

Musiikkiharrastusten yhteydet kognitiivisiin kykyihin aikuisilla ja ikääntyvillä

Psykologian maisterintutkielma

Alli Amanda Haavisto

Ohjaajat:

Nella Moisseinen

Teppo Särkämö

10.6.2024

Helsinki

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Lääketieteellinen tiedekunta		Laitos – Institution – Department Psykologian ja logopedian laitos	
Tekijä – Författare – Author Alli Amanda Haavisto			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Musiikkiharrastusten yhteydet kognitiivisiin kykyihin aikuisilla ja ikääntyvillä			
Oppiaine – Lärämne – Subject Psykologia			
Työn laji ja ohjaajat – Arbetets art och handledare – Level and instructors Maisterintutkielma, Nella Moisseinen ja Teppo Särkämö		Aika – Datum – Month and year Kesäkuu 2024	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 50 + 2
Tiivistelmä – Referat – Abstract			
<p><i>Tavoitteet.</i> Tutkielman tarkoituksena oli tarkastella erilaisten musiikkiharrastusten sekä musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteyttä kognitiivisiin kykyihin aikuisiällä ja erityisesti yli 60-vuotiaiden ikääntyvien osajoukossa. Musiikkiharrastusten on todettu olevan yhteydessä kognitiiviseen toimintakykyyn aikuisilla, myös yli 60-vuotiaiden ikäryhmässä, mutta aikaisemmin ei ole tarkasteltu samanaikaisesti soittoharrastuksen, kuorolaulun sekä yksinlaulun yhteyttä kognitiivisiin kykyihin. Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteyttä kognitiivisiin kykyihin ei ole aikaisemmin tutkittu terveillä koehenkilöillä.</p> <p><i>Menetelmät.</i> Tutkittavat olivat terveitä 20–88-vuotiaita aikuisia (n = 100), joista muodostettiin myös iäkkäiden eli 60-vuotiaiden ja sitä vanhempien osajoukko (n = 31). Tutkittavien musiikkitausta mitattiin musiikkiharrastuksen suhteellisenä kestona ikään nähden. Musiikillisen havaitsemisen taitoja arvioitiin lyhennetyllä versiolla <i>Montreal Battery of Evaluation of Amusia</i> (MBEA) testistä ja kognitiivisia kykyjä standardoiduilla neuropsykologisilla testeillä (MoCa, Trail Making testi, Simon task, WAIS-IV (merkkikoe, merkintunnistus, numerosarjat ja laskutehtävät), FAT (muisti eteenpäin, muisti taaksepäin ja reaktio), WMS-III (looginen muisti ja sanalistat), foneeminen sanasujuvuus sekä semanttinen sanasujuvuus). Tilastollisena analyysinä käytettiin lineaarisia regressioita.</p> <p><i>Tulokset ja johtopäätökset.</i> Koko otoksessa musiikkiharrastuksista soittaminen oli yhteydessä prosessointinopeuteen ja työmuistiin sekä kuorolaulu puolestaan episodiseen muistiin ja semanttiseen sanasujuvuuteen. Musiikillisen havaitsemisen taidoista sävelkorkeuden havaitseminen oli yhteydessä tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen sekä rytmin havaitseminen semanttiseen sanasujuvuuteen koko otoksessa. Iäkkäiden osajoukossa rytmin havaitseminen oli yhteydessä prosessointinopeuteen. Tulosten perusteella erilaiset musiikkiharrastukset ovat yhteydessä erilaisiin kognitiivisiin kykyihin, eivätkä yhteydet ole täysin samanlaisia eri ikäryhmissä. Myös musiikillisen havaitsemisen taidot ovat eri tavalla yhteydessä kognitiivisiin kykyihin kaikkien aikuisten ja ikääntyvien keskuudessa. Tulosten perusteella tulisi seuraavaksi tutkia musiikillisen havaitsemisen taitojen kehittymistä sekä yhteyttä kognitiivisiin kykyihin seurantatutkimuksella läpi aikuisiän.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords kognitiiviset kyvyt, musiikkiharrastus, ikääntyminen			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet)			

Sisällysluettelo	
1 Johdanto	4
1.1 Kognitiiviset kyvyt ja ikääntyminen	5
1.2 Musiikkiharrastukset ja kognitiiviset kyvyt	8
1.3 Tutkimusongelmat ja hypoteesit	13
2 Menetelmät	14
2.1 Koehenkilöt	14
2.2 Arviointimenetelmät	15
2.2.1 Kyselyt	15
2.2.2 Musiikillisen havaitsemisen taitojen arviointi	16
2.2.3 Neuropsykologiset menetelmät	17
2.3 Tutkimuksen kulku	19
2.4 Tilastolliset menetelmät	20
3 Tulokset	21
3.1 Aineisto	21
3.2 Erilaisten musiikkiharrastusten yhteydet kognitiivisiin kykyihin	23
3.2.1 Koko otos eli 20–88-vuotiaat	23
3.2.2 Iäkkäät eli 60-vuotiaat ja vanhemmat	27
3.3 Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteys kognitiivisiin kykyihin	30
3.3.1 Koko otos eli 20–88-vuotiaat	30
3.3.2 Iäkkäät eli 60-vuotiaat ja vanhemmat	31
4 Pohdinta	36
4.1 Musiikkiharrastusten yhteys kognitiivisiin kykyihin	36
4.1.1 Soittokokemus	36
4.1.2. Kuorolaulu- sekä yksinlaulukokemus	37
4.2 Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteys kognitiivisiin kykyihin	38
4.3 Tutkimuksen rajoitteet	41
4.4 Johtopäätökset	43
Lähteet	45
Liitteet	51

1 Johdanto

Ihmiset elävät maailmanlaajuisesti aiempaa vanhemmiksi, minkä vuoksi iäkkäiden ihmisten osuus väestöstä kasvaa koko ajan (WHO, 2015). Alhaisen tulotason maissa väestön ikääntyminen johtuu siitä, että yhä useammat elävät aikuisuuteen saakka, mutta korkean tulotason maissa väestön ikääntymisen taustalla on erityisesti iäkkäiden ihmisten eläminen yhä vanhemmiksi (WHO, 2015). Väestön elinvuosien kasvaessa olennaiseksi kysymykseksi nousee se, miten ikääntyvien kokonaisvaltaisesta terveydestä ja hyvinvoinnista voitaisiin huolehtia niin, että he saisivat nauttia mahdollisimman terveistä elinvuosista ja hyvästä toimintakyvystä loppuun asti. Väestön ikääntyessä myös iäkkäille tyypillisten kognitiiviseen heikentymiseen liittyvien sairauksien, kuten dementian, ennaltaehkäisy merkitys kasvaa entisestään.

Vaikka henkilöllä ei olisikaan kognitiivista toimintakykyä heikentävää sairautta, kognitiiviset kyvyt heikentyvät luontaisesti ikääntymisen myötä (Deary ym., 2009). Heikentymistä vaikuttaa tapahtuvan erityisesti joustavaa prosessointia vaativissa tehtävissä (Salthouse, 2010), mutta myös elämän aikana kertyvän tiedon käsittelyssä kuten episodisessa muistissa eli niin sanotussa tapahtumamuistissa (Reuter-Lorenz & Park, 2010). Tämä erilaisten kykyjen heikentyminen saattaa vaikuttaa hyvin kokonaisvaltaisesti ikääntyvien ihmisten toimintakykyyn ja arjessa pärjäämiseen. Sen vuoksi on hyödyllistä selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat ikääntyvien kognitiivisen toimintakyvyn ylläpitämiseen. Löytämällä erilaisia tapoja ylläpitää kognitiivista toimintakykyä voidaan todennäköisemmin auttaa yhä useampaa ihmistä elämään mahdollisimman mielekästä elämää sen loppuun asti.

Aivoja laajasti aktivoivat harrastukset ovat osoittautuneet potentiaalisiksi keinoiksi hidastaa kognitiivisten kykyjen heikentymistä ikääntyvällä väestöllä (Bugos ym., 2007, Verghese ym., 2003). Musiikkiharrastus on hyvä esimerkki vapaa-ajan toiminnasta, joka antaa mahdollisuuksia erilaisten kognitiivisten kykyjen laajaan käyttämiseen sekä jatkuvaan oppimiseen. Ikääntyvien keskuudessa musiikkiharrastusten onkin todettu olevan yhteydessä esimerkiksi parempaan työmuistiin (Mansens ym., 2018; Hanna-Pladdy & Gaiowski, 2012; Bugos ym., 2007), episodiseen muistiin (Särkämö ym., 2014), tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen

(Mansens ym., 2018; Strong & Mast, 2019; Strong ym., 2022; Hanna-Pladdy & MacKay, 2011; Bugos ym., 2007, Särkämö ym., 2014) sekä kielelliseen joustavuuteen ja puheen tuottoon (Mansens ym., 2018; Strong & Mast, 2019; Strong ym., 2022, Hanna-Pladdy & Gaiowski, 2012; Pentikäinen ym., 2021; Pentikäinen ym., 2023), minkä vuoksi musiikkiharrastusten hyöty kognitiivisen toimintakyvyn säilymisen kannalta vaikuttaisi olevan todellinen.

Tutkimustuloksissa on kuitenkin jonkin verran vaihtelua sen suhteen, mihin kognitiivisiin kykyihin erilaiset musiikkiharrastukset ovat yhteydessä. Eri musiikkiharrastusten vaikutuksia kognitiivisiin kykyihin ei ole aikaisemmin juurikaan tutkittu saman otoksen sisällä ja eri harrastuksia vertailevia tutkimuksia on ylipäätään melko vähän. Osin sen vuoksi onkin vielä epäselvää, onko eri musiikkiharrastuksilla samanlaisia vai erilaisia vaikutuksia kognitiivisiin kykyihin. Aikaisemmin ei ole myöskään tutkittu musiikkiharrastuksissa kehittyvien musiikillisten taitojen yhteyttä yleisiin kognitiivisiin kykyihin. Laajempi ja tarkempi ymmärrys musiikkiharrastusten ja kognitiivisten kykyjen yhteyksistä voisi auttaa löytämään keinoja hidastaa kognitiivisten kykyjen heikentymistä nykyistä onnistuneemmin.

Tässä tutkielmassa selvitetään erilaisten vapaa-ajan musiikkiharrastusten yhteyttä kognitiivisiin kykyihin. Samalla tarkastellaan, ovatko musiikkiharrastukset eri tavoin yhteydessä kognition yli 60-vuotiailla, kuin aikuisilla (20–90-vuotiailla) yleisesti.

1.1 Kognitiiviset kyvyt ja ikääntyminen

Jo terve ikääntyminen eli hyvinvoinnin mahdollistava toimintakyvyn säilyminen vanhemmalla iällä (WHO, 2015) vaikuttaa monella tapaa kognitiivisiin kykyihin ilman, että taustalla olisi varsinaista sairautta (Deary ym. 2009). Terveen ikääntymisen yhteydessä erityisesti joustavaa prosessointia edellyttävät kognitiiviset toiminnot heikentyvät (Salthouse, 2010). Näihin joustavaa prosessointia kuvaaviin kykyihin, joiden ajatellaan muodostavan joustavan älykkyyden, kuuluvat esimerkiksi prosessointinopeus ja toiminnanohjaus (Cattell, 1943). Sellaiset kognitiiviset kyvyt, joita kerrytetään koko elämän ajan, kuten yleistieto ja sanavarasto, puolestaan kehittyvät usein ainakin 60 vuoden ikään asti, eivätkä heikkene samalla tavalla iän

myötä (Salthouse, 2010). Näistä kyvyistä puhutaan myös kiteytyneenä älykkyytenä (Cattell, 1943).

Erilaiset yksittäiset kognitiiviset kyvyt heikkenevät kuitenkin eri tavoin ikääntymisen yhteydessä. Kognitiivisista kyvyistä prosessointinopeuden hidastuminen iän myötä on todettu tutkimuskirjallisuudessa laajasti (Reuter-Lorenz, 2010). Työmuisti eli kyky pitää pientä määrää tietoa muistissa lähes välitöntä käyttöä varten puolestaan näyttäisi olevan vanhemmilla ihmisillä lähes täysin säilynyt yksinkertaisissa tehtävissä, jotka sisältävät esimerkiksi vain mekaanista toistoa (Babcock & Salthouse, 1990). Työmuistitehtävät, joissa suoriutuminen heikkenee iän myötä ovat pidempiä tai vaativat laajempaa toiminnanohjausta, kuten uudelleenjärjestämistä tai inhibitiota (Babcock & Salthouse, 1990). Ikääntymisellä ajatellaan olevan suuri vaikutus myös pitkäaikaiseen episodiseen muistiin eli niin sanottuun tapahtumamuistiin (Reuter-Lorenz & Park, 2010).

Ikääntyessä myös inhibitiokyky heikkenee, mikä ilmenee esimerkiksi siinä, että tarkkaavaisuus siirtyy mieleenpalauttamistehtävissä helpommin ylimääräisiin ärsykkeisiin (Reuter-Lorenz & Park, 2010). Kielelliseen joustavuuteen ja puheen tuottoon ikääntyminen ei kuitenkaan näytä vaikuttavan kovin voimakkaasti tai suoraviivaisesti (Stolwyk ym., 2015). Stolwykin ja kumppaneiden tutkimuksessa nuoremmat aikuiset suoriutuivat vanhempia paremmin semanttisen sanasujuvuuden eli tiettyyn semanttiseen kategoriaan kuuluvien sanojen tuottamisessa tehtävässä, mutta eivät foneemisen sanasujuvuuden eli tietyllä kirjaimella alkavien sanojen tuottamisen tehtävässä. Ikääntymisen yhteydestä visuomotoriseen nopeuteen on puolestaan ristiriitaisia tutkimustuloksia ja erään tutkimuksen mukaan visuomotorisiin taitoihin näyttäisi vaikuttavan ainakin ikääntymisen yhteydessä tapahtuva kognitiivisen toimintakyvyn heikentyminen (Li ym., 2021).

Ikääntymisen on siis aikaisemmin huomattu olevan yhteydessä kognitiivisista osa-alueista ainakin prosessointinopeuteen, työmuistiin, episodiseen muistiin, tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen, kielelliseen joustavuuteen, puheen tuottoon sekä visuomotoriseen nopeuteen, joskin tulokset ovat osin myös hieman ristiriitaisia. Ikääntyminen on kuitenkin myös yksilöllinen prosessi, johon vaikuttavat monet tekijät, ja joka puolestaan vaikuttaa jokaisen kognitiiviseen toimintakykyyn eri tavoin

(Hetzog ym., 2009). Sen takia vaihtelua yksittäisten kognitiivisten kykyjen heikentymisessä voidaankin olettaa esiintyvän populaatiotasolla.

Kognitiivisten kykyjen heikentymistä on pyritty selittämään teoreettisella mallilla, jonka mukaan iän myötä tapahtuvan kognitiivisen heikkenemisen taustalla on yksittäisten toiminnoille spesifien tekijöiden lisäksi myös yleinen kognitiivinen heikentyminen (Salthouse, 2010). Mallin mukaan tämä yleinen kognitiivinen heikentyminen selittäisikin myös spesifien kognitiivisten toimintojen heikentymistä. Samankaltaista yleistä vaikutusta kognitiivisten kykyjen heikkenemiseen on ehdotettu aiheutuvan myös esimerkiksi sensoristen toimintojen, kuten kuulemisen tarkkuuden heikentymisestä (Lindenberger & Baltes, 1994). On myös ehdotettu, että kognitiivisten kykyjen heikentymisen taustalla vaikuttaisi yksittäisen kognitiivisen kyvyn, kuten prosessointinopeuden heikentyminen (Salthouse, 1996). Salthousen mukaan prosessointinopeuden hidastuessa tarvittavia toimintoja ei ehditä prosessoimaan onnistuneesti ja aikaisemmin prosessoidut asiat eivät välttämättä ole enää saatavilla, kun myöhempi prosessointi on saatu loppuun. Tällä tavoin hidastunut prosessointinopeus häiritsee myös työmuistin toimintaa. Neurotieteistä saadun tutkimustiedon mukaan iän aiheuttamat muutokset ovat kuitenkin myös itsenäisesti yhteydessä yksittäisten kognitiivisten osa-alueiden heikentymiseen, minkä perusteella yksittäinen kognitiivinen mekanismi tai yleinen kognitiivinen heikentyminen ei pystyisi ainakaan kokonaan selittämään kaikkien muiden kognitiivisten kykyjen muutoksia iän myötä (Reuter-Lorenz & Park, 2010).

