

Otsalohkojen toiminnan arviointi aivovamman jälkeen

Tuulia Isoviita, LK
Syventävien opintojen kirjallinen työ
Tampereen yliopisto
Fysiologian laitos
2008

Ohjaaja:
Kaisa Hartikainen
Fysiologian yliassistentti
Tampereen yliopisto

Tampereen yliopisto

Lääketieteen laitos

Fysiologian laitos

Isoviita, Tuulia: Otsalohkojen toiminnan arviointi aivovamman jälkeen

Kirjallinen työ

Ohjaaja: Fysiologian yliassistentti Kaisa Hartikainen

Toukokuu, 2008

Avainsanat: reaktioaika, subjektiiviset oireet, toiminnan ohjaus, neuropsykologia

Otsalohkojen toiminta on edellytys älylliselle ja luovalle toiminnalle. Otsalohkojen koko, sijainti sekä niiden laajat yhteydet muille aivoalueille tekevät otsalohkoista vaurioherkät. Aivovammojen jälkeen ilmenevien käyttäytymiseen ja kognitioon liittyvien ongelmien ajatellaan johtuvan otsalohkojen häiriintyneestä toiminnasta. Otsalohkojen vaurioituessa potilaalle saattaa jäädä neuropsykologisia tai -psykiatrisia oireita, joiden objektiivinen havaitseminen on tärkeää sekä vakuutusosoikeudellisten kysymysten, kuntoutuksen että hoidon suunnittelun kannalta. Aina aivovamman jälkioireita ei pystytä objektiivisesti todentamaan. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää voidaanko otsalohkoja monipuolisesti kuormittavalla reaktioaikatestillä havaita otsalohkojen toimintahäiriö aivovamman jälkioireiden taustalla. Tutkimukseen osallistui 18 aivovamppopotilasta, joiden vammat vaihtelivat hyvin lievistä keskivaikeaan. Tutkimus osoitti, että otsalohkoja monipuolisesti kuormittavasta näkö tarkkaavaisuustestistä suoriutuminen on heikompaa oireita kokevilla kuin oireettomilla: sekä reaktioajat että virheiden lukumäärä olivat suuremmat oireita kokevilla kuin oireettomilla. Tutkimuksessa käytetty testi erotteli oireettomat oireellisistä 62,5 %:n sensitiivisyydellä ja 80 %:n spesifisyydellä reaktioaikojen osalta sekä 82,5 %:n sensitiivisyydellä ja 70%:n spesifisyydellä virheiden osalta. Kun sekä reaktioaika että virheet otettiin huomioon (raja-arvon ylitys joko reaktioajan tai virheiden osalta) sensitiivisyys nousi 100 %:iin ja spesifisyys oli 70%. Arvioitaessa lievän ja keskivaikean aivovamman aiheuttamia pitkäaikaisvaikutuksia kyseinen testi antaa arvokasta lisäinformaatiota perinteiselle neuropsykologiselle tutkimukselle, kuvantamistutkimuksille ja lääkärin tekemälle kliiniselle tutkimukselle.

Kiitokset:

Kaisa Hartikainen: Kiitos aidosti innostuneesta ja omistautuneesta ohjauksesta!

Synnöve Carlsson

Anna-Maija Koivisto

Aivovamppoprojekti: Minna Wäljas, Suvi Liimatainen, Prasun Dastidar, Juha Öhman, Seppo Soimakallio, Arne Ylinen

Sisällys

1. Johdanto	4
2. Tutkimuksen taustaa	6
2.1 Otsalohkojen normaali toiminta, kognitio ja otsalohkojen toimintahäiriöt	6
2.1.1 Dorsolateraalinen prefrontaalikorteksi	8
2.1.2 Orbitofrontaalikorteksi	9
2.1.3 Anteriorinen cingulum	11
2.1.4 Tutkimuksen kannalta tärkeitä kognition osa-alueita	12
2.2 Aivovammat	16
2.2.1 Lievät aivovammat	20
2.2.2 Keskipaikeat aivovammat	21
2.3 Aivovammojen jälkitilat	21
2.3.1 Neuropsykologiset oireet	22
2.3.2 Neuropsykiatriset oireet	23
3. Tutkimuksen tavoitteet ja merkitys	25
4. Materiaali ja menetelmät	28
4.1 Tutkimuspotilaat	28
4.2 Tutkimusmenetelmä	30
5. Tulokset	33
6. Pohdinta	39
7. Lähteet	45
Liitteet	49

1. Johdanto

Otsalohkot käsittävät lähes puolet ihmisen aivokuoresta. Niiden tehtävänä on ohjata toimintaa ja toimia siten edellytyksenä älylliselle ja luovalle toiminnalle. Ne sovittavat tunnereaktioita ja toimintatarpeita yhteen ympäristön kanssa, säätelevät tarkkaavaisuutta ja sen suuntaamista sekä osallistuvat suunnitteluun, päämäärän asettamiseen, ennakkointiin ja toiminnan seurausten arviointiin. Otsalohkoilla on siis merkittävä rooli kaikkien tiedollisten ja älyllisten toimintojen säätelyssä.

Otsalohkojen estotoiminnot mahdollistavat käyttäytymisen hienosäädön tilanteissa, joissa on tarpeellista estää automaattiset tai opitut reaktiot. Otsalohkojen normaali toiminta auttaa toimimaan joustavasti ja sopeutumaan uusiin tilanteisiin. Voidaan myös ajatella, että normaalit otsalohkojen estotoiminnot ovat edellytys luovuudelle. Luovuus sekä käyttäytymisen ja ajattelun joustavuus kärsivät monissa otsalohkoa vaurioittavissa sairauksissa.

Otsalohkojen eri osien ajatellaan vastaavan erilaisista estotoiminnoista. Otsalohkojen orbitofrontaalialueen ajatellaan osallistuvan mm. tunnereaktioiden estoon (Hartikainen et al. 2001), kun taas otsalohkojen lateraalialueiden ajatellaan osallistuvan tarkkaavaisuuteen liittyviin estotoimintoihin (Hartikainen & Knight 2003).

Otsalohkovaurion erityisesti orbitofrontaalialueella tiedetään johtavan monenlaisen estotoimintojen heikkouteen, joka selittää näillä potilailta nähtävää impulssikontrollin heikkoutta ja estotonta käyttäytymistä. Tarkkaavaisuuden ja työmuistin ongelmat, ajattelun joustamattomuus ja konkreettisuus sekä juuttumistaipumus ovat kaikki otsalohkojen toimintahäiriöiden oireita. Apinoilla otsalohkojen orbitofrontaaliset vauriot on yhdistetty tunnereaktioiden säätelyn heikkenemiseen (Helkala ja Riekkinen 1993). Orbitofrontaalisten alueiden ajatellaan liittävän tunnekokemukset havaintoihin. Tämän voidaan ajatella selittävän otsalohkojen vaurioon ihmisillä liittyvää sosiaalisesti tai emotionaalisesti epäasiallista käyttäytymistä.

Toisin kuin pitkään luultiin, otsalohkot eivät ole älykkyyden sijaintipaikka. Otsalohkovauriopotilaiden jokapäiväisen elämän ongelmat eivät näytä liittyvän älykkyyden heikkenemiseen vaan pikemminkin kyvyttömyyteen ratkaista ongelmallisia

tilanteita sekä järjestää ja suunnitella toiminta tilanteeseen sopivalla tavalla. (Helkala & Riekkinen 1993)

Kuitenkin otsalohkojen merkitys älyllisten toimintojen, toiminnanohjauksen ja käyttäytymisen kannalta tulee esille monissa sairauksissa, joiden uskotaan häiritsevän otsalohkojen normaalia toimintaa. Tällaisia sairauksia ovat aivovamma, epilepsia, skitsofrenia, masennus, ADHD, Parkinsonin tauti, MS-tauti ja frontaalilohkodementia (Rosen et al. 2002). (Hartikainen & Knight 2003)

Suomessa aivovamman saa vuosittain 15 000 -20 000 henkilöä. Aivovammapotilailla erilaiset neuropsykologiset ja -psykiatriset oireet ovat tavallisia. Aivovammaliiton arvion mukaan lievän aivovamman saaneista 15 %:lle ja keskivaikean aivovamman seurauksena 50%:lle potilaista jää pitkäaikaisia tai pysyviä oireita. (Käypä Hoito, 2005)

Frontaalilohkot ovat vaurioherkkiä: diffuusikin aivovamma aiheuttaa helposti juuri frontaalilohkon vaurioita ja toimintahäiriöitä. Sekä fokaalisten kontuusoiden että diffuusin aksonivaurion on todettu vaikuttavan erityisesti frontaali- ja temporaalilohkoihin (Fork et al. 2005). Vaikka rakenteellista vammaa ei otsalohkoissa nähtäisikään, funktionaalisiin neurokuvantamismenetelmin ja neuropsykologisten testien avulla voidaan todeta häiriöitä otsalohkojen toiminnassa. Tämä osoittaa, että frontaalikorteksin toiminta on helposti häiriintyvää ja että toimintahäiriöön ei aina voida liittää morfologista vauriota. (Goldberg & Bougakov 2005)

Aivovammojen on todettu aiheuttavan ongelmia tarkkaavaisuuden ylläpidossa, keskittymisessä, muistitoiminnoissa, oppimisessa sekä aloite-, arviointi- ja suunnittelukyvyssä. Toiminnan ohjaus (toiminnan suunnittelu ja organisointi, toimintamallien aktivointi, tehtävän suorittamista häiritsevien ärsykkeiden poissulkeminen, toimintatavan muuttaminen) saattaa heikentää. Ongelmia aiheuttavat myös työmuistin heikentyminen, toiminnan ja ajattelun hidastuminen ja juuttuminen sekä toimintojen, tunteiden ja käyttäytymisen hallinnan vaikeudet, kuten ärsykeherkkyys, äkkipikaisuus, ärtyneisyys, arvaamattomuus, korostuneet mielialan vaihtelut. Tyypillisiä neuropsykiatrisia oireita ovat masennus ja ahdistushäiriöt.

Joskus kognitiiviset toiminnot ovat neuropsykologisten testien valossa normaaleja vaikka potilaalla olisikin vaikeuksia selvittää jokapäiväisistä haasteista käytösongelmien, keskittymiskyvyn puutteen ja suunnitteluvaikeuksien takia (Helmstaeder 2001). Mikään otsalohkojen testaamiseen rutiininomaisesti käytetty neuropsykologinen testi (Wisconsin Card Sorting Test, Phonemic Verbal Fluency, Stroop Color Word Interference Test) ei ole frontaalialueen vaurioille spesifinen (Alvarez & Emory, 2006).

Lievätkin oireet voivat merkittävästi haitata potilaan selviytymistä päivittäisissä toimissa, työssä ja sosiaalisissa suhteissa. Aina lieviä toimintahäiriöitä ei kuitenkaan pystytä todentamaan. Kognition ongelmien objektiivinen havaitseminen on tärkeää sekä vakuutusoikeudellisten kysymysten, kuntoutuksen ja hoidon suunnittelun että potilaan jokapäiväisestä elämästä selviytymisen kannalta.

2. Tutkimuksen taustaa

2.1 Otsalohkojen normaali toiminta, kognitio ja otsalohkojen toimintahäiriöt

Otsalohkot käsittävät lähes puolet ihmisen aivokuoresta. Niitä rajaavat takaa sulcus centralis ja sivuilta sulcus lateralikset. Alue voidaan lateraalisesti tarkasteltuna jakaa kolmeen toiminnalliseen osaan: prefrontaaliseen, premotoriseen ja motoriseen. Neljäs toiminnallinen alue on paralimbinen järjestelmä, joka sijaitsee syvällä frontaalilohkon mediaaliosissa. (Krawczyk 2002)

Prefrontaalikorteksi muodostaa suurimman osan frontaalilohkosta. Se voidaan jakaa kolmeen osaan: dorsolateraaliseen prefrontaalikorteksiin, orbitofrontaaliseen korteksiin ja paralimbisiin alueisiin (anterior cingulate). Frontaalialueella on kuvattu kolme frontaalista subkortikaalista rataa, jotka ovat keskeisiä kognitiivisissa, emotionaalisissa ja motivationaalisissa prosesseissa. Näitä ovat dorsolateraalinen, orbitofrontaalinen sekä cingulumin etuosien rata (Chow & Cummings 1999). Edellä mainittujen yhteyksien lisäksi otsalohkoilla on runsaasti yhteyksiä kortikaalisiin, subkortikaalisiin ja aivorungon alueisiin. Prefrontaalialueelle paikantuvat useat korkeammat aivotoinnot, kuten

ennakointi ja suunnittelu, oma-aloitteisuus, mielialan säätely, tahdonvoima, käyttäytyminen ja kieli.

Yksinkertaistetusti voidaan ajatella, että lateraalinen prefrontaalikorteksi vastaa kognitiivisten toimintojen toimeenpanosta ja että orbitofrontaalikorteksi puolestaan vastaa emotionaalisen ja sosiaalisen säätelyn toimeenpanosta (Fuster, 1997). Otsalohkojen posterioristen (premotorinen ja motorinen aivokuori) osien tehtävänä on ensisijaisesti liikkeiden säätely.

Prefrontaalikorteksille keskeiset toiminnot liittyvät toiminnan ohjaukseen sekä persoonallisuuden ja motivaation säätelyyn. Toiminnan ohjaus on prosessi, jossa kognitiiviset systeemit koordinoidaan monimutkaisen tehtävän menestyksellistä suorittamista varten. (Ilonen, 2000). Onnistuneen toiminnan ohjauksen tuloksena kognitiiviset prosessit voidaan järjestää mielekkäästi, mikä mahdollistaa ennakkoinnin ja ongelmallisten tilanteiden ratkaisemisen. Toiminnan suunnittelun, toimintatavan muuttamisen, virheiden korjaamisen ja abstraktin ajattelun voidaan katsoa kuuluvan toiminnan ohjaukseen. Erityisesti dorsolateraalisen prefrontaalikorteksi yhdistetään toiminnan ohjaukseen. Potilailla, joilla on lateraalisen prefrontaalikorteksin vaurio, on puutteita työmuistissa, uusien asioiden prosessoinnissa ja tarkkaavaisuudessa. Potilaat ovat myös häiriöherkkiä, kun epärelevantteja ärsykeitä ei kyetä tarkoituksenmukaisesti estämään. Toiminnan ohjaus ei kuitenkaan ole pelkästään otsalohkojen vastuulla. Anteriorinen cingulate cortex, tyvitumakkeet, dorsomediaalinen talaaminen tumake sekä ventraalinen mesenkefalon ovat mukana toimintaa ohjaamassa. (Goldberg & Bougakov 2005)

Prefrontaalikorteksi on olennainen alue myös persoonallisuuden säätelyssä. Se säätelee estoja, impulsiivisuutta, itsearviokykyä sekä mielialaa. Mielialan säätelyssä vasemmalla ja oikealla hemisfäärillä on erilaiset roolit. Dominantin (oikeakätisillä ja useimmilla vasenkätisillä vasen) puolen vaurioihin voi liittyä masennusta ja ahdistusta, kun taas non-dominantin puolen vaurion seurauksena voi olla välinpitämättömyyttä ja euforiaa. (Hietanen 2005)

Otsalohkot mahdollistavat tunnereaktioiden sekä toimintatarpeiden ja -tapojen sovittamisen yhteen ympäristön asettamien vaatimusten kanssa. Otsalohkojen

vaurioituttua potilaan kognitiiviset taidot voivat säilyä hyvinä, mutta potilas on kyvytön käyttämään niitä aloitteellisesti, suunnitellusti ja kontrolloidusti toiminnanohjauksen häiriöiden vuoksi. Otsalohkojen ja limbisen järjestelmän välillä on kuvattu kaksi ratayhteyttä, jotka molemmat säätelevät tunteiden ilmenemistä. Toinen rata kulkee hippokampuksesta cingulumin kautta ja toinen amygdalasta ohimolohkojen kautta. Näin ollen ei ole yllättävää, että otsalohkojen vaurioihin on usein liitetty tunnetilojen muuttumista: apatiaa ja välinpitämättömyyttä, levottomuutta ja lyhytjännitteisyyttä, aggressiivisuutta, mielialan kohoamista, masennusta tai aloitekyvyn menettämistä. Oireita on selitetty sillä, että otsalohko saa tietoa kaikilta sensorisen aivokuoren alueilta ja on siten ainoa paikka, jossa on tarvittava tieto käyttäytymisen seuraamusten ennustamiseksi sekä toiminnan suunnittelemiseksi ja muuttamiseksi. (Helkala & Riekkinen 1993)

Otsalohkot ovat vastuussa myös tarkkaavaisuudesta ja sen suuntaaminen toiminnan kannalta tärkeään kohteeseen. Apinoilla tehdyissä kokeissa prefrontaalikorteksin vaurioiden on todettu johtavan tarkkaamattomuuteen, herkkään häiriintyvyyteen, juuttumistaipumukseen sekä ympäristöön kohdistuvan uteliaisuuden sekä mielenkiinnon kadottamiseen (Helkala & Riekkinen 1993). Otsalohkojen etuosiin paikannettu suunnittelu, päämäärien asettaminen, ennakointi, toiminnan korjaaminen ja sen seurausten arviointi ohjaavat kaikkea älyllistä toimintaa.

