

**KUTAANISTIMULAATION VAIKUTUS  
KROONISILLA AIVOHALVAUSKUNTOUTUJILLA**

**Sinikka Peurala**

Fysioterapian Pro gradu –tutkielma  
Jyväskylän yliopisto  
Liikunta- ja terveystieteiden laitos  
Kevät 2001

## TIIVISTELMÄ

Peurala Sinikka. 2001. Kutaanistimulaation vaikutus kroonisilla aivohalvauskuntoutujilla. Fysioterapian pro gradu –tutkielma. Jyväskylän yliopisto.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kutaanistimulaation vaikutusta kroonisilla aivohalvauskuntoutujilla fysioterapiassa ja neurofysiologisessa tutkimuksessa käytettyjen mittareiden avulla. Tutkittavat olivat Suomen aivotutkimus- ja kuntoutuskeskus Neuronissa aivohalvauskuntoutusjaksolla 1997 – 1999 olleita kuntoutujia. Kuntoutujien toimintakykyä arviointiin kolmen viikon kuntoutusjakson alussa ja lopussa Modified Motor Assessment Scale –testillä (MMAS), pareettisen raajan toiminnan ja tunnon arviointilomakkeella, kymmenen metrin kävelytestillä, aivojen somatosensorisella herätepotentiaalilla sekä sähköisellä tasapainon mittaamisella. Tutkimukseen osallistui yhteensä 59 kuntoutujaa. 51:stä aktiivista kutaanistimulaatiota saaneesta kuntoutujasta 32 sai kutaanistimulaatiota käteen ja 19 jalkaan. Näiden lisäksi kahdeksan kuntoutujaa sai lumestimulaatiota käteen. Aktiivista stimulaatiota saaneella 51 kuntoutujalla MMAS ( $p<0.001$ ), 10 metrin kävelytesti ( $p<0.05$ ), pareettisen yläraajan toiminta ( $p<0.001$ ), pareettisen alaraajan toiminta ( $p<0.01$ ), yläraajan tuntokyky ( $p<0.01$ ) ja somatosensorisen herätepotentiaalilin (SEP) normaaliuden luokitus pareettisessa yläraajassa ( $p<0.01$ ) tai pareettisessa alaraajassa ( $p<0.05$ ) olivat parantuneet merkitsevästi. Käteen aktiivista stimulaatiota ( $n=32$ ) ja lumestimulaatiota ( $n=8$ ) saaneita kuntoutujia verrattaessa vain aktiivista stimulaatiota saaneiden kuntoutujien MMAS ( $p<0.01$ ), 10 metrin kävelytesti ( $p<0.05$ ), pareettisen yläraajan toiminta ( $p<0.01$ ), yläraajan tuntokyky ( $p<0.01$ ) ja SEP:n normaaliuden luokitus pareettisessa yläraajassa ( $p<0.001$ ) olivat merkitsevästi parantuneet.

Kuntoutusjakson aikana annetulla aktiivisella kutaanistimulaatiolla on selkeät positiiviset vaikutukset kuntoutujan motoriseen suorituskyykyyn ja tuntokyykyyn sekä aivokuorelta mitattujen sensoristen vasteiden laatuun. Kutaanistimulaatio on tehokas, helppokäyttöinen ja huokea kuntoutuksen apuväline kroonisten aivohalvauskuntoutujien motorisen suorituskyyvyn ja raajan tuntokyyvyn parantamiseen muun kuntoutuksen lisänä.

Avainsanat: sensorinen sähköstimulaatio, aivohalvaus, neurologinen kuntoutus

## **ABSTRACT**

Peurala, S. 2001. The effect of cutaneous electrical stimulation in rehabilitation at chronic stroke. The graduate research of physiotherapy. University of Jyväskylä, Finland.

The purpose of this study was to find out if cutaneous electrical stimulation has any effect in functional recovery of chronic stroke measured by a functional test battery. The subjects were drawn from patients at the Brain Research and Rehabilitation Center Neuron in Kuopio year from 1997 to 1999. Fifty-one subjects with chronic stroke received treatment in hand (n=32) or foot (n=19) and additional eight received no-current treatment in hand. MMAS(p<0.01), 10 meter walking test, (p<0.05), paretic hand function (p<0.01), upper limb skin sensation (p<0.01) and SEP normality classification in paretic upper limb (p<0.001) had improved significantly in the treatment group (n=51) after three weeks rehabilitation. When hand treatment (n=32) and hand placebo (n=8) groups were compared there were a significant improvement in MMAS (p<0.01), 10 walking test (p<0.05), paretic hand function (p<0.01), upper limb skin sensation (p<0.01) and SEP normality classification in paretic upper limb (p<0.001) only in the treatment group.

Cutaneous stimulation during the rehabilitation period had clear positive effects in the motor performance, limb sensation and the quality of somatosensory evoked potentials in chronic stroke. Cutaneous stimulation is effective, easy to use and inexpensive way to improve functional ability in chronic stroke as a part of a rehabilitation program.

Keywords: electrical stimulation, hemiparesis, stroke, neurorehabilitation

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>5</b>
<b>2 KIRJALLISUUSKATSAUS</b>	<b>7</b>
2.1 AIVOHALVAUKSEN JÄLKEINEN MUUNTUNUT KESKUSHERMOSTON TOIMINTA	7
2.1.1 HERMO-LIHASJÄRJESTELMÄN VAURIOT	7
2.1.2 LUURANKO-LIHASJÄRJESTELMÄN VAURIOT	8
2.1.3 SENSORISET JA KOGNITIIVISET HÄIRÖT	9
2.1.4 TASAPAINOHÄIRIÖIHIN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ	10
2.2 AIVOHALVAUSPOTILAAN TILAN MÄÄRITTELY	11
2.2.1 AKUUTTI VAIHE	11
2.2.2 KROONINEN VAIHE	12
2.3 AIVOHALVAUSPOTILAAN TUTKIMINEN	13
2.4 AIVOHALVAUSPOTILAAN KUNTOUTUS	14
2.4.1 AIVOHALVAUSKUNTOUTUKSESSA KÄYTETTYJÄ MITTAREITA	15
2.4.2 KUNTOUTUKSEN VAIKUTTAVUUSTUTKIMUKSET	18
2.4.3 KUTAANISTIMULAATIO	19
<b>3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT</b>	<b>21</b>
<b>4 TUTKIMUSASETELMA</b>	<b>22</b>
4.1 TUTKIMUKSEN KOEHENKILÖT	22
4.2 TUTKIMUSMENETELMÄT	23
4.2.1 MOTORISEN SUORITUSKYVYN ARVIOINTI	25
4.2.2 PAREETTISEN RAAJAN TOIMINTA	25
4.2.3 KÄVELYTESTI	26
4.2.4 SOMATOSENSORINEN HERÄTEPOTENTIAALI	26
4.2.5 SÄHKÖISESTI MITATTU TASAPAINO	26
4.3 TUTKIMUSAINEISTON ANALYYSI	27
<b>5 TULOKSET</b>	<b>28</b>
5.1 AKTIIVISTA STIMULAATIOTA SAANEIDEN TULOKSET	28
5.1.1 PAREETTISEN RAAJAN TUNTOKYNNYS	32
5.1.2 MOTORINEN SUORITUSKYKY, KÄVELYNOPEUS JA TASAPAINO	32
5.2 KÄTEEN AKTIIVISTA STIMULAATIOTA JA LUME- STIMULAATIOTA SAANEIDEN KUNTOUTUJIEN VERTAAMINEN	33

