

<https://helda.helsinki.fi>

Musiikin oppimisen siirtovaikutuksia

Linnavalli, Tanja

Eino Roiha -säätio
2022

Linnavalli , T & Virtala , P M 2022 , Musiikin oppimisen siirtovaikutuksia . julkaisussa J Louhivuori , S Saarikallio & P Toiviainen (toim) , Musiikkipsykologia . 2.painos toim , Eino Roiha -säätio , Jyväskylä , Sivut 323-346 .

<http://hdl.handle.net/10138/351532>

unspecified
acceptedVersion

Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository.

This is an electronic reprint of the original article.

This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.

Please cite the original version.

Musiikin oppimisen siirtovaikutuksia

Tanja Linnavalli & Paula Virtala

Musiikin oppimisen siirtovaikutuksilla tarkoitetaan muiden kuin musiikillisten kykyjen ja taitojen kehittymistä musiikin harjoittamisen myötä. Musiikin siirtovaikutuksia on tutkittu aktiivisesti noin parin viime vuosikymmenen ajan, ja erityisen kiinnostuksen kohteena on ollut musiikkiharrastuksen vaikutus kielellisiin, kognitiivisiin ja sosioemotionaalisiin taitoihin. Aiemmin mielenkiinto kohdistui paljolti muusikoihin ja soitinopetukseen osallistuviin lapsiin, mutta nykyään monet tutkimukset pyrkivät selvittämään myös matalamman kynnyksen ryhmämuotoisen musiikkitoiminnan vaikutuksia tyypillisesti ja epätyypillisesti kehittyvien lasten taitoihin. Tässä luvussa esitellään nykyistä tutkimustietoa musiikkitaitojen harjoittelemisen vaikutuksista muihin taitoihin lapsilla.

Johdanto

Lukuisten viime vuosien tutkimusten mukaan lasten säännöllinen musiikkiharrastus voi musiikkitaitojen lisäksi vahvistaa myös kielellistä kehitystä, toiminnanohjauksen taitoja, sosiaalisia kykyjä ja jopa älykkyyttä (Bugos & DeMarie, 2017; Cirelli, Einarson & Trainor, 2014; François, Chobert, Besson & Schön, 2013; Jaschke, Honing & Scherder, 2018; Kirschner & Tomasello, 2010; Linnavalli, Putkinen, Lipsanen, Huotilainen & Tervaniemi, 2018; Moreno, Marques, Santos, Santos, Castro & Besson, 2009; Schellenberg, Corrigall, Dys & Malti, 2015; Schellenberg, 2004). Osa tutkimusnäytöstä on korrelatiivista eli kertoo yhteydestä musiikkitoiminnan ja jonkin taidon tai kyvyn välillä, mutta erityisesti seuranta- ja interventiotutkimukset antavat tietoa myös musiikkitoiminnan kausaalisista vaikutuksista kognitioon.

Toiminnaltaan ja rakenteeltaan muusikoiden aivot näyttävät poikkeavan musiikkia harrastamattomien ihmisten aivoista usealla alueella, mm. kuuloaivokuorella, aivokurkiaisessa ja premotorisella alueella (ks. luku MUSIIKKI JA MUUSIKKOUS AIVOISSA). Samankaltaisia aivojen rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia nähdään pitkittäistutkimuksissa lapsilla, jotka alkavat harrastaa musiikkia (Habibi ym. 2017; Herdener ym. 2010; Hyde ym. 2009; Kraus & Strait, 2015; Putkinen, Tervaniemi, Saarikivi, Ojala & Huotilainen, 2014). Lapsuuden musiikkiharjoittelun myötä muovautuvat aivoalueet, esimerkiksi presentraalinen aivopoimu, kuuloaivokuori ja aivokurkiainen (Hyde et al., 2009; Habibi et al., 2017), osallistuvat musiikin käsittelyn lisäksi myös mm. puheen käsittelyyn, oman toiminnan suunnitteluun, visuospatiaaliseen prosessointiin ja liikkeiden säätelyyn. Tästä syystä ajatellaan, että musiikin harjoittamiseen liittyvä aivoalueiden laajeneminen ja hermostollisten yhteyksien tehostuminen voi vaikuttaa myös muihin taitoihin, jotka perustuvat tiedon käsittelyyn ja toiminnan säätelyyn samoissa hermoverkostoissa. Käsitksemme musiikin siirtovaikutuksista – yhden taitoalueen harjoittamisen vaikutuksista toisenlaisiin taitoihin – perustuukin usein aivotutkimuksista saatua näyttöä.

Musiikin siirtovaikutuksista puhuttaessa on tärkeää erottaa toisistaan korrelatiiviset ja kausaaliset tutkimustulokset. Esimerkiksi muusikoilla nähdyt laajentumat soittamiselle tärkeillä aivoalueilla eivät vielä kerro, ovatko ne harjoittelun aikaansaamia vai tulosta tietynlaisten yksilöiden valikoitumisesta musiikin ammattilaisiksi. Toisaalta korrelatiivisetkin löydökset voivat antaa viitteitä kausaatiosta: muusikoilla nähtävät aivomuutokset ovat sitä suurempia, mitä kauemmin he ovat harjoitelleet tai mitä nuorempina he ovat aloittaneet harjoittelun (ks. luku MUSIIKKI JA MUUSIKKOUS AIVOISSA). Pitkittäistutkimuksilla sen sijaan voidaan tutkia aivojen muutoksia

musiikkiharrastuksen aloittamisen myötä. Tulosten tulokinnassa ei kuitenkaan voi täysin poissulkea erilaisten taustatekijöiden, esimerkiksi kasvuympäristön vaikutusta tutkittaviin taitoihin tai ominaisuuksiin. Tyypillisesti musiikkia harrastavat lapset tulevat korkean koulutus- ja tulotason perheistä, mikä osaltaan selittää soittotunneilla käyvien lasten hyvää suoriutumista monissa kognitiivisissa tehtävissä. Varminta tietoa musiikkiharrastuksen kausaalisuhteesta parantuneisiin kielellisiin ja kognitiivisiin taitoihin voivat tarjota satunnaistetut interventiotutkimukset. Niissä lapset jaetaan satunnaisesti musiikkia tai jotakin muuta harjoittaviin ryhmiin, ja lasten taitoja tutkitaan ennen ja jälkeen interventioiden.

Korrelaatio- ja kausaaliyhteyksien erottamisen lisäksi on tärkeää eritellä, millaista musiikin harjoittamista tarkoitetaan, kun tutkitaan musiikin siirtovaikutuksia. Aiemmin suurin mielenkiinto musiikin siirtovaikutusten tutkimuksessa kohdistui yksityistunneilla soitinopetusta saaviin lapsiin, mutta viime vuosina voimakkaan kiinnostuksen kohteena on ollut myös matalamman kynnyksen ryhmämusiikkitoiminta, jota voi olla tarjolla muun muassa päiväkodeissa ja kouluissa, ja joka ei vaadi omaehtoista harjoittelua. Pääpaino on yhdessä tekemisessä ja pienillä lapsilla leikillisyydessä. Tällaista toimintaa on esimerkiksi musiikkileikkikoulu, jossa pääpaino on yhdessä tekemisessä ja leikillisyydessä. Epämuodolliseksi musiikkitoiminnaksi voidaan myös lukea ei-ohjatut musisoinnin muodot kuten laulaminen, tanssiminen ja soitinten kokeilu, joita lapsi toteuttaa spontaanisti itsekseen, toisten lasten tai lähiaikuisten kanssa.

Musiikki ja kielelliset taidot

Puhe ja musiikki ovat kuulonvaraisia, kulttuurisesti omaksuttaviin sääntöihin perustuvia järjestelmiä, joita käsitellään aivoissa monilla samoilla alueilla (katsaus: Peretz ym., 2015). Onkin ymmärrettävää, että musiikin ajatellaan tukevan kielellisiä taitoja useimmiten juuri kehittämällä kuulojärjestelmää tai erityisesti ajallisesti nopeiden äänivirran muutosten käsittelyä (Kraus & Chandrasekaran, 2010; Tallal & Gaab, 2006). Esimerkiksi suomalaisessa lasten seurantatutkimuksessa kouluikäisten musiikkiharrastus ja jo päiväkotikäisten musiikkileikkikoulutoiminta olivat yhteydessä aivojen kuuloherätevästeiden suureen kokoon ja nopeaan kehitykseen verrattuna muuta harrastaviin ikätovereihin (esim. Putkinen ym. 2013a, 2019; ks. myös Tierney ym., 2015).