2.1.1 Dorsolateraalinen prefrontaalikorteksi

Dorsolateraaliselta alueelta lähtee yhteyksiä nucleus caudatuksen dorsolateraaliseen päähän. Tämä subkortikaalinen rata liittyy toiminnan ohjaukseen, toiminnan suunnitteluun, toimintatavan muuttamiseen, virheiden korjaamiseen, abstraktiin ajatteluun, sanasujuvuuteen, ongelmanratkaisuun, toimintatavan muuttamiseen estotoimintoihin, työmuistiin, järkeilyyn ja kykyyn organisoida. Työmuistin häiriöt, juuttuminen ja masennus ovat tyypillisiä ratojen toimintahäiriöiden oireita. (Vataja et al. 2007)

Dorsolateraaliset alueet assosioidaan myös muihin kognitiivisiin prosesseihin kuten tarkkaavaisuuteen ja kieleen. fMRI-tutkimukset ovat vahvistaneet, että lateraalisella

prefrontaalikorteksilla on työmuistin, uusien asioiden prosessoinnin ja tarkkaavaisuuden kannalta tärkeä merkitys. Lateraalinen prefrontaalikorteksi auttaa myös käsittelemään relevantteja ärsykeitä ja toisaalta välttämään huomion keskittämistä epätarkoituksenmukaisiin ärsykkeisiin. (Alvarez & Emory, 2006, Hartikainen & Knight 2003).

Dorsolateraalisen alueen toimintahäiriöissä potilaiden oireet vaihtelevat. Toimintahäiriön vaikutukset kohdistuvat johonkin tai joihinkin dorsolateraalisen prefrontaalikorteksin toimintoihin heikentäen niitä. Tyypillistä on toiminnan ohjauksen heikkeneminen, minkä seurauksena potilas ei pysty entiseen tapaan organisoimaan ja suunnittelemaan toimintaansa, muistin heikkeneminen ja väärin vastaus- tai toimintamalleihin juuttuminen. Apinakokeissa juuttumista on selitetty muistinvaraisen toiminnan ohjauksen heikentymisellä (Helkala & Riekkinen 1993). Lateraalisen prefrontaalikorteksin vaurion on myös todettu johtavan lisääntyneeseen häiriöherkkyyteen (Chao & Knight 1995, Woods & Knight 1986).

Dorsolateraalisen prefrontaalikorteksin toimintahäiriöt ja vauriot assosioidaan monenlaisiin neurologisiin ja psykiatrisiin häiriöihin: subkortikaaliseen dementiaan, kortikobasaaliseen degeneraatioon, depression demenciasyndroomaan, HIV-dementiaan, Huntingtonin tautiin, monisystemiatrofiaan, skitsofreniaan, progressiiviseen supranukleaariseen halvaukseen, kasvaimiin sekä aivoverenkiertohäiriöihin.

2.1.2 Orbitofrontaalikorteksi

Orbitofrontaaliselta korteksilta lähtee yhteyksiä ventrolateraaliseen nucleus caudatukseen (lateraalinen rata) sekä ventromediaaliseen caudatukseen (mediaalinen rata). Näistä rakenteista rata jatkuu mediodorsaalisen globus pallidus internan keskiosiin ja rostromediaalisen substantia nigra pars reticulataan. Sieltä aksonit kulkevat anterioriseen ja mediodorsaaliseen talamukseen. Rata päättyy lateraaliseen ja mediaaliseen orbitofrontaalikorteksiin.

Empatia sekä sosiaalisesti oikeanlainen ja sopiva käytös yhdistetään orbitofrontaalisen radan toimintaan. Persoonallisuuden muutokset (estojen löyhtyminen, impulsiivisuus,

itsearviointikyvyttömyys, hyperseksuaalisuus) ovat keskeisiä radan toimintahäiriön oireita. Pakko-oireet, masennus ja mania ovat orbitofrontaalisten ratojen vaurioitumiseen liittyviä tyypillisiä oireita. (Vataja et al. 2007)

Orbitofrontaalilla alueilla on yhteyksiä myös amygdalaan sekä aivokuoren assosiativisiin alueisiin, erityisesti frontaalilohkon heteromodaalisiin osiin. Koska nämä alueet liittävät yhteen limbisiltä alueilta ja sensorisilta alueilta tulevan tiedon, orbitofrontaalisten alueiden voitaisiin olettaa liittävän tunnekokemukset havaintoihin (Helkala & Riekkinen 1993). Orbitofrontaalisen korteksin ajatellaan myös olevan keskeinen käyttäytymisen säätelyssä: se mahdollistaa tilanteeseen sopivan käytöksen ja ohjaa käyttäytymistä motivaation ja tunteiden mukaan. (Hartikainen & Knight 2003, 2008)

Keskeinen orbitofrontaalikorteksin tehtävä on suojata käyttäytymistä ja toimintaa häiriötekijöiden vaikutuksilta. Inhibitoriset säätelytoiminnot välittyvät todennäköisesti kortikaalisen GABAergisen systeemin ja orbitofrontaalikorteksilta lähtevien inhibitoristen kortikohypotalaamisten ratojen kautta. Orbitofrontaalikorteksilla on muun prefrontaalikorteksin ohella merkitystä myös ajan ja ajallisten syy-seuraussuhteiden hahmottamisessa. (Fuster, 1997)

Orbitofrontaalisten alueiden vaurioon liittyy vaikeuksia käytöksen säätelyssä, käytöksen seurauksien arvioinnissa, sosiaalisessa sekä henkilöiden välisessä käyttäytymisessä. Estottomuus, piittaamattomuus tekojen seurauksista, heikentynyt empatiakyky ja mielenteoria ovat tyypillisiä piirteitä orbitofrontaalivaurion jälkeen (Rolls, 2002). Impulssikontrolli on heikentynyt. Orbitofrontaalilla korteksilla oletetaan yhdessä mediaalisen prefrontaalikorteksin kanssa olevan keskeinen rooli myös addiktiossa, ADHD:ssa sekä masennuksessa. (Helmstaeder, 2001)

Orbitofrontaalikorteksin vammalla voi olla huomattavia vaikutuksia potilaan elämään ja sosiaaliseen käyttäytymiseen, vaikka kognitiiviset toiminnot olisivatkin hyvin säilyneitä. Vaikeudet ymmärtää muiden mielialoja, käyttää tunteita avuksi päätöksenteossa ja noudattaa moraalisia normeja ovat usein heikentyneiden sosiaalisten taitojen taustalla.

Klassinen esimerkki orbitofrontaalisen alueen vauriosta on Phineas Gagen tapaus. Vuonna 1848 rautatanko lävisti hänen aivonsa. Gage selvisi ja hänen älykkyytensä ja muistinsa säilyivät. Gagen persoonallisuus kuitenkin muuttui. Mies, joka ennen onnettomuutta oli ollut rauhallinen, järjestelmällinen, tunnollinen ja luotettava, muuttui onnettomuuden jälkeen estottomaksi, aggressiiviseksi ja ailahtelevaiseksi. Gagen ystävien mukaan ”Gage was no longer Gage” (Harlow 1868).

2.1.3 Anteriorinen cingulum

Anteriorisesta cingulumista Broadmanin alueelta 24 ventraaliseen striatumiin kulkeva rata on yksi kolmesta frontaalista subkortikaalisesta radasta. Ventraaliseen striatumiin kuuluvat ventromediaalinen caudatus, ventraalinen putamen, nucleus accumbens ja tuberculus olfactorius. Aluetta kutsutaan myös limbiseksi striatumiksi. Ventraalisesta striatumista hermosyyt kulkevat edelleen rostromediaaliseen globus pallidus internaan, rostradorsaaliseen substantia nigraan ja ventraaliseen pallidumiin. Rata jatkuu mediodorsaalisen talamuksen magnosellulaariseen osaa ja sieltä takaisin anterioriseen cingulumiin. (Goldman-Rakic & Porrini 1985)

Rata säätelee motivoitunutta käyttäytymistä ja radan vauriot liitetään apatiaan. Bilateraalisen anteriorisen cingulumin vamman on todettu aiheuttavan akineettistä mutismia: potilaat ovat syvästi apaattisia, inkontinenteja, liikkuvat hyvin vähän, syövät ja juovat vain jos heitä syötetään tai juotetaan ja heidän puheensa rajoittuu yksitavuisiin vastauksiin. Potilaat eivät osoita tunteita ja ovat täysin välinpitämättömiä ympäristönsä suhteen. (Fuster 1997)

Unilateraalisen anteriorisen cingulumin vammat aiheuttavat vähemmän dramaattisia oireita, joskus ohimenevää akineettistä mutismia. Neuropsykologisissa go-no-go – testeissä potilaiden estotoiminnot ovat heikentyneet. Potilaat kokevat, että heidän kykynsä ajatella luovasti on heikentynyt.

Alzheimerin ja Creutzfeldt-Jakobin taudissa, epilepsiassa, frontotemporaalisessa dementiassa, Huntingtonin taudissa ja MS-taudissa esiintyy anteriorisen cingulumin

toiminnan häiriöitä. Näitä tauteja sairastavilla potilailla apatia on yleinen oire. (Fuster 1999)

2.1.4 Tutkimuksen kannalta tärkeitä kognition osa-alueita

2.1.4.1 Tarkkaavaisuus

Aivojen tiedonkäsittelykapasiteetti on rajallinen. Siksi on tärkeää pystyä suuntaamaan tarkkaavaisuus haluttuun, tietyllä hetkellä toiminnan kannalta tärkeään kohteeseen (Hartikainen et al, 2008). Tärkeän, merkityksellisen ärsykkeen erottaminen merkityksettömästä on olennaista.

Tarkkaavaisuuden voidaan ajatella koostuvan vireystilasta ja suunnatusta tarkkaavaisuudesta (tooninen ja faasinen vireystila) (Mesulam 1981). Aivorunko, talamus ja aivokuori osallistuvat tarkkaavaisuuden säätelyyn. Aivokuoren, erityisesti otsalohkojen, merkitys tarkkaavaisuuden suuntaamisessa on keskeinen.

Aivoverkosto (formatio reticularis) on tärkeä vireystilan säätelijä. Se saa yhteyksiä sekä nousevista että laskevista radoista, mikä mahdollistaa tiedon integroinnin ja vireystilan säätelyn tarpeita vastaavaksi. Huomiokykyä säätelee aivoverkosto yhdessä talamuksen verkkotumakkeiden kanssa. Sensorinen tieto ei kulje talamuksen läpi vapaasti, vaan talamuksen verkkotumakkeet säätelevät tiedon kulkua aivokuorelle. Kun vireystila on korkea, tiedon siirto talamuksen kautta tapahtuu tehokkaasti. Nämä rakenteet ovat keskeisiä myös silloin, kun ärsykkeet halutaan jättää huomiotta. (Helkala & Riekinen 1993)

Otsalohkot voivat vaikuttaa sekä tooniseen että faasiseen vireystilaan, koska niillä on yhteydet sekä limbiseen järjestelmään että talamuksen verkkotumakkeisiin ja koska ne saavat näin tiedon ärsykkeiden tunnmerkityksestä ja tiedollisesta merkityksestä (Mesulam 1981). Otsalohkovaurion saaneilla potilailla tarkkaavuus voi olla häiriintynyt. Erityisesti lateraalisen prefrontaalikorteksin on osoitettu vaikuttavan tarkkaavuuden säätelyyn (D'Esposito & Bradley, 2002). Tarkkaavaisuuden häiriintyminen voi johtaa häiriöherkkyyteen, juuttumiseen, keskittymiskyvyn puutteeseen, impulsiivisuuteen ja

kykenemättömyyteen ylläpitää toimintaa, mikä voidaan nähdä neuropsykologisten testien (Stroop, Trail-making, Digit span) avulla (Ilonen 2000).

Aivokuori ja aivoverkosto toimivat myös vuorovaikutuksessa keskenään. Kun koehenkilölle esitetään uusi ärsyke ja se etenee aivokuorelle, aivokuorella ärsyke tulkitaan uudeksi ja tieto uudesta ärsykkeestä välittyy formatio reticularikseen, mikä johtaa vireystason kasvuun. Kun ärsyke esitetään toistuvasti ts. se ei enää ole uusi, aivokuori viestittää aivorunkoon, että vireyttä voidaan heikentää. (Sokolov 1960)

Tärkeimmät tarkkaavuutta säätelevät aivokuorialueet ovat monitoimisia assosiativisia aivokuorialueita, jotka saavat tietoa paitsi aistispesifisiltä assosiaatioalueilta, myös limbisestä ja paralimbisestä järjestelmästä. Tällaisia ovat prefrontaaliaivokuori, päälakilohkon takaosa ja ohimolohkon alaosa. Näiden alueiden vaurio voi aiheuttaa laajan tarkkaavuuden häiriön, kun taas aistispesifisen assosiaatioalueiden vaurioissa voi ilmetä yhteen aistityyppiin rajoittuvia häiriöitä. (Helkala & Riekkinen 1993)

Tarkkaavuus ja sen onnistunut säätely ovat vireyden, orientoitumisen, ympäristön havainnoinnin ja keskittymisen taustalla. Sekavuustila ja neglect ovat esimerkkejä tarkkaavuuden häiriöstä. Unen ja motivaation puute, stressi, normaalit vireystilan vaihtelut, pelko, jännitys ja eräät lääkkeaineet voivat heikentää tarkkaavuutta. (Helkala & Riekkinen 1993)

Tarkkaavaisuuden arviointiin ei ole puhdasta mittaria. Kuitenkin tarkkaavaisuutta voidaan arvioida testeillä, jotka kuormittavat lyhytaikaista muistia ja vaativat kuulontai näönvaraista tarkkaavaisuutta sekä reaktioaikatesteillä. Usein hidastunut prosessointi on tarkkaavaisuushäiriön taustalla, joten reaktioaikatestien perusteella voidaan mitata prosessoinnin nopeutta ja pyrkiä sitä kautta arvioimaan tarkkaavuuden häiriöitä. (Ilonen 2000)

Tunteet ja tarkkaavaisuus

Emootiot ovat todennäköisesti kehittyneet yksinkertaisista mekanismeista, jotka ovat auttaneet eläimiä välttämään vaaroja ja selviytymään. Evoluution näkökulmasta katsottuna uhkaavien tilanteiden tai ärsykkeiden nopea ja tehokas havaitseminen on

tärkeää. Uhkaavien ärsykkeiden havaitsemisen on todettu olevan nopeaa ja automaattista, vaikka tapahtumat olisivatkin tietoisien huomion ulkopuolella (Öhman 1986, Hartikainen et al. 2007).

Yksinkertaisilla ja evolutiivisesti vanhoilla aivojen osilla on ratkaiseva rooli emotionaaliosessa prosessoinnissa. Nämä rakenteet myös välittävät tietoa ja motivaatiota fylogeneettisesti uudemmille alueille, jotta ne voivat säädellä monimutkaista käyttäytymistä. (Cardinal et al. 2002)

Emotionaalisten ärsykkeiden prosessoinnissa on mukana useita aivojen alueita: amygdala, orbitaaliset ja ventromediaaliset prefrontaalikorteksin osat, anteriorinen cingulum, ohimolohkot sekä näköaivokuori. Nopea, tiedostamaton, mahdollisesti uhkaavien ärsykkeiden prosessointi saattaa tapahtua amygdalassa. Amygdala on keskeinen rakenne myös pelkoon liittyvissä reaktioissa ja pelon ehdollistumisessa (Le Doux 1996).

