

Jussi Valtonen

psykologi ja kirjailija



Ihmisaivojen ajatellaan muodostavan ulkomaailmasta mielensisäisiä edustumia, joiden varassa pysymme tekemään aistihavaintoja, toimimaan ja muistamaan, mitä on tapahtunut. Näiden edustumien luonnetta ja hermostollista perustaa ei tunneta vielä täysin. Väitöstutkimuksella oli kaksi tavoitetta. Ensisijaisena tavoitteena oli hankkia uutta kokeellista näyttöä kognitiivisista edustumista ja niiden hermostollisesta perustasta terveiden ihmisaivojen aisti- ja muistijärjestelmissä. Toisena tavoitteena oli käyttää empiirisiä osatutkimuksia kontekstina, jota vasten kognitiivisen neurotieteen eri menetelmien etuja ja rajoituksia voidaan arvioida. Osatutkimuksia oli yhteensä neljä.

Kognitiiviset edustumat aivojen aisti- ja muistijärjestelmissä

Kolmessa osatutkimuksessa terveiden aivojen toimintaa selvitettiin kokeellisesti tutkimalla aivovaurioista kärsiviä potilaita, joiden tiedonkäsittelykyky ei ole normaali. Yksi koehenkilöistä oli potilas LSJ, joka on sairastanut herpes simplex -viruksen aiheuttaman aivotulehduksen. Sen seurauksena potilaan aivojen mediaalisten temporaalialueiden (MTL) rakenteet ovat vaurioituneet molemminpuolisesti, ja vauriot ulottuvat vasemmalla puolella myös anteriorisille temporaalialueille. MTL-alueiden vaurioituneisiin rakenteisiin kuuluva hippokampus on tuhoutunut lähes täysin.

Hippokampusvaurioiden tiedetään aiheuttavan deklaratiiivisen muistin häiriöitä eli vaikeuksia muodostaa tosiasioista ja tapahtumista uusia muistiedustumia, jotka ovat tietoisesti palautettavissa. Hyvin yksinkertainen motorinen oppiminen sitä vastoin ei näytä olevan yhtä riippuvainen hippokampuksesta. Ennen tätä tutkimusta ei tiedetty, onko motorinen oppiminen mahdollista ilman hippokampusta oppimiskontekstin ollessa tiedonkäsittelyvaatimuksiltaan monimutkainen.

Onko uuden musiikkikappaleen oppiminen mahdollista, jos hippokampus on vaikeasti vaurioitunut? Musiikin soittamista nuoteista pidetään yhtenä kognitiivisesti haastavim-

mista sarjallista taitoa edellyttävistä toiminnoista, johon ihminen pystyy. Siksi uuden musiikkikappaleen soittaminen tarjoaa kiinnostavan mahdollisuuden tutkia kognitiivisesti monimutkaista oppimista. Ennen sairastumistaan potilas LSJ oli taitava amatöörimuusikko, ja hänen kykynsä soittaa alttoviulua ja lukea nuotteja ovat osittain säilyneet. Potilas kärsii aivovaurionsa seurauksena poikkeuksellisen vaikeasta retro- ja anterogradisesta muistihäiriöstä, ja hänen kykynsä deklaratiiivisen aineksen oppimiseen on voimakkaasti heikentynyt. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voisiko hän oppia soittamaan uutta musiikkia nuoteista harjoittelun avulla vaikeasta aivovauriostaan huolimatta.

Hippokampusvaurioista kärsivien potilaiden kykyä oppia soittamaan uutta musiikkia on tutkittu vain kahdessa aiemmassa tutkimuksessa. Molemmista saatiin alustavaa näyttöä siitä, että jonkinasteinen oppiminen olisi mahdollista vauriosta huolimatta. On kuitenkin mahdollista, että tulokset ovat selitettävissä osittain säilyneellä hippokampaalisella kudoksella. Koska LSJ:n aivoissa hippokampaalista kudosta ei ole käytännössä säilynyt lainkaan, hänen oppimiskykyään tutkimalla tarjoutui harvinainen tilaisuus selvittää, onko mahdollista oppia soittamaan uutta musiikkia ilman hippokampusta. Potilasta varten tilattiin



kolme uutta sävellystä. Kappaleita sävellettäessä varmistettiin, että kaikkien kappaleiden musiikilliseen kompleksisuuteen vaikuttavat tekijät saatiin vakioitua. LSJ harjoitteli kahta kappaletta, kolmatta käytettiin verrokkina.

