



## Meditaation neuropsykologiaa

Läsnäolon voima on otsikoissa, ja mindfulness myy. Millaisia kognitiivisia prosesseja meditaation ja mindfulnessin takana tosiasia on? Tässä katsauksessa perehdytään mindfulnessin ja meditaation taustoihin ja niihin liittyvään aivotutkimukseen. Olisiko mindfulnessilla ja meditaatiolla käyttöä neuropsykologiassa? Meditaatiossa näyttäisi aktivoituvan useita keskeisiä toiminnallisia aivoverkostoja, kuten esimerkiksi tarkkaavuuden järjestelmät, sosiaaliseen kanssakäymiseen liittyvät verkostot sekä verkostot, jotka liittyvät tunteiden prosessoitumiseen kehosta aivoihin ja tietoisuuteen. Eräässä meta-analysissä meditaation vaikutukset näkyivät muutoksina hippokampusalueilla, tuntoaivokuorella ja aivosaaressa, pihtipoimun etu- ja takaosissa, tarkkaavuuden ja toiminnan ohjaamiseen liittyvällä etuaivoalueella sekä etuaivojen sisäosissa käyttäytymisen ja tunteiden säätelyyn liittyvillä alueilla. Lisäksi vahvistumista havaittiin aivopuoliskoja ja aivoalueita yhdistävissä valkean aineen säikeissä. Neurotieteen näkökulmasta meditaatiossa on kysymys ennen kaikkea eriytyneiden tarkkaavuuden järjestelmien yhteistoiminnasta ja sen hioutumisesta. Kokeneiden meditoijien lepotila alkaisi muistuttaa top down -verkoston aktiviteettia. Tietoisuus tästä hetkestä olisi meditoijilla vahvempi ja itsereflektioaktiiviteetti vähäisempää kuin meditoimattomilla koehenkilöillä. Mindfulness-pohjaisia harjoitusohjelmia on kokeiltu aivovamma- ja aivohalvauspotilaille, Parkinson- ja kipupotilaille positiivisin tuloksin.

**Avainsanat:** meditaatio, mindfulness, tarkkaavuus, aivojen rakenteelliset muutokset, neuropsykologinen kuntoutus

### MINDFULNESSIN JA MEDITAATION TAUSTAA

Filosofi Timo Klemola (2013) sanoo kirjassaan *Mindfulness – tietoisuuden harjoittamisen taito*: ”Voisi sanoa, että kaikista näistä erilaisista psykologis-filosofisista näkökulmista ihmisen tietoisuuteen ainoastaan buddhalainen psykologia sisältää syvällistä kuvausta tietoisuuden harjoitettavuudesta, tavallaan tietoisuuden potentiaaleista.” Tietoisuuden harjoittaminen on osa buddhalaista filosofiaa, jossa harjoitetaan tarkkaavuuden kohdentamista ja sen ylläpitämistä. Mindfulness-harjoituksessa opetellaan tahdonalaisesti suuntaamaan huomio kaikkeen, mitä mieleen nousee. Aluksi taitoa harjoitellaan kohdistamalla huomio hengitykseen. Harjoittelemalla pyritään pitämään

yllä tarkkaavuutta valittuun kohteeseen ilman, että se tulee kaapatuksi muualle. Kun ajatusten karkailu rauhoittuu, voidaan alkaa tarkkailla sitä, mitä mielessä liikkuu.

Yhdysvaltalainen molekyylibiologi Jon Kabat-Zinn perusti 1970-luvulla Massachusettsin yliopistollisen sairaalan yhteyteen stressiklinikan ja loi meditaatioon ja joogaharjoituksiin pohjautuvan Mindfulness Based Stress Reduction -ohjelman (MBSR; Kabat-Zinn, 2012; Lehto & Tolmunen, 2008) kroonisesta kivusta ja stressistä kärsiville potilaille. Siitä kehitettiin useissa tutkimuksissa käytetty Mindfulness Based Cognitive Therapy -menetelmä (MBCT). MBCT on 8–10 viikon mittainen ohjelma, jossa tietoista läsnäoloa harjoitellaan sekä muodollisten istu-

maharjoitusten että erilaisten liikkeessä tehtävien harjoitteiden avulla (Segal, Williams & Teasdale, 2002). Ohjelma sisältää ryhmätapaamisia ja omaharjoittelua noin 70 tuntia. Standardoidun ohjelman toteuttaminen teki mahdolliseksi tutkia mindfulness-menetelmän vaikutuksia (Brusin, 2013). Kliinisissä tutkimuksissa on osoitettu tietoisuusharjoitusten auttavan muun muassa masennuksessa, unihäiriöissä, syömishäiriöissä sekä kroonisen stressin ja kivun hoidossa (Farb, Anderson & Segal, 2012; Hölzel ym., 2011). Tutkimustiedon kertyessä ilmiökenttää on lähestytty hakemalla keskeisiä aivomekanismeja, joiden kautta menetelmä vaikuttaa. Ehdotetut mindfulnessin vaikutusmekanismien komponentit olivat a) tarkkaavuuden säätely, b) kehotietoisuus, c) tunteiden säätely ja d) näkökulman vaihtaminen suhteessa itseän (Hölzel ym., 2011). Myös Vago ja Silbersweig (2012) ovat artikkelissaan yrittäneet selkiinnyttää mindfulnessiin liittyviä aivorakenteita, toimintamekanismeja ja aivoverkostoja.

## MEDITAATIO AIVOTUTKIMUKSESSA

Meditaatiota alettiin 1950-luvulla tutkia aivosähkötoimintaa mittaamalla. Herätevasteita mitattiin 1980-luvulta alkaen ristiriitaisin tuloksin (Cahn & Polich, 2006). Näitä varhaisia tutkimuksia rasittivat metodologiset ongelmat. Mittausmenetelmien puutteellisuuden lisäksi kokeita ei välttämättä pystytty toistamaan, meditaatioharjoitukset ja koehenkilöiden taustat ja ominaisuudet vaihtelivat paljon. PET-tutkimukset aloitettiin 1990-luvulla, ja 2000-luvulla funktionaalisen MRI-tutkimusmenetelmän vallatessa alaa tutkimusasetelmat ja metodit olivat jo varsin kehittyneitä.

