

Mystiset kokemukset aivotutkimuksen näkökulmasta

Liisa Vaalaranta
Kandidaatin tutkielma
Psykologia
Lääketieteellinen tiedekunta
Toukokuu 2020
Ohjaaja: Petri Paavilainen

Sisällysluettelo

1. Mitä ovat mystiset kokemukset?	3
2. Tunteita ja kehollista tietoa käsittelevien aivoalueiden rooli mystisissä kokemuksissa	4
2.1 Ohimolohkojen rooli hengellisissä kokemuksissa	4
2.2 Mystiset kokemukset muuntuneina itsetietoisuuden tiloina	6
2.2.1 <i>Narratiivinen itsetietoisuus ja aivojen lepotilaverkosto</i>	6
2.2.2 <i>Minimaalinen itsetietoisuus ja moniaistinen kehollisen tiedon käsittely</i>	7
3. Hengellinen harjoittaminen ja mystiset kokemukset	10
3.1 Meditaation harjoittaminen tienä mystisiin tajunnantiloihin	10
3.2 Mystiset kokemukset hengellisillä harjoittajilla	12
4. Psykedeeliset aineet mystisten kokemusten tutkimusvälineinä	14
4.1 Psykedeelisten aineiden avulla aiheutetut mystiset kokemukset	14
4.2 Psykedeelisten kokemusten aivoperusta	15
5. Yhteenveto	18
Lähdeluettelo	22

1. Mitä ovat mystiset kokemukset?

Kuvauksia mystisistä tai hengellisistä huippukokemuksista esiintyy kaikissa suurissa uskonnoissa ja hengellisissä tapaperinteissä, ja niiden voidaan ajatella muodostavan uskontojen kokemuksellisen ytimen. Itämaisten uskontojen mystisissä tapaperinteissä, kuten tiibetinbuddhalaisuudessa ja vedantalaisessa hindulaisuudessa, mystisinä kokemuksina pidetään perimmäisiä tyhjyyden ja ykseyden kokemuksia (*samahdi* tai *nirvana*), kun taas kristillisissä ja islamilaisissa mystisissä perinteissä niillä tarkoitetaan kokemuksia suorasta yhteydestä Pyhän tai Jumalan kanssa (Richards, 2016). On jopa ehdotettu, että kaikki suuret uskonnot ja hengelliset traditiot olisivat saaneet alkunsa tällaisista kokemuksista (Barrett & Griffiths, 2017). Mystiset kokemukset eivät kuitenkaan aina esiinny uskonnollisessa tai hengellisessä kontekstissa, vaan ne voivat ilmetä spontaanisti esimerkiksi luonnon kauneuden tai maailmankaikkeuden valtavuuden äärellä (Arzy, 2005; Yaden ym., 2016), tai niitä voidaan saada aikaan niin kutsuttujen psykedeelisten aineiden avulla (Barrett & Griffiths, 2017). Lisäksi tiettyjen aivot toiminnan häiriöiden yhteydessä esiintyy mystisiä kokemuksia muistuttavia kokemuksia (Devinsky & Lai, 2007).

Mystiset kokemukset ovat kyselytutkimusten mukaan melko harvinaisia, mutta kokijalleen erityisen merkityksellisiä, jopa elämän- ja maailmankatsomusta mullistavia, kokemuksia (Griffiths ym., 2006; 2008 ja 2011). Eräässä kyselytutkimuksessa 302 vastaajasta noin kolmannes vastasi kokeneensa voimakkaan hengellisen kokemuksen elämänsä aikana. Kuitenkin kun vastaajien kuvauksia hengellisistä kokemuksista analysoitiin tarkemmin, vain 2 %:ssa vastauksista kuvattiin varsinaisen mystisen kokemuksen tunnuspiirteet täyttäviä kokemuksia (Thomas & Cooper, 1978, viitattu teoksessa Hood ym. 2018, s. 364). Toisessa tutkimuksessa 67 % henkilöistä, jotka olivat kokeneet mystisen kokemuksen psykedeelisen aineen vaikutuksen aikana, arvioi sen olleen heidän elämänsä merkityksellisin tai yksi viidestä merkityksellisimmistä kokemuksesta, rinnastuen merkityksellisyydessään esimerkiksi oman lapsen syntymään tai oman vanhemman kuolemaan (Griffiths ym., 2006). Millaisia sitten ovat nämä ilmeisen merkitykselliset, mutta harvinaiset kokemukset?

Useimmat mystisen kokemuksen määritelmät pohjaavat William Jamesin ja hänen työtään jatkaneen Walter Stacen luokitteluihin mystisten kokemusten ominaispiirteistä (Hood ym., 2018; James, 1981; Stace, 1960). Stace (1960) analysoi eri uskontoihin kuuluvien henkilöiden omakohtaisia kuvauksia mystisistä kokemuksista ja määritteli tämän pohjalta seitsemän mystisen kokemuksen universaalia piirrettä. Stacen määrittelemän mukaan mystiseen kokemukseen kuuluvat

1) vähentynyt ajan ja paikan tiedostaminen, 2) kokemuksen voimakas totuuden tuntu tai tiedollinen laatu¹, (3) syvän ilon ja rauhan tunteet, 4) pyhyiden tunne, 5) koetun paradoksaalisuus (kahden vastakkaisen asian koetaan olevan samanaikaisesti totta), 6) kokemuksen sanoinkuvaamattomuus sekä 7) kokemus ykseydestä kaiken kanssa. Nimenomaan ykseyskokemusta pidetään yleensä mystisen kokemuksen ydinpiirteinä (Barrett & Griffiths, 2018; Stace, 1960). Ykseyskokemuksella tarkoitetaan muuntunutta itsetietoisuuden tilaa, jonka aikana kokemus itsestä ja itsen ja ympäristön välisestä suhteesta on perustavalla tavalla muuntunut. Siihen liittyy heikentynyt kokemus itsestä jatkuvana ja ympäristöstä erillisenä subjektina sekä voimakkaat yhteyden kokemukset ympäristön tai jonkin itseä suuremman kanssa (Barrett & Griffiths, 2018). Mitä sitten aivoissa tapahtuu tällaisten kokemusten aikana?

Mystisten kokemusten aivotutkimus on niiden spontaanin luonteen vuoksi haastavaa. Yhdistämällä aivojen neurofysiologisia tutkimusmenetelmiä ja mystisten kokemusten fenomenologisten piirteiden kartoittamiseen kehitettyjä kyselymittareita (Hood ym., 2018; MacLean ym., 2012) tutkijat ovat kuitenkin alkaneet kerätä empiiristä näyttöä ja muodostaa teorioita mystisten kokemusten aikaisista aivotapahtumista. Tämän katsauksen tarkoituksena on luoda katsaus ajankohtaisiin teorioihin ja tutkimusnäyttöön mystisten kokemusten neuraalisesta perustasta. Aluksi tarkastelen tiettyjen aivotoiminnan häiriöiden yhteydessä ilmeneviä poikkeavia kokemuksista, joilla on yhteisiä piirteitä mystisten kokemusten kanssa. Tällaisia ovat erityisesti aivojen ohimolohkojen ja aivosaaressa epileptisiin kohtauksiin liittyvät hengelliset kokemukset (Devinsky & Lai, 2007; Gschwind & Picard, 2016) sekä päälakilohkojen alaosaan liittyneen aivotoiminnan yhteydessä ilmenevät poikkeavat keholliset kokemukset (Blanke, 2012). Seuraavaksi tarkastelen meditaation ja muun hengellisen harjoittamisen viitekehyksessä tehtyä mystisten kokemusten aivotutkimusta. Viimeiseksi tarkastelen psykedeelien aineiden (kuten psilobyiinin tai LSD:n) avulla aiheutettuja mystisiä kokemuksia ja tutkimusnäyttöä niiden aikaisista aivotapahtumista.

2. Tunteita ja kehollista tietoa käsittelevien aivoalueiden rooli mystisissä kokemuksissa

2.1 Ohimolohkojen rooli hengellisissä kokemuksissa

Hengellisten kokemusten on niiden voimakkaan emotionaalisuuden vuoksi ehdotettu olevan yhteydessä poikkeavaan aivotoimintaan tunnesäätelyyn keskeisesti osallistuvilla ohimolohkojen

¹ William Jamesin (1981) mukaan mystisissä kokemuksissa paljastuu ”totuuden syvyys tavalla, johon loogisesti etenevä äly ei koskaan ulotu”.

limbisillä aivoalueilla (Persinger & Healey, 2002). Epileptisille kohtauksille on eri kulttuureissa kautta aikojen annettu hengellisiä ja uskonnollisia merkityksiä, ja tutkimustiedon mukaan osa ohimolohkojen epilepsiaa sairastavista potilaista kokee hengellisiä kokemuksia epileptisten kohtausten aikana tai niiden jälkeen (Devinsky & Lai, 2007). Tapaustutkimuksissa on kuvattu epilepsiapotilaiden kohtausten aikana kokemia yliluonnollisia tai uskonnollisia visuaalisia ja auditiivisia hallusinaatioita, kehosta irtautumisen kokemuksia, uskonnollisia harhakuvitelmia (kuten messianistisia kokemuksia) sekä kokemuksia yhteydestä Jumalaan tai iankaikkiseen. Osalla ohimolohkojen epilepsiaa sairastavista potilaista on myös raportoitu uskonnollisia kääntymyskokemuksia sekä voimistunutta uskonnollista vakaumuksellisuutta kohtausten jälkeen tai niiden välillä (Devinsky & Lai, 2007).

