

Musiikin vaikuttavuus aivojen kuntoutuksessa

Aivoja vaurioitaviin sairauksiin ei ole parantavaa hoitoa. Kuntoutuminen perustuu säästyneiden neuronien käynnistämään synapsien uudismuodostukseen. Musiikki aktivoi aivoja laaja-alaisesti, mikä edistää hermoverkoston korjautumista. Musiikin kuuntelun lisääminen tavanomaiseen kuntoutukseen tehostaa Parkinson- ja aivohalvauspotilaiden motoriikan säätelyä, nopeuttaa aivohalvauksen jälkeisen puhehäiriön ja kognitiivisten vaurioiden paranemista ja vähentää dementiapotilaiden käytöshäiriöitä. Musiikki lisää keskittymiskykyä, nostaa mielialaa, vähentää sekavuutta ja ahdistuneisuutta sekä parantaa muistin toimintaa. Musiikin kuuntelu näkyy myös aivojen rakennemuutoksina. Musiikin vaikutus perustuu fysiologisen stressin ja mäsennuksen vähenemiseen, motoriikan tahdistukseen, aivojen rakenteelliseen muovaantumiseen ja dopamiinivälitteisen mesolimbisen järjestelmän aktivoitumiseen. Musiikin kuntouttava vaikutus ei riipu aiemmasta musiikin harrastuksesta. Aivoinfarktipotilailla vaikutukset voidaan todeta vielä kuuden kuukauden kuluttua.

Aivoja vaurioittavat sairaudet ovat yleisiä. Suomessa on yli 80 000 aivoverenkiertohäiriöpotilasta ja vuosittain uusia ilmaantuu 17 000(1). Aivovamman saa arviolta vuosittain yli 15 000 henkilöä, ja noin 100 000:lla arvioidaan olevan pysyvä oireileva aivovamman jälkitila (2). Parkinsonin tautia sairastavia potilaita on 14 000 (3) ja vähintään keskivaikeasta dementiasta kärsiviä 85 000 henkilöä. Uusia dementia-asteisia muistisairauksia todetaan vuosittain 13 000 tapausta (4). Aivoverenkiertohäiriöiden vuosikustannukset 1852 ovat 1,1 miljardia euroa (1), ja aivovammojen

kuluiksi arvioidaan yli 500 miljoonaa euroa (5). Muistisairauspotilaasta aiheutuvat suorat kustannukset ovat 24 000 euroa vuodessa (4). Yli 90 % kuluista johtuu pitkäaikaishoidosta. Kustannusvaikuttavuuden tavoittelu on suunnannut mielenkiintoa vähäisin kuluin, kevyellä ohjauksella ja mahdollisimman omatoimisesti toteutettaviin varhaiskuntoutusmenetelmiin.

Aivoja vaurioitaviin sairauksiin ei ole parantavaa hoitoa, oli sitten kyse aivoverenkiertohäiriön, mekaanisen aivovamman tai rappeumasairauden aiheuttamasta aivovauriosta. Koska hermosolut eivät kykene merkittävästi jakautumaan, toipuminen perustuukin säästyneiden neuronien käynnistämään synapsimuodostukseen ja hermoverkoston uudelleen rakentumiseen.

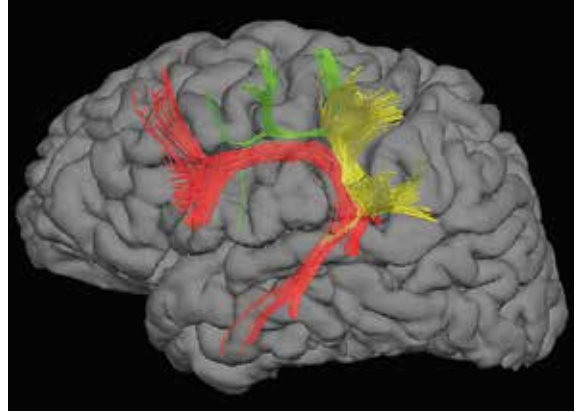
Synapsien muodostuminen edellyttää neuronien sähköistä aktiivisuutta, jota voidaan lisätä harjoittamalla heikentynyttä toimintaa spesifisesti. Toinen kuntoutusstrategia on lisätä epäspesifisesti aivojen yleistä aktiivisuutta. Teoreettinen pohja musiikin kuntoutusvaikutavuudelle perustuu toiminnallisella kuvantamisella havaittuun terveiden koehenkilöiden laaja-alaiseen aivoaktivaatioon (6, 7, 8). Se käsittää molemmat aivopuoliskot, kaikki aivolohkot, pikkuaivot ja aivojen syvät keskukset. Musiikilla on voimakkaita, tyylilajista riippuen kiihdyttäviä tai rauhoittavia vaikutuksia, jotka voidaan mitata kardiovaskulaarisina ja endokriinisina vasteina. Musiikin kuuntelu vähentää kortisolin eritystä suorassa suhteessa stressin lievenemiseen (9). Musiikki parantaa kognitiivista suorituskkyä (10). Musiikilla iänmukainen aivokudoskato on vähäisempää (11) ja aivojen harmaan aineen tilavuus sekä valkean aineen hermoratojen säiemäärää ja yhdensuuntaisuutta kuvaava ominaisuus, integriteetti, ovat ikävakioiduina verrokkeja suuremmat (12). Nyky-

aikaisilla kuvantamistekniikoilla voidaan tutkia spesifisesti aivojen eri hermoratoja (KUVA 1).

Musiikkia on käytetty terapian välineenä vuosituhansien ajan kaikissa kulttuureissa (13). Nykyaikaista musiikkiterapiaa on harjoitettu Suomessa 50 vuoden ajan. Se on kuntoutus- ja hoitomuoto, jossa musiikkiterapeutti käyttää musiikin peruselementtejä, rytmiä, harmoniaa, melodiaa, äänensävyä tai dynamiikkaa vuorovaikutuksen välineenä. Sen avaamien kommunikaatiokanavien kautta päästään käsittelemään sanallisen viestinnän saavuttamattomissa olevia ongelmia. Vakiintuneita musiikkiterapian kohteita ovat skitsofrenia, masennus ja kehitysvammaisten lasten kuntoutus. Musiikkiterapiasta on haettu pontta myös neuropsykiatristen kommunikaatiohäiriöiden, kuten autismin sekä päihde-ongelmien ja kivun hoidossa. Kaikissa näissä musiikkiterapia pyrkii edistämään mielen toimintojen toipumista.