Meditoijat ovat oivallinen kohde tutkittaessa harjoituksen vaikutusta aivoihin, sillä he harjoittavat meditaatiota päivittäin ja monilla on jo vuosikymmenien kokemus metodistaan. Neuroplastisiteetti tarkoittaa, että aivot muokkautuvat oppimisen, harjoituksen ja kokemusten seurauksena (Thomas & Baker, 2012). Intensiivinen harjoitus vaikuttaisi saavan aikaan sekä toiminnallisia että rakenteellisia muutoksia niissä aivorakenteissa, jotka ovat aktiivisia harjoituksen aikana. Meditaatiossa näyttäisi aktivoituvan useita keskeisiä

toiminnallisia verkostoja, kuten esimerkiksi tarkkaavuuden järjestelmät (Corbetta, Patel & Shulman, 2008), sosiaaliseen kanssakäymiseen liittyvät verkostot (Hari, 2007; Iacoboni & Dapretto, 2006) sekä verkostot, jotka liittyvät tunteiden prosessoitumiseen kehosta aivoihin ja tietoisuuteen (Damasio, 2000, 2010).

Aivojen rakenteessa tapahtuvia muutoksia kokeneilla meditoijilla alettiin mitata niin kutsutulla morfometrisillä aivokuvantamismenetelmillä 2000-luvun puolivälistä lähtien (mm. Lazar ym., 2005). Toiminnallisen aivokuvantamisen menetelmällä (*functional magnetic resonance imaging*, fMRI) mitattiin harmaan aineen paksuutta (*thickness*), neuronitiheyttä (*concentration*) tai määrää (*volume*) koko aivojen alueella tai ennalta määritellyillä kiinnostavilla alueilla (*region of interest*, ROI). Aivokuoren eri alueiden välisten yhteyksien, niin kutsutun valkean aineen, rakenteellisia muutoksia tutkittiin Diffusion Tensor Imaging -menetelmällä (DTI; mm. Tang ym., 2010).

Mitä nämä muutokset aivojen rakenteessa tai aivoalueiden välisissä yhteyksissä sitten ovat? Aihetta käsittelevässä artikkelissaan Tang, Lu, Fan, Yang ja Posner (2012) kokoavat aiheeseen liittyvää tietoa. Oletetaan, että harjoituksen aikaansaama aktiivisuus käynnistää sekä aivosolujen välisten yhteyshaarakkeiden versomista että näiden haarakkeiden viestinopeutta parantavan myeliinin muodostuksen (valkea aine). Kehityksen, oppimisen ja harjaantumisen myötä aivojen rakenne muuttuu, vahvistuu, kun taas ikääntyminen ja etenevät aivosairaudet saavat aikaan ohenemista. Aivokuoren vahvistuminen voi koostua muutoksista synapseissa, neuronien tiheyden, tukisolukon ja verisuonten lisääntymisestä aktivoituneilla alueilla. DTI-menetelmällä pystytään tutkimaan valkean aineen säikeitä ja niiden rakenteellisia muutoksia. Fractional Anisotropy (FA) -indeksi mittaa valkean aineen vahingoittumattomuutta, jolloin kohonneet arvot viittaavat parantuneeseen suorituskykyyn ja alentuneet arvot heikentyneeseen suorituskykyyn. Muutokset koostuvat muun muassa myelinaation vaihtelusta, aksonien tiheyden muutoksista, aksonien kunnosta ja aksonien läpimitan vaihtelusta. Kaikista näistä paksuuntumiseen liittyvistä muutoksista käytän tässä artikkelissa nimitystä aivokuoren vahvistuminen.

## META-ANALYYSI RAKENTEELLISISTA MUUTOKSISTA MEDITOIJEN AIVOISSA

Vuonna 2014 ilmestyi Foxin ja kollegoiden (2014) systemaattinen meta-analyysi tutkimuksista, joissa mitattiin meditoijien aivojen rakenteellisia muutoksia. Katsaukseen on valittu 21 vuosina 2005–2013 tehtyä tutkimusta. Useimmissa tämän meta-analyysin tutkimuksissa on verrattu kokeneiden meditoijien aivojen rakenteita vastaaviin aivojen rakenteisiin sellaisilla koehenkilöillä, joilla ei ole ollut kokemuksia meditaatiosta tai joogaharjoittelusta. Kokeneita meditoijia oli 16:ssa tutkimuksessa 387, ja jotakuinkin saman verran oli iän, sukupuolen ja koulutustaustan suhteen samankaltaistettuja henkilöitä, joilla ei ollut jooga- tai meditaatiokokemusta. Meditoijien keski-ikä näissä tutkimuksissa oli noin 43 vuotta, ja he olivat meditoineet lähes päivittäin keskimäärin 13 vuoden ajan. Koehenkilöt rekrytoitiin yleisimmin paikallisista meditaatiokeskuksista.

Foxin ja kollegoiden (2014) meta-analyysin viidessä pitkittäistutkimuksessa mitattiin aivojen rakenteita aiemmin meditoimattomilta koehenkilöiltä ennen ja jälkeen meditaatioharjoitusohjelman (pitkittäistutkimus). Meditaatiometodeina käytettiin näissä tutkimuksissa Kabat-Zinnin kehittämää MBCT-ohjelmaa (kahdeksan viikkoa, noin 70 tuntia) tai kehottietoisuuteen keskittyvää Integrative Bodywork & Movement Therapy -ohjelmaa (IBMT, neljä viikkoa, noin 40 tuntia). Näissä tutkimuksissa koehenkilöt ( $n = 118$ ) olivat enimmäkseen nuoria opiskelijoita, joiden keski-ikä oli noin 32 vuotta.