Potilasta pyydettiin soittamaan kappaleet nuoteista sekä ennen harjoittelua että sen jälkeen ja vielä kerran uudelleen kaksi viikkoa harjoittelun jälkeen mahdollisten oppimistulosten pysyvyyden arvioimiseksi. Musiikkiesitysten taso arvioitiin sekä määrällisesti että laadullisesti. Laadullisen arvioinnin teki joukko jousisoittajia, jotka olivat ammattimuusikoita tai alan opiskelijoita. Tulokset osoittivat, että LSJ soitti harjoittelemansa kappaleet paremmin kuin verrokkikappaleen. Oppiminen näkyi tuloksissa heti esitysten jälkeen ja kaksi viikkoa myöhemmin. Tulos on hätkähdyttävä ottaen huomioon, että LSJ:llä ei ollut harjoittelustaan mitään muistikuvaa. Tulos on myös kiinnostava ottaen huomioon potilaan muut, poikkeuksellisen heikot oppimistulokset. Osatutkimus osoitti tietääksemme ensimmäistä kertaa, että uusia muistiedustumia voi muodostua monimutkaisista musiikillisista sekvensseistä pelkkien ei-hippokampaalisten raken-

teiden varassa.

Muistijärjestelmän kuormitus ja epäolennaisten ärsykkeiden prosessointi

Uusien muistiedustumien muodostamisen hermostollista perustaa pyrittiin selvittämään toisessa osatutkimuksessa, jossa muistiedustumien muodostamiseen osallistuvia aivokenteitä tutkittiin magnetoenkefalografian eli MEG:tä avulla.

Terveille koehenkilöille näytettiin numerosarjoja, jotka pyydettiin painamaan mieleen ja jotka pyydettiin toistamaan samassa järjestyksessä. Muistitehtävän aikana koehenkilöille annettiin ääniärsykeitä, jotka olivat muistitehtävän kannalta epäolennaisia ja joista koehenkilöitä pyydettiin olemaan välittämättä. Oppimistehtävän aikana aivojen toiminnan aiheuttamia magneettikenttiä mitattiin MEG:llä. Tulosten mukaan epäolennaisten äänten kortikaalinen prosessointi lisääntyi muistikuorman kasvassa.

Ihmisen tiedonkäsittelyprosessit täydentyvät

Osatutkimusten tulokset viittaavat siihen, että useat eri aivoalueet var-

haisista sensorisista alueista lähtien toimivat terveissä ihmisaivoissa koodinoidusti yhdessä MTL/hippokampaalisen muistijärjestelmän kanssa, kun uusia muistiedustuksia muodostetaan. Metodologisesti väitöskirjan osatutkimukset ovat esimerkki siitä, että tutkimalla kognitiivisia häiriöitä kokeellisilla menetelmillä aivovauriopotilailla saadaan hyödyllistä tietoa ihmisen tiedonkäsittelyn prosesseista ja niiden hermostollisesta perustasta terveissä aivoissa. Aivovaurioista kärsivien potilaiden kokeelliset tutkimukset tarjoavat ainutlaatuisen tarkastelukulman normaaleihin kognitiivisiin prosesseihin ja niiden taustalla oleviin aivorakenteisiin.

Aivovaurioista kärsivien potilaiden kokeellista tutkimusta voitaisiin hyödyntää kognitiivisessa neurotieteessä nykyistä laajemmin. Kun potilastutkimuksia yhdistetään muihin kognitiivisen neurotieteen menetelmiin, eri menetelmien vahvuudet ja rajoitukset täydentävät toisiaan.

Suuri osa väitöstyön osatutkimuksista tehtiin Johns Hopkinsin yliopistossa, jossa tutkija toimi Fulbright-stipendiaattina.

PsM Jussi Valtosen väitöskirja "Cognitive representations in the sensory and memory systems of the human brain: Evidence from brain damage and MEG" tarkastettiin Helsingin yliopiston käyttäytymistieteellisessä tiedekunnassa 16.5.2016. Väitöskirja on luettavissa e-thesis-sivustolla: <http://hdl.handle.net/10138/161456>