

SÄVELTEN VOIMA: MUSIIKIN VAIKUTUKSET AIVOJEN PLASTISUUTEEN JA PITKÄKESTOISEEN MUISTIIN

Anna Paakki
Kandidaatintutkielma
Musiikkitiede
Musiikin, taiteen ja kulttuurin tutkimuksen laitos
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2024

JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

Tiedekunta Humanistis-yhteiskuntatieteellinen	Laitos Musiikin, taiteen ja kulttuurin tutkimuksen laitos
Tekijä Anna Paakki	
Työn nimi Sävelten voima: Musiikin vaikutukset aivojen plastisuuteen ja pitkäkestoiseen muistiin	
Oppiaine Musiikkitiede	Työn laji Kandidaatintutkielma
Aika Kevät 2024	Sivumäärä 20
<p>Tiivistelmä</p> <p>Musiikilla on vahva vaikutus ihmisiin iästä riippumatta ja musiikin kuuntelu voi nostaa mieleen tiettyjä tapahtumia, paikkoja tai ihmisiä, joihin sen luomat tunneyhteydet liitetään. Musiikki voi toimia tietynlaisena muistamista vahvistavana elementtinä, jota moni hyödyntää opiskellessaan jotain uutta tai halutesaan palata muistoissaan johonkin tiettyyn tapahtumaan elämässään.</p> <p>Tämän tutkielman tavoitteena on syventää ymmärrystä siitä, millä tavoin musiikki vaikuttaa pitkäkestoisen muistin toimintaan ja sitä, miten nämä vaikutukset näkyvät aivotasolla. Tutkielmassa perehdytään siihen, mitkä elementit musiikissa vahvistavat muistiprosesseja, ja miten musiikin avulla voidaan edistää aivojen plastisuutta ja muistinmuodostusta. Tavoitteena on myös selvittää millainen rooli erilaisilla musiikillisilla piirteillä ja musiikin herättämillä emootioilla on siihen, miten tieto säilyy pitkäkestoisessa muistissa. Selvittämällä miten aivomme reagoivat musiikkiin, voimme saada tietoa aivoalueiden välisistä yhteyksistä ja siitä, miten aivojen plastisuutta voidaan tukea. Tämä voi tarjota tarkempaa ymmärrystä musiikin luomasta kognitiivisesta hyödystä, josta voi puolestaan olla apua esimerkiksi muistisairaiden hoidossa tai uudenlaisten oppimismenetelmien kehittämisessä.</p> <p>Tutkielma toteutetaan teoreettisella tutkimusotteella ja sen menetelmänä on narratiivinen kirjallisuuskatsaus. Aineisto koostuu musiikkipsykologian, neurotieteiden ja musiikin kognitiotieteiden aiemmista tutkimuksista, joista tehdään yhteenvetoa ja tuodaan esiin aiheen kannalta tärkeimpiä havaintoja. Aiemman kirjallisuuden perusteella voidaan todeta, että musiikissa on useita eri piirteitä, jotka aktivoivat aivojen muistitoimintoja automaattisesti, ja kehittävät oppimiskyvyn, muistin ja tarkkaavaisuuden taitoja sekä auttavat niiden parempaa säilymistä aivoissa. On havaittu, että muistiprosessiin vaikuttavat musiikilliset piirteet kuten rytmi ja sävelkorkeus, ja myös musiikillisten rakenteiden säännöllisyys auttaa pitkäkestoista muistia varastoimaan tietoa ja palauttamaan sitä mieleen. Myös emootiot toimivat vahvistavana tekijänä musiikin ja muistojen välillä, ja aiempien tutkimusten perusteella samat piirteet musiikissa assosioidaan sekä sen emootioita että muistoja herättäviin vaikutuksiin.</p>	
Asiasanat Musiikki, pitkäkestoinen muisti, auditiivinen muisti, aivojen plastisuus	
Säilytyspaikka Jyväskylän yliopisto	
Muita tietoja	

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	MUISTIPROSESSIT	3
2.1	Pitkäkestoinen muisti	4
3	MUSIIKILLISEN TIEDON KÄSITTELY JA TALLENTUMINEN AIVOTASOLLA	6
3.1	Musiikin havaitseminen ja musiikillinen tiedonkäsittely	6
3.2	Musiikillisen tiedon tallentuminen	8
4	MUSIIKIN VAIKUTUS AIVOJEN TOIMINTAAN	10
4.1	Aivojen plastisuus	10
4.2	Musiikki kognitiivisten kykyjen ylläpitämisen ja neurologisen kuntoutuksen tukena	12
5	MUISTAMISTA VAHVISTAVAT ELEMENTIT MUSIIKISSA	14
5.1	Musiikin rakenteelliset elementit	14
5.2	Musiikin emotionaalinen ulottuvuus	16
6	YHTEENVETO JA POHDINTA	18
	LÄHTEET	21

1 JOHDANTO

Musiikki on ollut osana kulttuuriamme jo vuosituhansien ajan ja sen vaikutus ihmisten mieleen on kiinnostanut tutkijoita jo pitkään. Musiikin merkitys ihmisille on todettu monenlaisissa tutkimuksissa, jotka osoittavat sen vahvoja vaikutuksia myös ihmisten hyvinvointiin ja terveyteen. Musiikin vaikutukset ihmisen terveyteen on havaittu muun muassa musiikkiterapiatutkimuksen kautta sekä osana neurologista kuntoutusta. (ks. Jacobsen, 2019; Särkämö ym. 2014.) Musiikilla on havaittu myös yhteyksiä muistiin ja erilaiset melodiat voivatkin herättää eläviä muistoja tapahtumista, paikoista tai ihmisistä, joihin niiden luomat tunneyhteydet liitetään. Musiikki voi toimia tietynlaisena muistojälvä vahvistavana elementtinä, jota moni hyödyntääkin opiskellessaan jotain uutta tai halutessaan palata muistoissaan johonkin tiettyyn tärkeään tapahtumaan elämässään. Musiikin vaikutusta muistiin on tutkittu laajasti niin muistisairauksien kuin oppimisenkin näkökulmasta ja aihepiiriin liittyvää tutkimusta löytyy niin musiikin kognitiotieteiden, psykologian kuin neurotieteidenkin alalta. (ks. James ym., 2014; Snyder, 2000; Särkämö & Sihvonen, 2018; Zentner ym., 2008.)

Tämän tutkielman tavoitteena on syventää ymmärrystä siitä, miten musiikki vaikuttaa pitkäkestoisen muistin toimintaan ja sitä, miten nämä vaikutukset näkyvät aivotasolla. Tutkielmassa perehdytään siihen, mitkä elementit musiikissa vahvistavat muistiprosesseja, ja sitä miten musiikki voi edistää aivojen plastisuutta ja muistinmuodostusta. Tavoitteena on myös selvittää millainen rooli erilaisilla musiikillisilla piirteillä ja musiikin herättämillä emootioilla on siihen, miten tieto säilyy pitkäkestoisessa muistissa.

Tutkielma toteutetaan teoreettisella tutkimusotteella ja sen menetelmänä on narratiivinen kirjallisuuskatsaus. Salmisen (2011) mukaan kirjallisuuskatsaus on metodi ja tutkimustekniikka, jossa aiempia tutkimustuloksia kootaan yhteen. Narratiivisen kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan yhdistellä laajasti tietoa tutkijoiden ja asiantuntijoiden aiemmin julkaistuihin tutkimusaineistoihin viitaten. Tämän myötä tutkitusta aiheesta voidaan luoda mahdollisimman kokonaisvaltainen

ja selkeä kuva, sekä johdonmukainen yhteenveto. (Salminen 2011, s. 7.) Tutkielman aihetta lähestytään monitieteisestä näkökulmasta, tutkien musiikin ja muistin taustalla vaikuttavia kognitiivisia prosesseja sekä neurobiologisia mekanismeja. Tämän vuoksi aineistoon on valikoitu kirjallisuutta ja aiempaa tutkimusta niin musiikkipsykologian, neurotieteiden kuin musiikin kognitiotieteidenkin aloilta. Aineiston avulla pyritään tuomaan esiin tutkielman aiheen kannalta tärkeimpiä havaintoja ja yhtymäkohtia, jotka avaavat aiheeseen liittyviä kysymyksiä mahdollisimman kattavasti.

Tutkielman aineisto on haettu pääasiallisesti Jyväskylän yliopiston JYKDOK kokoelmaticokannasta, hyödyntäen JYKDOK:in kansainvälisten artikkelien hakua. Lisäksi aineistoa on haettu Google Scholarin ja musiikkipsykologiaa painottavan PsycINFO tietokannan kautta. Hakutulokset on rajattu vertaisarvioituihin, pääasiassa 2000-luvulla julkaistuihin teoksiin ja artikkeleihin. Hakutermit, joita aineiston haussa on käytetty ovat: music, memory, long-term memory, auditory perception, music cognition ja neuroplasticity. Aineisto koostuu pääosin englanninkielisestä materiaalista, koska aiheeseen liittyvää tutkimusta löytyy englannin kielellä kattavammin.

