

TAMPEREEN AVOIN YLIOPISTO

Jouni Vilkkä

Ihmisen aivokuori ja sen tutkiminen

Kirjallisuusessee 1

67462

Pessi Lyyra: PSYP2 Kognitiivinen neurotiede I

Tampereen avoin yliopisto, lukuvuosi 2014–15

Kirjallisuusessee

Syyslukukausi 2015

2015-10-16

Sisällys

1. Johdanto	1
2. Aivojen solut.....	1
3. Aivokuoren toiminnot.....	2
4. Aivotutkimuksen menetelmiä	3
Lähde.....	4

1. Johdanto

Tämä kirjoitus perustuu lähes täysin teokseen Principles of Neuroscience, johon viitataan alaviitteissä sivunumeroin. Tarkemmat lähdetiedot löytyvät kirjoituksen lopusta. Termien käännoksissä ja joissakin yksityiskohdissa olen hyödyntänyt Pessi Lyyran pitämän kurssin PSYP2 Kognitiivinen neurotiede I luentoja.

2. Aivojen solut¹

Hermojärjestelmä koostuu hermosoluista eli neuroneista, jotka kuljettavat sähköimpulsseina tietoa järjestelmässä, sekä tukisoluista (neuroglial cells), jotka tukevat ja pitävät koossa hermokudosta ja hoitavat muita tärkeitä tehtäviä hermostossa, mutteivät itse kuljeta sähköisiä signaaleja. Kuten soluilla aina, myös hermosoluilla on solukeskus eli sooma, joka pitää sisällään tuman ja muut solun toiminnan kannalta välttämättömät asiat. Muista soluista sen erottavat dendriitit ja aksoni. Dendriitit ovat signaaleja vastaanottavia haarakkeita, joita neuronilla voi olla hyvinkin paljon. Sillä on kuitenkin vain yksi aksoni, jonka kautta se itse lähettää signaalin eteenpäin. Aksonin päässä tosin voi olla useita päätehaaroja, jotka synapsin kautta johtavat signaalin eteenpäin seuraaviin soluihin. Aksonia peittää myeliinituppi, joka toimii eristeenä ja nopeuttaa signaalin etenemistä aksonissa. Neuronin lähettämää signaalia sanotaan aktiopotentiaaliksi (action potential). Hermosolun jännitemuutos voi olla asteittainen, mutta kun tietty kynnyks ylittyy, syntyy aina samansuuruinen aktiopotentiaali. Se aiheuttaa välittäjäaineiden vapautumisen synapsirakoon, jossa ne kulkeutuvat vastaanottavan solun vastaanottajiin eli reseptoreihin, aikaansaaden seuraavan solun jännitteen lisääntymistä (kiihottaminen) tai vähenemistä (ehkäiseminen). Vaikka signaali onkin aina yhtä voimakas, sen tiheys voi vaihdella.

¹ Sivulta 7 alkaen.

Jos seuraava solu saa tarpeeksi kiihotusta edellisestä tai edellisistä soluista tulevista signaaleista, sekin laukaisee oman aktiopotentiaalin ja näin signaali etenee.

3. Aivokuoren toiminnot²

Aivokuori (cortex) koostuu lähinnä neuronien soomaosista ja gliasta. Se on “harmaata ainetta”, joka on ikäänkuin poimuttunutta aivojen kuorta. Sisempänä on “valkoista ainetta”, joka koostuu aksoneista. Kuoren pinta-ala on poimujen (gyri) ja uurteiden (sulci) ansioista paljon suurempi kuin se olisi, jos se olisi tasainen. Isot aivot koostuvat vasemmasta ja oikeasta aivopuoliskosta (cerebral hemispheres), jotka yhdistää aivokurkiainen (corpus callosum). Aivokuoren kumpikin puolisko on jaettu neljään lohkoon, joista kullakin on omat erityistehtävänsä: takaraivolohko (occipital lobe) käsittelee näköaistitietoa, (oikea tai vasen) ohimolohko (temporal lobe) käsittelee kuuloaistitietoa ja kasvojen ja liikkeen havaitsemiseen liittyvää tietoa, päälaenloohko (parietal lobe) integroi eri aistijärjestelmien lähettämän tiedon integroimiseen, ja lopulta otsalohko (frontal lobe) vastaanottaa tietoa muilta lohkoilta ja ohjaa muiden lohkojen toimintaa ja tekee päätöksiä. Aivokuori on siis keskeinen kognitiivisen toimintamme kannalta. Suurin osa siitä on neocortexia, jossa on kuusi kerrosta ikään kuin laminoituna päällekkäin (muilla aivoalueilla kerroksia on vähemmän). Kukin kerros koostuu hyvin pitkälti tietynlaisista soluista. Ihmisen evoluutiohistoria näkyykin neocortexin paksuudessa ja aivojen rakenteessa muutenkin: Muilla nisäkkäillä se on ohuempi ja vähemmän kehittynyt, mutta kaikilla nisäkkäillä on esim. kehittynyt hippocampus. Neocortex on siis evoluutiohistoriassamme uusinta kehitystä, koska se on näin kehittyntä vain ihmisillä, hippocampus selvästi vanhempaa, koska se on kehittynyt kaikilla eli myös paljon vanhemmilla nisäkkäillä.

² Sivu 17 ja s. 20 alkaen.

