohoavan 49-vuotiaaksi asti, mutta 50–59-vuotiaiden ryhmä taas suoriutui kaikista heikoiten. Ikäryhmien keskimääräiset suoritukset ovat taulukossa 9. Post-hoc-testi käyttäen Tukey HSD-korjausta osoitti, että 40–49-vuotiaiden suoriutuminen oli merkitsevästi parempi kuin 19–29-vuotiailla, $p = .009$, ja 50–59-vuotiailla, $p = .001$. Ikäryhmällä ei havaittu merkitseviä yhteyksiä muihin testeihin. Ikäryhmän havaittiin myös olevan yhteydessä musiikkikoulutukseen: 50–59-vuotiaista vain 47.4 % oli saanut musiikkikoulutusta, kun muissa ikäryhmissä musiikkikoulutusta saaneiden osuus oli keskimäärin 76.7 %. Yli 50-vuotiaiden ero alle 50-vuotiaisiin oli merkitsevä, $\chi^2 (1, N = 62) = 5.204$, $p = .023$, Cramer's $V = .290$.

Taulukko 9.
Ikäryhmän yhteys MBEA-pisteisiin

Ikäryhmä (vuotta)	Ikäryhmän suuruus (N)	MBEA-pisteiden keskiarvo	MBEA-pisteiden keskihajonta	MBEA-pisteiden keskiarvon 95 % luottamusväli
19-29	17	81.2 %	6.2 %	78.0 - 84.4 %
30-39	14	85.0 %	6.8 %	81.0 - 89.0 %
40-49	12	89.0 %	3.2 %	87.0 - 91.0 %
50-59	19	79.6 %	7.2 %	76.1 - 83.1 %

3.3.2. Musiikkikoulutus, musiikkiharrastukset ja musiikkitaitojen itsearviointi

Taulukossa 9 esitetään eri musiikkikoulutustyyppien yhteydet MBEA-pisteisiin. Jokaista musiikkikoulutusta saaneiden ryhmää verrattiin niihin, jotka eivät olleet saaneet kyseistä musiikkikoulutusta. Ne koehenkilöt, jotka olivat saaneet jonkinlaista musiikkikoulutusta koulun pakollisten musiikkituntien lisäksi, saivat keskimäärin 5.7 % muita paremmat MBEA-pisteet. Musiikkikoulutusta saaneiden ero muihin oli merkittävin väärä ääni- ja sävellaji-osatesteissä, mutta rytmi-osatestin pistemäärään musiikkikoulutus ei ollut merkitsevästi yhteydessä. Eri musiikkikoulutustyypeistä erityisesti musiikkiopistossa tai konservatoriossa opiskelleiden sekä itsenäisesti musiikkia opiskelleiden MBEA-pisteet olivat merkitsevästi muita parempia. Sillä, kuinka kauan musiikkitunteja oli jatkanut, ei havaittu merkitsevää

yhteyttä MBEA-suoritukseen, $r = .19$, $p = .28$. Myöskään se, kuinka turhauttavaksi musiikkikoulutuksen oli kokenut, ei ollut merkitsevästi yhteydessä MBEA –pisteisiin, $r = .17$, $p = .27$.

Taulukko 10.
Musiikkikoulutuksen yhteys MBEA-pisteisiin

Musiikkikoulutus	N	MBEA: kokonaispisteet t(60)	MBEA: sävellaji t(60)	MBEA: rytmi t(60)	MBEA: väärä ääni t(60)
Musiikkikoulutusta: kyllä/ei	42	3.17**	2.16*	1.66	3.00**
Musiikkileikkikoulu ja/tai musiikkiluokka	10	.62	-.00	1.04	.53
Yksityistunnit tai vanhempien kanssa	23	.45	.32	.18	.47
Musiikkiopisto / konservatorio	13	2.70**	1.61	1.76+	2.57*
Itsenäinen musiikkiopiskelu	26	2.37*	2.19*	1.66	1.45

*** $p < .001$. ** $p < .01$. * $p < .05$. + $p < .10$.

Musiikkiharrastuksiin ja musiikkikorvaan liittyvistä summamuuttujista lähes kaikki olivat merkitsevästi yhteydessä MBEA-suoritukseen (taulukko 10). Musiikkiharrastukset sekä Musiikki tunteiden säätelyssä olivat MBEA-kokonaispisteiden lisäksi merkitsevästi yhteydessä rytmi-osatestiin. Itsearvioitu musiikkikorva ja laulutarkkuus taas olivat kokonaispisteiden lisäksi merkitsevästi yhteydessä sävellaji- ja väärä ääni -osatesteihin. Musiikin tärkeys -summamuuttuja ei ollut merkitsevästi yhteydessä MBEA-suoritukseen, mutta sen yksittäisistä muuttujista ”Ole hyvä ja arvioi musiikin tärkeyttä päivittäisessä elämässäsi” oli merkitsevästi yhteydessä rytmi-osatestiin, $r = .46$, $p < .001$. Eri musiikkiharrastukset olivat vaihtelevasti yhteydessä eri osatesteihin. Selkeimpiä yhteyksiä yksittäisten muuttujien ja osatestien välillä olivat julkisen laulamisen yhteys väärä ääni-osatestiin $r = .41$, $p = .001$ ja tanssimisen/musiikkiliikunnan yhteys rytmi-osatestiin, $r = .39$, $p = .002$. Musiikin aktiivinen kuuntelu oli merkitsevästi yhteydessä rytmi-osatestiin, $r = .28$, $p = .026$, mutta ei sävellaji-osatestiin tai väärä ääni-osatestiin.

Taulukko 11.
Musiikkiharrastusten ja itsearvioidun musiikkikorvan summamuuttujien sekä MBEA-pisteiden väliset korrelaatiokertoimet

Summamuuttuja	MBEA: kokonaispisteet	MBEA: sävellaji	MBEA: rytmi	MBEA: väärä ääni
Musiikkiharrastukset	r = .26*	r = .04	r = .31*	r = .26*
Musiikin tärkeys	r = .02	r = -.06	r = .25+	r = -.07
Musiikkikorva	r = .48***	r = .34**	r = .17	r = .52***
Laulutarkkuus	r = .53***	r = .37**	r = .18	r = .58***
Musiikki tunteiden säätelyssä-mittari	r = .26*	r = .12	r = .30*	r = .20

*** p < .001. ** p < .01. * p < .05. + p < .10.

Musiikkikorvan ja laulutarkkuuden summamuuttujat korreloivat myös keskenään merkitsevästi, $r = .49$, $p < .001$. Yksittäisistä muuttujista vahvimmin yhteydessä MBEA-kokonaispisteisiin oli ”Jos laulan nuotin vierestä, 1 = huomaan ja pystyn korjaamaan sen, 2 = huomaan, mutta en pysty korjaamaan sitä, 3 = en huomaa tai en laula”, $r = .55$, $p < .001$. Tämä ja useimmat muut musiikkikorvaan ja laulutarkkuuteen liittyvät muuttujat olivat yhteydessä sävellaji- ja väärä ääni -osatesteihin, mutta eivät rytmi-osatestiin. Ainoa muuttuja, joka oli merkitsevästi yhteydessä kaikkiin osatesteihin, oli ”Tunnistatko hyvin tutun melodian (kuten kansallislaulun) ilman sanoja?” (korrelaatiot sävellaji-osatestiin $r = .29$, $p = .025$, rytmi-osatestiin $r = .31$, $p = .013$, väärä ääni -osatestiin $r = .30$, $p = .017$, kokonaispisteisiin $r = .39$, $p = .002$). Tanssitaitoa mittaavat väittämät ”En osaa tanssia”, $t(60) = -2.40$, $p = .020$ ja ”Jos tanssit, oletko mielestäsi hyvä tanssimaan?”, $r = .36$, $p = .004$, olivat merkitsevästi yhteydessä MBEA:n rytmi-osatestiin, mutta eivät sävellaji- tai väärä ääni-osatesteihin.

Mieltymyksillä eri musiikkityyleihin ja itse arvioidulla musiikin tärkeydellä lapsuuden musiikkiympäristössä ei havaittu merkitseviä yhteyksiä MBEA-suoritukseen. Myöskään perheenjäsenien musiikilliset ongelmat, joita raportoi 38.7 % koehenkilöistä, eivät juurikaan olleet yhteydessä MBEA-suoritukseen: ainoa merkitsevä yhteys oli perheenjäsenten yhteenlaskettujen ongelmien yhteys MBEA:n väärä ääni-osatestiin, $r = -.27$, $p = .038$.

4. Pohdinta

Tutkimuksen tärkeimpänä löydöksenä voidaan pitää musiikin ja puheen prosodian havaitsemisen yhteyttä. Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu viitteitä siitä, että synnyntäiseen amusiaan voi liittyä musiikin lisäksi myös puheen havaitsemisen ongelmia, erityisesti puheen äänenkorkeuden (Patel ym., 2005; Patel ym., 2008a; Jiang ym., 2010; Liu ym., 2010) sekä emotionaalisen prosodian (Thompson, 2007) osalta. Tämän tutkimuksen tulokset antavat tukea hypoteesille, että yhteys musiikin ja puheen havaitsemisen välillä ei rajoitu vain äänenkorkeuden havaitsemiseen, vaan voidaan yleistää koskemaan myös musiikin rytmiä ja puheen prosodiaa yleisemmällä tasolla. Löydetty yhteys koskee myös ”normaalisti” musiikkia havaitsevia eikä ainoastaan musiikin havaitsemisen ongelmista kärsiviä. Koska Montreal Battery of Evaluation of Amusia -testin jakauma havaittiin tässä tutkimuksessa hyvin samanlaiseksi kuin aiemmassa tutkimuksessa kanadalaisilla ja ranskalaisilla koehenkilöillä (Peretz ym., 2008), voidaan MBEA todeta toimivaksi tutkimusvälineeksi suomalaisessa väestössä.