Tutkielman keskeisenä tavoitteena on selvittää, millainen musiikin rooli on pitkäkestoisen muistin toiminnassa, ja millaiset neurobiologiset mekanismit muistiprosessiin liittyvät. Lisäksi tavoitteena on syventää ymmärrystä siitä, miten musiikki voi muokata aivojen rakenteita ja toimintoja. Tutkimuskysymykset, joihin tämän kandidaatintutkielman avulla pyritään etsimään vastauksia ovat:

-Miten musiikki vaikuttaa pitkäkestoisen muistin toimintaan?

-Millä tavoin musiikki vaikuttaa aivojen plastisuuteen ja hermosolujen välisiin yhteyksiin?

Näiden tutkimuskysymysten pohjalta voidaan tarkemmin selvittää, millaisia vaikutuksia musiikilla on ihmisen aivojen muistitoimintoihin ja tiedon prosessointiin. Selvittämällä miten aivomme reagoivat musiikkiin, voimme saada tietoa aivoalueiden välisistä yhteyksistä, ja siitä miten aivojen plastisuutta voidaan mahdollisesti tukea. Näitä ilmiöitä on tärkeää tutkia, koska perehtymällä tarkemmin musiikin ja muistitoimintojen väliseen yhteyteen, voimme saada parempaa ymmärrystä musiikin luomasta kognitiivisesta hyödystä. Tästä voi puolestaan olla apua esimerkiksi muistisairaiden hoidossa tai uudenlaisten oppimismenetelmien kehittämisessä.

2 MUISTIPROSESSIT

Muisti on olennainen osa ihmisen kognitiivisia toimintoja. Muisti mahdollistaa menneiden asioiden muistamisen, aiemmin opitun tiedon soveltamisen nykyhetkessä ja toisaalta muistia tarvitaan myös uuden oppimiseen. Muistilla on yhteys myös muihin tiedonkäsittelyyn liittyviin prosesseihin kuten kieleen, havaitsemiseen ja ajatteluun. (Kalakoski, 2014, s. 15.) Fysiologisesta näkökulmasta muisti on aivojen hermosolujen kykyä muokata ja vahvistaa yhteyksiä toisiinsa. Muistimme vaikuttaa myös siihen, miten havaitsemme ja koemme musiikkia sekä siihen, miten ymmärrämme musiikin sisäisiä yhteyksiä. (Snyder, 2000, s. 3–4.) Erilaiset muistiprosessit vaikuttavat osaltaan siihen, miten muun muassa auditiivista tietoa käsitellään ja tallennetaan. Tämä tutkielma käsittelee musiikin ja muistin yhteyttä, joten muistiprosessien toimintaa keskiytetään käsittelemään pääasiassa auditiivisen muistin näkökulmasta.

Auditiivisen muistin toiminta koostuu kolmesta erilaisesta prosessista: kaiku-muistista ja varhaisesta prosessoinnista, lyhytkestoisesta muistista sekä pitkäkestoisesta muistista. Kaikki nämä muistiprosessit toimivat erilaisella aika-asteikolla. Näistä ensimmäisessä eli kaikumuistin ja varhaisen prosessoinnin vaiheessa sisäkorva muuntaa auditiivisen tiedon eli ääniärsyksen hermoimpulsseiksi, jotka prosessoidaan kuuloaivokuorella. Varhaisen prosessoinnin vaiheessa voidaan havaita esimerkiksi muutokset sävelkorkeudessa, äänen sävyssä tai äänenvoimakkuudessa. Kaikumuistissa oleva tieto häviää yleensä alle sekunnissa, kaiun tavoin. (Snyder, 2016, s. 168; Snyder, 2000, s. 3, 13, 19.) Lyhytkestoinen muisti koostuu välittömistä tietystä hetkessä tehdyistä havainnoista ja lähimenneisyyden tapahtumista sekä niihin liittyvistä aktivoituvista pitkäkestoisista muistoista. Lyhytkestoiset muistot ovat usein sellaisia, jotka säilyvät mielessämme vain hetken, ja unohtuvat ellei niitä harjoiteta. (Snyder, 2016, s. 168; Snyder, 2000, s. 49.) Lyhytkestoinen muisti voi musiikin näkökulmasta pitää sisällään esimerkiksi rytmisten tai melodisten kuvioiden tunnistamista (Snyder, 2000, s. 13–14; Kalakoski, 2010, s. 141).

Pidemmällä aikavälillä tapahtuva musiikillinen muisti perustuu pitkäkestoisen muistin toimintaan, joka mahdollistaa laajempien kokonaisuuksien käsittelyn ja

tallentumisen. Pitkäkestoiseen muistiin voi tallentua kokonaisia sävellyksiä, sanoituksia ja sen avulla voimme oppia musiikillisia taitoja, kuten soittamaan jotakin instrumenttia. (Kalakoski, 2010, s. 138.)

Kaikki nämä kolme auditiivisen muistin prosessia vaikuttavat osaltaan siihen, miten musiikki koetaan ja kaikkia vaiheita tarvitaan musiikin prosessoimisessa. Käikumuisti ja varhainen prosessointi auttaa hahmottamaan välittämiä kokemuksia musiikista ja auttaa jakamaan niitä hallittavimpiin yksiköihin. Lyhytkestoinen muisti auttaa luomaan jatkuvuutta havaittujen elementtien välille ja pitkäkestoinen muisti luo havainnoille kontekstin aikaisempaan tietoomme pohjaten sekä varastoi oppimaamme musiikillista tietoa. (Snyder, 2000, s. 15; Kalakoski, 2010, s. 138.) Tässä tutkielmassa keskitytään käsittelemään pääasiassa pitkäkestoisen muistin toimintaa, jonka prosesseihin syvennytään tarkemmin seuraavassa alaluvussa.

2.1 Pitkäkestoinen muisti

Arkikielessä muistilla viitataan usein pitkäkestoiseen muistiin. Pitkäkestoisten muistojen muodostuminen vaatii pysyviä rakenteellisia muutoksia aivoissa ja tästä syystä ne myös säilyvät muistissa pitkään, jopa koko eliniän. (Snyder, 2016, s. 169.)

Pitkäkestoisia muistoja ajatellaan syntyvän, kun toistuvat ärsykkeet muuttavat samaan aikaan aktivoituvien hermosolujen yhteyksien voimakkuuksia. Kun joukko hermosoluja aktivoituu prosessoimaan tiettyä tapahtumaa, niiden väliset yhteydet voimistuvat. Seuraavalla kerralla, kun vastaavanlainen tapahtuma kohdataan, samat hermosolut aktivoituvat uudelleen. (Snyder, 2016, s. 170; Snyder, 2000, s. 69–72.) Uudet kokemukset prosessoidaan siis pitkäkestoisen muistin ja jo olemassa olevien muistojen kautta. Vanhojen muistojen välisten yhteyksien kautta rakentuvat uudet muistot tallentuvat mieleemme vahvemmin.

Samaan aikaan aktivoituvien hermosolujen joukkojen välisiä yhteyksiä kutsutaan assosiaatioiksi eli miellelyhtymiksi, ja niitä esiintyy monilla tasoilla pitkäkestoisessa muistissa. Nämä tasot voivat tarkoittaa erilaisten kohteiden tai tapahtumien havaitsemiseen liittyvää assosiointia, tai pidempiä assosiaation ketjuja, joiden pohjalta muodostamme käsitteellistä tietämystämme tai omaelämäkerrallisia muistoja. (Snyder, 2000, s. 69–70.) Assosiaatio on prosessi, jossa tapahtumat, jotka ovat samanlaisia tai tapahtuvat ajallisesti lähekkäin, muodostavat toisiinsa kytkeytyneitä muistoja. Tätä tapahtumaa kutsutaan käsitteellä *cuing*. Käsite liittyy tapahtumaan, joka aktivoi muistijärjestelmää joko tietoisesti aktivoimalla tai ympäristöstä saadun ärsykkeen avulla. Ärsyke voi saada aikaan useiden eri muistojen aktivoitumisen hermosolujen välisten yhteyksien kautta. (Snyder, 2000, s. 69–70.) Tämä perustuu siihen, että miellelyhtymältään samankaltaisten asioiden ryhmittymien välille muodostuu yhtenäinen verkosto pitkäkestoisessa muistissa (Snyder, 2016, s. 168). Muistojen kytkeytyneisyys

on tärkeä mekanismi, jonka avulla myös suurempia pitkäkestoisen muistin sisältöjä voidaan palauttaa mieleen. Kun yksittäinen pitkäkestoinen muisto palautetaan mieleen usein, muistoon liittyvät assosiaatiot ja vihjeiden määrät lisääntyvät, joka tekee muiston mieleen palauttamisesta edelleen helpompaa. (Snyder, 2000, s. 69–71.)