4. Aivotutkimuksen menetelmiä

Tietoa aivojen toiminnasta on saatu ja saadaan erilaisten aivotoiminnan häiriöiden vaikutuksia tutkimalla (s. 57 alkaen) ja tietysti tutkimalla aivotoimintaa erilaisilla mittauslaitteilla (s. 64 alkaen). Aivojen häiriöihin lukeutuvat tietysti erilaiset aivovammat, ihmisillä tapaturmien tai väkivallan seurauksena, muilla eläimillä myös ikävä kyllä leikkauksin aiheutettuna. Myös psykoaktiivisten lääkkeiden ja huumeiden vaikutuksia tutkimalla saadaan tietoa aivoista.

Lisäksi aivoja voidaan stimuloida sähköllä tai magneettikentällä, sillä ne vaikuttavat hermosolujen toimintaan. Sähköä voidaan johtaa suoraan tietyille aivojen alueille elektrodien avulla. Magneettikenttä aiheutetaan pään ulkopuolella olevalla vahvalla sähkömagneetilla (TMS, transcranial magnetic stimulation), eikä siihen siten liity leikkauksen riskejä. Kenttää muutetaan nopeassa tahdissa, jolloin kentässä olevaan aivokudokseen syntyy hetkellinen sähkökenttä, joka keskeyttää paikallisen aivotoiminnan, aiheuttaen tavallaan virtuaalisen aivovaurion. Vaikutus on siis sama, jonka saa aikaan myös johtamalla aivoihin sähkövirta.

Kaikissa edellä kuvatuissa tapauksissa menetelmien vaikutuksia täytyy arvioida ulkoisesti. Esimerkiksi ystäväni, jolle on tehty aivoleikkaus epilepsian parantamiseksi, kertoi kirurgin stimuloideen eri aivoalueita sähköllä, kysellen samalla erilaisia kysymyksiä ja tarkkaillen potilaan tilaa samalla. Näin voitiin varmistaa, että kyseisiä kohtia voitiin poistaa leikkauksella vaarantamatta potilaan terveyttä. Leikkauksen jälkeen varmistettiin potilaan toimintakyky vielä erilaisilla testeillä, joissa kysyttiin muun muassa erilaisia yleistietoa koskevia kysymyksiä.

Aivoja voidaan kuvantaa paitsi kuvaamalla todellisia (kuolleiden aivojen) leikkeitä, myös tietokoneistetulla tomografialla ja magneettiresonanssikuvauksella (MRI). Näistä ensin mainittu on pitkälti korvattu jälkimmäisellä. Molemmissa kuitenkin luodaan aivoista kolmiulotteinen malli, josta voidaan ottaa haluttuja kuvaleikkeitä tutkittaviksi. MRI:n tarkkuus on yleensä millimetrin tai sen osien luokkaa, riippuen käytetyn magneetin voimakkuudesta. Tällaisella kuvantamismenetelmällä voidaan havaita esimerkiksi aivovauriot, muttei aivotoimintaa.

Aivotoiminnan mittaamiseen käytetään elektrofysiologista mittaamista (mitataan yksittäisten neuronien toimintaa, mikä vaatii mittareiden asettamista aivoihin leikkauksessa), tai sitten jotain kallonulkopuolisista mittaamenetelmistä, kuten aivosähkökäyrän mittaaminen pään pinnalle asetetun elektrodimyssyn avulla (EEG, elektroenkefalografia), tutkimalla EEG:stä eristettyjä tapahtumasidonnaisia jännitevasteita (ERP, event-related potentials). Näillä saadaan menetelmillä saadaan hyvä ajallinen erottelukyky. Parempi paikkatarkkuus saadaan kuitenkin magnetoenkefalografialla (MEG), joka on menetelmänä samankaltainen kuin EEG, mutta mittaa aivotoiminnan aiheuttamia päänulkopuolisia magneettikenttiä. Jos halutaan keskittyä parempaan paikalliseen erottelukykyy, voidaan käyttää positroniemissiotopografiaa (PET) tai funktionaalista magneettiresonanssikuvausta (fMRI). Edellinen vaatii radioaktiivisten aineiden syöttämistä tutkittavan elimistöön, mikä on yksi syistä fMRI:n laajempaan käyttöön. Elektrofysiologinen mittaus, EEG, ja MEG mittaavat suoraan neuraalista toimintaa, kuten myös juuri tiedeuutisiin päässyt optinen kuvaaminenkin, jossa havainnoidaan laserin erilaista heijastumista sen perusteella, onko neuroni aktivoitunut vai ei. PET ja fMRI sen sijaan mittaan neuronien toimintaa välillisesti: aktivoituneilla aivoalueilla aineenvaihdunta kiihtyy ja näillä menetelmillä voidaan havaita siitä aiheutuvia seurauksia, kuten radioaktiivisesta hajoamisesta aiheutuneita gammasäteitä tai hemoglobinin magneettiresonanssin muutoksia sen mukaan, onko siihen sitoutunut happea vai ei.

Vaikka etenkin uudemmat metodit, erityisesti fMRI, ovat suosittuja ja niiden avulla on saatu paljon uutta tietoa aivotoiminnasta, parhaiten kuitenkin tietoa saadaan yhdistämällä eri menetelmiä, eli tekemällä monimetoditutkimusta.

Lähde

Purves, Brannon, Cabeza, Huettel, LaBar, Platt & Woldorff:
Principles of Cognitive Neuroscience.
Sinauer, 2008.