Meditaatioharjoitukset jaotellaan kohdennetun tarkkaavuuden harjoituksiin, joissa tarkkaavuus kohdistetaan yhteen kohteeseen, ja avoimen monitoroinnin harjoituksiin, joissa tarkkaillaan mielen liikkeitä ilman arviointia. Yleensä meditoijat yhdistelevät näitä tekniikoita. Tarkkaavuuden kohteeksi voidaan valita myös visuaalinen tai auditiivinen kohde, tai voidaan tarkkailla kehon ja liikkeen aiheuttamia tuntemuksia. Foxin ja kollegoiden (2014) meta-analyysin tutkimuksissa kokeneet meditoijat käyttivät yleisimmin zen- tai vipassana-meditaatiota. Zen-meditaatiotraditiossa ollaan avoimen tietoisuuden tilassa tässä hetkessä, kun taas vipassana-metodis-

sa tarkkaavuuden ja tietoisuuden kohteena ovat hengitys ja kehon tuntemukset.

Foxin työryhmän (2014) meta-analyysiin valikoituneissa 21 tutkimuksessa löydettiin johdonmukaisia eroja meditoineiden ja meditoimattomien koehenkilöiden aivorakenteissa seuraavilla alueilla: hippokampusalueella, somatosensorisella aivokuorella (*Broadmann areas*, BA 3,4,5,40) ja aivosaaressa (BA 13), tarkkaavuuden ja toiminnan ohjaamiseen liittyvällä etuaivoalueella (BA 10) sekä etuaivojen sisäosissa käyttäytymisen ja tunteiden säätelyyn liittyvillä alueilla (BA 10,11,12), pihtipoimun etu- ja takaosissa (*anterior cingulate cortex*, ACC ja *posterior cingulate cortex*, PCC) sekä joillakin visuaalisilla alueilla (BA 20/21, 37). Lisäksi vahvistumista havaittiin aivopuoliskoja ja aivoalueita yhdistävissä valkean aineen säikeissä. Muutokset todettiin johdonmukaisiksi, jos vähintään kolmessa tutkimuksessa raportoitiin samansuuntaisia rakenteellisia muutoksia kyseisillä alueilla.

Lähes puolessa meta-analyysin kaikista tutkimuksista todettiin vahvistumista hippokampusuksessa, sen lähialueilla tai sekä että. Aiemmissä tutkimuksissa on todettu solujen lisääntyvän hippokampusuksessa harjoittelun myötä (Luders ym., 2012). Hippokampusella on arveltu olevan rooli aivokuoren vireystilan säätelyssä, eli aina kun aktiivinen tarkkaavuus ja virittyneisyys tila (*arousal*) nousevat, hippokampus aktivoituu. Hippokampusen subiculum-alue on liitetty työmuistiin, autobiografiseen elämäkertamuistiin ja käyttäytymisen säätelyyn (inhibitio). Sen myös oletetaan osallistuvan suunnitteluun tuottamalla prosessiin menneistä kokemuksista saatua tietoa (Luders, Kurth, Toga, Narr & Gaser, 2013). Hypoteeseja hippokampusuksen vahvistumisen syistä meditaatioon liittyen on siis useita.

Myös aivosaaressa (*insula*) ja pihtipoimun (*cingulate*) etuosissa todettiin paksuuntumista. Aivosaaressa on se aivokuoren alue, joka ottaa vastaan kehollisia tuntemuksia (esimerkiksi hengitys, sydämen syke, lämpötila, lihasjännitys ja kipu). Pihtipoimun etuosat ovat yhteydessä aivosaaressa, manteliumakkeeseen (*amygdala*) ja hypotalamukseen sekä autonomisen hermoston toimintaa sääteleviin aivorungon tumakkeisiin. Pihtipoimusta lähtevät projektiot myös premotorisille ja motorisille alueille ja selkäyttimeen.

Koska yhteydet ovat näin moninaiset, on tulokitta, että pihtipoimun etuosan funktiot olisivat toisaalta sääteleviä ja toisaalta toimeenpanevia ja liittyisivät tunteiden, kognitioiden ja käyttäytymisen integraatioon. Aivosaaressa etuosien on esitetty tuottavan kehollisen minätietoisuuden ja pihtipoimun etuosien tätä tietoisuutta vastaavat ele-, ilme- ja käyttäytymisvasteet (Medford & Critchley, 2010).

Somatomotoristen alueiden (BA 3,5,40,43) oletetaan aktivoituvan erityisesti niissä meditaatiotekniikoissa, joissa tarkkaavuus kohdistetaan kehoon, esimerkiksi hengitykseen. Useissa meditaatiotekniikoissa keskitytään kehon tuntemusten tarkkailuun. Toisaalta somatomotoriset alueet aktivoituvat jo tavoitteellista toimintaa suunniteltaessa. Ne ovat mukana sosiaalisen kognition verkostossa ja aktivoituvat niin toisten toimintaa katsellessa kuin mielikuvien herättämänä (Hari, 2007; Iacoboni & Dapretto, 2006).

Pitkittäistutkimuksissa havaittiin lyhyen meditaatioharjoituksen (5–60 tuntia) aikaansaamia rakenteellisia muutoksia pihtipoimun etu- ja takaosissa, aivosaaressa, hippokampuksessa, häntätumakkeen alueella ja pikkuaivoissa. Lisäksi eroja mitattiin useilla valkean aineen alueilla (Fox ym., 2014).