Assosiaatioihin perustuvaa prosessia ja tiedon varastointia kuvaillaan käsitteellä *chunking*. Käsitettä käytetään kuvaamaan sitä, miten informaatio voidaan jakaa ja varastoida muistissa pienempiin osiin, joka puolestaan auttaa hallitsemaan kokonaisuuksia ja helpottaa muistamista. (Snyder, 2016, s. 168; Snyder 2000, s. 70; Kalakoski, 2010, s. 146.) Musiikissa *chunking* voi liittyä esimerkiksi havaitsemiseen liittyviin ryhmittelyyn prosesseihin. Mitä selkeämmin musiikillisesta sekvenssistä voidaan muodostaa pienempiä ryhmiä, sitä paremmin se pystytään myös palauttamaan mieleen. (Patel, 2003, s. 326.) Musiikissa tällainen pienempi ryhmä voi olla esimerkiksi 3–5 nuotin muodostama ryhmä, ja useista pienemmistä ryhmistä muodostuva musiikillinen lause puolestaan korkeamman tason ryhmittymä. Ryhmät auttavat muistin muodostumisessa ja voivat toimia vihjeinä myös pidempien sekvenssien mieleen palauttamisessa. (Snyder, 2016, s. 168; Snyder 2000, s. 70.)

Biologisesta näkökulmasta pitkäkestoisen muistin tehtävänä on tarjota malleja ympäristöömme liittyvistä säännönmukaisuuksista. Musiikilliset pitkäkestoiset muistot ja odotukset pohjautuvat usein kategorioihin, kuten sävelaskeleisiin tai ajallisiin luokkiin sekä siihen, minkälaisia musiikillisia tapahtumia kuulija on aikaisemmin kuullut. (Snyder, 2016, s. 169–170.) Tämän musiikillisen kieliopin pohjalta saatamme esimerkiksi muodostaa alitajuisesti odotuksia siitä, mitä kuuntelemassamme kappalessa tulee tapahtumaan. Muisti auttaa meitä siis hahmottamaan musiikillisiä kokonaisuuksia, mutta myös musiikin sisällä vaikuttavia yhteyksiä.

3 MUSIIKILLISEN TIEDON KÄSITTELY JA TALLENTUMINEN AIVOTASOLLA

Musiikillinen tiedonkäsittely on monimutkainen ja monia elementtejä yhdistelevä taito. Siinä yhdistyy sävelkorkeuteen, rytmiin, äänenväriin, dynamiikkaan, kieleen ja emootioihin liittyvät ulottuvuudet. (Cuddy & Duffin, 2005, s. 233–234.) Tämän vuoksi musiikin kaltaisen monimutkaisen informaation kokeminen edellyttääkin saumattonta yhteistyötä useiden aivoalueiden välillä. Melodioiden eli ajallisesti ja rakenteellisesti monimutkaisten äänten havaitseminen ja tunnistaminen perustuu tutkimusten perusteella pääasiassa ohimolohkoissa sijaitsevien kuuloaivokuorten toimintaan (Tervaniemi, 2010, s. 58). Tässä tutkielmassa keskitytään käsittelemään näiden aivoalueiden osallisuutta musiikilliseen tiedonkäsittelyyn ja musiikillisen tiedon tallentamiseen.

3.1 Musiikin havaitseminen ja musiikillinen tiedonkäsittely

Vaikka musiikillisten äänten voidaan nähdä olevan akustisesti ja kognitiivisesti vaativia elementtejä, valtaosa musiikillisesta äänimateriaalista ja niiden välisistä suhteista koodataan aivokuoren alueen hermoverkoissa ilman, että olemme siitä tietoisia. Aivokuoren on havaittu pystyvän käsittelemään sekä akustista että informatiivista äänisisältöä, ja äänen käsittelystä vastaavissa alueissa on myös havaittu eroja sekä aivo puoliskojen välillä että sisällä. (Tervaniemi, 2003, s. 305.)

Aivojen eri kuuloalueet ovat tutkimusten mukaan erikoistuneet tiettyihin tehtäviin, riippuen esimerkiksi musiikillisista piirteistä. Oikeanpuoleinen kuuloaivokuori on erikoistunut sävelkorkeuden ja harmonioiden analysointiin, ja vasen kuuloaivokuori puolestaan ajalliseen erottelukykyyneen. (Cuddy & Duffin, 2005, s. 233–234; Tervaniemi, 2010, s. 59; Griffiths, 2003, s. 173.) Tervaniemen (2010) mukaan ajallinen

erottelukyky tarkoittaa esimerkiksi lyhyiden äänten ja rytmikuvioiden erottelua. Nykykäsityksen mukaan etenkin oikean kuuloaivokuoren nähdään olevan olennaisessa osassa musiikin havaitsemiselle. Sen merkitys musiikin kognitiiviselle käsittelylle on osoitettu muun muassa tutkimuksissa, joissa on tutkittu aivovaurion kokeneita musikoita. Tutkimuksissa on havaittu musiikillisten taitojen vaikeutuvan, mikäli aivovaurio on kohdistunut oikeaan aivopuoliskoon. (Tervaniemi, 2010, s. 58–59.)

Kuuloaivokuoren lisäksi tarkkaavaisuuteen ja kognitiivisiin toimintoihin liitetyt otsalohkon alueet ovat myös yhteydessä musiikin havaitsemiseen (Tervaniemi, 2010, s. 58–59). Näistä alueista yksi on vasemmalla puolella aivoja sijaitseva, pääasiassa puheen tunnistamisesta ja tuottamisesta vastaava Brocan alue (Peretz, 2010, s. 99; Tervaniemi, 2010, s. 58–59). Alueen on havaittu Tervaniemen (2003) mukaan olevan aktiivinen tonaalisuuden prosessoinnissa. Maess ja kumppanit (2001) puolestaan havaitsivat Brocan alueen osallistuvan musiikillisen lauseopin käsittelyyn. Heidän tutkimuksensa alueen havaittiin aktivoituvan, kun tutkittaville soitettiin harmonisesti toisiinsa sopimattomia sointuja. (Maess ym., 2001, s. 543.) Tulos osoittaa, että aivoalueiden tiedonkäsittely ei välttämättä ole vain omiin alueisiin keskittynyttä, vaan musiikin havaitsemisesta ja kognitiivista toiminnoista vastaa osin samat aivoalueet.

Musiikin ja kielen havaitsemista ja ymmärtämistä aivojen tasolla on verrattu usein toisiinsa (Snyder, 2016, s. 167). Melodia, kuten puhuttu lausekin on riippuvainen kuulijan havaitsemissysteemistä, ja kyvystä kääntää joukko ääniä merkitykselliseksi kokonaisuudeksi. Melodian havaitsemisessa korostuukin kognitiivisten taitojen ja mielen vahva rooli. (Patel, 2003, s. 325.) Tutkimusten mukaan musiikissa voidaan nähdä olevan ominaisuuksia, jotka täydentävät kielen merkityksiä ja voidaankin olettaa, että musiikki ja kieli ovat kehittyneet yhdessä toisiaan tukevinä elementteinä ihmisten välisessä kommunikoinnissa. (Cross, 2003, s. 83; Cross, 2016, s. 11; Honing ym., 2015, s. 5–6.)

Tutkimusten perusteella kielen fonologisilla ja semanttisilla sekä musiikin melodisilla ja harmonisilla osa-alueilla on havaittu yhteisiä tiedonkäsittelyyn liittyviä prosesseja (Gordon ym., 2010, s. 9). Kielen fonologiset osa-alueet liittyvät erilaisiin ään-teisiin liittyviin ominaisuuksiin, jotka voivat vaikuttaa kielen ymmärtämiseen (Britannica, 2024a) ja semanttiset osa-alueet puolestaan sanojen merkitysten ymmärtämiseen. (Britannica, 2024b.) Gordonin ja kumppaneiden (2010) tutkimuksessa havaittiin, että laulun havaitsemisessa sanat ja musiikin intervallit käsiteltiin aivoissa vuorovaikuttaisesti, riippumatta siitä, keskittyivätkö tutkittavat kielellisiin vai musiikillisiin osa-alueisiin.