Kognitiivisten kykyjen heikkeneminen on yhdistetty neuraalisella tasolla valkean aineen tilavuuden ja mikrorakenteen muutoksiin, jotka ilmenevät kyseessä olevasta kyvystä riippuen aivojen eri osissa (Reuter-Lorenz & Park, 2010). Myös dopamiinijärjestelmän aktiivisuuden heikentyminen iän myötä on huomattu olevan yhteydessä kognitiivisten kykyjen heikentymiseen (Erixon-Lindroth ym., 2005). Ikääntymiseen liitettyjen hermostollisten muutosten yhteys kognitiiviseen suoriutumiseen on kuitenkin ollut jokseenkin haastavaa osoittaa ja tuloksia ei olla aina pystytty toistamaan (Raz & Rodrigue, 2006). Lisäksi kognitiivinen kyky saattaa olla yhteydessä erilaisiin neuraalisiin rakenteisiin riippuen siitä, miten hyvällä tasolla kyseinen kyky on (Raz ym., 2000).

Vaikka kognitiiviset kyvyt yleensä heikkenevät iän myötä, eivät ne heikkene kaikilla samalla tavalla. Useat elämäntyyliin liittyvät sekä biologiset tekijät vaikuttavat siihen, miten paljon kognitiivisen kyvyt todellisuudessa heikkenevät (Hertzog ym., 2009). Yksilölliset kyvyt ja ikääntymiseen liittyvä heikentyminen antavat raamit sille, mihin ikääntyvän kognitiivinen toimintakyky voi asettua, mutta omalla toiminnalla ja aktiivisuudella voi vaikuttaa siihen, jääkö toimintakyky oman mahdollisen kapasiteetin ala- vai ylärajalle (Hertzog ym., 2009). Kognitiivisen reservin hypoteesin (Vuoksima, 2019) mukaan ne, joilla on hyvä lähtötaso, esimerkiksi korkea koulutus ja hyvä kognitiivinen kyvykkyys, pärjäävät heikompaa lähtötasoa omaavia paremmin aikuisuuden läpi ja lisäksi kestävät enemmän ikääntymisen aiheuttamia muutoksia.

Kognitiivisten kykyjen heikentymistä näyttää kiihdyttävän esimerkiksi heikentynyt sydän- ja verisuoniterveys (Speh ym., 2024). Onnistunutta kognitiivista ikääntymistä voidaan edesauttaa esimerkiksi liikunnalla (Northey ym. 2017), sosiaalisella aktiivisuudella (Kelly ym., 2017), kouluttautumisella (Christensen ym., 1997) sekä musiikkiharrastuksella (Schenider ym., 2019) elämänkaaren eri vaiheissa. Tutkimustiedon perusteella voitaisiinkin päätellä, että fyysisesti, sosiaalisesti ja älyllisesti aktiivinen elämäntyyli edesauttaa onnistunutta kognitiivista ikääntymistä (Hertzog ym., 2009). Koulutuksen ja jatkuvan sekä tehokkaan oppimisen on huomattu lisäävän neurogeneesiä eli uusien hermosolujen syntymistä (Jacobs ym., 1993; Shors ym., 2012), mikä antaa viitteitä kouluttautumisen suojaavasta vaikutuksesta kognitiivisten kykyjen säilymiseen. Älyllisesti stimuloiva elämäntyyli ja harrastukset vaikuttavatkin olevan erityisen hyvä tapa pitää yllä parempaa kognitiivista toimintakykyä ja jopa vähentää dementian riskiä (Hertzog ym., 2009; Verghese ym., 2003).

1.2 Musiikkiharrastukset ja kognitiiviset kyvyt

Musiikkiharrastusten voidaan ajatella olevan yksi tapa toteuttaa älyllisesti stimuloivaa elämäntyyliä. Useimmat musiikkiharrastukset vaativat jatkuvaa monen eri kognitiivisen, sensorisen sekä motorisen osa-alueen yhteistoimintaa. Esimerkiksi soittaessa nuoteista täytyy lyhyen vilkaisun perusteella tuottaa mahdollisimman nopeasti niiden mukainen sävel ja rytmi muuttamalla se sormien sekä mahdollisesti myös kielen ja huulten hienomotoriseksi liikekuvioksi. Samalla itse tuotettua musiikkia kuunnellaan sekä havaitaan kehollisesti tuntoaistipalautteena ja korjataan

näin huomattuja mahdollisia virheitä esimerkiksi painallusvoimassa tai asennossa. Laulamissa motorinen puoli muodostuu ryhdinhallinnasta ja äänihuulten sekä suun alueen lihaksiston liikkeistä, joiden lisäksi tarvitaan myös samanaikaista kielellistä prosessointia.

Musiikkiharrastuksissa vaadittu jatkuva toiminnanohjauksen, tarkkaavaisuuden ja työmuistin hyödyntäminen näyttää olevan yhteydessä parempaan suoriutumiseen myös niissä kyseisiä kykyjä vaativissa tehtävissä, jotka eivät liity musiikkiin (Bialystok & DePape, 2009; Moreno & Bidelman, 2014). Musiikin ajatellaankin aktivoivan laajasti niin aivojen kortikaalisia kuin subkortikaalisiakin verkostoja molemminpuolisesti ja erityisesti niitä alueita, jotka ovat vastuussa sensorisista, kognitiivisista sekä motorisista toiminnoista (Alluri ym., 2012; Kraus & Chandrasekaran, 2010). Laulamisen yhteydessä myös dorsaalinen äänen tuottamisen rata sekä ventraalinen kuuloaistin rata aktivoituvat yhdessä toisiinsa vaikuttaen (Zarate, 2013).

Voisikin sanoa, että musiikkiharrastukset ovat ainutlaatuinen keino aktivoida aivoja kokonaisvaltaisesti. Musiikkiharrastusten on huomattu aiheuttavan myös rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia aivoissa (Herholz & Zatorre, 2012). Musiikkiharrastuksen aiheuttamaa neuroplastisuutta eli aivojen muovautumista uusien kokemusten perusteella on havaittu erityisesti otsalohkon, päälakilohkon, temporaalilohkon sekä pikkuaivojen aluilla, joiden ajatellaan olevan yhteydessä erilaisiin sensorisiin ja kognitiivisiin toimintoihin (James ym., 2014). Lisäksi eräässä tutkimuksessa havaittiin, että musiikkia harrastaneilla oli pienempi koneoppimisen avulla laskettu aivojen ikääntymisen indeksi eli ”aivojen ikä” kuin niillä, jotka eivät olleet harrastaneet musiikkia tai niillä, jotka olivat ammattimuusikkoja (Rogenmoser ym., 2018).

Erilaisten musiikkiharrastusten yhteyttä kognitiivisiin kykyihin on aikaisemmin tutkittu jonkin verran eri-ikäisten keskuudessa. Musiikkiharrastuksen positiiviset vaikutukset kognitiivisiin kykyihin vaikuttavat alkavan jo lapsuudessa, sillä viikoittaisen musiikkiharrastuksen on huomattu olevan yhteydessä jo 5–6-vuotiaiden kehittyneempään inhibitiokontrolliin ja kielellisiin taitoihin (Bolduc ym., 2021) sekä 7–9-vuotiailla verrokkeja korkeampiin tuloksiin verbaalisissa ja älyllisissä testeissä

(Loui ym., 2019). Aikuisten keskuudessa musiikkiharrastuneisuuden on puolestaan havaittu olevan yhteydessä esimerkiksi verrokkeja parempaan yleiseen älykkyyteen (Criscuolo ym., 2019), työmuistiin (Suárez ym., 2015; Criscuolo ym., 2019), tarkkaavuuteen (Criscuolo ym., 2019) ja visuospatiaalisiin toimintoihin (Suárez ym., 2015).

Ikääntyvien keskuudessa yleisen musiikkiharrastuneisuuden eli minkä tahansa musiikkiharrastuksen on huomattu parantavan sanasujuvuutta, oppimista, tarkkaavaisuutta sekä lyhytkestoista muistia (Mansens ym., 2018). Mansensin ja kumppaneiden (2018) tutkimuksessa erot kognitiivisissa kyvyissä tulivat esiin, kun vertailtiin ryhmiä, jotka eivät olleet harrastaneet ollenkaan musiikkia niihin, jotka olivat edes joskus harrastaneet musiikkia. Musiikkiharrastukseen käytetty aika minuutteina ei kuitenkaan ollut yhteydessä parempiin kognitiivisiin kykyihin. Kielellisen prosessoinnin on kuitenkin myöhemmin havaittu olevan yhteydessä niin musiikkikokemuksen kestoon vuosina kuin myös siihen käytettyyn aikaan viikossa (Strong, 2022).

Eri musiikkiharrastuksista esimerkiksi instrumentin soittamisen yhteydestä kognitiivisiin kykyihin iäkkäillä on saatu lupaavia tuloksia. Soittamiskokemuksen kesto vaikuttaa olevan yhteydessä ikääntyvien suoriutumiseen prosessointinopeuden, oppimisen ja työmuistin tehtävissä (Mansens ym., 2018) sekä toiminnanojauksen, nimeämisen ja visuospatiaalisten taitojen tehtävissä (Strong & Mast, 2019; Strong 2022). Yli 10 vuotta soittamista harrastaneet yli 60-vuotiaat pärjäsivät muita paremmin nonverbaalisessa muistamisessa, nimeämisessä sekä toiminnanohjauksessa myös silloin, kun fyysinen kunto oli kontrolloitu (Hanna-Pladdy & MacKay, 2011). Myös yleisen aktiivisuuden ollessa kontrolloituna, yli 10 vuotta soittamista harrastaneet yli 60-vuotiaat suoriutuivat muita yli 60-vuotiaita paremmin foneemisessa sanasujuvuudessa, verbaalisessa työmuistissa, visuospatiaalisissa tehtävissä sekä motorisessa näppäryydessä (Hanna-Pladdy & Gaiewski, 2012).

Hanna-Pladdyn ja Gaiewskin (2012) tutkimuksen jatkoanalyseissä huomattiin, että tutkimuksen aikana jatkunut aktiivinen soittamisharrastaminen ennusti parhaiten visuospatiaalisia kykyjä, kun taas soittoharrastuksen aloittaminen alle 9-vuotiaana

ennusti myöhemmin aloittaneita parempaa verbaalista työmuistia. Soittoharrastus missä tahansa vaiheessa elämää ennusti ikääntymisen aiheuttamaa verbaalisen sekä visuospatiaalisen suoriutumisen vaihtelua. Soittoharrastuksen myönteiset vaikutukset näkyvät myös lyhyemmissä interventioden tapaisissa kokeiluissa. Esimerkiksi Bugosin ja kumppaneiden (2007) tutkimuksessa huomattiin, että yli 60-vuotiaiden osallistuminen yksilöllisille pianotunneille 6kk ajan paransi heidän suoriutumistaan toiminnanohjauksen ja työmuistin tehtävissä. Tämä antaa lupaavaa näyttöä siitä, että soittoharrastus voisi toimia myös lyhyempänä interventiona kognitiivisiin kykyihin.

Kuorolaulamisen on puolestaan huomattu olevan ikääntyvien keskuudessa yhteydessä parempaan foneemiseen sanasujuvuuteen (Pentikäinen ym., 2021; Pentikäinen ym., 2023). Myös kuorolaulajien sanatietouden on huomattu paranevan yhden vuoden seurannan aikana samalla, kun ei-kuorolaulajien sanatietous puolestaan heikkeni (Pentikäinen ym., 2023). Samassa tutkimuksessa huomattiin myös, että lyhyempi kuorolaulukokemus oli yhteydessä sanatietouden suurempaan kehittymiseen kahden vuoden seurannan aikana, mikä antaa viitteitä siitä, että kuorolaulun aloittamisesta vanhemmalla iällä saattaa olla verbaalista hyötyä. Säännölliset kuorolauluharjoitukset paransivat pitkäaikaista episodista muistia, työmuistia, lyhytaikaista muistia sekä tarkkaavuutta ja toiminnanohjausta jopa lievän/keskivaikean dementian potilailla (Särkämö ym., 2014). Yksinlauluharrastuksen yhteyttä ikääntyvien kognitiivisiin kykyihin ei ole aikaisemmin tutkittu.

Kuten huomataan, tutkimustuloksissa on jonkin verran vaihtelua sen suhteen, mihin kognitiivisiin kykyihin erilaiset musiikkiharrastukset ovat yhteydessä. Kirjallisuudessa ilmenevät erot eri musiikkiharrastusten välillä saattavat johtua myös esimerkiksi siitä, että eri harrastuksia ei ole juurikaan tutkittu saman aineiston sisällä tai huolella tasapainotettujen ryhmien välillä ja eri harrastuksia vertailevia tutkimuksia on ylipäätään melko vähän. Verghesen ja kumppanien (2003) tutkimuksessa selvitettiin useamman erilaisen harrastuksen yhteyksiä dementiariskiin ja tarkastelun kohteena olivat soittamisen lisäksi myös esimerkiksi kirjoittaminen ja lukeminen. Mansens ja kumppanit (2018) puolestaan tutkivat

musiikkiharrastuksista soittamisen ja laulamisen yhteyttä kognitiivisiin kykyihin saman aineiston sisällä, mutta laulamista ei eritelty kuorolaulun ja yksilaulun osalta. Aikaisemman tutkimustiedon perusteella erilaisilla musiikkiharrastuksilla saattaisi olla itsenäisiä vaikutuksia erilaisiin kognitiivisiin kykyihin, sillä esimerkiksi laulaminen ja soittaminen näyttävät olevan yhteydessä hieman erilaisiin kognitiivisiin kykyihin. Otoskoot ovat kuitenkin usein olleet melko pieniä ja keskittyneet vain tiettyyn ikäryhmään tai kahden ikäryhmän vertailuun, jolloin ei ole voitu tarkastella ikääntymistä vuosikymmeniä kestäväenä, jatkuvana prosessina.

Musiikin harrastuneisuus näyttää vaikuttavan myös siihen, miten hyvin musiikkia havaitaan eli toisin sanoen esimerkiksi siihen, miten hyvin nuottien säveleroja huomataan (Tervaniemi ym. 2005; Schellenberg & Moreno, 2010). Musiikkia harrastaneet saattavat siis olla keskimääräistä taitavampia spesifeissä musiikillisissa taidoissa. Musiikin havaitsemisen ongelmien on aikaisemmin havaittu esiintyvän myös samanaikaisesti kognitiivisen heikentymisen kanssa erilaisten aivosairauksien yhteydessä (Särkämö ym., 2009a; Särkämö ym., 2009b; Campanelli ym., 2016). Tämä antaa viitteitä siitä, että heikomman musiikin havaitsemisen ja heikentyneen kognition välillä voisi olla yhteys. Musiikin havaitsemisen tai niin sanotun musiikkikognition yhteyttä kognitiivisiin kykyihin ei ole aikaisemmin tutkittu terveillä koehenkilöillä.

Aikaisemman tutkimustiedon vähäisyyden vuoksi olisi tärkeää selvittää, onko musiikkikognitio yhteydessä muihin kognitiivisiin kykyihin. Näin voitaisiin myös selvittää, siirtyvätkö musiikkiharrastusten mahdolliset positiiviset vaikutukset kognitiivisiin kykyihin juuri spesifien musiikillisten taitojen, kuten musiikin havaitsemisen kautta. Koska musiikin parissa käytetty aika näyttää vaikuttavan siihen, miten hyvin musiikkia havaitaan (Tervaniemi ym., 2005), voisi musiikkiharrastuneisuutta olla mahdollista mitata myös musiikillisen havaitsemisen taitojen kautta. Lisäksi se, miten hyvin musiikilliset taidot ovat kehittyneet, saattaa antaa harrastuksen kestoa enemmän tietoa siitä, kuinka paljon harrastus on vaatinut kognitiivisten kykyjen hyödyntämistä ja aivojen laajaa aktivointia.