4.1. Yhteys musiikin ja puheen prosodian välillä

Tutkimuksessa löydettiin selvä yhteys musiikin ja puheen prosodian havaitsemisen välillä. Kyky erottaa yhdyssanat ja sanaparit toisistaan oli merkitsevästi yhteydessä sekä rytmisesti että sävelkorkeudeltaan poikkeavien äänien havaitsemiseen musiikissa. Tämä tukee viimeaikaisia tutkimustuloksia, joiden perusteella on esitetty, että musiikin ja puheen havaitsemisen prosesseissa on yhteisiä mekanismeja (Patel, 2008; 2012). Tähän viittaavat tutkimukset sekä amusiasta (Patel ym., 2008a; Thompson, 2007) että afasiasta (Patel ym., 2008b), joissa on havaittu, että häiriöt musiikin tai puheen havaitsemisessa eivät sittenkään rajoitu vain yhteen modalityteettiin. Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu yhteneväisyyksiä erityisesti musiikin ja puheen intonaation havaitsemisen ongelmien välillä (Patel ym., 2005; Patel ym., 2008a; Jiang ym., 2010; Liu ym., 2010). Äänenkorkeus on tärkeä komponentti myös emotionaalisen sisällön ilmaisulle (Juslin & Laukka, 2003; Thompson, 2007). Puheen prosodiassa äänten ajalliset ja äänenvoimakkuuden vaihtelut ovat kuitenkin usein vähintään yhtä tärkeitä kuin äänenkorkeuden vaihtelut. Tässä tutkimuksessa pyrittiin tutkimaan, voiko puheen prosodian havaitsemisella olla yhteys musiikin havaitsemiseen yleisemmällä tasolla kuin ainoastaan äänenkorkeuden havaitsemisen kautta. Puheen prosodian havaitsemista

tutkittiin erityisesti taukojen ja painotuksien havaitsemista vaativalla tehtävällä. Tulokset viittaavat siihen, että myös kyvyt havaita sekä puheen että musiikin rytmiä ovat yhteydessä toisiinsa – puheen prosodian havaitseminen oli musiikin havaitsemisen osatesteistä voimakkaimmin yhteydessä rytmisten poikkeavuuksien havaitsemiseen. Äänten ja taukojen keston ja intensiteetin tarkka havainnointi voi siis olla jossain määrin yhteinen prosessi musiikille ja puheelle. Tärkeä jatkotutkimuksen aihe on tutkia tarkemmin, mitkä puheen prosodian ominaisuudet ja musiikin ominaisuudet ovat yhteydessä toisiinsa.

4.1.1. Rythmi: uusi linkki musiikin ja puheen välillä?

Musiikin ja puheen yhtäläisyyksien tarkasteleminen ajallisen ulottuvuuden osalta on jäänyt tutkimuksessa vähemmälle huomiolle kuin äänenkorkeuden prosessointi. Zatorre ja Gandour (2008) toteavat katsauksessaan puheen ja musiikin havaitsemisen neuraalisen perustan tärkeimmäksi eroksi puheen prosessoinnin enemmän vasemmalla, musiikin taas oikealla aivopuoliskolla. Heidän mukaansa tämä ero kuitenkin saattaa selittyä enemmän puheen ja musiikin akustisten piirteiden eroilla kuin abstraktilla erolla havaitsemisen alueiden välillä – kielelle keskeisiä nopeita ajallisia piirteitä prosessoidaan enemmän vasemmalla, musiikille keskeisiä äänenkorkeuden tarkkoja muutoksia oikealla aivopuoliskolla. Koska äänten ajallisten piirteiden tarkka havainnointi, joka on kielen havaitsemisessa keskeistä, on tärkeää myös musiikin rytmien havaitsemiselle, herää kysymys, voiko musiikin rytmien prosessoinnilla olla tiiviimmät yhteydet puheen prosessointiin kuin musiikin melodisen sisällön prosessoinnilla.

Aivovaurio- ja aivokuvantamistutkimusten perusteella näyttää siltä, että rytmien prosessointiin osallistuvat molemmat aivopuoliskot tasaisemmin kuin melodisen sisällön prosessointiin, jossa oikealla aivopuoliskolla on hallitsevampi rooli (katsauksia: Peretz & Zatorre, 2005; Stewart ym., 2006). Puheen ja musiikin rytmiä on havaittu prosessoitavan ainakin osittain samoilla alueilla. Esimerkiksi musiikin sykkeen havaitsemiselle keskeisten aivojen liikealueiden, kuten pikkuaivojen ja tyvitumakkeiden (Grahn & Brett, 2007) on havaittu olevan tärkeitä myös puheen rytmien havaitsemiselle (Kotz & Schwarze, 2010). Stewart ym. (2006) tuovat katsauksessaan esille, että aivojen liikealueiden keskeisyys musiikin rytmien havaitsemiselle voi tukea hypoteesia ”motorisesta teoriasta” rytmien havaitsemisen kehittymiselle. Tämän teorian mukaan rytmien havaitseminen kehittyy yhdessä sen ilmaisuun

vaadittavan motoriikan kanssa. Alun perin puheen rytmin havaitsemisen motorisen teorian ovat esittäneet Liberman and Mattingly (1985). Puheen ja musiikin kehitysprosessien samankaltaisuus voidaankin nähdä selittävänä tekijänä sille, miksi musiikin ja puheen oppiminen voivat vaikuttaa myös toiseen modaliteettiin (Patel, 2008).

Tässä tutkimuksessa havaittiin, että musiikin rytmisten poikkeavuuksien havaitseminen oli voimakkaammin yhteydessä puheen prosodian havaitsemiseen kuin musiikin melodisten poikkeavuuksien havaitsemiseen. Tämän tuloksen perusteella voi siis esittää hypoteesin, että musiikin rytmin havaitseminen voi olla läheisempi prosessi puheen prosodian kuin musiikin melodisen sisällön havaitsemiselle. Mielenkiintoinen tutkimustulos tämän hypoteesin kannalta on löydetty tutkimalla perinnöllistä puheen artikuloinnin ja muiden kielellisten toimintojen häiriötä kuuluisassa KE-suvussa (Alcock, Passingham, Watkins & Vargha-Khadem, 2000). Tähän kielelliseen häiriöön on havaittu liittyvän mutaatio kielelle erityisenä pidetyssä FOXP2-geenissä (Lai, Fisher, Hurst, Vargha-Khadem & Monaco, 2001). Alcock ym. (2000) havaitsivat, että kielellisestä häiriöstä kärsivillä suvun jäsenillä oli kontrolliryhmää heikommat kyvyt musiikillisen rytmin havaitsemisessa ja tuottamisessa, mutta äänenkorkeuden ja musiikin melodian havaitsemisessa ja tuottamisessa ei havaittu ongelmia. Näin ollen häiriön kieltä ja musiikin rytmiä yhdistävä keskeinen ongelma saattaa olla ajallisen informaation prosessoinnin vaikeus. Mielenkiintoinen jatkotutkimuksen aihe on lisävahvistuksen löytäminen sille, että musiikin melodian ja puheen intonaation prosessoinnissa ja toisaalta puheen ja musiikin rytmin prosessoinnissa on yhteisiä piirteitä. Jatkossa voidaan myös tutkia, voivatko rytmin ja melodian havaitsemisen prosessit joissakin tapauksissa olla toisistaan erillään enemmän kuin puheen ja musiikin havaitsemisprosessit. Tärkeää on myös löytää tarkempia ja monipuolisempia mittareita musiikin ja puheen rytmin havaitsemiselle.