3.2 Musiikillisen tiedon tallentuminen

Aivokuvantamisen avulla on voitu tunnistaa myös musiikilliseen muistamiseen liittyvien aivoalueiden ja verkostojen toimintaa. Siinä missä ohimolohko ja kuuloaivokuoren alueet ovat vastuussa monimutkaisten auditiivisen tiedon prosessoinnista, ovat ne myös alueita, johon musiikilliset muistot tallentuvat. Tämän lisäksi otsalohkon alueet liittyvät sävelten muistamiseen ja sävelkuvioiden koodaukseen. (Zatorre, 2003, s. 231; Rauschecker, 2003, s. 360.) Pitkäkestoisen muistin kannalta keskeinen aivoalue on myös hippokampus, joka osallistuu muistojen muodostamisen lisäksi muistin palauttamiseen liittyviin prosesseihin. Hippokampus toimii myös muistiaineksen säilytyspaikkana, vaikkakin lopullinen tiedon varastointi tapahtuu eri puolilla aivokuorta. (Tanila ym., 2010, s. 61.) Hippokampus kuuluu aivojen limbiseen järjestelmään ja osallistuu voimakkaasti myös tunteisiin ja muistiin liittyviin näkökohtiin. Limbinen järjestelmä auttaa muodostamaan tunnetason yhteyksiä musiikillisen kokemuksen ja muistojen välille. (Koelsch ym., 2010, s. 317.) Musiikin kyky aktivoita laajasti eri aivoalueita voi myös itsessään edesauttaa muistettavan materiaalin säilymistä pitkäkestoisessa muistissa (Särkämö & Sihvonen, 2018, s. 106).

Kuten aiemmin tuotiin ilmi, musiikin ja kielen havaitsemisessa on havaittu yhteneviä tiedonkäsittelyyn liittyviä prosesseja. Musiikin ja kielen kytkeytyminen toisiinsa on kiinnostanut tutkijoita myös muistiin liittyvissä tutkimuksissa. Kalakosken (2010) mukaan kielellisen materiaalin yhdistäminen melodiaan voi edistää tekstin oppimista. Tähän päätelmään päädyttiin myös Raineyn ja Larsenin (2002) tutkimuksessa. Tutkimuksessa havaittiin, että tutkittavat, jotka olivat opetelleet tekstiä yhdistettynä melodiaan, muistivat sisällön huomattavasti paremmin viikon kuluttua verrattuna kontrolliryhmään. (Rainey & Larsen, 2002.) Lisäksi Gordonin ja kumppanien (2010) tutkimuksessa todettiin, että laulun sanojen yhdistäminen eri melodioihin voi estää sanallisen materiaalin palauttamista mieleen samalla tavalla, kuin odottamaton sanan painotus puhutussa kielessä. (Gordon ym. 2010, s. 9.) Musiikilliseen ja kielelliseen tiedon prosessointiin ja muistamiseen voidaan siis nähdä tutkimusten perusteella liittyvän samanlaisia prosesseja. Melodian voidaan nähdä toimivan vahvistavana elementtinä kognitiivisessa tiedonkäsittelyssä, kuten tekstin opettelussa, ja auttaa tiedon parempaa säilymistä pitkäkestoisessa muistissa. Nämä tulokset tukevat Kalakosken (2010) esittämää ajatusta siitä, että musiikillinen ja kielellinen tiedonkäsittely sekä muistaminen ovat yhteydessä toisiinsa.

Aivotutkimusten perusteella voidaan sanoa, että aivojen eri alueet ovat osin erikoistuneet tiettyihin tehtäviin havaitsemisen ja kognitiivisten prosessien, kuten muistamisen osalta. On kuitenkin selvää, että näiden aivoalueiden tulee tehdä yhteistyötä muodostaakseen yhtenäisen ja johdonmukaisen kokonaisuuden. Etenkin monimutkaiset musiikin ja puheen kaltaiset auditiiviset viestit vaativat monia aivoalueita niiden käsittelyyn. (Patel, 2003, s. 341.) Vaikka kuuloaivokuorella on suuri rooli

musiikillisen tiedon käsittelyn ja muistamisen näkökulmasta, ei se kuitenkaan ole ainoa näistä toiminnoista vastaava alue. Musiikillinen tiedonkäsittely vaatii useiden eri aivoalueiden laajaa yhteistyötä ja kognitiivista neurotieteen tutkimusta tarvitaan edelleen, jotta näitä mekanismeja voidaan ymmärtää paremmin.

4 MUSIIKIN VAIKUTUS AIVOJEN TOIMINTAAN

Ihmisen aivoilla on kyky muokkautua harjoittelun ja ympäristön vaatimusten mukaan. Musiikillisessa harjoittelussa yhdistyy aistien ja liikkeen yhteistoiminta, ja lisäksi musiikki on multimodaalista eli musiikillisissa viesteissä yhdistyy usein sekä melodiset että kielelliset viestit. Nämä elementit voivat edesauttaa aivojen rakenteiden ja toimintojen muokkautumista ja näin kehittää kognitiivisia toimintoja. (Dalla Bella, 2016, s. 333.) Musiikissa on useita eri piirteitä, jotka aktivoivat aivojen muistitoimintoja automaattisesti, ja kehittävät näin oppimiskyvyn, muistin ja tarkkaavaisuuden taitoja sekä auttavat niiden parempaa säilymistä aivoissa.

Musiikillinen suoritus vaatii korkeamman tason kognitiivisia prosesseja kuten sävelprosessointia, musiikillisten rakenteiden tunnistamista ja lyhytkestoista muistia. Tämän vuoksi yhteydet näistä toiminnoista vastaavien aivoalueiden välillä voivat lisääntyä musiikkiharjoittelun seurauksena. (James ym., 2014, s. 363.) Tutkimuksissa on havaittu, että musiikkitausta vahvistaa biologisia reaktioita ääniin, ja musiikin kautta saadut hyödyt muuntuvat myös muuhun auditiiviseen prosessointiin, kuten puheeseen (Kraus ym., 2012, s. 105).

4.1 Aivojen plastisuus

Kykymme sopeutua ympäristön tarpeisiin perustuu aivojemme kykyyn tehdä plastisia muutoksia. Kognitiivisessa neurotieteessä aivojen plastisuudella viitataan yleensä ihmisen aivojen muovautuvuuteen eli siihen, miten kokemukset tai harjoittelu voivat osittain muokata aivojen rakenteita ja toimintoja. (Dalla Bella, 2016, s. 325, 382.) Musiikki on vahva ärsyke, joka aktivoi aivokuorta molemmilla aivopuoliskoilla, ja oppiminen sekä muistaminen perustuvat siihen, että aivojen hermosolujen väliset yhteydet vahvistuvat. (Rauschecker, 2003, s. 357, 359.)

Tutkimalla ammattimuusikoiden aivojen anatomiaa ja toimintaa, on saatu paljon tietoa aivojen plastisuuteen liittyen. Koulutettujen muusikoiden kuuloaivokuoren on

havaittu olevan tilavuudeltaan suurempi ja paksumpi verrattuna ei-muusikoihin. (Dalla Bella, 2016, s. 327.) Tämä todettiin myös Møllerin ja kumppaneiden tutkimuksessa (2021), jossa tutkittiin muusikoiden ja ei-muusikoiden aivojen hermoverkoston yhteyksiä. Kuuloaivokuoren paksuus viittaa siihen, että muusikoilla auditiiviset eli kuuloaistiin liittyviin tehtäviin erikoistuneet aivoalueet harjaantuvat musiikillisen harjoittelun myötä, jolloin myös yhteydet näiden alueiden sisällä tehostuvat. (Møller ym., 2021, s. 9.) Myös aivokurkiaisen koon on havaittu olevan suurempi muusikoilla (Patel, 2008, s. 270; Schlaug, 2003, s. 373). Aivokurkiainen on aivojen rakenne, joka yhdistää oikean ja vasemman aivopuoliskon toisiinsa ja sen tärkein tehtävä on mahdollistaa tiedonsiirto ja kommunikaatio aivopuoliskojen välillä. (Schlaug, 2003, s. 373.)

Musiikillisen harjoittelun kautta kehittyvät auditiiviset taidot heijastuvat myös aivojen harmaan ja valkean aineen määrään. (Møller ym., 2021, s. 9.) Aivojen plastisuuden liittyvät tutkimukset ovat osoittaneet, että ammattilaismuusikoiden aivojen harmaan aineen tiheys on suurempaa musiikillisen harjoittelun seurauksena, verrattuna ei-muusikoihin. (Schlaug, 2003, s. 372; Dalla Bella, 2016, s. 327; Møller ym., 2021, s. 9.) Aivojen harmaan ja valkean aineen määrän suurentuminen kertoo siitä, että hermosolujen väliset yhteydet kuuloalueilla ovat vahvistuneet, jonka ansiosta myös tiedonvälitys eri aivoalueiden välillä on tehokkaampaa. (Dalla Bella, 2016, s. 327; Møller ym., 2021, s. 9.)