Musiikkiharrastusten yhteyttä kognitiivisiin kykyihin on aikaisemmin tutkittu vain mittaamalla musiikkiharrastuneisuutta harrastuksen kestona vuosina. Tässä

tutkielmassa musiikkiharrastuneisuutta mitataan harrastuksen elinaikaisen keston lisäksi myös musiikillisen havaitsemisen taitojen avulla, jotta saadaan selville, ovatko myös musiikkiharrastusten yhteydessä kehittyvät spesifit musiikilliset taidot yhteydessä kognitiivisiin kykyihin.

1.3 Tutkimusongelmat ja hypoteesit

Tässä tutkielmassa selvitetään erilaisten musiikkiharrastusten yhteyttä kognitiivisiin kykyihin ja kiinnitetään huomiota erityisesti siihen, ovatko yhteydet samanlaisia yli 60-vuotiailla kuin läpi koko aikuisiän. Musiikkiharrastuneisuutta mitataan harrastusvuosina sekä musiikillisen havaitsemisen taitona ja niiden yhteyttä kognitiivisiin kykyihin tutkitaan erikseen. Tutkielma suoritetaan osana Brain, Ageing and Vocal Expression (BRAVE) -projektia, joka tutkii musiikkiharrastuksista erityisesti kuorolaulun vaikutuksia aivoihin ja ikääntymiseen.

Tutkimuskysymys 1: Onko elinaikainen soitto-, kuorolaulu- tai yksinlaulukokemus yhteydessä kognitiivisiin kykyihin?

Hypoteesit 1: Aikaisempien tutkimusten perusteella oletetaan, että ainakin soittaminen ja kuorolaulaminen olisivat yhteydessä useaan kognitiiviseen kykyyn. Tosin ne saattavat olla yhteydessä keskenään eri kykyihin. Tiedossa ei ole aikaisempia tutkimuksia, joissa olisi tutkittu yksinlaulun yhteyttä kognitiivisiin kykyihin.

Tutkimuskysymys 2: Ovatko musiikillisen havaitsemisen taidot yhteydessä kognitiivisiin kykyihin?

Hypoteesi 2: Tiedossa ei ole aikaisempia tutkimuksia, jotka olisivat tutkineet musiikin havaitsemisen yhteyttä kognitiivisiin kykyihin terveillä koehenkilöillä. Muun tutkimustiedon perusteella oletetaan, että musiikin havaitseminen olisi yhteydessä ainakin joihinkin kognitiivisiin kykyihin.

Tutkimuskysymys 3: Ovatko yhteydet erilaisia ikääntyvillä ihmisillä?

Hypoteesi 3: Aikaisemman tutkimustiedon perusteella oletetaan, että musiikkiharrastusten ja kognitiivisten kykyjen väliset löydetyt yhteydet olisivat ikääntyvillä samankaltaisia, kuin koko otoksessa. Musiikin havaitsemisen ja

kognitiivisten kykyjen osalta ei ole aikaisempaa tutkimustietoa, mutta oletetaan, että mikäli yhteys löytyy koko aineistolla, löytyy se myös ikääntyvillä.

2 Menetelmät

2.1 Koehenkilöt

Poikittaistutkimukseen osallistui 100 tervettä koehenkilöä, joita rekrytoitiin Suomessa amatöörikuoroista sekä mainoksien avulla sosiaalisessa mediassa, sähköpostilistoilla ja julkisten paikkojen ilmoitustauluilla. Suurin osa koehenkilöistä rekrytoitiin Uudeltamaalta. Koehenkilöistä miehiä oli 45, naisia 55 ja muita 0. He olivat iältään 20–88-vuotiaita ja eri-ikäisten määrä oli tasapainossa keskenään. Koehenkilöt olivat oikeakätisiä ja suomenkielisiä, eikä heillä ollut diagnosoitua kuulovikaa, kielellisiä tai neurologisia sairauksia, kognitiivista heikentymistä tai dementiaa.

Koehenkilöillä oli joko kuorolaulukokemusta, instrumentin soittokokemusta, yksinlaulukokemusta tai näiden yhdistelmiä. Koehenkilöistä 73 oli harrastanut jonkinasteista instrumentin soittamista, 67 kuorolaulua ja 41 yksinlaulua. Harrastuskokemukseen laskettiin eri intensiteetin harrastukset missä tahansa elämävaiheessa. Kenelläkään koehenkilöistä ei ollut ammatillista musiikkikoulutusta. Aineisto kerättiin ensisijaisesti kuorolauluun liittyviä projekteja varten, minkä takia musiikkiharrastuksien osalta rekrytoinnissa kiinnitettiin erityisesti huomiota siihen, että ikäryhmissä ja sukupuoliryhmissä oli kuorolaulua harrastaneita ja harrastamattomia saman verran. Kuorolaulu oli myös ainoa musiikkiharrastus, jota tuli olla harrastanut vähintään kerran viikossa.

Otoksessa oli 31 60-vuotiasta tai vanhempaa, jotka muodostivat ikääntyvien osajoukon. Ikääntyvien osajoukossa miehiä oli 13, naisia 18 ja muita 0. Heistä 19 oli harrastanut jonkinasteista instrumentin soittamista, 20 kuorolaulua ja 9 yksinlaulua. Koehenkilöiden taustatiedot on esitetty taulukossa 1.

Taulukko1

Koehenkilöiden taustatiedot

	Koko otos				Ikääntyvät (60+ vuotiaat)			
	KA	KH	Minimi	Maksimi	KA	KH	Minimi	Maksimi
Ikä (vuodet)	49.2	17.5	21	88	69.9	7.4	60	88
Koulutus (vuodet)	16.8	3.6	8	34	14.8	3.4	8	20
Soittokokemus *	21.7	27.0	0	87	12.9	23.0	0	82
Kuorolaulukokemus *	20.4	24.1	0	79	22.3	26.9	0	79
Yksinlaulukokemus *	9.8	20.6	0	94	4.0	14.5	0	81
MBEA sävelkorkeus	13.3	2.3	1	16	11.9	2.9	1	16
MBEA rytmi	13.4	2.0	4	16	12.7	2.6	4	16

* Soittokokemus laskettu prosenttiosuutena: soittoharrastuksen vuodet / iällä vuosina x 100.

Kuorolaulukokemus laskettu prosenttiosuutena: kuorolauluharrastuksen vuodet / iällä vuosina x 100.

Yksinlaulukokemus laskettu prosenttiosuutena: yksinlauluharrastuksen vuodet / iällä vuosina x 100.

Lyhenteet: KA = keskiarvo, KH = keskihajonta, MBEA = Montreal Battery of Evaluation of Amusia

Euroopan tutkimusneuvoston toimeenpanovirasto (ERCEA) ja Helsingin yliopiston ihmistieteiden eettisen ennakoarvioinnin toimikunta ovat hyväksyneet BRAVE-projektin. Kaikki koehenkilöt ovat antaneet suostumuksen osallistumiseen sekä datansa käyttöön tieteellisiin tarkoituksiin BRAVE-projektissa.

2.2 Arviointimenetelmät

2.2.1 Kyselyt

Koehenkilöt vastasivat BRAVE-projektin yhteydessä suomennettuun versioon Lifetime of Experiences -kyselystä (LEQ; Valenzuela & Sachdev, 2007), jonka avulla kartoitettiin koehenkilöiden koulutusta, kokemuksia ja aktiviteetteja läpi elämän. Tässä tutkimuksessa käytettiin koulutukseen liittyviä kysymyksiä, joissa kartoitettiin koehenkilöiden koulutuksen kestoa vuosina eri koulutusasteilla. Tutkimuksessa käytettiin muuttujaa, johon oli laskettu koehenkilön kaikki koulutusvuodet yhteensä.

BRAVE-projektin yhteydessä koehenkilöt vastasivat myös laajaan kyselyyn musiikkitaustasta, joka perustui musiikillisia taitoja ja käytöstä mittaavaan Goldsmith Musical Sophistication Index -kyselyyn (Gold-MSI; Mullensiefen ym., 2014). Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin osaa musiikkiharrastuksen kartoitukseen liittyvistä kysymyksistä. Käytetyissä kysymyksissä kartoitettiin erikseen, oliko

koehenkilö harrastanut elämänsä aikana yksinlaulua, kuorolaulua tai soittamista. Jos koehenkilö oli harrastanut jotakin näistä, kysyttiin vielä, kuinka monta vuotta. Kolmesta musiikkiharrastuksesta muodostettiin omat muuttujansa, jotka sisälsivät tiedon siitä, kuinka monta vuotta koehenkilö oli harrastanut kyseistä musiikkiharrastusta. Analyyseissä käytettiin muuttujia, joihin oli laskettu musiikkiharrastuksen prosentuaalinen osuus koehenkilön iästä jakamalla jokaisen koehenkilön kohdalla musiikkiharrastuksen kesto iällä ja kertomalla saatu osamäärä sadalla. Näin saatiin muodostettua muuttujat, jotka kuvastivat koehenkilöiden elinaikaista musiikkikokemusta. Musiikkiharrastusten kestoja kuvaavina muuttujina käytettiin harrastuksen keston prosentuaalista osuutta koehenkilön iästä, jotta muuttujien vaihteluväleistä saataisiin vertailukelpoiset kaikenikäisten koehenkilöiden välillä.

2.2.2 Musiikillisen havaitsemisen taitojen arviointi

Musiikillisen havaitsemisen taitojen mittaamiseen käytettiin kannettavalla tietokoneella tehtävää lyhennettyä versiota Montreal Battery of Evaluation of Amusia (MBEA) -testistä (Särkämö ym., 2009b). Tutkimuksessa käytettiin kahta eri osatestiä, jotka olivat sävelkorkeus (*eng. scale*) ja rytmi (*eng. rhythm*). Molemmat osatestit sisälsivät 2 harjoitusosiota sekä 14 varsinaista testiosiota. Jokainen osio sisälsi lyhyen pianolla soitetun perusmelodian sekä vertailumelodian. Seitsemässä testiosiossa soitettiin kaksi identtistä melodiaa ja seitsemässä testiosiossa toisena esitettyä melodiaa oli muutettu yhden tai kahden nuotin osalta. Koehenkilön tehtävänä oli vastata, olivatko peräkkäin esitetyt melodiat samanlaisia vai eivät. Jokainen melodia kesti keskimäärin 5.1 sekuntia, niiden välillä oli 2 sekunnin tauko ja osioiden välillä oli 5 sekunnin tauko. Sävelkorkeus-osatestin muokatuissa melodioissa yksi nuotti erosi perusmelodiasta keskimäärin 4.3 puolisävelaskeleen verran. Koehenkilön oli tarkoitus verrata, erosivatko kaksi peräkkäin esitettyä melodiaa toisistaan sävelien osalta. Rytmiosatestin muokatuissa melodioissa kahta perusmelodian peräkkäistä nuottia oli muutettu niin, että keskenään eri kestoisten nuottien kestot oli vaihdettu päittäin tai kaksi neljäsosanuottia oli vaihdettu pisteelliseen neljäsosaan ja kahdeksasosaan. Koehenkilön oli tarkoitus verrata, erosivatko kahden peräkkäin esitetyn melodian rytmit toisistaan. Molemmista osatesteistä muodostettiin muuttujat, jotka sisälsivät oikein menneiden osioiden lukumäärän.

2.2.3 Neuropsykologiset menetelmät

Neuropsykologiset testit kattoivat seitsemän eri osa-alueita, jotka olivat yleinen kognitio, tarkkaavuus ja toiminnanohjaus, prosessointinopeus, työmuisti, episodinen muisti, kielellinen joustavuus ja puheen tuotto sekä visuomotorinen nopeus. Jokaisen osa-alueen testien lyhyet kuvaukset sekä käytetyt muuttujat löytyvät taulukosta 2. Tutkimuksessa ei käytetty standardoituja pisteitä niistä testeistä, joista ne olisivat olleet saatavilla. Aineistossa haluttiin säilyttää kiinnostuksen kohteena olevat iän vaikutukset ja kaikista käytetyistä testeistä ei ole olemassa iän suhteen standardoituja viitearvoja. Tämän vuoksi raakapisteiden käyttäminen kaikissa testeissä oli johdonmukaisempaa.

Yleisen kognition mittaamiseen käytettiin Montreal Cognitive Assessment (MoCa; Nasreddine ym., 2005) -testiä, joka on kognitiivisen suorituskyvyn seulontamenetelmä, ja jonka tarkoituksena on havaita lievä tiedonkäsittelyn heikentyminen. MoCa sisältää lyhyitä tehtäviä, jotka mittaavat kognition eri osa-alueita, kuten visuospatiaalisia toimintoja, kielellisiä kykyjä, muistia, tarkkaavaisuutta ja orientaatiota.

Tarkkaavuutta ja toiminnanohjausta mitattiin Trail Making-testillä (TMT; Reitan, 1958). Kyseinen testi suoritettiin osana Flexible Attention Test:ä (FAT; Järnefelt ym., 2008), joka on itsenäisesti suoritettava taulutietokoneella tehtävä testi. TMT-A-osatestissä koehenkilön tehtävänä oli yhdistää mahdollisimman nopeasti viivalla ympyröityjä numeroita numerojärjestyksessä. TMT-B-osatestissä oli ympyröityjen numeroiden lisäksi ympyröityjä kirjaimia ja koehenkilön tehtävänä oli yhdistää viivalla vuorotellen numeroita kirjaimia numero- ja aakkosjärjestyksessä. Käytetty testimuuttuja muodostettiin vähentämällä A-osaan käytetty aika B-osaan käytetystä ajasta. Tarkkaavuuden ja toiminnanohjauksen mittaamiseen käytettiin myös Simon task -tehtävää (Simon & Rudell, 1967), jossa koehenkilölle esitettiin kannettavan tietokoneen näytön oikealla sekä vasemmalla laidalla punaisia ja sinisiä muotoja. Koehenkilön tehtävänä oli painaa oikeanpuoleista nappia silloin, kun hän näki punaisen muodon ja vasemmanpuoleista nappia silloin, kun hän näki sinisen muodon.

Taulukko 2*Käytetyt neuropsykologiset testit*

Kognition osa-alue	Testi	Kuvaus	Muuttuja
Yleinen kognitio	MoCa	6 lyhyttä tehtävää, jotka mittaavat visuospatiaalisia toimintoja, kielellisiä kykyjä, muistia, tarkkaavaisuutta ja orientaatiota	kokonaispisteet (summa)
Tarkkaavuus ja toiminnanohjaus	FAT Trail Making Testi	Yhdistä numerot (A-osiossa) ja numerot sekä kirjaimet (B-osiossa) noudattamalla sääntöä	aikaero (B-A)
	Simon task	Reagoi visuaalisiin ärsykeisiin oikealla/vasemmalla puolella ruutua painamalla nappia oikealla/vasemmalla (kongruentteja (CON) ja inkongruentteja (INC) tehtäviä)	aikaero (INC-CON)
Prosessointinopeus	WAIS-IV Merkkikoe	Kopioi symboleja vastaavien numeroiden mukaan	raakapisteet (summa)
	WAIS-IV Merkintunnistus	Etsi symbolirivistä kohdesymboleja	raakapisteet (summa)
Työmuisti	WAIS-IV Numerosarjat	Toista sarja verbaalisesti esitettyjä numeroita	raakapisteet (summa)
	WAIS-IV Laskutehtävät	Ratkaise verbaalisesti esitettyjä aritmeettisia laskuja	raakapisteet (summa)
	FAT Muisti eteenpäin	Toista visuospatiaalisia kuvioita samassa järjestyksessä	pin oikein muistettu sarja
	FAT Muisti taaksepäin	Toista visuaalisia kuvioita päinvastaisessa järjestyksessä	pin oikein muistettu sarja
Episodinen muisti	WMS-III Looginen muisti	Toista verbaalisesti esitetty tarina (heti ja viivästetysti 30min jälkeen)	raakapisteet (summa) välitön ja viivästetty
	WMS-III Sanalistat	Toista verbaalisesti esitetty sanalista (heti ja viivästetysti 30min jälkeen)	raakapisteet (summa) välitön ja viivästetty
Kielellinen joustavuus ja puheen tuotto	MoCa Foneeminen sanasujuvuus	Listaa sanoja jotka alkavat kirjaimella "S" (60 sec)	kokonaispisteet
	MoCa Semanttinen sanasujuvuus	Listaa eläimiä (60 sec)	kokonaispisteet
Visuomotorinen nopeus	FAT Reaktio	Koske mahdollisimman nopeasti ruudulle ilmaantuvia ympyröitä	reaktioaika keskiarvo (ms)

Prosessointinopeutta sekä työmuistia mitattiin osatesteillä Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testipatteristosta (WAIS-IV; Wechsler, 2008).

