



SEPPÖ SOINILA JA TEPPÖ SÄRKÄMÖ

Musiikki aivoinfarktipotilaan hoidossa

Musiikki vaikuttaa laaja-alaisesti aivojen toimintaan (Zatorre 2005, Peretz ja Zatorre 2005). Musiikin aikaansaaman kuuloaistimuksen käsittelyyn osallistuvat lukuisat eri aivoalueet. Sävelten korkeuden, keston ja sointiväriin sekä melodian analysointi tapahtuu aivokuoren kuuloalueella ohimolohkossa. Samanaikaisesti soivien sävelten muodostaman harmonian tunnistus tapahtuu otsalohkossa, erityisesti orbitofrontaalaisella alueella. Rytmien havaitsemiseen osallistuvat ohimo-, päälaki- ja otsalohkot sekä pikkuaivot. Aivopuoliskojen välinen työnjako, lateralisaatio, toteutuu jossain määrin musiikkiaistimuksen käsittelyssä: vasen puolisko on dominoiva rytmien tunnistamisessa ja oikea melodian ja harmonian tunnistamisessa. Pelkästään musiikin kuuntelun aktivoi otsalohkon motorisia alueita, mutta koko motorinen järjestelmä aktivoituu luonnollisesti musiikin tekemisen, soittamisen tai laulamisen aikana, kun liikeaivokuoren lisäksi mukaan tulevat tyvitumakkeet, pikkuaivot, aivorungon tumakkeet ja selkäytimen alemmat motoneuronit. Samanaikaisesti kuulo-, näkö- ja tuntoaistien integraatio aktivoi laajalti päälakilohkoa.

Musiikin kuulemiseen liittyy useimmiten myös tunnekomponentti (Tervaniemi tässä numerossa). Musiikkiaistimus siirtyy kuuloaivokuoresta aivosaaressa kautta pihitipoimuun (gyrus cinguli) ja muihin limbisen järjestelmän osiin (Flores-Gutierrez ym. 2007, Levitin ja Tirovolas 2009). Musiikki ei ainoastaan tunnu joltakin kuulijan mielessä, vaan tunnetilan

fysiologiset vasteet, emootiot, ovat usein objektiivisesti havaittavissa mimiikan, verenpaineen ja sydämen sykkeen muutoksina tai jopa kyynelerityksenä. Musiikki on liittynyt kaikissa kulttuureissa työhön, taisteluun, pariutumiseen ja uskonnon harjoittamiseen. Moni meistäkin on kokenut yhteislaulun voiman, lauletaanpa sitten urheilukatsomossa, illanvietossa tai joulukirkossa.

Musiikin kokemus riippuu kuuntelijan tarkkaavuudesta ja vireystilasta, siis päälakilohkon, talamuksen ja keskiaivojen toiminnasta. Kuunneltaessa musiikkikappaletta intensiivisesti konsertissa siitä havaitaan enemmän ja se koetaan syvemmin kuin vaikkapa automatkan ratoksi kuunneltuna – sikäli kuin yskintää tai matkapuhelinten pirinää ei ole häiritsemässä. Lapsi kuuntelee kehtolaulua aluksi hyvin tarkkaavasti, mutta hänen saavutettuaan musiikin avulla turvallisuudentunteen tarkkaavuus herpaantuu ja väsymys voittaa (Huotilainen ja Fellman tässä numerossa). Taustamusiikki vaikuttaa merkittävästi, vaikka sitä ei ole edes tarkoitettu aktiivisesti kuunneltavaksi (Almila tässä numerossa). Vaikutus perustuu musiikin aiheuttamiin mielikuviin. Lentokoneen laskeutuessa soitetaan rauhoittavaa musiikkia. Tavarataloissa musiikkia käytetään laskelmoidusti markkinoinnin välineenä luomaan ostopäätöksiä suosiva ääniympäristö. Viinimyyvälässä klassinen taustamusiikki on lisännyt laskun loppusummaa 10 % verrattuna kevyeen musiikkiin (Areni ja Kim 1993). Tunteeko klassisen musiikin kuuntelija itsen-

sä rikkaammaksi?