Tutkimuksissa on havaittu muusikoiden suoriutuvan paremmin kuuloon liittyvien tehtävien lisäksi myös motoriikkaan sekä kielellisen tiedonkäsittelyyn liittyvistä prosodisista tehtävistä. (Meyer ym., 2012, s. 116; Vetere ym., 2024, s. 2.) Prosodially tarkoitetaan puheen intonaatiota eli äänenkorkeuden ja sävyn muutoksia, tavujen kestoa ja äänenpainoa. Prosodia voi vaikuttaa siihen, miten puhetta ymmärretään ja tulkitaan. (Britannica, 2024c.) Musiikillisen harjoittelun on todettu olevan yhteydessä myös tunteista ja aivojen toiminnanohjauksesta vastaavien aivoalueiden tilavuuden kasvuun. (Vetere ym., 2024, s. 2.) Toiminnanohjaus liittyy yksilön kykyyn tehdä päätöksiä ja suunnitelmia sekä toimia niiden mukaisesti, ja se on yhteydessä myös ongelmanratkaisukykyyn. (Britannica, 2024d.) Tutkimukset osoittavat, että sen lisäksi, että musiikillinen harjoittelu kehittää auditiivisiä taitoja ja siihen osallistuvien aivoalueiden toimintaa, näkyvät vaikutukset myös muissa kognitiivisista taidoista vastaavien aivoalueiden rakenteiden ja toimintojen muokkautumisessa. Tämä osoittaa sen, että musiikillisella harjoittelulla on vaikutusta aivojen hermosolujen välisten yhteyksien vahvistumiseen ja sen kautta aivojen plastisuuteen.

4.2 Musiikki kognitiivisten kykyjen ylläpitämisen ja neurologisen kuntoutuksen tukena

Musiikki voi tutkimusten mukaan olla yksi keino, jonka avulla ikään liittyvää kognitiivisten kykyjen heikkenemistä voidaan hidastaa. On olemassa tutkimusnäyttöä siitä, että musiikkiin liittyvät moniaistiset, kognitiivista ja motorista toimintaa ylläpitävät harjoitteet ovat auttaneet parantamaan ikäihmisten työmuistia, havaintokykyä ja motorisia taitoja (Bugos ym., 2007, s. 393; Vetere ym., 2024, s. 2.). Veteren ja kumppaneiden (2024) tutkimus osoitti, että instrumentin soittamisella oli yhteys parempaan kognitiivisista tehtävistä suoriutumiseen, erityisesti lyhytkestoisen muistin ja toiminnanohjauksen osalta. Musiikkiharjoittelu voidaan Veteren ja kumppaneiden (2024, s. 8) mukaan nähdä yhtenä keinona ylläpitää aivoterveyttä ja pienentää muistisairauksien riskiä.

Musiikista on havaittu olevan apua myös monien aivojen toimintaan vaikuttavien sairauksien, kuten Parkinsonin taudin ja dementian hoidossa sekä neurologisessa kuntoutuksessa. Parkinsonin tauti on liikehäiriösairaus, jonka oireisiin kuuluu liikkeiden hidastuminen, lihasjäykkyys ja tasapainovaikeudet. (Duodecim, 2020.) Musiikillisen harjoittelun on todettu kehittävän Parkinsonin tautia sairastavien motoriikkaa ja tasapainoa. Dementiaa sairastavilla musiikillisilla harjoitteilla on puolestaan havaittu olevan apua kognitiivisten toimintojen parantamiseen sekä masentuneisuuden ja elämän laadun parantamiseen. (Hald & Ridder, 2019, s. 297; Ridder, 2019, s. 315.) Dementioilla tarkoitetaan muistisairauksia, joiden seurauksena kognitiivisiin taitoihin ja muistiin liittyvät toiminnot heikentyvät. Dementioihin lukeutuu myös Alzheimerin tauti, joka on etenevä muistisairauden muoto, jonka seurauksena lyhytkestoiseen muistiin ja kielellisiin taitoihin liittyvät tehtävät vaikeutuvat. (Huotilainen & Peltonen, 2018, s. 84–85.) Monimutkaisissa musiikillisissa tehtävissä yhdistyy monia tapahtumasarjoja, jotka aktivoivat aivokuorta laaja-alaisesti. Näihin lukeutuvat myös muistiprosesseista ja kielellisistä tehtävistä vastaavat aivoalueet. Alzheimerin tautia sairastavilla aivojen laaja-alainen aktivointi musiikin avulla voi auttaa tukemaan heikentyneitä muistin osia (Cuddy & Duffin, 2005, s. 233–234).

Musiikkiin liittyvien harjoitteiden hyödyllisiä vaikutuksia havaittiin myös Särkämön ja kumppaneiden (2014) tutkimuksessa, jossa musiikki oli apuna aivohalvauspotilaiden kognitiivisten kykyjen palautumisessa. Tutkimuksessa todettiin, että päivittäiset musiikkiharjoitteet kehittivät tutkittavien sanallista muistia, kielellisiä taitoja ja tarkkaavaisuutta (Särkämö ym., 2014, s. 1).

Aktiivinen musiikin kuuntelu ja soittaminen aktivoivat samanaikaisesti useita kognitiivisista toiminnoista vastaavia aivoalueita. Voidaankin siis sanoa, että tutkimukset osoittavat selkeää näyttöä musiikin hyödyistä aivojen plastisuuden ja kognitiivisten kykyjen ylläpitämisessä sekä ennaltaehkäisevästi että mahdollisen kuntoutuksen yhteydessä. Musiikillisen harjoittelun ja aivojen plastisuuteen liittyvän teorian

ja tutkimuksen ymmärtäminen on tärkeää, koska sen pohjalta voidaan kehittää entistä toimivampia kuntoutus- ja hoitomuotoja.

5 MUISTAMISTA VAHVISTAVAT ELEMENTIT MUSIIKISSA

Musiikin prosessointi on hyvin monimuotoinen prosessi, jossa yhdistyy useat kognitiiviset mekanismit. Musiikillista muistamista tutkimalla voidaan selvittää, miten eri aistijärjestelmien prosessoima tieto sekä aiemmin opittu tieto yhdistyvät moniaistisen kokemuksen kautta. Muistamisessa hyödynnetään auditiivisten ja visuaalisten ärsykkeiden lisäksi myös motorista tietoa ja tutkimukset ovat osoittaneet, että aistiärsykkeiden koodaaminen useilla tavoilla parantaa tiedon säilymistä muistissa. Pitkäkestoisesta muistin tutkimuksessa olennaisia ovat kysymykset, jotka liittyvät aisti-informaation yhteen sitomiseen ja sen kautta oppimiseen. (Kalakoski, 2010, s. 147–148.) Tämän tutkielman osalta keskitytään erityisesti auditiivisiin ärsykkeisiin ja tarkastellaan musiikin muistamista vahvistavia rakenteellisia elementtejä, kuten melodiaa ja rytmiä sekä emotionaalista ulottuvuutta.

5.1 Musiikin rakenteelliset elementit

Musiikki on biologisesti tarkasteltuna viestejä välittävien äänten lähettämistä ja niiden vastaanottamista. Muutokset äänten tempossa, intensiteetissä, kaiussa, sävyssä, harmoniassa, sävelkorkeudessa ja kestossa ovat ikään kuin rakennuspalikoita, joiden pohjalta musiikilliset viestit mielessämme rakentuvat. (Järveläinen, 2010, s. 68.) Musiikillinen muoto tai rakenne voidaan määritellä musiikillisten ilmiöiden aika-asteikoksi ja niiden ymmärtäminen vaatii aina jonkinlaista pysyvää mielensisäistä edustusta pitkäkestoisessa muistissa. Musiikkiin ja pitkäkestoiseen muistiin liittyvissä tutkimuksissa on todettu, että tietyt tapahtumat musiikissa ovat rakenteellisesti tärkeämpiä kuin toiset. Näiden rakenteellisesti tärkeiden tapahtumien pohjalta muodostuu kuulijan muistin kannalta olennainen ydin. (Snyder, 2016, s. 173.) Korkeamman tason

piirteet musiikissa liittyvät jo opittuihin elementteihin, kuten kulttuurillisen viitekehysten myötä opittuun musiikin konseptiin. Esimerkiksi länsimaissa kuulija tottuu tietynlaiseen tonaliteettiin ja melodioiden käyttöön ja rytmikkaan. (Louhivuori, 2010, s. 371.) Nopeammin muuttuvia yksityiskohtia musiikissa Snyder (2016) kutsuu musiikilliseksi pinnaksi, ja ne toimivat rakennuspalikoina muodostettaessa pitkäkestoiseen muistiin edustusta siitä, mitä musiikki on. Musiikin pintatason ilmiöt liittyvät esimerkiksi säveliin, intervalleihin ja sointuihin (Kuusi, 2010, s. 83). Musiikillisista rakenteista etenkin rytmin ja sävelkorkeuden on havaittu vaikuttavan muistiprosessiin (Snyder, 2016, s. 172–173). Näiden pintatason rakenteellisten elementtien avulla musiikki voidaan jakaa helpommin käsiteltävissä oleviin ryhmiin, joiden avulla tieto voidaan helpommin tallentaa ja palauttaa pitkäkestoisesta muistista. (Ks. luku 2.1.) Myös musiikillisten rakenteiden säännöllisyyden on havaittu auttavan pitkäkestoista muistia varastoimaan tietoa ja palauttamaan sitä mieleen (Snyder, 2016, s. 172–173). Musiikin tallentumista pitkäkestoiseen muistiin voidaan toisaalta nähdä edistävän samat tekijät kuin muutakin oppimista. Musiikillisen materiaalin kertaaminen sekä merkitysten, ja uusien asioiden liittäminen jo aiemmin opittuun tietoon edistävät materiaalin parempaa tallentumista muistiin. (Kalakoski, 2010, s. 145.)