Prosessointinopeuden arviointiin käytetyt osatehtävät olivat Merkkikoe sekä Merkintunnistus. Työmuistin arviointiin käytetyt osatehtävät puolestaan olivat Numerosarjat sekä Laskutehtävät. Laskutehtävissä jätettiin tekemättä ensimmäiset viisi tehtävää ja lisättiin saatuun pistesummaan näiden pisteet, sillä niiden voitiin olettaa menevän perusterveillä aikuisilla koehenkilöillä oikein.

Lisäksi työmuistin arvioimiseen käytettiin Muisti eteenpäin ja Muisti taaksepäin -osatehtäviä FAT:sta. Tehtävissä koehenkilön tuli painaa mieleen järjestys, jossa ruudulla näkyvät ympyrät välähtivät punaisena. Muisti eteenpäin -tehtävässä koehenkilön tuli toistaa sama sarja alusta loppuun muistinvaraisesti. Muisti taaksepäin -tehtävässä koehenkilön tuli puolestaan toistaa sama sarja päinvastoin lopusta alkuun muistinvaraisesti. Testimuuttujina käytettiin kummassakin tehtävässä pisimmän oikein muistetun sarjan pituutta. FAT-testin Reaktio-osatehtävää käytettiin visuomotorisen nopeuden arviointiin. Siinä koehenkilön tehtävänä oli koskettaa mahdollisimman nopeasti ruudulle ilmaantuvia vihreitä ympyröitä ja testimuuttuja muodostettiin reaktioaikojen keskiarvosta.

Episodisen muistin arviointiin käytettiin osatestejä Wechsler Memory Scale III -testipatteristosta (WMS-III; Wechsler, 1997). Käytetyt osatestit olivat Looginen muisti sekä Sanalistat. Molemmissa mitattiin sekä välitöntä että viivästettyä episodista muistia.

Kielellistä joustavuutta ja puheen tuottoa tutkittiin osana MoCa-testiä, mutta tehtävistä laskettiin myös omat erilliset testimuuttujansa. Foneemisen sanasujuvuuden tehtävässä koehenkilöllä oli 60 sekuntia aikaa luetella mahdollisimman monta s-kirjaimella alkavaa sanaa. Semanttisen sanasujuvuuden tehtävässä koehenkilöllä oli puolestaan 60 sekuntia aikaa luetella mahdollisimman monta eläintä. Molemmista tehtävistä laskettiin oikein menneiden sanojen summa.

2.3 Tutkimuksen kulku

Kyselyt postitettiin tutkittaville kotiin ja he palauttivat ne saapuessaan tutkimukseen. Neuropsykologiset tutkimukset ja MBEA toteutettiin Helsingin yliopiston tiloissa

Kognitiivisen aivotutkimuksen yksikössä hiljaisessa huoneessa. Tutkimukset kestivät jokaisella koehenkilöllä noin tunnin. Tutkimuksen sai halutessaan keskeyttää missä vaiheessa tahansa. Teknisen vian vuoksi Trail Making -testin ja FAT-Reaktion tekeminen ei onnistunut yhdellä koehenkilöllä, jolloin näiden tehtävien otoskooksi jäi $N = 99$. Samasta syystä Simon task -tehtävän tekeminen ei onnistunut kahdella koehenkilöllä, jolloin sen otoskooksi jäi $N = 98$. Teknisen vian vuoksi myös FAT:n Muisti eteenpäin -tehtävä ei onnistunut kolmella koehenkilöllä ($N = 97$) ja FAT:n Muisti taaksepäin -tehtävä puolestaan kahdeksalla koehenkilöllä ($N = 92$).

2.4 Tilastolliset menetelmät

Tilastolliset analyysit tehtiin SPSS-ohjelmalla (IBM SPSS Statistics 28). Tilastollisen merkitsevyyden raja-arvona käytettiin arvoa $p < 0.05$. Musiikkiharrastuksia ja musiikin havaitsemista kuvaavien muuttujien välisiä korrelaatioita tutkittiin aluksi Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimilla. Kyseistä korrelaatiokerrointa käytettiin, sillä musiikkiharrastusmuuttujien jakaumat olivat vinoja.

Musiikkiharrastusten vaikutusta kognitiivisiin kykyihin tutkittiin lineaarisilla regressioilla Enter-menetelmällä. Lineaarinen regressio toistettiin niin, että jokainen neuropsykologinen testimuuttuja oli yksittäin riippuvana muuttujana ja soittovuodet, kuorolauluvuodet sekä yksinlauluvuodet riippumattomina muuttujina. Lisäksi koulutusvuodet ja ikä kontrolloitiin mallissa, sillä niiden ajateltiin vaikuttavan kognitiivisissa testeissä suoriutumiseen oleellisesti. Lineaariset regressiot tehtiin erikseen koko otokselle sekä otoksen ikääntyvien osajoukolle (60-88 vuotiaille). Myös musiikillisen havaitsemisen yhteyttä kognitiivisiin kykyihin tutkittiin vastaavanlaisesti lineaarisilla regressioilla Enter-menetelmällä. MBEA-testin rytmi- ja sävelkorkeus-osatestien tulosten yhteyttä neuropsykologisten testien tuloksiin tutkittiin lineaarisilla regressioilla, joissa jokainen neuropsykologinen testimuuttuja oli yksittäin riippuvana muuttujana ja MBEA-testin osatestien tulokset riippumattomina muuttujina. Mallissa kontrolloitiin myös koulutusvuodet sekä ikä.

3 Tulokset

3.1 Aineisto

Neuropsykologisten testitulosten muuttujien tunnusluvut on esitetty taulukossa 3. Erilaisten musiikkiharrastusten elinikäisen kokemuksen ja musiikillisen havaitsemisen taitoja kuvaavien muuttujien väliset korrelaatiot on esitetty taulukossa 4. Soittokokemus ja kuorolaulukokemus korreloivat kohtalaisesti ($r(98) = .45, p < .001$), soittokokemus ja yksinlaulukokemus kohtalaisesti ($r(98) = .42, p < .001$) sekä myös kuorolaulukokemus ja yksinlaulukokemus kohtalaisesti ($r(98) = .45, p < .001$). Musiikillisen havaitsemisen taitojen osatestit puolestaan korreloivat keskenään heikosti ($r(97) = .33, p < .001$). Musiikkikokemusmuuttujista soittokokemus korreloi heikosti rytmin havaitsemisen ($r(98) = .26, p = .010$) sekä sävelkorkeuden havaitsemisen ($r(98) = .28, p = .006$) kanssa. Myös kuorolaulukokemus korreloi heikosti rytmin havaitsemisen ($r(98) = .28, p = .005$) ja sävelkorkeuden havaitsemisen ($r(97) = .29, p = .004$) kanssa. Yksinlaulu korreloi heikosti sävelkorkeuden havaitsemisen kanssa ($r(97) = .29, p = .004$).

Taulukko 3*Neuropsykologisten muuttujien tunnusluvut*

	Koko otos					Ikääntyvät (60+ vuotiaat)				
	KA	KH	Minimi	Maksimi	N	KA	KH	Minimi	Maksimi	N
MoCa	26.9	2.5	20.0	30.0	100	25.5	2.6	20.0	29.0	31
FAT Trail Making -testi	27081.1	23287.3	-5829.0	112032.0	99	41941.0	30211.1	-453.0	112032.0	31
Simon task	70.2	46.1	-103.3	232.4	98	90.0	58.7	-103.3	232.4	30
WAIS-IV Merkkikoe	66.7	16.9	26.0	98.0	100	53.0	13.4	26.0	83.0	31
WAIS-IV Merkintunnistus	29.8	9.0	13.0	55.0	100	22.8	6.3	13.0	41.0	31
WAIS-IV Numerosarjat	28.5	4.9	17.0	41.0	100	26.5	5.2	17.0	37.0	31
WAIS-IV Laskutehtävät	15.2	3.1	8.0	22.0	100	13.7	3.0	9.0	21.0	31
FAT Muisti eteenpäin	4.9	1.2	-1.0	7.0	97	4.1	0.9	3.0	6.0	30
FAT Muisti taaksepäin	4.7	1.1	2.0	7.0	92	3.9	0.8	2.0	5.0	29
WMS-III Looginen muisti	42.0	9.3	25.0	67.0	100	38.3	8.5	25.0	54.0	31
WMS-III Looginen muisti viivästetty	26.5	7.6	8.0	44.0	100	22.8	7.3	8.0	37.0	31
WMS-III Sanalistat	33.4	6.1	17.0	45.0	100	29.0	5.4	17.0	42.0	31
WMS-III Sanalistat viivästetty	7.9	2.5	1.0	12.0	100	6.1	2.4	1.0	10.0	31
Foneeminen sanasujuvuus	19.1	5.6	7.0	37.0	100	17.4	6.2	7.0	29.0	31
Semanttinen sanasujuvuus	26.9	7.2	9.0	47.0	100	23.9	7.9	9.0	45.0	31
FAT Reaktio	20677.9	4014.8	13286.0	33516.0	99	24671.9	3911.2	18553.0	33516.0	31

Lyhenteet: KA = keskiarvo, KH = keskihajonta, MoCa = Montreal Cognitive Assessment -testi, FAT = Flexible Attention -testi, WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testi, WMS-III = Wechsler Memory Scale III -testi

Taulukko 4

Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimet musiikkikokemusmuuttujille ja MBEA-muuttujille

	Soittokokemus*	Kuorolaulukokemus*	Yksinlaulukokemus*	MBEA rytmi	MBEA sävelkorkeus
Soittokokemus*	1.0				
Kuorolaulukokemus*	.45***	1.0			
Yksinlaulukokemus*	.42***	.45***	1.0		
MBEA rytmi	.26*	.28**	.15	1.0	
MBEA sävelkorkeus	.28**	.29**	.29**	.33***	1.0

*** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$

* Soittokokemus laskettu prosentiosuutena: soittoharrastuksen vuodet / iällä vuosina x 100.

Kuorolaulukokemus laskettu prosentiosuutena: kuorolauluharrastuksen vuodet / iällä vuosina x 100.

Yksinlaulukokemus laskettu prosentiosuutena: yksinlauluharrastuksen vuodet / iällä vuosina x 100.

3.2 Erilaisten musiikkiharrastusten yhteydet kognitiivisiin kykyihin

3.2.1 Koko otos eli 20–88-vuotiaat

Musiikkiharrastuksien ja kognitiivisten kykyjen välistä yhteyttä koko otoksessa tarkasteltiin lineaarisilla regressioanalyysillä. Selittävinä muuttujina olivat soittokokemus, kuorolaulukokemus ja yksinlaulukokemus sekä kontrollimuuttujina ikä ja koulutusvuodet. Kaikki tulokset on esitetty taulukoissa 5 ja 6. Koko mallit olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä MoCa:an ($F(5,94) = 4.63$, $p = .001$, $R^2 = .198$), Trail Making -testiin ($F(5,93) = 5.36$, $p < .001$, $R^2 = .224$), WAIS-Merkkikokeeseen ($F(5,94) = 25.64$, $p < .001$, $R^2 = .577$), WAIS-Merkintunnistukseen ($F(5,94) = 17.60$, $p < .001$, $R^2 = .483$), semanttiseen sanasujuvuuteen ($F(5,94) = 3.95$, $p = .003$, $R^2 = .173$), FAT-Reaktioon ($F(5,93) = 24.24$, $p < .001$, $R^2 = .566$), WAIS-Numerosarjoihin ($F(5,94) = 6.45$, $p < .001$, $R^2 = .255$), WAIS-Laskutehtäviin ($F(5,94) = 5.43$, $p < .001$, $R^2 = .224$), FAT:n Muisti eteenpäin -tehtävään ($F(5,91) = 8.11$, $p < .001$, $R^2 = .308$), FAT:n Muisti taaksepäin -tehtävään ($F(5,86) = 8.04$, $p < .001$, $R^2 = .319$), WMS-Loogiseen muistiin ($F(5,94) = 6.31$, $p < .001$, $R^2 = .251$), WMS-Viivästettyyn loogiseen muistiin ($F(5,94) = 10.21$, $p < .001$, $R^2 = .352$), WMS-Sanalistoihin ($F(5,94) = 15.49$, $p < .001$, $R^2 = .452$), ja WMS-Viivästettyihin sanalistoihin ($F(5,94) = 10.46$, $p < .001$, $R^2 = .357$). Kaikki musiikkiharrastusmuuttujat ja kontrollimuuttujat yhdessä selittivät merkitsevien kokonaismallien kohdalla kognitiivisia kykyjä mittaavien testien tulosten vaihtelusta 17–57 %.

Musiikkiharrastusmuuttujista soittokokemus oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä WAIS-Merkkikokeeseen ($b = .227$, $p = .006$), WAIS- Numerosarjoihin ($b = .216$, $p = .045$) ja WAIS-Laskutehtäviin ($b = .246$, $p = .026$). Kuorolaulukokemus puolestaan oli yhteydessä WMS-Viivästettyyn loogiseen muistiin ($b = .238$, $p = .012$), WMS-Sanalistoihin ($b = .178$, $p = .041$) ja semanttiseen sanasujuvuuteen ($b = .221$, $p = .039$). Yksinlaulukokemus ei ollut tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä yhteenkään kognitiivisia kykyjä mittaavan testin tuloksiin. Musiikkiharrastusten ja kognitiivisten testien tulosten merkitsevät yhteydet on havainnollistettu liitteessä 1.

Koko mallit eli musiikkiharrastukset, ikä sekä koulutusvuodet yhdessä olivat siis koko otoksessa yhteydessä yleiseen kognitioon, prosessointinopeuteen, työmuistiin, episodiseen muistiin, visuomotoriseen nopeuteen, tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen sekä kielelliseen joustavuuteen ja puheen tuottoon. Yksittäisistä musiikkiharrastuksista soittaminen oli yhteydessä prosessointinopeuteen ja työmuistiin sekä kuorolaulu puolestaan episodiseen muistiin ja kielelliseen joustavuuteen sekä puheen tuottoon.