Viitteitä musiikkiharrastuksen hyödyistä puheen havaitsemiselle on nähty muun muassa musiikkia harrastavilla lapsilla, jotka olivat ikätovereitaan parempia esimerkiksi puheen äänenkorkeusvaihteluiden (Magne ym., 2006) ja vokaalien pituuden käsittelyssä (Chobert ym., 2011). Kahdessa eri tutkimuksessa satunnaisesti musiikki-interventioyhmään valikoitujen kouluikäisten puheen havaitseminen kehittyi kuvataideryhmään valikoituja ikätovereita paremmin sekä kuuloherätevästeiden että tehtäväsuoriutumisen tasolla (Chobert ym., 2014; Francois ym., 2013; Moreno ym., 2009). Ryhmämuotoisen musiikkitoiminnan hyötyjä puheen havaitsemiselle onkin löydetty useissa tutkimuksissa ja kaikenikäisillä lapsilla (Nan ym., 2018; jopa vauvaiässä: Zhao & Kuhl, 2016). Ero musiikkia harrastavien ja harrastamattomien ryhmien välillä korostuu erityisesti silloin, kun puhetta kuullaan haastavissa olosuhteissa kuten taustamelussa (katsaus: Coffey ym. 2017). Tämä on merkittävää, sillä puheen havaitseminen taustamelussa on heikentynyttä monilla erityisryhmillä (mm. kehitykselliset luki- ja kielihäiriöt, kuulovammat, ks. alla).

Osaltaan puheen havaitsemisen tehostumisessa musiikkiharrastuksen myötä voi olla kyse kuulotarkkaavuuden parantumisesta, mistä on saatu viitteitä mm. edellä kuvatussa suomalaislasten seurantatutkimuksessa (Putkinen ym. 2013b): kuuloherätevästeet, jotka kuvaavat tarkkaavuuden kääntymistä äänivirran muutosten suuntaan, olivat suurentuneita musiikin harrastajilla. Toinen keskeinen tekijä musiikkitoiminnan siirtovaikutuksissa puheen ja kielen kehitykseen ovat musiikin ja puheen jaetut akustiset piirteet ja niiden edellä mainittu jaettu aivoperusta. Niitä puheen piirteitä, jotka eniten muistuttavat musiikkia, kutsutaan puheen prosodiaksi, joka tarkoittaa muun muassa äänen pituuksien, äänenkorkeuksien ja voimakkuuden vaihtelun synnyttämää ”melodiaa” puheessa. Prosodian ja musiikin hyvä havaitseminen ovat yhteydessä toisiinsa (Hausen ym. 2013), ja muusikkous onkin yhteydessä tarkkaan prosodian havaitsemiseen (esim. Lima ym., 2011).

Kieli opitaan sosiaalisessa vuorovaikutuksessa vastaanottavaisen hoitajan kanssa (Kuhl, 2007), ja mitä pienemmästä lapsesta on kyse, sitä keinotekoisempi on raja musiikin ja puheen välillä varhaisessa vuorovaikutuksessa. Vauvalle suunnattu hoivapuhe on akustisesti laulun kaltaista, ja sen toisteisuuden, hitaan tempon, rytmisyyden ja äänenkorkeusvaihteluiden tiedetään tukevan vauvan tarkkaavuuden suuntaamista, kykyä tunnistaa tunteita ja havaita ääniteitä ja sanoja sekä olla vuorovaikutuksessa muiden kanssa (mm. Fernald & Kuhl, 1987; Karzon, 1985; Nakata & Trehub, 2004). Samoja piirteitä ja hyötyjä on vauvalle suunnatulla laululla, niin sanotulla hoivalaululla (hoivapuheesta ja -laulusta ks. Corbeil ym., 2013, Trehub 2019). Varhainen vauvan ja

hoitajan välinen musiikkitoiminta kuten laulaminen voi tukea vuorovaikutusta myös mm. lisäämällä arkeen jaetun tarkkaavuuden hetkiä, joissa vauvan ja hoitajan huomio kiinnittyy samaan kohteeseen, sekä tukemalla vanhempien hyvinvointia ja vanhemmuuskompetenssia eli kokemusta itsestä hyvänä vanhempana (Kostilainen ym. 2021a; Nicholson ym. 2008). Musiikin käyttö vauvan ja hoitajan keskinäisessä vuorovaikutuksessa voi siis tukea kielen kehitystä laaja-alaisesti erityisesti sosioemotionaalisten hyötyjensä avulla.

Musiikkitoiminnan yhteydet kielellisiin ja lukutaitoihin

Musiikin harrastamisella lapsuusiässä on nähty myös positiivisia yhteyksiä suoranaisiin kielellisiin taitoihin kuten kielelliseen muistiin (Chan ym., 1998; Jakobson ym., 2008) ja lukutaitoon (Corrigan & Trainor, 2011). Leikki- ja kouluikäisten lasten interventiotutkimuksissa, joissa ryhmämuotoista musiikkitoimintaa on verrattu muuhun kehittävään ryhmätoimintaan, on saatu näyttöä musiikin myönteisistä vaikutuksista kielellisiin ja lukutaitoihin sekä lukemaan oppimiselle tärkeisiin osataitoihin, erityisesti äännetietoisuuteen (engl. *phoneme awareness*). Äännetietoisuus viittaa kykyyn ymmärtää, että puhe koostuu pienemmistä yksiköistä, äänneistä. Suomalaisutkimuksessa verrattiin lapsia, joiden päiväkotitarjosi musiikki- tai tanssitunteja päiväkotipäivän aikana, ja vain musiikkitunneilla käyneiden lasten kielellinen tehtäväsuoriutuminen, muun muassa äännetietoisuus parani (Linnavalli ym. 2018; vastaavista päiväkotikäisten tutkimuksista ks. myös Degé & Schwarzer, 2011; Moreno ym., 2011; Nan ym., 2018). Eräässä tutkimuksessa itse valittu ryhmämuotoinen musiikkitoiminta verrattuna itse valittuun muuhun harrastustoimintaan nuoruusiässä oli yhteydessä parempaan äännetietoisuuden kehittämiseen (Tierney ym., 2015). Kun koulussa toteutettavaa ryhmämuotoista musiikki-interventiota verrattiin tehostettuun luonnontieteiden opetukseen ja tavanomaisessa opetuksessa olleeseen verrokkiryhmään, musiikki-interventio paransi erityisesti kielellistä muistia (Roden ym., 2012; ks. myös samankaltainen tulos päiväkotikäisten seurantatutkimuksessa, Ho ym., 2003). Koska erityisesti äännetietoisuus on keskeinen lukemaan oppimista ennustava taito lapsuudessa (esim. Torppa ym., 2010), on luontevaa olettaa, että musiikkitoiminta voisi edellä mainittujen taitojen ohella tukea myös lukutaitoa. Toinen edellä kuvatuista kouluikäisten satunnaistetuista seurantatutkimuksista osoittikin musiikkitoiminnan hyödyt puheen havaitsemisen lisäksi myös lukutaidoille (Moreno ym., 2009; ks. myös Rautenberg, 2015; Slater ym., 2014).

Eräs musiikkitoiminnan keskeisistä piirteistä on sen soveltuminen kaikenikäisille ja puhe- ja liikuntakyvyiltään vaihteleville ryhmille. Satunnaistetussa tutkimuksessa vauvaikäisten musiikkileikkikoulun kaltainen ryhmätoiminta verrattuna ryhmätoimintaan, jossa musiikki soi taustalla, oli yhteydessä hyvään kuuloherätevasteiden ja puhekykyä edeltävien esikielellisten taitojen kehitykseen (Trainor ym., 2012; Gerry ym., 2012; ks. myös Zhao & Kuhl, 2016). Vanhempien raportoimat pikkulasten musiikkitoiminnat kotona olivat samoin yhteydessä mm. parempaan sanavarastoon pari vuotta myöhemmin (Williams ym. 2015). Yhdessä edellä kuvattujen, päiväkodeissa ja kouluissa toteutettujen interventiotutkimusten kanssa tulokset tukevat ajatusta, että erityisesti aktiivisesta ja sosiaalisesta musiikkitoiminnasta voi olla hyötyä kuulo- ja kielellisten kykyjen kehitykselle pienestä lähtien, huolimatta siitä – tai kenties jopa sen vuoksi – että musisoiminta on epämuodollista ja leikkilistä. Myös musiikin kuuntelun sinänsä tiedetään voimistavan kuuloherätevasteita musiikille vauvaiässä (Trainor ym., 2011; Partanen ym., 2013) ja tukevan aivoinfarktista kuntoutumista ikääntyneillä aikuisilla (mm. kielellinen muisti, tarkkaavuus, kuuloherätevasteet, Särkämö ym., 2008, 2010). Musiikin kuuntelun myönteisten siirtovaikutusten merkitys korostuneekin yksilöillä, jotka eivät kykene aktiiviseen musiikkitoimintaan.

Vain harvoissa edellä kuvatuista musiikki-interventiotutkimuksista on eritelty niitä musiikkitoiminnan elementtejä, joiden erityisesti uskotaan tukevan kielellistä kehitystä – tyypillisesti on pyritty hyvin kokonaisvaltaiseen musiikin osa-alueiden opettamiseen (ks. esim. Moreno ym., 2009). Lapsilla, joilla oli todettu kehityksellinen lukuvaikeus, erityisesti rytmiin ja musiikin ajalliseen prosessointiin (mm. kehoperkussioharjoituksin) keskittyvä musiikki-interventio vaikutti myönteisesti kieli- ja lukutaitoihin (Flaunacco ym., 2015; ks. myös Bhide ym., 2013). Ilman vertailukohtaa ei kuitenkaan ole mahdollista sanoa, olisiko esimerkiksi äänenkorkeuksien erotteluun keskittynyt musiikki-interventio tuottanut erilaisia tuloksia. Kahdessa tutkimuksessa tosin löydettiin yhteyksiä erityisesti rytmin prosessointitaitojen ja toisaalta äännetietoisuuden taitojen (päiväkotikäisillä) ja toisaalta lukutaidon (kouluikäisillä) välillä, mikä tukee ajatusta niiden merkityksestä kieli- ja lukutaitojen kehittymiselle (Moritz ym., 2013; Rautenberg, 2015).