## MEDITAATION VAIKUTUKSET TARKKAAVUUDEN AIVOVERKOSTOISSA

Neurotieteen näkökulmasta meditaatiossa on kysymys ennen kaikkea eriytyneiden tarkkaavuuden järjestelmien yhteistoiminnasta ja sen hioutumisesta (Cahn, Delorme & Polich, 2013). Itsesäätely ja ympäristöön sopeutuminen edellyttävät kykyä ylläpitää ja vaihtaa aivotoiminnan aktiivisuuden tiloja. Aivojen virittyneisyyden tiloihin liittyy ainakin kolme hermosolujen yhteysverkostoa, jotka aktivoituvat aivojen eri osissa ja rakenteissa: top down -verkosto, bottom up -verkosto ja default mode -verkosto (Tang, Rothbart & Posner, 2012). Niistä aivojen psykologiseen lepotilaan eli baseliin-tilaan liittyvä verkosto (*default mode network*, DMN) on vahvasti linkittynyt ihmisen mieltymykseen havainnoida itseä ja sosiaalisia tilanteita (Mars ym., 2012). Sosiaalinen virittyminen on siis ihmislajille niin ominaista ja perustavanlaatuaista,

että se toimii ajattelun lepotilana. DMN aktivoituu silloin, kun mieli vaeltelee eikä mikään ulkoinen tehtävä tai ärsyke vaadi huomiota. Silloin pohdiskellaan itseän liittyviä asioita. Lepotilassa voidaan vaeltaa menneeseen elämäkertahistoriasa tai visioida tulevaa. Brewer ja kollegat (2011) raportoivat, että DMN olisi aktiivinen 50 prosenttia valvellaoloajasta. Lepotilaverkostolla on laajoja yhteisiä toiminnallisia alueita Theory of Mind -verkoston kanssa, joka liittyy sosiaaliseen kognitioon ja kykyyn ymmärtää itseä, toisten elämää, ihmissuhteita ja mielentiloja (Corbetta ym., 2008).

Corbetta ja kollegat (2008) ovat artikkelissaan kuvanneet kaksi keskeistä tarkkaavuuden järjestelmää, top down- ja bottom up -verkostot. Top down -verkosto aktivoituu silloin, kun tarkkaavuus suunnataan tavoitteelliseen toimintaan. Tämä järjestelmä aktivoituu molemmissa aivopuoliskoissa, ja siihen osallistuu aivosaaressa lähelle sijoittuvia aivoalueita sekä suunnitteluun liittyviä etuaivoalueita. Pitkään meditoineilla näistä alueista ovat verrokkeja vahvempia sensoriset ja motoriset alueet (BA 4,5,8,43). Bottom up -verkosto puolestaan aktivoituu vain oikeassa aivopuoliskossa silloin, kun ulkopuolisessa tai sisäisessä maailmassa esiintyy käyttäytymisen kannalta relevantteja ärsykeitä. Tähän verkostoon kuuluvat ohimolohkon kärki ja keskimäinen ohimolohkopoimu sekä tuntoaistimuksia yhdisteleviä parietaalialueita. Lisäksi siihen kuuluu etuaivojen etsiskelyyn ja orientoitumiseen liittyviä alueita. Verkostoon kuuluu myös aivosaaressa etuosa (BA 16), joka vahvistuu meta-analyysin (Fox ym., 2014) mukaan pitkään meditoineilla.

Yhteenvetona on esitetty, että kokeneiden meditoijien lepotila alkaisi muistuttaa top down -verkoston aktiviteettia (Hasenkamp & Barsalou, 2012). Meditoijilla tietoisuus tästä hetkestä olisi vahvempi ja itsereflektioaktiiviteetti vähäisempää kuin meditoimattomilla koehenkilöillä. Voisi ehkä sanoa, että meditointi harjoittaa aivoja siihen, ettei lepotilassa aleta heti prosessoida sisäisiä prosesseja. Sen sijaan tarkkaavuus voidaan ohjata aistimaan ärsykeitä reaaliajassa, kun työmuisti samanaikaisesti lepää.

## MEDITAATIOPROSESSIN VAIHEET

Tang, Rothbart ja Posner (2012) jakavat meditaatioon harjaantumisen kolmeen vaiheeseen. Aloitusvaiheessa harjoittelu edellyttää tietoista tarkkaavuutta, niin kuin minkä tahansa uuden vaativan taidon oppiminen. Usein harjoituksessa eliminoidaan ulkopuolelta tulevat näkö- ja kuulo-ärsykkeet ja keskitytään sisäisiin ärsykkeisiin, kuten esimerkiksi hengityksen seuraamiseen. Ponnistelu edellyttää paljon tahdonalaista kontrollia, ja top down -verkosto aktivoituu tässä vaiheessa voimakkaasti. Keskivaiheessa ollaan tekemisissä vaeltelevan mielen ja häiriöiden ehkäisemisen kanssa. Tämä vaihe sisältää nopeita tarkkaavuuden kohteen vaihtoja: DMN:n ja top down -verkoston aktiviteetti vaihtelevat. Edistyneessä vaiheessa ollaan tilanteessa, jossa taito on opittu ja kontrollin ylläpito siirtyy aivokuorelta pihtipoimun etuosalle, aivosaaressa ja basaaliturmaketasolle (*striatum* = *caudatus* + *putamen*). Top down -verkoston toiminta vaimenee, ja meditoijan autonomisessa hermostossa vallitsee parasympaattinen tila. Levollisen vireän tilan ylläpitäminen kehittyä paljon meditoineilla vaivattomaksi eikä enää vaadi paljon ponnistusta. Tämä selittää meditaation monet stressiä lieventävät vaikutukset.