Taulukko 5

Musiikkiharrastusten yhteydet yleiseen kognitioon, tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen, prosessointinopeuteen, kielelliseen joustavuuteen ja puheen tuottoon sekä visuomotoriseen nopeuteen koko otoksessa

		MoCa	Trail Making Testi	Simon task	WAIS Merkkikoe	WAIS Merkintunnistus	Foneeminen sanasujuvuus	Semanttinen sanasujuvuus	FAT Reaktio
Koko malli	R ²	.198	.224	.103	.577	.483	.083	.173	.566
	F	4.627	5.360	2.119	25.639	17.597	1.709	3.946	24.238
	p	.001	.000	.070	.000	.000	.140	.003	.000
Soittokokemus	Beta	.097	-.126	-.180	.227	.135	.040	-.049	-.092
	t	.879	-1.154	-1.534	2.827	1.518	.339	-.433	-1.130
	p	.382	.251	.128	.006	.132	.735	.666	.261
Kuorolaulukokemus	Beta	-.008	-.026	.024	.038	.067	.110	.221	.061
	t	-.078	-.258	.215	.508	.803	.994	2.093	.798
	p	.938	.797	.830	.613	.424	.323	.039	.427
Yksinlaulukokemus	Beta	.050	.039	.074	-.022	.084	-.007	-.065	-.109
	t	.507	.395	.696	-.311	1.054	-.069	-.640	-1.489
	p	.613	.693	.488	.757	.295	.945	.524	.140
Ikä	Beta	-.359	.358	.229	-.568	-.463	-.269	-.360	.675
	t	-3.503	3.538	2.120	-7.642	-5.638	-2.460	-3.467	8.919
	p	.001	.001	.037	.000	.000	.016	.001	.000
Koulutus	Beta	.081	-.140	-.029	.202	.275	-.040	.092	-.049
	t	.814	-1.422	-.279	2.790	3.4338	-.372	.912	-.620
	p	.418	.158	.781	.006	.001	.711	.364	.537

Lyhenteet: MoCa = Montreal Cognitive Assessment -testi, FAT = Flexible Attention -testi, WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testi

Taulukko 6*Musiikkiharrastusten yhteydet työmuistiin ja episodiseen muistiin koko otoksessa*

		WAIS	WAIS	FAT	FAT	WMS	WMS	WMS	WMS
		Numerosarjat	Laskutehtävät	Muisti eteenpäin	Muisti taaksepäin	Looginen muisti	Looginen muisti viivästetty	Sanalistat	Sanalistat viivästetty
Koko malli	R ²	.255	.224	.308	.319	.251	.352	.452	.357
	F	6.451	5.434	8.108	8.041	6.307	10.211	15.492	10.458
	p	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Soittokokemus	Beta	.216	.246	-.070	.122	.057	.047	-.033	-.005
	t	2.028	2.268	-.668	1.145	.537	.476	-.365	-.055
	p	.045	.026	.506	.255	.593	.635	.716	.956
Kuorolaulukokemus	Beta	.108	-.050	-.007	-.031	.189	.238	.178	.074
	t	1.075	-.493	-.069	-.313	1.884	2.548	2.072	.794
	p	.285	.623	.945	.755	.063	.012	.041	.429
Yksinlaulukokemus	Beta	.033	.097	.027	.089	-.068	-.072	.015	-.057
	t	.341	.989	.285	.919	-.706	-.800	.188	-.637
	p	.734	.325	.776	.360	.482	.426	.852	.526
Ikä	Beta	-.271	-.244	-.510	-.451	-.391	-.418	-.640	-.545
	t	-2.752	-2.422	-5.285	-4.519	-3.961	-4.544	-7.575	-5.955
	p	.007	.017	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Koulutus	Beta	.151	.119	.135	.089	.140	.233	.072	.143
	t	1.572	1.211	1.435	.916	1.456	2.599	.880	1.608
	p	.119	.229	.155	.362	.149	.011	.381	.111

Lyhenteet: FAT = Flexible Attention -testi, WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testi, WMS-III = Wechsler Memory Scale III -testi

3.2.2 Iäkkäät eli 60-vuotiaat ja vanhemmat

Musiikkiharrastusten ja kognitiivisten kykyjen välistä yhteyttä tarkasteltiin lineaarisella regressiolla myös ikääntyvien eli 60-vuotiaiden ja sitä vanhempien osajoukossa. Malli oli samanlainen, kuin koko otokselle tehdyssä vastaavassa analyysissä. Kaikki tulokset on esitetty taulukoissa 7 ja 8. Koko mallit olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä Trail Making -testiin ($F(5,25) = 3.30$, $p = .020$, $R^2 = .398$), WAIS-Merkkikokeeseen ($F(5,25) = 6.38$, $p = .001$, $R^2 = .561$), WAIS-Merkintunnistukseen ($F(5,25) = 3.06$, $p = .027$, $R^2 = .380$), WAIS-Numerosarjoihin ($F(5,25) = 4.46$, $p = .005$, $R^2 = .471$) ja WMS-Sanalistoihin ($F(5,25) = 2.74$, $p = .042$, $R^2 = .354$). Kaikki musiikkiharrastusmuuttajat ja kontrollimuuttajat yhdessä selittivät merkitsevien kokonaismallien kohdalla kognitiivisia kykyjä mittaavien testien tulosten vaihtelusta 35–58 %. Soitto-, kuorolaulu- tai yksinlaulukokemus eivät kuitenkaan selittäneet kognitiivisia kykyjä mittaavien testien tuloksia merkitsevästi ikääntyvien osajoukossa.

Koko mallit eli musiikkiharrastukset, ikä sekä koulutusvuodet yhdessä olivat siis iäkkäiden osajoukossa yhteydessä tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen, prosessointinopeuteen sekä episodiseen muistiin. Yksittäiset musiikkiharrastukset eivät olleet yhteydessä kognitiivisiin kykyihin.

Taulukko 7

Musiikkiharrastusten yhteydet yleiseen kognitioon, tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen, prosessointinopeuteen, kielelliseen joustavuuteen ja puheen tuottoon sekä visuomotoriseen nopeuteen iäkkäiden osajoukossa

		MoCa	Trail Making Testi	Simon task	WAIS Merkkikoe	WAIS Merkintunnistus	Foneeminen sanasujuvuus	Semanttinen sanasujuvuus	FAT Reaktio
Koko malli	R ²	.204	.398	.041	.561	.380	.212	.079	.190
	F	1.285	3.303	.206	6.379	3.064	1.342	.427	1.170
	p	.302	.020	.957	.001	.027	.280	.826	.351
Soittokokemus	Beta	.166	-.269	-.081	.192	.288	.399	.019	-.158
	t	.807	-1.501	-.354	1.255	1.581	1.941	.087	-.757
	p	.427	.146	.726	.221	.126	.064	.931	.456
Kuorolaulukokemus	Beta	-.081	-.206	-.055	.073	-.113	-.114	-.079	.242
	t	-.367	-1.078	-.218	.445	-.582	-.521	-.334	1.089
	p	.717	.291	.829	.660	.566	.607	.741	.287
Yksinlaulukokemus	Beta	.026	.009	.210	.061	.180	.017	.211	-.149
	t	.123	.049	.897	.395	.980	.084	.942	-.709
	p	.903	.961	.379	.696	.337	.934	.355	.485
Ikä	Beta	-.500	.678	.138	-.705	-.508	-.443	-.056	.320
	t	-2.131	3.319	.535	-4.041	-2.450	-1.894	-.221	1.351
	p	.043	.003	.597	.000	.022	.070	.827	.189
Koulutus	Beta	-.197	.118	.119	.076	.033	-.274	.168	.019
	t	-.867	.599	.500	.450	.164	-1.214	.686	.081
	p	.394	.555	.622	.656	.871	.236	.499	.936

Lyhenteet: MoCa = Montreal Cognitive Assessment -testi, FAT = Flexible Attention -testi, WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testi

Taulukko 8

Musiikkiharrastusten yhteydet työmuistiin ja episodiseen muistiin iäkkäiden osajoukossa

		WAIS Numerosarjat	WAIS Laskutehtävät	FAT Muisti eteenpäin	FAT Muisti taaksepäin	WMS Looginen muisti	WMS Looginen muisti viivästetty	WMS Sanalistat	WMS Sanalistat viivästetty
Koko malli	R ²	.471	.196	.118	.182	.125	.221	.354	.185
	F	4.460	1.222	.640	1.021	.717	1.421	2.739	1.135
	p	.005	.328	.672	.429	.617	.251	.042	.368
Soittokokemus	Beta	.263	.106	.357	.227	.077	.049	-.108	-.060
	t	1.565	.510	1.592	1.031	.355	.240	-.582	-.289
	p	.130	.615	.125	.313	.726	.812	.566	.775
Kuorolaulukokemus	Beta	.109	.020	.007	-.041	.152	.164	-.071	-.071
	t	.609	.089	.030	-.180	.660	.752	-.359	-.320
	p	.548	.930	.976	.859	.515	.459	.722	.752
Yksinlaulukokemus	Beta	.046	-.000	-.057	.180	-.042	-.082	.247	.057
	t	.268	.000	-.254	.817	-.193	-.397	1.314	.272
	p	.791	1.000	.801	.422	.848	.695	.201	.788
Ikä	Beta	-.677	-.369	-.214	-.386	-.355	-.311	-.256	-.037
	t	-3.536	-1.562	-.842	-1.583	-1.440	-1.337	-1.209	-.156
	p	.002	.131	.408	.127	-.162	.193	.238	.877
Koulutus	Beta	-.007	.123	-.098	-.161	.020	.235	.362	.417
	t	-.037	.539	-.396	-.674	.083	1.045	1.769	1.813
	p	.971	.595	.696	.507	.934	.306	.089	.082

Lyhenteet: FAT = Flexible Attention -testi, WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testi , WMS-III = Wechsler Memory Scale III -testi

3.3 Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteys kognitiivisiin kykyihin

3.3.1 Koko otos eli 20–88-vuotiaat

Musiikillisen havaitsemisen taitojen ja kognitiivisten kykyjen välistä yhteyttä koko otoksessa tarkasteltiin lineaarisilla regressioanalyysillä. Selittävinä muuttujina olivat sävelkorkeuden havaitseminen ja rytmin havaitseminen sekä kontrollimuuttujina ikä ja koulutusvuodet. Kaikki tulokset on esitetty taulukoissa 9 ja 10. Koko mallit olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä MoCa:an ($F(4,94) = 5.39$, $p = .001$, $R^2 = .187$), Trail Making testiin ($F(4,93) = 9.91$, $p < .001$, $R^2 = .299$), WAIS-Merkkikokeeseen ($F(4,94) = 28.48$, $p < .001$, $R^2 = .548$), WAIS-Merkintunnistukseen ($F(4,94) = 19.94$, $p < .001$, $R^2 = .459$), foneemiseen sanasujuvuuteen ($F(4,94) = 2.48$, $p = .049$, $R^2 = .095$), semanttiseen sanasujuvuuteen ($F(4,94) = 5.00$, $p = .001$, $R^2 = .175$), FAT-Reaktioon ($F(4,93) = 30.00$, $p < .001$, $R^2 = .563$), WAIS-Numerosarjoihin ($F(4,94) = 7.39$, $p < .001$, $R^2 = .239$), WAIS-Laskutehtäviin ($F(4,94) = 4.41$, $p = .003$, $R^2 = .158$), FAT:n Muisti eteenpäin -tehtävään ($F(4,91) = 10.83$, $p < .001$, $R^2 = .323$), FAT:n Muisti taaksepäin -tehtävään ($F(4,86) = 9.60$, $p < .001$, $R^2 = .309$), WMS-Loogiseen muistiin ($F(4,94) = 6.56$, $p < .001$, $R^2 = .218$), WMS-Viivästettyyn loogiseen muistiin ($F(4,94) = 10.27$, $p < .001$, $R^2 = .304$), WMS-Sanalistoihin ($F(4,94) = 17.49$, $p < .001$, $R^2 = .417$), ja WMS-Viivästettyihin sanalistoihin ($F(4,94) = 13.11$, $p < .001$, $R^2 = .358$). Musiikin havaitsemisen muuttujat ja kontrollimuuttujat yhdessä selittivät merkitsevien kokonaismallien kohdalla kognitiivisia kykyjä mittaavien testien tulosten vaihtelusta 10–56 %.

Musiikillisen havaitsemisen muuttujista sävelkorkeuden havaitseminen oli yhteydessä Trail Making -testiin ($b = -.308$, $p = .006$) ja rytmin havaitseminen oli yhteydessä semanttisen sanasujuvuuteen ($b = .240$, $p = .040$). Kyseisten merkitsevien tulosten regressiokuvaajat on esitetty liitteessä 2.

Koko mallit eli musiikillisen havaitsemisen taidot, ikä sekä koulutusvuodet yhdessä olivat siis koko otoksessa yhteydessä yleiseen kognitioon, tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen, prosessointinopeuteen, visuomotoriseen nopeuteen, kielelliseen joustavuuteen ja puheen tuottoon, työmuistiin sekä episodiseen muistiin. Musiikillisen havaitsemisen taidoista sävelkorkeuden havaitseminen oli yhteydessä

tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen sekä rytmin havaitseminen kielelliseen joustavuuteen ja puheen tuottoon.

3.3.2 Iäkkäät eli 60-vuotiaat ja vanhemmat

Myös musiikillisen havaitsemisen taitojen ja kognitiivisten kykyjen välistä yhteyttä ikääntyvillä eli 60-vuotialla ja sitä vanhemmilla tarkasteltiin lineaarisilla regressioanalyysillä. Malli oli samanlainen, kuin koko otokselle tehdyssä vastaavassa analyysissä. Kaikki tulokset on esitetty taulukoissa 11 ja 12. Koko mallit olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä Trail Making -testiin ($F(4,25) = 3.26$, $p = .028$, $R^2 = .342$), WAIS-Merkkikokeeseen ($F(4,25) = 9.08$, $p < .000$, $R^2 = .592$), WAIS-Merkintunnistukseen ($F(4,25) = 3.71$, $p = .017$, $R^2 = .373$) ja WAIS-Numerosarjoihin ($F(4,25) = 9.42$, $p < .000$, $R^2 = .601$). Musiikin havaitsemisen muuttujat ja kontrollimuuttujat yhdessä selittivät merkitsevien kokonaismallien kohdalla kognitiivisia kykyjä mittaavien testien tulosten vaihtelusta 34–60 %.

Musiikin havaitsemisen muuttujista rytmin havaitseminen oli yhteydessä WAIS-Merkkikokeeseen ($b = .404$, $p = .026$). Merkitsevän yhteyden regressiokuvaaja on esitetty liitteessä 3. Rytmin havaitseminen oli yhteydessä myös FAT:n Muisti taaksepäin -tehtävään, mutta kaikki selittävät muuttujat ja kontrollimuuttujat sisältävä kokonaismalli ei ollut tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä FAT:n Muisti taaksepäin -tehtävään.

Koko mallit eli musiikillisen havaitsemisen taidot, ikä sekä koulutusvuodet yhdessä olivat siis iäkkäiden osajoukossa yhteydessä yleiseen kognitioon, tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen, prosessointinopeuteen ja työmuistiin. Musiikillisen havaitsemisen taidoista rytmin havaitseminen oli yhteydessä prosessointinopeuteen.

Taulukko 9

Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteydet yleiseen kognitioon, tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen, prosessointinopeuteen, kielelliseen joustavuuteen ja puheen tuottoon sekä visuomotoriseen nopeuteen koko otoksessa

		MoCa	Trail Making Testi	Simon task	WAIS Merkkikoe	WAIS Merkintunnistus	Foneeminen sanasujuvuus	Semanttinen sanasujuvuus	FAT Reaktio
Koko malli	R ²	.187	.299	.087	.548	.459	.095	.175	.563
	F	5.393	9.905	2.201	28.475	19.935	2.478	4.999	29.999
	p	.001	.000	.075	.000	.000	.049	.001	.000
Sävelkorkeuden havaitseminen	Beta	.034	-.308	-.004	-.021	-.001	.055	-.201	-.074
	t	.291	-2.839	-.034	-.237	-.015	.454	-1.725	-.863
	p	.772	.006	.973	.813	.988	.651	.088	.390
Rytmin havaitseminen	Beta	.008	-.029	.099	.164	.149	.117	.240	-.031
	t	.070	-.269	.818	1.918	1.598	.970	2.085	-.364
	p	.944	.789	.416	.058	.113	.334	.040	.717
Ikä	Beta	-.378	.280	.276	-.581	-.468	-.245	-.321	.702
	t	-3.661	2.907	2.534	-7.547	-5.548	-2.245	-3.089	9.225
	p	.000	.005	.013	.000	.000	.027	.003	.000
Koulutus	Beta	.087	-.105	-.078	.208	.270	-.076	.089	-.024
	t	.858	-1.112	-.727	2.756	3.263	-.710	.877	-.317
	p	.393	.269	.469	.007	.002	.479	.383	.752

Lyhenteet: MoCa = Montreal Cognitive Assessment -testi, FAT = Flexible Attention -testi, WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testi

Taulukko 10

Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteydet työmuistiin ja episodiseen muistiin koko otoksessa