Melodia määritellään akustisten tapahtumien sarjaksi, joka sisältää tunnistettavia musiikillisia muotoja kuten laskevia tai nousevia osia (Snyder, 2000, s. 135). Melodiat jäävät vahvasti mieleemme ja on todettu, että tuttu melodia voidaan esittää mihin tempoon tai millä sävelkorkeudella tahansa, ja se pystytään silti tunnistamaan. Tonalisuus eli se, miten musiikki on järjestäytynyt keskeisen sävelen eli toonikan ympärille, vaikuttaa merkittävästi musiikilliseen muistiin. Sävelasteikot luovat musiikkiin säännöllisiä rakenteita, jotka auttavat niiden muistiin tallentumisessa. (Snyder, 2016, s. 172.) Nämä elementit toimivat siis ikään kuin kognitiivisina maamerkkeinä, joiden avulla musiikillinen viitekehys rakentuu muistiimme. Selkeää ja helposti hahmotettavissa olevaa kaavaa noudattava melodinen rakenne tekee musiikista helpommin muistettavan.

Opimme tunnistamaan keskeiset sävellajit automaattisesti sen vuoksi, että altistumme niille läpi elämämme ympäristömme kautta. Toistojen kautta melodiset muistot tallentuvat pitkäkestoiseen muistiimme tiedostamattomasti ajan kuluessa. (Snyder, 2000, s. 152; Kalakoski, 2010, s. 144.) Melodiseen muistamiseen liittyvissä tutkimuksissa on havaittu, että yksinkertaisten melodioiden muistaminen ei ole täydellistä, mutta harmoniat sekä sävelten etäisyydet pysyvät muisteltaessa yhteneväisinä alkuperäiseen melodiaan nähden. (Snyder, 2016, s. 172.) Kuulija muistaa siis pikkutarkkojen musiikillisten muistojen sijasta paremmin yleistettävissä olevia, musiikin kategorioihin kuten sävelaskeleisiin tai ajallisiin luokkiin liittyviä seikkoja.

Melodioissa on olennaista myös niiden rytmisen ryhmittely nuottien suhteellisen keston näkökulmasta, ja melodioiden muistaminen linkittyikin tätä kautta myös rytmisiin. Pitkäkestoisessa muistissa on tietoa musiikin rytmisestä rakenteesta ja tuttu

melodia muistetaan paremmin, kun nämä rytmiset piirteet on säilytetty. Mikäli sävelten keston tehdään muutoksia, opittujen melodioiden tunnistaminen vaikeutuu. Tämä osoittaa, että rytmi on kiinteässä osassa melodioiden tallentumisessa pitkäkestoiseen muistiin. (Kalakoski, 2010, s. 144.) Monet muistin ja rytmin yhteyteen liittyvät tutkimukset sisältävät testejä, joissa kuulijan tulee toistaa kuultu rytmi. Yleisesti voidaan sanoa, että kuulijat pystyvät toistamaan paremmin rytmejä, joiden voidaan nähdä perustuvan säännölliseen tahtisarjaan ja joka pohjautuu samansuuruisiin ajallisesti järjestyneihin iskuihin. (Snyder, 2016, s. 172–173.)

5.2 Musiikin emotionaalinen ulottuvuus

Musiikkiin viitataan usein tunteiden kielenä. Sillä on todettu olevan myös vahva kyky tuoda emotionaalisia kokemuksia muistista takaisin tietoisuuteen (Västfjäll, 2010, s. 267). Emootioiden käsittelyllä on vahva evolutiivinen tausta, koska se on tärkeää itesesäätelyn ja sosiaalisten suhteiden näkökulmasta. Musiikin emotionaalinen vaikutuskyky yhdistetään useissa tutkimuksissa myös siihen, miten musiikkia käytetään kommunikoinnin välineenä lapsille, jo ennen kuin he ymmärtävät puhetta. (Trainor & Schmidt, 2003, s. 310.) Tutkimusten mukaan musiikki vetoaa ihmisiin maailmanlaajuisesti juuri sen emotionaalisen palkitsevuuden takia (Zentner ym., 2008, s. 494). Vaikka musiikki ei ole ihmiselle elintärkeää, sillä on samanlainen vaikutus aivojemme neurokemiallisiin palkitsemisjärjestelmiin, kuin esimerkiksi syömiseen tai lisääntymiseen liittyvillä toiminnoilla. (Chanda & Levitin, 2013, s. 180) Musiikin on myös todettu aktivoivan samoja aivoalueita kuin emootioiden (Trainor & Schmidt, 2003, s. 320).

Tutkimus emootioiden vaikutuksesta kognitiivisiin ja muistiin liittyviin prosesseihin on vielä varhaisessa vaiheessa. Monet tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että tunteet ja affektit voivat olla merkittävimpiä tekijöitä määrittämässä sitä, miten ja mitä oikeastaan muistamme. (Snyder, 2016, s. 176.) Emotionaalinen kokemus ja sen voimakkuus muiston muodostamisen hetkellä tekee muistosta voimakkaamman, ja vahvistaa sen säilymistä pitkäkestoisessa muistissa. Musiikin luomat emootiot tekevät myös muistojen palauttamisesta tehokkaampaa, etenkin jos musiikki assosioidaan johonkin tiettyyn emotionaaliseen kokemukseen. (Salakka ym., 2021, s. 14.)

Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu, että musiikin aiheuttamaan emotionaaliseen kokemukseen vaikuttaa yhdistelmä erilaisia musiikillisia piirteitä. Näihin lukeutuu äänensävy, rytmi ja äänenvoimakkuus. (Salakka ym., 2021, s. 14.) Salakan ja kumppaneiden (2021) tutkimuksessa havaittiin, että samat piirteet musiikissa assosioidaan sekä musiikin aikaansaamiin emootioita että muistoja herättäviin vaikutuksiin. Tutkimuksessa musiikin piirteistä rytmin vahvuus, kirkkaus ja taajuus ennustivat parhaiten emotionaalisen reaktion vahvuutta, tuttuutta ja omaelämäkerrallista merkittävyyttä. (Salakka ym., 2021, s. 13.) Tämän sekä aiempien tutkimusten tulosten

perusteella on voitu osoittaa, että musiikin herättämät tunteet ovat vahvasti yhteydessä musiikin kykyyn vahvistaa ja tuoda esiin omaelämäkerrallisia muistoja.

Musiikin ja emootioiden suhdetta on myös tutkittu oppimisen näkökulmasta ja on osoitettu, että opeteltavaan asiaan liittyvä tunnesisältö voi tallentua muistiedustuksen osaksi, ja toimia muistivihjeenä muistista palauttamisessa (Kalakoski, 2010, s. 146). Koska musiikki yhdistyy vahvasti tunnetilojemme säätelyyn, voi musiikin, muistin ja emootioiden yhteyteen liittyvä tutkimus tarjota tietoa ihmismuistin luonteesta myös yleisellä tasolla.

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän tutkielman tavoitteena on ollut selvittää miten musiikki vaikuttaa pitkäkestoisen muistin toimintaan, ja sitä millaisia vaikutuksia musiikilla on aivojen plastisuuteen. Näiden kysymysten kautta on pyritty syventämään ymmärrystä siitä, miten musiikki voi muokata aivojen rakenteita ja toimintoja sekä kognitiivisia kykyjämme. Tutkielmassa on myös perehdytty siihen, mitkä elementit musiikissa voivat osaltaan vahvistaa muistinmuodostusta ja tiedon säilymistä pitkäkestoisessa muistissa.