Uskonnollisuuden tai hyperuskonnollisuuden on joissakin tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä ohimolohkojen alueiden atrofiaan (Chan ym., 2009; Kapogiannis ym., 2009; Owen ym., 2011; Wuerfel ym., 2004). Wuerfel ym. (2004) havaitsivat 33 lokalisoitunutta epilepsiaa sairastavan henkilön otoksessa, että niillä henkilöillä, joilla esiintyi hyperuskonnollisuutta, havaittiin aivojen magneettikuvauksessa pienempi volyyymi oikeassa hippokampuksessa verrattuna niihin, joilla hyperuskonnollisuutta ei esiintynyt. Chan ym. (2009) puolestaan havaitsivat 20 oikean ohimolohkon atrofiaa sairastavan potilaan otoksessa kolmella (15 %) hyperuskonnollisuutta, kahdella (10 %) kompleksisia visuaalisia hallusinaatioita ja kahdella (10 %) sensorisiin ärsykkeisiin liittyviä epätavallisia poikkimodaalisia kokemuksia. Lisäksi Arzy ja Schrurr (2016) tallensivat harvinaislaatusesti yhden ohimolohkojen epilepsiaa sairastavan potilaan EEG-toiminnan epilepsiakohtauksen aikana, jolloin potilas koki messianistisen uskonnollisen kokemuksen, jossa Jumala näyttäytyi hänelle ja määräsi hänet kansansa pelastajaksi. Kokemusta edelsi poikkeava epileptinen aktivaatio oikealla ohimolohkolla ja kokemuksen aikana havaittiin hyperaktivaatiota vasemman etuotsalohkon alueilla. Aivojen magneettikuvauksessa potilaalla havaittiin aivokudoksen kovettumista oikean ohimolohkon mediaalialueilla. Tapaustutkimuksissa epileptisten kohtausten aikaisiin hengellisiin kokemuksiin liittyvän poikkeavan ohimolohkojen aktivaation on kuvattu paikantuvan hieman yleisemmin oikealle aivopuoliskolle, kun taas kohtausten jälkeisissä hengellisissä kokemuksissa poikkeavaa aktivaatiota on havaittu joko oikean tai vasemmanpuoleisilla ohimolohkon alueilla (Devinsky & Lai, 2008). Otokset ohimolohkon alueiden epilepsiaa tai atrofiaa sairastavien potilaiden tutkimuksissa ovat kuitenkin pieniä, ja katsausten mukaan vain pieni osa (0.4–3.1 %) ohimolohkojen epilepsiaa sairastavista potilaista näyttäisi kokevan uskonnollisia tai mystisiä kokemuksia epilepsiakohtausten yhteydessä (Devinsky & Lai, 2008). Toisaalta epilepsiakohtauksiin liittyvät hengelliset kokemukset saattavat olla aliraportoituja,

koska potilaat eivät välttämättä spontaanisti raportoi näitä vaikeasti kuvailtavissa olevia ja usein intiimejä kokemuksia, eikä tällaisia oireita säännönmukaisesti kartoiteta potilailta (Devinsky & Lai, 2008; Picard & Craig, 2009).

Ohimolohkojen roolia hengellisissä kokemuksissa on pyritty tutkimaan myös stimuloimalla näitä alueita keinotekoisesti. 2000-luvun alkupuolella Persinger ja Healey (2002) raportoivat aiheuttaneensa koehenkilöille kokemuksia jonkin itsen ulkopuolisen olennon tai voiman läsnäolosta sekä muita epätavallisia sensorisia kokemuksia stimuloimalla koehenkilöiden ohimolohkojen alueita heikkoja ja nopeasti muuttuvia magneettikenttiä tuottavan ”jumalakypärä”-laitteen avulla. Persinger ym. (Persinger & Healey, 2002; Pierre & Persinger, 2006) ehdottivat, että uskonnollisten tai hengellisten jumalkokemusten taustalla on kokemus itsen ulkopuolisen olennon tai voiman läsnäolosta ja teoretisoivat tämän kokemuksen perustuvan väliaikaiseen häiriöön normaalin minäkokemuksen tai itsetietoisuuden tuottamisessa ja ilmenevän aivoissa ohimolohkojen alueiden poikkeavana aktivaationa. Persingerin ym. tutkimuslöydöksiä ei kuitenkaan pystytty toisintamaan myöhemmässä menetelmällisesti uskottavammassa kaksoissokkotutkimuksessa (Granqvist ym., 2005), ja myöhemmät tutkimustulokset viittaavat siihen, että Persingerin ym. tutkimuksissa havaittujen epätavallisten aistikokemusten taustalla saattoi olla pikemminkin koehenkilöiden johdateltavuus ja odotusvaikutukset kuin ohimolohkoalueiden stimuloimisen vaikutus (Andersen ym., 2014; Granqvist ym., 2005; Van Elk, 2014).

2.2 Mystiset kokemukset muuntuneina itsetietoisuuden tiloina

2.2.1 Narratiivinen itsetietoisuus ja aivojen lepotilaverkosto

Myös viimeaikaisissa teorioissa mystisiin kokemuksiin on ehdotettu liittyvän muutoksia minäkokemukseen tai itsetietoisuuteen liittyvässä tiedonkäsittelyssä (Millier ym., 2018; Van Elk & Aleman, 2017). Useat tutkijat ovat ehdottaneet, että mystiset kokemukset liittyvät muutoksiin niin kutsutun *narratiivisen tai reflektiivisen itsetietoisuuden* toiminnassa (Carhart-Harris & Friston, 2019; Millier ym., 2018; Van Elk & Aleman, 2017). Narratiivisella itsetietoisuudella tarkoitetaan korkean kognition tason uskomuksia ja tarinoita, joita kerromme itsestämme, ja joihin identifioitumalla muodostamme ajallisesti jatkuvan ja muista erillisen identiteetin (Gallagher, 2000). Narratiivisen itsetietoisuuden ajatellaan koostuvan mielensisäisestä, reflektiivasta ja itseen keskittyvästä puheesta, ja siihen liittyy mielen taipumus vaeltaa pois nykyhetkestä muistelemaan mennyttä tai visioimaan tulevaa, minkä vuoksi sen on ehdotettu kytkeytyvän läheisesti omaelämäkerrallisen muistin toimintaan (Gallagher, 2000; Millier ym., 2018).

Aivotasolla narratiiviseen itsetietoisuuteen liittyvän tiedonkäsittelyn on havaittu aktivoivan aivojen lepotilaverkoston (*default mode network*, Raichle ym., 2001). Lepotilaverkosto on aivojen otsalohkojen etuosien mediaalialueista, päälakilohkojen mediaali- ja lateraalialueista (mukaan lukien pihtipoimun takaosa sekä päälakilohkojen etukiilan ja kulmapoimun alue) sekä ohimolohkojen mediaalialueista koostuva aivoverkosto, jolla on voimakas spontaani aineenvaihdunta, ja jonka alueet ovat anatomisesti ja toiminnallisesti tiiviissä yhteydessä toisiinsa (Greicius ym., 2009; Raichle ym., 2001; Raichle, 2015). Lepotilaverkosto on nimensä mukaisesti aktiivinen mielen ollessa lepotilassa ja vaeltaessa vapaasti, ja sen aktivaation on havaittu korreloivan voimakkaasti sisäänpäin suuntautuvan ja itseen keskittyvän tiedonkäsittelyn kanssa (Cavanna & Trimble, 2006; Mason ym., 2007; Northoff ym., 2006). Lepotilaverkoston aktivaatiossa ja toiminnallisessa konnektiivisuudessa (*functional connectivity*) on havaittu muutoksia muuntuneiden tietoisuuden tilojen, kuten unen, anestesian ja hypnoosin aikana, minkä perusteella on ehdotettu, että muutokset lepotilaverkoston toiminnassa saattavat heijastaa muutoksia koetussa tietoisuuden tilassa (Cavanna & Trimble, 2006; Fingelkurts ym., 2012; Josipovic ym., 2014). Teorioita ja tutkimusnäyttöä lepotilaverkoston roolista mystisissä kokemuksissa tarkastellaan tarkemmin hengellisen harjoittamisen yhteydessä ja psykedeelisten aineiden vaikutuksen aikana esiintyviä mystisiä kokemuksia käsittelevissä luvuissa 3. ja 4.

2.2.2 Minimaalinen itsetietoisuus ja moniaistinen kehollisen tiedon käsittely

Mystisten kokemusten on hiljattain ehdotettu olevan yhteydessä muutoksiin myös niin kutsuttuun *minimaaliseen itsetietoisuuteen* liittyvässä tiedonkäsittelyssä (Millier ym., 2018; Van Elk & Aleman, 2017). Minimaalisella itsetietoisuudella tarkoitetaan vahvasti nykyhetkeen kytkeytyvää tietoisuutta omista kehollisista tuntemuksista, tunnetiloista ja olemassaolosta (Craig, 2009; Gallagher, 2000), ja sen on ehdotettu pohjaavan kehon sisäisiin tapahtumiin liittyvän (interoseptisen) tiedon sekä moniaistisen (eksteroseptisen) aistiärsyketiedon käsittelemiseen ja integroimiseen aivoissa (Blanke ym., 2015; Craig, 2009; Gallagher, 2000). Minimaalisen itsetietoisuuden on ehdotettu muodostuvan useammasta osakokemuksesta, joita ovat kokemus oman kehon ja sen osien omistajuudesta, tietoisuus omista kehollisista tuntemuksista (kuten tuntoaistimuksista, kehon liikkeistä ja asennoista ja kehon eri säätelyjärjestelmistä tulevista viesteistä) sekä tietoisuus kehollisen itsen sijainnista ja minäkeskeisestä visuospatiaalisesta perspektiivistä (Millier ym., 2018). Millierin ym. (2018) mukaan mystisen kokemuksen aikana kaikki tai osa näistä minimaalisen itsetietoisuuden osakokemuksista saattaa väliaikaisesti vaimentua, johtaen mystiselle kokemukselle ominaiseen muuntuneeseen itsetietoisuuden tilaan,

jossa kokemus omasta kehollisesta minästä ja itsen ja muun ympäristön välisestä rajasta on vaimentunut.

Aivotasolla minimaalisen itsetietoisuuden on ehdotettu liittyvän aivosaaressa etuosan (Craig, 2009) sekä päälakilohkon alaosiin, erityisesti kulmapoimun alueeseen, toimintaan (Blanke ym., 2015). Aivosaaressa etuosan uskotaan liittyvän korkean tason sensorisen, emotionaalisen ja kognitiivisen tiedon integroimiseen aivoissa, ja sen tiedetään osallistuvan interoseptisen tiedon käsittelyyn, kokemusten tunnesävyä käsittelemiseen ja tunnetilojen ennakoimiseen sekä ennustevirheiden käsittelemiseen epävarmoissa tilanteissa (Craig, 2009). Aivosaaressa etuosan ja pihtipoimun etuosan dorsaalinen alue muodostavat lisäksi aivojen salience-verkoston, joka koodaa ympäristössä toimimisen kannalta merkityksellisiä ärsyksiä ja koordinoi tiedonkäsittelyn kannalta olennaisten aivoverkostojen aktivoitumista. Aivosaaressa on myös voimakkaat yhteydet lepotilaverkoston kuuluville aivoalueille, kuten päälakilohkon alaosiin ja ohimo- ja päälakilohkojen liitoskohdan alueelle (Gschwind & Picard, 2016).