<b>6</b>	<b>POHDINTA</b>	<b>37</b>
6.1	TUTKIMUSMENETELMÄT	37
6.2	AKTIIVISTA STIMULAATIOTA SAANEET KUNTOUTUJAT	38
6.3	KÄTEEN AKTIIVISTA STIMULAATIOTA JA LUMESTIMULAATIOTA SAANEET KUNTOUTUJAT	42
6.4	TULOSTEN TARKASTELUA	44
6.5	JOHTOPÄÄTÖKSET	46
<b>7</b>	<b>LÄHDELUETTELO</b>	<b>47</b>

## **LIITTEET**

- LIITE 1. MODIFIED MOTOR ASSESSMENT SCALE
- LIITE 2. PAREETTISEN RAAJAN TOIMINNAN ARVIOINTI
- LIITE 3. ESIMERKKI ALARAAJAN SOMATOSENSORISISTA  
HERÄTEPOTENTIAALEISTA (saanut aktiivista stimulaatiota jalkaan)
- LIITE 4. ESIMERKKI TASAPAINOMITTAUSTEN TULOSTEESTA

## 1 JOHDANTO

Aivohalvaus (stroke) on aivojen verenkiertohäiriö. Osittainen halvaus on verenkiertohäiriön usein esiintyvä ja selvästi havaittava oire, josta nimi ”aivohalvaus” tulee suomen kieleen. Riippuen vahingoittuneesta aivoalueesta aivoverenkiertohäiriö ei aina aiheuta halvausta. Aivoverenkiertohäiriöt jaetaan infarkteihin ja verenvuotoihin. (Virsu 1991)

Aivoinfarktissa on kysymys hermosolutuhosta, joka aiheutuu kudosalueen verenkierron riittämättömyydestä tai estymisestä tai vakavasta rajoittumisesta niin pitkäksi ajaksi, että kudostuhoa ehtii muodostua. Tavallisimmin verenkierron estää ateroskleroottinen hyytymä eli trombi. Trombi aiheutuu verisuonen seinämän viasta, joka painee alulle veren hyytymisprosessin. Trombi voi esiintyä aivovaltimossa tai muualla. Emboliasta puhutaan, jos trombi hajoaa siten, että jokin sen osa liikkuu veren mukana ja tukkii valtimon. (Immonen-Räihä ym. 1997)

Aivoverenkiertohäiriöistä kolmasosa on aivoverenvuotoja. Aivoverenvuoto voi olla joko aivojen pinnalla tapahtuva eli lukinkalvonalainen tai varsinaiseen aivokudokseen tapahtuva ja sen sisäinen vuoto. Useimmiten syynä on valtimossa olevan pullistuman eli aneurysman puhkeaminen, harvemmin aivovaltimoiden ja -laskimoiden epämuodostumat. Erotettava on myös tapaturmien aiheuttamat vuodot. (Immonen-Räihä ym. 1997)

Aivohalvaus on yleisin neurologinen sairaus. Kuolemansyynä se on kolmannella sijalla sydäntautien ja syövän jälkeen länsimaissa. Vaikka aivohalvauksen kuolleisuus on laskenut viimeisen parinkymmenen vuoden aikana, kuolee siihen Suomessa vuosittain noin 6 000 ihmistä. Kuolleisuuden laskua on selitetty uusien sairastumisien vähenemisenä, oireiden vaikeusasteen vähenemisenä aivojen sisäisissä vuodoissa ja aivoinfarkteissa sekä sitä kautta 28 päivän aikana tapahtuvan kuolleisuuden vähenemisenä. Aivohalvauksen sairastuu vuosittain Suomessa noin 15 000 henkeä. pysyvästi aivohalvauksen vuoksi vammautuneita on Suomessa noin 30 000. Preva-

lenssi koko väestössä on lähes 1 %. Aivohalvaukseen käytetään kaikista taudeista eniten sairaalapäiviä. Se on tärkeimpiä toimintakyvyn ongelmien aiheuttajia kehittyneiden maiden väestössä. (Fogelholm ym. 1997, Numminen ym. 2000)

MacDonald ym. (2000) tutkivat neurologisiin sairauksiin sairastuvuutta ja niiden esiintyvyyttä Lontoossa. Aivoverenkiertohäiriöiden insidenssi oli 205/100 000 ja aivohalvauksen prevalenssi oli 9/1000. Brainin ym. (2000) mukaan Itä-Euroopan aivoverenkiertohäiriöiden insidenssiluvut ja kuolleisuusluvut ovat korkeammat. Alkuvaiheen suuremman kuolleisuuden arvellaan johtuvan vaikeammista aivoinfarkteista ja akuuttihoitoon pääsevien vaikeiden aivoverenvuotojen suuremmasta lukumäärästä. Vaikeammat aivoverenkiertohäiriöt johtuvat riskitekijöiden suuremmasta esiintyvyydestä Itä-Euroopassa.

Fukiyaman ym. (2000) mukaan Japanin aivohalvausten insidenssi on 105/100 000 ja tapauskuolleisuus sairastumista seuraavan 28 päivän aikana 12,8 %. Aivohalvauksista 51,4 % on aivoinfarkteja, 38,7 % lukinkalvonalaisia vuotoja, 9,3 % aivokudoksessa olevia vuotoja. Tutkimuksen mukaan 40,4 % aivoinfarktipotilaista ja 38,2 % aivoverenvuotopotilaista oli kymmenen vuotta elinaikaa jäljellä. Bogousslavskyn & Caplan (1995) mukaan alle 10 %:ssa aivohalvauksista on kysymys useamman alueen infarktoitumisesta samanaikaisesti. Molemmat aivopuoliskot infarktoituvat, mutta vaikuttaa siltä, että vasen useammin.