Emotionaalisilla ärsykkeillä on todettu olevan vaikutuksia sekä reaktioaikoihin että toimintaan yleisemmällä tasolla. Näiden vaikutusten ajatellaan välittyvän tarkkaavaisuuden kautta. On esitetty, että emotionaalisten ärsykkeiden analysointi menee muun tiedonkäsittelyn edelle ja vetää huomion emotionaalisen ärsykkeen prosessointiin, jolloin muu tiedonkäsittely hidastuu (Vuilluermier & Schwartz, 2001). Emotionaalinen ärsyke myös kilpailee tarkkaavuudesta muiden prosessien kanssa (Hartikainen et al. 2000, 2007). Emotionaalisten ärsykkeiden prosessoinnin priorisoinnin oletetaan olevan myös häiriövaikutuksen taustalla: jos koehenkilölle näytetään samanaikaisesti tunnepitoista ja neutraalia ärsykettä, emotionaalisten ärsykkeiden priorisoinnin ajatellaan vievän resursseja neutraalin ärsykkeen prosessoinnista ja täten hidastavan reaktioaikaa. Emotionaalisten ärsykkeiden ajatellaan voivan vaikuttaa käyttäytymiseen myös motivaation kautta. (Pereira et al. 2006)

2.1.4.2 Työmuisti

Työmuisti voidaan jakaa kolmeen osajärjestelmään, joihin kuuluvat keskusyksikkö sekä sen kaksi sisältöspesifistä alayksikköä. Keskusyksikkö koordinoi kuulonvaraisen kielellisen (auditiivis-verbaalinen) sekä näönvaraisen tilahavaintoihin perustuvan (visuospatiaalinen) osajärjestelmän toimintaa. Työmuistin keskeinen tehtävä on

hankitun tiedon lyhytaikainen mielessä säilyttäminen, kun alkuperäinen ärsyke ei ole enää havaittavissa ja kunnes tieto muutetaan halutuksi liikesuoritukseksi. (Kalska, 2006, Ylinen ja Sirviö 1997)

Otsalohkoilla, erityisesti prefrontaalikorteksilla, on keskeinen merkitys lyhytkestoisen työmuistin kannalta. Työmuistia ei kuitenkaan voida paikantaa pelkästään prefrontaalikorteksille: työmuistin toiminnan kannalta tärkeitä ovat paitsi prefrontaalikorteksi, myös prefrontaalikorteksin ja postrolandisen korteksin väliset hermoverkkoyhteydet (Fuster 1999). Otsalohkojen ja aivokuoren takaosien muodostamien hermoverkkopiirien toiminnan häiriintyessä työmuistin toiminnassa alkaa esiintyä ongelmia. Työmuistin tehottomuus voi ilmetä keskittymisen vaikeutumisenä, häiriöherkkyytenä sekä vastaanotetun tiedon nopeana pois pyyhkiytymisenä. Sekä paikalliset että diffuusit häiriöt voivat aiheuttaa puutoksia työmuistissa. Aivovammojen jälkitiloissa oireena esiintyy työmuistin heikkenemistä (Christodoulou et al. 2001, Vanderploeg et al. 2005). Työmuisti voi kuitenkin toimia normaalisti, vaikka asioiden tallentuminen pitkäkestoiseen muistiin ei onnistuisikaan. (Kalska 2006)

2.1.4.3 Estotoiminnot

Kyky estää jo suunniteltuja toimintoja tai reaktioita on käyttäytymisen kannalta erittäin merkityksellinen. Tahdonalainen toiminnan esto ja säätely mahdollistavat joustavan, tilanteeseen sopivan reagoinnin ja harkitun päätöksenteon.

Apinoilla tehtyjen kokeiden tulosten perusteella on päätelty, että ventrolateraalinen prefrontaalikorteksi on toiminnan eston kannalta erityisen keskeinen alue. Prefrontaalikorteksilla ja ventrolateraalilla prefrontaalikorteksilla on vahvat hermoyhteydet suplementariselle motoriselle ja premotoriselle alueelle. Lisäksi ventrolateraalinen prefrontaalikorteksi saa tietoa, joka välittyy prefrontaalikorteksille temporaalisilta alueilta. Nämä yhteydet auttavat ventrolateraalista prefrontaalikorteksia tulkitsemaan sinne tullutta tietoa ja viestittämään sen perusteella, mitkä jo valmisteilla olevista reaktioista tulisi estää. Sen sijaan, että ventrolateraaliset neuronit viestittäisivät, mitä seuraavaksi pitäisi tehdä, ne ovat erikoistuneet kertomaan, mitä seuraavaksi ei pitäisi tehdä ja ovat näin keskeisiä estotoimintojen välittäjiä. (Sakagani, 2006)

Prefrontaalikorteksin vamman saaneet potilaat eivät kykene estämään stereotyyppisiä reaktioita erityisesti tilanteissa, joissa vaaditaan päätösten tekoa ja niiden arviointia (DeHaan, 2007). Häiriöherkkyys, vastausmalleihin juuttuminen ja impulsiivisuus ovat tyypillisiä piirteitä. Ventrolateraalisen prefrontaalikorteksin vauriot heikentävät kykyä estää toimintoja ja muuttaa toimintatapoja.

Kykyä säädellä toimintaa tahdonalaisesti voidaan arvioida testein, joissa koehenkilön tulee pystyä estämään suunniteltu, odotettavissa oleva reaktio tai toiminta sovitun signaalin havaittuaan. Aivovammojen lisäksi ainakin ADHD, skitsofrenia ja kokaiiniriippuvuus heikentävät suoriutumista toiminnan estoa vaativissa tehtävissä (DeHaan, 2007).

2.2 Aivovammat

Vuosittain Suomessa 15 000 -20 000 henkilöä saa aivovamman. Puolet potilaista on 15-34-vuotiaita, kaksi kolmasosaa potilaista on miehiä. Puolet aivovammoista sattuu alkoholin vaikutuksen alaisena. Kaksi kolmasosaa sairaalassa hoidettavista aivovammoista aiheutuu kaatumisesta tai putoamisesta. Pysyvien jälkitilojen esiintyvyydeksi arvioidaan Suomessa 2,3 % eli Suomessa elää noin 100 000 henkilöä, jolla on aivovamman jälkitila. Aivovammat ovat kansantaloudellisesti merkittävä invaliditeetin aiheuttaja. Alle 45 -vuotiailla aivovammat ovat yleisin välitön kuolinsyy ja kaikista vammoista niiden on arvioitu olevan yleisin yksittäinen kuolinsyy. (Käypä hoito 2003)

Aivovamman määritelmän vähimmäiskriteerien mukaan potilaalla tulee olla pään kohdistuneen trauman lisäksi 1) minkä tahansa pituinen tajunnan menetys, 2) millainen tahansa muistin menetys, joka koskee vammaa välittömästi edeltäneitä tai seuraavia tapahtumia, 3) mikä tahansa henkisen toimintakyvyn muutos vammautumisen yhteydessä tai 4) paikallista aivovauriota osoittava neurologinen oire, joka voi olla ohimenevä tai pysyvä. Osoitukseksi riittää myös löydös kuvantamistutkimuksissa.

Aivovamman luokittelu ja vaikeusasteen arviointi voivat perustua vammamekanismiin, kudoksen vaurion luonteeseen tai vaikeusasteeseen. Aivovammat voidaan siten jakaa

avoimiin ja sulkeisiin vammoihin, primääreihin ja sekundaarisiin vammoihin, suoriin ja epäsuoriin vammoihin sekä paikallisiin ja diffuuseihin vammoihin. Samaan vammaan voi liittyä kaikki vauriotyyppejä: ainoastaan avoin ja sulkeinen vamma sulkevat toisensa pois.

Aivojen primaarivaurio on korjaantumaton. Diffuusi aksonivaurio, aivoruhjeet sekä verenvuodot ovat yleisimpiä ja kliinisesti tärkeimpiä vauriotyyppejä. Diffuusi aksonivaurio voi syntyä, kun eri tiheyttä olevat aivoalueet liikkuvat toisiinsa nähden (Gaetz, 2004). Tuoreessa vaiheessa aksonien jäänteet vetäytyvät pallomaisiksi. Vaurio on luonteeltaan mikroskooppinen, mikä vaikeuttaa sen kuvantamista konventionaalisiin radiologisiin menetelmiin. Löydöksiä voidaan kuitenkin todeta joskus magneettikuvauksella tai TT:lla. Kliinisesti vaikea diffuusi aksonivaurio aiheuttaa pitkän tajuttomuuden.

Sekundaarivaurio syntyy viiveellä primaarivaurion jälkeen (minuutteja -päiviä) ja johtaa aivokudoksen lisävaurioon. Ensihoidon päätavoite on estää sekundaarivaurioiden synty. Sekundaarivaurioita esiintyy 90%:lla sairaalassa hoidetuista aivovammapotilaista. Tärkeimpiä sekundaarivaurion aiheuttajia ovat hapenpuute, liian alhainen verenpaine, elektrolyyttihäiriöt sekä kohonnut kallonsisäinen paine. Sekundaarivaurio on ennusteen arvioinnin kannalta tärkeä tekijä.

Aivovammojen luokitteluun mukaan on kliinisesti tärkeää. Jopa 1/3 vammoista on luokiteltu virheellisesti vamman vaikeusasteen suhteen arviointimenetelmän epätarkkuuden vuoksi tai siksi, että mittaria on käytetty väärin. Luokitteluperusteina tulee käyttää tajunnan tasoa Glasgown kooma-asteikolla, posttraumaattisen amnesian kestoa sekä nämä yhdistävää mittaria.

Taulukko 1. Glasgow'n kooma-asteikko

Toiminto	Reagointi	Pisteet
<u>Silmien avaaminen</u>	Spontaanisti	4
	Puheelle	3
	Kivulle	2
	Ei vastetta	1

<u>Puhevaste</u>	Orientoitunut	5
	Sekava	4
	Irrallisia sanoja	3
	Ääntelyä	2
	Ei mitään	1
<u>Paras liikevaste</u>	Noudattaa kehoituksia	6
	Paikallista kivun	5
	Väistää kipua	4
	Fleksio kivulle	3
	Ekstensio kivulle	2
	Ei vastetta	1

Taulukko 2. Aivovamman vaikeusasteen luokittelut tajunnan tason (Glasgow coma scale, GCS) ja muistiaukon keston mukaan (PTA)

Lähde: Aikuisiän aivovammat, Käypä hoito, 2003

PTA:n alkuperäinen jaottelu on esitetty suluissa ja sitä ennen nykyisin useimmiten käytetty versio.

Luokittelu	Vaikeusaste	Taso
GCS	13–15	lievä
	9–12	keskivaikea
	≤ 8	vaikea
PTA	< 24 h (tai < 1 h)	lievä
	1 -7 vrk (tai 1–24 h)	keskivaikea
	> 7 vrk (tai 1–7 vrk)	vaikea
	> 4 vk (tai > 1 vk)	erittäin vaikea

Taulukko 3. Käypä hoito -työryhmän suositus aivovamman vaikeusasteen luokitteluksi
(Lähde: Aikuisiän aivovammat, 2003)

Hyvin lievä vamma

Kaikki seuraavista

GCS-pistemäärä 30 minuutin kuluttua vammasta ja koko seurannan ajan 15.

Ei tajunnan menetystä, amnesian kesto alle 10 minuuttia.

Ei aivovammaan liittyviä kliinisiä neurologisia löydöksiä.

Ei tuoretta kallon tai kallonpohjan murtumaa.

Ei vamman aiheuttamaa löydöstä aivojen TT- tai magneettikuvauksessa (lukuun ottamatta kallonulkoista hematoomaa).

Ei aivovamman edellyttämiä hoitotoimenpiteitä (mukaan luettuna oireiston vaatima yli 12 tunnin sairaalaseuranta, pois luettuna oireenmukaiset lääkitykset)

Lievä vamma

Kaikki seuraavista

GCS-pistemäärä 30 minuutin kuluttua vammasta ja koko seurannan ajan 13–15.

PTA:n kesto enintään 24 tuntia.

Enintään 30 minuutin tajuttomuus.

Ei vamman aiheuttamaa kallonsisäistä löydöstä aivojen TT- tai magneettikuvauksessa.

Ei aivovamman edellyttämiä neurokirurgisia toimenpiteitä.

Keskivaikea vamma

Jokin seuraavista eikä mitään vaikeaan vammaan luokittavia löydöksiä

GCS-pistemäärä 30 minuutin kuluttua vammasta tai jossain vaiheessa sen jälkeen 9–12.

PTA:n kesto yli 24 tuntia mutta alle seitsemän vuorokautta.

Vamman aiheuttama kallonsisäinen löydös aivojen TT- tai magneettikuvauksessa.

Vaikea vamma

Mikä tahansa seuraavista (kuvantamislöydöksistä riippumatta)

GCS-pistemäärä 30 minuutin kuluttua vammasta tai jossain vaiheessa sen jälkeen enintään 8.

PTA:n kesto yli seitsemän vuorokautta.

Leikkaushoitoa edellyttänyt kallonsisäinen muutos (ks. kohta primaaristen aivovammojen luokittelu).

Erittäin vaikea vamma

Jompi kumpi seuraavista

Tajuttomuuden kesto yli seitsemän vuorokautta.

PTA:n kesto yli neljä viikkoa

Aivovamman yhteydessä otsalohkot vaurioituvat helposti. Sekä fokaalisten kontuusoiden että diffuusin aksonivaurion on todettu vaikuttavan erityisesti frontaali- ja temporaalilohkoihin (Fork et al. 2005). Kallon nopeat liikkeet aiheuttavat mikroskooppisia (aksonaalinen, sytokseletaalinen) ja makroskooppisia (kontuusio, hemmorragia) vaurioita, etenkin frontaali- ja temporaalialueilla (Levin et al., 1987). Aivovammapotilailla erilaiset neuropsykologiset ja -psykiatriset oireet ovat tavallisia Kognitiivisten ja affektiivisten oireiden esiintyvyydestä ja syystä ei ole yksimielisyyttä tilanteissa, joissa vamma on lievä tai kun aivovammasta ei ole objektiivisia todisteita (Solbakk, 2001). Aivovammaliiton arvion mukaan 15 %:lle lievän aivovaman saaneista potilaista jää pitkäaikaisia tai pysyviä oireita. Keskivaikean aivovamman saaneista 50% toipuu oireettomiksi. Vaikka suurin osan lievän aivovamman saaneista toipuu hyvin, osalla oireet pitkittyvät. Subjektiiiviset oireet heikentävät elämänlaatua ja aiheuttavat työkyvyttömyyttä.

2.2.1 Lievät aivovammat

Lievissä aivovammooissa diffuusi aksonivaurio on keskeinen vammamekanismi ja sen vaikeusaste voi vaihdella hyvin lievästä hyvin vaikeaan. Toistuvat lievät aivovammat voivat aiheuttaa kumuloituvan haitan (nyrkkeilijät, jalkapalloilijat).

Suuri osa (n. 85%) lievän aivovamman saaneista toipuu hyvin muutamien viikkojen tai kuukausien aikana ja palaa normaaliin elämään. Kolmen kuukauden kuluessa suurin osa potilaista on jo toipunut, mutta 25%:lla on vielä huomattavia subjektiivisia oireita.

Lievissä aivovammoissa akuuttina vaiheena voidaan pitää ensimmäistä vamman jälkeistä kuukautta. Alkuvaiheessa tarkkaavaisuuden, oppimisen ja muistin heikentyminen sekä väsymisalttius ovat tyypillisiä oireita. Äkkipikaisuus, mielialan korostuneet vaihtelut ja ärtyneisyys ovat keskeisiä neuropsykiatrisia oireita. Päänsärkyä ja huimausta voi esiintyä. Posttraumaattisen epilepsian riski on noin 1,5-kertainen normaaliin väestöön verrattuna.