Gschwind ja Picard (2016) ovat ehdottaneet, että niin kutsutut ekstaattiset epileptikohtaukset saattavat liittyä hyperaktivaatioon aivosaaressa ja salience-verkoston alueella. Ekstaattisille kohtauksille on ominaista intensiivinen positiivinen ja autuas tunnetila, voimakas fyysinen hyvinolon tunne, voimistunut ja kirkastunut tietoisuus itsestä ja omista aistihavainnoista sekä laajentunut ajan kokemus, ja osa epileptikoista kuvaa näitä kohtauksia hengellisiksi kokemuksiksi (Gschwind & Picard, 2016). Gschwindin ja Picardin mukaan ekstaattisen kohtauksen aikana salience-verkoston normaali, aistiärsykkeiden merkityksellisyttä koodaava toiminta saattaa häiriintyä siten, että aivot tulkitsevat kohtauksen aikana kaikki keholliset tuntemukset ja aistihavainnot olennaisiksi, mistä seuraa näille kohtauksille ominainen voimistunut tietoisuus omista kehollisista tuntemuksista ja aistihavainnoista. Lisäksi aivosaaressa yhteydenpito narratiivista ja itsestä liittyvää tietoa käsitteleville lepotilaverkoston aivoalueille saattaa teorian mukaan estyä ekstaattisen kohtauksen aikana, mistä seuraa näille kokemuksille ominainen aisti- ja kehollisten kokemusten voimakas kytkeytyminen nykyhetkeen ja ajankokemuksen muuttuminen. Osa ekstaattisista kohtauksista kokevista epileptopotilaista kuvaa lisäksi voimakasta selkeyden, harmonian ja varmuuden tunnetta tällaisten kohtauksien aikana (Picard, 2013), ja Gschwind ja Picard (2016) ovat ehdottaneet tämän liittyvän aivosaaressa etuosan ennustevirheiden käsittelemisen väliaikaiseen estymiseen ekstaattisen kohtauksen aikana. Tutkimusnäyttöä ekstaattisista kohtauksista tai aivosaaressa etuosan toiminnasta niiden aikana on kuitenkin vähän. Picard ja Craig (2009) havaitsivat viiden ekstaattisen epileptikohtauksen kokeneen potilaan otoksessa, että kolmella oli aivovaurio ohimolohkon etummaisissa osissa, lähellä aivosaaressa etuosan aluetta, ja kaikilla viidellä potilaalla havaittiin

poikkeavaa EEG-aktiivatiota aivosaaren etuosassa joko oikealla tai vasemmalla aivopuoliskolla. Lisäksi yhdellä potilaalla havaittiin lisääntyntä verenvirtausta erityisesti oikean aivosaaren alueella.

Myös päälakilohkon alaosissa sijaitsevan kulmapoimun toiminnan muutokset on yhdistetty mystisten kokemusten aikana tapahtuviin minäkokemuksen muutoksiin (Millier ym., 2018; Van Elk & Aleman, 2017). Kulmapoimun alueet ovat osa aivojen lepotilaverkostoa (Raichle, 2015) ja niiden tiedetään käsittelevän ja integroivan moniaistista tietoa (Blanke ym., 2015). Aiemmissä tutkimuksissa kulmapoimujen toiminta on yhdistetty muun muassa tarkkaavaisuuteen ja tilallisen tiedon käsittelemiseen, sosiaaliseen kognitioon (kuten mielen teoriaan liittyvään tiedonkäsittelyyn), semantiikkaan, muistiaineksen hakemiseen elämäkertamuistista ja tulevaisuuden kuvitteluun (Seghier, 2013). Oikean kulmapoimun alueen poikkeavan toiminnan on joissakin tapauksissa havaittu liittyvän muuntuneisiin kehollisen itsetietoisuuden kokemuksiin, kuten kehosta irtautumisen kokemuksiin, joissa henkilö kokee olevansa irtautunut omasta kehostaan ja näkevän itsensä oman kehonsa ulkopuolisesta sijainnista käsin (Blanke, 2012). Van Elk ja Aleman (2017) ovat hiljattain ehdottaneet, että mystiset kokemukset saattavat liittyä päälakilohkon takaosissa tapahtuvan interoseptisen ja ekteroseptisen tiedon integroimisen häiriintymiseen, mikä johtaa normaalin minimaalisen itsetietoisuuden koodaamisen häiriintymiseen aivoissa. Teorian mukaan mystisen kokemuksen aikana kehon sisältä tulevien (interoseptisten) signaalien huomioiminen vähenee ja ekteroseptisten signaalien painoarvo lisääntyy kehollisen itsekokemuksen koodaamisessa, mikä johtaa mystisille kokemuksille ominaiseen vähentyneeseen tietoisuuteen omasta kehosta sekä voimakkaisiin yhteyden kokemuksiin ympäristön kanssa.

Tutkimusta päälakilohkojen alaosien roolista mystisissä kokemuksissa on kuitenkin vähän. Osassa tutkimuksista on havaittu hengellisyyden lisääntymistä päälakilohkojen alaosien aivovaurioista kärsivillä potilailla (Cristofori ym., 2016; Johnstone ym., 2012; Urgesi ym., 2010). Esimerkiksi Urgesi ym. (2010) havaitsivat, että itsearvioitu hengellisyys lisääntyi aivoleikkauksen jälkeen niillä potilailla, joilla kasvaimen poisto vaurioitti aivojen takaosia verrattuna niihin, joilta kasvain poistettiin aivojen etuosasta, ja hengellisyyspiirteen lisääntyminen oli yhteydessä erityisesti päälakilohkojen alaosien vaurioihin. Johnstone ym. (2012) puolestaan havaitsivat 20 aivovauriopotilaan otoksessa, että heikompi suoriutuminen oikean päälakilohkon häiriintynyttä toimintaa mittaavassa tilallisen havaitsemisen tehtävässä, oli yhteydessä korkeampiin pisteisiin hengellisyyden eri muotoja kartoittavassa kyselyssä. Lisäksi Cristofori ym. (2016) havaitsivat laajassa aivovamman saaneiden sotaveteraanien otoksessa, että ne veteraanit, joilla aivovaurio

sijoittui päälakilohkoille, saivat terveitä verrokkeja korkeampia pisteitä mystisiä kokemuksia kartoittavassa kyselyssä. Korkeampia pisteitä raportoivat toisaalta myös ne veteraanit, joilla aivovamma paikantui otsalohkojen etuosien dorsolateraalialueille, minkä tulkittiin viittaavan siihen, että otsalohkojen etuosien toiminta saattaa liittyä mystisten tai hengellisten kokemusten vaimentamiseen aivoissa (Cristofori ym., 2016).

3. Hengellinen harjoittaminen ja mystiset kokemukset

3.1 Meditaation harjoittaminen tienä mystisiin tajunnantiloihin

Toinen lähestymistapa mystisten kokemusten aivotutkimuksessa on ollut hengellisten harjoittajien kokemien mystisten tai hengellisten huippukokemusten kartoittaminen. Hengellisellä harjoittamisella tarkoitetaan eri uskontokuntien tapaperinteisiin kuuluvia “mietiskelyharjoituksia”, joita ovat erilaiset meditaatioharjoitukset buddhalaisissa ja hindulaisissa perinteissä ja rukoileminen kristillisissä ja islamilaisissa perinteissä. Kognitiivisessa neurotieteessä huomiota on saanut erityisesti eri meditaatioharjoitusten ja niiden avulla saavutettavien meditatiivisten tilojen aikaisten aivotapahtumien tutkiminen (Fox ym., 2016). Meditaatioharjoituksilla tarkoitetaan erilaisia tekniikoita, joiden avulla pyritään harjoittamaan avointa ja arvottomatonta tapaa havainnoida oman mielen tapahtumia ja tottuksellisia tapoja, ja kehittämään metatietoisuutta mielen toiminnasta (Tang ym., 2015). Buddhalaisen filosofian mukaan mielellä on jatkuva taipumus vaeltaa pois nykyhetkestä menneeseen tai tulevaan, arvottaa ja analysoida tapahtumia sekä takertua ja identifioitua sisäisiin ja ulkoisiin tapahtumiin, ikään kuin ne olisivat pysyviä. Lisäksi, erityisesti eri uskontojen mystisissä tapaperinteissä, hengellisen harjoittamisen perimmäisenä tavoitteena pidetäänkin mystisen ykseyskokemuksen saavuttamista, ja tällaisten kokemusten ajatellaan tulevan mahdolliseksi pitkällisen harjoittamisen myötä (esim. Josipovic, 2010; Milliere ym., 2018). Siinä missä länsimaiseen psykologiaan kuuluu olennaisesti kokemus pysyvistä itsestä tai identiteetistä, jonka kautta ymmärrämme ja järjestämme kokemaamme, Buddhalaisen filosofian mukaan kokemus pysyvistä ja erillisestä itsestä on mielen tuottama illuusio, johon identifioituminen saa aikaan kärsimystä (Dor-Ziderman ym., 2013). Meditaation harjoittamisen tarkoituksena on auttaa ymmärtämään tämä ja vapautumaan kohti kokemuksellisempaa ja autenttisempaa olemisen tapaa (Tang ym., 2015). Meditaatioharjoituksen aikaansaamien mielentilojen onkin ehdotettu asettuvan jatkumolle, jonka toisessa päässä ovat yleiset meditaatioharjoituksen aikana koetut muutokset, kuten rentoutuminen ja tarkentunut tietoisuus omista kehollisista aistimuksista, ja toisessa päässä

pitkällisen harjoittamisen myötä mahdollistuvat täysimittaiset mystiset kokemukset (Berkovich-Ohana ym., 2013; Shapiro, 2008).