Musiikilla on vaikutuksia myös somaattisissa sairauksissa. Musiikki vähentää sydän- ja lonkkaleikkauspotilaiden kokamaa stressiä (14, 15), laskee postoperatiivista kortisolineritystä (16) ja suurentaa sydänleikkauspotilaiden veren oksitosiinipitoisuutta, mikä korreloi potilaiden kokemaan rentoutumiseen (15). Musiikkia kuuntelevien sepelvaltimotautipotilaiden rasituskokeessa mitatut beeta-endorfiinitasot pienenevät (17) ja kroonisten kipupotilaiden analgeettien tarve vähenee verrokkeihin nähden (18). Kahdeksassa postoperatiivista kipua koskevassa tutkimuksessa osoitettiin musiikkia kuuntelevien potilaiden opioidiannosten pienenevän 15–18 % (19).

Olemme koonneet tähän systemaattiseen katsaukseen kaikki musiikin vaikuttavuutta Parkinsonin taudin, aivoinfarktinkin, aivovamman ja dementoivien sairauksien hoidossa tai kuntoutuksessa selvittäneet kontrolloidut tutkimukset (KUVA 2). Kuvaamme yksityiskohdaisesti laajimmat keskeiset tutkimukset (ks. myös INTERNETOHEISAINIESTON KUVAT 1–4). Suppeat tutkimukset käsitellään kollektiivisesti.



KUVA 1. Terveen henkilön Brocan ja Wernicken alueita sekä päälakilohkon assosiaatioalueita yhdistävä Fasciculus arcuatus -radasto diffuusiotensorikuvauksella esitettynä. Säikeiden määrä ja niiden yhdensuuntaisuus kuvaavat hermoratojen toiminnallista eheyttä (Sihvonen ym. julkaisematon).

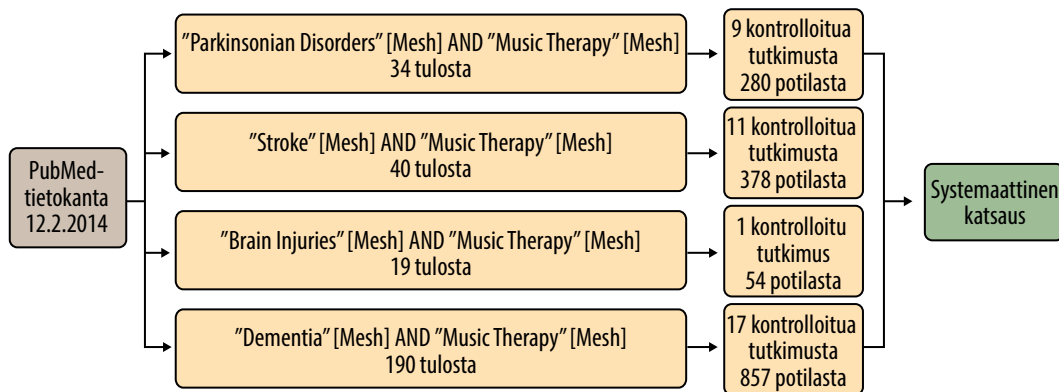
Parkinsonin tauti

Musiikin vaikutuksesta on julkaistu yhdeksän kontrolloitua tutkimusta, joihin osallistui yhteensä 280 tutkittavaa. Interventioiden aikana potilaiden lääkitystä ei muutettu. Useimmissa tutkimuksissa päätemuuttujana oli motorinen suorituskyky, joissakin mitattiin elämänlaatua ja mielialaa sekä arvioitiin päivittäistoimintojen sujuvuutta, somaattisen epämukavuuden vähenemistä, tiedonkäsittelytaitojen muutoksia, sosiaalista selviytymistä ja leimautumista.

Mittausmenetelminä käytettiin tavanomaista Parkinson-potilaan kliinistä tutkimusta ja motoristen toimintojen arviointiasteikkoa (UPDRS-III). Lisäksi arvioitiin tasapainoa ja yläraajan koordinaatiota validoiduilla fysioterapeuttisilla ja toimintaterapeuttisilla menetelmillä. Videotallennusta ja tietokoneohjelmia käyttäen analysoitiin kävelynopeutta, askelpituutta, askeltaajuutta (kadenssia) ja jalkapohjan kontaktiaikaa lattiaan. Elämänlaatua arvioitiin validoitujen kyselylomakkeiden avulla.

Interventioiden kestot vaihtelivat kertapahtumasta 13 viikon päivittäiseen kävelyharjoitteluun. Pisin kokonaisinterventioaika oli

1853



KUVA 2. Kirjallisuuskatsauksen toteutus.

20 tuntia. Käytetty musiikki vaihteli rytmisestä rummutuksesta haastattelulla valittuun mielimusiikkiin. Mielimusiikin tyyliä ei kuvattu. Kolmessa tutkimuksessa arvioitiin tangon, valssin ja foxtrotin vaikutusta motoriseen suoriutumiseen.

Metronomin tahdissa kävelyharjoituksia tehneiden kävely parani kolmessa viikossa verrattuna omaan tahtiin harjoitelleisiin: Kävelynopeus nousi 24 % (vs 7 %) ja askelpituus kasvoi 12 % (vs 8 %). Kadenssi suureni molemmissa ryhmissä 10 %. Luiskalla kävely nopeutui 26 % (vs 8 %). Täysin harjoittelmattomilla kävelynopeus hidastui 7 %, askelpituus lyheni 10 %, kadenssi suurentui 7 % ja luiskalla kävely hidastui 10 %. Kadenssin muutos selittyy matemaattisesti askelpituuden lyhentymisellä. EMG:llä mitattu alaraajojen lihasten aktivoitumisjärjestys muuttui musiikkiryhmässä fysiologisemmaksi (20).