Viikoittaisen musiikkitoiminnan määrää eri tutkimuksissa tarkasteltaessa näyttää siltä, että mitä useammin musiikkihetkiä on, sitä nopeammin eroja vertailtavien ryhmien kielellisissä taidoissa alkaa näkyä (vrt. Bhide ym. 2013; Degé & Schwarzer, 2011; Ho ym. 2003; Flaunacco ym. 2015; Fonseca-Mora ym. 2015; François ym. 2013; Linnavalli ym. 2018; Moreno ym. 2009; Moreno ym. 2011; Moritz ym. 2013; Rautenberg ym. 2015; Roden ym. 2012; Slater ym. 2014). Esimerkiksi kolmessa päiväkotikäisiin keskittyvässä tutkimuksessa päivittäin tai lähes päivittäin pienessä ryhmässä (4–7 lasta) musiikkitoimintaan osallistuneiden lasten äännetietoisuus parani vertailuryhmiin verrattuna jo puolen vuoden aikana (Degé & Schwarzer, 2011; Nan ym. 2018), kun taas kerran

viikossa isompaan musiikkileikkikouluryhmään (10–12 lasta) osallistuneilla lapsilla ero vertailuryhmiin näkyi vasta kahden vuoden harrastamisen jälkeen (Linnavalli ym. 2018).

Koska musiikin harrastaminen näyttää tukevan kuulokykyä, kielen kehitystä ja lukutaitoja, on syytä olettaa, että se voi tukea myös vieraan kielen oppimista. Musiikillisesti lahjakkaat lapset ovat taitavia myös vieraan kielen ääntämisessä ja havaitsemisessa (Milovanov & Tervaniemi, 2011; Slevc & Miyake, 2006), ja on myös viitteitä siitä, että laulamalla opettelu voi tukea vieraan kielen oppimista (Alisaari, 2016). Jopa afaatikot muistavat laulettu tarinat puhuttuja paremmin (Leo ym., 2018). Englantia opiskelevia lapsia tutkittaessa ei kuitenkaan havaittu, että laulumaisten elementtien lisääminen fonologiseen interventioon olisi tuottanut erityistä hyötyä vieraan kielen lukemiselle (Fonseca-Mora ym. 2015). Musiikin mahdollisuudet vieraan kielen oppimisen tukena ansaitsevatkin lisää tutkimusta.

Musiikkitoiminta, kielelliset taidot ja epätyypillinen kehitys

Musiikkitoiminnan siirtovaikutukset tarjoavat lupaavan mahdollisuuden tukea kielellisiä taitoja vauva- ja lapsuusiässä myös niillä yksilöillä, joilla kielen kehitys on epätyypillistä. Tässä käsitellään kolmea erilaista ilmiötä, jotka voivat johtaa epätyypilliseen kielen kehitykseen vauvaiästä lähtien: perinnöllinen lukivaikeus, ennenaikainen syntymä eli keskossuus sekä kuulovamman vuoksi asennettu sisäkorvaistute.

Lukivaikeus ja sen perinnöllinen riski ovat yhteydessä kuulojärjestelmän poikkeamiin ja puheen havaitsemisen haasteisiin vauvaiästä lähtien (Ramus, 2004; Kujala, 2007; Thiede ym., 2019). Musiikki-interventiot lukivaikeuslapsilla ovat näyttäneet olevan yhteydessä parantuneeseen puheen havaitsemiseen ja tuottoon, kuulotarkkaavuuteen, sekä lukutaitoon ja sen kannalta keskeisiin kielelliseen muistiin ja fonologiseen prosessointiin (Overy ym., 2000, 2003; Habib ym., 2016; Flaugnacco ym., 2015). Kausaalista näyttöä musiikin hyödyistä tarjoaa satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, jonka mukaan kouluikäisten lukivaikeuksisten lasten jakaminen musiikkia tai kuvataidetta harjoittaviin ryhmiin johti lukemiseen liittyvien taitojen parempaan kehitykseen musiikkiryhmässä (Flaugnacco ym. 2015; ks. myös Bhide ym., 2013). Aina musiikkitoiminnan selviä hyötyjä lukivaikeuksisten lukutaitoon ei kuitenkaan ole nähty (Cogo-Moreira ym., 2013; ks. myös Overy, 2003), ja tutkimustuloksia tulkittaessa on syytä muistaa myös positiivisia löydöksiä suosiva julkaisuväärityelmä (ks. alla). Suomalainen vuonna 2014 käynnistynyt Lukivauva-tutkimus pyrkii selvittämään perinnöllisen lukivaikeusriskin vaikutusta kuuloherätevästeiden sekä kielellisten ja lukutaitojen kehitykseen vauvaiästä kouluikään (ks. esim. Thiede ym., 2019; Kailaheimo-Lönnqvist ym., 2020). Vauvaiässä toteutettavan musiikinkuunteluintervention ja vanhemmilta kerättävän, kodin musiikkitoimintoja koskevan seurantatiedon avulla hankkeessa pyritään selvittämään mahdollisuuksia tukea kuulojärjestelmän ja kielellisten taitojen kehitystä perinnöllisessä lukivaikeusriskissä (Virtala & Partanen, 2018).

Ennenaikainen syntymä voi vaarantaa lapsen aivojen ja kognition sekä erityisesti kielen ja kuulojärjestelmän kehityksen (Anderson, 2014; Fellman ym., 2004; Nosarti ym., 2008). Suomalais-ruotsalainen Laulava kenguru -hanke tutkii kenguruhoidon aikaisen laulamisen vaikutuksia keskoslasten kuuloherätevästeiden ja kognition sekä varhaisten vanhemmuustaitojen kehitykseen (ks. esim. Virtala & Partanen, 2018). Ihokontaktissa hoitajan kanssa toteutettavan kenguruhoidon ja siihen yhdistetyn musiikin kuuntelun (Lai ym. 2006) ja äitien laulamisen (Arnon ym. 2014) on osoitettu olevan hyödyksi sekä äitien että keskosvauvojen hyvinvoinnille. Vanhemman laulaminen voi olla erityisen hyödyllistä keskoskehittyvälle kuulojärjestelmälle (McMahon ym., 2012). Laulava kenguru -hankkeessa satunnaisesti lauluryhmään valittuja perheitä tuetaan laulamaan ja hyräilemään vauvalle kenguruhoidon aikana. Tulosten mukaan lauluryhmän äidit kokivat vähemmän ahdistusta kuin verrokkiryhmän äidit (Kostilainen ym., 2021a), ja keskoslasten kuuloherätevästeet puheäänille olivat suurempia laulu- kuin verrokkiryhmässä (Kostilainen ym., 2021b).

Sisäkorvaistute mahdollistaa puheen havaitsemisen ja tuoton, mutta on riski kielen kehitykselle läpi lapsuuden (esim. Lund, 2016; Välimaa, 2021). Näyttöä musiikkitoiminnan mahdollisuuksista kuulovammaisten lasten kehityksen tukena on toistaiseksi vähän (Gfeller, 2016; katsaus: Torppa & Huotilainen, 2019). Suomalaisitutkimuksessa musiikkia harrastavat sisäkorvaistutellapset pärjäsivät kuitenkin paremmin kielellisissä tehtävissä kuin musiikkia harrastamattomat vertaisensa (Torppa ym., 2020). Prosodian havaitseminen ja musiikkitoiminnat, mukaan lukien vanhempien laulaminen lapsille, olivat yhteydessä sisäkorvaistutellasten hyviin kielellisiin taitoihin.

Musiikki ja sosioemotionaaliset taidot

Sosioemotionaalisilla taidoilla tarkoitetaan kykyä ymmärtää ja nimetä omia tunteitaan, halujaan ja ajatuksiaan, ymmärtää että muilla ihmisillä voi olla omista tunteista poikkeavia tunteita ja pyrkimyksiä sekä kykyä tulkita näitä tunteita vuorovaikutustilanteissa. Lapsuudessa sosioemotionaalinen kehitys on yhteydessä kielelliseen kehitykseen (de Rosnay & Hughes 2006; Rhee ym. 2013).