Muistamisen voidaan nähdä perustuvan siihen, miten mieleemme pystyy käsittelemään ja tallentamaan havaitsemaamme informaatiota. Muistamisessa olennaista on se, miten voimme muistiprosessien avulla pilkkoa havaintotietoa pienempiin ja helpommin hallittavissa oleviin yksiköihin. Musiikin selkeät ja toistuvat rakenteet, kuten melodia ja rytmi voivat osaltaan auttaa havaitun tiedon jäsentämistä ja tallentamista. Symmetriset rakenteet luovat toiston kautta kestävämpiä muistiedustuksia pitkäkestoiseen muistiin, ja auttaa niiden palauttamisessa tietoisuuteen. Lisäksi musiikin kyky aktivoida laajasti eri aivoalueita voi edesauttaa muistettavan materiaalin säilymistä pitkäkestoisessa muistissa. Musiikin vaikutus emootioihimme vaikuttaa myös vahvistavalla tavalla siihen, millaisia muistijälkiä musiikin kautta muodostuu. Vaikka tutkimus emootioiden vaikutuksesta kognitiivisiin ja muistiin liittyviin prosesseihin on vielä varhaisessa vaiheessa, on monissa tutkimuksissa havaittu, että tunteet ja affektit voivat olla merkittävimpiä tekijöitä määrittämässä sitä, miten ja mitä oikeastaan muistamme. Musiikkiin sisäänrakennettujen emootioiden on havaittu toimivan vahvistavana elementtinä tiedon tallentumisessa pitkäkestoiseen muistiin. Kun muisto yhdistyy vahvaan tunnereaktioon, on todennäköisempää, että muistijälki säilyy paremmin. Myös musiikin piirteet, kuten rytmin vahvuuden, kirkkauden ja taajuuden on havaittu olevan emotionaalisia reaktiota ja tunnemuistoja vahvistavia elementtejä. Tutkimuksissa on havaittu, että musiikin tunnesisältö voi myös tallentua muistiedustuksen osaksi ja toimia muistivihjeenä muistista palauttamisessa. Musiikki voi siis toimia vahvistavana tekijänä myös oppimisen näkökulmasta. Musiikin

vaikutukset pitkäkestoiseen muistiin ja oppimiseen on osoitettu myös tutkimusasetelmissa, joissa kielellisen materiaalin yhdistäminen melodiaan on havaittu edistävän tekstin oppimista ja säilymistä muistissa. Tämä on yksi esimerkki siitä, miten muistamiseen liittyvien vihjeiden määrän, ja tiedon tallentuminen eri aistiärsykkeiden kautta on havaittu auttavan tiedon säilymistä pitkäkestoisessa muistista.

Tärkeimmät löydökset liittyen musiikin vaikutuksista aivojen plastisuuteen ja hermosolujen välisiin yhteyksiin liittyvät sen kykyyn aktivoida aivojamme hyvin laaja-alaisesti. Tämä aktivointi näyttää lisäävän hermosolujen välisiä yhteyksiä eri aivoalueiden välillä ja sisällä, auttaen parantamaan tiedonvälitystä sekä palauttamaan muistiaineesta mieleen. Aivojen hermosolujen välisten yhteyksien vahvistuminen liittyy myös oppimiseen liittyvien prosessien tehostumiseen. Musiikki on vahva ärsyke, joka aktivoi aivokuorta molemmilla aivopuoliskoilla ja musiikillinen harjoittelu kehittää auditiivisiin taitoihin osallistuvien aivoalueiden lisäksi myös kognitiivisista taidoista vastaavien aivoalueiden toimintaa. Yhteiset hermoverkot ja tiedonkäsittelyreitit kognitiivisten taitojen ja musiikin käsittelyssä korostavat musiikin mahdollisuuksia vaikuttaa kognitiivisten kykyjen ylläpitoon ja aivojen plastisuuteen. Tutkimuksissa havaitut vaikutukset musiikin hyödyistä muistisairaiden potilaiden kognitiivisten kykyjen ylläpitämisessä ovat myös yksi esimerkki siitä, miten musiikki voi ylläpitää aivojemme terveyttä jopa muistisairauksista huolimatta. Musiikilla näyttäisi siis olevan kiistaton vaikutus aivojen hermosolujen välisten yhteyksien vahvistumiseen ja sen kautta aivojen plastisuuteen.

Tämä tutkielma on tarkastellut narratiivisen kirjallisuuskatsauksen avulla musiikin vaikutuksia pitkäkestoiseen muistiin ja aivojen plastisuuteen. Metodina narratiivinen kirjallisuuskatsaus mahdollistaa aiheen kannalta tärkeimmän kirjallisuuden ja tutkimustiedon yhdistelyn, mutta tutkielman pituus asettaa kuitenkin omat rajoitteensa aiheen laajemmalle käsittelylle. Tutkielmaan on valikoitunut sen pituuden asettamat raamit huomioiden olennaisin tutkimustieto, mutta on kuitenkin huomioitava, että on paljon aiheeseen liittyvää kirjallisuutta ja tutkimustietoa, joita ei ole ollut mahdollista sisällyttää työhön. Koska kyseessä on tutkielma, jossa aihetta lähestytään yhdistelemällä aihepiirejä sekä musiikin kognitiotieteen, musiikkipsykologian ja neurotieteiden alalta, on käsiteltävä aihepiiri kokonaisuutena hyvin laaja. Tällöin keskiöön nousee tutkielman kirjallisuuteen ja tutkimusaineiston rajaukseen liittyvät valinnat, jolloin tutkielma tarjoaa vain yhden rajatun näkökulman käsiteltyyn aiheeseen. Tulevaisuuden tutkimuksen kannalta olisikin siis tärkeää huomioida ja tutkia myös muita aihepiiriin kytkeytyviä näkökulmia, kuten moniaistisuutta ja esimerkiksi äänen ja liikkeen yhteisvaikutuksia muistin muodostukseen. Tätä kautta voitaisi tuoda kokonaisvaltaisemmin esiin esimerkiksi kehollisuuden vaikutuksia musiikin ja muistamisen välillä. Tämän tutkielman aineistossa on viitattu tutkimuksiin, joissa musiikin vaikutuksia kognitiivisiin taitoihin ja aivojen plastisuuteen on tutkittu vertailemalla keskenään muusikoita ja ei-muusikoita. Tulevaisuuden tutkimuksessa olisi tärkeää,

että voitaisi sulkea pois esimerkiksi erilaisten synnyntäisten ominaisuuksien vaikutukset aivojen plastisuuteen ja kognitiivisiin kykyihin liittyen. Tätä kautta voitaisi saada mahdollisimman tarkkaa tietoa musiikin osallisuudesta aivojen plastisuuteen ja kognitiivisten kykyjen kehittymiseen.

Tutkielmassa on tarkasteltu musiikin vaikutuksia niin muistiin, kognitiivisiin kykyihin, kuin aivojen toimintaan. Näiden aihepiirien monipuolisen tarkastelun avulla on pyritty yhdistämään tieteenalojen tärkeimpiä havaintoja toisiinsa ja tuomaan esiin musiikin moninaisia vaikutuksia niin muistin kuin oppimisenkin näkökulmasta. Tutkielman avulla on pyritty luomaan laajaa yhteenvetoa käsiteltyjen aihepiirien välille, ottaen huomioon myös mahdolliset aineistojen sisällä olevat ristiriidat ja eriävät tutkimustulokset. Musiikin ja muistin yhteyden tarkempi tutkiminen on tärkeää sekä kognitiivisen psykologian että neurotieteen näkökulmasta, koska tutkimustulosten pohjalta voidaan kehittää yhä parempia menetelmiä terapian, koulutuksen ja oppimisen sekä neurologisen kuntoutuksen näkökulmasta. Musiikin ja muistin sekä aivojen plastisuuteen liittyvä tutkimus voi tarjota syvempää ymmärrystä musiikin roolista aivoterveysten ja ihmisen kokonaisvaltaisen hyvinvoinnin näkökulmasta.