		WAIS Numerosarjat	WAIS Laskutehtävät	FAT Muisti eteenpäin	FAT Muisti taaksepäin	WMS Looginen muisti	WMS Looginen muisti viivästetty	WMS Sanalistat	WMS Sanalistat viivästetty
Koko malli	R ²	.239	.158	.323	.309	.218	.304	.427	.358
	F	7.388	4.407	10.830	9.602	6.558	10.266	17.488	13.114
	p	.000	.003	.000	.000	.000	.000	.000	.000
Sävelkorkeuden havaitseminen	Beta	.127	.057	-.155	-.029	-.047	-.081	.002	-.070
	t	1.136	.483	-1.436	-.259	-.413	-.751	.016	-.680
	p	.259	.631	.154	.796	.680	.455	.987	.498
Rytmin havaitseminen	Beta	.178	-.026	.032	.127	.126	.142	.023	.088
	t	1.612	-.226	.301	1.151	1.125	1.347	.235	.862
	p	.110	.822	.764	.253	.263	.181	.815	.391
Ikä	Beta	-.220	-.294	-.544	-.486	-.353	-.385	-.618	-.533
	t	-2.199	-2.800	-5.687	-4.839	-3.482	-4.029	-7.129	-5.807
	p	.030	.006	.000	.000	.001	.000	.000	.000
Koulutus	Beta	.160	.164	.132	.075	.157	.245	.071	.136
	t	1.628	1.594	1.412	.760	1.576	2.611	.833	1.508
	p	.107	.114	.161	.449	.118	.010	.407	.135

Lyhenteet: FAT = Flexible Attention -testi, WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testi , WMS-III = Wechsler Memory Scale III -testi

Taulukko 11

Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteydet yleiseen kognitioon, tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen, prosessointinopeuteen, kielelliseen joustavuuteen ja puheen tuottoon sekä visuomotoriseen nopeuteen iäkkäiden osajoukossa

		MoCa	Trail Making Testi	Simon task	WAIS Merkkikoe	WAIS Merkintunnistus	Foneeminen sanasujuvuus	Semanttinen sanasujuvuus	FAT Reaktio
Koko malli	R ²	.183	.342	.092	.592	.373	.145	.101	.186
	F	1.403	3.255	.605	9.078	3.714	1.057	.703	1.432
	p	.262	.028	.663	.000	.017	.398	.597	.253
Sävelkorkeuden havaitseminen	Beta	-.060	-.287	-.060	-.144	-.113	-.275	-.276	.148
	t	-.259	-1.390	-.245	-.887	-.562	-1.166	-1.143	.643
	p	.798	.177	.809	.383	.579	.254	.264	.526
Rytmin havaitseminen	Beta	.069	.007	.344	.404	.386	.125	.198	-.312
	t	.287	.034	1.351	2.375	1.831	.508	.785	-1.297
	p	.777	.973	.189	.026	.079	.616	.440	.207
Ikä	Beta	-.472	.483	.028	-.636	-.494	-.360	-.150	.398
	t	-2.342	2.669	.136	-4.464	-2.795	-1.742	-.707	1.977
	p	.027	.013	.893	.000	.010	.094	.486	.059
Koulutus	Beta	-.171	.013	-.034	.021	-.043	-.192	.113	.176
	t	-.810	.069	-.155	.139	-.232	-.885	.509	.831
	p	.426	.946	.878	.891	.819	.385	.615	.414

Lyhenteet: MoCa = Montreal Cognitive Assessment -testi, FAT = Flexible Attention -testi, WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testi

Taulukko 12

Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteydet työmuistiin ja episodiseen muistiin iäkkäiden osajoukossa

		WAIS Numerosarjat	WAIS Laskutehtävät	FAT Muisti eteenpäin	FAT Muisti taaksepäin	WMS Looginen muisti	WMS Looginen muisti viivästetty	WMS Sanalistat	WMS Sanalistat viivästetty
Koko malli	R ²	.601	.247	.028	.295	.128	.194	.282	.174
	F	9.422	2.046	.170	2.406	.919	1.503	2.451	1.317
	p	.000	.118	.952	.079	.468	.231	.072	.291
Sävelkorkeuden havaitseminen	Beta	.221	.098	-.180	-.239	.128	-.001	.040	-.145
	t	1.375	.444	-.700	-1.069	.539	-.002	.185	-.625
	p	.181	.661	.491	.296	.595	.998	.855	.538
Rytmin havaitseminen	Beta	.227	-.261	.165	.567	-.013	.031	-.071	.140
	t	1.351	-1.129	.616	2.404	-.051	.129	-.314	.579
	p	.189	.270	.544	.025	.960	.898	.756	.568
Ikä	Beta	-.543	-.320	-.064	-.363	-.255	-.213	-.385	-.106
	t	-3.854	-1.653	-.284	-1.882	-1.222	-1.063	-2.036	-.525
	p	.001	.111	.779	.073	.233	.298	.052	.604
Koulutus	Beta	.090	.279	.001	-.333	.111	.291	.246	.320
	t	.607	1.375	.006	-1.633	.508	1.386	1.238	1.501
	p	.549	.181	.995	.116	.616	.178	.227	.146

Lyhenteet: FAT = Flexible Attention -testi, WAIS-IV = Wechsler Adult Intelligence Scale IV-testi , WMS-III = Wechsler Memory Scale III -testi

4 Pohdinta

Tässä maisterintutkielmassa tarkasteltiin erilaisten musiikkiharrastusten yhteyttä kognitiivisiin kykyihin aikuisilla sekä erityisesti ikääntyvillä. Kun musiikkiharrastuneisuutta mitattiin elinaikaisena harrastuskokemuksena kaikkien aikuisten keskuudessa, soittokokemus oli yhteydessä prosessointinopeuteen ja työmuistiin. Lisäksi kuorolaulukokemus oli yhteydessä episodiseen muistiin sekä semanttiseen sanasujuvuuteen. Iäkkäiden osajoukossa ei havaittu yhteyksiä erilaisten musiikkiharrastusten ja kognitiivisten kykyjen välillä. Kun musiikkiharrastuneisuutta mitattiin musiikillisen havaitsemisen taitona kaikkien aikuisten keskuudessa, sävelkorkeuden havaitseminen oli yhteydessä tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen sekä rytmin havaitseminen puolestaan semanttiseen sanasujuvuuteen. Iäkkäiden osajoukossa rytmin havaitseminen oli yhteydessä prosessointinopeuteen.

4.1 Musiikkiharrastusten yhteys kognitiivisiin kykyihin

4.1.1 Soittokokemus

Tutkimustulos siitä, että soittaminen oli kaikkien aikuisten keskuudessa yhteydessä prosessointinopeuteen sekä työmuistiin oli hypoteesin mukainen. Aikuisten soittokokemuksen on aikaisemminkin havaittu olevan yhteydessä työmuistiin (Suárez ym., 2015; Criscuolo ym., 2019) sekä puolestaan iäkkäiden soittokokemuksen prosessointinopeuteen (Mansens ym., 2018). Soittamiskokemuksen yhteys prosessointinopeuteen sekä työmuistiin myös vahvistaa näkemystä siitä, että musiikkiharrastuksissa vaadittu jatkuva kognitiivisten kykyjen, kuten työmuistin hyödyntäminen on yhteydessä parempaan suoriutumiseen myös niissä kyseisiä kykyjä vaativissa tehtävissä, jotka eivät liity musiikkiin (Bialystok & DePape, 2009; Moreno & Bidelman, 2014).

Kaikkien aikuisten osalta saatu tutkimustulos soittokokemuksen yhteydestä prosessointinopeuteen ja työmuistiin ei hypoteesin vastaisesti toistunut iäkkäiden osajoukossa. Soittokokemus ei ollut yhteydessä kognitiivisiin kykyihin iäkkäiden osajoukossa. Tulos on ristiriidassa aikaisemman tutkimustiedon kanssa, sillä

iäkkäiden soittokokemuksen on aikaisemmin huomattu olevan yhteydessä muun muassa prosessointinopeuteen (Mansens ym., 2018), työmuistiin (Mansens ym., 2018; Hanna-Pladdy & Gaiewski, 2012; Bugos ym., 2007) ja toiminnanohjaukseen (Strong & Mast, 2019; Strong 2022; Hanna-Pladdy & MacKay, 2011; Bugos ym., 2007). Toisaalta merkitsevien tulosten puuttumista iäkkäiden osalta saattaa selittää osin myös iäkkäiden osajoukon pieni otoskoko.

4.1.2. Kuorolaulu- sekä yksinlaulukokemus

Havaittu kuorolaulukokemuksen yhteys episodiseen muistiin sekä semanttiseen sanasujuvuuteen kaikkien aikuisten keskuudessa oli muodostettujen hypoteesien mukainen. Kuorolaululle ominainen jatkuva kielellinen prosessointi antaa intuitiivisestikin loogisen selityksen semanttisen sanasujuvuuden tulokselle. Pentikäisen ja kumppaneiden (2021) tutkimuksessa kuorolaulaminen oli iäkkäillä yhteydessä foneemiseen sanasujuvuuteen. Sekä semanttinen että foneeminen sanasujuvuus mittaavat kuitenkin yleisesti kielellistä joustavuutta ja puheen tuottoa, joten tulokset ovat saman suuntaisia. Lisäksi musiikkiharrastusten on aikaisemminkin huomattu parantavan kielellisiä kykyjä jo lapsuudesta lähtien (Ho ym., 2001).

Kuorolauluharjoittelun ja episodisen muistin yhteys on aikaisemmin havaittu dementia-tilailla (Särkämö ym., 2014) ja nyt tulos toistui myös terveillä koehenkilöillä. Särkämö ja kumppanit (2014) esittävät, että yksi mahdollinen selitys kuorolaulun positiivisille vaikutuksille dementia-tilaisten kognitiivisiin kykyihin voisi olla aktivoivien vapaa-ajan harrastusten positiivinen vaikutus kognitiivisen reservin kautta aivojen kykyyn hyödyntää vaihtoehtoisia hermoverkkoja ja kehittää vaihtoehtoisia kognitiivisia toimintamalleja. Samalla tapaa aivojen aktivointi harrastuksien avulla vahvistaa aivojen kognitiivista reserviä jo terveilläkin aikuisilla (Vuoksima, 2019) ja voi näin selittää osin yhteyttä kuorolaulun ja episodisen muistin välillä.

Hypoteesin vastaisesti kuorolaulukokemus ei kuitenkaan ollut tässä tutkimuksessa yhteydessä kognitiivisiin kykyihin iäkkäiden osajoukossa. Aikaisemmin löydökset kuorolaulun ja kognitiivisten kykyjen yhteydestä ovat keskittyneet juuri iäkkäillä

tehtyihin tutkimuksiin (Pentikäinen ym., 2021; Pentikäinen ym., 2023; Särkämö ym., 2014), minkä vuoksi tutkimustulos ei ollut odotetun mukainen. Toisaalta niin kuin soittokokemuksen osaltakin jo todettiin, otoskoko oli iäkkäiden osalta melko pieni, mikä saattoi vaikuttaa tuloksiin.

Yksinlaulukokemus ei puolestaan ollut yhteydessä yhteenkään kognitiiviseen kykyyn kaikkien aikuisten joukossa eikä iäkkäiden osajoukossa, mikä antaa viitteitä siitä, että siitä ei välttämättä ole yhtä paljoa hyötyä kognitiivisiin kykyihin.

Yksinlaulukokemuksen yhteydestä kognitiivisiin kykyihin ei ollut aikaisempaa tutkimustietoa, eikä nykyinen tutkimus tuottanut sen osalta merkittäviä uusia tuloksia. Toisaalta yksinlaulajia oli aineistossa vähemmän kuin kuorolaulajia tai soittajia, mikä saattaa osaltaan vaikuttaa tulosten puuttumiseen. Yksinlaulaminen myös eroaa kuorolaulamisesta esimerkiksi siltä osin, että kuorolaulussa on usein vahvasti mukana myös ryhmän tuoma sosiaalinen aktiivisuus. Tästä saattaa olla merkittävää hyötyä, kun tutkitaan kognitiivisia kykyjä, sillä sosiaalisen aktiivisuuden on havaittu myös olevan yhteydessä useisiin kognitiivisiin kykyihin (Kelly ym., 2017).

4.2 Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteys kognitiivisiin kykyihin

Tässä tutkimuksessa musiikillisen havaitsemisen taitojen hyödyntäminen antoi uudenlaisen näkökulman musiikkiharrastuneisuuden mittaamiseen. Aikaisemmin on huomattu, että musiikin parissa käytetty kokonaisaika näyttää vaikuttavan siihen, miten hyvin musiikkia havaitaan (Tervaniemi ym., 2005). Musiikillisen havaitsemisen taitoja haluttiinkin hyödyntää musiikkiharrastuneisuuden mittarina, koska ajateltiin, että ne voisivat antaa musiikin elinaikaista kokemusta tarkemman mittarin siitä, paljonko henkilö on todellisuudessa viettänyt harrastuksen parissa aikaa ja saanut kognitiivista harjoitusta. Musiikin elinaikaisen kokemuksen lisäksi musiikkiharrastuneisuutta mitattiin siis sävelkorkeuden havaitsemisen sekä rytmin havaitsemisen tehtävien avulla. Sävelkorkeuden havaitseminen oli yhteydessä tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen sekä rytmin havaitseminen puolestaan semanttiseen sanasujuvuuteen koko otoksessa. Iäkkäiden osajoukossa rytmin havaitseminen oli yhteydessä prosessointinopeuteen.

Musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteyttä kognitiivisiin kykyihin ei aikaisemmin ole tutkittu terveillä koehenkilöillä. Särkämön ja kumppaneiden (2009b) tutkimuksessa musiikin havaitsemisen taitojen heikentyminen oli yhteydessä usean kognitiivisen kyvyn heikentymiseen aivohalvauspotilaiden keskuudessa. Samassa tutkimuksessa musiikillisen havaitsemisen taitojen palautuminen oli yhteydessä erityisesti myös verbaalisen oppimisen, visuospatiaalisen havainnoinnin sekä tarkkaavuuden palautumiseen. Kyseinen tulos on linjassa tässä tutkimuksessa saatujen tulosten kanssa, sillä musiikillisen havaitsemisen taidot olivat koko otoksessa yhteydessä tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen sekä semanttiseen sanasujuvuuteen. Särkämö ja kumppanit (2009b) esittävät, että myös aivokuvantamisesta saadun tutkimustiedon perusteella musiikkiin liittyvien kognitiivisten prosessien ja muiden kognitiivisten prosessien, kuten tarkkaavaisuuden, muistin ja toiminnanohjauksen, välillä on vahva yhteys ainakin aivohalvauspotilaiden keskuudessa. Yhteyden olemassaolosta saatiin nyt näyttöä myös terveiden koehenkilöiden keskuudessa.

Iäkkäiden osajoukossa ainoa saatu tulos oli rytmin havaitsemisen yhteys prosessointinopeuteen. Aikaisempi pilottitutkimus antoi viitteitä siitä, että Alzheimeria sairastaneiden ikääntyvien keskuudessa heikentynyt kognitio ja heikentynyt musiikillinen havaitseminen olisivat yhteydessä toisiinsa (Campanelli ym., 2016). Tässä tutkimuksessa saatu tulos ei kuitenkaan anna kovin vahvaa näyttöä musiikillisen havaitsemisen taitojen yhteydestä moneen erilaiseen kognitiiviseen kykyyn terveillä ikääntyvillä. Toisaalta, kun musiikkiharrastuneisuutta mitattiin eri harrastusten elinaikaisena kokemuksena, mikään musiikkiharrastuksista ei ollut yhteydessä kognitiivisiin kykyihin iäkkäiden osajoukossa. Musiikillisen havaitsemisen taitojen hyödyntäminen musiikin harrastuneisuuden mittarina saattaa toimia erityisesti ikääntyvillä, joilla musiikilliset taidot ovat pitkän harrastuskokemuksen myötä ehtineet kehittyä huippuunsa ja koehenkilöiden väliset erot tulla paremmin esiin.

Ikääntyvien osajoukossa rytmin havaitsemisen yhteyttä prosessointinopeuteen saattaa selittää myös kuulonvaraisen prosessoinnin muutokset ikääntyessä. Muusikoiden kuulonvaraisen prosessoinnin on huomattu olevan verrokkeja parempi esimerkiksi melodiaan kuulumattoman sävelen havaitsemisessa ja puheen

erottamisessa hälinästä (Zendel & Alain, 2012). Myös iän myötä tapahtuva kuulonvaraisen prosessoinnin heikkeneminen vaikuttaa olevan vähäisempää muusikoiden keskuudessa (Zendel & Alain, 2012). Musiikillisen havaitsemisen taitojen arviointiin käytetty MBEA-testi nojaa vahvasti juuri kuulonvaraiseen havaitsemiseen ja prosessointiin (Peretz ym., 2003), minkä vuoksi se saattaa erotella ikääntyviä muusikoita ja ei-muusikoita muita ikäryhmiä paremmin. Aikaisemmin on myös ehdotettu, että sensoristen toimintojen, kuten kuulemisen tarkkuuden heikentyminen olisi yhteydessä kognitiivisten kykyjen heikkenemiseen (Lindenberger & Baltes, 1994), minkä vuoksi yhteys MBEA-testin tulosten ja kognitiivisten kykyjen välillä saattaa osittain selittyä myös puhtaasti kuulonvaraisen prosessoinnin eroilla. Toisaalta erot kuvaisivat silti eroja muusikoiden sekä ei-muusikoiden välillä, sillä muusikoiden kuulonvarainen prosessointi vaikuttaa säilyvän paremmin (Zendel & Alain, 2012).