Aivokuvantamistutkimusten perusteella eri meditaatiotekniikat näyttävät liittyvän jossain määrin eri aivoalueiden toiminnan muutoksiin (Fox ym., 2016). Systemaattisia muutoksia aivojen aktivaatiotasossa on meditaation harjoittamisen aikana havaittu kehollisten tuntemusten ja tilojen prosessoimiseen osallistuvan aivosaren alueella sekä tarkkaavaisuuden säätelyyn ja kognitiiviseen kontrolliin osallistuvan otsalohkon alueilla, kuten otsalohkojen etuosien dorsolateraalialueilla ja pihtipoimun etuosissa. Otsalohkon alueiden lisääntyneen aktivaation on tulkittu heijastavan tarkkaavaisuuden säätelyn harjoittamisen vaikutuksia, joka on yleensä olennainen osa meditatiivista harjoittamista (Fox ym., 2016). Osassa tutkimuksista kokeneilla meditaation harjoittajilla on kuitenkin havaittu vähäisempää otsalohkon alueiden aktivoitumista meditoinnin aikana, minkä on ehdotettu heijastavan tarkkaavaisuuden säätelyn automatisoitumista ja kognitiivisen kontrollin tarpeen vähenemistä meditaatioharjoittamisen edetessä (Brefczynski-Lewis ym., 2007). Erityisesti kokeneemmilla meditaation harjoittajilla on myös havaittu vähentyneitä aktivaatiota aivojen lepotilaverkoston (Raichle ym., 2001) kuuluvilla etuotsa- ja päälakilohkojen keskilinjan alueilla, päälakilohkon taka-ala-osissa sekä ohimolohkojen mediaalialueilla (Brefczynski-Lewis ym., 2007; Brewer ym., 2011; Fox ym., 2016; Newberg ym., 2015; Pagnoni, 2012), mikä on yhdistetty mielen vaeltamisen vähentymiseen meditaation harjoittamisen aikana (Brewer ym., 2011; Fox ym., 2016; Pagnoni, 2012). Osassa tutkimuksista erityisesti pihtipoimun takaosien vähentynyt aktivaatio oli yhteydessä meditaatioharjoituksen koettuun intensiteettiin ja vaivattoman keskittyneisyyden tilaan harjoituksen aikana (Brewer & Garrison, 2014; Wang ym., 2011). Aivosähkökäyrätutkimuksissa (elektroenkefalografia, EEG) on lisäksi havaittu alfa- ja theta-taajuisten värähtelyn voimistumista meditaatioharjoituksen aikana, minkä on ehdotettu liittyvän meditoinnin rentoutumisvaikutuksiin (Cahn & Polich, 2006).

Yksi meditaatiosuuntaus, jossa harjoittamisen päämääränä pidetään ykseyskokemuksen saavuttamista, on niin kutsuttu non-dualistinen meditaatio (Josipovic, 2010 ja 2014). Non-dualistisessa meditaatiossa tavoitteena on normaalin, dualistisen kokemistavan ylittäminen ja jakamattoman tietoisuuden tilan saavuttamiseen. Josipovic (2010) on ehdottanut, että tällainen non-dualistinen sisäisen ja ulkoisen maailman yhteensulautuminen saattaa aivotasolla liittyä sisäänpäin suuntautuvaan tiedonkäsittelyyn erikoistuneen lepotilaverkoston ja ulkoisten ärsykkeiden ja tehtävien käsittelyyn erikoistuneiden tehtäväsuuntautuneiden verkostojen toiminnan muutoksiin. Lepotilaverkoston ja tehtäväsuuntautuneiden verkostojen on tavanomaisessa tietoisuuden tilassa

havaittu toimivan käänteisessä tai kilpailevassa suhteessa siten, että lepotilaverkoston aktivaatio lisääntyy lepotilassa ja sisäänpäin suuntautuvan tiedonkäsittelyn aikana, kun taas tehtäväsuuntautuneet verkostot aktivoituvat ulkoisten ärsykkeiden tai tehtävien käsittelemisen aikana (Fox ym., 2005). Spekulatiivisen ehdotuksen mukaan lepotilaverkoston ja tehtäväsuuntautuneiden verkostojen välinen käänteinen suhde saattaa heijastaa normaalissa tietoisuudentilassa vallitsevaa kokemisen tapaa, jossa kokemusmaailma jakautuu sisäisiin ja ulkoisiin kokemuksiin (Josipovic ym., 2012). Josipovicin ym. (2012) mukaan on mahdollista, että non-dualistisen meditaation harjoittamisen avulla lepotilaverkoston ja tehtäväsuuntautuneiden verkostojen välistä suhdetta voidaan muokata siten, että niiden välinen negatiivinen korrelaatio vähenee, mistä saattaa seurata kokemus sisäisen ja ulkoisen kokemusmaailman yhteensulautumisesta mystisen kokemuksen aikana.

Josipovich ym. (2012) havaitsivat, että kokeneilla Tiibetin buddhalaisen meditaation harjoittajilla lepotilaverkoston ja takaraivolohkon ja päälakilohkon yläosan alueita sisältävän tehtäväsuuntautuneen aivoverkoston välinen käänteinen yhteys heikentyi non-dualistisen meditaation aikana verrattuna keskitetyn tarkkaavaisuuden meditaatioharjoitukseen ja kontrollitilanteen, jossa huomio kiinnitettiin yksinkertaiseen visuaaliseen fiksaatiopisteeseen. Toisessa tutkimuksessa kokeneilla meditaation harjoittajilla havaittiin konnektiivisuuden lisääntymistä lepotilaverkoston kuuluvan pihtipoimun takaosan ja tehtäväsuuntautuneen aivojen toimintaverkoston (*executive control network*) alueiden välillä lepotilassa ja kolmen eri meditaatioharjoituksen aikana (Brewer ym., 2011). Brewer ym. kuitenkin tulkitsivat tämän heijastavan lisääntyntä lepotilaverkoston kohdistuvaa kognitiivista kontrollia kokeneilla meditaation harjoittajilla. Lisäksi Farb ym. (2007) havaitsivat, että kahdeksan viikon meditaatioharjoittelun seurauksena lepotilaverkoston kuuluvien otsalohkojen etuosien mediaalialueiden ja aivosaaren välinen toiminnallinen konnektiivisuus väheni, kun taas konnektiivisuus voimistui otsalohkojen lateraalialueiden ja aivosaaren välillä. He ehdottivat tämän heijastavan meditaatioharjoittelun myötä lisääntyvää kykyä eriyttää toisistaan kokemuksellinen nykyhetkeen kytkeytyvä itsetietoisuus ja narratiivisen itsetietoisuuden automaattinen prosessointi.

3.2 Mystiset kokemukset hengellisillä harjoittajilla

Tutkimusta varsinaisten mystisten kokemusten aikaisista aivotapahtumista hengellisillä harjoittajilla on vähän, sillä tällaisten kokemusten tahdonalainen tuottaminen tutkimusolosuhteissa on vaikeaa. Tästä syystä tutkimuksissa on pyritty rekrytoimaan mahdollisimman kokeneita, vakaumuksellisia

hengellisiä harjoittajia, kuten eri uskontokuntien tapaperinteiden munkkeja ja nunnia, joilla on kertomansa mukaan aiempia mystisen kokemuksen kaltaisia kokemuksia (esim. Beaugard & Paquette, 2006; Newberg ym., 2001 ja 2003). Lisäksi aivokuvantamishavainnot on myös pyritty kohdistamaan hengellisen harjoituksen intensiivisimpään kohtaan.

Newbergin ja D'Aquilyn (2000) noin 20 vuotta sitten muotoileman teorian mukaan hengellisen harjoittamisen kontekstissa ilmenevät mystiset kokemukset saattavat saada alkunsa hengellisissä seremonioissa käytettävän voimakkaan rytmisen ulkoisen ärsytyksen aiheuttaman sympaattisen hermoston maksimaalisen aktivoitumisen myötä tai vaihtoehtoisesti meditaatioharjoituksen aikana tapahtuvan voimakkaan ylhäältä-alaspäin suuntautuvan kortikaalisen säätelyn aikaansaaman maksimaalisen parasympaattisen hermoston aktivoitumisen myötä. Olennaista mystisten kokemusten syntymiselle on teorian mukaan parasympaattisen ja sympaattisen hermoston poikkeuksellinen samanaikainen maksimaalinen aktivoituminen. Newbergin ja D'Aquilyn mukaan meditaatioharjoituksen aikana aivoissa muodostuu etuotsalohkon lisääntyneestä aktivaatiosta alkunsa saava etuaivokuoren, päälakilohkojen takayläosien ja limbisten alueiden välinen itseään voimistava aktivaatiokierre. Tämä aktivaatiokierre johtaa lopulta molempien etuotsalohkojen maksimaaliseen aktivoitumiseen ja voimakkaaseen päälakilohkojen takayläosiin suuntautuvaan inhibitioon, jonka seurauksena päälakilohkojen takayläosien toiminta estyy. Koska päälakilohkojen takayläosien tiedetään liittyvän tilallisen tiedon käsittelemiseen aivoissa (Laeng, 2013), Newberg ja D'Aquily ehdottavat, että tämän alueen toiminnan täydellinen estyminen korreloi mystisille kokemuksille ominaisen itsen ja ympäristön välisen rajan katoamisen ja siihen liittyvän tyhjyyden kokemuksen kanssa.

Newbergin sekä muiden tutkimuksissa on muun meditaatiotutkimuksen tapaan havaittu lisääntyntä aktivaatiota erityisesti otsalohkon alueilla, minkä on tulkittu heijastavan voimistunutta keskittyneisyyden tilaa hengellisen harjoituksen aikana (Beaugard & Paquette, 2006; Newberg ym., 2001 ja 2003). Esimerkiksi Beaugard ja Paquette (2006) havaitsivat lisääntyntä aktivaatiota useilla otsalohkon alueilla, päälakilohkon ylä- ja alaosissa, oikean ohimolohkon keskialueella, häntätumakkeissa ja vasemmanpuoleisessa aivorungossa tutkimustilanteessa, jossa karmeliittinunnat pyrkivät palauttamaan eläytyen mieleensä voimakkaimman aiemmin kokemansa mystisen kokemuksen. Tutkimukseen osallistuneet nunnat raportoivat kokeneensa tutkimustilanteessa Jumalan läsnäoloa ja rajatonta rakkautta sekä syvällisen ilon, täyttymyksen, pyhyden ja rauhan kokemuksia. Newberg ym. (2001 ja 2003) havaitsivat vastaavasti lisääntyntä aktivaatiota etuaivokuoren ja pihtipoimun alueilla Tiibetin buddhalaisen meditaation harjoittajien ja Fransiskaaniinunnien tekemän hengellisen harjoituksen aikana. Vasemmanpuoleisen etuaivokuoren

lisääntynyt aktivaatio oli lisäksi yhteydessä aktivaation vähenemiseen samanpuoleisen päälakilohkon yläosissa, minkä Newberg ym. tulkitsivat tukevan teoriaa tilallisen tiedonkäsittelyn muutoksista mystisten kokemusten aikana (Newberg & D'Aquily, 2000). Sen sijaan pienessä Islamilaisen Sufismin harjoittajien otoksessa ilmeni *vähentynyttä* aktivaatiota useilla etuivokuoren ja lepotilaverkoston alueilla Sufi-rukouksen aikana, minkä tulkittiin heijastavan voimakkaita antautumisen ja tahdonalaisesta kontrollista luopumisen kokemuksia tämän rukousmuodon aikana (Newberg ym., 2015).