Musiikin tunnevaikutus riippuu muistiin varastoituneista kokemuksista. Lukija voi miettiä hetken, millaisia mielikuvia ja tunteita herää, kun palauttaa mieleensä vaikkapa lapsuudesta tutun joululaulun, Maamme-laulun tai hautajaisvirren. Musiikkielämys voi syntyä myös ainutlaatuisena kokemuksena oivallettaessa ensimmäistä kertaa jotain uutta mo-
neen kertaan kuullussa musiikkikappaleessa. Musiikkielämyksen aiheuttamaa aivoaktivaatiota on tutkittu toiminnallisen kuvantamisen menetelmin (Blood ja Zatorre 2001). Aktiivisilla musiikin-harrastajilla vahva musiikkikokemus kiihdyttää samojen mielihyvakeskusten – erityisesti accumbens-tumakkeen, – toimintaa kuin fyysinen rasitus, seksuaalitoiminnot tai monet huumeet. Musiikin aiheuttama aivoaktivaatio on annoksesta riippuvainen eli sitä voimakkaampi, mitä voimakkaammaksi koehenkilö ilmoittaa kokemansa väristykset.

Musiikin ja aivoinfarktin välinen suhde on kaksisuuntainen

Aivoinfarktin aiheuttamat välittömät aivo toiminnan vajaukset riippuvat ratkaisevasti vaurion sijainnista. Yleisimpiä ovat erilaiset motoriikan häiriöt täydellisestä toispuolihalvauksesta yhden raajan heikkouteen, koordinaation ja liikkeen hienosäädön vaikeuteen tai ääntämishäiriöihin ja silmän liikehäiriöihin. Sensorisista ongelmista merkittävin on näkökenttäpuutos. Potilaalla voi myös olla kognitiivisia vajauksia, kuten sanojen löytämisen tai

puheen ymmärtämisen häiriö taikka nimeämisen tai näönvaraisen hahmottamisen vaikeus. Aivoinfarktiin saattaa liittyä välitön muistitoimintojen vajuus silloin, kun paikallinen vaurio sattuu strategisesti tärkeiden muistirakenteiden – ennen kaikkea hippokampuksen – tai subkortikaalisten ratojen alueelle. Aivoinfarkti ja erityisesti toistuvat aivoinfarktit lisäävät vaskulaarisen demencian riskiä. Aivoinfarktiin liittyy useimmiten voimakas sekundaarinen masennus, joka verottaa aivojen jäljellä olevaa suorituskykyä.

Aivoinfarktista toipumista rajaa se karu tosiseikka, että suurimmassa osassa aivoja hermosolut eivät uusiudu merkittävästi. Toipuminen perustuu solutasolla uusien hermoverkkojen muodostumiseen ja aivojen tasolla säästyneen aivo kudoksen kykyyn muovautua ja ottaa vaurioituneen alueen tehtäviä. Potilaalle toipuminen merkitsee menetettyjen taitojen uudelleen oppimista.

Musiikin aikaansaamasta laajalaisesta aivoaktivaatiosta seuraa, että sijainnin mukaan aivoinfarktin aiheuttamaa vauriota voi seurata laadultaan ja vaikeudeltaan vaihtelevanasteinen amusia, kyvyttömyys tunnistaa musiikin elementtejä (Ayotte ym. 2000, Schuppert ym. 2000). Kaksi kolmesta potilaasta, joiden vaurio sijaitsee keskimmäisen aivovaltimon alueella, kärsii amusiasta 1–2 viikkoa sairastumisen jälkeen ja runsas kolmannes vielä kolmen tai kuuden kuukauden kuluttua (Ayotte ym. 2000, Schuppert ym. 2000, Särkämö ym. 2009). Amusiapotilaiden muutkin aivoinfarktin aiheuttamat kognitiiviset häiriöt ovat vaikeampia kuin potilailla, joiden musiikin havaitsemiskyky ei ole häiriytynyt (Särkämö ym. 2009).