Nicoletti ym. (2000) selvittivät aivohalvauksen esiintyvyyttä Bolivian maaseudulla. Prevalenssi oli 322/100 000, 663/100 000 yli 35-vuotiailla ja yli kaksi kertaa yleisempi miehillä. Prevalenssi on Boliviassa pienempi kuin kehittyneissä maissa johtuen todennäköisesti suuremmasta sairauskuolleisuudesta. Euroopassa taas sairastavuus on laskenut riskitekijöiden vähentymisen myötä, mutta potilaiden lukumäärä nousee koko ajan johtuen mm. hoidon kehittymisestä ja väestön ikääntymisestä. Tupakoinnin ja kohonneen verenpaineen prevalenssien erilaisuus eri maissa selittää osaltaan erilaisia sairastavuusmääriä. (Stegmayr ym. 1997)

## 2 KIRJALLISUUSKATSAUS

### 2.1 AIVOHALVAUKSEN JÄLKEINEN MUUNTUNUT KESKUSHERMOSTON TOIMINTA

#### 2.1.1 Hermo-lihasjärjestelmän vauriot

Vaurion paikka ja koko aivoverisuonessa sekä verivirtauksen määrä vaikuttavat siihen, onko kyse lievästä koordinaatiohäiriöstä vai täydellisestä pareesista ylä- ja alaraajoissa sekä kasvoissa. Yleisin aivohalvauksen syy, aivoinfarkti keskimmäisen aivovaltimon alueella, aiheuttaa pareesin vastakkaisella puolella kehossa. Toispuoleisessa pareesissa voidaan puhua hemipareesista tai –plegiasta englannin kielestä tulevien sanojen mukaan. (Carr & Shepherd 1998)

Pareesi aiheutuu lihasten kyvyttömyydestä tuottaa liikettä hermo-lihasjärjestelmän vauriosta johtuen, ja se näkyy mm. vaikeutena saada aikaan ja ylläpitää lihastoimintaa, tuottaa ja ajoittaa voimankäyttöä, tuottaa ja kontrolloida lihasten yhteistoimintaa, kannattaa, viedä eteenpäin ja tasapainottaa kehoa jalkojen päällä. (Shumway-Cook & Woollacott 1995, Carr & Shepherd 1998)

Lihastonus on vaste lihaksen passiiviselle venytykselle. Lihastonukseen vaikuttavat sekä neuraaliset että lihaksen visko-elastiset ominaisuudet. Epänormaali lihastonus vaikuttaa mm. kykyyn liikkua nopeasti. Epänormaalin korkeasta lihastonuksesta puhuttaessa käytetään usein myös sanaa spastisuus. Spastisuus on liikehäiriö, jolle on tyypillistä venytysnopeudesta riippuva toonisten venytysrefleksien yliherkkyys sekä vilkastuneet jännerefleksit, joita tuottavat yliärtyneet venytysrefleksit ylemmän motoneuronin vaurion seurauksena (Lance 1980). Young (1994) kuvaa spastisuutta hyvin samalla tavalla liikehäiriönä, jota luonnehtii vilkastuneet jännerefleksit (joskus myös klonus) ja venytysvasteen eli tonuksen kasvaminen rentoutunutta lihasta venytettäessä.



Spastisuudesta on esitetty myös hieman erilaisia näkemyksiä. Viime vuosina tehtyjen tutkimusten perusteella (Perry 1980, Katz & Rymer 1989, Young 1994, O'Dwyer ym. 1996) on ehdotettu, että liikerajoitus on yleisin ja tärkein vastusta aiheuttava tekijä passiiviselle liikkeelle, ei venytysrefleksien yliaktiivisuus. Liikerajoituksella tarkoitetaan lihaksen lyhentymistä ja siitä seuraavaa vastusta passiiviselle liikkeelle. Myös nivelliikkuvuus rajoittuu. O'Dwyer & Ada (1996) ja O'Dwyer ym. (1996) näkevät spastisuuden mukautumisena tilanteeseen, ei suorana seurauksena esim. halvauksen jälkeen. Aivohalvauksen jälkeen potilaan yläraaja saattaa olla tuettuna rinnalle pitkiä aikoja olkanivelen subluksaatio johdosta, ja kävelyn vaikeudet inaktivoivat potilaan istumaan paljon. Yläraajan lihaksista lyhentymisalttiimmat ovat tässä tilanteessa olkavarren lähentäjät ja sisäkiertäjät, kyynärvarren pronaattorit ja fleksorit. Nämä ovat samat lihakset, joiden on perinteisesti ajateltu kehittyvän spastisiksi. Jos lihas ja sen lihassukkulat lyhentyvät johtaen liikerajoitukseen, kasvaa myös venytysrefleksivaste. Ensiksikin lihaksen kyky venyä on pienempi, mikä vaikuttaa pituudesta riippuvaan fasilitaation vaikutukseen. Toiseksi mitä suurempi on muutos lihaksen suhteellisessa lepopituudessa, sitä suurempi on ärsytys lihassukkulassa. Kolmanneksi voimat, jotka välittyvät liikkeen kautta, ovat suuremmat ja nopeammat. Nämä kolme mekanismia selittävät liikerajoituksen mahdollista vaikutusta venytysreflekseihin.

### **2.1.2 Luuranko-lihasjärjestelmän häiriöt**

Luuranko-lihasjärjestelmän häiriöt syntyvät useimmiten toissijaisesti halvauksen jälkeen. Epänormaalit asento- ja liiketottumukset kehittyvät usein lyhentyneiden lihasten seurauksena. Pareesi ja sen jälkeinen käyttämättömyys vaikuttaa myös nivelliikkuvuuteen aiheuttaen hoitamatta kontraktuuria eli pysyviä liikerajoituksia. Esimerkiksi nilkassa liikerajoitus estää tasapainolle tärkeän nilkkastrategian käytön. Nivelten käyttämättömyys alentaa myös pehmytkudosten joustavuutta ja lisää siten vastusta liikkeelle. Pareesi ja käyttämättömyys vaikuttaa myös itse lihaskudokseen: sarkomeerien lukumäärä laskee, sidekudoksen määrä lisääntyy ja proteeiinisynteesin määrä laskee. Näistä johtuva lihasheikkous johtaa myös atrofiaan. Lisäksi luun mineraalipitoisuus vähenee huomattavasti ensimmäisen sairastamisvuoden aikana aiheuttaen osteoporoosia (Ramnemark ym. 1999). (Shumway-Cook & Woollacott 1995)