Kuten edellä todettiin, musiikillinen vuorovaikutus, tyypillisesti laulaminen, voi vahvistaa vauvan ja hoitajan välistä yhteyttä ja tukea siten varhaislapsuuden sosioemotionaalista kehitystä. Jo aiemmin kuvatussa tutkimuksessa pikkulasten musiikkitoiminnot kotona olivat kielellisten taitojen lisäksi yhteydessä lasten kaksi vuotta myöhemmin mitattuihin prososiaalisiin taitoihin, kuten auttamiseen, jakamiseen ja yhteistyökykyyn (Williams ym. 2015). Yhdessä musiikin tahtiin toimimisen on myös nähty vahvistavan lasten prososiaalisia taitoja ja yhteistyökykyä useassa musiikin lyhytkestoisia vaikutuksia selvittävässä tutkimuksessa (Buren ym. 2019, Cirelli ym. 2014; Good & Russo, 2016; Kirschner & Tomasello, 2010). Koeasetelmissa lapset ovat ensin liikkuneet musiikin mukana samantahtisesti toisen henkilön, lapsen tai aikuisen, kanssa ja sen jälkeen joutuneet tilanteeseen, jossa heillä on ollut mahdollisuus auttaa samaa henkilöä (Cirelli ym. 2014; Kirschner & Tomasello, 2010). Toisaalta taas aikuistutkimuksessa on nähty, että jo pelkästään sormella naputtamisen samantahtisuus on yhteydessä siihen, miten myönteisen vaikutelman koehenkilö saa testintekijästä (Hove & Risen, 2009). Lisäksi samaan tahtiin (keinutuolissa) keinumisen on nähty parantavan suoriutumista keinumisen jälkeen pareittain tehtävässä motorisessa tehtävässä (Valdesolo ym. 2010). Nämä lapsi- ja aikuistutkimukset yhdessä viittaavatkin siihen, että tärkein tekijä lyhytkestoisten vaikutusten syntymisessä on yhteinen tahti, samantahtisuus. Musiikin avulla on kuitenkin helppo synnyttää samantahtisuutta yksittäisten ihmisten, ja jopa ihmismassojen välillä. Lisäksi musiikki tuottaa mielihyvää (mm. Zatorre & Salimpoor, 2013) ja on lapsille luontaista ja motivoivaa toimintaa. Musisointi voi siis olla jo pienille lapsille palkitsevaa yhdessä tekemistä toistensa ja läheisten aikuisten kanssa jopa ennen kuin he oppivat puhumaan ja leikkimään yhdessä. Siten musisointi voi synnyttää mahdollisuuksia sosioemotionaaliseen kehitykseen vauvaiästä lähtien.

Sosioemotionaalisen kehityksen tukeminen musiikin avulla

Tutkimuksia musiikkitoiminnan pitkäaikaisista vaikutuksista lasten ja nuorten sosioemotionaaliseen kehitykseen on julkaistu niukasti. Edellisessä luvussa kuvattu vauvaikäisten musiikkileikkikoulun kaltainen toiminta verrattuna leikkiryhmään, jossa musiikki soi taustalla, näytti tukevan myös vauvojen sosioemotionaalista kehitystä: sitä, kuinka helposti he turhautuivat, miten he suhtautuivat uusiin ärsykeisiin, ja kuinka helposti he rauhoittuivat ja ilmaisivat positiivisia tunteita (Gerry ym., 2012). Molemmissa ryhmissä vanhemman ja vauvan keskinäinen vuorovaikutus oli keskeisessä roolissa. On kuitenkin mahdollista, että musiikkileikkikouluryhmän strukturoidumpi toiminta verrattuna vapaan leikin ryhmään selittää joitakin musiikkileikkikouluryhmän todetuista hyödyistä. Kouluikäisille tehdyssä tutkimuksessa 8-vuotiaat musiikkiryhmän lapset osallistuivat koulussa viikoittain musiikillista vuorovaikutusta – muiden auttamista ja yhteistyötä – painottaneille ukuleletunneille vuoden ajan. Vanhempien täyttämien kyselyiden perusteella musiikkiryhmän lasten sympatiakyky ja prososiaaliset taidot paranivat tänä aikana verrattuna lapsiin, joille ukuleletunteja ei tarjottu (Schellenberg ym. 2015). Taidot paranivat musiikkiryhmässä erityisesti niillä lapsilla, joilla ne olivat alun perin heikot. Tuloksen perusteella erityisesti sosioemotionaalisilta taidoiltaan heikot lapset voisivat hyötyä musiikkitoiminnasta, mahdollisesti osin siksi, että alunperinkin taidoiltaan hyvillä lapsilla kehittymisen varaa on vähemmän (ns. kattoefekti). Tutkimuksessa musiikki-interventiota ei kuitenkaan verrattu muuhun virikkeelliseen ryhmätoimintaan (ks. myös Rabinowich ym. 2012), ja siten sosioemotionaalisten taitojen paraneminen ei välttämättä ollut musiikkitoiminnan vaan yleisemmin yhdessä tekemisen seurausta. Hiljattain julkaistussa tutkimuksessa ilmenikin, että sekä musiikki- että liikuntaharrastukseen neljän vuoden ajan osallistuneiden lasten käytöshäiriöt vähenivät verrattuna lapsiin, joille ei tarjottu mahdollisuutta osallistua näihin harrastuksiin (Ilari ym. 2019). Tutkimus toteutettiin Yhdysvalloissa alhaisen sosioekonomisen tason alueilla sijaitseissa kouluissa, joissa opiskelevilla lapsilla ja teini-ikäisillä ei välttämättä ole mahdollisuutta osallistua ohjattuihin harrastuksiin. Siten on mahdollista, että havaitut positiiviset vaikutukset johtuvat mielekkästä ohjatusta tekemisestä yleensä, eivätkä varsinaisesti harrastuksen tarkasta sisällöstä. Toisaalta taas Schellenbergin tutkimuksessa (2004) verrattiin laulu-, musiikki-, teatteri- ja verokkiryhmän kouluvuoden aikana tapahtuvaa muutosta sosioemotionaaliseen käytökseen. Huoltajien arvioiden perusteella vain teatteriharrastuksella oli positiivinen vaikutus lasten sosiaalisiin taitoihin. Tutkimuksessa musiikkiryhmätoiminta ei painottunut sosiaaliseen vuorovaikutukseen.

Yhteenvetona musiikin vaikutuksesta sosioemotionaalisiin taitoihin voidaan siis todeta, että musiikin aikaansaama samantahtisuus ja yhdessä tekeminen näyttää vahvistavan ainakin lyhytkestoisesti prososiaalisia taitoja ja yhteistyökykyä. Musiikin pitkäaikaisvaikutuksista näyttöä on kuitenkin suhteellisen vähän. Ryhmämuotoiseen musiikin harjoittamiseenkin tyypillisesti sisältyvä vuorovaikutteinen toiminta ylipäättään parantaa todennäköisesti sosioemotionaalisia taitoja ja vahvistaa empatiakykyä. Se, tukeeko musiikki

osioemotionaalista kehitystä enemmän kuin muut ryhmäharrastukset ei kuitenkaan ole selvää nykyisen tutkimustiedon valossa.

Musiikki, toiminnanohjauksen taidot ja älykkyys

Toiminnanohjaus viittaa kykyihin, jotka mahdollistavat päämäärätietoisien toiminnan, kuten tarkkaavuuden suuntaamisen, suunnittelun, päätöksenteon ja ongelmanratkaisun. Tyypillisesti toiminnanohjauksen ydintaitoihin luetaan työmuisti, inhibitiokyky ja kognitiivinen joustavuus (Miyake ym. 2000). Inhibitiokyky tarkoittaa kykyä vastustaa automaattisia tai harjoiteltuja reaktioita, ja kognitiivinen joustavuus taas kykyä mukautua uusiin tilanteisiin tai sääntöihin. Näiden ydintaitojen katsotaan olevan erillisiä kykyjä, mutta kuitenkin korreloivan keskenään, ja varsinkin inhibition tai kognitiivisen joustavuuden mittaaminen niin, että muut toiminnanohjauksen osa-alueet eivät vaikuta suoriutumiseen on vaikeaa, jollei mahdotonta. Erityisen haasteellista tämä on pienillä lapsilla, joilla nämä ydintaidot näyttävät olevan vielä aikuisiakin eriytymättömiä (ks. Miyake & Friedman, 2012). Älykkyydellä tässä luvussa viitataan kielelliseen ja näönvaraiseen päättelytaitoon. Vaikka toiminnanohjauksen katsotaan olevan älykkyudesta erillinen ilmiö, on syytä ottaa huomioon sen merkittävä vaikutus kaikkiin keskittymistä vaativiin tehtäviin, muun muassa kielellisiä ja kognitiivisia taitoja mittaaviin psykologisiin testeihin.

Musiikkitoiminnan yhteydet toiminnanohjauksen taitoihin

Muusikot ja musiikkia harrastavat lapset ovat monissa tutkimuksissa suoriutuneet ikätovereitaan paremmin esimerkiksi kognitiivista joustavuutta (Bidelman ym. 2013; Zuk ym., 2014) ja työmuistia (Lee ym. 2007) mittaavissa testeissä. Musiikin harrastaminen vaatii kuitenkin hyviä toiminnanohjauksen taitoja: on keskityttävä oman instrumentin soittamiseen, yhdistettävä eri aistien tuomaa tietoa, kuunneltava muita ja vuoroteltava heidän kanssaan, muistettava missä kohdassa kappaletta ollaan menossa ja mitä tulee seuraavaksi, jne. Tästä syystä musiikkiharrastuksessa pitkään jatkavat lapset ovat todennäköisesti toiminnanohjauksen taidoiltaan alun perinkin hyviä. Toisaalta, koska musiikkia harjoitettaessa harjoitetaan myös toiminnanohjauksen taitoja, on luontevaa olettaa, että musiikkiharrastus myös vaikuttaa näihin taitoihin. Viime vuosina onkin seurantatutkimusten avulla saatu tuloksia, joiden mukaan musiikkitoiminta saattaa vahvistaa toiminnanohjauksen taitoja, mm. työmuistia (Frischen ym. 2021; Roden ym. 2014; Shen ym. 2019), inhibitiota (Bugos & DeMarie, 2017; Frischen ym. 2021; Jaschke ym. 2018; Moreno ym. 2011) ja kognitiivista joustavuutta (Shen ym. 2019), sekä niihin toisinaan laskettavia kykyjä, suunnittelukykyä (Jaschke ym. 2018) ja valikoivaa tarkkaavuutta (Frischen ym. 2021).