Toisessa tutkimuksessa potilaiden valitseman musiikin tempo sovitettiin potilaan kadenssiin ja sitä muutettiin kuntoutuksen edistyessä. Musiikkiryhmän UPDRS-haittapisteet vähenivät 13 viikossa 22 % (vs 9 %) (21). Yläraajan toimintaa mittaavassa tutkimuksessa musiikki paransi osoituskokeen kohdistustarkkuutta ja paperille piirretyn viivan seuraamistarkkuutta, mutta suorituksen nopeus ei muuttunut (22).

Aktiivinen soitinten käyttö vähensi 12 viikkoa kestäneessä tutkimuksessa bradykinesiaa, paransi mielialaa ja elämänlaatua sekä pienensi UPDRS-pisteitä enemmän kuin fysioterapia.

1854 Vaikutus hävisi kahdessa kuukaudessa (23).

Kolmessa tutkimuksessa osoitettiin, että erityisesti tango, jossain määrin myös valssi ja foxtrot paransivat tasapainoa, takaperin askelusta ja kuuden minuutin kävelymatkaa. Tango kohensi elämänlaatumittareiden tuloksia ja vähensi koettua leimautumista (24, 25, 26).

Musiikin vaikutukset eivät ole olleet yksinomaan positiivisia. Musiikkia kuuntelevien potilaiden kyky ylittää kävelyreitillä oleva este heikkeni (27, 28). Samanaikainen yksinkertainen vähennyslaskutehtävä heikensi suoritusta entisestään.

Aivohalvaus

Musiikin vaikutuksesta on julkaistu 11 kontrolloitua, yhteensä 378 potilaan tutkimusta. Useimmissa käytettiin päätemuuttujana motorista suorituskkyä, mutta myös mielialaa, kognitiota, kipua, elämänlaatua ja puhetta on mitattu.

Mittausmenetelminä käytettiin klinisiä asteikkoja sekä validoituja psykiatrisia ja neuropsykologisia testejä, motorisen aktiviteetin EEG-muutoksia, tietokoneavusteista liikeanalyysiä ja kipuaasteikkoja. Tutkimusten kestot vaihtelivat kolmesta kahdeksaan viikkoon. Pisin kokonaisinterventioaika oli 60 tuntia.

Kolmessa tutkimuksessa käytettiin metronomin kaltaista rytmistä kuuloärsykettä, kahdessa haastattelulla valittua mielimusiikkia, kahdessa lasten- ja kansanlauluja ja yhdessä paikallista populaarimusiikkia sekä reggaeta. Mielimusiikin tyyliä ei kuvattu.

Musiikkiryhmän askelnopeus oli kuuden viikon harjoittelun jälkeen 164 % suurempi lähtötilanteeseen verrattuna, kun tavanomais- ta fysioterapiaa saaneiden suoritus parani 107 %. Askelpituus parantui 88 % (vs 34 %), kadenssi 56 % (vs 45 %) ja askelsymmetria 32 % (vs 16 %) (29). Toisessa tutkimukses- sa musiikkiryhmäläisten askelpituus suureni 18 % (vs 0 %), epäsymmetria väheni 58 % (vs 20 %), kävelynopeus kasvoi 27 % (vs 4 %) ja kävelyn rullaavuutta kuvaava suure, askel- luksessa käytetyn jalkapohjan pituus, kasvoi 28 % (vs 11 %).

Yläraajan motorisen halvauksen kuntoutus- tutkimuksessa (31) käytettiin kahdeksan säh- körummun patteristoa, jossa kunkin rummun kosketus tuotti duurioktaavin do-re-mi-fa- sol-la-ti-do-sävelen. Potilaat opettelivat soit- tamaan ti-do-sävelen halvaantuneella yläraa- jalla tuttuja, yksinkertaisia melodioita. Käden motoriikan parantuessa riittävästi he alkoivat harjoitella koskettimistolla ja toipumisen edis- tyessä harjoiteltavan melodian vaikeusastetta lisättiin. Harjoitus paransi jo 15 harjoitusker- ran jälkeen sekä yksittäisiä liikeparametreja että yläraajan yleistä käytettävyyttä merkitse- västi enemmän kuin tavanomaista kuntoutusta saavassa verrokkiryhmässä.

Halvaantuneen nilkan ja olkapään liikela- juudet paranivat sekä nilkan virheasento lie- veni musiikkia kuunnelleiden ryhmässä (32). Mieliala- ja elämänlaatumittariston ihmis- suhdeosiot paranivat musiikkiryhmässä. Afa- siapotilaiden puhe parani musiikkiryhmässä merkitsevästi enemmän kuin tavanomaista pu- heterapiaa saaneessa verrokkiryhmässä (33).

Suomalaisessa tutkimuksessa (34) musii- kin kuuntelu aloitettiin mahdollisimman pian aivohalvauksen jälkeen, usein jo sairaalassa. Rekrytoinnin ja satunnaistamisen jälkeen musii- kiterapeutti haastatteli potilaat, toimitti heille toivottua musiikkia ja seurasi potilaita viikoittain. Potilaat kuuntelivat musiikkia vä- hintään tunnin päivässä kahden kuukauden ajan. Neuropsykologiset tutkimukset tehtiin kolmen ja kuuden kuukauden kuluttua. Musiikkiryhmän kielellinen muisti ja tarkkaavuuden kohdistaminen paranivat merkitsevästi enemmän kuin äänikirjoja kuunnelleiden tai

tavanomaista kuntoutusta saavien ryhmissä, ja masennusta ja sekavuutta esiintyi vähemmän.

Musiikki ei lievittänyt halvaantuneen ylä- raajan kipua fysioterapian yhteydessä, mutta alensi Beckin masennusasteikon lukemaa (35, 36).

Aivovammat

Musiikin vaikutuksesta on julkaistu yksi kontrolloitu pilottitutkimus, johon kuului 54 tutkittavaa. Tutkimuspotilaista 81 %:lla oli traumaattinen aivovamma, muilla oli aivove- renkiertohäiriön, muun kohtaushäiriön, myr- kytyksen tai aivokasvaimen aiheuttama vaurio (37). Musiikkiterapiaryhmän toiminnanoh- jaus ja tunteiden hallinta paranivat ja masen- nus ja ahdistuneisuus vähenivät. Aivovamman yleisiä oireita, päänsärkyä tai vireystilan häiri- öitä ei arvioitu. Tulkintaa rajoittaa se, että mu- siikkiterapiaryhmässä oli enemmän vaikean aivovamman saaneita kuin verrokeissa.