2.2.2 Keskivaikeat aivovammat

Keskivaikeiden ja vaikeiden aivovammat patofysiologian mekanismit ovat monimuotoisia: primaarivauriona on usein sekä paikallista vauriota että diffuusia aksonivauriota. Paikalliset vauriot aiheuttavat sijainnilleen tyypillisiä oireita. Vaikea diffuusi aksonivaurio aiheuttaa lähes aina hetkellistä pidemmän tajuttomuuden. Primaarivaurioihin voi liittyä sekundaarivaurioita. Sekundaarivaurio jää usein havaitsematta. Huomiota tulisikin kiinnittää potilaan kliinisen tilan muutoksiin primaarivaurion jälkeen. Tällöin voitaisiin arvioida sekundaarivaurioiden merkitys. Sekundaarivammat ovat haaste aivovamman vaikeusasteen arvioinnissa. Keskivaikean aivovamman saaneista oireettomiksi toipuu 50%. (Käypä hoito 2003)

2.3 Aivovammojen jälkitilat

Akuutin vaiheen ja jälkitilan välillä ei ole yksiselitteistä rajaa. Lievissä vammoissa akuuttina vaiheena voidaan pitää noin ensimmäistä kuukautta, vaikeissa vammoissa noin ensimmäistä kolmea kuukautta. (Käypä hoito, 2003)

Päänsärky ja huimaus ovat yleisiä oireita, eri aineistojen mukaan niitä esiintyy 15-80%:lla. Paikalliseen ruhjeseen tai intraserebraalihematoomaan liittyvä hemipareesi tai afasia korjaantuu usein hyvin. Myös aivohermo-oireet ovat hyvin korjautuvia anosmiaa lukuun ottamatta. Sen sijaan näkökenttäpuutos ja ataksia jäävät usein pysyviksi. Ekstrapyramidaalijärjestelmän oireita esiintyy n. 10%:lla. (Palomäki et al. 2006)

Aivovamman jälkitilan kehittymiseen vaikuttavat primaarivamman lisäksi lukuisat tekijät. Odotettua huonompi toipuminen lievästä aivovammasta voi johtua useista tekijöistä: vamman primaarisen vaikeusasteen väärinarvioinnista, sekundaarivaurio diagnosoimatta jäämisestä, vammaa edeltäneen toimintakyvyn arvioimatta jäämisestä tai siitä, että taustalla oleva aiempi aivovamma tai muu aivojen kompensatiokykyä heikentävä tila on arvioitu väärin tai jäänyt huomaamatta. (Käypä hoito, aivovammojen jälkitilat, 2003).

Ikä on tärkeä ennustekijä: yli 60 vuoden ikä on merkittävä huonon toipumisen vaaratekijä. Vaara on noin kolminkertainen verrattuna samanasteisen vamman saaneisiin nuoriin aikuisiin ja sitä suurempi, mitä vanhemmasta ikäryhmästä on kyse.

Päihdeongelma ennen vammaa huonontaa ennustetta. Aiempi aivovamma lisää huonon toipumisen vaaraa 2–4-kertaiseksi. Myös apolipoproteiini E:n genotyyppi e4 lisää huonon toipumisen todennäköisyyttä. Korkea koulutustaso ja hyvä kognitiivinen peruskapasiteetti edistävät aivovammasta toipumista.

2.3.1 Neuropsykologiset oireet

Sekä lievissä että vaikeammissa vammoissa esiintyy samoja oireita - ero on yleensä vain oireiden kestossa ja voimakkuudessa sekä oireiston laaja-alaisuudessa. Neuropsykologisen tutkimuksen merkitys on tärkeä jälkitiloja arvioitaessa. (Käypä hoito, 2003).

Aivovammojen on todettu aiheuttavan ongelmia tarkkaavaisuuden ylläpidossa, keskittymisessä, muistitoiminnoissa, oppimisessa sekä aloite-, arviointi- ja suunnittelukyvyssä. Etenkin lievissä vammoissa tyypillisiä ovat tarkkaavaisuuden ongelmat, oppimisen ja muistin heikentyminen ja väsymisalttius. Toiminnan ohjaus (toiminnan suunnittelu ja organisointi, toimintamallien aktivointi, tehtävän suorittamista häiritsevien ärsykkeiden poissulkeminen) saattavat heikentää. Ongelmia aiheuttavat myös toiminnan ja ajattelun hidastuminen ja juuttuminen sekä toimintojen, tunteiden ja käyttäytymisen hallinnan vaikeudet, kuten ärsykeherkkyys, äkkipikaisuus, ärtyneisyys, arvaamattomuus, korostuneet mielialan vaihtelut. Vaikeammissa vammoissa korostuvat hidastuneisuus, oppimisvaikeudet sekä toiminnan suunnittelun ja toteuttamisen vaikeudet. (DeHaan et al. 2007, Kurča et al. 2006, Ashman et al. 2006)

Valkean aineen aksonivaurio on keskeisin mekanismi lievässä aivovammassa (Solbakk, 2001). Vilkki et al. 1996 olettivat, että toiminnanohjauksen heikentyminen liittyy todennäköisemmin aksonivaurioon kuin otsalohkon paikallisiin vaurioihin. Lievän aivovamman jälkeen huimaus, päänsärky, ääni- ja valoherkkyys, väsymys, unihäiriöt, keskittymisvaikeudet, hitaus, häiriöherkkyys, ärsyyntyneisyys ja depressio ovat yleisiä neuropsykologisia oireita. Nämä oireet eivät kuitenkaan ole aivovammalle spesifisiä. Lisäksi oireet ovat usein hyvin subjektiivisia. (Solbakk, 2001)

Joskus kognitiiviset toiminnot ovat neuropsykologisten testien valossa normaaleja vaikka potilaalla olisikin vaikeuksia selvittää jokapäiväisistä haasteista käytösongelmien, keskittymiskyvyn puutteen ja suunnitteluvaikeuksien takia (Helmstaeder 2001).

Lieväkin tarkkaavaisuuden, muistin tai toiminnanohjauksen häiriö voi aiheuttaa potilaalle monenlaisia ongelmia ja vaikeuttaa kuntoutumista. Kognition ongelmien varhainen, objektiivinen havaitseminen on tärkeää ja auttaa yksilöllisten hoito- ja kuntoutussuunnitelmien laatimisessa, hoidon edistymisen seurannassa sekä mahdollisten kuntoutumista estävien tekijöiden löytymisessä. (Ilonen 2000)

2.3.2 Neuropsykiatriset oireet

Neuropsykiatrisilla oireilla tarkoitetaan elimelliseltä pohjalta syntyviä psyykkisiä oireita erotuksena neuropsykologisista häiriöistä. Aivovamman jälkeen ilmeneviä neuropsykiatrisia oireita on 20%:lla lievän vamman saaneista, vakavammissa vammoissa neuropsykiatriset oireet ovat keskeinen osa oirekuvaa. Kuitenkin prefrontaalialueen vamman ja psyykkisen oireiston suhde on ongelmallinen: pienet kontuusiot eivät välttämättä aiheuta lainakaan kliinisiä oireita tai oireet paranevat nopeasti ja toisaalta vähäpätöiseltä vaikuttava vamma voi aiheuttaa selvän persoonallisuuden muutoksen (Hakola & Sulkava 1993)

Aivovamma altistaa psykiatrisille häiriöille. Tavallisimpia ovat mieliala- ja ahdistushäiriöt. Myös lapsilla aivovamma lisää psykiatristen häiriöiden riskiä. Aivovamman seurausten selittäminen potilaalle ja omaisille on tärkeää.

Toimintakyvyn pitkäaikainen heikentyminen on voimakkaammin yhteydessä masentuneisuuteen, ahdistuneisuuteen ja heikkoon itsetuntoon kuin aivovamman vaikeusasteeseen tai kognitiivisiin oireisiin. (Koponen, 2007)

Jopa 1/3:lla aivovamman saaneista on vammaa edeltävästi alkoholin haitallista käyttöä tai alkoholiriippuvuusoireyhtymä. Puolet vammoista sattuu alkoholin vaikutuksen alaisena. Joissakin tutkimuksissa vammaa edeltävät psykiatriset häiriöt ja alkoholin käyttö ovat lisänneet vammanjälkeistä sairastumisriskiä. Aivovamma heikentää alkoholinsietoa. Päihteiden käytön lopettaminen on tärkeää: päihteiden käyttö huonontaa kuntoutumisennustetta ja runsas alkoholinkäyttö voi vaikeuttaa hoitoa. (Koponen, 2007)

Aivovamma lisää masennustilan riskiä. Masennuksen esiintyvyys aivovammapotilailla on 30-40 %. Keskeisiä masennuksen oireita ovat toivottomuuden ja arvottomuuden tunteet sekä mielihyvän katoaminen. Vasemman prefrontaalialueen harmaan aineen tilavuuden on todettu olevan pienempi masentuneilla kuin muilla aivovammapotilailla. Vasemmanpuoleinen dorsolateraalinen frontaalialue ja vasemmanpuoleisten tyvitumakkeiden vaurioilla yhteys masennustilaan. Päihteiden käytöllä on yhteys kohonneeseen itsemurhariskiin. Vamman vaikeusasteen yhteydestä masennustilaan on ristiriitaista tietoa.

Ahdistuneisuushäiriöt ovat tavallisia aivovamman saaneilla. Traumaperäisiä stressihäiriöitä esiintyy, mutta niiden oirekuva voi olla aivovamman jälkeen painottunut niin, että ylivireystila, erityisesti ärtyisyys ja emotionaalinen turtuminen voivat olla pääasiallisia oireita. Myös paniikkihäiriön ja yleistyneen ahdistuneisuushäiriön riski on kohonnut aivovamman saaneilla.

Kaksisuuntainen mielialahäiriö on jopa 9%:lla aivovamman jälkeen. Lievempi mielialojen nopea vaihtelu, joka ei täyty kaksisuuntaisen mielialahäiriön diagnostisia kriteerejä, on erittäin yleistä. Psykooseja on todettu 20 vuoden seurannassa 9%:lla aivovamman saaneista. Tavallisimpia ovat skitsofreeniset ja paranoidiset psykoosit. Psykoosiriskin ja aivovamman yhteys ei ole kiistaton.

Persoonallisuuden muutos ja muut persoonallisuushäiriöt heikentävät psykososiaalista toimintakykyä ja niillä on yhteys aivovamman vaikeusasteeseen. Suomalais tutkimuksessa 30 v:n seurannassa todettiin persoonallisuushäiriö 30%:lla aivovamman saaneista. Tavallisimpia häiriöitä olivat estynyt, epäluuloinen, eristäytyvä persoonallisuus sekä elimellinen persoonallisuuden muutos, jossa epävakaut ja estottomat piirteet olivat tavallisimpia.

Aivovammaa on pidetty myös dementian riskitekijänä: tutkimustieto on kuitenkin ristiriitaista. Aivovamman oletetaan voivan nopeuttaa dementian puhkeamista.

3. Tutkimuksen tavoitteet ja merkitys

Otsalohkojen kontrollifunktiosta tiedetään toistaiseksi melko vähän. Nykyaikaiset aivojen kuvantamismenetelmät ovat kuitenkin viime vuosina avanneet uusia mahdollisuuksia tutkia aivojen ja käyttäytymisen välisiä yhteyksiä.

Nykyisin käytettävien neuropsykologisten testien avulla ei aina pystytä luotettavasti osoittamaan lieviä otsalohkojen toimintahäiriöitä neuropsykologisen suoritusprofiilin perusteella. Vaikka lievät häiriöt jäävät usein toteamatta, näitä testejä käytetään rutiinomaisesti kognitiivisten ongelmien arviointiin (Exner et al 2002). Aivovammojen jälkeen ilmenevien käyttäytymiseen ja kognitioon liittyvien ongelmien ajatellaan olevan seurausta otsalohkojen häiriintyneestä toiminnasta. Häiriintyneeseen toimintaan voi johtaa vaurio itse otsalohkossa tai toisaalta vaurio otsalohkojen ulkopuolella otsalohkojen ja muiden aivojen osien välisissä runsaissa yhteyksissä (Solbakk, 2001). Mikään neuropsykologinen testi ei ole otsalohkovaurioille spesifinen (Alvarez & Emory 2006). Lisäksi on näyttöä siitä, että reaktioaikatestien perusteella voidaan osoittaa kognitiivinen heikentyminen jopa silloin kun potilaan suoriutuminen perinteisissä neuropsykologisissa testeissä on normaalia (Bleiberg et al 1998).

On osoitettu, että traumaattinen aivovamma aiheuttaa prosessoinnin hitautta, joka vaikuttaa useisiin tarkkaavuutta ja kognitiivista prosessointia vaativiin prosesseihin

kuten kielen ymmärrykseen ja adaptiiviseen reagointiin uusissa tilanteissa. (Felmingham et al 2004, Ferraro et al. 1996)

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää voidaanko otsalohkoja monipuolisesti kuormittavalla reaktioaikatestillä havaita otsalohkojen toimintahäiriö aivovamman jälkeen. Otsalohkojen toiminnan häiriö aiheuttaa usein muun muassa tarkkaavaisuuteen liittyviä vaikeuksia sekä prosessoinnin hitautta, jonka potilaat saattavat kokea keskittymis- tai muistivaikeuksina, häiriöherkkyytenä ja ajattelun hitautena. Vaikka suurin osan lievän aivovamman saaneista toipuu hyvin, osalla oireet pitkittyvät. Subjektiiiviset oireet heikentävät elämän laatua ja lisäävät työkyvyttömyyttä. Subjektiiivisten oireiden taustalla olevan aivotuiminnanhäiriön objektiivinen todentaminen on edelleen haaste. Neuropsykologiset testit eivät ole herkkiä lieville otsalohkon toimintahäiriöille eivätkä laajatkakaan otsalohkovauriot tule aina esille strukturoiduissa neuropsykologisissa testeissä.

Tutkimuksessa selvitettiin oireettomien ja oireita kokevien aivovamman saaneiden potilaiden suoriutumista näkö tarkkaavaisuustehtävästä, joka edellytti myös otsalohkojen toimintaan yleisesti liitettyjä toimintoja kuten työmuistia, toiminnan estoa, toimintasetin vaihtoa ja häiriötekijöiden suodattamista. Oletimme, että tyypillisiä aivovamman jälkioireita kokevien potilaiden otsalohkojen toiminta on häiriintynyttä verrattuna oireettomiin aivovamman saaneisiin ja että tämä toiminnan häiriö tulisi objektiivisesti esille suorituskyvyn alenemisena kyseisessä testissä. Tutkimuksessa käytettiin kognitiivisen ja kokeelliseen psykologian sekä aiemman tutkimuskäytön (Hartikainen et al. 2000, 2007) pohjalta kehitettyä tietokonepohjaista näkö tarkkaavaisuutta vaativaa reaktioaikatestiä, joka kuormittaa otsalohkojen eri toimintoja (työmuisti, tarkkaavaisuus, estotoiminnot, tunteiden vaikutus tarkkaavaisuuteen). Tutkimuksessa testattiin potilaita, joiden vamman voitiin olettaa häiritsevän otsalohkojen normaalia toimintaa. Tarkoituksena oli selvittää, onko kehitetty testi herkkä tunnistamaan aivovammapotilaiden subjektiivisten oireiden taustalla olevan otsalohkojen toimintahäiriön.

Tutkimuksessa potilaat jaettiin kahteen ryhmään sen mukaan, raportoivatko he tutkimushetkellä subjektiivisia oireita vai olivatko he oireettomia. Oireettomat aivovammapotilaat ovat oireita kokeville potilaille optimaalinen kontrolliryhmä: ryhmät

eivät eronneet toisistaan sukupuolen iän, koulutuksen, vamman vaikeusasteen, MRI-löydösten tai neuropsykologisten testien löydösten suhteen. Potilaat ohjautuivat tutkimukseen saman valintaprosessin kautta.

Aivovamman vaikutusta potilaan vammanjälkeiseen elämään on akuuttivaiheen oireiden ja aivovamman vaikeusasteen perusteella hyvin vaikeaa arvioida: joskus lievän vamman saaneelle potilaalle voi jäädä häiritseviäkin subjektiivisia oireita ja toisaalta vaikean vamman saanut voi toipua täysin oireettomaksi. Oireiden objektiivinen havaitseminen on tärkeää työhönpaluun, kuntoutuksen ja vakuutusosoikeudellisten kysymysten kannalta.

4. Materiaali ja menetelmät

4.1 Tutkimuspotilaat

Potilaat oli aiemmin rekrytoitu TAYS:ssa tehtävään laajempaan aivovammatutkimukseen, johon osallistuvat radiologian, neurokirurgian ja kuntoutuksen yksiköt. Edellä mainitun tutkimuksen puitteissa kaikille potilaille on tehty pään MRI sekä neuropsykologinen tutkimus.