Rytmisten poikkeavuuksien havaitsemisen ei tässä tutkimuksessa havaittu olevan merkitsevästi yhteydessä musiikin melodisen sisällön havaitsemisen kanssa. Tämä tutkimus vahvistaa aiempia tuloksia siitä, että musiikin havaitsemisessa temporaalisen ja melodisen informaation käsittely tapahtuvat jossakin määrin toisistaan erillään. Esimerkiksi aivovauriotutkimuksissa on havaittu, että joillakin aivovauriopotilailla ainoastaan musiikin temporaalisen informaation prosessointi häiriytyy melodisen prosessoinnin säilyessä ennallaan (Di Pietro ym., 2004; Peretz, 1990), joillakin potilailla aivovaurio taas heikentää

ainoastaan melodisen informaation prosessointia (Peretz, 1990; Peretz & Kolinsky, 1993). Synnyinäisten musiikin havaitsemisen ongelmien on useimmissa amusiattutkimuksissa havaittu esiintyvän pääosin melodisen informaation havaitsemisessa (Ayotte ym. 2002; Peretz ym., 2003). Näiden havaintojen perusteella Hyde ja Peretz (2003) ovat esittäneet, että amusiasta kärsivillä havaitut rytmin havaitsemisen vaikeudet saattavat johtua synnyinäisistä äänenkorkeuden havaitsemisen vaikeuksista, jotka ovat vaikeuttaneet yleisesti musiikin rakenteiden omaksumista. Tätä hypoteesia tukee myös Foxtonin, Nandyn ja Griffithsin (2006) tutkimus, jossa todettiin amusiaryhmällä olevan vaikeuksia rytmin havaitsemisessa ainoastaan silloin, kun myös kuultujen äänten sävelkorkeus vaihteli. Toisaalta koehenkilöt heidän tutkimukseensa oli rekrytoitu nuotilleen laulamisen hankaluuksien perusteella. On mahdollista, että tutkimuksissa on koehenkilöiden valikoitumisen vuoksi kiinnitetty enemmän huomiota sävelkorkeuden kuin rytmin havaitsemisen ongelmiin (Stewart, 2008). Synnyinäisten musiikin havaitsemisen ongelmien on havaittu joillakin henkilöillä rajoittuvan selkeästi musiikin rytmin havaitsemiseen (Peretz ym., 2003; Thompson, 2007; Phillips-Silver ym. 2011), ja on myös havaittu synnyinäisten musiikin havaitsemisen ongelmien voivan olla yhteydessä äänten kestojen ja taukojen havaitsemisen ongelmiin tehtävässä, jossa äänenkorkeus ei vaihdellut (Jones ym., 2009a). Näyttää siis siltä, että joillakin henkilöillä musiikin havaitsemisen vaikeudet rajoittuvat vain rytmin tai melodian havaitsemiseen toisen ollessa normaalitasoista. On myös esitetty, että musiikin havaitsemisen vaikeuksien yhteys puheen intonaation heikompaan havaitsemiseen koskee vain tiettyä ryhmää amusiasta kärsiviä, kun taas toisilla puheen havaitsemisen kyvyt ovat normaalitasoisia (Patel ym., 2008a; Thompson, 2007). Koska amusiaa on moderneilla, tarkoilla tutkimusmenetelmillä tutkittu vasta parinkymmenen vuoden ajan, on edelleen suhteellisen epäselvää, mitä amusialla todella tarkoitetaan ja kuinka hetero- tai homogeenisestä häiriöstä on kyse. Näin ollen onkin järkevää tutkia puheen ja musiikin havaitsemisen yhteyksiä myös ”terveillä” koehenkilöillä käyttäen suurempia otoksia, kuten tässä tutkimuksessa tehtiin.

Kuten aiemmissa tutkimuksissa (Hyde & Peretz, 2004; Foxton ym., 2004; Jiang ym., 2011), tässäkin tutkimuksessa havaittiin musiikillisesta kontekstista irrallaan olevien äänten äänenkorkeuden muutosten tarkan havaitsemisen olevan merkittävästi yhteydessä musiikin havaitsemiseen. Tulos ei kuitenkaan ollut täysin selvä, sillä musiikin havaitsemiseen oli yhteydessä ainoastaan äänenkorkeuden muutosten havaitseminen. Niissä osioissa, joissa äänenkorkeus pysyi paikoillaan, suoriutuminen ei ollut yhteydessä musiikin havaitsemisen

testissä suoriutumiseen. Tätä ristiriitaista tulosta voi selittää se, että ne koehenkilöt, jotka havaitsivat äänenkorkeuden hyvin pienetkin muutokset, ovat saattaneet todennäköisemmin kuvitella muutoksia myös niihin osioihin, joissa äänenkorkeus pysyy samana. Tuloksen epäselvyyttä voi selittää myös äänenkorkeuden havaitsemisen testin vaativuus tarkkaavaisuuden kannalta: testiosio alkoi aina heti koehenkilön antaman vastauksen jälkeen ilman taukoa. Koehenkilö on saattanut kokea vastauksen ”ei muutosta” turvallisemmaksi silloin, kun ei ole ehtinyt orientoitua uuden testiosion alkamiseen. Joka tapauksessa tärkeä tulos on se, että äänenkorkeuden muutosten tarkka havaitseminen oli yhteydessä musiikin havaitsemiseen, mutta ei puheen prosodian havaitsemiseen. Näin ollen puheen prosodian ja musiikin havaitsemisen välillä havaittu yhteys perustuu todennäköisemmin äänten ajallisten ja korostuksellisten piirteiden eikä niinkään äänenkorkeuden havaitsemiseen.

4.1.2. Musiikin ja puheen havaitsemisen neuraalinen perusta

Zatorre ja Gandour (2008) esittävät tärkeän huomion siitä, että näkemykset havaitsemisprosessien erillisyydestä ja yhteisyydestä eivät välttämättä ole täysin toisilleen vastakkaisia. Heidän mukaansa näyttää siltä, että puheen ja musiikin akustisten piirteiden prosessointi useimmiten eriytyy niiden ominaisuuksien myötä, mutta toisaalta myös ylemmän tason prosessit, kuten äänten tunnistaminen joko puheeksi tai musiikiksi, voivat vaikuttaa akustisten piirteiden havaitsemiseen alemmalla tasolla. Tällaisiin ylätasoon prosesseihin voi vaikuttaa esimerkiksi se, että puhuu äidinkielenään kieltä, jossa puheen äänenkorkeus vaikuttaa semanttiseen merkitykseen, kuten thai-kieltä tai mandariinikiinaa. Näitä kieliä äidinkielenään puhuvilla oman kielensä äänenkorkeuden prosessointi aktivoi voimakkaasti vasemman ohimolohkon takaosaa (planum temporale), kun taas ihmisillä, jotka eivät puhu esimerkiksi mandariinikiinaa äidinkielenään, mandariinikiinan äänenkorkeuden prosessointi tapahtuu oikealla aivopuoliskolla (Xu ym., 2006). Kielellisten vihjeiden merkitys puheen prosessoinnissa näkyy myös siinä, että synnynäiseen amusiaan on joissakin tutkimuksissa havaittu liittyvän vaikeuksia havaita puheen prosodiaa erityisesti silloin, kun ääniärsykkeestä on karsittu pois puheen kielellinen sisältö (Thompson, 2007; Ayotte ym., 2002). Toisessa ääripäässä musiikillisten kykyjen on havaittu olevan yhteydessä musiikin havaitsemiseen vasemmalla aivopuoliskolla: dikoottisen kuuntelun tutkimuksessa ammattimuusikoilla havaittiin oikean korvan etu samassa musiikin kuuntelun tehtävässä, jossa musiikkikoulutusta saamattomilla henkilöillä havaittiin vasemman korvan etu (Bever & Chiarello, 1974).

Toisaalta musiikillisten kykyjen on havaittu olevan yhteydessä oikean aivopuoliskon korostumiseen puheen foneemien dikoottisessa kuuntelussa (Milovanov, Tervaniemi, Takio & Hämäläinen, 2007), mikä viittaa siihen, että musiikilliset kyvyt ja harjoitus voivat vaikuttaa musiikin lisäksi myös puheen havaitsemisen neuraaliseen perustaan.

Aivokuvantamistutkimuksissa on havaittu sekä musiikin harjoittelun että mandariinikiinan puhumisen voivan vaikuttaa kielen ja musiikin havaitsemisen synnyttämiin aiovasteisiin niille yhteisissä neuraalisissa prosesseissa jo aivorungon tasolla (Wong ym., 2007; Bidelman, Gandour & Krishnan, 2011).

Olennaista musiikin ja puheen havaitsemisessa on siis vuorovaikutus ylä- ja alatason prosessien välillä. Patel (2012) esittää, että osittain ristiriitaiset tulokset musiikin ja puheen erillisyydestä tai yhteneväisyydestä voidaan selittää myös resurssien jakamisen mallilla (resource sharing framework). Tämän mallin mukaan puheella ja musiikilla on erilliset muistiin varastoidut edustukset, joiden vaurioituminen voi johtaa spesifeihin puheen tai musiikin havaitsemisen ongelmiin, mutta samankaltaisissa kognitiivisissa tehtävissä puhe ja musiikki myös jakavat neuraalisia resursseja.

4.2. Musiikin havaitseminen, muisti ja visuospatiaalinen havaitseminen

Muistitoimintojen ei tässä tutkimuksessa havaittu olevan yhteydessä musiikin havaitsemiseen. Koehenkilöiden työmuistikapasiteettia tutkittiin numerosarjatehtävällä ja lisäksi kyselylomakkeessa pyydettiin kertomaan, arvioiko itsellään olevan muistin ongelmia. Näistä kumpikaan ei ollut yhteydessä musiikin havaitsemiseen, mikä oli aiemman tutkimuksen perusteella (Ayotte ym., 2002; Foxton ym., 2004) odotusten mukainen tulos. Työmuistikapasiteetti ei ollut merkittävästi yhteydessä myöskään muihin testituloksiin.