Dementia

Musiikin vaikutuksesta on julkaistu 17 kont- rolloitua tutkimusta. Aineisto sisältää yhteensä 857 potilasta. Päätemuuttujina käytettiin kog- niitiivisen tason ylläpitoa, mielialaa, aggressiivi- suutta, agitaatiota, muita käytöshäiriöitä, kipua ja elämänlaatua. Tutkimuksissa käytettiin ylei- sesti hyväksytyjä lääketieteellisiä, neuropsyko- logisia tai hoitotieteellisiä mittausten menetelmiä ja kliinisiä asteikkoja. Interventioajat vaihteli- vat: 30–90 minuuttia 1–5 kertaa viikossa 4–12 viikon ajan. Kokonaisinterventioaika vaihteli kuudesta 30 tuntiin.

Interventioissa käytettiin useimmiten po- tilaille tuttua vokaali- tai instrumentaalimu- siikkia, kuten mielimusiikkia tai lastenlauluja, joskus tutkijoiden säveltämää musiikkia, mikä perusteltiin musiikin elementtien paremmalla hallinnalla. Joissakin tutkimuksissa potilaat vain kuuntelivat musiikkia, ainoastaan yhdes- sä he soittivat instrumentteja. Kuuden tutki- muksen asetelmaa voidaan pitää varsinaisena musiikkiterapiana; potilaat sekä kuuntelivat musiikkia että osallistuivat aktiivisesti mu- siikin tuottamiseen. Yhdessä tutkimuksessa 1855

YDINASIAT

- ▶▶ Kontrolloiduissa tutkimuksissa musiikin kuuntelu lisää neurologisten potilaiden keskittymiskykyä, nostaa mielialaa, vähentää sekavuutta ja ahdistuneisuutta, parantaa muistin toimintaa ja motoriikan säätelyä sekä nopeuttaa puheentuoton korjautumista.
- ▶▶ Lyhytaikainen päivittäinen, toistuva musiikin kuuntelu parantaa merkittävästi motoriikkaa ja kognitiivista toimintaa, mikä voi säilyä useita kuukausia.
- ▶▶ Musiikin kuntouttava vaikutus perustuu somaattisen stressitilan lievenemiseen, aivojen mielihyvä- ja palkitsemisjärjestelmän aktivoitumiseen, motoriikan tahdistukseen ja aivojen rakenteelliseen muovautumiseen.

käytettiin tutkijaryhmän dementiapotilaille kehittämää kognitiivisten toimintojen kuntouttamismenetelmää.

Musiikkiryhmän suoritus tarkkaavuutta ja kielellistä muistia mittaavissa tehtävissä parani (38, 39). Ahdistuneisuus, masennus, kiihtyminen, käyttäytymishäiriöt ja koetun kivun voimakkuus vähenivät (40, 41, 42, 43, 44, 45, 46). Aivoverenkiertohäiriön jälkeen dementoituneilla musiikkia kuunnelleilla potilailla sydämen syketaajuuden vaihtelu oli suurempaa, sydämen vajaatoiminta vähäisempää ja veren adrenaliini-, noradrenaliini- ja interleukiini 6 -tasot olivat pienemmät kuin verrokeilla (47). Alzheimerin tautia sairastavat potilaat tunnistivat laulettuun tekstin paremmin kuin vastaavan puhutun tekstin (48). Dementiapotilaat pystyivät palauttamaan elämäntapahtumiaan paremmin itse valitun musiikin soidessa kuin ilman musiikkia (49). Japanilaisessa tutkimuksessa (50) verrattiin interaktiivisen ja passiivisen musiikin kuuntelun vaikutuksia dementiaoireisiin ja stressiin potilailla, joilla oli pitkälle edennyt Alzheimer ja joiden CDR-taso (Clinical Dementia Rating) oli 3 ja jotka pystyivät ilmaisemaan tunteitaan vain ilmekevasarjasta osoittamalla. Kymmenen viikon interventiossa (30 min/viikko) interaktiivinen

musiikkiryhmä taputti käsiään, lauloi ja tanssi musiikin tahdissa terapeutin johdolla. Passiivinen musiikkiryhmä kuunteli musiikkia terapeutin tarkkaillessa taustalla, ja verrokkiryhmä oleskeli huoneissaan omahoitajan seurassa. Interaktiivisen musiikkiryhmän harhaluulot, hallusinaatiot, aggressiivisuus, hallitsemattomat tunteenpurkaukset ja ahdistuneisuus vähenivät merkittävästi ja CDR-taso lieveni. Potilaiden syke hidastui, ja sykevariaatiolla mitattu parasympaattisen hermoston aktiivisuus lisääntyi. Useimmat vaikutukset havaittiin interaktiivisessa ryhmässä vielä kolmen viikon kuluttua. Passiivisen kuuntelun ryhmässä vaikutukset olivat lievempiä ja lyhytaikaisempia.

Suomalaisessa tutkimuksessa laulaminen paransi dementiapotilaiden lyhytkestoista muistia ja työmuistia ja lisäsi emotionaalista hyvinvointia (51). Musiikin kuuntelu paransi koettua elämänlaatua. Musiikkiryhmien yleinen kognitiivinen suoriutumiskyky, orientaatio, tarkkaavuus, toiminnanohjaus, mieliala sekä varhainen tapahtumamuisti paranivat verrokkeihin nähden. Intervention vaikutus orientaatioon ja tapahtumamuistiin olivat havaittavissa vielä kuuden jälkeen.

Pohdinta

Musiikki tehostaa neurologisen potilaan kuntoutumista parantamalla muistin toimintaa, keskittymiskykyä, puhehäiriön palautumista, motoriikan säätelyä sekä vähentämällä sekavuutta ja ahdistuneisuutta (52). Musiikin kuuntelu vaikuttaa toipuvien aivojen rakenteeseen: sekä harmaan aineen että hermoratojen tilavuus lisääntyy (53). Musiikin kuntoutusvaikutus ei riipu aiemmasta musiikkiharrastuksesta.