Aivovammapotilaiden sisäänottokriteerit laajemmassa aivovammatutkimuksessa täyttänyt potilasjoukko koostui vähintään 18-vuotiaista Tampereen yliopistollisen sairaalan ensiapuun tulleista potilaista, joilla oli aivovamma tai jotka olivat olleet suurienergisessä onnettomuudessa, jolloin aivovammaa voitiin epäillä ja jotka ovat kuntoutustutkimuspoliklinikan seurannassa sekä kuntoutuksen suunnittelussa. Tutkimuksen kohteena olivat lievät ja keskivaikeat sekä diffuusit että paikalliset aivovammat pääasiassa otsalohkojen alueella.

Laajemman aivovammatutkimuksen potilasjoukosta tähän tutkimukseen osallistui 18 aivovammapotilasta. Heidät rekrytoitiin tutkimukseen kuntoutustutkimuspoliklinikan lääkärikäyntien puitteissa. Potilaat antoivat kirjallisen suostumuksensa. Tutkimuksella oli Pirkanmaan sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan lupa.

Tutkimukseen valittiin 18 potilasta, joilla on aiemmin todettu hyvin lievä, lievä tai keskivaikea aivovamma. Aivovamman vaikeusasteen luokittelu on tehty Käypä hoito –suosituksen mukaisesti. Tutkimukseen pyydettiin potilaita hoitoontulojärjestyksessä riippumatta siitä oliko heillä subjektiivisia oireita vai ei. Koska oireettomia potilaita on oireellisia enemmän, oireettomien potilaiden tutkimuskiintiön täytettyä mukaan kutsuttiin hoitoontulojärjestyksessä oireellisia potilaita, kunnes koko kiintiö oli täynnä.

Potilaiden keski-ikä oli 42,7 vuotta (nuorin 20 vuotta, vanhin 57 vuotta, 95%:n luottamusväli 37,1-48,2 v.). Heistä naisia oli 12 ja miehiä kuusi (6). Tutkimuspotilaiden

koulutuksen keskipituus oli 15,3 vuotta (minimi 10 vuotta, maksimi 25 vuotta ja 95%:n luottamusväli (13,1-17,6). Koulutuksen pituuteen on laskettu kaikki koulunkäynti peruskoulusta lähtien. Ainoastaan koulutuksen pituus on huomioitu, koulutuksen pituudella ei siis ole korrelaatiota oppiarvoon. Aikaa vammasta tutkimushetkeen oli kulunut keskimäärin 6,6 kuukautta (95%:n luottamusväli 5,2-7,6 kk). Sairausloman pituuden mediaani oli 0,75 kk (95%:n luottamusväli 0,6-4,4) ja Beckin masennuskyselyn lyhytversion pisteiden mediaani 0,0.

Potilaat jaettiin kahteen ryhmään sen mukaan, oliko heillä subjektiivisia oireita tutkimushetkellä. Jokainen potilas täytti tutkimustilanteeseen tullessaan tutkimusta varten laaditun oirekyselylomakkeen, jonka avulla potilaiden subjektiivisia oireita kartoitettiin (ks liite 2). Oireettomat ja oireita kokevat eivät eronneet merkittävästi toisistaan sukupuolen, iän, koulutuksen, vamman vaikeusasteen, MRI-löydöksen tai neuropsykologisten tutkimuslöydösten perusteella

Oireettomia potilaita oli 10, joista naisia 6 ja miehiä 4. Oireellisia potilaita oli yhteensä 8, joista naisia 6 ja miehiä 2. Oireettomien potilaiden koulutuksen keskipituus oli 14,6 vuotta (95%:n luottamusväli 12,5-16,7 vuotta) ja oireellisten 16,3 vuotta (95%:n luottamusväli 11,3-21,2 vuotta). Aikaa vammasta oli kulunut oireettomien ryhmässä keskimäärin 5,9 kk (95%:n luottamusväli 4,3-7,4 kk) ja oireellisten ryhmässä 7,1 kk (95%:n luottamusväli 4,8-9,4 kk). Oireettomista potilaista yhdellä oli hyvin lievä, kuudella lievä ja kolmella keskivaikea aivovamma. Oireellisista potilaista neljällä oli hyvin lievä, kahdella lievä ja kahdella keskivaikea aivovamma. Vammat olivat kaatumisen, liikenneonnettomuuksien tai väkivallan seurauksena syntyneitä. Sairausloman pituuden mediaani oireettomilla oli 0,13 kuukautta (vaihteluväli 0-1,5 kk), oireellisilla 5 kk (vaihteluväli 0,5-12,0 kk). Beckin masennuskyselyn lyhytversion perusteella laskettujen masennuspisteiden mediaani oli oireettomilla nolla (0,0, vaihteluväli 0-1), oireisilla kaksi (2,0, vaihteluväli 0-5).

Oireita (k/e)	Sukupuoli	Vamman vaikeusaste	Vammamekanismi	Aikaa vammasta (kk)	MRI:ssa löydöksiä (k/e)	Nepsyssä löydöksiä (k/e)	Sairausloman pituus (vkoa)	Koulutus (v)
ei	mies	lievä	liikenneonnettomuus	5	ei	ei	0	12
ei	nainen	lievä	liikenneonnettomuus	4	ei	kyllä	0	14
ei	mies	keskivaikea	väkivalta	3.5	kyllä	kyllä	8	17
ei	nainen	lievä	kaatuminen	5	ei	ei	1	13
ei	nainen	lievä	kaatuminen	3.5	ei	ei	0.4	12
ei	mies	keskivaikea	kaatuminen	5.25	kyllä	kyllä	3	18
ei	mies	lievä	kaatuminen	9.75	ei	ei	0.5	12
ei	nainen	hyvin lievä	kaatuminen	8.5	ei	ei	0	20
ei	nainen	lievä	kaatuminen	8	ei	ei	1	12
ei	nainen	keskivaikea	putoaminen	5	kyllä	ei	6	16
kyllä	nainen	lievä	liikenneonnettomuus	4.5	ei	kyllä	28	10
kyllä	mies	(hyvin) lievä	kaatuminen	5	ei	kyllä	8	24
kyllä	nainen	keskivaikea	työtaturma	3.75	ei	kyllä	27	19
kyllä	nainen	keskivaikea	kaatuminen	6.25	kyllä	kyllä	48	12
kyllä	mies	hyvin lievä	väkivalta	11.5	ei	ei	36	12
kyllä	nainen	hyvin lievä	liikenneonnettomuus	10	ei	kyllä	8	17
kyllä	nainen	hyvin lievä	liikenneonnettomuus	7	ei	kyllä	3	25
kyllä	nainen	lievä	kaatuminen	8.75	ei	ei	2	11

Taulukko 4.1. Taulukkoon on listattu tieto siitä, onko potilaalla testaushetkellä ollut aivovamman jälkioireita, testattavan sukupuoli, vamman vaikeusaste, vammasta kulunut aika kuukausina, tieto siitä, onko MRI:ssa tai laajoissa neuropsykologisissa testeissä havaittu viitteitä mistään aivovammaan sopivista löydöksistä, sairausloman pituus ja potilaan saama koulutus vuosina mukaan lukien peruskoulu.

4.2 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksessa käytettiin otsalohkojen toimintaa testaavaa Kaisa Hartikaisen suunnittelemaa tietokonepohjaista testiä, joka perustuu reaktioaikojen ja reaktiotarkkuuksien mittaamiseen. Testi suunniteltiin sellaiseksi, että sen tekemiseen vaaditaan näkötarkkaavaisuutta, työmuistia, keskittymistä sekä suunnitellun toiminnan estoa tai muuttamista ja häiriötekijöiden estoa. Testiparadigmana käytetty ns. go -no go -paradigma pohjautuu kokeelliseen psykologiaan.

Testitilanteen alussa jokainen koehenkilö sai suulliset ohjeet kokeen kulusta. Jokainen koehenkilö sai ohjeiden jälkeen harjoitella tehtävää noin kymmenen kolmion ajan. Harjoituksia ei tallennettu eikä niiden tuloksia analysoitu.

Koehenkilöille esitettiin tietokoneen ruudulla ylös- tai alaspäin osoittava kolmio, jota seurasivat punaiset tai vihreät liikennevalot. Liikennevalojen keskimmäisen valoympyrän sisään oli piirretty joko kukkaa tai hämähäkkiä esittävä kuvio. Nämä toimivat tunnepitoisina häiriöärsykkeinä (distraktoreina). Puolessa koesarjoista (n=2) vihreä valo tarkoitti, että koehenkilön tuli reagoida painamalla keskisormella hiiren oikeaa näppäintä, jos kolmio osoitti ylös. Vastaavasti koehenkilön oli painettava etusormella hiiren vasenta näppäintä, jos kolmio osoitti alas. Punaisella valolla koehenkilö ei saanut reagoida mitenkään.

Puolessa testisarjoista (n=2) muutettiin ohjeita siten, että koehenkilön piti reagoida punaisella valolla ja jättää reagoimatta vihreällä. Kaikki koehenkilöt tekivät samanlaisen testisarjan. Testisarja alkoi osiolla, jossa vihreä valo tarkoitti lupaa reagoida kolmioon. Seuraavassa osiossa punainen valo tarkoitti lupaa reagoida, kolmannessa vihreä ja edelleen neljännessä punainen.

Yhteensä kukin koehenkilö teki neljä koesarjaa, joista jokainen kesti noin neljä minuuttia. Koehenkilöitä kehoitettiin reagoimaan mahdollisimman nopeasti ja tarkasti.

Potilaille kerrottiin, että tietokonepohjainen testi on turvallinen ja haitaton, että osallistuminen on vapaaehtoista, että osallistuminen tai osallistumatta jättäminen eivät vaikuta potilaan hoitoon ja että keskeyttäminen on mahdollista testin missä vaiheessa tahansa. Potilaat allekirjoittivat suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimuksessa käytetyt tunteisiin vetoavat ärsykkeet on piirretty Corell Draw – tietokoneohjelmalla käyttäen mallina aikaisemmassa tutkimuksessa (Vuilleumier P et al. 2001) hyväksi havaittuja kuvia. Testi esitettiin potilaille Presentation –ohjelman avulla. Tutkimuksen toteutusta varten haettiin ja saatiin Pirkanmaan sairaanhoitopiirin Eettisen toimikunnan lupa.

Tulokset analysoitiin SPSS -ohjelman avulla. SPSS:n avulla laskettiin kaikkien kvantitatiivisten muuttujien keskiluvut ja –hajonnat. Kun verrattiin kvalitatiivista ja

kvantitatiivista muuttujaa kvantitatiivisen muuttujan ollessa normaalisti jakautunut, käytettiin unpaired t-testiä (reaktioaika). Kun kvantitatiivinen muuttuja oli vinosti jakautunut (virheiden määrä), käytettiin Mann-Whitney u -testiä. Kahta kvantitatiivista muuttujaa verratessa käytettiin korrelaatiota (sairausloman pituus ja masennusindeksi), kahta kvalitatiivista muuttujaa verratessa ristiintaulukointi (oireet/oireettomuus ja masennusindeksi). ROC-käyrien avulla selvitettiin, miten hyvin testi kykenee erottelemaan oireelliset oireettomista reaktioaikojen ja virheiden perusteella.

5. Tulokset

Potilaiden subjektiiviset oireet kartoitettiin antamalla kunkin potilaan täyttää testitilanteeseen tullessaan oirekyselylomake (liite 2), jossa kysyttiin fyysisten oireiden lisäksi ajatteluun ja tunteisiin liittyviä oireita sekä unioireita (Taulukossa 5.1 listattuna koko potilasjoukon oireet). Kyselyn perusteella luokiteltuna oireellisia potilaita oli kahdeksan (8). Oireettomia potilaita oli kymmenen (10). Oireellisiksi luokiteltiin kaikki ne potilaat, jotka mainitsivat kyselyssä yhdenkin mielestään aivovamman jälkitilaan liittyvän oireen. Yleisin vammamekanismi oli kaatuminen (50% potilaista, ks. taulukko 4.1) Potilaat täyttivät myös taustatietokyselyn (liite 1) sekä Beckin masennuskyselyn lyhytversion masennusoireiden kartoittamiseksi (liite 2).

Oirekysely: kaikki potilaat

Fyysiset oireet	ei ole ollut	on ollut, mutta ei ole enää	on edelleen
Päänsärky	22.2 %	50.0 %	27.8 %
Pahoinvointi	38.9 %	55.6 %	5.6 %
Oksentelu	77.8 %	22.2 %	0.0 %
Tasapaino-ongelmia	44.4 %	44.4 %	11.1 %
Huimaus	27.8 %	66.7 %	5.6 %
Näköongelmia	72.2 %	11.1 %	16.7 %
Valoherkkyyttä	66.7 %	27.8 %	5.6 %
Ääniherkkyyttä	66.7 %	27.8 %	5.6 %
Puutumista/tunnottomuutta	77.8 %	11.1 %	11.1 %
Ajatteluun liittyvät oireet			
Hidastuneisuutta	38.9 %	44.4 %	16.7 %
Keskittymisvaikeuksia	38.9 %	44.4 %	16.7 %
Muistivaikeuksia	33.3 %	50.0 %	16.7 %
Häiriöherkkyys	61.1 %	33.3 %	5.6 %
Tunteisiin liittyvät oireet			
Artyneisyyttä/Hermostuneisuutta	44.4 %	38.9 %	16.7 %
Alakuloisuutta	55.6 %	33.3 %	11.1 %
Tunteiden korostumista	55.6 %	33.3 %	11.1 %
Ahdistuneisuutta	66.7 %	16.7 %	16.7 %
Pelkoja	72.2 %	11.1 %	16.7 %
Unioireet			
Alentunut rasituskensietokyky	44.4 %	33.3 %	22.2 %
Vähentynyttä unentarvetta	77.8 %	5.6 %	16.7 %
Lisääntynyttä unentarvetta	27.8 %	55.6 %	16.7 %
Nukahtamisvaikeuksia	66.7 %	33.3 %	0.0 %

Taulukko 5.1. Taulukko kertoo, kuinka monella prosentilla tutkituista ei ole koskaan ollut kysyttyä oireita, kuinka monella on ollut kysytty oire, mutta se on tutkimushetkeen mennessä väistynyt ja kuinka monella prosentilla yhä tutkimushetkellä oli kysytty oire.

Tutkimuksessa haluttiin selvittää, onko reaktioajoissa tilastollisesti merkitsevä ero oireellisten ja oireettomien välillä. Oireellisten potilaiden reaktioajat (521 ms ± 84 ms) olivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$, unpaired t-test) hitaampia kuin oireettomien potilaiden reaktioajat (450 ms ± 58).

Myös virheiden määrän havaittiin eroavan tilastollisesti merkitsevästi oireellisten ja oireettomien välillä ($p = 0,050$, Mann-Whitney test). Virheiden lukumäärän mediaani oireettomilla oli 6,0 ja oireellisilla 11,5.

Sairausloma oli oireellisilla potilailla tilastollisesti merkitsevästi pidempi kuin oireettomilla ($p = 0,02$, Mann-Whitney test). Oireelliset potilaat olivat sairauslomalla keskimäärin viisi (5) kuukautta (95 %:n luottamusväli 1,4-8,6 kuukautta), sairausloman pituuden mediaani 4,4 kuukautta. Oireettomien potilaiden sairausloman pituuden mediaani oli 0,13 kuukautta.