Tuoreet meditaatioprosessin vaiheisiin liittyvät tutkimustulokset viittaavat siihen, että prosessin alkuvaiheessa, 15 minuutin mindfulness-harjoituksen jälkeen semanttiset assosiaatiot lisääntyivät (Rosenstreich, 2015; Wilson, Mickes, Stolarz-Fantino, Evrad & Fantino, 2015). 18 tunnin mindfulness-harjoitus vastaavasti parantaisi välitöntä mieleen palauttamista ja tunnistavaa muistia ilman että virheellisesti oikeaksi tunnistetut vastaukset lisääntyisivät. Sen sijaan listaan kuulumattomia yläkäsitteitä mindfulness-ryhmäläiset tunnistivat virheellisesti listassa oleviksi enemmän kuin kontrollikoehenkilöt (Rosenstreich, 2015). Toisin sanoen semanttisten assosiaatioiden osuus lisääntyi. Samalla muistitehtävällä on siis saatu erilaisia tuloksia, kun koehenkilöitä on testattu mindfulness-harjoittelun eri vaiheissa. Mindfulness-harjoitusten vaikutuksia kognitiivisiin toimintoihin tulisikin tutkia pitkittäistutkimuksilla harjoitusprosessin eri vaiheissa.

Meditaatioharjoitusten vaikutusta kognitiivisiin toimintoihin on tutkittu lähinnä tarkkaa-

vuuden, työmuistin ja automaattisten reaktioiden ehkäisemistä mittaavilla kognitiivisilla testeillä (Chiesa, Calati & Serretti, 2011). Kohdennetun tarkkaavuuden metodeissa harjoitetaan tarkkaavuuden kohdentamista, tarkkaavuuden ylläpitämistä valitussa kohteessa ja huomion palauttamista kohteeseen, kun tarkkaavuus siirtyy muualle (huomion vaeltelun kontrollointi). Avoimen monitoroinnin harjoituksissa taas tarkkaillaan huomion siirtymistä kohteesta toiseen valitsematta erityistä kohdetta. Chiesan ja kollegoiden (2011) katsausartikkelin mukaan alustavasti voidaan sanoa, että lyhytkestoinen mindfulness-harjoittelu saattaa parantaa häiriöiden ehkäisemistä ja pitkäkestoisempi harjoittelu saattaa parantaa kykyä pitää tarkkaavuutta yllä. Koska työmuisti edellyttää molempia edellä mainittuja kykyjä, alustavien löydösten mukaan myös työmuisti saattaa kohentua mindfulness-harjoittelulla.

## MEDITAATIOMUUTOSTEN LATERALISOITUMINEN

Tutkimuksissa meditaatioon liittyvät aivorakenteiden muutokset esiintyvät useimmiten bilateralisesti. Kurth, MacKenzie-Graham, Toga ja Luders (2014) kuitenkin raportoivat vasemman ja oikean precuneusalueen olleen samanvahvuiset pitkään meditoineilla, kun meditoimattomilla kontrollihenkilöillä tämä alue oli paksumpi oikealla. Löydös korreloi meditaatiovuosiin. Lisäksi pihtipoimun etuosa ohentui oikealla sitä voimakkaammin, mitä useampia meditaatiovuosia oli takana. Näiden muutosten tulkitaan viittaavan lepotila-aktiviteetin muuttumiseen meditoijilla siten, että tarkkaavuuden tahdonalainen ohjaaminen helpottui.

## IKÄÄNTYMISMUUTOKSET JA MEDITAATIO

Gard, Hölzel ja Lazar (2014) ovat arvioineet ikääntyneillä (keski-ikä tutkimuksissa 60–84 vuotta) tehtyjä meditaatiotutkimuksia. 12:n tarkasteluun päätyneen tutkimuksen joukossa ei ollut yhtään pitkittäistutkimusta, jossa meditaation vaikutuksia olisi seurattu samoilla koehenkilöillä. Vain yhdessä tutkimuksessa oli käytetty useita

kognitiivisia testejä (digit span, Trail Making A, B ja B-A, Stroop), ja yli kolme vuotta meditoineet koehenkilöt selviytyivät näistä testeistä paremmin kuin verrokkit, jotka eivät meditoineet. Lazarin ja kollegoiden (2005) tutkimuksessa 40–55-vuotiailla kontrolliryhmän jäsenillä, jotka eivät meditoineet, todettiin etuaivoalueiden ohentumista, kun kauan meditoineilla samanikäisillä koehenkilöillä nämä alueet olivat yhtäläiset kuin 20–35-vuotiailla verrokkiryhmän koehenkilöillä, jotka eivät meditoineet. Näiden löydösten perusteella on toiveikkaasti ehdotettu, että meditaatio saattaisi olla yksi niistä menetelmistä, joilla ikääntymisen haitallisia vaikutuksia kognitioihin voitaisiin hidastaa.

### KRIITTISIÄ NÄKÖKULMIA MEDITAATION AIVOTUTKIMUKSEEN

Aivoissa tapahtuvien rakenteellisten muutosten tutkimiseen sisältyy paljon mittaus- ja analyysimenetelmiin, koe- ja kontrolliryhmiin, tutkimusasetelmiin ja kontrolloimattomiin muuttujiin liittyviä epävarmuustekijöitä. Thomas ja Baker (2012) suosittelevat, että harjoitusvaikutuksia tutkittaisiin pitkittäistutkimuksilla poikittaistutkimusten sijaan. Meditaatiotutkimuksissa poikittaistutkimusten koehenkilöt on useimmiten rekrytoitu meditaatiota harrastavista yhteisöistä, jolloin esimerkiksi elämäntapamuuttajat ovat voineet vaikuttaa tutkimuksen tuloksiin ilman, että niitä on kontrolloitu. Ei myöskään voida varmuudella sanoa, ovatko meditointia harrastaneiden aivot olleet alun perin erilaiset kuin meditoimattomilla koehenkilöillä. Pitkittäistutkimusten etuna olisi myös se, että erityyppisiä rakenteellisia muutoksia voitaisiin tarkastella prosessin eri vaiheissa jatkumona, esimerkiksi millaisia muutoksia tarkkaavuuden verkostoissa tapahtuu oppimis- ja harjaantumisprosessin eri vaiheissa (Tang ym., 2010; Vago & Silbersweig, 2012).