Usean tutkimuksen ongelma on pieni aineisto. Tutkittavia musiikin lajeja ei ole eroteltu eikä vokaali- ja instrumentaalimusiikkia ole juurikaan vertailtu. Interventioiden epätarkka kuvaus vaikeuttaa tutkimusten vertailua. Musiikkiterapian ja musiikin kuuntelemisen ero jää usein epäselväksi. Puutteistaan huolimatta julkaistut kontrolloidut tutkimukset osoittavat musiikilla olevan mitattavia positiivisia vaikutuksia.

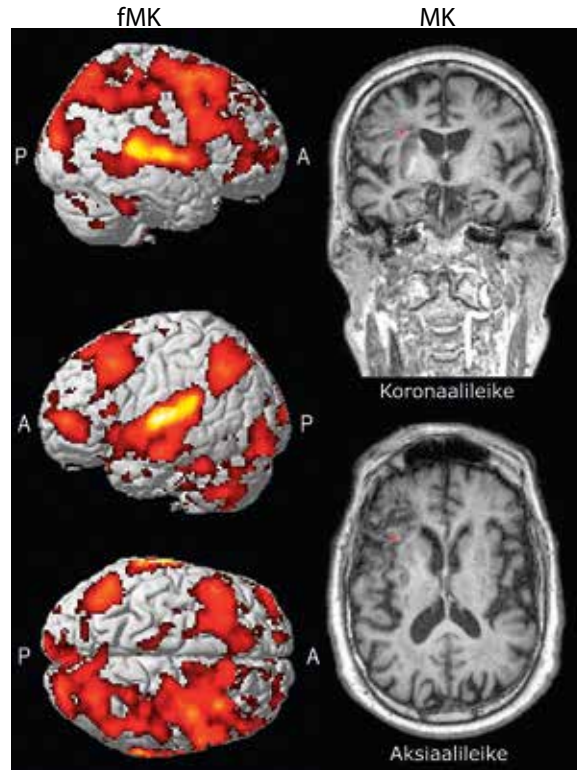
tuksia potilaissa, jotka sairastavat rappeuttavaa aivosairautta tai kuntoutuvat aivovauriosta.

Kävely on rytmiltään tasajakoinen toiminto, joka käynnistyy jatkua automaattisesti sisäisen tahdistuksen ohjaamana. Terve henkilö kykenee muuntelemaan sen parametrejä joustavasti. Parkinsonin tautia sairastavien potilaiden muuntelukyky on bradykinesian seurauksena rajoittunut. Kuntoutustutkimuksissa, joissa ei käytetty musiikkia, kävelyn kuntoutuminen oli tehokkaampaa lisättäessä harjoitteluun kävelyn rytmiin tahdistettu sensorinen palaute (54). Metronomin tikitystäkin voidaan pitää äärimmilleen pelkistettynä musiikkina!

Parkinsonin tautia sairastavilla potilailla musiikin negatiivisen vaikutuksen havainneet tutkijat päättelivät musiikin kuormittavan potilaiden aivoja ja vaikeuttavan primaarin tehtävän, kävelyn, suorittamista (27, 28). Vastakkaiseen tulokseen päätyi tutkimus, jossa potilaiden mielimusiikki tahdistettiin kävelyyhin (21). Kävelynopeus, askelpituus ja kadenssi suurenevät ja motoriset oireet vähenivät. Ilmeisesti musiikin liian nopea tai liian hidas tempo sekoittaa kävelyn rytmisen suorituksen, kun taas kävelyn tahdissa kuulu musiikki tukee sisäistä tahdistusta.

Muistisairas potilas on usein sekava, ja tarkkaavuuden kohdistaminen on vaikeata. Ahdistuneisuuden, masennuksen, kiihtymisen ja käyttäytymishäiriöiden väheneminen musiikin avulla saattaa johtua siitä, että musiikki suuntaa potilaan tarkkaavuutta (46). Mahdollisesti musiikki tarjoaa dementiapotilaalle hämmäntäväksi koetun ympäristön turvallisen tulkinnan (55). Positiivisia muistoja herättävä musiikki toimii rauhoittavana, aktivoi parasympaattista ja vaimentaa sympaattista hermostoa (41, 43, 45, 47, 56).

Tuttu musiikki aktivoi terveen ihmisen otsalohkon sisäosaa voimakkaammin kuin tuntematon kappale (57). Tämä aivoalue surkastuu Alzheimerin tautia sairastavilla potilailla muita aivoalueita hitaammin (58), ja he kykenevätkin tunnistamaan tuttuja musiikkikappaleita vielä myöhäisessä sairauden vaiheessa (59). Musiikin kuuntelu vähentää dementiapotilaiden käytöshäiriöitä, mutta korrelaatiota musiikin tuttuuteen ei ole arvioitu. Eräässä tutkimukses-



KUVA 3. Musiikin aiheuttama aktivaatio aivoinfarktin sairastaneen potilaan aivoissa toiminnallisella magneettikuvauksella (fMK) esitettynä. Väriasteikko ilmaisee hermosolujen aktiivisuuden alueilla, jotka poikkeavat merkittävästi lepotilan aktiivisuustasosta (harmaa = lepotila, punainen-keltainen-valkoinen = lisääntyvä aktiivisuus). Oikeassa otsalohkossa ja striatumina lateraaliosassa oleva aivoinfarkti näkyy signaali-puutoksena koronaali ja aksiaalitasan magneettikuvissa (MK).

A = anteriorinen, P = posteriorinen

sa muistisairauspotilaille soitettiin barokkimusiikkia, jonka henkilökunta koki rauhoittavana ja rentouttavana (60). Vastoin odotuksia musiikki lisäsi häiriökäyttäytymistä. Mahdollisesti potilaat tulkitsivat hiljaa taustalla soitetun musiikin kuulohavainnon väärin. Barokkimusiikin nopeat osat saattoivat kiihdyttää potilaita rauhoittamisen sijaan. Polyfonisen musiikin seuraaminen edellyttää kognitiivista prosessia, johon vaikeasti muistisairas ei enää kykene.

Mihin musiikin kuntouttava vaikutus perustuu?