### 2.1.3 Sensoriset ja kognitiiviset häiriöt

Aivohalvaus voi aiheuttaa monenlaisia kognitiivisia häiriöitä. Muutokset saattavat vaihdella kudostuhon laajuuden ja paikan mukaan kapea-alaisesta erityishäiriöstä, kuten afasia, apraksia, agnosia, visuospatiaaliset häiriöt ja neglect, dementia-asteeseen häiriöön (Nyrkkö 1999). Afasioita on erilaisia, esimerkiksi Wernickin afasia, jota luonnehtii vaikeudet ymmärtämisessä, lukemisessa ja kirjoittamisessa sekä Brocan afasia, jossa puheen tuottaminen on vaikeutunut. Apraksia on kyvyttömyyttä suorittaa tahdonalaisia liikkeitä. Dynaaminen apraksia on kyvyttömyyttä siirtyä sujuvasti osaliikkeestä toiseen, asentoapraksiassa kuntoutuja ei saa sormiaan mallin mukaisiin asentoihin liiketunnon varassa, spatiaalisessa apraksiassa hän ei kykene kolmiulotteisessa tilassa suunnittelemaan ja tekemään haluttuja liikkeitä ja konstruktiivisessa apraksiassa potilas on kyvytön kokoamaan osista haluttua kokonaisuutta. Agnosia on kyvyttömyyttä tunnistaa esineitä ja kuvioita, ja myös se voidaan jakaa erilaisiin luokkiin. Depressio on myös yleinen aivohalvauksen seuraus. (Palo ym. 1992, Kotila ym. 1998, Nyrkkö 1999)

Neglect eli spatiaalisesti rajoittuva tarkkaavaisuuden häiriö on yleinen oikean aivopuoliskon vauriossa. Henkilö ei huomaa vasemmalta tulevia sensorisia ärsykeitä tai ei "näe" vasenta puolta tai unohtaa käyttää vasemman puolen raajojaan. Myös tunnetasolla vasemman puolen toiminta voi olla merkityksetön. Vasemman puolen vaurioissa neglect on harvinaisempi. (Heilman 1979b, Kuikka ym. 1991)

Visuaalinen, somatosensorinen ja vestibulaarinen aistikanava tuottavat keskushermostolle jatkuvasti tietoa kehon eri osien asennosta ja liikkeistä. Sensorisen tiedon käsittelyhäiriöt johtavat häiriintyneeseen ruumiinkuvaan. Jo yhden aistikanavan häiriö tuottaa vaikeuksia muiden sensoristen aistikanavien käyttämiseen ja näin ollen esimerkiksi asennon hallinta vaikeutuu. (Shumway-Cook & Woollacott 1995)

### 2.1.4 Tasapainohäiriöihin vaikuttavia tekijöitä

Tasapainon säätelyyn osallistuvat visuaalinen, somatosensorinen ja vestibulaarinen palautejärjestelmä. Staattinen tasapaino on ihmisen kykyä säädellä kehoaan, ja erityisesti painopistettään, muuttumattomalla tukipinnalla. Staattinen tasapaino vaatii sensorista tietoa ruumiin asennosta ja liikkeistä suhteessa tilaan sekä tämän tiedon yhdistämistä kykyyn kohdistaa voimat kontrolloimaan asentoa. Tasapaino vaatii monimutkaista yhteistyötä luuranko-lihasjärjestelmän ja hermoston välillä. Seistessä maan vetovoima vetää ihmistä puoleensa. Pystyasennossa maan vetovoima kulkee keskilinjassa ja keho pysyy tasapainossa pienellä energiamäärällä. Seistessä eteen- taakse huojunnassa nilkan lihakset ovat rennot, mikä aktivoi venytysrefleksin. Lihak- sen refleksinomaisesta supistumisesta seuraa lyheneminen ja huojuntaa eteen- taakse. Asentohuojunta on kehon pyrkimystä säilyttää painopiste mahdollisimman lähellä tukipinnan keskikohtaa. Mitä enemmän painopiste on pois keskikohtasta, sitä enemmän lihakset koko kehon alueella työskentelevät isometrisesti painovoimaa vastaan seistessä. Visuaalinen, somatosensorinen ja vestibulaarinen palaute vaikut- tavat merkittävästi seisoma-asentoon, mutta somatosensorisen järjestelmän merkitys korostuu erityisesti dynaamista tasapainoa vaativissa tehtävissä. (Shumway-Cook & Woollacott 1995)

Näköaisti antaa tietoa pään asennosta ja liikkeistä suhteessa ympäristöön. Järjes- telmä jaetaan kahteen eri osaan työtehtäviensä mukaan, ja niistä käytetään erilaisia nimityksiä riippuen lähteestä. Paillard (1988) puhuu perifeerisestä näköaistitiedosta ja foveaalisesta eli verkkokalvon keskikuopassa olevasta tiedosta. Hänen mukaansa perifeerisen näköaistitiedon merkitys on suurempi pystyasennolle kuin tarkan näke- misen alueen fovealla. Bridgeman ym. (2000) käyttää termejä sensomotorinen ja kognitiivinen näkö. Ensiksi mainittu siksi, että näön paikallistava merkitys, vastaus missä kysymykseen, on olennainen motorisille toiminnalle ja hallinnalle.

Era & Heikkisen (1985) mukaan näköaisti korvaa muiden asennon hallinnasta vas- taavien järjestelmien puutteellista toimintaa staattisessa seisoma-asennossa. Muut järjestelmät eivät mahdollisesti voi korvata näköaistin merkitystä ainakaan lyhyen testisuorituksen aikana. He totesivat myös huojunnan olevan 2-3 kertaa suurempi

silmät kiinni seisoessa, ja huojunnan suunta lisääntyi enemmän eteen-taakse suunnassa.

Dadelein (1990) mukaan staattisen asennon hallintaan käytetään ensisijaisesti somatosensorista palautejärjestelmää. Siihen kuuluu proprioseptiikka, paine- ja kosketustunto. Dynaamisen tasapainon hallinta vaatii enemmän visuaalista ja vestibulaarista tietoa. Seisonta-alustan pehmeyttä tai näköaistin kautta tulevaa tietoa vähentämällä voidaan seurata muutoksia henkilön tasapainon korjaamisessa. Testin pohjalta voidaan arvioida, missä suhteessa henkilö tukeutuu ensisijaisesti näköaistiin tai tuntoaistiin asennon hallinnassa. Lordin ym. (1991) tutkimukset tukevat somatosensorisen palautejärjestelmän merkitystä seisoma-asennossa. Sensorisista järjestelmistä visuaalisen palautejärjestelmän osuus oli 21 %, somatosensorisen 56 % ja vestibulaarisen 22 %. Myös se, että latenssit visuaalisesta järjestelmästä ovat paljon hitaammat (200 ms) kuin somatosensorisesta järjestelmästä (80 – 100 ms), on vaikuttanut käsitykseen keskushermoston luottamisesta enemmän somatosensoriseen tietoon silloin, kun kysymyksessä on nopea alustan liike.