4. Psykedeeliset aineet mystisten kokemusten tutkimusvälineinä

4.1. Psykedeelisten aineiden avulla aiheutetut mystiset kokemukset

Viimeiseksi mystisten kokemusten aivoperustaa on tutkittu niin kutsuttujen psykedeelisten aineiden, kuten psilositybiinin ja LSD:n (lysergihapon dietyyliamidi) avulla. Psykedeelisillä aineilla tarkoitetaan luonnossa esiintyviä tai synteettisesti valmistettuja kemiallisia yhdisteitä, joilla on keskenään jossain määrin samankaltaisia vaikutuksia, ja joiden ensisijainen vaikutusmekanismi on pääasiassa aivokuorella esiintyvän 5-HT_{2A}R -serotoniinireseptorin aktivoiminen (Barrett & Griffiths, 2017). Alkuperäiskansat ja -heimot ovat käyttäneet luonnossa kasvavia psykedeelisiä aineita, kuten peyote-kaktusta, ayahuascaa ja psilositybiinisieniä, hengellisissä seremonioissaan jo satojen tai jopa tuhansien vuosien ajan, ja niiden on pitkään tiedetty saavan aikaan mystisen kokemuksen kaltaisia tajunnantiloja (Barrett & Griffiths, 2017).

Ensimmäinen tieteellinen tutkimus psilositybiinin ja mystisten kokemusten mahdollisesta yhteydestä on Walter Pahnken vuonna 1962 toteuttama Pitkäperjantai-koe, jossa 20 teologian opiskelijalle annettiin 30 mg psilositybiiniä tai 200 mg vertailuaineena toiminutta nikotiinihappoa. Koe toteutettiin kappelissa, jossa koehenkilöt kuuluivat pitkäperjantain uskonnollisen toimituksen psilositybiinikokemuksensa aikana. Tutkimuksessa 30–40 % psilositybiiniä saaneista koehenkilöistä koki täysimittaisen (Stacen 1960 mallin mukaisen) mystisen kokemuksen, kun taas yksikään nikotiinihappoa saaneista verrokeista ei kokenut mystistä kokemusta (Pahnke 1967, viitattu Barrett & Griffiths, 2017). Tuoreemmissa ja metodologisesti laadukkaammissa tutkimuksissa (Griffiths ym., 2006 ja 2011) 61–72 % psilositybiiniä saaneista koehenkilöistä raportoi kokeneensa tutkimustilanteessa täysimittaisen mystisen kokemuksen, kun taas vertailuainetta saaneista koehenkilöistä vain 11 % raportoi vastaavista kokemuksista. Valtaosa Griffithsin ym. tutkimuksiin osallistuneista koehenkilöistä piti psilositybiinikokemustaan lisäksi yhtenä elämänsä tärkeimmistä hengellisistä tai henkilökohtaisesti merkityksellisistä kokemuksista (Griffiths ym., 2006, 2008 ja

2011). Mystiset kokemukset näyttävät liittyvän erityisesti suurempaan psilositybiinin annoskokoon: Griffithsin ym. (2011) tutkimuksessa 72 % 20 mg tai 30 mg psilositybiiniä saaneista koehenkilöistä raportoi kokeneensa täysimittaisen mystisen kokemuksen tutkimustilanteessa, kun taas pienemmillä annoskoilla mystiset kokemukset olivat huomattavasti harvinaisempia. Näiden tutkimusten perusteella vaikuttaa siltä, että psilositybiinin avulla voidaan melko luotettavasti saada aikaan täysimittaisia mystisiä kokemuksia tutkimusolosuhteissa (ks. kuitenkin Liechti ym., 2017, jossa vain 12,5 %:ia LSD:tä saaneista koehenkilöistä koki täysimittaisen mystisen kokemuksen), ja psilositybiinin onkin ehdotettu tarjoavan farmakologisen välineen mystisten kokemusten empiiriseen tutkimiseen (Barrett & Griffiths, 2017).

4.2. Psykedeelisten kokemusten aivoperusta

Robin Carhart-Harris ja Karl Friston ovat hiljattain muotoilleet kokonaisvaltaisen teorian psykedeelisten aineiden vaikutusmekanismeista aivoissa (Carhart-Harris ym., 2014; Carhart-Harris & Friston, 2019). Teoria olettaa aivojen olevan hierarkkinen järjestelmä, joka pyrkii jatkuvasti ennustamaan ympäristön tapahtumia ja minimoimaan epävarmuutta (entropiaa) selviytymisen kannalta relevantilla tavalla. Sen mukaan aivojen toiminnallisen hierarkian korkeinta tasoa edustaa lepotilaverkoston toiminta, joka järjestävää ja ylläpitää perustavanlaatuisia ympäristöön sekä itseen ja identiteettiin liittyviä ennako-odotuksia ja -uskomuksia, ja säätelee hierarkian alemman tason järjestelmien, kuten limbisen järjestelmän, toimintaa (Carhart-Harris ym. 2014; Carhart-Harris & Friston, 2010 ja 2019). Lepotilaverkoston normaali toiminta korreloi teorian mukaan tavanomaisen itsetietoisuuden kokemuksen kanssa (valveilla ollessa), jolloin ympäristöä ja itseä koskevat oletukset tuntuvat varmoilta ja itse tai identiteetti koetaan koherenttina, jatkuvana ja ympäristöstä erillisenä.

Psykedeeliset aineet toimivat teorian mukaan disorganisoiden tai "rentouttaen" väliaikaisesti lepotilaverkoston ylläpitämää korkean tason ennustemallien toimintaa ja lisäten neuraalisten signaalien vapaata kulkua aivojen toiminnallisen hierarkian alemmilta tasoilta (Carhart-Harris ym., 2014; Carhart-Harris & Friston, 2019). Psykedeelisten aineiden vaikutukset alkavat lepotilaverkoston kuuluvien aivokuoren assosiaatioalueiden 5-HT_{2A} - serotoniinireseptoririkkaiden pyramidaalisolujen toimintaherkkyuden lisääntymisenä, mikä heijastaa teorian mukaan vähentyntä kortikaalista säätelyä ja lisääntynyttä viestin kulkua toiminnallisen hierarkian alemmilta tasoilta, erityisesti limbisestä järjestelmästä. Kortikaalisen säätelyn vähentyminen ja toiminnallisen hierarkian alempien tasojen toiminnan vapautuminen psykedeelisen tilan aikana johtaa teorian mukaan aivojen toiminnallisen hierarkisuuden

väliaikaiseen vähentymiseen ja epäjärjestyksen (entropian) lisääntymiseen neuraalisessa toiminnassa. Tämä ilmenee aivoissa lepotilaverkoston kuuluvien aivoalueiden aktivaation vaimentumisena, lepotilaverkoston toiminnallisen konnektiivisuuden (*resting state functional connectivity*) vähenemisenä, lepotilaverkoston limbiseen järjestelmään suuntautuva säätelyn heikentymisenä sekä eri aivoverkostoihin kuuluvien alueiden välisen, globaalien, yhteydenpidon lisääntymisenä psykedeelisen tilan aikana. Nämä aivotuominnan muutokset korreloivat teorian mukaan psykedeelitilassa usein koettujen eksistentiaalisen epävarmuuden, ahdistuksen ja hallitsemattomuuden tunteiden, lisääntyneen assosiativisuuden, kontekstisensitiivisyyden ja rikastuneen ja laajentuneen tietoisuuden tilan sekä itsen katoamisen kokemusten kanssa. Väliaikaisen entropian lisääntymisen myötä korkean tason ennustemalleissa saattaa tapahtua myös pysyvämpiä muutoksia, mikä selittää teorian mukaan psykedeelisten tilojen aikana koettuja syvällisiä ja usein pitkäkantoisia oivalluskokemuksia.

Psykedeelisten tilojen aivokuvantamistutkimuksissa on havaittu lepotilaverkoston vähentyntä aktivaatiota ja heikentyntä toiminnallista konnektiivisuutta psykedelikokemuksen aikana, mikä tukee teoriaa lepotilaverkoston roolista psykedelisissä tiloissa (Carhart-Harris ym. 2012 & 2016; Palhano-Fontes ym., 2015; Speth ym., 2016). Aivosähkökäyrätutkimuksissa (EEG ja MEG) on havaittu erityisesti matalataajuisen värähtelyvoimakkuuden heikentymistä lepotilaverkoston kuuluvilla aivoalueilla psykedelitalan aikana (Carhart-Harris ym., 2016; Kometer ym., 2015; Muthukumaraswamy ym., 2013), minkä on tulkittu heijastavan aivokuoren normaalin spontaanin aktivaation rytmisen rakenteen romahtamista psykedelikokemuksen aikana ja tukevan hypoteesia spontaanin aivoaktivaation väliaikaisesta disorganisoitumisesta psykedelitalassa (Carhart-Harris ym., 2016; Muthukumaraswamy ym., 2013). Merkittävää matalataajuisen värähtelyvoimakkuuden laskua on havaittu erityisesti pihtipöimun takaosissa (Carhart-Harris ym., 2016; Kometer ym., 2015), minkä ehdotettu heijastavan kortikaalisen inhibition vähentymistä ja toimintaherkkyiden lisääntymistä tällä alueella psykedelitalan aikana (Kometer ym., 2015). Lisäksi tutkimuksissa on havaittu eri aivoverkoston välisten yhteyksien voimistumista psykedelitalan aikana (Carhart-Harris ym., 2013; Roseman ym., 2014; Tagliazucchi ym., 2016), minkä on tulkittu heijastavan globaalien yhteydenpidon lisääntymistä aivoissa (Roseman ym., 2014; Tagliazucchi ym., 2016).

Mystisten kokemusten tutkimuksen kannalta erityisen kiinnostavaa on se, että yllä kuvatut lepotilaverkoston toiminnan muutokset ovat useissa tutkimuksissa olleet yhteydessä itsen katoamisen tai egon hajoamisen kokemuksiin psykedelitalan aikana (Carhart-Harris ym., 2016; Lebedev ym., 2015; Muthukumaraswamy ym., 2013). Aivosähkökäyrätutkimuksissa psykedelitalan aikaisiin itsen katoamisen tai hajoamisen kokemuksiin on liittynyt matalataajuisen

(alfa ja delta) värähtelyn heikentyminen erityisesti pihtipoimun takaosassa (Carhart-Harris ym., 2016; Muthukumaraswamy ym., 2013). Muthukumaraswamy ym. (2013) havaitsivat lisäksi dynaamisessa syuseuraus-mallinnuksessa lisääntyntä toimintaherkkyyttä pihtipoimun takaosan syvissä pyramidaalisoluissa, mikä oli yhteydessä sekä alfataajuisen värähtelyn heikentymiseen tällä alueella että minän hajoamisen kokemuksiin psykedeelitilan aikana.