Voidaanko aivojen muuntumista edistää musiikin keinoin? Musiikin vaikutusta aivoinfarktista toipumiseen on tutkittu arvioimalla motorisia ja kognitiivisia toimintoja, ennen kaikkea puhetta, sekä mielialaa. Tutkimuksissa on käytetty toiminnallisen kuvantamisen menetelmiä, tietokoneavusteista liikeanalyysiä tai neuropsykologisia testistöjä. Näyttöön perustuvan lääketieteen vaatimukset täyttäviä tutkimuksia on niukasti. Tutkimusten suurimmat ongelmat ovat aineistojen pieni koko ja heterogeenisuus ja verrokkijoukkojen vaihteleva valinta. Asian luonteen vuoksi sokkouttaminen ei läheskään aina ole mahdollista.

Musiikin välittämä palaute parantaa aivohalvauspotilaan kävelyä

Musiikin avulla annettu palaute edistää aivoinfarktipotilaiden kävelykyvyn palaamista (Schauer ja Mauritz 2003). Tämä osoitettiin tutkimuksessa, jonka aineistona oli keskimäisen aivoaltimon tukoksen seurauksena hemipareesin saaneita. Potilaat kykenivät kävelemään 20 minuuttia ilman apuvälineitä.

Satunnaistamisen jälkeen potilaiden kengänpohjiin asennettiin paineanturit, jotka aistivat kantapään kosketuksen ja päkiän irtoamisen. Mittaustulokset tallennettiin potilaiden vyötäröllä kuljetettavaan tietokoneeseen, ja niistä laskettiin kävelynopeus, askelpituus ja -taajuus sekä kävelyn epäsymmetrisyys ja rullaavuus (kantapään kosketuksen ja päkiän irtoamisen välinen aika). Koeryhmä kuunteli korvakuulokkeiden välityksellä musiikkia, joka tahdistettiin tarkasti heidän kävelynsä rytmiin, ja kävelyn edistyessä tahdistusta korjattiin heti. Verrokkiryhmä osallistui samoihin harjoituksiin ilman kuulokkeita.

Fysioterapeutti tarkkaili kaikkien potilaiden spontaania kävelyä ja korjasi suullisin ohjein asennonhallinnan ja liikeratojen virheitä. Ryhmiä harjoitettiin 20 minuuttia päivässä viitenä päivänä viikossa kolmen viikon ajan. Koeryhmän kävely nopeutui 27 %, askel piteni 18 %, epäsymmetrisyys väheni 58 % ja kävelyn rullaus lisääntyi 28 %. Verrokkiryhmässä ei havaittu merkitseviä muutoksia.

Musiikki tehostaa hienomotoriikan korjaantumista

Yläraajahalvauksesta kärsivän potilaan karkeamotoriikan korjaantumista voidaan edistää merkittävästi soittinharjoittelulla. Schneiderin ym. (2007) tutkimuksessa potilaat istuivat puolikaareen järjestetyn kahdeksanosaisen sähkörumpusarjan ääressä. Käden painallus rumpukalvoon tuotti sävelen, ja kullakin rummulla saatiin eri sävel niin, että muodostui asteikko G-A-H-C-D-E-F-G. Ne potilaat, joiden käsi ei noussut rumpukalvoille mutta jotka kykenivät liikuttamaan etusormeaan ennen tutkimuksen alkua, tekivät vastaavat harjoitukset tyypistetyllä sähköpianolla, joka tuotti samat sävelet kuin rumpusarja.

Potilaat pyrkivät tuottamaan ohjaajan mallin mukaan ennalta valittuja sävelkuluja, jotka oli järjestetty vaikeusasteen mukaan. Tutkimuspotilaiden halvauksen astetta kuvaa se, että jakson alussa he soittivat vain yksittäisiä säveliä. Seuraavaksi tuotettiin yksinkertaisia rytmejä samaa säveltä toistamalla. Jakson edessä toistettiin melodioita, joihin kuului yhä useampia eri säveliä. Lopulta melodiat sisälsivät kaikki kahdeksan säveltä vaihtelevassa järjestyksessä, ja niihin kuului mm. Beethovenin yhdeksännen sinfonian Oodi ilolle. Koejakso käsitti tavanomaiseen kuntoutukseen kuuluvan fysioterapian ja toimintaterapian lisäksi 15 puolen tunnin musiikkiharjoitusta kolmen viikon aikana. Verrokkiryhmä sai tavanomaista kuntoutusta ilman musiikkia.