Koska musiikin äänenkorkeuden hahmottamisen voidaan ajatella olevan luonteeltaan spatiaalista, on esitetty hypoteesi siitä, että musiikin havaitsemisella voisi olla yhteyksiä visuospatiaaliseen hahmottamiseen. Tutkimustulokset aiheesta ovat ristiriitaisia (Douglas ja Bilkey, 2007; Tillmann ym., 2010) ja näin ollen aihe kaipaa lisäselvityksiä. Hypoteesia tarkasteltiin tässä tutkimuksessa laatimalla MBEA:n sävellaji-osatestille analoginen visuospatiaalisen havaitsemisen testi. Visuospatiaalisen testin ja tälle analogisen musiikin havaitsemisen testin välinen yhteys oli lähes merkittävä, mutta ei kuitenkaan saavuttanut

merkitsevyyttä eikä yhteyden voimakkuus näyttänyt suurelta. Visuospatiaalisen testin yhteys musiikin havaitsemisen testin yhteispisteisiin oli kuitenkin merkitsevä, vaikka yhteys jäikin melko heikoksi. Peretzin ym. (2008) havaitsemaa yhteyttä itsearvioitujen visuospatiaalisen hahmotuskyvyn ongelmien ja testituloksissa ilmenevien musiikin havaitsemisen ongelmien välillä ei tässä tutkimuksessa havaittu. Tähän tulokseen saattaa kuitenkin vaikuttaa se, että itsearvioitujen visuospatiaalisen hahmottamisen ongelmien määrä oli otoksessa melko pieni. Tulokset eivät siis sulje pois musiikin ja visuospatiaalisen havaitsemisen yhteyden mahdollisuutta varsinkin, kun visuospatiaalisessa testissä suoriutumisen yhteys musiikin havaitsemiseen oli havaittavissa. Kuitenkaan odotettu yhteys analogisten testien välillä ei ollut merkitsevä, mikä viittaa siihen, että yhteys kokonaispisteisiin ei välttämättä liity visuospatiaalisten ja musiikin havaitsemisen kykyjen yhtenevyyteen, vaan voi mahdollisesti selittyä jonkin muun tekijän, kuten tarkkaavaisuuden, avulla. Voidaan myös spekuloida, olisiko tuloksiin saattanut vaikuttaa myös se, että koehenkilöille oltaisiin selvästi kerrottu musiikillisen ja visuospatiaalisen testin olevan toisiaan vastaavia: olisiko tämä voinut vaikuttaa koehenkilöiden yhtenäisempään toimintatapaan näissä testeissä ja ärsykkeiden prosessointiin?

4.3. Internet-pohjainen MBEA: käytettävyys ja jakauman vertailu aiempaan tutkimukseen

Musiikin havaitsemisen ja erityisesti sen ongelmien tutkiminen on jatkuvasti kehittyvä tutkimusala. MBEA (Peretz ym., 2003) on kehitetty erityisesti musiikin havaitsemisen ongelmien, amusian, tunnistamiseen ja tutkimiseen. Tässä tutkimuksessa kuitenkin todettiin MBEA:n toimivuus musiikin havaitsemisen kykyjen mittarina yleisemminkin. Internet-pohjainen MBEA mahdollistaa tutkimuksen tekemisen laajoilla otoksilla ja vähällä vaivalla. Tässä tutkimuksessa testejä tehtiin vaihtelevissa paikoissa, pääosin kirjastoissa ja kodeissa. Jatkotutkimuksia voidaan toteuttaa myös niin, että koehenkilöt tekevät testin itsenäisesti kotonaan internetin kautta. Alkuperäistä lyhyemmässä testissä on toki myös omat heikkoutensa: sillä ei pystytä tutkimaan musiikin havaitsemisen eri osa-alueita yhtä monipuolisesti kuin alkuperäisellä MBEA:lla. Tässäkin tutkimuksessa olisi ollut mielenkiintoista tietää, olisiko puheen prosodian havaitseminen ollut yhteydessä esimerkiksi tahtilajin tunnistamiseen, jota ei internetpohjaisessa MBEA:ssa tutkita.

Peretz ym. (2008) tutkivat tietokoneella tehtävän MBEA:n jakaumaa kanadalaisilla ja ranskalaisilla koehenkilöillä. Heidän tutkimuksessaan alle 40-vuotiaat saivat keskimäärin 88.1 % koko MBEA:n oikeiden vastausten osuudeksi, yli 40-vuotiaat 84.1 %. Tässä tutkimuksessa kaikkien koehenkilöiden keskimääräinen suoriutuminen oli 83.1 %. Amusian raja-arvoksi Peretz ym. (2008) saivat 73.7 % nuoremmilla ja 70.1 % yli 40-vuotiailla. Tässä tutkimuksessa kriittiseksi pistemääräksi saatiin 68.9 %, jonka alle jäi vain yksi koehenkilö. Keskiarvo ja amusian raja-arvo näyttävät hieman Peretzin ym. (2008) vastaavia arvoja heikommilta, mutta tätä selittää testin uudistuminen: Peretz ym. (2008) käyttivät yhtenä osatestinä epäviireisyys-osatestiä, josta koehenkilöt saivat keskimäärin muita osatestejä paremmat pisteet, tässä tutkimuksessa epäviireisyys-osatestin korvasi sävellaji-osatesti, jossa suoriutuminen oli muiden osatestien kanssa samantasoista. Rytmi- ja väärä ääni -osatestit olivat samat tässä ja Peretzin ym. (2008) tutkimuksessa, ja näiden keskiarvot, -hajonnat ja jakauman muodot olivat tutkimusten välillä hyvin samankaltaisia. Koska tietokoneella tehtävä MBEA oli jakaumaltaan tässä otoksessa hyvin samanlainen kuin Peretzin ym. (2008) tutkimuksessa, voidaan heidän tuloksensa MBEA:n luotettavuudesta ja toimivuudesta yleistää koskemaan myös suomalaista väestöä. Tässä tutkimuksessa saatu MBEA:n keskiarvo ei poikkea merkittävästi myöskään alkuperäisen MBEA:n kansainvälisistä normeista (vuoden 2008 päivitettyssä versiossa keskiarvo 86.7 %; <http://www.brams.umontreal.ca/short/MBEA>) eikä mandariinikiinaa äidinkielenään puhuville saadusta keskiarvosta 86.9 % (Nan ym., 2010).

4.4. Taustamuuttujat, musiikkikorvan itsearvio ja musiikin havaitseminen

Peretz ym. (2008) havaitsivat yli 40-vuotiaiden suoriutuvan tietokoneella tehdyssä MBEA:ssa keskimäärin 4.2 % heikommin kuin alle 40-vuotiaiden. Tässäkin tutkimuksessa ikäryhmällä oli merkittävä yhteys suoriutumiseen, mutta suoriutuminen näytti heikentyvän vasta yli 50-vuotiailla ja toisaalta myös nuorin ikäryhmä (19–29-vuotiaat) suoriutui keski-ikäisiä heikommin. Iän ja MBEA-suorituksen välinen yhteys ei siis ollut suoraviivainen, vaan MBEA-suoritus näytti paranevan keski-ikää kohti, kunnes yli 50-vuotiailla se taas oli heikompi. Peretz ym. (2008) arvelivat, että iän yhteys musiikin havaitsemisessa suoriutumiseen saattoi liittyä eroihin musiikkikoulutuksessa. Myös tässä tutkimuksessa nuoremmista ikäryhmistä selvästi suurempi osa oli saanut musiikkikoulutusta kuin yli 50-vuotiaista. Peretzin ym. (2008) tutkimuksessa havaittu ero ikäryhmien välillä oli suurempi kuin tässä tutkimuksessa. Tämä kuitenkin luultavasti selittyy sillä, että tässä tutkimuksessa

vanhin koehenkilö oli 59-vuotias, kun taas Peretzin ym. (2008) tutkimuksen ikäjakauma ulottui jopa 84 ikävuoteen.

Kuten jo aiemmin todettiin, itsearvioitujen muistin tai visuospatiaalisen hahmottamisen ongelmien ei havaittu olevan yhteydessä musiikin havaitsemiseen. Itsearvioitujen lukemisen, tarkkaavaisuuden, puheen tai matematiikan ongelmien ei myöskään havaittu olevan yhteydessä musiikin havaitsemiseen. Useimpia ongelmia kuitenkin raportoitiin niin vähän, että mahdollisia yhteyksiä ei voida kokonaan sulkea pois.

Musiikkikoulutuksella havaittiin merkitsevä yhteys musiikin havaitsemiseen. Erityisesti musiikkikoulutuksella näyttää olevan vaikutusta sävellajista poikkeavien äänien tunnistamiseen, kun taas rytmisten poikkeavuuksien havaitsemiseen ei musiikkikoulutuksella havaittu yhteyttä. Eri musiikkikoulutustyypeistä erityisesti musiikkiopistossa tai konservatoriossa opiskelleet suoriutuivat musiikin havaitsemisen testissä muita paremmin. Myös itsenäisesti musiikkia opiskelleet suoriutuivat muita paremmin musiikin havaitsemisen testissä. Erityisesti itsenäisessä opiskelussa omalla motivaatiolla ja lähtökohtaisilla kyvyillä on suuri merkitys, joten tulos ei ole yllättävä. Tämänhetkisillä musiikkiharrastuksilla oli oletusten mukaisesti merkitsevä yhteys musiikin havaitsemiseen. Musiikkiharrastusten yhteys oli voimakkain rytmisten poikkeavuuksien havaitsemiseen, johon erityisesti tanssimisella ja musiikkiliikunnalla oli merkitsevä yhteys. Julkisella laulamisella oli vahva yhteys sävellajista poikkeavien äänien havaitsemiseen. Tanssimisen ja erityisesti julkisen laulamisen yhteys musiikin havaitsemiseen on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa (Peretz ym., 2008). Musiikin tärkeänä pitäminen ei ollut juurikaan yhteydessä musiikin havaitsemiseen; ainoastaan arvio musiikin tärkeydestä päivittäisessä elämässä oli yhteydessä rytmisten poikkeavuuksien havaitsemiseen. Näyttää siis siltä, että musiikista nauttiminen ja sen tärkeänä pitäminen eivät edellytä tarkkaa sävelkorvaa. Musiikin käyttäminen tunteiden säätelyssä oli kuitenkin voimakkaasti yhteydessä musiikin, erityisesti rytmisten poikkeavuuksien havaitsemiseen. Lapsuuden musiikkiympäristöön liittyvät kysymykset eivät olleet merkitsevästi yhteydessä musiikin havaitsemiseen, kuten myös Cuddy ym. (2005) havaitsivat. Arviot perheenjäsenten musiikillisista ongelmista olivat merkitsevästi yhteydessä sävellajista poikkeavan sävelen havaitsemiseen, mutta yhteys ei ollut kovin voimakas.