Toiminnallisessa magneettikuvantamisessa (*functional Magnetic Resonance Imaging*, fMRI) psykedeelitilaan liittyvien itsen katoamisen kokemusten aikana on havaittu toiminnallisen konnektiivisuuden muutoksia erityisesti ohimolohkojen alueella sekä ohimolohkojen ja muiden lepotilaverkoston alueiden välillä (Carhart-Harris ym., 2016; Kometer ym., 2015; Lebedev ym., 2015). Carhart-Harris ym. (2016) havaitsivat heikentyntä toiminnallista konnektiivisuutta lepotilaverkostossa, ja erityisesti parahippokampuksen ja retrospleniaalisen aivokuoren välillä, LSD-tilaan liittyvien itsen katoamisen kokemusten aikana. Lebedev ym. (2015) havaitsivat puolestaan konnektiivisuuden vähentymistä parahippokampaalisen aivokuoren etuosan ja aivokuoren muiden alueiden välillä sekä ohimolohkojen mediaalialueiden ja päälakilohkojen välillä psilositybiinitilaan liittyvien itsen katoamisen kokemusten aikana, minkä he tulkitsivat tukevan teoriaa lepotilaverkoston ja limbisen järjestelmän (erityisesti hippokampuksen) normaalin yhteydenpidon romahtamisesta psykedeelitilassa (Carhart-Harris ym., 2014). Myös salience-verkoston ja oikean ja vasemman aivopuoliskon välisen konnektiivisuuden heikentyminen oli yhteydessä itsen kadottamisen kokemuksiin psilositybiinitilassa, mikä saattaa olla merkityksellistä, sillä salience-verkoston toiminnan on aiemmin ehdotettu liittyvän ärsykkeiden emotionaalisen merkityksen prosessoimiseen ja minimaalisen itsetietoisuuden muodostumiseen aivoissa (Craig, 2009).

Kometerin ym. (2015) tutkimuksessa psilositybiinitilan aikana koetut hengelliset kokemukset ja oivallukset olivat sen sijaan yhteydessä delta-taajuisen värähtelyn *synkronoitumiseen* parahippokampuksessa, parahippokampaalisten alueiden ja retrospleniaalisen aivokuoren välillä sekä parahippokampaalisten alueiden ja otsalohkojen orbitolateraalisten alueiden välillä. Kometer ym. ehdottivat tämän heijastavan psilositybiinin vaikutuksen aikana koettuihin oivalluksiin liittyvää lisääntyntä omaelämäkerrallisesta muistista hakua (Kometer ym., 2015). Speth ym. (2016) havaitsivat lisäksi, että lepotilaverkoston vähentynyt toiminnallinen konnektiivisuus oli yhteydessä vähäisempiin menneisyyteen liittyviin viittauksiin, kun koehenkilöt kuvasit kokemustaan LSD:n vaikutuksen aikana, minkä he tulkitsivat heijastavan vähentynyttä mentaalista liikkumisesta menneeseen LSD:n vaikutuksen aikana.

Alustavaa tutkimusnäyttöä on myös normaalitilassa eriytyneiden aivoverkoston, kuten lepotilaverkoston ja niin kutsuttujen tehtäväsuuntautuneiden aivoverkoston, välisen yhteydenpidon lisääntymisestä psykedeelitilaan liittyvien itsen katoamisen kokemusten aikana (Carhart-Harris ym., 2013; Roseman ym., 2014; Tagliazucchi ym., 2016). Tagliazucchi ym. (2016) havaitsivat lisääntynyttä koaktivaatiota fronto-parietaalisen aivoverkoston, lepotilaverkoston ja salience-verkoston välillä LSD-tilaan liittyvien itsen katoamisen kokemusten aikana. Itsen katoamisen kokemukset olivat yhteydessä koaktivaation lisääntymiseen erityisesti ohimo- ja päälakilohkojen liitoskohdan sekä aivosaaressa alueella. Carhart-Harris ym. (2013) tutkimuksessa lisääntynyttä koaktivaatiota psilosybiinin vaikutuksen aikana havaittiin puolestaan aivojen lepotilaverkoston ja tehtäväsuuntautuneiden aivoverkoston välillä (Carhart-Harris ym., 2013), minkä he ehdottivat heijastavan dualistisen sisäisen ja ulkoisen kokemusmaailman rajan hälvenemistä psykedeelikokemuksen aikana (Carhart-Harris ym., 2013; ks. myös Josipovic, 2012).

5. Yhteenvedo

Mystisten kokemusten neuroalisen perustan tutkimus on vielä varhaisessa vaiheessa. Viime vuosina hengellisen harjoittamisen ja psykedeelisten aineiden tutkimuksen piirissä on kuitenkin tuotettu kiinnostavaa uutta tietoa mystisten kokemusten aikaisista aivotapahtumista. Erityisesti psykedeelisten aineiden potentiaali katalysoida mystisiä kokemuksia aivotutkimusolosuhteissa saattaa avata uuden oven mystisten kokemusten tutkimiseen, mikä on perinteisesti ollut haastavaa näiden kokemusten spontaanin ilmenemisen vuoksi. Viime vuosina on myös alettu yhdistämään ja vertaamaan keskenään tutkimushavaintoja hengellisen harjoittamisen ja psykedeelisten aineiden kontekstissa ilmenevistä mystisistä kokemuksista (Millière ym., 2018; Yaden ym., 2017).

Systemaattisin tutkimuslöydös tähänastisessa mystisten kokemusten aivokuvantamistutkimuksessa ovat narratiiviseen itsetietoisuuteen yhdistetyin aivojen lepotilaverkoston toiminnan muutokset mystisten kokemusten aikana. Sekä meditaation harjoittamisen että psykedeelisten tilojen tutkimuksissa on havaittu lepotilaverkoston toiminnan vaimentumista ja toiminnallisen konnektiivisuuden heikentymistä tajunnantiloissa, joita kuvaavat mielen vaeltamisen pysähtyminen ja itsen katoamisen tai hajoamisen kokemukset (Millière ym., 2018). Lisäksi alustavan tutkimusnäytön mukaan normaalitilassa eriytyneiden ja keskenään ”kilpailevien” aivoverkoston, kuten lepotilaverkoston ja niin kutsuttujen tehtäväsuuntautuneiden aivoverkoston, keskinäiset suhteet saattavat muuttua mystisen kokemusten aikana (Brewer ym., 2011; Carhart-Harris ym., 2013; Josipovich ym., 2012; Roseman ym., 2014; Tagliazucchi ym., 2016), minkä on ehdotettu

heijastavan kokemuksellisen tiedonkäsittelyn irtautumista lepotilaverkoston automaattisesta prosessoinnista (Brewer ym., 2011; Farb ym., 2007), sisäisen ja ulkoisen kokemusmaailman yhteensulautumista (Carhart-Harris ym., 2013; Josipovic ym., 2012) tai vakiintuneiden aivoverkostojen toiminnan disintegroitumista ja ennustamattoman aivotoiminnan lisääntymistä mystisten kokemusten aikana (Carhart-Harris & Friston, 2019).

Muiden aivoalueiden rooli mystisissä kokemuksissa on epäselvempi. Toisin kuin psykedeelisissa tiloissa, meditaation harjoittamisen aikana havaitaan usein aktivaation lisääntymistä otsalohkojen etuosien alueilla (Fox ym., 2016), minkä on ehdotettu heijastavan lisääntyttä tarkkaavaisuuden säätelyä ja kognitiivista kontrollia etenkin meditatiivisen harjoittamisen alkuvaiheessa (Brefczynski-Lewis ym., 2007). Mystisiin kokemuksiin on sen sijaan ehdotettu liittyvän ennemminkin otsalohkojen säätelytoiminnan hiljentyminen (Cristofori ym., 2016). Useat mystisten kokemusten tutkijat ovat lisäksi ehdottaneet, että mystiset kokemukset saattavat liittyä muutoksiin tunteita ja kehollista tietoa käsittelevien aivoalueiden toiminnassa (Gschwind & Picard, 2016; Millièrè ym., 2018; Newberg & D'Aquily, 2000; Persinger & Healey, 2002; Van Elk & Aleman, 2017). Erityisesti ohimolohkojen limbisten alueiden tai aivosaaren etuosan kiihtyneen ja aivokuoren korkean tason säätelystä vapautuneen aktivaation on ehdotettu olevan ominaista mystisten kokemusten aikana tai niitä edeltäen. Muutokset aivosaaren toiminnassa ovat melko systemaattinen löydös meditaation harjoittamisen aikana (Fox ym., 2016). Lisäksi psykedeelisiin itsen kadottamisen kokemuksiin sekä epilepsian yhteydessä ajoittain ilmeneviin ekstaattisiin kokemuksiin saattaa liittyä hyperaktivaatiota tai toiminnallisen konnektiivisuuden heikentymistä ohimolohkojen mediaalialueilla tai salience-verkostossa (Carhart-Harris ym., 2016; Gschwind & Picard, 2016; Lebedev ym., 2015). Tutkimusnäyttöä näiden alueiden toiminnasta mystisten kokemusten aikana on kuitenkin vielä vähän.

Itsen katoamisen kokemuksia on raportoitu erityisesti psykedeelisten tilojen aivokuvantamistutkimuksissa, mikä saattaa heijastaa voimakkaampia itsetietoisuuden muutoksia psykedeelisten aineiden vaikutuksen aikana meditatiivisiin tiloihin verrattuna (Millièrè ym., 2018; Yaden ym., 2017). Siinä missä psykedeelisten aineiden aiheuttamat kokemukset ja aivotoiminnan muutokset ovat välittömiä, meditaation harjoittaminen on pitkälinen ja hiljalleen etenevä prosessi, johon kuuluu useita hienovaraisempia, esimerkiksi tarkkaavaisuuden säätelyyn ja rentoutumiseen liittyviä, kokemuksen ja aivotoiminnan muutoksia. Eri uskontojen mystisissä tapaperinteissä hengellistä harjoittamista pidetään kuitenkin välineenä mystisten tajunnantilojen saavuttamiseen, ja kokeneet meditaation harjoittajat kuvaavat usein voimakkaita minäkokemuksen muutoksia meditatiivisten tilojen aikana (Chen ym., 2011; Lindahl ym., 2017). Hengelliseen harjoittamiseen

liittyvien aivotoiminnan muutosten tutkiminen saattaa näin ollen antaa viitteitä mystisten kokemusten aikaisista tai niihin johtavista aivotoiminnan muutoksista, vaikka täysinmittaisten mystisten kokemusten tahdonalainen tuottaminen meditoinnin keinoin voi olla tutkimusolosuhteissa mahdotonta. Lisäksi omien kokemustensa havainnoinnissa harjaantuneet meditaation harjoittajat saattavat olla erityisen kyvykkäitä kuvaamaan kokemiaan itsetietoisuuden muutoksia tutkimukselle hyödyllisellä tavalla. Tämän lisäksi aivotoiminnan häiriöiden yhteydessä ilmenevien hengellisten kokemusten sekä poikkeavien itsetietoisuuden tilojen aikaisten aivotapahtumien kartoittaminen voi lisätä ymmärrystä mystisiin kokemuksiin liittyvistä minäkokemuksen muutoksista.