Ehkä vakuuttavinta näyttöä ryhmämuotoisen musiikkitoiminnan vaikutuksesta lasten toiminnanohjauksen taitoihin on tähän mennessä saatu hollantilaisesta seurantatutkimuksesta, johon osallistui 147 lasta (Jaschke ym. 2018). Tutkimuksessa selvitettiin koulussa 1–2 kertaa viikossa tarjottavan ryhmämuotoisen musiikki- ja kuvataideopetuksen vaikutuksia toiminnanohjauksen taitoihin seuraamalla alun perin 6-vuotiaita lapsia kahden ja puolen vuoden ajan. Seurannan lopussa musiikkiryhmän lapset suoriutuivat kuvataide- ja vertailuryhmän lapsia paremmin inhibitiota ja suunnittelukykyä mittaavissa tehtävissä. Kuvataideryhmän lapset suoriutuivat sen sijaan seurannan lopussa muita ryhmiä paremmin visuospatiaalisen työmuistin tehtävistä. Koulumusiikkiryhmän lisäksi tutkimuksessa oli mukana ryhmä lapsia, jotka osallistuivat koulun musiikkiopetukseen ja lisäksi kävivät yksityisillä soittotunneilla. Seurannan lopussa tämä lapsiryhmä suoriutui tehtävistä yhtä hyvin kuin vain koulun musiikinopetuksen osallistuvat lapset: ohjattujen musiikkituntien lisääminen ei siis tuonut lisätua toiminnanohjauksen taitojen kehittämisessä, mikä saattaa johtua esimerkiksi ns. kattoefektistä paljon musiikkia harrastavan ryhmän testisuoriutumisessa.

Toisaalta on myös useita tutkimuksia, joissa ei ole löydetty todisteita musiikin harjoittamisen vaikutuksesta toiminnanohjauksen taitoihin (ks. esim. Linnavalli ym. 2018; Nan ym. 2018; Schellenberg, 2011). Ristiriitaiset tulokset voivat johtua monesta tekijästä: tutkitavan intervention pituudesta, siitä, kuinka usein ohjattua musiikkitoimintaa on tarjolla, ja minkälaista toimintaa on. Esimerkiksi musiikkileikkikouluryhmissä lapsia on tyypillisesti 10–12, ja tunnin aikana lauletaan ja soitetaan yhdessä, mutta myös leikitään ja tanssitaan omaan tahtiin. Tällainen toiminta eroaa vaatimuksiltaan oleellisesti esimerkiksi 3–5 hengen tai parhaimmillaan yhden hengen soittotunnista, jolla kuunnellaan opettajan yksityiskohtaisia ohjeita, ja soitetaan nuottien tai kuulokuvan mukaan itsenäisesti kokonaisia kappaleita. Lisäksi lapsilla on erilaisia herkkyyskausia, jolloin edistystä jollakin kognitiivisen osaamisen alueella tapahtuu herkemmin. Tällöin eri ikäisillä tehdyt tutkimukset eivät ole täysin vertailukelpoisia. Tutkimuksissa käytetään myös erilaisia testejä, jotka saattavat mitata kukin hieman eri tavoin esimerkiksi työmuistia, inhibitiota tai kognitiivista joustavuutta. Toisinaan nämä testit ovat standardoituja ja ottavat huomioon lapsen iän, kun taas toisinaan testi on kehitetty varta vasten kyseistä tutkimusta varten, eikä sen validiteetistä (pätevyydestä) ole etukäteen varmaa tietoa.

Musiikkitoiminnan yhteydet älykkyyteen

Musiikin harrastamisen yhteys älykkyyteen (muun muassa ns. Mozart-vaikutus, Rauscher ym., 1993) on herättänyt paljon kiinnostusta ja keskustelua, ja monet tutkimukset viittaavatkin siihen, että testeihin mitattava älykkyys on positiivisessa yhteydessä musiikin harjoittamiseen lapsuudessa, teini-iässä ja jopa aikuisena (Forgeard ym. 2008; Schellenberg, 2011; Schellenberg & Mankarious, 2012; Silvia ym. 2016). Näitä tuloksia on monesti tulkittu siten, että musiikin harrastaminen vaikuttaa älykkyyteen. Toisaalta taas joidenkin aikuisilla tehtyjen tutkimusten mukaan yliopistotason musiikkiopintoja suorittavien opiskelijoiden suoriutuminen älykkyyttä mittaavissa testeissä ei ole sen parempaa tai on peräti huonompaa kuin muun alan korkeakouluopiskelijoilla (joskin on kiistanalaista, mikä ryhmä muodostaisi parhaan vertailuryhmän musiikin opiskelijoille; Bialystok & DePape, 2009; Brandler & Rammsayer, 2003). Nykyään älykkyyden katsotaankin olevan varsin voimakkaasti periytyvä ominaisuus (Mackintosh, 2011). Koska myös sosioekonominen asema ja musiikkiharrastus siirtyvät perheiden sisällä tyypillisesti sukupolvelta toiselle, poikkileikkaustutkimukset osoittavat kausaation sijaan vain korrelaation musiikkiharrastuksen ja älykkyyden välillä.

Tutkimustuloksia kausaalisista yhteyksistä musiikkiharrastuksen ja älykkyyden välillä onkin julkaistu huomattavan vähän. Lisäksi kausaalisia yhteyksiä löytäneiden pitkittäistutkimuksien koeasetelmissa on ollut puutteita: tyypillisesti esimerkiksi aktiivista musiikkiryhmää on verrattu lapsiryhmään, joka ei osallistu mihinkään ylimääräiseen toimintaan (Bugos & Jacobs, 2012; Costa-Giomi, 1999; Kaviani ym. 2014). Tällöin ei voida sulkea pois mahdollisuutta, että intervention jälkeiset erot ryhmien välillä johtuvat siitä, että toiselle ryhmälle on tarjottu uudenlaisia virikkeitä (musiikkia), ja toiselle ei.

Tähän mennessä vakuuttavinta näyttöä musiikin harrastamisen vaikutuksesta älykkyyteen on saatu kanadalaisesta tutkimuksesta (Schellenberg, 2004), jossa seurattiin kouluvuoden ajan alun perin 6-vuotiaita lapsia, jotka osallistuivat joko viikoittaiselle laulu-, piano- tai teatteritunnille tai vaihtoehtoisesti eivät harrastaneet mitään. Vuoden seurannan jälkeen musiikkiryhmiin osallistuneet lapset suoriutuivat muita paremmin älykkyyttä mittaavissa testeissä, vaikka ennen seurantaa ryhmät eivät eronneet toisistaan. Muita samankaltaisia koeasetelmaltaan vakuuttavia tutkimuksia ei kuitenkaan näytä ilmaantuneen, ja useiden tuoreiden tutkimusten mukaan musiikin harjoittaminen ei ole parantanut lasten suoriutumista älykkyydesteissä verrattuna muuhun harrastustoimintaan osallistuviin lapsiin (Linnavalli ym. 2018; Mehr ym. 2013; Moreno ym., 2011; Nan ym. 2018).

Kausaalinen yhteys musiikin harrastamisen ja älykkyyden välillä on herättänyt huomattavaa kiinnostusta, ja tuntuu epätodennäköiseltä, ettei tätä yhteyttä olisi vuosien varrella tutkittu monissakin seuranta-asetelmissa. Julkaisujen vähäinen määrä näin kiinnostavasta aiheesta kertoneekin julkaisuväristymästä, eli vaikeudesta saada julki negatiivisia tutkimuslöydöksiä.

Tämänhetkinen tutkimustieto – ja sen puute – ei siis tue käsitystä, jonka mukaan juuri musiikin harrastaminen kehittäisi älykkyyttä. Todennäköisempi selitys lapsilta löydetyille korrelatiivisille yhteyksille musiikin ja älykkyyden välillä on musiikkia harrastavien lasten synnynnäisten ominaisuuksien ja kasvuympäristön tarjoamien mahdollisuuksien yhteisvaikutus, sekä musiikkitoiminnan siirtovaikutukset älykkyydesteissä suoriutumisen kannalta tärkeisiin kielellisiin ja toiminnanohjauksen taitoihin.

Yhteenveto

Musiikkitoiminnalla on nykytutkimuksen mukaan vähintään pieniä myönteisiä siirtovaikutuksia laaja-alaisesti lasten kuulokykyihin, kielellisiin kykyihin ja lukutaitoihin, ja musiikkitoiminta voi tukea osaltaan sosioemotionaalista kehitystä ja varhaista vuorovaikutusta vauvaiästä lähtien. Lisäksi musiikkitoiminnalla näyttää olevan myönteisiä vaikutuksia myös ei-kielellisen kognition osa-alueisiin, erityisesti toiminnanohjaukseen. Musiikkitoiminta voi siis tukea laaja-alaisesti lasten hyvää psykososiaalista ja kognitiivista kehitystä, eikä olekaan yksiselitteistä määritellä, mikä kognition alue erityisesti hyötyy musiikkitoiminnasta, mikä taas hyötyy vähiten tai ei kenties hyödy lainkaan.