Toiminnallisella aivokuvantamisella osoitettu musiikin laaja-alainen aivoaktivaatio (6–8) 1857

tapahtuu myös aivoinfarktipotilailla (**KUVA 3**) ja kohdistunee myös vaurioituneisiin hermoverkkoihin. Terveen ihmisen aivoissa musiikin kuuntelu kiihdyttää aivokuoren suurinta osaa suonittavan keskimmäisen aivovaltimon verenvirtausta (61). Aivoverenkierron autoregulaatioperiaatteen mukaisesti virtauskiihtymä johtuu laaja-alaisesta hermosolujen aktivaatiosta.

Instrumenttiharjoittelun tuottamaan yläraajan motoriikan paranemiseen liittyy sormien edustusalueen kasvu ja aivokuoren ärsykerhkyyden lisääntyminen (62). Vaste saadaan myös potilailla, joiden aivoinfarktista on kulunut yli kuusi kuukautta (63).

Akuuttiin aivohalvaukseen liittyy pitkäaikainen fysiologinen stressi. Hyperkortisolismi korreloi infarktin laajuuteen, lisää masennuksen riskiä ja heikentää toipumisennustetta

Musiikin kuntouttava vaikutus näkyy potilaan aivokuvissa

(64). Kaikissa tarkastelemissamme potilasryhmissä musiikin kuuntelu vähensi masennusta. Lisäksi musiikin kuuntelu pienentää kortisolipitoisuutta ja lieventää kardiovaskulaarisia stressivasteita (65). Musiikin rentoutusvaikutus välittyy limbisen järjestelmän ja hypotalamuksen kautta katekoliamiini- ja sytokiiniheritykseen (47).

Musiikin kuuntelu vapauttaa dopamiinia ihmisen striatumissa ja accumbens-tumakkeessa suorassa suhteessa musiikkielämyksen voimakkuuteen (66). Mainitut rakenteet kuuluvat aivojen mesolimbiseen dopamiinijärjestelmään, joka säätelee mielihyvän lisäksi muistia, tarkkaavuutta, toiminnanohjausta ja motivaatiota. Musiikilla saatu aktivaatio voi näin ollen toimia useiden keskeisten kognitiivisten toimintojen tehostajana (67).

Musiikin ja kielellisten toimintojen yhteys on kognitiivisen kuntoutuksen kannalta merkittävä. Dementiapotilaat muistavat laulettuun tekstin paremmin kuin puhuttuun (68). Melodiin perustuvaa puheterapiaa saavien afasiapotilaiden puhekeskuksia yhdistävän radaston säiemäärä kasvaa suuremmaksi kuin tavanomaista puheterapiaa saavien (69). Musiikin lisäarvoon viittaa myös havaintomme, että potilaiden mielimusiikki, joka oli useimmiten vokaalimusiikk-

kia, paransi kielellisen muistin suoritusta enemmän kuin kirjallisen aineiston kuuntelu (34).

Musiikin pitkäaikaisvaikutuksia on tutkittu vähän. Tutkimusryhmämme osoitti ensi kertaa, että pian aivohalvauksen jälkeen aloitetun musiikin kuuntelun positiiviset vaikutukset näkyvät vielä kuusi kuukautta sairastumisen jälkeen (34). Dementiapotilaiden kymmenen viikon interaktiivisen musiikin kuuntelun vaikutus psyykkisiin oireisiin ja käytöshäiriöihin kesti kolme viikkoa (50).

Lopuksi

Olipa kyseessä äkillinen aivovaurio, krooninen jälkitila tai hitaasti etenevä aivosairaus, varsinaista kuntoutusta voidaan parhaimmillaan tarjota vain murto-osaksi potilaan aktiivijasta. Kuntoutus ja sitä tukevat arkitoinimet kattavat yhteensä vain 30 % vuodeosastolla toipuvan aivoinfarktipotilaan päivästä (70). Passiivisen oleskelun sijaan potilaille voitaisiin tarjota järjestelmällistä musiikin kuuntelua. Jo 20 minuutin päivittäinen musiikilla tuettu harjoittelu parantaa merkittävästi motoriikkaa, ja tunnin kuuntelu johtaa kognition ja psyykkisen tilan kohentumiseen. Tuoreet havaintomme osoittavat, että musiikin tuottama neuropsykologinen kuntoutuminen korreloi aivojen harmaan aineen lisääntymiseen vastaavilla aivoalueilla (53). Lisää tutkimusta tarvitaan optimaalisen kuntoutusmusiikin laadun, määrän ja ajoituksen määrittämiseksi. ■

ALEKSI J. SIHVONEN, LK, tohtorikoulutettava
Turun yliopiston lääketieteellinen tiedekunta

VERA LEO, PsM, tohtorikoulutettava
Helsingin yliopiston kognitiivisen aivotutkimuksen yksikkö

TEPPO SÄRKÄMÖ, dosentti, tutkija
Helsingin yliopiston kognitiivisen aivotutkimuksen yksikkö

SEPPO SOINILA, neurologian professori, ylilääkäri
Tyks Neurotoimialue/yleisneurologia
Turun yliopisto