Vestibulaarinen järjestelmä sisältää sisäkorvan tasapainoelimen, josta välittyy tietoja pään asennosta painovoimakentässä (Bear ym. 2001). Kuten yllä on jo todettu, vestibulaarinen järjestelmä terveellä henkilöllä vastannee alle kolmanneksesta tasapainon säätelystä. Tasapainon yhteys kävelyyn ja toimintakykyyn ja siten rajoituksiin toiminnassa ja osallistumisessa elämän eri tilanteisiin on olennainen (Era & Heikkinen 1985, Era ym. 1997, Paltamaa 1997).

## **2.2 AIVOHALVAUSPOTILAAN TILAN MÄÄRITTELY**

### **2.2.1 Akuutti vaihe**

Aivohalvauksen ensioireita ovat raajan, raajojen ja/tai kasvojen pareesi sekä puheen puuroutuminen. Tässä vaiheessa soitetaan ambulanssi. Ohimenevässä kohtauksessa (TIA) oireet häviävät muutaman tunnin kuluessa, muutoin ne jäävät esille. Spontaanin paranemisen seurauksena kävelykyky palautuu monella, mutta osa kuntoutujista

jää pyörätuoliin loppuiäkseen. Eri lähteistä riippuen akuuttina vaiheena pidetään yleisimmin 3 – 6 kuukauden jaksoa tai jopa vuotta, jona aikana toimintakyvystä palautuu suurin osa. Tässä työssä pidetään suomalaisen kliinisen käytännön mukaan puolta vuotta kroonisen vaiheen rajana. (Yamazaki ym. 1993, Smith ym. 1999, Miltner ym. 1999)

### **2.2.2 Krooninen vaihe**

Kroonisessa vaiheessa kuntoutujan liikkumis- ja toimintakyky on vakiintunut tietylle tasolle. Ylläpitääkseen tasonsa kuntoutujan on kuitenkin jatkuvasti harjoiteltava. Näin ollen sekä kunta- että yksityisellä sektorilla olevien potilaiden kuntouttamis aika saattaa olla jopa useita kymmeniä vuosia tuottaen erittäin suuria kustannuksia terveydenhuollolle. (Kaste ym.1998)

## **2.3 AIVOHALVAUSPOTILAAN TUTKIMINEN**

Kun kyseessä on uusi aivoverenkiertohäiriö selkeine oireineen aiemmin terveillä henkilöillä, potilas siirretään samalla sairaankuljetuksella lähimpään neurologiseen yksikköön perusteellisia erotusdiagnostisia tutkimuksia varten. (KYS 2000)

Diagnostiikka perustuu anamneesiin ja kliiniseen tutkimukseen. Niiden perusteella aivoverenkiertohäiriöistä pyritään määrittämään, onko kysymyksessä TIA (oireiden kesto alle 24 tuntia), aivoinfarkti vai aivoverenvuoto. Oireiden ja löydösten lokalisaa-tion avulla on pyrittävä paikallistamaan vaurio karotis- tai vertebrobasilaarialueelle. Kliinisen tutkimuksen perusteella arvioidaan, onko mahdollisen aivoinfarktin etiologia sydänperäinen tai kaulasuoniperäinen embolisaatio. Kliinisen tutkimuksen ja alkuvaiheen seurannan perusteella on myös pyrittävä arvioimaan, onko kyseessä mahdollisesti etenevä aivohalvaus. Yhdysvalloissa liuotushoito on hyväksytty hoitokäytännöksi sellaisten aivohalvauspotilaiden kohdalla, jotka on saatu hoitoon alle kolmessa tunnissa (Christou ym. 2000). Suomen lääkelaikoksella on kielteinen kanta liuotushoitoon hoitokäytäntönä. (KYS 2000)

Neurologisessa statuksessa huomioidaan mm. tajunnan ja pareesin tasoa, lihastonusta, jännerefleksejä, Babinskia, tuntokykyä, puristusvoimaa jne. Statuksen teon apuna on yleiseksi tullut Glasgowin 5-portainen luokitus. Potilaalle tehdään myös erilaisia verikokeita, EKG, thorax-röntgen ja tarvittaessa muita tutkimuksia mahdollisen erotusdiagnostiikan takia. (KYS 2000)

Aivokuvantamistutkimuksista yleisimmin tehdään ensin tietokonetomografia (CT), mutta tuloksen ollessa negatiivinen voidaan tehdä myös lumbaalipunktio (KYS 2000). Tavanomaisessa T2-painotteisessa MRI-kuvassa iskemian aiheuttama muutos näkyy vasta 6-12 tunnin kuluttua sairastumisesta signaalin kasvuna. Uusilla diffuusio- ja perfuusiopainotteisilla magneettikuvausmenetelmillä varhaisvaiheen diagnostiikka nopeutuisi huomattavasti, mutta tekniikka on käytössä vielä varsin vähän. (Tatlisumak ym. 1996, Aronen 1997)

Fysioterapeuteilla ei ole yhtenäistä käytäntöä aivohalvauspotilaiden tutkimiseen, mutta suuntaus on menossa siihen. Eri sairaaloiden neurologisissa yksiköissä fysioterapeuteilla on kehittämishankkeita, joiden tarkoituksena on yhtenäistää ja kehittää arviointikäytäntöjä. Esimerkkinä tästä on Jorvin sairaalan aivoverenkiertohäiriöpotilaiden toimintakykytesti (Talvitie ym. 1997), joka koostuu kolmesta osiosta: I Potilaan elinolosuhteiden ja sosiaalisen tilanteen arviointi, II Fyysisen toimintakyvyn arviointi, sekä III Fysioterapeutin havainnot potilaan kognitiivisesta, sensorisesta ja emotionaalisesta tilanteesta. Yleisemmin Suomessa aivohalvauspotilaiden arvioinnissa tunnettuja kansainvälisiä toimintakyvyn mittareita ovat New Yorkista lähtöisin oleva Functional Independence Measurement (Valvanne-Tommila & Partinen 1996) tai Barthel-indeksi (Mahoney & Barthel 1965).

Motorisen suorituskyvyn testejä ovat esimerkiksi Modified Motor Assesment Scale (Carr ym. 1985, Poole & Whitney 1988, Loewen & Anderson 1988), 10 metrin kävelytesti (Wade 1992) ja erilaiset tasapainotestit (Mathias ym. 1986, Tinetti 1986, Berg 1989, Duncan ym. 1990, Podsiadlo & Richardson 1991). Fysioterapeutit arvioivat myös yksittäisiä fysiologisia tekijöitä kuten lihaskvoimaa, lihastonusta ja nivelliikkuvuutta, ataksiaa ja tahdosta riippumattomia liikkeitä sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa (Carr & Shepherd 1998).