Rakenteellisia muutoksia tutkittaessa lähde-tään oletuksesta, että muutos rakenteissa vaikuttaa kyseisen alueen toimintaan. Yksilön kehityksessä harmaan aineen lisääntyminen, aivokuoren paksuuntuminen ja aivoalueiden yhteyksien lisääntyminen saavat aikaan toimintojen tehostumista. Etenevien sairauksien yhteydessä vastaavasti

aivoalueiden rappeutumiseen liittyy toimintojen taantumista. Aivorakenteiden muutokset tulisi tutkimuksissa liittää käyttäytymismuuttujiin muutosten toiminnallisen merkityksen selvittämiseksi (Fox ym., 2014; Thomas & Baker, 2012). Ikääntyneiden koehenkilöiden kohdalla kontrolliryhmä on erityisen tärkeä, koska ikääntyminen sinänsä saa aikaan muutoksia aivojen rakenteissa (Gard, Hölzel & Lazar, 2014; Gard, Taquet ym., 2014; Lazar ym., 2005; Luders, Clark, Narr & Toga, 2011; Pagnoni & Cekic, 2007).

Meditaation rakenteellisia aivomuutoksia tutkittaessa ihanteellinen tutkimusasetelma olisi pitkittäistutkimus, jossa a) tavanomaisten taustamuuttujien ohella kontrolloitaisiin elämäntapamuuttujia, b) koehenkilöt satunnaistettaisiin taustamuuttujiltaan samankaltaisiin ryhmiin ja c) kontrolliryhmä saisi aktiivisen, mutta ei-meditatiivisen ohjauksen. Aivomuutosten ohella tulisi mitata muutoksia kognitiivisissa suorituksissa meditaatioprosessin eri vaiheissa ja yksittäisten tarkkaavuus- ja työmuistitestiä ohella myös suoritustesteillä, niin että saataisiin selville, miten yksittäiset muutokset tarkkaavuudessa tai työmuistissa näkyvät monimutkaisemmissa kognitiivisissa toiminnoissa. Pitkäaikaisseurannan tulisi ideaalitutkimuksessa kestää vuosia. Tieto aivoverkoston muodostumisesta ja toiminnasta kehittyy koko ajan, ja myös EEG- tai MEG-mittausten liittäminen tutkimuksiin voisi olla perusteltua.

Tutkimusmenetelmien rajoituksista huolimatta (Thomas & Baker, 2012) muun muassa Foxin tutkimusryhmän (2014) meta-analyysin tulokset osoittavat suhteellisen johdonmukaisia ja laaja-alaisia muutoksia aivojen rakenteissa meditaatioharjoitukseen liittyen, vaikka niiden merkitys kognitiivisissa toiminnoissa ja käyttäytymisessä onkin vielä epäselvää.

### MEDITAATIOTUTKIMUKSEN ANTI NEUROPSYKOLOGISELLE KUNTOUTUKSELLE

Neuropsykologisessa kuntoutuksessa on useita alueita, joilla meditaatiotutkimuksen löydöksiä voidaan hyödyntää ja kokeilla. Tarkkaavuuden kohdentamisen, ylläpitämisen ja häiriöiden ehkäisyntekijät tulevat mieleen ensimmäisinä.

Kabat-Zinnin MBCT-ohjelmaa on kokeiltu kognitiivisesta väsymyksestä (fatiikki) ja kuormittuvuudesta (Hämäläinen, Ruutiainen, Huolman & Liuha, 2007) kärsiville aivovamma- ja aivohalvauspotilaille (Johansson, Bjuhr & Rönnbäck, 2012). Tutkimuksessa todetaan, että aivovammapotilaalle opetteluvaihe on liian vaativa istumaharjoitteluna ja sen voisi korvata esimerkiksi kehoon ja liikkeeseen keskittyvillä harjoituksilla. Tutkimuksessa koeryhmän potilaat raportoivat kognitiivisen fatiikin vähenemistä ja heidän reaktioaikansa nopeutuivat ohjelman suorittamisen seurauksena.

Harjoitusmetodi on aina etsittävä yksilöllisesti potilailla, joilla on tarkkaavuuden, muistin, toiminnanohjauksen tai vireyden ylläpidon ongelmia. ADHD-potilaiden kohdalla meditaatioharjoitukset saattaisivat olla erityisen perusteltuja, sillä ADHD-potilaiden aivojen alentunut aktiiviteetti toiminnallisella MRI-tutkimuksella mitattuna paikantuu paljolti samoille alueille, joilla meditaatiotutkimuksissa on havaittu aktiiviteetin lisääntymistä ja harmaan aineen vahvistumista (Grant ym., 2013).

Zeidan ja kollegat (2011) tutkivat, voidaanko lyhytkestoisilla hengitysharjoituksilla (4 × 20 minuuttia) lievittää kiputunteja. Meditaatioharjoitukset vähensivät aktiiviteettia sensorisilla aivokuoren alueilla, ja kiputunteiden intensiteetin väheneminen liittyi aivosaaressa ja pihvipuoliskon etuosien lisääntyneeseen toimintaan. Tarkkaavuutta harjoittamalla voidaan huomio siirtää kivusta muualle väliaikaisesti; myös kivun etäännyttämistä voidaan harjoitella. Kipupotilaiden tietoisuutta hallitsevat kivun tuntemukset, ja kehotietoisuuden lisääminen niissä osissa kehoa, joissa ei ole kipua, on tarpeen sekä mielihyvän että laaja-alaisen kehollisen tietoisuuden lisäämiseksi. Pickutin tutkimusryhmä (2013) puolestaan kokeili metodia Parkinson-potilaille: heillä harmaan aineen osuus hippokampuksessa, manteliumakkeessa ja häntätumakkeessa lisääntyi mindfulness-ohjelman jälkeen (MBI-ohjelma, joka läheisesti muistutti MBSR-ohjelmaa).