Mielenkiintoista on, että erilaisilla musiikkiharrastuksilla, musiikkikoulutuksella ja musiikin käyttämisellä tunteiden säätelyssä näyttää olevan erilaisia yhteyksiä musiikin havaitsemiseen.

Musiikin aktiivisella kuuntelulla ja tähän liittyvällä musiikin käyttämisellä tunteiden säätelyssä oli vahva yhteys rytmisten poikkeavuuksien havaitsemiseen, kun taas esimerkiksi musiikkiopistossa opiskelu oli yhteydessä ainoastaan melodisen sisällön havaitsemiseen. Samankaltaisen tuloksen saivat myös Cuddy ym. (2005), jotka tutkivat musiikkiin liittyvien taustatekijöiden yhteyksiä MBEA-suoritukseen. Heidän tutkimuksessaan "kuunteluasenteet" (listening attitudes) olivat merkitsevästi yhteydessä pulssi (meter)- ja muisti (memory)-osatesteihin, kun taas musiikillinen koulutus oli vahvemmin yhteydessä melodisen sisällön havaitsemiseen.

Itsearvioitujen kyvyt havaita ja muistaa musiikkia tarkasti ja itsearvioitu kyky laulaa nuotilleen olivat molemmat vahvasti yhteydessä musiikin havaitsemiseen. Kuten aiemmassakin tutkimuksessa, nyt havaittiin, että ei-muusikoiden oma arvio musiikkikyvyistä on yleensä oikean suuntainen (Peretz ym., 2003). Tässä tutkimuksessa 14.5 % koehenkilöistä vastasi "kyllä" kysymykseen "Puuttuuko sinulta mielestäsi musiikin taju?", mutta suurin osa näistä henkilöistä suoriutui musiikin havaitsemisen testistä normaalilla tasolla. Tämä on hyvin samankaltainen tulos kuin Cuddy ym. (2005) tutkimuksessa, jossa 17 % koehenkilöistä arvioi itsensä "sävelkuuroksi" (tone-deaf).

Musiikkikorvan ja laulutarkkuuden arviot olivat melko voimakkaasti yhteydessä toisiinsa: tässä tutkimuksessa siis toistui aiemmissa kyselytutkimuksissa tehty havainto siitä, että "sävelkuurouden" ("tone-deafness") ajatellaan usein liittyvän voimakkaasti heikkoon kykyyn laulaa nuotilleen (Cuddy ym., 2005; Sloboda ym., 2005). Tällä ajatuksella näyttää olevan myös totuus pohjaa, koska itsearvioitu laulutarkkuus oli tässä tutkimuksessa lähes täsmälleen yhtä vahvasti yhteydessä musiikin havaitsemiseen kuin itsearvioitu musiikkikorva. Myös Cuddy ym. (2005) mittasivat koehenkilöidensä laulutarkkuutta ja havaitsivat tämän kyvyn todella olevan yhteydessä musiikin havaitsemiseen, vaikka toisaalta on havaittu myös epätarkan laulamisen (poor-pitch singing) esiintyvän usein ilman äänenkorkeuden havaitsemisen ongelmia (Pfordresher & Brown, 2007).

Musiikkikorvan ja laulutarkkuuden yhteydet musiikin havaitsemiseen olivat vahvemmat sävelkorkeudeltaan poikkeavien sävelten kuin rytmisten poikkeavuuksien huomaamisen osalta. Itsearvioitu tanssitalo taas oli voimakkaammin yhteydessä rytmisten poikkeavuuksien havaitsemiseen. Myös aiemmassa tutkimuksessa on havaittu "sävelkuuroksi" (tone-deaf) itsensä arvioimisen olevan selvästi vahvemmin yhteydessä melodisen sisällön kuin rytmien

havaitsemiseen (Cuddy ym., 2005). Aiemmassa tutkimuksessa Peretz ym. (2008) havaitsivat yhdeksi parhaiten amusiasta kärsivät muista erottavaksi muuttujan ”I cannot recognize tunes without the help of lyrics”. Tässä tutkimuksessa ”Tunnistatko hyvin tutun melodian (kuten kansallislaulun) ilman sanoja?” osoittautui ainoaksi muuttujaksi, joka oli merkitsevästi yhteydessä kaikkiin kolmeen musiikin havaitsemisen osatestiin.

4.5. Tutkimuksen rajoitteet

Koehenkilöistä 63 % oli suorittanut korkea-asteen tutkinnon. Tämä on vielä korkeampi osuus kuin Peretzin ym. (2008) tutkimuksessa, jossa 43 % koehenkilöistä oli suorittanut yliopistotutkinnon. Verrattuna suomalaiseen väestöön otos oli siis jonkin verran vinoutunut: korkea-asteen tutkinnon suorittaneet olivat yliedustettuna ja vain perusasteen tutkinnon suorittaneet puuttuivat otoksesta täysin. Otoksen sisällä koulutusaste tai koulutusvuodet eivät kuitenkaan olleet merkitsevästi yhteydessä MBEA:ssa tai muissa testeissä suoriutumiseen.

Koska tutkimuksessa havaittiin selkeä yhteys erityisesti musiikin rytmin ja puheen prosodian havaitsemisen välillä, voidaan tutkimuksen rajoitteeksi katsoa myös se, ettei musiikin ja puheen rytmin havaitsemista tutkittu monipuolisemmin. Tässä tutkimuksessa käytetty musiikin rytmin havaitsemisen tehtävä mittasi enemmän musiikin pulssin kuin yksityiskohtaisten rytmisten kuvioiden havaitsemista. Jatkossa on tärkeää tutkia myös sitä, voiko samankaltainen yhteys puheen prosodian havaitsemiseen olla muunlaisilla musiikin rytmin havaitsemisen tehtävillä. Toisaalta myös puheen prosodian yhteyksiä musiikkiin on tärkeää tutkia tarkemmin erilaisten ominaisuuksien osalta: millä tavoin prosodian havaitsemisen yhteys musiikin havaitsemiseen muuttuu, kun tarkkailun kohteena on puheen ajallinen rakenne, äänenvoimakkuus tai äänenkorkeus?

4.6. Yhteenveto

Tämän tutkimuksen päätulokseksi voidaan todeta puheen prosodian havaitsemisen yhteys musiikin havaitsemiseen. Aiemmin on todettu puheen emotionaalisen prosodian havaitsemisen (Thompson, 2007) ja väite- ja kysymyslauseiden erottamisen (Patel ym., 2005; Patel ym., 2008a; Jiang ym., 2010; Liu ym., 2010) olevan yhteydessä musiikin havaitsemiseen. Suomenkielisten yhdyssanojen ja erillisten sanaparien erottamisen yhteys

musiikin havaitsemiseen täydentää näitä tuloksia viitaten siihen, että puheen ja musiikin havaitseminen voivat olla yhteydessä toisiinsa yleisemmällä tasolla kuin vain äänenkorkeuden havaitsemisen kautta. Tähän viittaa myös se, että äänenkorkeuden muutoksien tarkan erottamiskyvyn havaittiin olevan yhteydessä musiikin havaitsemiseen, mutta ei puheen prosodian havaitsemiseen.

Johdannossa esittämäni hypoteesin mukaisesti tästä tutkimuksesta saatiin tukea näkemykselle siitä, että musiikin havaitsemisella on yhteyksiä muihin havaitsemisen osa-alueisiin. Musiikin ja puheen prosodian havaitsemisen välisen yhteyden lisäksi myös visuospatiaalisen havaitsemisen yhteys musiikin havaitsemiseen oli lähellä merkitsevyyttä. Näin ollen voidaan sanoa, että tutkimus tukee enemmän Patelin (2008) näkemystä musiikin ja puheen yhtäläisyyksistä ja mahdollisesta yhteisestä kehityksestä evoluutiossa kuin Peretzin ja Coltheartin (2003) näkemystä musiikista omana havaitsemisen moduulinaan. Toisaalta nämä näkemykset eivät välttämättä ole toisilleen vastakkaiset. Kuten Zatorre ja Gandour (2008) esittävät, puheen ja musiikin akustisten piirteiden prosessointi useimmiten eriytyy enemmän niiden ominaisuuksien myötä kuin siksi, että kyseessä olisivat täysin erilliset havaitsemisen moduulit. Tätä aiemmassa tutkimuksessa havaittua periaatetta tukee myös tämän tutkimuksen tulos siitä, että musiikin rytmisten poikkeavuuksien havaitseminen oli merkitsevästi yhteydessä puheen prosodian havaitsemiseen, mutta ei sävellajista poikkeavien äänien havaitsemiseen musiikissa.