Beckin masennuskyselyn lyhytversion avulla mitattuna oireellisten potilaiden ryhmä oli masentuneempi kuin oireettomien ryhmä ($p = 0,026$). Testin avulla laskettujen masennuspisteiden mediaani oli oireellisilla kaksi (2), oireettomilla nolla (0). Viisi pistettä testissä on raja-arvo: viisi pistettä tai enemmän viittaa lievään masennukseen. Kaksi oireellista potilasta sai testistä viisi pistettä, muut alittivat raja-arvon.

subjektiiviset oireet * masennusindeksi Crosstabulation

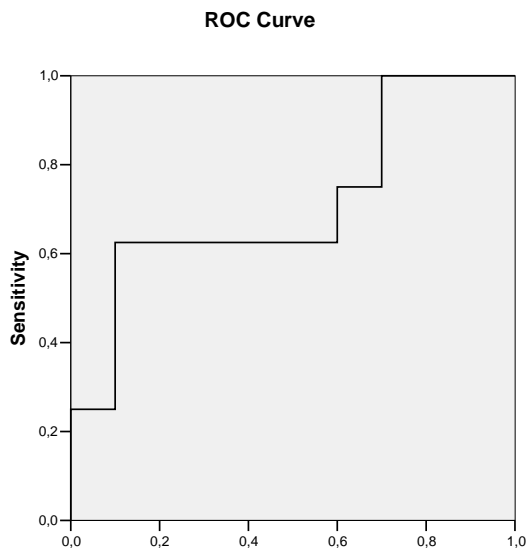
			masennusindeksi				Total
			,00	1,00	2,00	5,00	
subjektiiviset oireet	on oireita	Count	3	0	3	2	8
		% within subjektiiviset oireet	37,5%	,0%	37,5%	25,0%	100,0%
		% within masennusindeksi	27,3%	,0%	100,0%	100,0%	44,4%
		% of Total	16,7%	,0%	16,7%	11,1%	44,4%
	ei oireita	Count	8	2	0	0	10
		% within subjektiiviset oireet	80,0%	20,0%	,0%	,0%	100,0%
		% within masennusindeksi	72,7%	100,0%	,0%	,0%	55,6%
		% of Total	44,4%	11,1%	,0%	,0%	55,6%
Total	Count	11	2	3	2	18	
	% within subjektiiviset oireet	61,1%	11,1%	16,7%	11,1%	100,0%	
	% within masennusindeksi	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% of Total	61,1%	11,1%	16,7%	11,1%	100,0%	

Taulukko 5.2. Ristiintaulukointi subjektiivisista oireista ja masennusindeksistä. Lukemalla taulukkoa rivien suuntaan nähdään, kuinka moni potilas on saanut 0, 1, 2 tai 5 pistettä Beckin masennuskyselyn lyhytversiosta (count). Alla oleva prosenttiluku (% within subjektiiviset oireet) kertoo, kuinka suurta prosentiosuutta tietyt masennuspisteet saaneiden potilaiden lukumäärä edustaa koko oireellisten tai oireettomien ryhmästä. % within masennusindeksi-luku kertoo, kuinka suuri osa kaikista tietyn määrän masennuspisteitä saaneista on oireellisia ja oireettomia. % of total -luku kertoo, kuinka suurta osuutta kaikista koehenkilöistä edustaa tietyt masennuspisteet saanut oireettomien tai oireellisten potilaiden ryhmä.

Sairausloman pituuden todettiin korreloivan masennuspisteisiin: korkeat masennuspisteet saaneet potilaat olivat matalammat pisteet saaneita pidempään sairauslomalla (korrelaatiokerroin 0,806, p-arvo 0,000).

Reaktioajat eivät eronneet toisistaan ryhmien välillä, kun ryhmiin jakamisen perusteena olivat vammaan sopivat löydökset neuropsykologisissa (p=0,218) testeissä tai magneettikuvissa (p=0,893).

ROC-käyrien avulla arvioitiin, kuinka sensitiivisesti ja spesifisesti käytetty testi kykeni erottelemaan oireelliset ja oireettomat potilaat reaktioaikojen perusteella. AUC-arvoksi (Area Under the Curve) saatiin 0,71. Optimaalisin katkaisupiste löydettiin, kun katkaisupisteeksi valittiin 493,76 ms. Tällöin sensitiivisyydeksi saatiin 0,625 ja spesifisyydeksi 0,8 (kuva 5.1.). Reaktioaikojen perusteella testi tunnisti oireettomista potilaista 8/10 ja oireellisista 5/8.



Coordinates of the Curve
Test Result Variable(s): reaktioaika

Positive if Greater Than or Equal To(a)	Sensitivity	1 - Specificity
365,8200	1,000	1,000
371,4200	1,000	,900
378,9950	1,000	,800
405,0250	1,000	,700
432,6650	,875	,700
442,3900	,750	,700
449,5000	,750	,600
451,7100	,625	,600
461,0250	,625	,500
475,0100	,625	,400
480,3300	,625	,300
493,7600	,625	,200
513,1750	,625	,100
519,6450	,500	,100
526,7400	,375	,100
535,9650	,250	,100
582,3800	,250	,000
640,9700	,125	,000
656,3500	,000	,000

a The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): reaktioaika

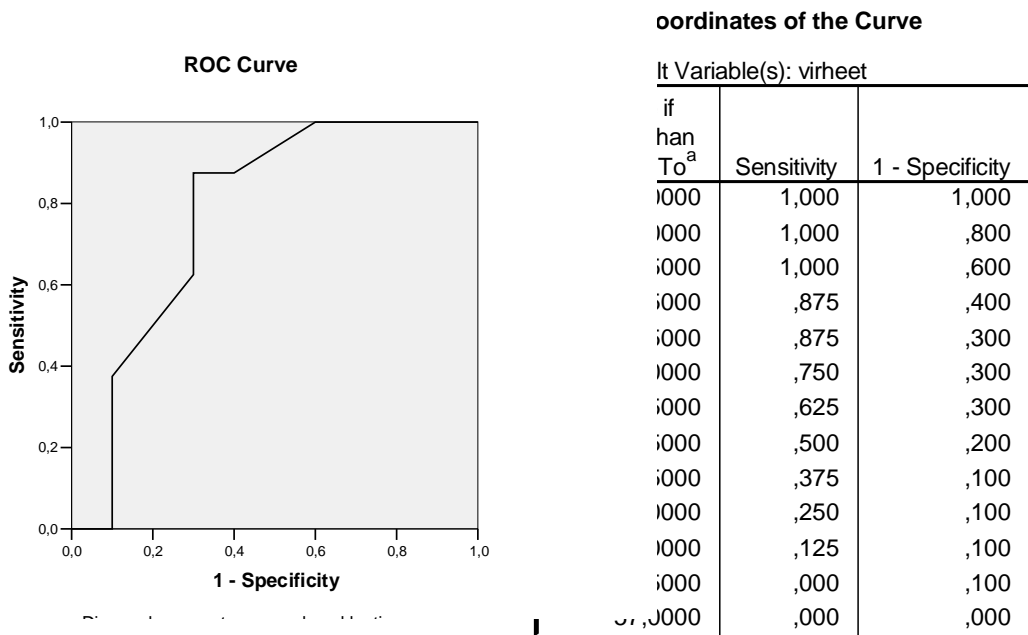
Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
,713	,130	,131	,458	,967

a. Under the nonparametric assumption

b. Null hypothesis: true area = 0.5

Kuva 5.1. ROC-käyrä kertoo, kuinka sensitiivisesti ja spesifisesti käytetty testi erottelee oireettomat potilaat oireellisista reaktioaikojen perusteella.

ROC-käyrän avulla arvioitin myös, kuinka sensitiivisesti ja spesifisesti testi kykeni erottamaan oireelliset ja oireettomat tehtyjen virheiden perusteella. Tällöin AUC-arvoksi saatiin 0,775. Kun katkaisupisteeksi valittiin virheiden määrä 7,5, sensitiivisyydeksi saatiin 0,825 ja spesifisyydeksi 0,7 (kuva 5.2.). Virheiden suhteen testi tunnisti oireettomista 7/8 ja oireellisista 7/10.



The test result variable(s): virheet has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group.

- a. The smallest cutoff value is the minimum observed test value minus 1, and the largest cutoff value is the maximum observed test value plus 1. All the other cutoff values are the averages of two consecutive ordered observed test values.

Area Under the Curve

Test Result Variable(s): virheet

Area	Std. Error ^a	Asymptotic Sig. ^b	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
,775	,115	,051	,550	1,000

The test result variable(s): virheet has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

- a. Under the nonparametric assumption
b. Null hypothesis: true area = 0.5

Kuva 5.2. ROC-käyrä kertoo, kuinka sensitiivisesti ja spesifisesti käytetty testi erottaa oireettomat potilaat oireellisista virheiden perusteella.

Subjektivisia oireita	Vamman vaikeusaste	MRI löydöksiä	NEPSY löydöksiä	Reaktioaika (ms)	Virheiden lukumäärä	Testin luokitus reaktioajan tai virheiden ylittäessä raja-arvon
Ei	hyvin lievä	ei	ei	506.78>	56>	väärä posit
Ei	lievä	ei	ei	376.02 <	6 <	oikea negat
Ei	lievä	ei	kyllä	381.97 <	6 <	oikea negat
Ei	lievä	ei	ei	470.10 <	12>	väärä posit
Ei	lievä	ei	ei	538.17>	11>	väärä posit
Ei	lievä	ei	ei	369.67 <	3 <	oikea negat
Ei	lievä	ei	ei	447.53 <	5 <	oikea negat
Ei	keskivaikea	kyllä	kyllä	479.92 <	3 <	oikea negat
Ei	keskivaikea	kyllä	kyllä	480.74 <	5 <	oikea negat
Ei	keskivaikea	kyllä	ei	451.95 <	7 <	oikea negat
Kyllä	hyvin lievä	ei	ei	451.47<	12 >	oikea posit
Kyllä	hyvin lievä	ei	kyllä	428.08<	10 >	oikea posit
Kyllä	hyvin lievä	ei	kyllä	437.25<	11>	oikea posit
Kyllä	lievä	ei	kyllä	655.35 >	25 >	oikea posit
Kyllä	lievä	ei	kyllä	626.59 >	6<	oikea posit
Kyllä	lievä	ei	ei	519.57 >	35 >	oikea posit
Kyllä	keskivaikea	ei	kyllä	519.72 >	13 >	oikea posit
Kyllä	keskivaikea	kyllä	kyllä	533.76 >	10 >	oikea posit

Taulukko 5.3. Taulukko havainnollistaa, kuinka hyvin testi luokittelee edellä määritetyillä raja-arvoilla (reaktioaika 493,76 ms, virheiden määrä 7,5) oireettomat oireettomiksi (oikea negat) ja oireelliset oireellisiksi (oikea posit). <-merkki tarkoittaa, että raja-arvo on alittunut ja > tarkoittaa, että raja-arvo on ylittynyt. Testi luokitteli oikein joko reaktioaikojen keskiarvon tai virheiden määrän perusteella 15/18 potilaasta; 7/10 (oikea negat.) oireettomista ja 8/8 oireellisista (oikea posit.), 3/10 oireettomasta luokiteltiin väärin (väärä posit) valituilla raja-arvoilla. Kyseisillä raja-arvoilla testin sensitiivisyys oli 100% ja spesifisyys 70% kun reaktioajan tai virheiden lukumäärän ylitys tulkittiin positiiviseksi testitulokseksi.

6. Pohdinta

Otsalohkojen toiminta on edellytys älylliselle ja luovalle toiminnalle. Otsalohkojen tehtävänä on ohjata toimintaa, säädellä tarkkaavaisuutta ja sen suuntaamista, osallistua suunnitteluun, ennakointiin, toiminnan seurausten arviointiin, toiminnan estämiseen, päämäärien asettamiseen ja tunnereaktioiden säätelyyn.

Aivovamman seurauksena potilaalle saattaa jäädä neuropsykologisia ja –psykiatrisia oireita. Aivovamman jälkeisten kognition ja käyttäytymisen ongelmien ajatellaan johtuvan joko suorasta otsalohkojen vauriosta tai vamman seurauksena vaurioituneiden otsalohkojen ja muiden aivoalueiden välisten yhteyksien toiminnan häiriöstä. Otsalohkojen suuri koko, niiden sijainti luisiin rakenteisiin nähden, niiden laajat yhteydet muualle aivoihin ja kaatumisen yleisyys vammamekanismina tekevät niistä erityisen vaurioherkkää aluetta. Oireet vaikuttavat keskeisesti elämänlaatuun, sosiaalisiin suhteisiin, työhön ja jokapäiväiseen selviytymiseen. Oireita kokeva potilas palaa työhön oireetonta myöhemmin ja kärsii todennäköisemmin masennuksesta.

Tähän tutkimukseen otettiin 18 potilasta, joilla oli lievä tai keskivaikea aivovamma. Kaikille oli aikaisemman tutkimuksen puitteissa tehty pään MRI sekä neuropsykologinen tutkimus. Jokainen potilas teki tietokonepohjaisen, näkö tarkkaavaisuutta vaativan testin, jossa mitattiin reaktioaikoja ja –tarkkuuksia ja täytti Beckin masennuskyselyn, oire- ja taustatietokyselyn sekä allekirjoitti suostumuksen tutkimuksen osallistumisesta. (ks. liitteet 1, 2, 3, 4 ja 5)

Koehenkilöt jaettiin kahteen ryhmään sen mukaan, raportoivatko he vamman jälkeisiä subjektiivisia oireita. Oireellisiksi luokiteltiin ne potilaat, jotka oirekyselylomakkeessa ilmoittivat kärsivänsä yhdestä tai useammasta vamman jälkeisestä oireesta (ks. liite 1 ja taulukko 5.1). Koehenkilöistä kahdeksalla (8) oli testaus hetkellä subjektiivisia aivovamman jälkioireita, kymmenen (10) koehenkilöistä oli subjektiivisesti arvioiden oireettomia. Muodostuneet ryhmät eivät eronneet merkitsevästi toisistaan koulutuksen, iän, sukupuolijakauman tai vamman vaikeusasteen osalta.

Aivovammapotilaiden jaottelu oireellisiin ja oireettomiin ei ole ongelmaton. Kaikki potilaiden raportoimat oireet eivät välttämättä ole aivovamman seurausta, toisaalta potilas voi aivovamman seurauksena olla sairaudentunnoton vaikka hänellä olisikin objektiivisesti havaittavia kognitiivisen toiminnan häiriöitä. Itse raportoidut kognitiiviset oireet eivät korreloi vamman vaikeusasteeseen. Potilaiden itse raportoimien kognitiivisten oireiden on todettu liittyvän potilaan persoonallisuuteen sekä hänen emotionaaliseen ja fyysiseen tilaansa jopa enemmän kuin objektiivisesti mitattuun kognitiivisen tason laskuun. Toisaalta kognition tason laskua on vaikea arvioida objektiivisesti, kun kognitiivisesta lähtötasosta ennen vammaa ei ole tarkkaa tietoa. Masentuneisuus ja matala koulutustaso assosioituvat selvästi riskiin kokea kognitiivisia oireita (Stulemeijer et al. 2007). Kognitiivisista oireista kärsivällä potilaalla ei myöskään aina voida objektiivisesti havaita kognitiivisten toimintojen heikentymistä neuropsykologisissa testeissä (Stulemeijer 2007) tai lääkärin kliinisessä tutkimuksessa. Vaikka MRI:ssa tai CT:ssa ei olisikaan poikkeavia löydöksiä, on PET:n avulla voitu osoittaa vaurioalueen heikentynyt perfuusio (Oder et al. 1992).

Vaikka lievän aivovamman ennuste on loistava, osalle potilaista jää pitkäaikaisia, jokapäiväistä elämää hankaloittavia oireita, joita ei voida ennustaa kuvantamistutkimusten, kliinisen tutkimuksen, vamman vaikeusasteen tai akuuttivaiheen oireiden perusteella.

Otsalohkovaurion saaneille potilaille on tyypillistä toiminnanohjauksen ja kontrollin heikentyminen (Helkala ja Riekkinen 1993). Koska tässä tutkimuksessa käytetty testi on vaativa ja kuormittaa otsalohkoja monipuolisesti, sen voitiin olettaa olevan herkkä vähäisillekin otsalohkojen toimintahäiriöille. Oletimme, että otsalohkovauriopotilaiden toiminnan estämisessä ilmenisi ongelmia. Oireellisten potilaiden oletettiin tekevän oireettomia potilaita enemmän virheitä. Myös reaktioaikojen hidastumista pidettiin todennäköisenä. Keskittymisen ja tarkkaavaisuuden ongelmien ajateltiin voivan heijastua lisääntyneinä väärinä vastauksina ja häiriöherkkyyden sekä työmuistiongelmiin tehtävään nähden väärinä reaktioihin. Ajateltiin, että testissä saataisiin esiin hyvin lieviäkin poikkeavuuksia otsalohkojen kontrollifunktiossa sekä työmuistin toiminnassa.

Reaktioaikoja mittaamalla ja virheiden määriä rekisteröimällä pyrittiin selvittämään, vaikuttaako otsalohkojen toimintahäiriö reaktioaikoihin ja virheiden lukumääriin otsalohkoja kuormittavassa testissä. Testin suoriutumisprofiilien oletettiin heijastavan otsalohkojen toiminnan häiriötä. Haluttiin myös selvittää, kykeneekö käytetty testi reaktioaikojen ja –tarkkuuksien perusteella erottelemaan oireita raportoineet potilaat oireettomista.