## 2.4 AIVOHALVAUSPOTILAAN KUNTOUTUS

Akuuttivaiheesta yleensä noin 5-10 päivää kuluu sairaalan neurologisella osastolla. Tämän jälkeen kuntoutuja siirtyy suoraan esimerkiksi sairaalan neurologiselle kuntoutumisosastolle. Joskus kuntoutuja menee kotiin tai laitokseen odottamaan kuntoutusjaksoa. Tälle välille hänelle järjestetään ainakin fysioterapia. Joissakin tapauksissa kuntoutusjakso voi tapahtua myös kaupungin muiden sairaaloiden yhteydessä. Noin kuukauden jakson aikana harjoitellaan aktiivisesti erilaisia päivittäisiä toimintoja sekä liikkumista erityisterapioita, kuten fysio-, toiminta- ja puheterapiaa sekä neuropsykologista kuntoutusta hyödyntäen. Usein kuntoutujat keskustelevat myös sosiaalityöntekijän kanssa. Alle 65-vuotiailla Kelan korotetun hoitotuen kriteerit täyttävillä vastuu kuntoutuksesta kuuluu Kelalle. Tällöin kuntoutuja saa kuntoutusosastolta lainsuosituksineen Kelaan terapioiden jatkumisesta yksityisellä sektorilla. Yli 65-vuotiaan kuntoutujan jatkoterapiat tapahtuvat kunnan järjestäminä. Molemmissa tapauksissa fysioterapia tapahtuu sekä koti- että laitospöytätyönä tarpeen mukaan. (Kela 2001)

Ylläpitääkseen saavutetun liikkumisen ja toimintakyvyn tason kuntoutujan on jatkettava harjoittelua läpi elämän. Näin ollen sekä kunta- että yksityisellä sektorilla olevien potilaiden kuntouttamisaika saattaa olla jopa useita kymmeniä vuosia. (Kela 2001)

Carr & Shepherd (1998) ovat listanneet aivohalvauspotilaan fysioterapian pääperiaatteita: Fysioterapeutin tulee ohjata kuntoutujaa estämään pehmytkudosten kiristymisestä aiheutuvia liikerajoituksia venyttelemällä aktiivisesti tai passiivisesti omaisen/avustajan ja/tai fysioterapeutin avustuksella. Lihaksia pyritään aktivoimaan käyttämällä hyväksi kinesiologian periaatteita, kuten painovoiman eliminointia, eksentristä/konsentristä/isometristä lihastyötä ja muita tekniikoita, kuten biofeedbackiä tai esim. FES-sähköstimulaatiota. Motorista kontrollia harjoitellaan konkreettisin tavoittein. Esimerkiksi kuntoutuja harjoittelee aktivoimaan lihaksia koordinoitusti, aktivoimaan lihaksia tietyssä liikekulmassa, ylläpitämään lihassupistusta tietyissä kuormitustilanteissa, tuottamaan ja hyödyntämään liikevoimaa, kasvattamaan liikenopeutta esimerkiksi istumasta seisomaan nousun, kävelyn tai kurkottamisen yhteydessä. Li-

hasvoimaa pyritään kasvattamaan lisäämällä toistoja ja kuormaa. ”Toiminnallista lihasvoimaharjoittelua” voi olla esimerkiksi eri painoisten tarramansettien nostaminen istuma- tai seisoma-asennossa puolapuulle eri korkeuksille tai kävely- ja askelharjoitukset erilaisissa maastoissa. Harjoitusten ja ympäristön vaihtelevuus on tärkeää. Myös hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnosta on huolehdittava. Motorinen oppiminen on harjoittelun tulosta tahdonalaisen harjaantumisen myötä. Tällöin keskushermostossa on tapahtunut sensorisen ja motorisen tiedon organisoitumista ja integroitumista. Fysioterapiassa motorisen taidon opettaminen sisältää verbaalista, visuaalista ja manuaalista ohjausta (Schmidt & Lee 1999). Aivohalvauspotilaiden fysioterapiassa käytettyjä uusia menetelmiä ovat tuettu kävelymattokävely (Waagfjord ym. 1990, Malouin ym. 1992, Hesse ym. 1995, Hesse ym. 1999) sekä käden pakotettu käyttö (Wolf ym. 1989, Taub ym. 1993, Miltner ym. 1999, Liepert ym. 2000).

#### **2.4.1 Aivohalvauskuntoutuksessa käytettyjä mittareita**

Motor Assessment Scale (MAS) on Carrin ja Shepherdin 1980-luvulla kehittämä aivo-verenkiertohäiriöpotilaiden motorisen suorituskyvyn testi. Testin toistettavuus on osoittautunut hyväksi ( $r = .95 - .98$ ) (Carr ym. 1985, Poole & Whitney 1988, Loewen & Anderson 1988). Yleisen tonuksen huono reliabiliteetti on aiheuttanut viimeisen osion pois jättämisen ja nykyisestä muodosta käytetään lyhennettä MMAS (Modified Motor Assessment Scale).

Kahdessa eri tutkimuksessa (Poole & Whitney 1988, Malouin ym. 1994) MAS:a on verrattu Fugl-Meyerin (FMA) testiin (1975), joka on ehkä laajimmin tunnettu neurologisten potilaiden fyysisen suorituskyvyn testi, ja sillä on todettu olevan erittäin hyvä reliabiliteetti ja validiteetti (Duncan ym. 1983). Tutkimusten mukaan FMA- ja MAS-testit korreloivat erittäin hyvin keskenään.

Korpelainen ym. (1996) tutkivat MMAS:in ja Barthel-indeksin (BI) avulla, ovatko mittarit riittävän herkkiä toteamaan akuutin ja ylläpitävän vaiheen kuntoutusjakson aikana saavutetun motorisen ja toiminnallisen edistymisen. Barthelin testissä (Mahoney & Barthel 1965) käytetään kolmiluokkaista asteikkoa, joka mittaa potilaan selviytymistä päivittäisissä toiminnoissa, siirtymisissä ja kävelyssä. Testi on osoitettu validiksi ja



reliabeliksi (Loewen & Anderson 1988). Akuutin vaiheen kuntoutujilla havaittiin tilastollisesti erittäin merkitsevä alku- ja loppupistemäärien ero MMAS-kokonaispisteissä, ylläpitävän vaiheen kuntoutujilla nousu oli pienempi, mutta tilastollisesti erittäin merkitsevä. MMAS:n ja BI:n kokonaispistemäärien välillä todettiin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio sekä kuntoutusjakson alussa (.78) että lopussa (.79), mikä lisää edelleen MMAS:n validiteettia.