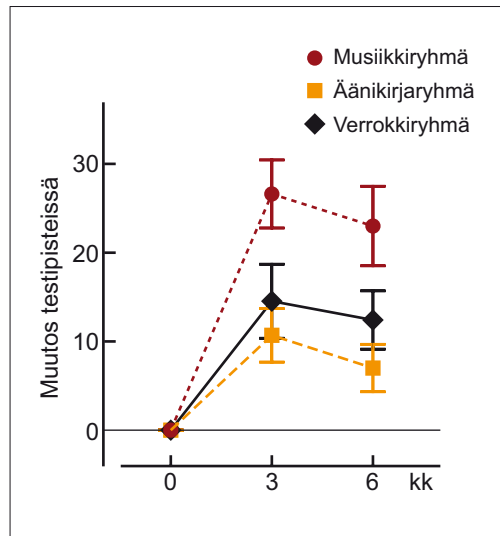
Motoriikkaa mitattiin kiinnittämällä potilaan etusormeen, kämmenselkään ja ranteeseen antureita, joiden perusteella liikkeen-tunnistusohjelma lasi diadokokineesin (nopearytmisen toistoliikkeen) taajuuden, tasaisuuden ja kulmakihtyvyyden etusormen ja kämmenen taputusliikkeissä. Lisäksi käytettiin tavanomaisia toimintaterapeuttisia arviointimenetelmiä, jotka mittaavat käden puristuksen ja pinsettioitteen voimaa, kätevyyttä ja sorminäppäryyttä. Yksittäiset liikeparametrit paranivat merkitsevästi musiikkiryhmässä, kun taas verrokkiryhmässä ei tapahtunut edistymistä. Yläraajan yleinen käytettävyyys parani musiikkiryhmässä merkitsevästi enemmän.

Musiikki tehostaa kognitiivisten toimintojen palaamista

Selvitimme aivoinfarktin varhaisvaiheessa toteutetun aktiivisen musiikin kuuntelun vaikutusta kognitiiviseen toipumiseen satunnaistetussa sokkotutkimuksessa (Särkämö ym. 2008 ja 2009). Tutkimusjoukkoon kuului kuusikymmentä vapaaehtoista potilasta, joilla infarktin syynä oli magneettitutkimuksella osoitettu keskimmäisen aivovaltimon tukos. Potilaat arvottiin kolmeen yhtä suureen ryhmään, joista yksi kuunteli kahden kuukauden ajan päivittäin 1–2 tunnin ajan mielimusiikkia, toinen ryhmä äänikirjoja ja kolmas toimi verrokkiryhmänä. Lisäksi kaikki potilaat saivat oireidensa perusteella määrättyneen aktiivisen kuntoutuksen.

Lähtötilanteessa ryhmät eivät poikenneet toisistaan iän, sukupuolijakauman, vaurion koon, sijainnin tai vaurion aiheuttamien neurologisten häiriöiden, kuten motorisen halvauksen tai puhehäiriön suhteen. Myöskään mielialamittareiden antamissa tuloksissa tai aikaisemmassa musiikin tai kirjallisuuden harrastusaktiivisuudessa ei ollut merkitseviä eroja. Kuntoutuksen lähtötilanteen arvioimiseksi potilaille tehtiin viikon kuluttua infarktista laaja-alainen neuropsykologinen tutkimusarja, jossa arvioitiin kognitiivista suoriutumista kymmenellä eri osa-alueella sekä lisäksi myös mielialaa ja eräitä elämänlaadun tekijöitä kyselylomakkeiden avulla. Potilaille tehtiin myös aivojen magnetoenkefalografiatutkimus (MEG), jossa selvitettiin kuulomuistin toimintaa MMN-vasteen (mismatch negativity) avulla. Minkään muuttujan osalta ei todettu merkitseviä eroja, joten ryhmät olivat kuntoutuksen alkaessa samalla viivalla. Samat tutkimukset toistettiin kolmen ja kuuden kuukauden kuluttua. Potilaista 54 pysyi mukana tutkimuksen loppuun asti.