Odotusten mukaisesti tässä tutkimuksessa käytetty tietokonepohjainen näkö tarkkaavaisuutta vaativa reaktioaikatesti kykeni erottelemaan reaktioaikojen ja virheiden suhteen ne, joilla oli testaushetkellä vamman jälkeen subjektiivisia oireita niistä, jotka olivat oireettomia. Subjektiivisia oireita raportoineiden potilaiden reaktioajat olivat hitaampia kuin oireettomien potilaiden reaktioajat. Oireelliset potilaat tekivät myös oireettomia enemmän virheitä.

Aikaisemmin on havaittu, että traumaattinen aivovamma hidastaa informaation prosessointia. Vaikutus korostuu vaikeammissa vammoissa. Oletetaan, että hidastuminen johtuu diffuusista aksonivauriosta (Felmington et al., 2004; van Zomeren & Brouwer, 1994). Valkean aineen ratoihin kohdistuva diffuusi aksonivaurio vähentää hermoverkkojen välisiä yhteyksiä ja siten hidastaa informaation etenemistä.

Lievien aivovammojen yleisin mekanismi on diffuusi aksonivaurio. Juuri diffuusin vamman on todettu aiheuttavan eniten ongelmia toiminnanohjauksessa. Diffuusin vamman yhteydessä otsalohkojen ja muiden aivojen osien välisten yhteyksien vaurioituessa potilaalle saattaa jäädä ilmeisiä kognitiivisia oireita. Vamman vaikeusaste ei suoraan korreloi potilaan mahdollisiin jälkioireisiin. Lievä aivovamma saattaa mekanisminsa vuoksi aiheuttaa hankalampia kognitiivisia oireita kuin keskivaikea, fokaalinen vamma (Solbakk, 2001).

fMRI- ja ERP-tutkimukset ovat osoittaneet, että aivovammapotilaiden pitää kognitiivisesta tehtävästä suoriutuakseen ottaa käyttöön ylimääräisiä kognitiivisia resursseja (McAllister et al., 1999; Solbakk, et al., 1999; Potter et al. 2002). Nämä kompensatioyritykset voivat aiheuttaa potilaalle tunteen epäspesifisistä kognitiivisista vaikeuksista. Toisaalta potilas saattaa välttää tilanteita, joissa kognitiiviset vaikeudet

tulevat esiin ja tuntee itsensä suhteellisen oireettomaksi. Aivovammapotilaiden kognitiivisten ERP-vasteiden on todettu olevan verrokkeja matalampia (Solbakk, 2001).

Subjektiiiviset oireet vaikuttavat potilaan elämänlaatuun. Tutkimuksessa havaittiin, että työhön paluu hidastuu ja sairausloman pituus kasvaa, jos potilas kokee subjektiivisia aivovamman jälkioireita. Oireiden objektiivinen havaitseminen ajoissa on tärkeää potilaan kuntoutumisen, työelämään paluun ja elämän laadun kannalta. Pelkkä oireiden kysyminen potilaalta ei ole optimaalinen keino selvittää aivovamman potilaalle aiheuttamia seurauksia. Potilaan itsensä raportoimat oireet ovat vahvasti sidoksissa hänen persoonallisuuteensa, emotionaaliseen tilaansa ja stressiin (Stulemeijer 2007). Oireita potilaalta kartoitettaessa aivovamman jälkitilaan liittyviksi saatetaan tulkita sellaisetkin oireet, joiden taustalla aivovamma ei ole. Jotta aivovamman jälkioireet voitaisiin luotettavasti todeta, tarvitaan haastattelun lisäksi neuropsykologinen tutkimus tai reaktioaikatesti, jonka avulla voidaan osoittaa potilaan oireet aiheuttava aivojen toimintahäiriö.

Subjektiiivisista oireista kärsivien potilaiden pistemäärä Beckin masennusseulassa oli jonkin verran korkeampi kuin oireettomien potilaiden saama pistemäärä (oireellisilla mediaani kaksi (2), oireettomilla nolla (0)). Lievän masennuksen kynnyksarvon (viisi (5) pistettä) sai kaksi oireellista koehenkilöä. Beckin masennusseula sisältää kuitenkin kysymyksiä, jotka eivät ole masennukselle spesifisiä vaan liittyvät myös aivovammaan. Masennuskysely saattaa siis tulkita masennukseksi myös sellaiset oireet (esimerkiksi väsymys ja unioireet), jotka liittyvät koehenkilöiden aivovammaan eivätkä masennukseen. Tämä voi osittain selittää korkeammat pisteet oireellisessa ryhmässä.

Aivovamman ja masennuksen suhde on kuitenkin monitahoinen. Masennus voi aivovammapotilaalla olla paitsi kognitiivisen heikentymisen seuraus myös sen syy: Aivovamma itsessään voi aiheuttaa masennusta orgaaniselta pohjalta. Toisaalta masennus voi liittyä välittäjäainesysteemin epätasapainoon tai olla reaktio järkyttäviin tapahtumiin tai vamman aiheuttamaan toimintakyvyn heikentymiseen. Masennus voi aiheuttaa hyvin samankaltaisia kognitiivisia vaikeuksia kuin aivovamma. Masennuksessa, kuten otsalohkovaurioissakin, otsalohkon normaali toiminta on todettu heikentyneeksi. Masennuksen tiedetään aiheuttavan otsalohkojen hypometaboliala ja

toimintahäiriötä. Masennusseulat ja psykiatrin arvio auttavat arvioimaan masennuksen ja toisaalta aivovamman merkitystä kognitiivisen heikentymisen syinä.

ROC-käyrien avulla selvitettiin, kuinka herkästi ja tarkasti reaktioaikatesti kykeni reaktioaikojen tai virheiden määrien perusteella erottelemaan oireelliset potilaat oireettomista. Valitsemalla erilaisia katkaisupisteitä (raja-arvoja reaktioajoille ja virheiden lukumäärille) voidaan saada testille erilaisia sensitiivisyyksiä ja spesifisyyksiä. Koska täysin sensitiivistä ja spesifistä testiä ei ole, tulee katkaisupistettä valitessa pohtia onko testin tärkeämpää olla sensitiivinen kuin spesifinen. Sensitiivisyys kuvaa todennäköisyyttä, jolla testi toteaa oireelliseksi subjektiivisia oireita raportoineen potilaan, spesifisyys todennäköisyyttä, jolla testi luokittelee oireettoman potilaan oireettomaksi. Aivovammapotilaiden kohdalla on toisaalta tärkeää löytää kaikki sairaat, toisaalta kyetä erottelemaan joukosta terveet henkilöt. Väärät aivovamman jälkitilan diagnoosit aiheuttavat huolta potilaalle ja kustannuksia yhteiskunnalle. Testin olisi tärkeää tunnistaa joukosta potilaat, joiden oireiden taustalla on aivovamman aiheuttama aivotoiminnan häiriö ilman, että testin tulosten seurauksena asetettaisiin vääriä aivovamman jälkioireiden diagnoosia. Optimaalinen katkaisupiste on siis sellainen, jossa sekä sensitiivisyys että spesifisyys ovat mahdollisimman hyvät. Kun katkaisupisteeksi valittiin 493,76 ms, sensitiivisyydeksi saatiin 0,625 ja spesifisyydeksi 0,8, jolloin testi tunnistaa oireelliset oireellisiksi 62,5 %:ssa tapauksista ja oireettomat oireettomiksi 80 %:n tarkkuudella. Virheiden määrän avulla testi pystyi erottelemaan oireelliset ja oireettomat paremmin kuin reaktioaikojen perusteella. Optimaalisimmaksi katkaisupisteeksi havaittiin virheiden määrä 7,5: tällöin sensitiivisyydeksi saatiin 0,825 ja spesifisyydeksi 0,7. Kun sekä reaktioaika että virheiden lukumäärä otettiin huomioon, että jomman kumman raja-arvon ylitys johti positiiviseen tulokseen, testin sensitiivisyys oli 100% ja spesifisyys 70%. Tällöin testi tunnisti oikein jokaisen oireellisen potilaan (8/8) ja oireettomista potilasta seitsemän kymmenestä (7/10) (ks. taulukko 5.3). Testattavasta potilasjoukosta ja tilanteesta riippuen tulee arvioida, onko testin sensitiivisyys vai spesifisyys tärkeämpää ja valita katkaisupiste sen mukaan.

Tutkimuksia, joissa on verrattu reaktioaikatestien ja perinteisten neuropsykologisten testien sensitiivisyyttä havaita kognitiivisia haittoja, on vain harvoja. Kuitenkin tehdyissä tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että reaktioaikamittaukset ovat perinteisiä neuropsykologisia testejä sensitiivisempiä aivovamman

pitkäaikaisvaikutusten arvioinnissa ja että neuropsykologisiin testeihin yhdistettynä reaktioaikatestien avulla voitaisiin havaita lievempiä kognitiivisen toiminnan häiriöitä kuin pelkästään neuropsykologisten testien avulla. (Bleiberg et al., 1998; Collins & Long, 1996; Maddocks & Saling, 1996).

Tutkimustulokset ovat lupaavia. Vaikka aineisto oli melko pieni, olivat tulokset tilastollisesti merkitseviä. Tutkimus osoitti, että reaktioaikoja ja – tarkkuuksia mittaamalla voidaan objektiivisesti havaita aivovamman aiheuttama aivotoiminnan häiriö, jonka potilas kokee subjektiivisina aivovamman jälkioireina.

Testin tarkoituksena on tunnistaa testissä huonosti suoriutuvat potilaat. Huonon suoriutumisen syytä testi ei kerro: pitkien reaktioaikojen ja runsaiden virheiden taustalla voi olla paitsi vamma, myös potilaan huono kognitiivinen lähtötaso ennen vammaa, masentuneisuus tai testattavan motivaation puute. Samat ongelmat liittyvät neuropsykologisten testien tulosten arviointiin.

Testi ei yksin ole diagnostinen, mutta antaa arvokasta lisäinformaatiota lääkärin kliiniseen tutkimukseen, kuvantamistutkimusten löydöksiin ja neuropsykologisiin tutkimuksiin. Koska potilaiden testissä tekemien virheiden määrä oli odotettua huomattavasti pienempi, testiä olisi hyödyllistä tulevaisuudessa vaikeuttaa, jolloin virheiden määrät kasvaisivat. Virheiden määrien kasvaessa testin avulla kyettäisiin mahdollisesti vielä paremmin havaitsemaan yhä lievemmät otsalohkojen toimintahäiriöt. Testi on suunniteltu niin, että se on siirrettävissä fMRI- ja herätevasteympäristöön, jolloin testissä havaitut suoritustason muutokset voidaan liittää aivojen fysiologisiin muutoksiin.

7. Lähteet

Alexander M.P, Stuss D.T, Shallice T et al: Impaired concentration due to frontal lobe damage from two distinct lesion sites. *Neurology* 2005;65:572-279.

Alvarez J A & Emory E: Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsychology Review* 2006;16(1):17-42.

Ashman T A, Gordon W A, Cantor J B et al: Neurobehavioral consequences of traumatic brain injury. *The Mont Sinai Journal of Medicine* 2006;73(7):999-1005.

Bleiberg, J., Halpern, E. L., Reeves, D., & Daniel, J. C. (1998). Future directions for the neuropsychological assessment of sports concussion. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 13, 36–44.

Chao, L.L & Knight, R.T: Human prefrontal lesions increase distractibility to irrelevant sensory inputs. *NeuroReport* 1995;6:1605-1610.

Collins LF, Long CJ. Visual reaction time and its relationship to neuropsychological test performance. *Arch Clin Neuropsychol.* 1996;11(7):613-23.

D'Esposito & Bradley: The Organization of Working Memory Functions in Lateral Prefrontal Cortex. Evidence from Event-Related Functional MRI. In Knight & Stuss (Eds.) *Principles of Frontal Lobe Function*. Pp. 168-187, Oxford University Press, USA.2002.

Felmingham, K. L., Baguley, I. J., & Green, A. S. Effects of diffuse axonal injury on speed of information processing following severe traumatic brain injury. *Neuropsychology* 2004;18:564–571.

Ferraro, F. R.: Cognitive slowing in closed-head injury. *Brain Cognition* 1996 ;32 :429–440.

Fork M, Bartels C, Ebert A D et al. Neuropsychological sequelae of diffuse traumatic brain injury. *Brain Injury* 2005; 19(2):101-108.

Fuster JM: The cognitive functions of frontal lobes. In Miller, B & Cummings, G (Eds) *The human frontal lobes: Functions and disorders*. Pp. 187-195. The Guilford Press, New York 1999.

Fuster M: Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology* 2002;31:373-385.

Gaetz, M: The neuropsychophysiology of brain injury. *Clinical Neurophysiology.* 2004;115:4-18

Goldberg, E, Bougakov, D: Neuropsychologic Assessment of Frontal Lobe Dysfunction. *Psychiatr Clin N Am* 2005;28:567–580

de Haan A, Halterman C, Langan J, Drew A.S, Osternig L.R, Chou, L-S, von Donkelaar P: Cancelling planned actions following mild traumatic brain injury. *Neuropsychologia* 2007;45:406-411

Hakola, P, Sulkava, R: Neuropsykiatrisen tutkimus. In Huttunen, M et al (Eds) *Neuropsykiatria*. Pp. 15-23. Helsinki. Duodecim 1993.

Harlow JM. Recovery from the passage of an iron bar through the head. *Publ Mass Med Soc.* 1868;2:327–347.

Hartikainen K.M., Ogawa K.H., Soltani M., Knight R. Emotionally arousing stimuli compete for attention with left hemispace. *Neuroreport* 2007; 18:18 3:1929-1933.

Hartikainen K M, Ogawa K H, Soltani M, & Knight R T: Effects of emotional stimuli on event-related potentials and reaction times in orbitofrontal patients. *Brain and Cognition* 2001; 339-341.

Hartikainen K M, Ogawa K H, Knight R T: Transient interference of right hemispheric function due to automatic emotional processing, *Neuropsychologia* 2000; 12:1576 – 1580.

Hartikainen K M & Knight R T: Lateral and Orbital Prefrontal Cortex Contributions to Attention. Book chapter in: *Detection of change: event-related potential and fMRI findings*. Editor: Polich J. Publisher Kluwer Academic 2003; 99-116.

Helkala E-L & Riekkinen P: Neuropsykologiset teorit otsalohkojen toiminnasta. *Duodecim* 1993;109(21):1988.

Helmstaeder C: Behavioral aspects of frontal lobe epilepsy. *Epilepsy & Behavior* 2001;2:384-395.

Hietanen Marja: Neuropsykologiset häiriöt. Lääkärin käsikirja 25.4.2005.

Ilonen, T: Lääkäri neuropsykologisten käsitteiden viidakossa. *Duodecim* 2000;116:949-54.

Kalska, H: Kun muisti pettää, mikä muisteista pettää? *Duodecim* 2006;122:1313–1320.

Koponen, S: Aivovamman jälkeiset psykiatriset häiriöt ja niiden hoito. *Duodecim* 2007;123:1221-1227.

Krawczyk DC: Contributions of the prefrontal cortex to the neural basis of human decision making. *Neuroscience and behavioral reviews* 2002;26:631-664.

Kurča E, Sivák Š, Kučera P: Impaired cognitive functions on mild traumatic brain injury patients with normal and pathologic magnetic resonance imaging. *Neuroradiology* 2006;48:661-669.

LeDoux JE. *The Emotional Brain*. New York: Simon and Schuster; 1996.

Levin, Goldstein, Williams & Eisenberg: The contribution of frontal lobe lesions to the neurobehavioral outcome of closed head injury. In S. Levin, J. Grafman & F.C. Goldstein, *Neurobehavioral Recovery from Head Injury* (ss.221-338). New York: Oxford University Press.

Maddocks & Saling: Neuropsychological deficits following concussion. *Brain injury* 1996 Feb;10(2):99-103.

McAllister TW, Saykin AJ, Flashman LA, Sparling MB, Johnson SC, Guerin SJ, Mamourian AC, Weaver JB, Yanofsky N. Brain activation during working memory 1 month after mild traumatic brain injury: A functional MRI study. *Neurology* 1999;53:1300–8.

Oder, W., Goldberg, G., Spatt, J., Podreka, I., Binder, H., & Deeke, L.: Behavioural and psychological sequela of severe closed head injury and cerebral blood flow: a SPECT study. *Journal of neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 1992;55:475-480.

Palomäki, H, Öhman, J, Koskinen, S: *Aivovammat*. In Soinila, Kaste, Somer (Eds.) *Neurologia*. Pp. 424-446. Helsinki, Duodecim. 2006.