Katrakin ym. (1998) tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää voidaanko hyvin pian halvauksen jälkeen tutkituista olkapään ja käden liikkeistä ennustaa myöhempää käden liike- ja toimintakykyä. Tutkimuksesta jätettiin pois ne, joilla oli jo ennen halvaantumista kädessä ongelmia ja ne, joiden käden toiminnot palautuivat hyvälle tasolle heti halvauksen jälkeen sekä ne, joilla oli ymmärtämisessä ongelmia. Jäljelle jääneiltä testattiin olkapään kohautuksen ja olkavarren loitonnuksen onnistuminen, kun taas käden liikkeitä mitattiin Hand Movement Scalella, jossa paras suoritus sisältää peukalon kyvyn opponoida kaikkien sormien kanssa. Käden toimintaa mitattiin neljällä erityisellä tehtävällä; 1) nostaa ja laskea puolen tuuman sylinteri, 2) nostaa arpakuutio, 3) kääntää arpakuutio kädessä ympäri ja 4) avata ja sulkea 10 cm:n hakaneula. Testit suoritettiin 1, 2 ja 3 kk päästä halvauksesta. Testit olivat käyttökelpoinen ennuste myöhemmälle toipumisen asteelle.

Kymmenen metrin kävelytestin luotettavuus on osoitettu monissa tutkimuksissa (Evans ym. 1997). Kävelynopeus on voimakkaasti yhteydessä esimerkiksi kadenssiin ja raideleveyteen (Goldfarb & Simon 1984, Bohannon 1989b), tasapainoon (Bohannon 1989a), Functional Ambulation Categories –testistöön (Holden ym. 1984), kliiniseen kävelyn arviointiin (Wade & Langton 1987, Wolfson ym. 1990), kävelyn apuvälineiden tarpeellisuuteen (Holden ym. 1986, Wade & Langton 1987), kaatumiseen (Wolfson ym. 1990) ja liikkuvuuteen (May ym. 1985). Se on yhteydessä myös alaraajojen lihasvoimaan (Goldfarb & Simon 1984, Bohannon & Andwers 1990). Aivo- halvauskuntoutujien kävelynopeus korreloi merkittävästi useiden erilaisten temporaalisten kävelyn parametrien kanssa (Roth ym. 1997).

Somatosensoriset herätepotentiaalit (SEP) ovat olleet laajassa neurofysiologisessa käytössä viimeiset 15 vuoden ajan. Yläraajan SEP-tutkimuksella pyritään selvittä-

mään vaurion paikkaa silloin, kun epäillään somatosensorisen radan alueella olevaa häiriötä brachiaalipleksuksessa, juuritasolla, medullassa tai talamokortikaalisella alueella. Alaraajan SEP –tutkimuksella pyritään paikantamaan somatosensorisen radan häiriöitä lumbosacraalipleksuksessa, selkäytimessä ja talamokortikaalisessa yhteydessä. (Kimura 1989)

Katon ym. (1991) SEP-mittauksissa tutkittiin aivohalvauskuntoutujia sekä yläraajasta että alaraajasta. Suurin osa vasteista tulkittiin epänormaaleiksi. Syinä olivat joko liian alhainen amplitudi, aaltojen puuttuminen tai latenssien viivästyminen. SEPeissä näkyi huomattava positiivinen kehitys useamman kuukauden jälkeen halvaantumisesta. Motorinen toiminta Brunnstromin yläraajan arviointiasteikolla mitattuna oli alhaisempi niillä, joiden SEPit olivat epänormaaleja. SEPin epänormaaliudella oli myös merkitsevä yhteys tuntopuutoksiin. Chester & McLarenin (1989) ja Zemanin & Yiannikasin (1989) tutkimuksissa osoitettiin, että yläraajan SEP korreloi hyvin itsenäistä toimintakykyä mittaavan Barhel Indexin kanssa aivohalvauskuntoutujilla.

Karlssonin & Frykbergin (2000) mukaan sähköinen voimalevyanturi pystyy erottelemaan tasapainon säätelystä eri osioita aivohalvauskuntoutujilla. Bergin tasapainotesti korreloi merkitsevästi vertikaaliseen reaktiovoimaan ( $r=.76$ ) ja Bergin staattinen osa korreloi merkitsevästi eteen-taakse suuntaiseen massakeskipisteen nopeuteen ( $r=.6$ )

Fishman ym. (1997) tutkivat aivohalvauskuntoutujien seisoma-asennossa tehtävien tasapainotestien vaikutusta voimalevyanturilla mitattuun asentohuojuntaan ja painon jakautumiseen. Testit olivat Functional Reach Test (FRT), käsivarren nosto ja käsivarren kurkotustehtävä. Kahdessa viimeisessä laskettiin toistot minuutissa sekä seisoma-asennossa jalat rinnakkain että käyntiasennossa. Tasapainotestien ja voimalevyanturilla mitatun asentohuojunnan välillä ei ollut yhteyttä. Sen sijaan FRT ja voimalevyanturilla mitattu painon jakautuminen näyttivät mittaavan samoja ominaisuuksia aivohalvauskuntoutujilla.

## 2.4.2 Kuntoutuksen vaikuttavuustutkimukset

Hill ym. (1997) raportoivat aivohalvauskuntoutujien sairaalan neurologisen kuntoutusjakson aikana (ke. 33 päivää) tapahtuneista toimintakykytestitulosten muutoksista. Testit olivat Sensory Organisation test (SOT), Functional Reach Test (FRT), Step Test, Functional Independence Measurement (FIM), Motor Assessment Scale (MAS), Functional ambulation (FAC), 10 metrin kävelytesti ja kävelykestävyys. Kaikki testitulokset paranivat kuntoutuksen aikana merkitsevästi, ja hyvät tulokset heijastivat kuntoutujan kotiutumista paikkaan.

Nugent ym. (1994) tutkivat halvaantuneen alaraajan painonsiirtoharjoituksen vaikutusta MAS:illa mitattuun kävelykykyyn. Harjoitus oli suunniteltu vahvistamaan erityisesti alaraajan ojentajalihaksia ja sitä kautta parantamaan kävelyn tukivaihetta. Kuntoutujilla, jotka alussa olivat kykeneviä seisomaan halvaantuneella raajallaan toisen jalan ottaessa askeleen eteenpäin, saatiin selvä yhteys harjoittelumäärän ja MAS:illa mitatun kävelytuloksen välillä. Kuntoutujat, jotka eivät pystyneet alussa seisomaan halvaantuneella jalalla terveeseen ottaessa askeleen eteenpäin, ei tätä yhteyttä syntynyt. Kuitenkin kaikki harjoitelleet saavuttivat vähintään kolmen metrin itsenäisen kävelyn, joka tarkoittaa MAS-pisteissä vähintään kolmea pistettä.