Kolmen kuukauden seuranta-arviossa musiikkiryhmän suoriutuminen kielellisen muistin ja tarkkaavuuden suuntaamisen testeissä oli merkitsevästi parempi kuin muiden ryhmien (KUVA). Ero säilyi jälkimmäiseen tutkimukseen asti. Musiikkia kuunnelleet kokivat myös vähemmän masentuneisuutta ja sekavuutta kuin



KUVA. Musiikkiryhmän potilaiden suoriutuminen kielellisen muistin testeissä parani merkitsevästi verrattuna äänikirjaryhmään ja verrokkiryhmään (Särkämö ym. 2008).

verrokkit, joskin tämä ero tasoittui hieman kuuden kuukauden arviossa. Kuulomuistin toipumista mittaava MMN-vaste puolestaan voimistui enemmän sekä musiikin että äänikirjojen kuuntelijoilla kuin verrokeilla kuuden kuukauden seurannassa. Tämä ero tasoittui kuuden kuukauden arviossa. Mielenkiintoista oli, että musiikkiaistimuksen käsittelyä mittaava testitulokset parani seurantajakson aikana kaikilla ryhmillä yhtä paljon. Voidaan siis päätellä, että musiikin kuuntelu toipumisen aikana ei paranna spesifisesti kuuloinformaation käsittelyä aivoissa tai musiikin elementtien hallintaa, vaan sillä on laaja-alaisempi vaikutus tiedonkäsittelyyn ja positiivisen mielialan ylläpitämiseen.

Tutkimuksemme musiikkiryhmän itse valitsemassa ohjelmistossa oli runsaasti laulumusiikkia. Ryhmän suoriutuminen kielellistä stimulaatiota saaneita paremmin kielellisen muistin testeissä osoittaa, että nimenomaan laulun musiikkikomponentilla on tärkeä merkitys. Tämä sopii yhteen aikaisempien tutkimustulosten kanssa, jotka ovat osoittaneet, että terveet koehenkilöt oppivat ja muistavat sanallista aineistoa paremmin, jos se annetaan laulun sanoina eikä pelkkänä tekstinä (Wallace 1994).

Musiikin on osoitettu parantavan koehenkilöiden suoritusta tehtävissä, jotka mittaavat

tarkkaavuutta, työmuistin tehoa, avaruudellista hahmottamista ja sanasjovuutta (Thompson ym. 2005, Schellenberg ym. 2007). Musiikki lieventää ohimenevästi aivoinfarktipotilaan neglect-oireita (Hommel ym. 1990). Musiikin on myös raportoitu lisäävän sekä terveiden koehenkilöiden että aivoinfarktipotilaiden keskimmäisen aivovaltimon virtausta (Antic ym. 2008). Oleellinen tekijä musiikin kuntoutusta parantavassa vaikutuksessa on emotionaalinen lataus. Musiikki aktivoi mielihyväjärjestelmän keskeisiä rakenteita, joita ovat accumbens-tumake ja mesolimbainen dopamiinijärjestelmä (Blood ja Zatorre 2001). Musiikin soittaminen lisää dopamiinipitoisuutta eläinten aivoissa ja kiihdyttää kehittyvän eläimen hippokampuksen neurogeneesia ja hermokasvutekijöiden synteesiä (Kim ym. 2006). Terveillä koehenkilöillä dopamiiniagonistin anto parantaa tarkkaavuutta ja lisää tiedonkäsittelyn nopeutta ja muistin tehokkuutta (Schuck ym. 2002). Toisaalta musiikin on osoitettu vähentävän koehenkilöiden kortisolineritystä ja autonomisen hermoston yli-toimintaa sekä kokeellisessa stressitilanteessa että leikkauksen yhteydessä (Khalifa ym. 2003, Leardi ym. 2007).