LÄHTEET

- Bugos, J. A., Perlstein, W. M., McCrae, C. S., Brophy, T. S., & Bedenbaugh, P. H. (2007). Individualized Piano Instruction enhances executive functioning and working memory in older adults. *Aging & mental health*, 11(4), 464-471. <https://doi.org/10.1080/13607860601086504>
- Britannica. (2024a). Phonology. <https://www.britannica.com/science/phonology>
- Britannica. (2024b). Semantics. <https://www.britannica.com/science/semantics>
- Britannica. (2024c). Prosody. <https://www.britannica.com/art/prosody>
- Britannica. (2024d). Memory. <https://www.britannica.com/science/human-nervous-system/Memory>
- Chanda, M. L., & Levitin, D. J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in cognitive sciences*, 17(4), 179-193. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.02.007>
- Cuddy, L. L., & Duffin, J. (2005). Music, memory, and Alzheimer's disease: Is music recognition spared in dementia, and how can it be assessed? *Medical hypotheses*, 64(2), 229-235. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2004.09.005>
- Cross, I. (2003). Music and evolution: Consequences and Causes. *Contemporary music review*, 22(3), 79-89. <https://doi.org/10.1080/0749446032000150906>
- Cross, I. (2016). The nature of music and its evolution. Teoksessa S. Hallam, I. Cross & M. Thaut (toim.), *The Oxford handbook of music psychology, second edition* (s. 3-17). Oxford University Press.
- Dalla Bella, S. (2016). Music and brain plasticity. Teoksessa S. Hallam, I. Cross & M. Thaut (toim.), *The Oxford handbook of music psychology, second edition* (s. 325-342). Oxford University Press.
- Duodecim. (2020). Parkinsonin taudin ei-motoristen oireiden hoito. <https://www.duodecimlehti.fi/duo15390#duo-comments-start>
- Gordon, R. L., Schön, D., Magne, C., Astésano, C., & Besson, M. (2010). Words and melody are intertwined in perception of sung words: EEG and behavioral evidence. *PloS one*, 5(3), e9889. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009889>
- Griffiths, T. D. (2003). The neural processing of complex sounds. Teoksessa I. Peretz & R. J. Zatorre. (toim.) *The cognitive neuroscience of music* (s. 168-177). Oxford University Press.
- Hald, S. V., Ridder, H. M. (2019). Music therapy for adults with acquired brain injury. Teoksessa Jacobsen, S. L. (toim.) *A Comprehensive guide to music therapy, second edition* (s. 290-300). Jessica Kingsley Publishers.
- Honing, H., ten Cate, C., Peretz, I., & Trehub, S. (2015). Without it no music: Cognition, biology, and evolution of musicality. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological sciences*, 370(1664), 20140088. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0088>
- Huotilainen, M., & Peltonen, L. (2018). Tunne aivosi [Uusi painos]. Kustannusosakeyhtiö Otava.
- Jacobsen, S. L. (2019). *A comprehensive guide to music therapy, second edition*. Jessica Kingsley Publishers.
- James, C. E., Oechslin, M. S., Van De Ville, D., Hauert, C., Descloux, C., & Lazeyras, F. (2014). Musical training intensity yields opposite effects on grey matter

- density in cognitive versus sensorimotor networks. *Brain Structure and Function*, 219(1), 353-366. <https://doi.org/10.1007/s00429-013-0504-z>
- Järveläinen, H. (2010). Musiikin ryhmittäminen ja kuulema-analyysi. Teoksessa J. Louhivuori & S. Saarikallio (toim.), *Musiikkipsykologia* (s. 67–82). Atena.
- Kalakoski, V. (2010). Musiikki muistissa. Teoksessa J. Louhivuori & S. Saarikallio (toim.), *Musiikkipsykologia* (s. 137–151). Atena.
- Kalakoski, V. (2014). Miksi muisti pettää? Muistin rajoitukset kognitiivisen psykologian näkökulmasta. Teoksessa J. Hakkarainen, M. Hartimo & J. Virta (toim.), *Muisti* (s. 15-29). Tampere University Press.
- Koelsch, S., Siebel, W. A., Fritz, T. (2010). Functional Neuroimaging. Teoksessa P. N. Juslin & J. A. Sloboda (toim.) *Handbook of music and emotion: Theory, research, applications* (s. 312-344). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199230143.001.0001>
- Kuusi, T. (2010). Musiikinteoreettisten ilmiöiden suhde havaintoon. Teoksessa J. Louhivuori & S. Saarikallio (toim.), *Musiikkipsykologia* (s. 83–99). Atena.
- Louhivuori, J. (2010). Kulttuureja vertaileva musiikkipsykologia. Teoksessa J. Louhivuori & S. Saarikallio (toim.), *Musiikkipsykologia* (s. 369–391). Atena.
- Maess, B., Koelsch, S., Gunter, T. C., & Friederici, A. D. (2001). Musical syntax is processed in Broca's area: An MEG study. *Nature neuroscience*, 4(5), 540-545.
<https://doi.org/10.1038/87502>
- Meyer, M., Elmer, S., & Jäncke, L. (2012). Musical expertise induces neuroplasticity of the planum temporale. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1252(1), 116-123. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06450.x>
- Møller, C., Garza-Villarreal, E. A., Hansen, N. C., Højlund, A., Bærentsen, K. B., Chakravarty, M. M., & Vuust, P. (2021). Audiovisual structural connectivity in musicians and non-musicians: A cortical thickness and diffusion tensor imaging study. *Scientific reports*, 11(1), 4324. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83135-x>
- Patel, A. D. (2003). A new approach to the cognitive neuroscience of melody. Teoksessa I. Peretz & R. J. Zatorre (toim.) *The cognitive neuroscience of music* (s. 325-345). Oxford University Press.
- Patel, A. D. (2008). *Music, language, and the brain*. Oxford University Press.
- Peretz, I. (2010). Towards a Neurobiology of Musical Emotions. Teoksessa P. N. Juslin & J. A. Sloboda (toim.) *Handbook of music and emotion: Theory, research, applications* (s. 99-126). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199230143.001.0001>
- Rainey, D. W., & Larsen, J. D. (2002). The Effect of Familiar Melodies on Initial Learning and Long-term Memory for Unconnected Text. *Music perception*, 20(2), 173-186. <https://doi.org/10.1525/mp.2002.20.2.173>
- Rauschecker, J. P. (2003). Functional organization and plasticity of auditory cortex. Teoksessa I. Peretz & R. J. Zatorre. (toim.) *The cognitive neuroscience of music* (s. 357-365). Oxford University Press.
- Ridder, H. M. (2019). Music therapy for people with dementia. Teoksessa S. L. Jacobsen (toim.) *A comprehensive guide to music therapy, second edition* (s. 300–316). Jessica Kingsley Publishers.

- Salakka, I., Pitkäniemi, A., Pentikäinen, E., Mikkonen, K., Saari, P., Toiviainen, P., & Särkämö, T. (2021). What makes music memorable? Relationships between acoustic musical features and music-evoked emotions and memories in older adults. *PloS one*, 16(5), e0251692. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251692>
- Salminen, A. (2011). Mikä kirjallisuuskatsaus?: Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopisto.
- Schlaug, G. (2003). The brain of musicians. Teoksessa I. Peretz & R. J. Zatorre. (toim.) *The cognitive neuroscience of music* (s. 366-381). Oxford University Press.
- Snyder, B. (2000). Music and memory: An introduction. the MIT Press.
- Snyder, B. (2016). Memory for music. Teoksessa S. Hallam, I. Cross & M. Thaut (toim.), *The Oxford Handbook of Music Psychology, second edition* (s. 167-180). Oxford University Press.
- Särkämö, T., Ripollés, P., Vepsäläinen, H., Autti, T., Silvennoinen, H. M., Salli, E., Rodríguez-Fornells, A. (2014). Structural changes induced by daily music listening in the recovering brain after middle cerebral artery stroke: A voxel-based morphometry study. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 245. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00245>
- Särkämö, T. & Sihvonen, A. (2018). Golden oldies and silver brains: Deficits, preservation, learning, and rehabilitation effects of music in ageing-related neurological disorders. *Cortex*, 109. 104-123. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.08.034>
- Tanila, H., Jäkälä, P., Hänninen, T., & Ylinen, A. (2010). Kognitiivisten toimintojen neurobiologinen tausta. Teoksessa T. Erkinjuntti, J. Rinne & H. Soininen (toim.) *Muistisairaudet* (58-61). Duodecim.
- Tervaniemi, M. (2003). Musical sound processing: EEG and MEG evidence. Teoksessa I. Peretz & R. J. Zatorre (toim.) *The cognitive neuroscience of music* (s. 294-309). Oxford University Press.
- Tervaniemi, M. (2010). Musiikki ja muusikkous aivoissa. Teoksessa Louhivuori, J., Saarikallio, S. (toim.), *Musiikkipsykologia* (s. 57-63). Atena.
- Trainor, L. J. & Schmidt, L. A. (2003). Processing emotions induced by music. Teoksessa I. Peretz & R. J. Zatorre. (toim.) *The cognitive neuroscience of music* (s. 310-324). Oxford University Press.
- Vetere, G., Williams, G., Ballard, C., Creese, B., Hampshire, A., Palmer, A., Corbett, A. (2024). The relationship between playing musical instruments and cognitive trajectories: Analysis from a UK ageing cohort. *International journal of geriatric psychiatry*, 39(2), e6061. <https://doi.org/10.1002/gps.6061>
- Västfjäll, D. (2010). Indirect Perceptual, Cognitive, and Behavioural Measures. Teoksessa P. N. Juslin & J. A. Sloboda (toim.) *Handbook of music and emotion: Theory, research, applications* (s. 255-277). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199230143.001.0001>
- Zatorre, R. J. (2003). Neural specializations for tonal processing. Teoksessa I. Peretz & R. J. Zatorre. (toim.) *The cognitive neuroscience of music* (s. 231-246). Oxford University Press.
- Zentner, M., Grandjean, D., & Scherer, K. R. (2008). Emotions evoked by the sound of music: Characterization, classification, and measurement. *Emotion*, 8(4), 494-521. <https://doi.org/10.1037/1528-3542.8.4.494>