Eniten näyttöä musiikkitoiminnan siirtovaikutuksista on kielellisen kehityksen osalta: lukuisissa tutkimuksissa on nähty, että musiikin harrastaminen on vahvistanut erilaisia kielitaidon osa-alueita, kuten äännetietoisuutta, prosodian havaitsemista ja sanavaraston laajuutta. Jonkin verran näyttöä on myös siitä, että musiikkitoiminta voi

vahvistaa toiminnanohjauksen taitoja, etenkin työmuistia ja inhibitiokykyä sekä sosioemotionaalaisia taitoja. Sen sijaan musiikin harjoittamisen älykkyyttä parantavista vaikutuksista ei ole vahvaa näyttöä.

Kielellisten kykyjen ja toiminnanohjauksen taitojen siirtovaikutusten kohdalla on muistettava, että löydetty vaikutukset ovat yleensä tilastollisesti pieniä, ja lasten synnyttäiset erot ovat huomattava selittäjä havaituille yhteyksille musiikkitoimintaan osallistumisen ja kognitiivisten taitojen välillä. Kuten Schellenberg (2015) on todennut, lapset hakeutuvat sellaiseen ympäristöön, joka tyypillisesti vahvistaa jo olemassa olevia taipumuksia, ja näin kasvattaa eroja lapsiryhmien välillä. Musiikin siirtovaikutustutkimuksen alalla on keskusteltu myös satunnaistettujen tutkimusasetelmien tärkeydestä (ks. Habibi ym. 2018; Tervaniemi & Huotilainen, 2018). Ihanteellisessa tutkimuksessa (ns. satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, engl. *randomized controlled trial*) osallistujat jaetaan ryhmiin (musiikki/muu toiminta/verrokki) sattumanvaraisesti, ja lyhytkestoisten interventiotutkimusten kohdalla tämä onkin usein mahdollista. Pitkissä, joskus vuosia kestävässä seurannoissa tämä ei aina kuitenkaan takaa optimaalista vertailuasetelmaa, vaan saattaa kasvattaa tutkimuksesta ennen aikaan poistuvien osallistujien määrää mm. motivaatio-ongelmien vuoksi. Satunnaistetuissa kontrolloiduissa tutkimuksissakaan ei voida sulkea pois esimerkiksi lasten keskinäisten motivaatio- ja persoonallisuuserojen vaikutusta siihen, kuinka intensiivisesti he osallistuvat tarjottuun musiikki-interventioon. Siksi näiden seurantojen aineistoanalyysissä on tärkeää huomioida aina lasten sosioekonominen tausta ja muut kognitiiviset taidot sekä motivaatio- ja persoonallisuustekijät. Lähes täysin tutkimatta onkin vielä lasten motivaation ja synnyttäisten musiikkisten kykyjen, ”musikaalisuuden” (ks. Luvut MUSIKAALISUUS ja MUSIKAALISUUDEN GENEETTINEN PERUSTA) vaikutus siirtovaikutusten ilmaantumiseen. On esimerkiksi mahdollista, että musiikin siirtovaikutuksia ilmaantuu vain niillä lapsilla, jotka ovat synnyttäisesti keskimääräistä musikaalisempia ja kokevat siksi musiikin harjoittamisen erityisen mielekkääksi.

Musiikin siirtovaikutukset ovat tyypillisesti saaneet paljon huomiota mediassa. Julkaisuväärityksen vuoksi positiiviset löydökset kuitenkin julkaistaan useammin kuin tutkimukset, joissa ei ole löydetty yhteyksiä eri ilmiöiden välillä. Vaikka tutkimustuloksia musiikkitoiminnan positiivisesta vaikutuksesta esim. juuri kielelliseen kehitykseen on lukuisia, on syytä olettaa, että monessa tutkimuksessa tätä yhteyttä ei ole löydetty. On todennäköistä, että musiikkitoiminnan mahdollisuuksiin tukea kehitystä vaikuttavat ainakin lasten luontaiset persoonallisuus-, taito- ja motivaatioerot, perheiden resurssit ja kiinnostuksenkohteet, musiikkitoiminnan muoto ja intensiteetti sekä opettajan pätevyys. Lisäksi musiikkitoiminnan siirtovaikutusten tuloksellisuuden mittarit, esimerkiksi käytetyt testit ja koeasetelmat, mittaavat vaihtelevia kielellisen ja kognitiivisen osaamisen alueita. Tulosten keskinäinen vertailu on siten haastavaa. Tilastollisesti merkitsevä vaikutuskaan ei aina takaa todellista koettua hyötyä esimerkiksi lapsen koulumenestykseen tai lukutaitoon. Vaikka onkin syytä olettaa, että musiikkitoiminnalla voi olla positiivisia vaikutuksia lasten kielelliseen ja kognitiiviseen kehitykseen, on kuitenkin tärkeää huomioida lapsen oma motivaatio ja luontaiset vahvuudet, kun harkitaan mahdollisuutta tukea esimerkiksi kielellisiä taitoja musiikkitoiminnan avulla.

Keskeistä kirjallisuutta:

- Kraus, N. ja Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 599–605.
- Linnavalli, T., Soni García, A., ja Tervaniemi, M. (2021). perspectives on the potential benefits of children’s group-based music education. *Music & Science*, 4, 20592043211033578.
- Schellenberg, E. G. (2011). Examining the association between music lessons and intelligence. *British Journal of Psychology*, 102, 283–302.
- Tallal, P. ja Gaab, N. (2006). Dynamic auditory processing, musical experience and language development. *Trends in Neurosciences*, 29, 382–390.
- Virtala, P. ja Partanen, E. (2018). Can very early music interventions promote at-risk infants’ development? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423, 92–101.

Lähteet

- Alisaari, J. ja Heikkola, L. M. (2016). Increasing fluency in L2 writing with singing. *Studies in Second Language Learning and Teaching*, 2, 271–292.
- Anderson, P. J. (2014). Neuropsychological outcomes of children born very preterm. *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*, 19, 90–96.

- Arnon, S., Diamant, C., Bauer, S., Regev, R., Sirota, G., & Litmanovitz, I. (2014). Maternal singing during kangaroo care led to autonomic stability in preterm infants and reduced maternal anxiety. *Acta paediatrica*, 103(10), 1039–1044.
- Bhide, A., Power, A. ja Goswami, U. (2013). A rhythmic musical intervention for poor readers: a comparison of efficacy with a letter-based intervention. *Mind, Brain, and Education*, 7, 113–123.
- Bialystok, E., ja DePape, A. M. (2009). Musical expertise, bilingualism, and executive functioning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(2), 565.
- Bidelman, G.M., Hutka, S. ja Moreno, S. (2013). Tone language speakers and musicians share enhanced perceptual and cognitive abilities for musical pitch: Evidence for bidirectionality between the domains of language and music. *PLoS ONE*, 8(4): e60676.
- Brandler, S., ja Rammesayer, T. H. (2003). Differences in mental abilities between musicians and non-musicians. *Psychology of music*, 31(2), 123–138.
- Bugos, J., ja DeMarie, D. (2017). The effects of a short-term music program on preschool children's executive functions. *Psychology of Music*, 45(6), 855–867.
- Bugos, J. ja Jacobs, E. (2012). Composition instruction and cognitive performance: results of a pilot study. *Research and Issues in Music Education*, 10(1), Art2.
- Buren, V., Degé, F., ja Schwarzer, G. (2019). Active Music Making Facilitates Prosocial Behaviour in 18-month-old Children. *Musicae Scientiae*, 1–16.
- Chan, A.S., Ho, Y-C. ja Cheung, M.-C. (1998). Music training improves verbal memory. *Nature*, 396, 128.
- Chobert, J., François, C., Velay, J.-L. ja Besson, M. (2014). Twelve months of active musical training in 8- to 10-year-old children enhances the preattentive processing of syllabic duration and voice onset time. *Cerebral Cortex*, 24, 956–967.
- Chobert, J., Marie, C., François, C., Schön, D. ja Besson, M. (2011). Enhanced passive and active processing of syllables in musician children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23, 3874–3887.
- Cirelli, L., Einarson, K., ja Trainor, L. (2014). Interpersonal synchrony increases prosocial behavior in infants. *Developmental Science*, 7(6), 1003–1011.
- Coffey, E. B. J., Mogilever, N. B. ja Zatorre, R. J. (2017). Speech-in-noise perception in musicians: A review. *Hearing Research*, 352, 49–69.
- Cogo-Moreira, H., de Ávila, C. R. B., Ploubidis, G. B. ja Mari, J. d. J. (2013). Effectiveness of music education for the improvement of reading skills and academic achievement in young poor readers: A pragmatic cluster-randomized, controlled clinical trial. *PLoS ONE*, 8(3), e59984.
- Corbeil, M., Trehub, S. ja Peretz, I. (2013). Speech vs. singing: infants choose happier sounds. *Frontiers in Psychology*, 4.
- Corrigal, K.A. ja Trainor, L. J. (2011). Associations between length of music training and reading skills in children. *Music Perception*, 29, 147–156.
- Costa-Giomi, E. (1999). The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development. *Journal of research in music education*, 47(3), 198–212.
- Degé, F. ja Schwarzer, G. (2011). The effect of a music program on phonological awareness in preschoolers. *Frontiers in Psychology*, 2, 124.
- de Rosnay, M., ja Hughes, C. (2006). Conversation and theory of mind: Do children talk their way to socio-cognitive understanding? *British Journal of Developmental Psychology*, 24, 7–37.
- Fellman, V., Kushnerenko, E., Mikkola, K., Čepioniene, R., Leipälä, J. ja Näätänen, R. (2004). Atypical auditory event-related potentials in preterm infants during the first year of life: a possible sign of cognitive dysfunction? *Pediatric Research*, 56, 291–297.
- Fernald, A. ja Kuhl, P. (1987). Acoustic determinants of infant preference for motherese speech. *Infant Behavior and Development*, 10, 279–293.
- Flaugnacco, E. Lopez, L., Terribili, C., Montico, M., Zoia, S. ja Schön, D. (2015). Music training increases phonological awareness and reading skills in developmental dyslexia: a randomized control trial. *PLoS ONE*, 10(9), e0138715.
- Fonseca-Mora, M., Jara-Jiménez, P. ja Gómez-Domínguez, M. (2015). Musical plus phonological input for young foreign language readers. *Frontiers in Psychology*, 6, 286.
- Forgeard, M., Winner, E., Norton, A. ja Schlaug, G. (2008). Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning. *PLoS ONE*, 3(10), e3566 (2008).
- François, C., Chobert, J., Besson, M. ja Schön, D. (2013). Music training for the development of speech segmentation. *Cerebral Cortex*, 23(9), 2038–2043.
- Frischen, U., Schwarzer, G., ja Degé, F. (2021). Music lessons enhance executive functions in 6- to 7-year-old children. *Learning and Instruction*, 74, 101442.
- Gerry, D., Unrau, A. ja Trainor, L. J. (2012). Active music classes in infancy enhance musical, communicative and social development. *Developmental Science*, 15, 398–407.