SIDONNAISUUDET
Kirjoittajilla ei ole sidonnaisuuksia

KIRJALLISUUTTA

1. Avoliitto [verkkosivu]. <http://www.avoliitto.fi/>.
2. Aivovammat [verkkodokumentti]. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecim, Suomen Neurologisen yhdistys ry:n, Societas Medicinæ Physicalis et Rehabilitationis Fenniae ry:n, Suomen Neurokirurgisen yhdistyksen, Suomen Neuropsykologisen yhdistyksen ja Suomen Vakuutuslääkärien yhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim 2008 [julkaisu 16.12.2008]. www.kaypahoito.fi.
3. Suomen Parkinson-liitto [verkkosivu]. <http://www.parkinson.fi/>.
4. Muistiliitto ry [verkkosivu]. <http://www.muistiliitto.fi/>.
5. Joelsson P, Tenovo O, Tuominen R. Aivovammojen aiheuttamat hoitokustannukset ja tuotannonmenetykset. *Suom Lääkäril* 2011;66:2771–5.
6. Koelsch S. Towards a neural basis of music-evoked emotions. *Trends Cogn Sci* 2010;14:131–7.
7. Peretz I, Zatorre RJ. Brain organization for music processing. *Annu Rev Psychol* 2005;56:89–114.
8. Zatorre RJ, Chen JL, Penhune VB. When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nat Rev Neurosci* 2007;8:547–58.
9. Lai HL, Li YM. The effect of music on biochemical markers and self-perceived stress among first-line nurses: a randomized controlled crossover trial. *J Adv Nurs* 2011;67:2414–24.
10. Mammarella N, Fairfield B, Cornoldi C. Does music enhance cognitive performance in healthy older adults? The Vivaldi effect. *Aging Clin Exp Res* 2007;19:394–9.
11. Sluming V, Barrick T, Howard M, Cezayirli E, Mayes A, Roberts N. Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. *Neuroimage* 2002;17:1613–22.
12. Han Y, Yang H, Lv YT, ym. Gray matter density and white matter integrity in pianists' brain: a combined structural and diffusion tensor MRI study. *Neurosci Lett* 2009;459:3–6.
13. Conrad C. Music for healing: from magic to medicine. *Lancet* 2010;376:1980–1.
14. Koelsch S, Fuernmetz J, Sack U, ym. Effects of music listening on cortisol levels and propofol consumption during spinal anesthesia. *Front Psychol* 2011;2:58.
15. Nilsson U. Soothing music can increase oxytocin levels during bed rest after open-heart surgery: a randomised control trial. *J Clin Nurs* 2009;18:2153–61.
16. Nilsson U. The effect of music intervention in stress response to cardiac surgery in a randomized clinical trial. *Heart Lung* 2009;38:201–7.
17. Vollert JO, Störk T, Rose M, Möckel M. Music as adjuvant therapy for coronary heart disease. Therapeutic music lowers anxiety, stress and beta-endorphin concentrations in patients from a coronary sport group. *Dtsch Med Wochenschr* 2003;128:2712–6.
18. Guétin S, Giniès P, Siou DK, ym. The effects of music intervention in the management of chronic pain: a single-blind, randomized, controlled trial. *Clin J Pain* 2012;28:329–37.
19. Cepeda MS, Carr DB, Lau J, Alvarez H. Music for pain relief. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;CD004843.
20. Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR, Miller RA, Rathbun J, Brault JM. Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Mov Disord* 1996;11:193–200.
21. de Bruin N, Doan JB, Turnbull G, ym. Walking with music is a safe and viable tool for gait training in Parkinson's disease: the effect of a 13-week feasibility study on single and dual task walking. *Parkinsons Dis* 2010;2010:483530.
22. Bernatzky G, Bernatzky P, Hesse HP, Staffen W, Ladurner G. Stimulating music increases motor coordination in patients afflicted with Morbus Parkinson. *Neurosci Lett* 2004;361:4–8.
23. Pacchetti C, Mancini F, Aglieri R, Fundaró C, Martignoni E, Nappi G. Active music therapy in Parkinson's disease: an integrative method for motor and emotional rehabilitation. *Psychosom Med* 2000;62:386–93.
24. Hackney ME, Kantorovich S, Levin R, Earhart GM. Effects of tango on functional mobility in parkinson's disease: A preliminary study. *J Neurol Phys Ther* 2007;31:173–9.
25. Hackney ME, Earhart GM. Health-related quality of life and alternative forms of exercise in Parkinson disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2009;15:644–8.
26. Hackney ME, Earhart GM. Effects of dance on movement control in Parkinson's disease: a comparison of Argentine tango and American ballroom. *J Rehabil Med* 2009;41:475–81.
27. Brown LA, de Bruin N, Doan JB, Suchowersky O, Hu B. Novel challenges to gait in Parkinson's disease: the effect of concurrent music in single- and dual-task contexts. *Arch Phys Med Rehabil* 2009;90:1578–83.
28. Brown LA, de Bruin N, Doan J, Suchowersky O, Hu B. Obstacle crossing among people with Parkinson disease is influenced by concurrent music. *J Rehabil Res Dev* 2010;47:225–31.
29. Thaut MH, Leins AK, Rice RR, ym. Rhythmic auditory stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near-ambulatory patients early poststroke: a single-blind, randomized trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21:455–9.
30. Schauer M, Mauritz K. Musical motor feedback (MMF) in walking hemiparetic stroke patients: Randomized trials of gait improvement. *Clin Rehabil* 2003;17:713–22.
31. Altenmüller E, Marco-Pallares J, Münte TF, Schneider S. Neural reorganization underlies improvement in stroke-induced motor dysfunction by music-supported therapy. *Ann N Y Acad Sci* 2009;1169:395–405.
32. Jeong S, Kim MT. Effects of a theory-driven music and movement program for stroke survivors in a community setting. *Appl Nurs Res* 2007;20:125–31.
33. Jungblut M, Aldridge D. The music-therapy intervention SIPARI with chronic aphasics – research findings. *Neurologie Rehab* 2004;10:69–78.
34. Särkämö T, Tervaniemi M, Laitinen S, ym. Music listening enhances cognitive recovery and mood after middle cerebral artery stroke. *Brain* 2008;131:866–76.
35. Kim DS, Park YG, Choi JH, ym. Effects of music therapy on mood in stroke patients. *Yonsei Med J* 2011;52:977–81.
36. Kim SJ, Koh I. The effects of music on pain perception of stroke patients during upper extremity joint exercises. *J Music Ther* 2005;42:81–92.
37. Thaut MH, Gardiner JC, Holmberg D, ym. Neurologic music therapy improves executive function and emotional adjustment in traumatic brain injury rehabilitation. *Ann N Y Acad Sci* 2009;1169:406–16.
38. Ceccato E, Vigato G, Bonetto C, ym. STAM protocol in dementia: a multicenter, single-blind, randomized, and controlled trial. *Am J Alzheimers Dis Other Dement* 2012;27:301–10.
39. Van de Winckel A, Feys H, De Weerd W, Dom R. Cognitive and behavioural effects of music-based exercises in patients with dementia. *Clin Rehabil* 2004;18:253–60.
40. Ho SY, Lai HL, Jeng SY, Tang CW, Sung HC, Chen PW. The effects of researcher-composed music at mealtime on agitation in nursing home residents with dementia. *Arch Psychiatr Nurs* 2011 Dec;25(6):e49–55.
41. Lin Y, Chu H, Yang CY, ym. Effectiveness of group music intervention against agitated behavior in elderly persons with dementia. *Int J Geriatr Psychiatry* 2011;26:670–8.
42. Cooke ML, Moyle W, Shum DH, Harrison SD, Murfield JE. A randomized controlled trial exploring the effect of music on agitated behaviours and anxiety in older people with dementia. *Aging Ment Health* 2010;14:905–16.