Soittaminen sekä kuorolaulu olivat pääasiassa yhteydessä erilaisiin kognitiivisiin kykyihin kuin musiikillisen havaitsemisen taidot. Musiikin elinaikaista kokemusta ja musiikillisen havaitsemisen taitoja kuvaavat muuttujat myös korreloivat keskenään heikosti, mikä tosin saattaa johtua siitä, että niiden jakaumat olivat kovin erilaiset. Musiikillisen havaitsemisen taitojen testimuuttujissa hajonta oli melko pientä verrattuna musiikkiharrastuskokemuksen muuttujiin, minkä vuoksi musiikillisen havaitsemisen taitojen muuttujat eivät välttämättä erotelleet koehenkilöitä yhtä hyvin ja regressiotulokset jäivät niiden osalta vähäisimmiksi. MBEA onkin alun perin kehitetty musiikin havaitsemisen häiriön eli amusian tunnistamiseen (Peretz y., 2003), minkä vuoksi se ei välttämättä erottele terveitä koehenkilöitä yhtä voimakkaasti. Vaikka MBEA on alun perin kehitetty seulontamenetelmäksi, eikä tutkimuskäyttöön terveillä koehenkilöillä, sillä on kuitenkin hyvät psykometriset ominaisuudet ja sen tulokset korreloivat paljon käytetyn Gordonin musiikillisten kykyjen profiilin testin (*eng. Gordon's Musical Aptitude Profile test*) kanssa. Sen vuoksi MBEA-testiä voidaan käyttää myös tutkimustarkoituksiin terveillä koehenkilöillä.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että musiikillisen havaitsemisen taitojen hyödyntäminen musiikkiharrastuneisuuden mittarina vaikuttaa tulosten perusteella lupaavalta erityisesti iäkkäillä. Kaikkien aikuisten keskuudessa musiikillisen

havaitsemisen taidot eivät olleet yhtä voimakkaasti yhteydessä kognitiivisiin kykyihin kuin soittokokemus tai kuorolaulukokemus, mutta iäkkäiden osajoukossa rytmin havaitseminen oli ainoa kiinnostuksen kohteena oleva muuttuja, joka selitti eroja kognitiivisissa kyvyissä. Musiikillisen havaitsemisen taitojen kehittymisestä iän ja musiikkikokemuksen myöstä sekä yhteydestä kognitiivisiin kykyihin tarvitaan lisää tutkimusta etenkin terveillä koehenkilöillä.

4.3 Tutkimuksen rajoitteet

Tutkimukseen liittyi myös rajoitteita, jotka saattoivat vaikuttaa saatuihin tutkimustuloksiin. Tutkimusaineisto kerättiin rekrytoimalla erityisesti kuorolaulun harrastajia, minkä vuoksi se ei välttämättä edustanut parhaimmalla tavalla soittoa tai yksinlaulua harrastavia. Siitä huolimatta etenkin soittajia oli otoksessa melko paljon. Yksinlaulu oli kuitenkin niin koko otoksessa kuin iäkkäidenkin osajoukossa aliedustettuna, mikä voi osin selittää merkitsevien tulosten puuttumista yksinlaulajien osalta. Tutkimuksen ansioihin lukeutuu kuitenkin se, että aineisto oli muilta osin, kuten ikä- ja sukupuolijakaumien osalta, hyvin tasapainossa ja koehenkilöiden kokonaismäärä (N = 100) oli aikaisempiin tutkimuksiin nähden iso.

Tässä tutkimuksessa kontrollimuuttujina käytettiin ikää ja koulutusta, eikä esimerkiksi fyysistä tai sosiaalista aktiivisuutta kontrolloitu. Tämä saattaa vaikuttaa tuloksiin, sillä fyysinen (Northey ym. 2017) ja sosiaalinen (Kelly ym., 2017) aktiivisuus ovat myös merkittäviä tekijöitä kognitiivisen toimintakyvyn säilymisen kannalta. Toisaalta aikaisemmissa tutkimuksissa saatiin vastaavanlaisia tuloksia musiikkiharrastusten yhteydestä iäkkäiden kognitiivisiin kykyihin, kun fyysinen kunto (Hanna-Pladdy & MacKay, 2011) ja yleinen aktiivisuus (Hanna-Pladdy & Gaiowski, 2012) oli kontrolloitu. Myös mahdollisuuden ja kiinnostukseen aloittaa musiikkiharrastus sekä jatkaa sitä läpi elämän vaikuttavat monet muut tekijät, kuten esimerkiksi sosioekonominen asema ja persoonallisuus. Näitäkään muuttujia ei kontrolloitu tässä tutkimuksessa, mutta aikaisemmin on saatu vastaavanlaisia tuloksia aikuisten musiikkiharrastuneisuuden yhteydestä kognitiivisiin kykyihin, kun sosioekonominen asema ja persoonallisuuspiirteet oli kontrolloitu (Criscuolo ym., 2019).

Riippuvina muuttujina puolestaan käytettiin yksittäisten neuropsykologisten osatestien tuloksia, eikä esimerkiksi useammasta samaa kognitiivista kykyä mittaavien testien tuloksista muodostettuja faktoreita. Tämän vuoksi tutkittiin ennemminkin yksittäisissä osatesteissä suoriutumista, eikä niinkään testien taustalla olevia kognitiivisten kykyjen latentteja muuttujia. Toisaalta yksittäiset yleisesti käytetyt neuropsykologiset testit kuvaavat myös hyvin taustalla olevia kykyjä ja suurinta osaa tutkituista kognitiivisista kyvyistä mitattiin vain yhdellä tai kahdella testillä. Riippuvina muuttujina käytettiin kaikkien testien kohdalla raakapisteitä, koska haluttiin säilyttää kiinnostuksen kohteena olevat iän vaikutukset. Kaikista käytetyistä testeistä ei myöskään ole olemassa iän suhteen standardoituja viitearvoja, minkä takia raakapisteiden käyttäminen kaikissa testeissä oli johdonmukaisempaa.

Tutkimus toteutettiin poikittaistutkimuksena, minkä vuoksi sen avulla ei voida suoraa todistaa ilmiöiden kausaalisia suhteita. Keskimääräistä paremmat kognitiiviset kyvyt ovat saattaneet esimerkiksi olla siinä tietyn elämäntyylin noudattamiseen ja musiikkiharrastuksen aloittamiseen, jolloin vaikutus olisi vastakkainen, kuin tässä tutkimuksessa oletettiin. Niin kuin tässäkin tutkimuksessa, Mansensin ja kumppaneiden (2018) tutkimuksessa musiikkia harrastaneet pärjäsivät paremmin myös osassa kiteytynyttä älykkyyttä mittaavissa testeissä verrattuna niihin, jotka eivät harrastaneet musiikkia. Tulokset viittaavat Mansensin ja kumppaneiden (2018) mukaan siihen, että musiikkia harrastaneilla on ollut jo kauan korkea kognitiivinen kyvykkyys, sillä kiteytynyt älykkyys on ilmiönä melko pysyvä. Tämä antaisi viitteitä siitä, että kognitiivisesti kyvykkäämmät henkilöt olisivat hakeutuneet herkemmin musiikkiharrastuksen pariin. Toisaalta tässä tutkimuksessa saatu tulos kuorolaulamisen yhteydestä semanttiseen sanasujuvuuteen on looginen kuoroharrastuksen sisältämän kielellisen elementin takia, minkä vuoksi Mansensin ja kumppaneiden (2018) johtopäätös ei välttämättä selitä tuloksia ja kausaalisia suhteita tämän tutkimuksen tulosten osalta.

Otoksen ikähaarukka oli tässä tutkimuksessa jo valmiiksi niin laaja ja osa koehenkilöistä niin iäkkäitä (20–88 vuotta), että seurantatutkimuksen toteuttaminen ei olisi ollut tarkoituksenmukaista. Laajan poikittaistutkimuksen avulla saatiin suuntaa antavaa tietoa musiikkiharrastusten vaikutuksista kognitiivisiin kykyihin kaikilla aikuisilla sekä ikääntyvillä. Kausaalisuhteiden tarkemman selvittämisen

vuoksi jatkossa olisi tärkeää tehdä myös seurantatutkimuksia musiikkiharrastusten vaikutuksista kognitiivisiin kykyihin läpi aikuisiän, hyödyntäen myös musiikillisen havaitsemisen taitoja musiikkiharrastuneisuuden mittarina.

4.4 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa havaittiin erilaisia yhteyksiä musiikkiharrastusten ja kognitiivisten kykyjen välillä, kun harrastuneisuutta mitattiin elinaikaisena kokemuksena ja musiikillisen havaitsemisen taitoina kaikilla aikuisilla sekä erikseen ikääntyvien osajoukolla. Kaikilla aikuisilla instrumentin soittokokemus oli yhteydessä prosessointinopeuteen ja työmuistiin sekä kuorolaulukokemus episodiseen muistiin ja semanttiseen sanasujuvuuteen. Lisäksi kaikilla aikuisilla musiikillisen havaitsemisen taidoista sävelkorkeuden havaitseminen oli yhteydessä tarkkaavuuteen ja toiminnanohjaukseen sekä rytmin havaitseminen semanttiseen sanasujuvuuteen. Iäkkäiden osajoukossa rytmin havaitseminen oli yhteydessä prosessointinopeuteen.

Tutkimuksen rajoitteet huomioiden voidaan tulosten perusteella päätellä, että soittoharrastus sekä kuorolaulu ovat yhteydessä erilaisiin kognitiivisiin kykyihin ja molemmat vaikuttavat olevan lupaava keino kehittää ja ylläpitää kognitiota läpi aikuisiän. Eri musiikkiharrastuksissa vaaditaan erilaisia taitoja, minkä vuoksi ne vaikuttavat olevan yhteydessä myös kognition eri osa-alueisiin. Lisäksi musiikillisen havaitsemisen taidot vaikuttavat lupaavalta tavalta mitata musiikkiharrastuneisuutta uudesta näkökulmasta, saavutettujen musiikillisten taitojen kautta.

Musiikkiharrastusten vahvuus kognitiivisen toimintakyvyn ylläpitämisen kannalta on myös se, että ne jatkuvat yleensä pitkään, sillä niistä saatu mielihyvä motivoi jatkamaan harrastamista. Siksi musiikkiharrastukset saattavat muodostua osalle väestöstä korvaamattomaksi tavaksi pitää hyvää toimintakykyä yllä terveiden ikääntymisenkin ohessa. Jatkossa olisi tärkeää tutkia lisää eri musiikkiharrastuksien yhteyksiä kognitiivisiin kykyihin erityisesti seurantatutkimuksina läpi aikuisiän, jotta yhteyden kausaalisuudesta aikuisiällä saadaan tarkempaa tietoa. Lisäksi tulisi tutkia tarkemmin musiikillisen havaitsemisen taitojen tai yleisemmin musiikkikognition kehittymistä terveillä koehenkilöillä harrastamisen myötä sekä niiden yhteyttä kognitiivisiin kykyihin niin poikittaistutkimusten kuin seurantatutkimustenkin

avulla. Näin olisi mahdollista saada tarkempaa käsitystä siitä, mitkä tekijät musiikkiharrastuksissa ovat niitä, jotka todella vaikuttavat kognitiivisiin kykyihin ja niiden parempaan säilymiseen ikääntyessä.

Lähteet

- Alluri, V., Toiviainen, P., Jääskeläinen, I. P., Glerean, E., Sams, M., & Brattico, E. (2012). Large-scale brain networks emerge from dynamic processing of musical timbre, key and rhythm. *NeuroImage*, *59*(4), 3677–3689. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.11.019>
- Babcock, R. L., & Salthouse, T. A. (1990). Effects of Increased Processing Demands on Age Differences in Working Memory. *Psychology and Aging*, *5*(3), 421–428.
- Bialystok, E., & DePape, A.-M. (2009). Musical expertise, bilingualism, and executive functioning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *35*(2), 565–574. <https://doi.org/10.1037/a0012735>
- Bolduc, J., Gosselin, N., Chevrette, T., & Peretz, I. (2021). The impact of music training on inhibition control, phonological processing, and motor skills in kindergarteners: A randomized control trial. *Early Child Development and Care*, *191*(12), 1886–1895. <https://doi.org/10.1080/03004430.2020.1781841>
- Bugos, J. A., Perlstein, W. M., McCrae, C. S., Brophy, T. S., & Bedenbaugh, P. H. (2007). Individualized Piano Instruction enhances executive functioning and working memory in older adults. *Aging & Mental Health*, *11*(4), 464–471. <https://doi.org/10.1080/13607860601086504>
- Campanelli, A., Rendace, L., Parisi, F., D’Antonio, F., Imbriano, L., De Lena, C., & Trebbastoni, A. (2016). Musical cognition in Alzheimer’s disease: Application of the Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1375*(1), 28–37. <https://doi.org/10.1111/nyas.13155>
- Cattell, R. B. (1943). The measurement of adult intelligence. *Psychological Bulletin*, *40*(3), 153–193. <https://doi.org/10.1037/h0059973>
- Christensen, H., Korten, A. E., Jorm, A. F., Henderson, A. S., Jacomb, P. A., Rodgers, B., & Mackinnon, A. J. (1997). Education and decline in cognitive performance: Compensatory but not protective. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *12*(3), 323–330. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1166\(199703\)12:3<323::AID-GPS492>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1166(199703)12:3<323::AID-GPS492>3.0.CO;2-N)
- Criscuolo, A., Bonetti, L., Särkämö, T., Kliuchko, M., & Brattico, E. (2019). On the Association Between Musical Training, Intelligence and Executive Functions in Adulthood. *Frontiers in Psychology*, *10*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01704>
- Deary, I. J., Corley, J., Gow, A. J., Harris, S. E., Houlihan, L. M., Marioni, R. E., Penke, L., Rafnsson, S. B., & Starr, J. M. (2009). Age-associated cognitive decline. *British Medical Bulletin*, *92*(1), 135–152. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldp033>

- Erixon-Lindroth, N., Farde, L., Robins Wahlin, T.-B., Sovago, J., Halldin, C., & Bäckman, L. (2005). The role of the striatal dopamine transporter in cognitive aging. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *138*(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2004.09.005>
- Hanna-Pladdy, B., & Gajewski, B. (2012). Recent and Past Musical Activity Predicts Cognitive Aging Variability: Direct Comparison with General Lifestyle Activities. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00198>
- Hanna-Pladdy, B., & MacKay, A. (2011). The relation between instrumental musical activity and cognitive aging. *Neuropsychology*, *25*(3), 378–386. <https://doi.org/10.1037/a0021895>
- Herholz, S. C., & Zatorre, R. J. (2012). Musical Training as a Framework for Brain Plasticity: Behavior, Function, and Structure. *Neuron*, *76*(3), 486–502. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.011>
- Hertzog, C., Kramer, A. F., Wilson, R. S., & Lindenberger, U. (2008). Enrichment Effects on Adult Cognitive Development: Can the Functional Capacity of Older Adults Be Preserved and Enhanced? *Psychological Science in the Public Interest*, *9*(1), 1–65. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6053.2009.01034.x>
- Ho, Y.-C., Cheung, M.-C., & Chan, A. S. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, *17*(3), 439–450. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.17.3.439>
- Jacobs, B., Schall, M., & Scheibel, A. B. (1993). A quantitative dendritic analysis of wernicke's area in humans. II. Gender, hemispheric, and environmental factors. *Journal of Comparative Neurology*, *327*(1), 97–111. <https://doi.org/10.1002/cne.903270108>
- James, C. E., Oechslin, M. S., Van De Ville, D., Hauert, C.-A., Descloux, C., & Lazeyras, F. (2014). Musical training intensity yields opposite effects on grey matter density in cognitive versus sensorimotor networks. *Brain Structure and Function*, *219*(1), 353–366. <https://doi.org/10.1007/s00429-013-0504-z>
- Järnefelt, H., Härmä, M., Lapveteläinen, N., Leivategija, T., Martimo, K.-P., Paajanen, T., Sallinen, M., Velin, R., Virkkala, J., & Hublin, C. (2018). *Vuorotyöntekijöiden unen ja vireyden tukeminen työterveyshuollossa*. Työterveyslaitos. <https://urn.fi/URN:ISBN:9789522618085>
- Kelly, M. E., Duff, H., Kelly, S., McHugh Power, J. E., Brennan, S., Lawlor, B. A., & Loughrey, D. G. (2017). The impact of social activities, social networks, social support and social relationships on the cognitive functioning of healthy older adults: A systematic review. *Systematic Reviews*, *6*(1), 259. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0632-2>