Vasemmanpuoleisten alueiden vahvistumis- ja oikeanpuoleisten alueiden ohenemislöydök-

set huomioon ottaen (Kurth ym., 2014; Luders, Thompson & Kurth, 2015) en käyttäisi metodia neglect-potilaille tai oikean aivopuoliskon vaurioituneille ilman harkintaa. Vasempaan kehonpuoliskoon suuntautuvia kehotietoisuusharjoituksia sen sijaan olen heille kokeillut.

Omien kliinisten kokeilujeni pohjalta kiinnostavimmat tutkimusalueet kuntoutuksen osalta olisivat tarkkaavuuden ylläpitämisen ja häiriöiden kontrollin alueella. Potilaat, joilla on tarkkaavuuden häiriöitä, reagoivat eri tavoin jo perusharjoituksessa: osalla kuntoutujista ei ole vaikeutta pitää yllä tarkkaavuutta yhdessä kohteessa, mutta kuormitusta lisättäessä tarkkaavuus hajoaa ja kognitiivinen väsyminen lisääntyy nopeasti. Osa potilaista taas ei kykene pitämään tarkkaavuutta yhdessä kohteessa ilman, että siihen liittyvää kuormitusta selvästi lisätään. Huomion hallinnan välineenä eli käyttäytymisen kontrollin apuna esimerkiksi aivovammakuntoutujilla ja kipupotilaille metodia voidaan käyttää onnistuneesti vasta, kun taito on opittu ja automatisoitunut. Tutkimuksissa kuvataan ponnistelua edellyttävän opetteluvaiheen vaativan yhteensä jopa kymmenen tuntia harjoittelua (Tang, Rothbart & Posner, 2012). Menetelmän ongelmana onkin se, kuinka kuntoutujat saadaan motivoitua opettelemaan kärsivällistä harjoittelua edellyttävä metodia. Toisaalta menetelmä antaa mahdollisuuden valita häiriön pohjalta kuntoutuksen tavoitteelle sopiva kohde, johon tarkkaavuus suunnataan ja jossa tarkkaavuutta yritetään pitää yllä ja johon palataan huomion siirtyessä muualle. Melkeinpä voisi sanoa, että mikä tahansa kuntoutustehtävä voidaan jossakin määrin modifioida tarkkaavuuden ylläpitämisen ja häiriöistä palaamisen harjoitukseksi. Psykoedukaation merkitys korostuu motivoinnissa, ja alkuvaiheessa on syytä saattaa kuntoutujan harjoittelu alkuun kuntoutustapaamisten aikana. Sanomattakin on selvää, että motivointi on vaivattomampaa, jos on itse opetellut metodin.

Artikkeli on saatu toimitukseen 14.11.2015 ja hyväksytty julkaistavaksi 29.3.2016.

## Lähteet

- Brewer, J. A., Worhunsky, P. D., Gray, J. R., Tang, Y.-Y., Weber, J. & Kober, H. (2011). Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. *PNAS*, *108*(50), 20254–20259.
- Brusin, T. (2013). Läsnaolon voima kiinnostaa. *Psykologi*, *3*, 22–23.
- Cahn, B. R., Delorme, A. & Polich, J. (2013). Event-related delta, theta, alpha and gamma correlates to auditory oddball processing during Vipassana meditation. *SCAN*, *8*, 100–111.
- Cahn, B. R. & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological Bulletin*, *132*(2), 180–211.
- Chiesa, A., Calati, R. & Serretti, A. (2011). Does mindfulness training improve cognitive abilities? A systematic review of neuropsychological findings. *Clinical Psychology Review*, *31*, 449–464.
- Corbetta, M., Patel, G. & Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: From environment to theory of mind. *Neuron*, *58*(3), 306–324.
- Damasio, A. (2000). *The feeling of what happens: Body, emotion and the making of consciousness*. London: Vintage.
- Damasio, A. (2010). *Self comes to mind: Constructing the conscious brain*. London: William Heinemann.
- Farb, N. A. S., Anderson, A. K. & Segal, Z. V. (2012). The mindful brain and emotion regulation in mood disorders. *Canadian Journal of Psychiatry*, *57*(2), 70–77.
- Fox, K. C. R., Nijeboer, S., Dixon, M. L., Floman, J. L., Ellamil, M., Rumak, S. P., ... & Christoff, K. (2014). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *43*, 48–73.
- Gard, T., Hölzel, B. K. & Lazar, S. W. (2014). The potential effects of meditation on age-related cognitive decline: A systematic review. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1307*, 89–103. doi:10.1111/nyas.12348.
- Gard, T., Taquet, M., Dixit, R., Hölzel, B. K., de Montjoye, Y.-A., Brach, N., ... & Lazar, S. W. (2014). Fluid intelligence and brain functional organization in aging yoga and meditation practitioners. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *6*(76), 1–12.
- Grant, J. A., Duerden, E. G., Courtemanche, J., Cherkasova, M., Duncan, G. H. & Rainville, P. (2013). Cortical thickness, mental absorption and meditative practice: Possible implications for disorders of attention. *Biological Psychology*, *92*, 275–281.
- Hari, R. (2007). Ihmisaivojen palautumisjärjestelmät. *Duodecim*, *123*, 1565–1573.
- Hasenkamp, W. & Barsalou, L. W. (2012). Effects of meditation experience on functional connectivity of distributed brain networks. *Frontiers in Human Neuroscience*, *6*(38), 1–14.
- Hämäläinen, P., Ruutiainen, J., Huolman S. & Liuha, S. (2007). Kun äly väsy. Kognitiivinen fatiikki neurologisissa sairauksissa. *Suomen Lääkärilehti*, *62*(49–50), 4627–4631.
- Hölzel, B. K., Lazar, S. W., Gard, T., Schuman-Olivier, Z., Vago, D. R. & Ott, U. (2011). How does mindfulness meditation work? Proposing mechanisms of action from a conceptual and neural perspective. *Perspectives on Psychological Science*, *6*(6), 537–559.
- Iacoboni, M. & Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews / Neuroscience*, *7*, 942–951.
- Johansson, B., Bjuhr, H. & Rönnbäck, L. (2012). Mindfulness-based stress reduction (MBSR) improves long term mental fatigue after stroke or traumatic brain injury. *Brain Injury*, *26*(13–14), 1621–1628.
- Kabat-Zinn, J. (2012). *Täytää elämää: kehon ja mielen yhteistyö stressin, kivun ja sairauksien hoidossa* (2. painos). Helsinki: Basam Books Oy.
- Klemola, T. (2013). *Mindfulness, tietoisuuden harjoittamisen taito*. Saarijärvi: Docendo Oy.
- Kurth, F., MacKenzie-Graham, A., Toga, A. W. & Luders, E. (2014). Shifting brain asymmetry: The link between meditation and structural lateralization. *SCAN*, *10*(1), 55–61. doi:10.1093/scan/nsu029.
- Lazar, S. W., Kerr, C. E., Wasserman, R. H., Gray, J. R., Greve, D. N., Treadway, M. T., ... & Fischl, B. (2005). Meditation experience is associated with increased cortical thickness. *NeuroReport*, *16*(17), 1893–1897.
- Lehto, S. & Tolmunen, T. (2008). Onko tietoisuustaitojen harjoittelulla terveysvaikutuksia? *Suomen Lääkärilehti*, *63*(1–2), 41–45.
- Luders, E., Clark, K., Narr, K. L. & Toga, A. W. (2011). Enhanced brain connectivity in long-term meditation practitioners. *NeuroImage*, *57*(4), 1308–1316. doi:10.1016/j.neuroimage.2011.05.075.
- Luders, E., Kurth, F., Toga, A. W., Narr, K. L. & Gaser, C. (2013). Meditation effects within the hippocampal complex revealed by voxel-based morphometry and cytoarchitectonic probabilistic mapping. *Frontiers in Psychology*, *4*(398), 1–7.