Koska mystisten kokemusten todentaminen on täysin koehenkilöiden subjektiivisen kuvauksen varassa, hyötyisi tuleva mystisten kokemusten aivotutkimus koehenkilöiden kokemusten fenomenologisten piirteiden huolellisesta kartoittamisesta. Systemaattinen validoitujen kyselymittareiden käyttö edesauttaisi lisäksi eri tutkimuksissa tehtyjen havaintojen vertailtavuutta. Jatkossa mystisten kokemusten tutkimus saattaisi hyötyä myös aivotutkimushavaintojen vertailemisesta muiden transendenttiseksi luokiteltavien kokemusten, kuten flow-tilojen tai muiden transendenttisten positiivisten tunnetilojen (kuten rakkauden tai suureuden äärellä koetun ihmetyksen, *awe*) parissa tehdyn aivotutkimuksen kanssa. Tällaisille kokemuksille on yhteistä vähentynyt tietoisuus itsestä sekä yhteyden kokemus jonkin itsen ulkopuolisen tai itseä suuremman kanssa (Yaden ym., 2017). Kiinnostavaa olisi saada lisätietoa myös siitä, mitkä tekijät vaikuttavat spontaanisti ilmenevien mystisten kokemusten ja niihin liittyvien itsetietoisuuden muutosten syntymiseen, ja mitkä tekijät näiden kokemusten tulkitsemiseen mystisiksi tai hengellisiksi. On esimerkiksi mahdollista, että poikkeavat sensoriset olosuhteet, kuten voimakkaan rytmiset ritualistiset seremoniat tai voimakas aistideprivaatio aiheuttavat muutoksia autonomisen hermoston toiminnassa tai aivojen kehollisen tiedon käsittelyssä, mikä saattaa johtaa mystisten kokemusten kaltaisiin muuntuneisiin itsetietoisuuden tiloihin (Millier ym., 2018; Newberg & D'Aquily, 2000). Lisäksi on havaittu, että transendenttisiä kokemuksia esiintyy tilanteissa, joihin liittyy voimakas visuospatiaalisen perspektiivin muutos, kuten korkeilla vuorilla tai astronauttien katsoessa maapalloa avaruudesta käsin (Arzy ym., 2005; Yaden ym., 2016). Toisaalta psykedeelisten aineiden vaikutuksiin tiedetään kuuluvan lisääntynyt herkkyys kontekstuaalisille vihjeille (Carhart-Harris ym., 2018), mikä saattaa joissain tilanteissa edesauttaa tällaisten kokemusten tulkitsemista mystisiksi tai hengellisiksi (Gukasyan & Nayak, painossa). Kiinnostavia ovat myös spekulatiiviset ehdotukset mystisten kokemusten evolutiivisesta merkityksestä. Tällaisissa spekulatioissa mystisten kokemusten on ehdotettu liittyvän eksistentiaalisen ahdistuksen ja turvattomuuden

tunteen ratkaisemiseen sekä tunnetason yhteyden, turvallisuuden kokemuksen ja kontrollin tunteen palauttamiseen (Newberg & D'Aquily, 2000; Ostow 2004).

Lähdeluettelo

Andersen, M., Schjoedt, U., Nielbo, K. L., & Sørensen, J. (2014). Mystical experience in the lab. *Method & Theory in the Study of Religion*, *26*, 217–245.

Arzy, S., Idel, M., Landis, T., & Blanke, O. (2005). Why revelations have occurred on mountains? Linking mystical experiences and cognitive neuroscience. *Medical hypotheses*, *65*, 841–845.

Arzy, S., & Schurr, R. (2016). “God has sent me to you”: Right temporal epilepsy, left prefrontal psychosis. *Epilepsy & Behavior*, *60*, 7–10.

Barrett F.S. & Griffiths R.R. (2017). Classic Hallucinogens and Mystical Experiences: Phenomenology and Neural Correlates. Teoksessa A.L. Halberstadt, F.X. Vollenweider & D.E. Nichols (toim.), Behavioral Neurobiology of Psychedelic Drugs. *Current Topics in Behavioral Neurosciences*, *36* (393–430). Berliini: Springer.

Beauregard, M., & Paquette, V. (2006). Neural correlates of a mystical experience in Carmelite nuns. *Neuroscience letters*, *405*, 186–190.

Blanke, O. (2012). Multisensory brain mechanisms of bodily self-consciousness. *Nature Reviews Neuroscience*, *13*, 556–571.

Brefczynski-Lewis, J. A., Lutz, A., Schaefer, H. S., Levinson, D. B., & Davidson, R. J. (2007). Neural correlates of attentional expertise in long-term meditation practitioners. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, *104*, 11483–11488.

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. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *108*, 20254–20259.

Brewer, J. A., & Garrison, K. A. (2014). The posterior cingulate cortex as a plausible mechanistic target of meditation: Findings from neuroimaging. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1307*, 19–27.

Bueti, D., & Walsh, V. (2009). The parietal cortex and the representation of time, space, number and other magnitudes. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*, 1831–1840.

Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological bulletin*, *132*, 180.

- Carhart-Harris, R. L., & Friston, K. J. (2010). The default-mode, ego-functions and free-energy: A neurobiological account of Freudian ideas. *Brain*, *133*, 1265–1283.
- Carhart-Harris, R. L., Erritzoe, D., Williams, T., Stone, J. M., Reed, L. J., Colasanti, A., ... & Hobden, P. (2012). Neural correlates of the psychedelic state as determined by fMRI studies with psilocybin. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*, 2138–2143.
- Carhart-Harris, R. L., Leech, R., Erritzoe, D., Williams, T. M., Stone, J. M., Evans, J., ... & Nutt, D. J. (2013). Functional connectivity measures after psilocybin inform a novel hypothesis of early psychosis. *Schizophrenia bulletin*, *39*, 1343–1351.
- Carhart-Harris, R. L., Leech, R., Hellyer, P. J., Shanahan, M., Feilding, A., Tagliazucchi, E., ... & Nutt, D. (2014). The entropic brain: A theory of conscious states informed by neuroimaging research with psychedelic drugs. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 20.
- Carhart-Harris, R. L., Muthukumaraswamy, S., Roseman, L., Kaelen, M., Droog, W., Murphy, K., ... & Leech, R. (2016). Neural correlates of the LSD experience revealed by multimodal neuroimaging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *113*, 4853–4858.
- Carhart-Harris, R. L., Roseman, L., Haijen, E., Erritzoe, D., Watts, R., Branchi, I., & Kaelen, M. (2018). Psychedelics and the essential importance of context. *Journal of Psychopharmacology*, *32*, 725–731.
- Carhart-Harris, R. L., & Friston, K. J. (2019). REBUS and the anarchic brain: Toward a unified model of the brain action of psychedelics. *Pharmacological reviews*, *71*, 316–344.
- Cavanna, A. E., & Trimble, M. R. (2006). The precuneus: A review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain*, *129*, 564–583.
- Chan, D., Anderson, V., Pijnenburg, Y., Whitwell, J., Barnes, J., Scahill, R., ... & Fox, N. C. (2009). The clinical profile of right temporal lobe atrophy. *Brain*, *132*, 1287–1298.
- Chen, Z., Qi, W., Hood Jr, R. W., & Watson, P. J. (2011). Common core thesis and qualitative and quantitative analysis of mysticism in Chinese Buddhist monks and nuns. *Journal for the Scientific Study of Religion*, *50*, 654–670.
- Craig, A. D (2009). How do you feel – now? The anterior insula and human awareness. *Nature reviews neuroscience*, *10*, 59–70.

- Cristofori, I., Bulbulia, J., Shaver, J. H., Wilson, M., Krueger, F., & Grafman, J. (2016). Neural correlates of mystical experience. *Neuropsychologia*, *80*, 212–220.
- Devinsky, O., & Lai, G. (2008). Spirituality and religion in epilepsy. *Epilepsy & Behavior*, *12*, 636–643.
- Fingelkurts, A. A., Fingelkurts, A. A., Bagnato, S., Boccagni, C., & Galardi, G. (2012). EEG oscillatory states as neuro-phenomenology of consciousness as revealed from patients in vegetative and minimally conscious states. *Consciousness and cognition*, *21*, 149–169.
- Fox, M. D., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., Corbetta, M., Van Essen, D. C., & Raichle, M. E. (2005). The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *102*, 9673–9678.
- Fox, K. C., Dixon, M. L., Nijeboer, S., Girn, M., Floman, J. L., Lifshitz, M., ... & Christoff, K. (2016). Functional neuroanatomy of meditation: A review and meta-analysis of 78 functional neuroimaging investigations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *65*, 208–228.
- Granqvist, P., Fredrikson, M., Unge, P., Hagenfeldt, A., Valind, S., Larhammar, D., & Larsson, M. (2005). Sensed presence and mystical experiences are predicted by suggestibility, not by the application of transcranial weak complex magnetic fields. *Neuroscience letters*, *379*, 1–6.
- Granqvist, P., & Larsson, M. (2006). Contribution of religiousness in the prediction and interpretation of mystical experiences in a sensory deprivation context: activation of religious schemas. *The Journal of psychology*, *140*, 319–327.
- Greicius, M. D., Supekar, K., Menon, V., & Dougherty, R. F. (2009). Resting-state functional connectivity reflects structural connectivity in the default mode network. *Cerebral cortex*, *19*, 72–78.
- Griffiths, R. R., Richards, W. A., McCann, U., & Jesse, R. (2006). Psilocybin can occasion mystical-type experiences having substantial and sustained personal meaning and spiritual significance. *Psychopharmacology*, *187*, 268–283.
- Griffiths, R. R., Richards, W. A., Johnson, M. W., McCann, U. D., & Jesse, R. (2008). Mystical-type experiences occasioned by psilocybin mediate the attribution of personal meaning and spiritual significance 14 months later. *Journal of psychopharmacology*, *22*, 621–632.