Kuten Patel (2008) toteaa, puheella ja musiikilla on äänenkorkeuden lisäksi tärkeitä yhtäläisyyksiä myös ajallisen informaation, rytmin, käsittelyssä. Puheen prosodian havaitseminen olikin musiikin osa-alueista voimakkaimmin yhteydessä musiikin rytmin poikkeavuuksien havaitsemiseen. Musiikin rytmisten ja melodisten poikkeavuuksien havaitseminen eivät tässä tutkimuksessa olleet merkitsevästi yhteydessä toisiinsa, kuten myös esimerkiksi Peretz ym. (2003) havaitsivat. Myös monet musiikkiin liittyvät taustamuuttujat olivat yhteydessä eri tavoin rytmin ja melodisen sisällön havaitsemiseen: esimerkiksi musiikkiopistossa opiskelu oli merkitsevästi yhteydessä melodisen sisällön havaitsemiseen, musiikin aktiivinen kuuntelu taas rytmisen sisällön havaitsemiseen. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voidaan esittää jatkotutkimukselle hypoteesi siitä, voivatko rytmin ja melodian havaitsemisen prosessit joissakin tapauksissa olla toisistaan erillään enemmän kuin puheen ja musiikin havaitsemisprosessit. Tärkeä jatkotutkimuksen aihe on selvittää

tarkemmin, mitkä puheen prosodian ominaisuudet saivat aikaan havaitun yhteyden ja voidaanko vastaavia yhteyksiä löytää myös muunlaisilla puheen prosodian havaitsemisen tehtävillä. Uudenlaisia puheen ja musiikin havaitsemisen yhtymäkohtia voidaan selvittää myös tutkimalla esimerkiksi rap-musiikkia, jossa nämä kaksi kommunikaation muotoa yhdistyvät nimenomaan rytmin ollessa keskeinen yhdistävä tekijä.

Lähteet

- Abrams, D. A., Bhatara, A., Ryali, S., Balaban, E., Levitin, D. J. & Menon, V. (2011). Decoding temporal structure in music and speech relies on shared brain resources but elicits different fine-scale spatial patterns. *Cerebral Cortex*, 21, 1507–1518.
- Alcock, J. A., Passingham, R. E., Watkins, K. & Vargha-Khadem, F. (2000). Pitch and timing abilities in inherited speech and language impairment. *Brain and Language*, 75, 34–46.
- Alossa, N. & Castelli, L. (2009). Amusia and musical functioning. *European Neurology*, 161, 269–277.
- Ayotte, J., Peretz, I. & Hyde, K. (2002). Congenital amusia: A group study of adults afflicted with a music-specific disorder. *Brain*, 125, 238–251.
- Basso, A. & Capitani, E. (1985). Spared musical abilities in a conductor with global aphasia and ideomotor apraxia. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 48, 407–412.
- Bever, T. G. & Chiarello, R. J. (1974). Cerebral dominance in musicians and nonmusicians. *Science*, 185, 537–539.
- Bidelman, G. M., Gandour, J. T. & Krishnan, A. (2011). Cross-domain effects of music and language experience on the representation of pitch in the human auditory brainstem. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 425–434.
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10, 433–436.
- Brochard, R., Dufour, A. & Després, O. (2004). Effect of musical expertise on visuospatial abilities: Evidence from reaction times and mental imagery. *Brain and Cognition*, 54, 103–109.
- Brown, S., Martinez, M. J. & Parsons, L. M. (2006). Music and language side by side in the brain: A PET study of the generation of melodies and sentences. *European Journal of Neuroscience*, 23, 2791–2803.
- Cuddy, L. L., Balkwill, L-L., Peretz, I. & Holden, R. R. (2005). A study of “tone deafness” among university students. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 311–324.
- Dalla Bella, S., Giguère, J. & Peretz, I. (2009). Singing in congenital amusia. *Journal of the Acoustical Society of America*, 126: 414–424.
- Dalla Bella, S. & Peretz, I. (2003). Congenital amusia interferes with the ability to synchronize with music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 166–169.
- Dalla Bella, S. & Peretz, I. (1999). Music agnosias: selective impairments of music recognition after brain damage. *Journal of New Music Research*, 28, 209–216.
- Dege, F. & Schwarzer, G. (2011). The effect of a music program on phonological awareness in preschoolers. *Frontiers in Psychology*, 2, 124. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00124.
- Di Pietro, M., Laganaro, M., Leemann, B. & Schnider, A. (2004). Receptive amusia: temporal auditory processing deficit in a professional musician following a left temporo-parietal lesion. *Neuropsychologia*, 42, 868–877.
- Douglas, K. M., & Bilkey, D. K. (2007). Amusia is associated with deficits in spatial processing. *Nature Neuroscience*, 10, 915–921.
- Drake, C. (1998). Psychological processes involved in the temporal organization of complex auditory sequences: universal and acquired processes. *Music Perception*, 16, 11–26.
- Foxton, J. M., Dean, J. L., Gee, R., Peretz, I. & Griffiths, T. D. (2004). Characterisation of deficits in pitch perception underlying ‘tone deafness.’ *Brain*, 127, 801–810.

- Foxton, J. M., Nandy, R. K. & Griffiths, T. D. (2006). Rhythm deficits in 'tone deafness'. *Brain and Cognition*, 62, 24–29.
- Friederici, A. D. & Alter, K. (2004). Lateralization of auditory language functions: a dynamic dual pathway model. *Brain and Language*, 89, 267–276.
- Gosselin, N., Jolicoeur, P. & Peretz, I. (2009). Impaired memory for pitch in congenital amusia. *Annals of the New York Academy of Science*, 1169, 270–272.
- Gordon, R. L., Magne, C. L. & Large, E. W. (2011). EEG correlates of song prosody: A new look at the relationship between linguistic and musical rhythm. *Frontiers in Psychology*, 2, 352. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00352.
- Grahn, J. A. & Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *Journal of cognitive neuroscience*, 19, 893–906.
- Griffiths, T. D., Rees, A., Witton, C., Cross, P. M., Shakir, R. A. & Green, G. G. (1997). Spatial and temporal auditory processing deficits following right hemisphere infarction: A psychophysical study. *Brain*, 120, 785–794.
- Henry, M. J. & McAuley, J. D. (2010). On the prevalence of congenital amusia. *Music Perception*, 27, 413–417.
- Hyde, K. & Peretz, I. (2004). Brains that are out of tune but in time. *Psychological Science*, 15, 356–360.
- Jiang, C., Hamm, J. P., Lim, V. K., Kirk, I. J. & Yang, Y. (2011). Fine-grained pitch discrimination in congenital amusics with Mandarin Chinese. *Music Perception*, 28, 519–526.
- Jiang, C., Hamm, J. P., Lim, V. K., Kirk, I. J. & Yang, Y. (2010). Processing melodic contour and speech intonation in congenital amusics with Mandarin Chinese. *Neuropsychologia*, 48, 2630–2639.
- Jones, L. J., Lucker, J., Zalewski, C., Brewer, C. & Drayna, D. (2009b). Phonological processing in adults with deficits in musical pitch recognition. *Journal of Communication Disorders*, 42, 226–234.
- Jones, L. J., Zalewski, C., Brewer, C., Lucker, J. & Drayna, D. (2009a). Widespread auditory deficits in tune deafness. *Ear & Hearing*, 30, 63–72.
- Juslin, P. N. & Laukka, P. (2003). Communication of emotions in vocal expression and music performance: Different channels, same code? *Psychological Bulletin*, 129, 770–814.
- Kalmus, H. & Fry, D. B. (1980). On tune deafness (dysmelodia): frequency, development, genetics and musical background. *Annals of Human Genetics*, 43, 369–82.
- Knösche, T. R., Neuhaus, C., Haueisen, J., Alter, K., Maess, B., Witte, O. W. & Friederici, A. D. (2005). Perception of phrase structure in music. *Human Brain Mapping*, 24, 259–273.
- Koelsch, S., Gunter, T. C., van Cramon, D. Y., Zysset, S., Lohmann, G. & Friederici, A. D. (2002). Bach speaks: A cortical "language-network" serves the processing of music. *NeuroImage*, 17, 956–966.
- Kotz, S. A. & Schwartz, M. (2010). Cortical speech processing unplugged: a timely subcortico-cortical framework. *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 392–399.
- Lai, C. S., Fisher, S. E., Hurst, J. A., Vargha-Khadem, F. & Monaco, A. P. (2001). A forkhead-domain gene is mutated in a severe speech and language disorder. *Nature*, 413, 519–523.
- Lieberman, A. M. & Mattingly, I. G. (1985). The motor theory of speech perception revised. *Cognition*, 21, 1–36.
- Liu, F., Patel, A. D., Fourcin, A. & Stewart, L. (2010). Intonation processing in congenital amusia: discrimination, identification and imitation. *Brain*, 133, 1682–1693.