On mahdollista, että musiikin kuntoutumista edistävä vaikutus perustuu sekä kognitiivisiin että emotionaalisiin tekijöihin: mielihyväjärjestelmä virittää koko aivokoneiston tehokkaammalle tasolle ja parantaa siten säästyneen aivokudoksen toimintaa. Edellytykset hermoverkostojen uudelleen organisoitumiselle ja kliiniselle toipumiselle paranevat. Musiikin kuuntelu vähentää neurologisen potilaan kokemaa äkillisen sairauden aiheuttamaa stressiä ja lieventää masennusta, jolloin kuntoutusmotivaatio paranee. Oma tutkimuksemme osoitti ensi kertaa, että musiikin aikaansaama kognitiivisen toiminnan parantuminen voi olla pitkäaikaista.

Soittimia sairaalaan – tai ainakin CD-levyjä

Musiikin fysioterapiaa ja puheterapiaa tehostava vaikutus ei tunnu edellyttävän erityistä musikaalisuutta, eikä tiedetä, eroavatko musi-

kaalisten ja ei-musikaalisten mahdollisuudet hyötyä musiikkiterapiasta. Tässä siteerattujen tutkimusten potilasvalinnassa musikaalisuus ei ollut kriteeri. Musiikin teho kognitiivisen suoriutumisen parantamisessa perustunee aivojen laaja-alaiseen aktivaatioon. Oma havaintomme, että musiikin kuuntelu parantaa kognitiivista suoritusta enemmän kuin äänikirjojen kuuntelu, tukee tätä oletusta. Musiikki aktivoi monipuolisesti molempia hemisfäärejä, kun taas kielellinen aineisto aktivoi pääasiassa vasenta aivopuoliskoa. Miten mahtaisi vaikuttaa emotionaalisen komponentin vahvistaminen käyttämällä musiikkia, joka on aikaisemmin herättänyt kyseisessä potilaassa voimakkaita tunteita, kuten lastenlaulut, hengellinen musiikki tai vaikkapa nuoruudenaikaiset tangot? Jatkotutkimusten kohteeksi jää, voisiko musiikin kuuntelulla parantaa dementiapotilaiden jäljellä olevaa kognitiivista suorituskykyä ja siten helpottaa selviytymistä jokapäiväisistä toimista.

Vuodeosastolla olevat aivoinfarktipotilaat viettävät akuuttivaiheen jälkeenkin enintään 30 % ajastaan toiminnoissa, joita voidaan pitää kuntouttavina (DeWit ym. 2005). Loppuaika on passiivista oleskelua, usein makuuasennossa torkkuen tai katsellen potilashuoneen valkoista kattoa. Olisiko syytä ottaa musiikin kuuntelu osaston rutiineihin ja aloittaa se aivohalvauksen akuuttivaiheen jälkeen heti, kun potilaan vireystila sen sallii? Nykyisessä taloustilanteessa henkilöresurssija ja erityislaitteistoa vaativan musiikkiterapian järjestäminen lienee utopistinen ajatus. Kuuntelulaitteita saa kuitenkin muutamalla kymppillä, joten ”Rakas Joulupukki – –”. ■

SEPPO SOINILA, dosentti, erikoislääkäri, kliininen opettaja

Helsingin yliopisto, kliininen laitos, neurotieteiden osasto ja HYKS:n Neurologian klinikka

TEPPO SÄRKÄMÖ, PsM

Helsingin yliopisto, psykologian laitos, kognitiivisen aivotutkimuksen yksikkö ja Jyväskylän yliopisto, musiikin laitos, monitieteisen musiikintutkimuksen huippuyksikkö