Pereira, MG, Volchan EV, de Souza GGL, Oliveira, L, Campagnoli, RR, Pessoa L: Sustained and Transient Modulation of Performance Induced by Emotional Picture Viewing. *Emotion* 2006;6(4):622-634.

Potter DD, Jory SH, Bassett MR, Barrett K, Mychalkiw W. Effect of mild head injury on event-related potential correlates of Stroop task performance. *J Int Neuropsychol Soc* 2002;8:828–37.

Rolls, E T : *The Functions of the Orbitofrontal Cortex*. In Knight & Stuss (Eds.) *Principles of Frontal Lobe Function*. Pp. 354-375, Oxford University Press, USA.2002.

Rosen H J, Hartikainen K M, Jagust W, Kramer J, Cummings J, Boone K, Ellis W, Miller C, Miller B: Utility of clinical criteria in differentiating frontotemporal lobar degeneration from AD. *Neurology* 2002; 58(11)1608-16015.

Sakagani, M, Pan, X, Uttl, B: Behavioral inhibition and prefrontal cortex in decision-making. *Neural networks* 2006;19:1255-1265.

Scheid, R, Walther K, Guthke T, Preul C, Cramon, von Y: Cognitive Sequelae of Diffuse Axonal Injury. *Arch Neurol* 2006;63:418-424.

Solbakk A-K, Korsnes M.S, Endestad T, Brennen T: Cognitive control in normal and the injured human brain.

Solbakk AK, Reinvang I, Nielsen C, Sundet K. ERP indicators of disturbed attention in mild closed head injury: A frontal lobe

syndrome? *Psychophysiology* 1999;36:802–17.

Solbakk A-K: An ERP study of attention deficits in closed head injury: The contribution of frontal mechanisms. Department of Psychology University of Oslo thesis. 2001.

Stuss, D.T & Knight, R.T: Prefrontal cortex: The Present and Future kirjassa *Principles of frontal lobe function*. Oxford University Press 2002.

Suomen neurologinen yhdistys ym. Aikuisiän aivovammat . Käypä hoito -suositus. *Duodecim* 2003;119:654–81.

Talati A & Hirsch J: Functional specialization within the medial frontal gyrus for perceptual go/no-go decisions based on “what”, “when” and “where” related information: an fMRI study. *Journal of cognitive neuroscience* 2005;17(7): 981-991.

Ursin H Press stop to start: the role of inhibition for choice and health. *PNEC* 2005;30;1059-1065.

Vataja, R, Nybo,T, Mäntylä, R: Neuropsykiatrisen potilaan tutkiminen. *Duodecim* 2007;123:1203-1210.

Vilkki, J, Virtanen, S., Surma-aho, O., Servo, A.: Dual task performance after focal cerebral lesions and closed head injuries. *Neuropsychologia* 1996;34:1051-1056.

Vuilleumier P, Schwartz S: Beware and be aware: Capture of spatial attention by fear-related stimuli in neglect, *Neuroreport* 5/2001: 1119-1122.

Wade J.B, Dematteo D, Hart R.P: Neuropsychologists diagnose traumatic brain injury. *Brain injury* 2004;18(7):629-643.

Woods, D.L. & Knight, R.T: Electrophysiological evidence of increased distractability after dorsolateral prefrontal cortex lesions. *Neurology* 1986;36:212-216.

Ylinen, A & Sirviö, J: Muistin biologinen perusta. *Duodecim* 1997;113(18).1729-1738

van Zomeren, A.H., & Brouwer, W.H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. New York: Oxford University Press.

Öhman A. Face the beast and fear the face: animal and social fears as prototypes for evolutionary analyses of emotion. *Psychophysiology*. 1986;23(2):123-45.

Liitteet

Liite 1, koehenkilökysely

Hyvä tutkimukseen osallistuja,

Tutkimusta varten tarvitsemme joitakin terveyttänne koskevia tietoja. Kaikki tiedot käsitellään luottamuksellisesti. Pyydämme teitä ystävällisesti vastaamaan seuraaviin kysymyksiin.

1. Nimi

2. Ikä ja syntymäaika

3. Montako vuotta olette käynyt kouluja? Korkein suorittamanne tutkinto?

4. Onko teillä ajokorttia?

5. Ajatteko autoa säännöllisesti?

6. Aivovamman tapahtuma-ajankohta:

7. Syy: (ympyröikää oikea vaihtoehto)

liikenneonnettomuus

liikenneonnettomuus jalankulkijana

putoaminen

kaatuminen

väkivalta

urheiluun liittyvä vamma

työtapaturma

muu, mikä

8. Vammatilanteen kuvaus lyhyesti:

9. Onko päähänne kohdistunut voimakas isku (suora tai epäsuora)? (ympyröikää oikea vaihtoehto)

Kyllä/ Ei

10. Mihin isku on kohdistunut? (ympyröikää oikea vaihtoehto)

- otsaan
- vasempaan ohimoon
- oikeaan ohimoon
- vasemmalle päälakeen
- oikealle päälakeen
- vasemmalle takaraivoon
- oikealle takaraivoon
- päähän kohdistunut epäsuora voima

11. Onko teillä todettu kallonsisäinen vamma tai kallonmurtuma?

12. Missä vamma on todettu: (ympyröikää oikea vaihtoehto)

- otsalohkossa
- vasempaan ohimolohkossa
- oikeaan ohimolohkoon
- vasempaan päälakeenlohkossa
- oikeaan päälakeenlohkossa
- takaraivolohkossa
- kaulassa
- muualla, missä?

13. Vammaa edeltävä muistiaukko ja sen kesto:

14. Vammanjälkeinen muistiaukko ja sen kesto:

15. Tajunnan menetys ja sen kesto:

16. Oirekysely

Fyysiset oireet	ei ole ollut	on ollut, mutta ei ole enää	on edelleen
Päänsärky			
Pahoinvointi			
Oksentelu			

Tasapaino-ongelmia			
Huimaus			
Näköongelmia			
Valoherkkyttä			
Ääniherkkyttä			
Puutumista/tunnottomuutta			
Ajatteluun liittyvät oireet	ei ole ollut	on ollut, mutta ei ole enää	on edelleen
Hidastuneisuutta			
Keskittymisvaikeuksia			
Muistivaikeuksia			
Häiriöherkkyys			
Tunteisiin liittyvät oireet			
Ärtyneisyyttä/Hermostuneisuutta			
Alakuloisuutta			
Tunteiden korostumista			
Ahdistuneisuutta			
Pelkoja			
Unioireet			
Alentunut rasituksensietokyky			
Vähentynyttä unentarvetta			
Lisääntynyttä unentarvetta			
Nukahtamisvaikeuksia			

17. Pahenevatko oireet ruumiillisessa tai henkisessä rasituksessa?

18. Kuinka kauan oireet ovat kestäneet?

19. Oletteko työelämässä? Mitä työtä teette?

19. Oletteko ollut sairaslomalla nykyisen päänvamman vuoksi. Jos kyllä, kuinka kauan?

20. Onko teillä todettu jokin kehityksellinen häiriö, ADHD tai oppimishäiriö?

21. Onko teillä todettu jokin psyykinen häiriö? (ahdistuneisuutta, masentuneisuutta, unihäiriöitä tai muuta)

22. Onko teillä aiempaa aivovammaa? Jos on, kuinka monta?

	Kyllä	Ei
23. Onko teillä neurologisia sairauksia?		
24. Oletteko koskaan aiemmin ollut neurologin hoidossa?		

25. Onko teillä käytössä lääkitystä?

26. Oletteko työssänne tai vapaa-ajalle altistunut merkittävässä määrin jollekin kemikaalille?

27. Käytättekö alkoholia? Montako ravintola-annosta viikossa?

28. Oletteko koskaan käyttänyt huumaavia aineita?

Liite 2, mielialakysely (Beckin masennuskyselyn lyhytversio)

Nimi: _____

Päivämäärä: _____

Koehenkilökyselyn liite 1

Mielialakysely:

1. Minkälainen mielialasi on?

- a) mielialani on melko valoisa ja hyvä
- b) en ole alakuloinen tai surullinen
- c) tunnen itseni alakuloiseksi ja surulliseksi
- d) olen alakuloinen jatkuvasti enkä pääse siitä
- e) olen niin masentunut ja alavireinen, etten kestä enää

2. Miten suhtaudut tulevaisuuteesi?

- a) suhtaudun tulevaisuuteeni toiveikkaasti
- b) en suhtaudu tulevaisuuteeni toivottomasti
- c) tulevaisuus tuntuu minusta melko masentavalta
- d) minusta tuntuu, ettei minulla ole tulevaisuudelta mitään odotettavaa
- e) tulevaisuus tuntuu minusta toivottomalta, enkä jaksa uskoa, että asiat muuttuisivat parempaan päin

3. Miten katsot elämäsi sujuneen?

- a) olen elämässäni onnistunut huomattavan usein
- b) en tunne epäonnistuneeni elämässäni
- c) minusta tuntuu, että olen epäonnistunut pyrkimyksissäni tavallista useammin
- d) elämäni on tähän saakka ollut vain sarja epäonnistumisia
- e) tunnen epäonnistuneeni täydellisesti ihmisenä

4. Miten tyytyväiseksi tai tyytymättömäksi tunnet itsesi?

- a) olen varsin tyytyväinen elämääni
- b) en ole erityisen tyytymätön
- c) en nauti asioista samalla tavalla kuin ennen
- d) minusta tuntuu, etten saa enää tyydytystä juuri mistään
- e) olen täysin tyytymätön kaikkeen

5. Minkälaisena pidät itseäsi?

- a) tunnen itseni melko hyväksi
- b) en tunne itseäni huonoksi enkä arvottomaksi
- c) tunnen itseni huonoksi ja arvottomaksi melko usein
- d) nykyään tunnen itseni arvottomaksi melkein aina
- e) olen kerta kaikkiaan arvoton ja huono

6. Onko sinulla pettymyksen tunteita?

- a) olen tyytyväinen itseäni ja suorituksiini
- b) en ole pettynyt itseni suhteen
- c) olen pettynyt itseni suhteen
- d) minua inhottaa oma itseni

e) vihaan itseäni

7. Onko sinulla itsesi vahingoittamiseen liittyviä ajatuksia?

- a) minulla ei ole koskaan ollut itsemurha-ajatuksia
- b) en ajattele enkä halua vahingoittaa itseäni
- c) minusta tuntuu, että olisi parempi jos olisin kuollut
- d) minulla on tarkat suunnitelmat itsemurhasta
- e) tekisin itsemurhan, jos siihen olisi mahdollisuus

8. Miten suhtaudut vieraitten ihmisten tapaamiseen?

- a) pidän ihmisten tapaamisesta ja juttelemisestä
- b) en ole menettänyt kiinnostusta muihin ihmisiin
- c) toiset ihmiset eivät enää kiinnosta minua niin paljon kuin ennen
- d) olen melkein kokonaan menettänyt mielenkiintoni sekä tunteeni toisia ihmisiä kohtaan
- e) olen menettänyt mielenkiintoni muihin ihmisiin, enkä välitä heistä lainkaan

9. Miten koet päätösten tekemisen?

- a) erilaisten päätösten tekeminen on minulle helppoa
- b) pystyn tekemään päätöksiä samoin kuin ennenkin
- c) varmuuteni on vähentynyt ja yritän lykätä päätösten tekoa
- d) minulla on suuria vaikeuksia päätösten teossa
- e) en pysty enää lainkaan tekemään ratkaisuja ja päätöksiä

10. Minkälaisena pidät olemustasi ja ulkonäköäsi?

- a) olen melko tyytyväinen ulkonäkööni ja olemukseeni
- b) ulkonäkössäni ei ole minua haittavia piirteitä
- c) olen huolissani siitä, että näytän epämiellyttävältä
- d) minusta tuntuu, että näytän rumalta
- e) olen varma, että näytän rumalta ja vastenmieliseltä

11. Minkälaista nukkumisesi on?

- a) minulla ei ole nukkumisessa minkäänlaisia vaikeuksia
- b) nukun yhtä hyvin kuin ennenkin
- c) herätessäni aamuisin olen paljon väsyneempi kuin ennen
- d) minua haittaa unettomuus
- e) kärsin unettomuudesta, nukahtamisvaikeuksista tai liian aikaisin kesken unien heräämisestä

12. Tunnetko väsymystä tai uupumusta?

- a) väsyminen on minulle lähes täysin vierasta
- b) en väsy helpommin kuin tavallisestikaan
- c) väsyn nopeammin kuin ennen
- d) vähäinkin työ väsyttää ja uuvuttaa aina
- e) olen liian väsynyt tehdäkseeni mitään

13. Minkälainen ruokahalusi on?

- a) ruokahalussani ei ole mitään vikaa
- b) ruokahaluni on ennallaan
- c) ruokahaluni on huonompi kuin ennen
- d) ruokahaluni on nyt paljon huonompi kuin ennen

e) minulla ei ole enää lainkaan ruokahalua

14. Oletko ahdistunut tai jännittynyt?

a) pidän itseäni melko hyvähermoisena enkä ahdistu kovinkaan helposti

b) en tunne itseäni ahdistuneeksi tai huonohermoiseksi

c) ahdistun ja jännityn melko helposti

d) tulen erityisen helposti tuskaiseksi, ahdistuneeksi tai jännittyneeksi

e) tunnen itseni jatkuvasti ahdistuneeksi ja tuskaiseksi kuin hermoni olisivat ”loppuun kuluneet”



Neurologian ja kuntoutuksen vastuualue

20.5.2008

Hyvä potilas,

Pyydämme Teitä osallistumaan tutkimukseen, jossa selvitetään otsalohkojen toimintoja. Tarkoituksena on kehittää entistä tarkempia testejä, joiden avulla voitaisiin arvioida otsalohkojen toimintahäiriöitä.

Tutkimukseen osallistuvat kutsutaan tutkimukseen, jonka aikana osallistujat tekevät tietokonepohjaisia testejä. Testeissä reagoidaan esitettyihin ääni- tai kuvaärsykkeisiin painamalla vastausnappeja. Testi perustuu reaktioaikojen mittaamiseen ja on täysin haitaton.

Tutkimukseen osallistuvilta pyydetään kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta. Tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista ja Teillä on oikeus missä vaiheessa tahansa kieltäytyä tutkimuksesta, syytä siihen ilmoittamatta. Kieltäytymisenne ei vaikuta mahdollisesti tarvitsemaanne hoitoon. Tutkimustuloksia käsitellään luottamuksellisesti ja nimettöminä. Koska kyseessä on tieteellinen tutkimus, KELA ei maksa käynnistä matkakorvausta. Pirkanmaan sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta on antanut tutkimuksesta myönteisen lausunnon.

Kokonaisuudessaan tutkimukseen on varattava aikaa noin puolitoista tuntia. Mikäli Teillä on kysyttävää tai haluatte lisätietoja, vastaamme mielellämme.

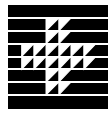
Kiitos yhteistyöstä

Tutkijat:

Kaisa Hartikainen
Fysiologian yliassistentti, Tampereen yliopisto
Neurologiaan erikoistuva lääkäri
Kuntoutustutkimusyksikkö, TAYS
puh. (040) 410 7077

Jukka Peltola (epilepsiapotilaat)
Neurologian erikoislääkäri, lääketieteen tohtori
Neurologian ja kuntoutuksen vastuualue, TAYS
puh. (03) 311 64713

Aarne Ylinen (aivovammapotilaat)
Dosentti
Kuntoutustutkimusyksikkö, TAYS
puh. (03) 311 64731



PIRKANMAAN
SAIRAANHOITOPIIRI
Yhdessä terveyttä

SUOSTUMUS

Otsalohkojen toiminnan arviointi

Olen saanut suullisen ja kirjallisen tiedon Otsalohkojen toiminnan arviointi - tutkimuksesta. Ymmärrän saamani tiedon, hyödyt ja haitat sekä tutkimukseen liittyvät toimenpiteet. Ymmärrän, että tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista ja että minulla on oikeus kieltäytyä siitä milloin tahansa syytä ilmoittamatta. Ymmärrän myös, että tiedot käsitellään luottamuksellisesti.

Tampereella __ / __ /200__

Suostun osallistumaan tutkimukseen:

Nimi: _____

Henkilötunnus: _____

Osoite: _____

Allekirjoitus: _____

Tampereella __/__/200__

Suostumuksen vastaanottaja:

Nimi: _____

Allekirjoitus: _____