- Griffiths, R. R., Johnson, M. W., Richards, W. A., Richards, B. D., McCann, U., & Jesse, R. (2011). Psilocybin occasioned mystical-type experiences: Immediate and persisting dose-related effects. *Psychopharmacology*, *218*, 649–665.
- Gschwind, M., & Picard, F. (2016). Ecstatic epileptic seizures: A glimpse into the multiple roles of the insula. *Frontiers in behavioral neuroscience*, *10*, 21.
- Gukasyan, N., & Nayak, S. M. (painossa). Psychedelics, placebo effects, and set and setting: insights from common factors theory of psychotherapy. *Transcultural Psychiatry: Cultural Contexts and Ethical Issues in the Therapeutic Use of Psychedelics*.
- Hood Jr., R.W., Hill, P. C., & Spilka, B. (2018). *The Psychology of Religion: An empirical approach*. New York, London: The Guilford press.
- James, W. (1981). *Uskonnollinen kokemus* (suom. E. Saari). Hämeenlinna: Karisto.
- Johnstone, B., Bodling, A., Cohen, D., Christ, S. E., & Wegrzyn, A. (2012). Right parietal lobe-related “selflessness” as the neuropsychological basis of spiritual transcendence. *International Journal for the Psychology of Religion*, *22*, 267–284.
- Josipovic, Z., Dinstein, I., Weber, J., & Heeger, D. J. (2012). Influence of meditation on anti-correlated networks in the brain. *Frontiers in human neuroscience*, *5*, 183.
- Kapogiannis, D., Barbey, A. K., Su, M., Krueger, F., & Grafman, J. (2009). Neuroanatomical variability of religiosity. *Plos one*, *4*, e7180.
- Kometer, M., Pokorny, T., Seifritz, E., & Volleinweider, F. X. (2015). Psilocybin-induced spiritual experiences and insightfulness are associated with synchronization of neuronal oscillations. *Psychopharmacology*, *232(19)*, 3663–3676.
- Laeng, B. (2013). Representation of spatial relations. Teoksessa K.N. Ochsner & S. Kosslyn (toim.), *The Oxford handbook of cognitive neuroscience, Volume 1: Core topics*. New York: Oxford University Press Inc.
- Lebedev, A. V., Lövdén, M., Rosenthal, G., Feilding, A., Nutt, D. J., & Carhart-Harris, R. L. (2015). Finding the self by losing the self: Neural correlates of ego-dissolution under psilocybin. *Human brain mapping*, *36*, 3137–3153.
- Liechti, M. E., Dolder, P. C., & Schmid, Y. (2017). Alterations of consciousness and mystical-type experiences after acute LSD in humans. *Psychopharmacology*, *234*, 1499–1510.

- Lindahl, J. R., Fisher, N. E., Cooper, D. J., Rosen, R. K., & Britton, W. B. (2017). The varieties of contemplative experience. A mixed-methods study of meditation-related challenges in Western Buddhists. *PloS one*, *12*, e0176239.
- MacLean, K. A., Leoutsakos, J. M. S., Johnson, M. W., & Griffiths, R. R. (2012). Factor analysis of the mystical experience questionnaire: a study of experiences occasioned by the hallucinogen psilocybin. *Journal for the scientific study of religion*, *51*, 721–737.
- Mason, M. F., Norton, M. I., Van Horn, J. D., Wegner, D. M., Grafton, S. T., & Macrae, C. N. (2007). Wandering minds: The default network and stimulus-independent thought. *Science*, *315*, 393–395.
- Millière, R., Carhart-Harris, R. L., Roseman, L., Trautwein, F. M., & Berkovich-Ohana, A. (2018). Psychedelics, meditation, and self-consciousness. *Frontiers in psychology*, *9*, 1475.
- Muthukumaraswamy, S. D., Carhart-Harris, R. L., Moran, R. J., Brookes, M. J., Williams, T. M., Erritzoe, D., ... & Feilding, A. (2013). Broadband cortical desynchronization underlies the human psychedelic state. *Journal of Neuroscience*, *33*, 15171–15183.
- Newberg, A. B., & d'Aquili, E. G. (2000). The neuropsychology of religious and spiritual experience. *Journal of Consciousness Studies*, *7*, 251–266.
- Newberg, A., Alavi, A., Baime, M., Pourdehnad, M., Santanna, J., & d'Aquili, E. (2001). The measurement of regional cerebral blood flow during the complex cognitive task of meditation: A preliminary SPECT study. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *106*, 113–122.
- Newberg, A., Pourdehnad, M., Alavi, A., & d'Aquili, E. G. (2003). Cerebral blood flow during meditative prayer: preliminary findings and methodological issues. *Perceptual and motor skills*, *97*, 625–630.
- Newberg, A. B., Wintering, N. A., Yaden, D. B., Waldman, M. R., Reddin, J., & Alavi, A. (2015). A case series study of the neurophysiological effects of altered states of mind during intense Islamic prayer. *Journal of Physiology-Paris*, *109*, 214–220.
- Northoff, G., Heinzl, A., De Greck, M., Bermpohl, F., Dobrowolny, H., & Panksepp, J. (2006). Self-referential processing in our brain – Meta-analysis of imaging studies on the self. *Neuroimage*, *31*, 440–457.
- Ostow, M. (2004). Psychodynamics of spirituality. *International Journal of Applied Psychoanalytic Studies*, *1*, 47–60.

- Owen, A. D., Hayward, R. D., Koenig, H. G., Steffens, D. C., & Payne, M. E. (2011). Religious factors and hippocampal atrophy in late life. *PLoS One*, *6*, e17006.
- Pagnoni, G. (2012). Dynamical properties of BOLD activity from the ventral posteromedial cortex associated with meditation and attentional skills. *Journal of Neuroscience*, *32*, 5242–5249.
- Pahnke, W. N. (1967). LSD and religious experience. Teoksessa, *LSD man & society* (s. 160–181). Middletown, CT: Wesleyan University Press.
- Palhano-Fontes, F., Andrade, K. C., Tofoli, L. F., Santos, A. C., Crippa, J. A. S., Hallak, J. E., ... & de Araujo, D. B. (2015). The psychedelic state induced by ayahuasca modulates the activity and connectivity of the default mode network. *PloS one*, *10*, e0118143.
- Persinger, M. A., & Healey, F. (2002). Experimental facilitation of the sensed presence: Possible intercalation between the hemispheres induced by complex magnetic fields. *The Journal of nervous and mental disease*, *190*, 533–541.
- Picard, F., & Craig, A. D. (2009). Ecstatic epileptic seizures: a potential window on the neural basis for human self-awareness. *Epilepsy & Behavior*, *16*, 539–546.
- Pierre, L. S., & Persinger, M. A. (2006). Experimental facilitation of the sensed presence is predicted by the specific patterns of the applied magnetic fields, not by suggestibility: Re-analyses of 19 experiments. *International Journal of Neuroscience*, *116*, 1079–1096.
- Raichle, M. E., MacLeod, A. M., Snyder, A. Z., Powers, W. J., Gusnard, D. A., & Shulman, G. L. (2001). A default mode of brain function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *98*, 676–682.
- Raichle, M. E. (2015). The brain's default mode network. *Annual review of neuroscience*, *38*, 433–447.
- Richards W.A. (2016). *Sacred knowledge: Psychedelics and Religious Experiences*. New York: Columbia University Press.
- Roseman, L., Leech, R., Feilding, A., Nutt, D. J., & Carhart-Harris, R. L. (2014). The effects of psilocybin and MDMA on between-network resting state functional connectivity in healthy volunteers. *Frontiers in human neuroscience*, *8*, 204.
- Seghier, M. L. (2013). The angular gyrus: Multiple functions and multiple subdivisions. *The Neuroscientist*, *19*, 43–61.

- Shapiro D.H. (2008). *Meditation: Self-Regulation Strategy and Altered State of Consciousness*. New York, NY: Aldine De Gruyter.
- Speth, J., Speth, C., Kaelen, M., Schloerscheidt, A. M., Feilding, A., Nutt, D. J., & Carhart-Harris, R. L. (2016). Decreased mental time travel to the past correlates with default-mode network disintegration under lysergic acid diethylamide. *Journal of Psychopharmacology*, *30*, 344–353.
- Stace WT (1960). *Mysticism and philosophy*. New York: Macmillan Press.
- Tagliazucchi, E., Roseman, L., Kaelen, M., Orban, C., Muthukumaraswamy, S. D., Murphy, K., ... & Bullmore, E. (2016). Increased global functional connectivity correlates with LSD-induced ego dissolution. *Current Biology*, *26*, 1043–1050.
- Tang, Y. Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, *16*, 213–225.
- Urgesi, C., Aglioti, S. M., Skrap, M., & Fabbro, F. (2010). The spiritual brain: selective cortical lesions modulate human self-transcendence. *Neuron*, *65*, 309–319.
- Van Elk, M. (2014). An EEG study on the effects of induced spiritual experiences on somatosensory processing and sensory suppression. *Journal for the Cognitive Science of Religion*, *2*, 121.
- Van Elk, M., & Aleman, A. (2017). Brain mechanisms in religion and spirituality: An integrative predictive processing framework. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *73*, 359–378.
- Wang, D. J., Rao, H., Korczykowski, M., Wintering, N., Pluta, J., Khalsa, D. S., & Newberg, A. B. (2011). Cerebral blood flow changes associated with different meditation practices and perceived depth of meditation. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *191*, 60–67.
- Wuerfel, J., Krishnamoorthy, E. S., Brown, R. J., Lemieux, L., Koepp, M., Van Elst, L. T., & Trimble, M. R. (2004). Religiosity is associated with hippocampal but not amygdala volumes in patients with refractory epilepsy. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, *75*, 640–642.
- Yaden, D. B., Iwry, J., Slack, K. J., Eichstaedt, J. C., Zhao, Y., Vaillant, G. E., & Newberg, A. B. (2016). The overview effect: Awe and self-transcendent experience in space flight. *Psychology of Consciousness: Theory, Research, and Practice*, *3*, 1–11.
- Yaden, D. B., Haidt, J., Hood Jr, R. W., Vago, D. R., & Newberg, A. B. (2017). The varieties of self-transcendent experience. *Review of general psychology*, *21*, 143–160.