- Luders, E., Thompson, P. M. & Kurth, F. (2015). Larger hippocampal dimensions in meditation practitioners: Differential effects in women and men. *Frontiers in Psychology*, 6, 186. doi:10.3389/fpsyg.2015.00186.
- Luders, E., Thompson, P. M., Kurth, F., Hong, J.-Y., Phillips, O. R., Wang, Y., ... & Toga A. W. (2012). Global and regional alterations of hippocampal anatomy in long term meditation practitioners. *Human Brain Mapping*, 34(12), 3369–3375. doi:10.1002/hbm.22153.
- Mars, R. B., Neubert, F.-X., Noonan, M. A., Sallet, J., Toni, I. & Rushworth, M. F. S. (2012). On the relationship between the default mode network and the social brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(189), 1–9.
- Medford, N. & Critchley, H. D. (2010). Conjoint activity of anterior insular and anterior cingulate cortex: Awareness and response. *Brain Struct Funct*, 214, 535–549. doi:10.1007/s00429-010-0265-x.
- Pagnoni, G. & Cekic, M. (2007). Age effects on gray matter volume and attentional performance in Zen meditation. *Neurobiology of Aging*, 28, 1623–1627.
- Pickut, B. A., Van Hecke, W., Kerckhofs, E., Mariën, P., Vanneste, S., Cras, P. & Parizel, P. M. (2013). Mindfulness based intervention in Parkinson's disease leads to structural brain changes on MRI: A randomized controlled longitudinal trial. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 115(12), 2419–2425. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clineuro.2013.10.002>.
- Rosenreich, E. (2015). Mindfulness and false-memories: The impact of mindfulness practice on the DRM paradigm. *The Journal of Psychology*, 150(1), 1–17. doi:10.1080/00223980.2015.1004298.
- Segal, Z. V., Williams, J. M. G. & Teasdale, J. D. (2002). *Mindfulness based cognitive therapy for depression. A new approach to preventing relapse*. NY: The Guilford Press.
- Tang, Y.-Y., Lu, Q., Fan, M., Yang, Y. & Posner, M. (2012). Mechanisms of white matter changes induced by meditation. *PNAS*, 109(26), 10570–10574.
- Tang, Y.-Y., Lu, Q., Geng, X., Stein, E. A., Yang, Y. & Posner, M. I. (2010). Short-term meditation induces white matter changes in the anterior cingulate. *PNAS*, 107(35), 15649–15652.
- Tang, Y.-Y., Rothbart, M. K. & Posner, M. I. (2012). Neural correlates of establishing, maintaining, and switching brain states. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(6), 330–337.
- Thomas, C. & Baker, C. I. (2012). Teaching an adult brain new tricks: A critical review of evidence for training-dependent structural plasticity in humans. *NeuroImage*, 73, 225–236. doi:10.1016/j.neuroimage.2012.03.069.
- Vago, D. R. & Silbersweig, D. A. (2012). Self-awareness, self-regulation and self-transcendence (S-ART): A framework for understanding the neurobiological mechanisms of mindfulness. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(296), 1–30.
- Wilson, B. M., Mickes, L., Stolarz-Fantino, S., Evrad, M. & Fantino, E. (2015). Increased false-memory susceptibility after mindfulness meditation. *Psychological Science*, 26(10), 1567–1573.
- Zeidan, F., Martucci, K. T., Kraft, R. A., Gordon, N. S., McHaffie, J. G. & Coghill, R. C. (2011). Brain mechanisms supporting the modulation of pain by mindfulness meditation. *The Journal of Neuroscience*, 31(14), 5540–5548.