- Gfeller, K. (2016). Music-based training for pediatric CI recipients: a systematic analysis of published studies. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck diseases*, 133S, S50–S56.
- Good, A., ja Russo, F. A. (2016). Singing promotes cooperation in a diverse group of children. *Social Psychology*, 47, 340–344.
- Habib, M., Lardy, C., Desiles, T. Commeiras, C., Chobert, J. ja Besson, M. (2016). Music and dyslexia: a new musical training method to improve reading and related disorders. *Frontiers in Psychology*, 7, 26.
- Habibi, A., Damasio, A., Ilari, B., Sachs, M. E., ja Damasio, H. (2018). Music training and child development: A review of recent findings from a longitudinal study. *Annals of New York Academy of Sciences*, 1423, 73–81.
- Habibi, A., Damasio, A., Ilari, B., Veiga, R., Joshi, A. A., Leahy, R. M., ym. (2017). Childhood music training induces change in micro and macroscopic brain structure: Results from a longitudinal study. *Cerebral Cortex*, 28(12), 4336–4347.
- Hausen, M., Torppa, R., Salmela, S., Vainio, M. ja Särkämö, T. (2013). Music and speech prosody: a common rhythm. *Frontiers in Psychology*, 4.
- Herdener, M., Esposito, F., di Salle, F., Boller, C., Hilti, C. C., Habermeyer, B. ym. (2010). Musical training induces functional plasticity in human hippocampus. *Journal of Neuroscience*, 30(4), 1377–1384.
- Habermeyer, B., Scheffler, K., Wetzel, S., Seifritz, E., ja Cattapan-Ludewig, K. (2010). Musical training induces functional plasticity in human hippocampus. *Journal of Neuroscience*, 30(4), 1377–1384.
- Ho, Y., Cheung, M. ja Chan, A. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17(3), 439–450.
- Hove, M.J. ja Risen, J.L. (2009). It's all in the timing: interpersonal synchrony increases affiliation. *Social Cognition*, 27, 949–961.
- Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C. ym. (2009). Musical training shapes structural brain development. *The Journal of Neuroscience*, 29(10), 3019–3025.
- Ilari, B., Perez, P., Wood, A., ja Habibi, A. (2019). The role of community-based music and sports programmes in parental views of children's social skills and personality. *International Journal of Community Music*, 12(1), 35–56(22).
- Jakobson, L.S., Lewycky, S. T., Kilgour, A. R. ja Stoesz, B. M. (2008). Memory for verbal and visual material in highly trained musicians. *Music Perception*, 26, 41–55.
- Jaschke, A. C., Honing, H., ja Scherder, E. J. A. (2018). Longitudinal analysis of music education on executive functions in primary school children. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 103.
- Kailaheimo-Lönnqvist, L., Virtala, P., Fandakova, Y., Partanen, E., Leppänen, P. H. T., Thiede, A. ym. (2020). Infant event-related potentials to speech are associated with prelinguistic development. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 45, 100831.
- Karzon, R.G. (1985). Discrimination of polysyllabic sequences by one- to four-month-old infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 39, 326–342.
- Kaviani, H., Mirbaha, H., Pournaseh, M., ja Sagan, O. (2014). Can music lessons increase the performance of preschool children in IQ tests? *Cognitive processing*, 15(1), 77–84.
- Kirschner, S., ja Tomasello, M. (2010). Joint music making promotes prosocial behavior in 4-year-old children. *Evolution and Human Behavior*, 31(5), 354–364.
- Kostilainen, K., Mikkola, K., Erkkilä, J. ja Huotilainen, M. (2021a). Effects of maternal singing during kangaroo care on maternal anxiety, wellbeing, and mother-infant relationship after preterm birth: a mixed methods study. *Nordic Journal of Music Therapy*, 30(4), 357–376.
- Kostilainen, K., Partanen, E., Mikkola, K., Wikström, V., Pakarinen, S., Fellman, V. ym. (2021b). Repeated parental singing during kangaroo care improved neural processing of speech sound changes in preterm infants at term age. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 686027.
- Kraus, N. ja Chandrasekaran, B. (2010). Music training for the development of auditory skills. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 599–605.
- Kraus, N., ja Strait, D. (2015). Emergence of biological markers of musicianship with school-based music instruction. *Annals of New York Academy of Sciences*, 1337, 163–169.
- Kuhl, P. K. (2007). Is speech learning “gated” by the social brain? *Developmental Science*, 10, 110–120.
- Kujala, T. (2007). The role of early auditory discrimination deficits in language disorders. *Journal of Psychophysiology*, 21, 239–250.
- Lai, H.L., Chen, C.J., Peng, T.C., Chang, F. M., Hsie, M. L., Huang, H. Y. ym. (2006). Randomized controlled trial of music during kangaroo care on maternal state anxiety and preterm infants' responses. *International Journal of Nursing Studies*, 43.
- Lee, Y. S., Lu, M. J., ja Ko, H. P. (2007). Effects of skill training on working memory capacity. *Learning and Instruction*, 17(3), 336–344.