- Loui, P., Guenther, F. H., Mathys, C. & Schlaug, G. (2008). Action–perception mismatch in tone-deafness. *Current Biology*, 18, 331–332.
- Mendez, M. (2001). Generalized auditory agnosia with spared music recognition in a left-hander. Analysis of a case with a right temporal stroke. *Cortex*, 37, 139–150.
- Milovanov, R. & Tervaniemi, M. (2011). The interplay between musical and linguistic aptitudes: a review. *Frontiers in Psychology*, 2, 321. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00321.
- Milovanov, R., Tervaniemi, M., Takio, F. & Hämäläinen, H. (2007). Modification of dichotic listening (DL) performance by musico-linguistic abilities and age. *Brain Research*, 1156, 168–173.
- Mithen, S. (2005). *The singing neanderthals: the origins of music, language, mind and body*. Cambridge: Harvard University Press.
- Moreno, S., Marques, C., Santos, A., Santos, M., Castro, S. L. & Besson, M. (2009). Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: more evidence for brain plasticity. *Cerebral Cortex*, 19, 712–723.
- Nan, Y., Sun, Y. & Peretz, I. (2010). Congenital amusia in speakers of a tone language: association with lexical tone agnosia. *Brain*, 133, 2635–2642.
- Nooteboom, S. (1997). *The prosody of speech: Melody and rhythm*. Teoksessa W. J. Hardcastle & J. Laver (Toim.), *The handbook of phonetic sciences*. Oxford: Blackwell.
- O’Halpin, R. (2010). *The perception and production of stress and intonation by children with cochlear implants*. Väitöskirja, University College London. <http://eprints.ucl.ac.uk/20406/>.
- Patel, A.D. (2012). *Language, music, and the brain: a resource-sharing framework*. Teoksessa P. Rebuschat, M. Rohrmeier, J. Hawkins & I. Cross (Toim.), *Language and music as cognitive systems*. Oxford: Oxford University Press.
- Patel, A. D. (2008). *Music, language, and the brain*. New York: Oxford University Press.
- Patel, A. D. (2005). The relationship of music to the melody of speech and to syntactic processing disorders in aphasia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 59–70.
- Patel, A.D., Foxton, J.M. & Griffiths, T. D. (2005). Musically tone-deaf individuals have difficulty discriminating intonation contours extracted from speech. *Brain and Cognition*, 59, 310–313.
- Patel, A. D., Gibson, E., Ratner, J., Besson, M. & Holcomb, P. J. (1998). Processing syntactic relations in language and music: An event-related potential study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10, 717–733.
- Patel, A. D., Iversen, J. R., Wassenaar, M. & Hagoort, P. (2008b). Musical syntactic processing in agrammatic Broca’s aphasia. *Aphasiology*, 22, 776–789.
- Patel, A. D., Wong, M., Foxton, J., Lochy, A. & Peretz, I. (2008a). Speech intonation perception deficits in musical tone deafness (congenital amusia). *Music Perception*, 25, 357–368.
- Patston, L. L. M., Corballis, M. C., Hogg, S. L. & Tippett, L. J. (2006). The neglect of musicians: Line bisection reveals an opposite bias. *Psychological Science*, 17, 1029–1031.
- Peretz, I. (1990). Processing of local and global musical information by unilateral brain-damaged patients. *Brain*, 113, 1185–1205.
- Peretz, I., Champod, S. & Hyde, K. (2003). Varieties of musical disorders: the Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 58–75.
- Peretz, I. & Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, 6, 688–691.

- Peretz, I., Gosselin, N., Tillmann, B., Cuddy, L. L., Gagnon, B., Trimmer, C. G., Paquette, S. & Bouchard, B. (2008). On-line identification of congenital amusia. *Music Perception*, 25, 331–343.
- Peretz, I. & Hyde, K. L. (2003). What is specific to music processing? Insights from congenital amusia. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 336–362.
- Peretz, I. & Kolinsky, R. (1993). Boundaries of separability between melody and rhythm in music discrimination: a neuropsychological perspective. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46A, 301–325.
- Peretz, I., Kolinsky, R., Tramo, M., Labrecque, R., Hublet, C., Demeurisse, G. & Belleville, S. (1994). Functional dissociations following bilateral lesions of auditory cortex. *Brain*, 117, 1283–1301.
- Peretz, I. & Zatorre, R. J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89–114.
- Pfordresher, P. Q. & Brown, S. (2007). Poor-pitch singing in the absence of “tone deafness”. *Music Perception*, 25, 95–115.
- Phillips-Silver, J., Toiviainen, P., Gosselin, N., Piché, O., Nozaradana, S., Palmera, C. & Peretz, I. (2011). Born to dance but beat deaf: A new form of congenital amusia. *Neuropsychologia*, 49, 961–69.
- Pinker, S. (1997). *How the mind works*. Lontoo: Allen Lane.
- Rusconi, E., Kwan, B., Giordano, B.L., Umiltà, C. & Butterworth, B. (2006). Spatial representation of pitch height: the SMARC effect. *Cognition*, 99, 113–129.
- Saarikallio, S. (painossa). Development and validation of the Brief Music in Mood Regulation scale (B-MMR). *Music Perception*.
- Schellenberg, E.G. & Trehub, S.E. (1996) Natural musical intervals: Evidence from infant listeners. *Psychological Science*, 7, 272–277.
- Schneider, P., Scherg, M., Dosch, H. G., Specht, H. J., Gutschalk, A. & Rupp, A. (2002). Morphology of Heschl’s gyrus reflects enhanced activation in the auditory cortex of musicians. *Nature Neuroscience*, 5, 688–694.
- Shahin, A. J. (2011). Neuropsychological influence of musical training on speech perception. *Frontiers in Psychology*, 2, 126. doi: 10.3389/fpsyg.2011.00126.
- Sloboda, J.A., Wise, K. J. & Peretz, I. (2005). Quantifying tone deafness in the general population. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 255–261.
- Steinhauer, K., Alter, K. & Friederici, A. D. (1999). Brain potentials indicate immediate use of prosodic cues in natural speech processing. *Nature Neuroscience*, 2, 191–196.
- Stewart, L. (2008). Fractionating the musical mind: insights from congenital amusia. *Current Opinion in Neurobiology*, 18, 127–130.
- Stewart, L., von Kriegstein, K, Warren, J. D. & Griffiths, T. D. (2006). Music and the brain: disorders of musical listening. *Brain*, 129, 2533–2553.
- Stewart, L. & Walsh, V. (2007). Music perception: sounds lost in space. *Current Biology*, 17, R892–R893.
- Thompson, W. F. (2007). Exploring variants of amusia: tone deafness, rhythm impairment, and intonation insensitivity. Teoksessa E. Schubert, K. Buckley, R. Elliott, B. Koboroff, J. Chen & C. Stevens (Toim.), *Proceedings of the international conference on music communication science*. Sydney: HCSNet.
- Thompson, W. F., Schellenberg, E. G. & Husain, G. (2004). Decoding speech prosody: Do music lessons help? *Emotion*, 4, 46–64.

- Tillmann, B., Janata, P. & Bharucha, J. J. (2003). Activation of the inferior frontal cortex in musical priming. *Cognitive Brain Research*, 16, 145–161.
- Tillmann, B., Jolicoeur, P., Ishihara, M., Gosselin, N., Bertrand, O., Rossetti, Y. & Peretz, I. (2010). The amusic brain: Lost in music, but not in space. *PLoS ONE*, 5, e10173.
- Tillmann, B., Schulze, K. & Foxton, J. M. (2009). Congenital amusia: A short-term memory deficit for non-verbal, but not verbal sounds. *Brain and Cognition*, 71, 259–264.
- Torppa, R., Faulkner, A., Vainio, M. & Järvikivi, J. (2010). Acquisition of focus by normal hearing and cochlear implanted children: the role of musical experience. *Proceedings of the 5th international conference on speech prosody*. Chicago.
- Trehub, S. E. (2001). Musical predispositions in infancy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 1–16.
- Trehub, S. E., Schellenberg, E. G. & Kamenetsky, S. B. (1999). Infants' and adults' perception of scale structure. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 965–975.
- Wagner, A. D., Paré-Blagoev, E. J., Clark, J. & Poldrack, R. A. (2001). Recovering meaning: Left prefrontal cortex guides controlled semantic retrieval. *Neuron*, 31, 329–338.
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler adult intelligence scale – third edition*. New York: Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2005). *Wechsler adult intelligence scale – third edition, käsikirja*. Helsinki: Psykologien Kustannus Oy.
- Williamson, V. J., McDonald, C., Deutsch, D., Griffiths, T. D. & Stewart, L. (2010). Faster decline of pitch memory over time in congenital amusia. *Advances in Cognitive Psychology*, 6, 15–22.
- Wong, P. C., Skoe, E., Russo, N. M., Dees, T. & Kraus, N. (2007). Musical experience shapes human brainstem encoding of linguistic pitch patterns. *Nature Neuroscience*, 10, 420–422.
- Xu, Y., Gandour, J., Talavage, T., Wong, D., Dziedzic, M., Tong, Y., Li, X. & Lowe, M. (2006). Activation of the left planum temporale in pitch processing is shaped by language experience. *Human Brain Mapping*, 27, 173–183.
- Zatorre, R. J. & Baum, S. R. (2012). Musical melody and speech intonation: singing a different tune. *PLoS Biology*, 10, e1001372. doi: 10.1371/journal.pbio.1001372.
- Zatorre, R. J., Belin, P. & Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 37–46.
- Zatorre, R. J. & Gandour, J. T. (2008). Neural specializations for speech and pitch: Moving beyond the dichotomies. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 1087–1104.