- Kramer, A. F., Bherer, L., Colcombe, S. J., Dong, W., & Greenough, W. T. (2004). Environmental Influences on Cognitive and Brain Plasticity During Aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *59*(9), M940–M957. <https://doi.org/10.1093/gerona/59.9.M940>
- Kraus, N., & Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, *11*(8), 599–605. <https://doi.org/10.1038/nrn2882>
- Li, N., Chen, G., Xie, Y., & Chen, Z. (2021). Aging Effect on Visuomotor Adaptation: Mediated by Cognitive Decline. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *13*, 742928. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.742928>
- Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (1994). Sensory functioning and intelligence in old age: A strong connection. *Psychology and Aging*, *9*(3), 339–355. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.9.3.339>
- Loui, P., Raine, L. B., Chaddock-Heyman, L., Kramer, A. F., & Hillman, C. H. (2019). Musical Instrument Practice Predicts White Matter Microstructure and Cognitive Abilities in Childhood. *Frontiers in Psychology*, *10*, 1198. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01198>
- Mansens, D., Deeg, D. J. H., & Comijs, H. C. (2018). The association between singing and/or playing a musical instrument and cognitive functions in older adults. *Aging & Mental Health*, *22*(8), 970–977. <https://doi.org/10.1080/13607863.2017.1328481>
- Moreno, S., & Bidelman, G. M. (2014). Examining neural plasticity and cognitive benefit through the unique lens of musical training. *Hearing Research*, *308*, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2013.09.012>
- Müllensiefen, D., Gingras, B., Musil, J., & Stewart, L. (2014). The Musicality of Non-Musicians: An Index for Assessing Musical Sophistication in the General Population. *PLoS ONE*, *9*(2), e89642. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0089642>
- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, *53*(4), 695–699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Northey, J. M., Cherbuin, N., Pumpa, K. L., Smee, D. J., & Rattray, B. (2018). Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *52*(3), 154–160. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096587>
- Pentikäinen, E., Kimppa, L., Pitkäniemi, A., Lahti, O., & Särkämö, T. (2023). Longitudinal effects of choir singing on aging cognition and wellbeing: A two-year follow-up study. *Frontiers in Human Neuroscience*, *17*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1174574>

- Pentikäinen, E., Pitkäniemi, A., Siponkoski, S.-T., Jansson, M., Louhivuori, J., Johnson, J. K., Paaajanen, T., & Särkämö, T. (2021). Beneficial effects of choir singing on cognition and well-being of older adults: Evidence from a cross-sectional study. *PLOS ONE*, *16*(2), e0245666. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245666>
- Peretz, I., Champod, A. S., & Hyde, K. (2003). Varieties of Musical Disorders: The Montreal Battery of Evaluation of Amusia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *999*(1), 58–75. <https://doi.org/10.1196/annals.1284.006>
- Raz, N., & Rodrigue, K. M. (2006). Differential aging of the brain: Patterns, cognitive correlates and modifiers. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *30*(6), 730–748. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2006.07.001>
- Raz, N., Williamson, A., Gunning-Dixon, F., Head, D., & Acker, J. D. (2000). Neuroanatomical and cognitive correlates of adult age differences in acquisition of a perceptual-motor skill. *Microscopy Research and Technique*, *51*(1), 85–93. [https://doi.org/10.1002/1097-0029\(20001001\)51:1<85::AID-JEMT9>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/1097-0029(20001001)51:1<85::AID-JEMT9>3.0.CO;2-0)
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an Indicator of Organic Brain Damage. *Perceptual and Motor Skills*, *8*(3), 271–276. <https://doi.org/10.2466/pms.1958.8.3.271>
- Reuter-Lorenz, P. A., & Park, D. C. (2010). Human Neuroscience and the Aging Mind: A New Look at Old Problems. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *65B*(4), 405–415. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbq035>
- Rogenmoser, L., Kernbach, J., Schlaug, G., & Gaser, C. (2018). Keeping brains young with making music. *Brain Structure and Function*, *223*(1), 297–305. <https://doi.org/10.1007/s00429-017-1491-2>
- Salthouse, T. (1996). *The Processing-Speed Theory of Adult Age Differences in Cognition*. *103*(3), 403–428. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.103.3.403>.
- Salthouse, T. A. (2010). Selective review of cognitive aging. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *16*(5), 754–760. <https://doi.org/10.1017/S1355617710000706>
- Schellenberg, E. G., & Moreno, S. (2010). Music lessons, pitch processing, and g. *Psychology of Music*, *38*(2), 209–221. <https://doi.org/10.1177/0305735609339473>
- Schneider, C. E., Hunter, E. G., & Bardach, S. H. (2019). Potential Cognitive Benefits From Playing Music Among Cognitively Intact Older Adults: A Scoping Review. *Journal of Applied Gerontology*, *38*(12), 1763–1783. <https://doi.org/10.1177/0733464817751198>

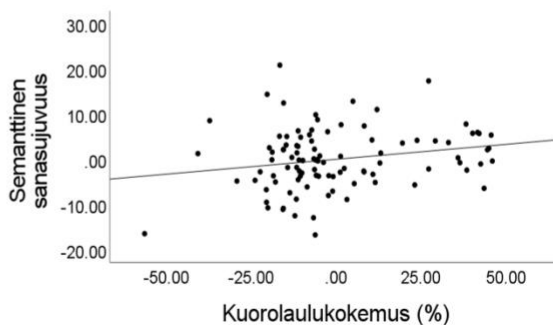
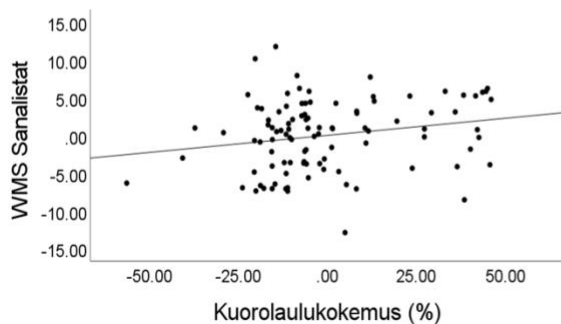
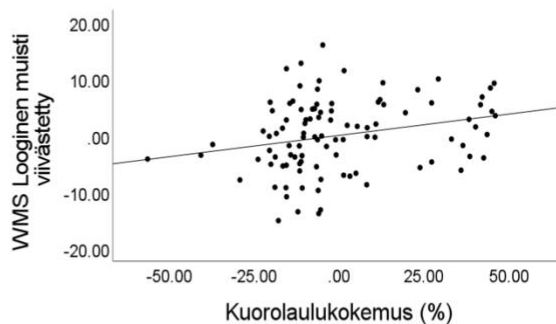
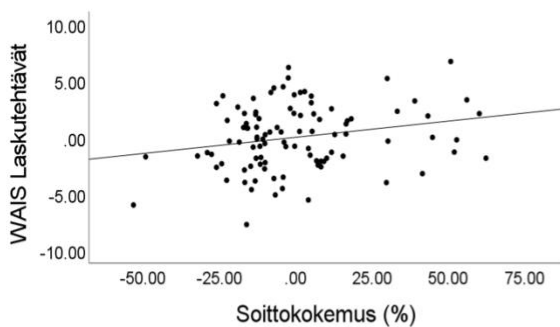
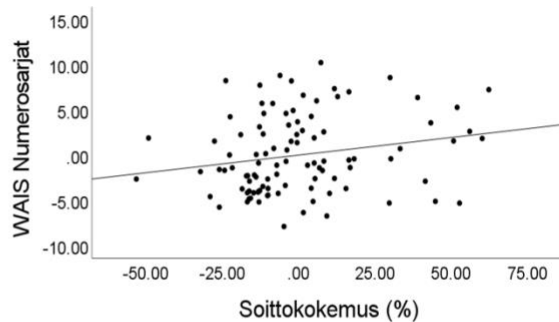
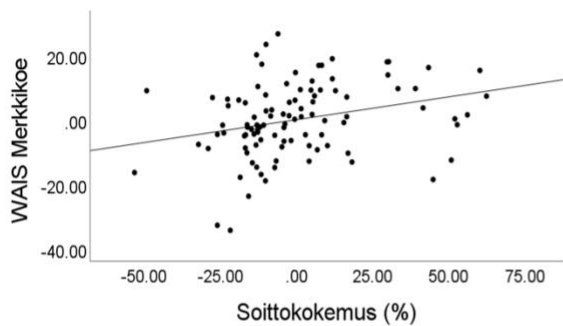
- Shors, T. J., Anderson, M. L., Curlik, D. M., & Nokia, M. S. (2012). Use it or lose it: How neurogenesis keeps the brain fit for learning. *Behavioural Brain Research*, *227*(2), 450–458. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.04.023>
- Simon, J. R., & Rudell, A. P. (1967). Auditory S-R compatibility: The effect of an irrelevant cue on information processing. *Journal of Applied Psychology*, *51*(3), 300–304. <https://doi.org/10.1037/h0020586>
- Speh, A., Kramberger, M. G., Winblad, B., Bäckman, L., Qiu, C., & Laukka, E. J. (2024). Change in cardiovascular health and rate of cognitive decline in older adults: A 15-year population-based study. *BMC Geriatrics*, *24*(1), 263. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-04856-y>
- Stolwyk, R., Bannirchelvam, B., Kraan, C., & Simpson, K. (2015). The cognitive abilities associated with verbal fluency task performance differ across fluency variants and age groups in healthy young and old adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *37*(1), 70–83. <https://doi.org/10.1080/13803395.2014.988125>
- Strong, J. V. (2022). Music experience predicts episodic memory performance in older adult instrumental musicians. *Brain and Cognition*, *161*, 105883. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2022.105883>
- Strong, J. V., & Mast, B. T. (2019). The cognitive functioning of older adult instrumental musicians and non-musicians. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, *26*(3), 367–386. <https://doi.org/10.1080/13825585.2018.1448356>
- Suárez, L., Elangovan, S., & Au, A. (2016). Cross-sectional study on the relationship between music training and working memory in adults. *Australian Journal of Psychology*, *68*(1), 38–46. <https://doi.org/10.1111/ajpy.12087>
- Särkämö, T., Tervaniemi, M., Laitinen, S., Numminen, A., Kurki, M., Johnson, J. K., & Rantanen, P. (2014). Cognitive, Emotional, and Social Benefits of Regular Musical Activities in Early Dementia: Randomized Controlled Study. *The Gerontologist*, *54*(4), 634–650. <https://doi.org/10.1093/geront/gnt100>
- Särkämö, T., Tervaniemi, M., Soynila, S., Autti, T., Silvennoinen, H. M., Laine, M., & Hietanen, M. (2009a). Amusia and Cognitive Deficits after Stroke: Is There a Relationship? *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1169*(1), 441–445. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04765.x>
- Särkämö, T., Tervaniemi, M., Soynila, S., Autti, T., Silvennoinen, H. M., Laine, M., & Hietanen, M. (2009b). Cognitive deficits associated with acquired amusia after stroke: A neuropsychological follow-up study. *Neuropsychologia*, *47*(12), 2642–2651. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.05.015>

- Tervaniemi, M., Just, V., Koelsch, S., Widmann, A., & Schröger, E. (2005). Pitch discrimination accuracy in musicians vs nonmusicians: An event-related potential and behavioral study. *Experimental Brain Research*, *161*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s00221-004-2044-5>
- Valenzuela, M. J., & Sachdev, P. (2007). Assessment of complex mental activity across the lifespan: Development of the Lifetime of Experiences Questionnaire (LEQ). *Psychological Medicine*, *37*(7), 1015–1025. <https://doi.org/10.1017/S003329170600938X>
- Vergheese, J., Lipton, R. B., Katz, M. J., Hall, C. B., Derby, C. A., Kuslansky, G., Ambrose, A. F., Sliwinski, M., & Buschke, H. (2003). Leisure Activities and the Risk of Dementia in the Elderly. *New England Journal of Medicine*, *348*(25), 2508–2516. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa022252>
- Vuoksima, E. (2019). Kognitiivisten toimintojen muutokset—Mikä on ikääntymistä, mikä sairautta? *Duodecim*, *135*(11), 1075–1084.
- Wechsler, D. (1997). *Wechsler Memory Scale-III, manual*. New York: Psychological Corp. Suomenkielinen painos: Wechslerin muistiasteikko, käsikirja. Psykologien Kustannus Oy, Helsinki 2007.
- Wechsler, D. (2008). *Wechsler Adult Intelligence Scale-IV, manual*. New York: Psychological Corp. Suomenkielinen painos: Wechslerin aikuisten älykkyyssasteikko, käsikirja. Psykologien Kustannus Oy, Helsinki 2012.
- World Health Organization. (2015). *World report on ageing and health*. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/186463>
- Zarate, J. M. (2013). The neural control of singing. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00237>
- Zendel, B. R., & Alain, C. (2012). Musicians experience less age-related decline in central auditory processing. *Psychology and Aging*, *27*(2), 410–417. <https://doi.org/10.1037/a0024816>

Liitteet

Liite 1

Osittaiset regressiokuvaajat koko otoksessa musiikkiharrastusten ja kognitiivisten kykyjen välisten yhteyksien merkitseville tuloksille

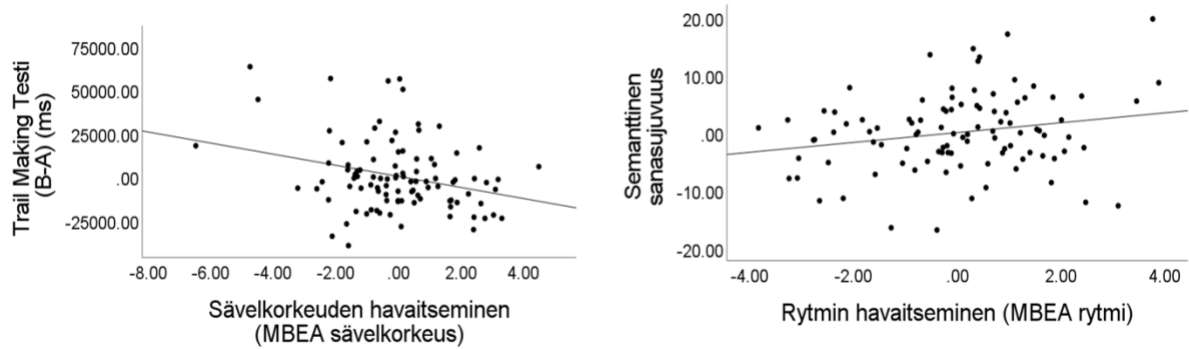


Soittokokemus laskettu prosenttiosuutena: soittoharrastuksen vuodet / iällä vuosina x 100.

Kuorolaulukokemus laskettu prosenttiosuutena: kuorolauluharrastuksen vuodet / iällä vuosina x 100.

Liite 1

Osittaiset regressiokuvaajat koko otoksessa musiikillisen havaitsemisen taitojen ja kognitiivisten kykyjen välisten yhteyksien merkitseville tuloksille

**Liite 2**

Osittaiset regressiokuvaajat iäkkäiden otoksessa musiikillisen havaitsemisen taitojen ja kognitiivisten kykyjen välisen yhteyden merkitsevälle tulokselle