- Leo, V., Sihvonen, A. J., Linnavalli, T., Tervaniemi, M., Laine, M., Soinila, S. ym. (2018). Sung melody enhances verbal learning and recall after stroke. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423(1), 296–307.
- Lima, C. F. ja Castro, S. L. (2011). Speaking to the trained ear: musical expertise enhances the recognition of emotions in speech prosody. *Emotion*, 11, 1021–1031.
- Linnavalli, T., Putkinen, V., Lipsanen, J., Huotilainen, M. ja Tervaniemi, M. (2018). Music playschool enhances children’s linguistic skills. *Scientific Reports*, 8, 8767.
- Lund, E. (2016). Vocabulary knowledge of children with cochlear implants: A meta-analysis. *The Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 21, 107–121.
- Mackintosh, N. (2011). *IQ and human intelligence*. Oxford University Press.
- Magne, C., Schön, D. ja Besson, M. (2006). Musician children detect pitch violations in both music and language better than nonmusician children: behavioral and electrophysiological approaches. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 199–211.
- McMahon, E., Wintermark, P. ja Lahav, A. (2012). Auditory brain development in premature infants: the importance of early experience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252, 17–24.
- Mehr, S. A., Schachner, A., Katz, R. C., ja Spelke, E. S. (2013). Two randomized trials provide no consistent evidence for nonmusical cognitive benefits of brief preschool music enrichment. *PLoS ONE*, 8(12), e82007.
- Milovanov, R. ja Tervaniemi, M. (2011). The interplay between musical and linguistic aptitudes: a review. *Frontiers in Psychology*, 2.
- Miyake, A., ja Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: four general conclusions. *Current directions in psychological science*, 21(1), 8–14.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., ja Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Moreno, S., Bialystok, E., Barac, R., Schellenberg, E. G., Cepeda, N. J. ja Chau, T. (2011). Short-term music training enhances verbal intelligence and executive function. *Psychological Science*, 22(11), 1425–1433.
- Moreno, S., Marques, C., Santos, A., Santos, M., Castro S. L. ja Besson, M. (2009). Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: more evidence for brain plasticity. *Cerebral Cortex*, 19, 712–723.
- Moritz, C., Yampolsky, S., Papadelis, K., Thomson, J. ja Wolf, M. (2013). Links between early rhythm skills, musical training, and phonological awareness. *Reading and Writing*, 26(5), 739–769.
- Nakata, T. ja Trehub, S. (2004). Infants’ responsiveness to maternal speech and singing. *Infant Behavior and Development*, 27, 455–464.
- Nan, Y., Liu, L., Geiser, E., Shu, H., Gong, C., Dong, Q. ym. (2018). Piano training enhances the neural processing of pitch and improves speech perception in Mandarin-speaking children. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 115(28), E6630–E6639.
- Nicholson, J. M., Berthelsen, D., Abad, V., Williams, K. ja Bradley, J. (2008). Impact of music therapy to promote positive parenting and child development. *Journal of Health Psychology*, 13(2), 226–238.
- Nosarti, C., Giouroukou, E., Healy, E., Rifkin, L., Walshe, M., Reichenberg, A. ym. (2008). Grey and white matter distribution in very preterm adolescents mediates neurodevelopmental outcome. *Brain*, 131, 205–217.
- Overy, K. (2003). Dyslexia and music. From timing deficits to musical intervention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 497–505.
- Overy, K. (2000). Dyslexia, temporal processing and music: the potential of music as an early learning aid for dyslexic children. *Psychology of Music*, 28, 218–229.
- Partanen, E., Kujala, T., Tervaniemi, M. ja Huotilainen, M. (2013). Prenatal music exposure induces long-term neural effects. *PLoS One*, 8, e78946.
- Peretz, I., Vuvan, D., Lagrois, M. É. ja Armony, J. L. (2015). Neural overlap in processing music and speech. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 370, 20140090.
- Putkinen, V., Saarikivi, K. ja Tervaniemi, M. (2013a). Do informal musical activities shape auditory skill development in preschool-age children? *Frontiers in Psychology*, 4, 572.
- Putkinen, V., Tervaniemi, M. ja Huotilainen, M. (2013b). Informal musical activities are linked to auditory discrimination and attention in 2–3-year-old children: an event-related potential study. *European Journal of Neuroscience*, 37, 654–661.
- Putkinen, V., Tervaniemi, M. ja Huotilainen, M. (2019). Musical playschool activities are linked to faster auditory development during preschool-age: a longitudinal ERP study. *Scientific Reports*, 9, 11310.

- Putkinen, V., Tervaniemi, M., Saarikivi, K., Ojala, P., ja Huotilainen, M. (2014). Enhanced auditory change detection in musically trained school-aged children: A longitudinal event-related potential study. *Developmental Science*, 17, 282–297.
- Rabinowitch, T. C., Cross, I., ja Burnard, P. (2012). Long-term musical group interaction has a positive influence on empathy in children. *Psychology of Music*, 41(4), 484–498.
- Ramus, F. (2004). Neurobiology of dyslexia: a reinterpretation of the data. *Trends in Neurosciences*, 27, 720–726.
- Rauscher, F., Shaw, G., ja Ky, K. (1993). The Mozart effect. *Nature*, 365.
- Rautenberg, I. (2015). The effects of musical training on the decoding skills of German-speaking primary school children. *Journal of Research in Reading*, 38(1), 1–17.
- Rhee, S. H., Boeldt, D. L., Friedman, N. P., Corley, R. P., Hewitt, J. K., Young, S. E. ym. (2013). The role of language in concern and disregard for others in the first years of life. *Developmental Psychology*, 49, 197–214.
- Roden, I., Grube, D., Bongard, S., ja Kreutz, G. (2014). Does music training enhance working memory performance? Findings from a quasi-experimental longitudinal study. *Psychology of Music*, 42(2), 284–298.
- Roden, I., Kreutz, G. ja Bongard, S. (2012). Effects of a school-based instrumental music program on verbal and visual memory in primary school children: a longitudinal study. *Frontiers in Neuroscience*, 6.
- Schellenberg, E. G. (2004). Music lessons enhance IQ. *Psychological Science*, 15(8), 511–514.
- Schellenberg, E. G. (2011). Examining the association between music lessons and intelligence. *British Journal of Psychology*, 102, 283–302.
- Schellenberg, E. G. (2015). Music training and speech perception: a gene–environment interaction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1337(1), 170–177.
- Schellenberg, E. G., Corrigan, K., Dys, S. P., ja Malti, T. (2015). Group music training and children’s prosocial skills. *PLoS One*, 10(10), e0141449.
- Schellenberg, E. G., ja Mankarious, M. (2012). Music training and emotion comprehension in childhood. *Emotion*, 12(5), 887–891.
- Shen, Y., Lin, Y., Liu, S., Fang, L., ja Liu, G. (2019). Sustained effect of music training on the enhancement of executive function in preschool children. *Frontiers in Psychology*, 10, 1910.
- Silvia, P. J., Thomas, K. S., Nusbaum, E. C., Beaty, R. E., ja Hodges, D. A. (2016). How does music training predict cognitive abilities? A bifactor approach to musical expertise and intelligence. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 10(2), 184–190.
- Slater, J., Strait, D. L., Skoe, E., O’Connell, S., Thompson, E. ja Kraus, N. (2014). Longitudinal effects of group music instruction on literacy skills in low-income children. *PLoS ONE*, 9(11), e113383.
- Slevc, L. R. ja Miyake, A. (2006). Individual differences in second-language proficiency: does musical ability matter? *Psychological Science*, 17(8), 675–681.
- Särkämö, T., Pihko, E., Laitinen, S., Forsblom, A., Soinila, S., Mikkonen, M. ym. (2010). Music and speech listening enhance the recovery of early sensory processing after stroke. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22, 2716–2727.
- Särkämö, T., Tervaniemi, M., Laitinen, S., Forsblom, A., Soinila, S., Mikkonen, M. ym. (2008). Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain*, 131, 866–876.
- Tallal, P. ja Gaab, N. (2006). Dynamic auditory processing, musical experience and language development. *Trends in Neurosciences*, 29, 382–390.
- Tervaniemi, M., ja Huotilainen, M. (2018). Promises of music in education? *Frontiers in Education*, 3(74).
- Thiede, A., Virtala, P., Ala-Kurikka, I., Partanen, E., Huotilainen, M., Mikkola, K. ym. (2019). An extensive pattern of atypical neural speech-sound discrimination in newborns at risk of dyslexia. *Clinical Neurophysiology*, 130, 634–646.
- Tierney, A. T., Krizman, J. ja Kraus, N. (2015). Music training alters the course of adolescent auditory development. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(32), 10062–10067.
- Torppa, M., Lyytinen, P., Erskine, J., Eklund, K. ja Lyytinen, H. (2010). Language development, literacy skills, and predictive connections to reading in Finnish children with and without familial risk for dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 43(4), 308–321.
- Torppa, R., Faulkner, A., Laasonen, M., Lipsanen, J. ja Sammler, D. (2020). Links of prosodic stress perception and musical activities to language skills of children with cochlear implants and normal hearing. *Ear and Hearing*, 41(2), 395–410.
- Torppa, R. ja Huotilainen, M. (2019). Why and how music can be used to rehabilitate and develop speech and language skills in hearing-impaired children. *Hearing Research*, 380, 108–122.
- Trainor, L.J., Lee, K. ja Bosnyak, D.J. (2011). Cortical plasticity in 4-month-old infants: specific effects of experience with musical timbres. *Brain Topography*, 24, 192–203.

- Trainor, L.J., Marie, C., Gerry, D., Whiskin, E. ja Unrau, A. (2012). Becoming musically enculturated: effects of music classes for infants on brain and behavior. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252, 129–138.
- Trehub, S. (2019). Nurturing infants with music. *International Journal of Music in Early Childhood*, 14(1). 9–15.
- Williams, K. E., Barrett, M. S., Welch, G. F., Abad, V. ja Broughton, M. (2015). Associations between early shared music activities in the home and later child outcomes: findings from the Longitudinal Study of Australian Children. *Early Childhood Research Quarterly*, 31, 113–124.
- Valdesolo, P., Ouyang, J., ja DeSteno, D. (2010). The rhythm of joint action: Synchrony promotes cooperative ability. *Journal of experimental social psychology*, 46(4), 693–695.
- Virtala, P. ja Partanen, E. (2018). Can very early music interventions promote at-risk infants' development? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1423, 92–101.
- Välimaa, T., Kunnari, S., Aarnisalo, A., Dietz, A., Hyvärinen, A., Laitakari, J. ym. (2021). Spoken language skills in children with bilateral hearing aids or bilateral cochlear implants at the age of three years. *Ear and Hearing*.
- Zatorre, R. J., ja Salimpoor, V. N. (2013). From perception to pleasure: music and its neural substrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(Supplement 2), 10430-10437.
- Zhao, T.C. ja Kuhl, P. (2016). Musical intervention enhances infants' neural processing of temporal structure in music and speech. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 5212–5217.
- Zuk, J., Benjamin, C., Kenyon, A., ja Gaab, N. (2014). Behavioral and neural correlates of executive functioning in musicians and non-musicians. *PLoS ONE*, 9, e99868.