Liitteet

Liite 1. Musiikkiin liittyvät taustatietokysymykset MBEA:n yhteydessä

Musiikki arkielämässäsi

1. Kuunteletko musiikkia (muuten kuin tilanteissa, joissa se on välttämätöntä)? (1-5)*
2. Laulatko itsekseksi (esimerkiksi autossa tai suihkussa)? (1-5)*
3. Laulatko julkisesti (esimerkiksi ystävien kanssa, kuorossa, karaokessa)? (1-5)*
4. Tanssitko? (1-5)*
Jos tanssit, oletko mielestäsi hyvä tanssimaan? (1-5: huono - erittäin hyvä)
5. Tunnistatko hyvin tutun melodian (kuten kansallislaulun) ilman sanoja? (1-5)*
6. Pitävätkö seuraavat lauseet paikkansa sinun kohdallasi: (kyllä/ei)
Rakastan musiikkia, musiikin kuuntelu on todella nautinnollista.
Musiikki on minulle kuin vieras kieli.
Kuuntelen musiikkia, mutta pärjään ilmankin, musiikki ei ole minulle kovin tärkeää.

Musiikkikorvasi

1. Puuttuuko sinulta mielestäsi musiikin taju? (kyllä/ei)
2. Jos vastasit kyllä, millä perusteella?
3. Havaitsetko, kun joku laulaa epävireisesti? (kyllä/ei)
4. Havaitsetko, kun joku soittaa väärän nuotin? (kyllä/ei)
5. Pitävätkö seuraavat lauseet paikkansa sinun kohdallasi: (kyllä/ei)
Laulan epävireisesti
En osaa tanssia
En muista lauluja tai melodioita
En pysty laulaen toistamaan nuottia, joka soitetaan pianolla
Vanhempani, tuttavani tai opettajani on sanonut minun olevan sävelkuuro
En pysty seuraamaan musiikin rytmiä
6. Jos laulan... (valitse yksi)
Huomaan, jos laulan nuotin vierestä ja pystyn korjaamaan sen
Huomaan, jos laulan nuotin vierestä, mutta en pysty korjaamaan sitä
En huomaa laulavani nuotin vierestä, ellei joku huomauta siitä minulle
En laula

Musiikki lapsuudessasi: millaisessa musiikillisessa ympäristössä kasvoit ennen 11 vuoden ikää (perhe, kulttuuriympäristö, koulu ym.)?

1. Oliko musiikin kuuntelu tärkeä osa ympäristöäsi? (1-5)*

2. Lauloiko äitisi sinulle (esim. unilauluja)? (1-5)*
4. Oliko äidilläsi jonkinlaisia musiikillisia ongelmia? (kyllä/ei/en tiedä)
5. Oliko isälläsi jonkinlaisia musiikillisia ongelmia? (kyllä/ei/en tiedä)
6. Onko kenelläkään sisaruksellasi jonkinlaisia musiikillisia ongelmia (epävireinen laulaminen, vaikeus tunnistaa tuttuja lauluja, rytmitajun puute, ei arvosta musiikkia tai nauti sen kuuntelusta)?
 - veli/veljeä
 - veli/veljeä, joilla vaikeuksia
 - sisko/siskoa
 - sisko/siskoa, joilla vaikeuksia

Musiikkikoulutuksesi

1. Minkälaista musiikkikoulutusta olet saanut? (kyllä/ei)
 - ei mitään
 - itse opittua
 - pakollisia musiikkitunteja koulussa
 - valinnaisia musiikkitunteja koulussa
 - yksityistunteja tai vanhempien kanssa
 - musiikkiopisto / konservatorio
2. Minkä ikäisenä aloitit musiikkitunnit? (ei pakolliset koulun musiikkitunnit)
3. Kuinka pitkään jatkoit musiikkitunteja?
4. Missä määrin tämä kokemus oli sinulle turhauttava (1-5: ei lainkaan - erittäin paljon)
5. Laulatko tai soitatko edelleen samaa soitinta? (kyllä/ei)

1-5* = en koskaan/harvoin/joskus/usein/hyvin usein

Liite 2. Musiikkiin ja muihin harrastuksiin liittyvät taustatietokysymykset paperilomakkeessa

Musiikillinen tausta

1. Oletko ollut ennen kouluikäsi musiikkileikkikoulussa? (kyllä/en)
2. Oletko ollut musiikkiluokalla... (kyllä/en)
 - 1-6 luokilla (peruskoulun ala-aste)
 - 7-9 luokilla (peruskoulun yläaste)
 - lukiossa / musiikkilukiossa

Musiikkiin liittyvät harrastukset

1. Kuinka usein kuuntelet musiikkia aktiivisesti (tekemättä mitään muuta samanaikaisesti)? (1-7*)
2. Kuinka usein kuuntelet musiikkia passiivisesti (samalla kun siivoat tms.)? (1-7*)
3. Kuinka usein käytät konsertissa? (1-7*)
4. Kuinka usein soitat jotakin soitinta? (1-7*)
5. Kuinka usein laulat? (1-7*)
6. Kuinka usein käytät tanssimassa tai harrastat musiikkiliikuntaa (zumba ym.)? (1-7*)
7. Ole hyvä ja arvioi musiikin tärkeyttä päivittäisessä elämässäsi: (1-5: ei lainkaan tärkeä - hyvin tärkeä)

Muut harrastukset

1. Kuinka usein käytät teatterissa, elokuvissa, museossa tai taidenäyttelyssä? (1-7*)
2. Kuinka usein tapaavat ystäviä tai harrastat järjestötoimintaa? (1-7*)
3. Kuinka usein harrastat pelejä (esim. sudoku, tietokonepelit, lautapelit)? (1-7*)
4. Kuinka usein harrastat lukemista? (1-7*)
5. Kuinka usein harrastat liikuntaa? (1-7*)
6. Kuinka usein teet itse muuta taidetta kuin musiikkia (esim. teatteri, kuvataide, valokuvaus)? (1-7*)

Musiikkimieltymykset

1. Ole hyvä ja ilmaise alla olevaa asteikkoa (1-5: en pidä lainkaan - pidän hyvin paljon) käyttäen, kuinka mielelläsi kuuntelet seuraavia musiikkityylejä.

Klassinen

Jazz

Rock

Pop

Iskelmä

Muu, mikä

1-7* = en lainkaan/kerran vuodessa/kerran kuukaudessa/2-3 kertaa kuukaudessa/kerran viikossa/2-3 kertaa viikossa/päivittäin

Liite 3. Musiikki ja mielialan säätely

Alla on väittämiä jotka liittyvät musiikin käyttöön. Vastaa kuhunkin väittämään oletko siitä samaa vai eri mieltä ympyröimällä sopiva numero asteikolla:

1=täysin eri mieltä

2=jonkin verran eri mieltä

3=siltä väliltä

4=jonkin verran samaa mieltä

5= täysin samaa mieltä

1. Kun olen uupunut, kuuntelen musiikkia virkistyäkseni
2. Kun olen suuttunut jollekulle, kuuntelen musiikkia joka ilmaisee suuttumustani
3. Kun olen uupunut, lepään kuuntelemalla musiikkia
4. Musiikki auttaa minua ymmärtämään erilaisia tunteita itsessäni
5. Kuuntelen musiikkia saadakseni lohtua murheisiini
6. Minulla on tapana laittaa taustamusiikkia soimaan tehdäkseni tilanteista mukavampia
7. Kun minulla on paha mieli, yritän saada itseni paremmalle tuulelle tekemällä jotain mukavaa musiikkiin liittyvää
8. Kuuntelen musiikkia virkistyäkseni rankan päivän jälkeen
9. Kun olen todella vihainen, minun tekee mieli kuunnella jotain vihaista musiikkia
10. Minusta tuntuu mahtavalta eläytyä musiikkiin täysillä
11. Kun minua ahdistaa jokin asia, musiikki auttaa minua selvittämään tunteitani sitä kohtaan
12. Musiikki on minulle keino unohtaa murheet
13. Musiikki on tarjonnut minulle upeita elämyksiä
14. Kun puuhastelen yksin kotona, viihdyn paremmin jos musiikki soi taustalla
15. Kun kaikki tuntuu kurjalta, musiikki ymmärtää ja lohduttaa
16. Haluan kokea musiikin voimakkaasti kehossani
17. Musiikki on auttanut minua käymään läpi vaikeita kokemuksia
18. Kuuntelen musiikkia tehdäkseni kotitöiden tekemisestä (esimerkiksi siivoaminen) mukavampaa
19. Kun olen surullinen, musiikin kuuntelu lohduttaa minua
20. Kun kaikki tuntuu kurjalta, minua helpottaa kuunnella musiikkia joka ilmaisee pahaan oloani
21. Kun mielessäni pyörii stressaavia ajatuksia, ryhdyn kuuntelemaan musiikkia työntääkseni ne pois mielestäni