KIRJALLISUUTTA

- Antic S, Galinovic I, Lovrendic-Hudjan A, Vukovic V, Jurasic MJ, Demarin V. Music as an auditory stimulus in stroke patients. *Coll Anthropol* 2008;28:32 Suppl 1:19–23.
- Areni CS, Kim D. The influence of background music on shopping behavior: Classical versus top-forty music in a wine store. *Adv Cons Res* 1993;20:336–40.
- Ayotte J, Peretz I, Rousseau I, Bard C, Bojanowski M. Patterns of music agnosia associated with middle cerebral artery infarcts. *Brain* 2000;123:1926–38.
- Blood AJ, Zatorre RJ. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proc Natl Acad Sci USA* 2001;98:11818–23.
- DeWit L, Putman K, Dejaeger E, ym. Use of time by stroke patients: a comparison of four European rehabilitation centers. *Stroke* 2005;36:1977–83.
- Flores-Gutierrez EO, Diaz JL, Barrios FA, ym. Metabolic and electric patterns during pleasant and unpleasant emotions induced by music masterpieces. *Int J Psychophysiol* 2007;65:69–84.
- Hommel M, Peres B, Pollak P, Memin B, Besson G, Gaio JM. Effects of passive tactile and auditory stimuli on left visual field neglect. *Arch Neurol* 1990;47:573–6.
- Khalfa S, Dalla Bella S, Roy M, Peretz I, Blondin JP. Effects of relaxing music on salivary cortisol level after psychological stress. *Ann NY Acad Sci* 2003;999:374–6.
- Kim H, Lee MH, Chang HK, Lee TH, Lee HH, Shin MG. Influence of prenatal noise and music on the spatial memory and neurogenesis in the hippocampus of developing rats. *Brain Dev* 2006;28:109–14.
- Leardi S, Pietroletti R, Angeloni G, Necozione S, Ranalletta G, Del Gusto B. Randomized clinical trial examining the effect of music therapy in stress response to day surgery. *Br J Surg* 2007;94:943–7.
- Levitin DJ, Tirovolas AK. Recent advances in the cognitive neuroscience of music. *Ann NY Acad Sci* 2009;1156:211–31.
- Peretz I, Zatorre R. Brain organization for music processing. *Ann Rev Psychol* 2005;56:89–114.
- Schauer M, Mauritz KH. Musical motor feedback (MMF) in walking hemiparetic stroke patients: randomized trials of gait improvement. *Clin Rehab* 2003;17:713–22.
- Schellenberg EG, Nagata T, Hunter PG, Tamoto S. Exposure to music and cognitive performance: Tests of children and adults. *Psychol Music* 2007;35:5–19.
- Schneider S, Schönle PW, Altenmüller E, Munte TF. Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke. *J Neurol* 2002;254:1339–46.
- Schuck S, Bentue-Ferrer D, Kleinermans D, Reymann JM, Polard E, Gandon JM. Psychomotor and cognitive effects of piripeditil, a dopamine agonist, in young healthy volunteers. *Fundam Clin Pharmacol* 2002;16:57–65.
- Schuppert M, Munte T, Wieringa BM, Altenmüller E. Receptive amusia: evidence for cross-hemispheric neural networks underlying music processing strategies. *Brain* 2000;123:546–59.
- Särkämö T, Pihko E, Laitinen S, ym. Music and speech listening enhance the recovery of early sensory processing after stroke. *J Cogn Neurosci* 2009 (painossa).
- Särkämö T, Tervaniemi M, Laitinen S, ym. Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain* 2008;131:866–76.
- Särkämö T, Tervaniemi M, Soynila S, ym. Cognitive deficits associated with acquired amusia after stroke: a neuropsychological follow-up study. *Neuropsychologia* 2009;47:2642–51.
- Thompson RG, Moulin CJ, Hayre S, Jones RW. Music enhances category fluency in healthy older adults and Alzheimer's disease patients. *Exp Aging Res* 2005;31:91–9.
- Wallace WT. Memory of music: effect of melody on recall of text. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 1994;20:1471–85.
- Zatorre R. Music, the food of neuroscience? *Nature* 2005;434:312–5.