43. Han P, Kwan M, Chen D, ym. A controlled naturalistic study on a weekly music therapy and activity program on disruptive and depressive behaviors in dementia. *Dement Geriatr Cogn Disord* 2010;30:540–6.
44. Raglio A, Bellelli G, Traficante D, ym. Addendum to 'Efficacy of music therapy treatment based on cycles of sessions: a randomised controlled trial' (Raglio et al., 2010). *Aging Ment Health* 2012;16:265–7.
45. Sung HC, Chang AM, Lee WL. A preferred music listening intervention to reduce anxiety in older adults with dementia in nursing homes. *J Clin Nurs* 2010;19:1056–64.
46. Svansdottir HB, Snaedal J. Music therapy in moderate and severe dementia of Alzheimer's type: a case-control study. *Int Psychogeriatr* 2006;18:613–21.
47. Okada K, Kurita A, Takase B, ym. Effects of music therapy on autonomic nervous system activity, incidence of heart failure events, and plasma cytokine and catecholamine levels in elderly patients with cerebrovascular disease and dementia. *Int Heart J* 2009;50:95–110.
48. Simmons-Stern NR, Budson AE, Ally BA. Music as a memory enhancer in patients with Alzheimer's disease. *Neuropsychologia* 2010;48:3164–7.
49. El Haj M, Clément S, Fasotti L, Allain P. Effects of music on autobiographical verbal narration in Alzheimer's disease. *J Neurolinguist* 2013;26:691–700.
50. Sakamoto M, Ando H, Tsutou A. Comparing the effects of different individualized music interventions for elderly individuals with severe dementia. *Int Psychogeriatr* 2013;25:775–84.
51. Särkämö T, Tervaniemi M, Laitinen S, ym. Cognitive, emotional, and social benefits of regular musical activities in early dementia: randomized controlled study. *Gerontologist* 2014;54:634–50.
52. Bradt J, Magee WL, Dileo C, Wheeler BL, McGilloway E. Music therapy for acquired brain injury. *Cochrane Database Syst Rev* 2010:CD006787.
53. Särkämö T, Ripollés P, Vepsäläinen H, ym. Structural changes induced by daily music listening in the recovering brain after middle cerebral artery stroke: a voxel-based morphometry study. *Front Hum Neurosci* 2014;8:245.
54. Freeman JS, Cody FW, Schady W. The influence of external timing cues upon the rhythm of voluntary movements in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1993;56:1078–84.
55. Sung HC, Lee WL, Li TL, Watson R. A group music intervention using percussion instruments with familiar music to reduce anxiety and agitation of institutionalized older adults with dementia. *Int J Geriatr Psychiatry* 2012;27:621–7.
56. Park H. Effect of music on pain for home-dwelling persons with dementia. *Pain Manag Nurs* 2010;11:141–7.
57. Plailly J, Tillmann B, Royet JP. The feeling of familiarity of music and odors: the same neural signature? *Cereb Cortex* 2007;17:2650–8.
58. Thompson PM, Hayashi KM, de Zubicaray G, ym. Dynamics of gray matter loss in Alzheimer's disease. *J Neurosci* 2003;23:994–1005.
59. Cuddy LL, Duffin J. Music, memory, and Alzheimer's disease: is music recognition spared in dementia, and how can it be assessed? *Med Hypotheses* 2005;64:229–35.
60. Nair BK, Heim C, Krishnan C, D'Este C, Marley J, Attia J. The effect of Baroque music on behavioural disturbances in patients with dementia. *Australas J Ageing* 2011;30:11–5.
61. Matteis M, Silvestrini M, Troisi E, Cupini LM, Caltagirone C. Transcranial doppler assessment of cerebral flow velocity during perception and recognition of melodies. *J Neurol Sci* 1997;149:57–61.
62. Grau-Sánchez J, Amengual JL, Rojo N, ym. Plasticity in the sensorimotor cortex induced by Music-supported therapy in stroke patients: a TMS study. *Front Hum Neurosci* 2013;7:494.
63. Amengual JL, Rojo N, Veciana de Las Heras M, ym. Sensorimotor plasticity after music-supported therapy in chronic stroke patients revealed by transcranial magnetic stimulation. *PLoS One* 2013;8:e61883.
64. Barugh AJ, Gray P, Shenkin SD, MacLulich AM, Mead GE. Cortisol levels and the severity and outcomes of acute stroke: a systematic review. *J Neurol* 2014;261:533–45.
65. Pelletier CL. The effect of music on decreasing arousal due to stress: a meta-analysis. *J Music Ther* 2004;41:192–214.
66. Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, Dagher A, Zatorre RJ. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nat Neurosci* 2011;14:257–62.
67. Zatorre RJ, Salimpoor VN. From perception to pleasure: music and its neural substrates. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2013;110(Suppl 2):10430–7.
68. Simmons-Stern NR, Deason RG, Brandler BJ, ym. Music-based memory enhancement in Alzheimer's disease: promise and limitations. *Neuropsychologia* 2012;50:3295–303.
69. Zumbansen A, Peretz I, Hébert S. Melodic intonation therapy: back to basics for future research. *Front Neurol* 2014;5:7.
70. De Wit L, Putman K, Dejaeger E, ym. Use of time by stroke patients: a comparison of four European rehabilitation centers. *Stroke* 2005;36:1977–83.

Summary

Effectiveness of music in brain rehabilitation. A systematic review.

There is no curative treatment for diseases causing brain injury. Music causes extensive activation of the brain, promoting the repair of neural systems. Addition of music listening to rehabilitation enhances the regulation or motor functions in Parkinson and stroke patients, accelerates the recovery of speech disorder and cognitive injuries after stroke, and decreases the behavioral disorders of dementia patients. Music enhances the ability to concentrate and decreases mental confusion. The effect of music can also be observed as structural and functional changes of the brain. The effect is based, among other things, on lessening of physiologic stress and depression and on activation of the dopaminergic mesolimbic system.