Aivohalvauskuntoutujille halvaantuneeseen yläraajaan annetun matalataajuuden (1.7 Hz) transkutaanisen neurostimulaation (TENS) on todettu lisäävän merkittävästi motorista toimintaa mitattuna Fugl-Meyerin testillä. Stimulaatiota annettiin viisi kertaa viikossa tunti kerrallaan kolmen kuukauden ajan. Hoidolla ei ollut vaikutusta spastisuuteen tai kipuun. Uusintamittauksissa kolmen vuoden kuluttua todettiin, ettei matalataajuudella TENS:illä ollut erityistä vaikutusta motoriseen toimintaan pitkällä aikavälillä mitattuna. (Sonde ym. 1998, Sonde ym. 2000)

Taylor ym. (1999) tutkivat toiminnallisen sähköstimulaation (FES) vaikutusta sellaisten kuntoutujien kävelyyn, joilla oli veltto nilkka ylemmän motoneuronin vaurion seurauksena. Stimulaatio kohdistettiin peroneus-hermoon heilahdusvaiheen aikana kantapäätukin avulla. Neljän ja puolen kuukauden käytön jälkeen mitattuna ai-

vohalvauskuntoutujien kävelynopeus parantui 14 % ja kävelyn hyötysuhde ( $PCI=(\text{kävelypulssi-lepopulssi})/\text{kävelynopeus}$ ) parani 19 %.

Suzuki ym. (1999) tutkivat maksimaaliseen kävelynopeuteen vaikuttavia tekijöitä kahdeksan viikon tietokoneavusteisen kävelyharjoittelun aikana. Tietokoneavusteisessa harjoittelussa kuntoutujan kävelystä kirjautui koneelle kävelyaika, askeleiden lukumäärä minuutissa ja askelpituus. Fysioterapeutti käytti näitä ruudusta näkyviä muuttujia kuntoutujan harjoittelun tukena. Kuntoutujat testattiin alussa, neljän ja kahdeksan viikon kuluttua harjoittelun alkamisesta. Testauksessa mitattiin edellä olevien muuttujien lisäksi dynamometrillä maksimaalinen isokineettinen polven ojennusvoima kummastakin alaraajasta ( $90^{\circ}$ - $0^{\circ}$ ,  $30^{\circ}\text{s}^{-1}$ ), voimalevyanturilla seisoma-asennossa silmät auki asentohuojunta ja muutokset kehon painopisteessä painoa siirrettäessä eri suuntiin. Kävelynopeus kasvoi harjoittelujakson alun  $40.4 \text{ mmin}^{-1}$  nopeuteen  $76.5 \text{ mmin}^{-1}$ . Alussa määräävää kävelynopeudelle oli painonsiirron hallitseminen, neljän ja kahdeksan viikon kohdalla määräävää oli halvaantuneen alaraajan ojentajalihasten voima. Kävelynopeutta neljän ja kahdeksan viikon kuluttua harjoittelun alusta ennusti kävelynopeus alussa, halvaantuneen alaraajan ojentajalihasten voima ja lisäksi aika halvaantumisesta.

Visintin ym. (1998) tutkimuksessa aivohalvauskuntoutujat harjoittelivat kuuden viikon ajan kävelymatolla kävelyä neljä kertaa viikossa 20 minuuttia kerrallaan. Puolet kuntoutujista käveli 40% painostaan kevennettynä. Toiminnallinen tasapaino, motorinen suorituskyky, 10 metrin kävelynopeus ja kävelykestävyys olivat parantuneet merkittävästi paremmin painostaan kevennetyllä ryhmällä. Kolmen kuukauden kontrollimittaukset osoittivat edelleen merkittävästi parempia tuloksia painostaan kevennetyllä ryhmällä kävelynopeudessa ja motorisessa suorituskyvyssä.

### 2.4.3 Kutaanistimulaatio

On esitetty, että aivohalvauspotilaiden pareettisen raajan tunto- ja toimintakykyyn voidaan vaikuttaa sähköstimulaatiotyypillä, joka on monofaasista tasavirtaa kaksoispulssin muodossa. Stimulaatiota on annettu johtavan käsine- tai sukkaelektrodin avulla. Stimulaatio aiheuttaa ihon sensorisille hermopäätteille ärsyksen, joka johtuu

hermosyitä myöten aivokuorelle. Stimulaation toimintaperiaatteena on esitetty olevan aivokuoren aktivointi ja hermoston uudelleenorganisoinnin tukeminen. Stimulaatiohoidon tuloksina on kuvattu lihasten spastisuuden lievittymistä, tahdonalaisen liikkeen lisääntymistä ja pareettisesta kädestä tietoisuuden lisääntymistä. (Dimitrijevic 1994, Dimitrijevic & Soroker 1994, Dimitrijevic ym. 1996)

Golaszewski ym. (1998) tutkivat edellä kuvatun kutaanistimulaation vaikutuksia kuu-  
della terveellä ihmisellä. Heiltä mitattiin aivokuoren aktiivisuutta sormi-peukalotestin aikana ilman stimulaatiohoitoa sekä 20 minuutin stimulaation jälkeen. Mittaukseen käytettiin veren happipitoisuustasosta riippuvaista toiminnallista magneettiresonanssikuvausta (fMRI). Tutkimus osoitti, että koko käden viejähermojen stimulointi tunkynnyksen alapuolella lisäsi merkittävästi useiden kortikaalisten tunnetusti motoriseen toimintaan osallistuvien alueiden aktiivisuutta sekä kontra- että ipsilateraalilla puolella. Tällä tutkimuksella pyrittiin osoittamaan stimulaation vaikutuksen ulottuminen aivokuorelle.

### 3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kutaanistimulaation vaikutusta kroonisilla aivohalvauskuntoutujilla fysioterapiassa ja/tai neurofysiologisessa tutkimuksessa käytettyjen mittareiden avulla. Käytettyjä mittareita ovat motorisen suorituskyvyn testi, pareettisen raajan toiminnan arviointi, kävelytesti, somatosensorinen herätepotentiaalitutkimus ja sähköisesti mitattu tasapaino.

Tutkimusongelmina oli

1. Millaisia muutoksia kuntoutusjakson aikana käteen tai jalkaan annettu aktiivinen kutaanistimulaatio aiheuttaa?
2. Eroavatko käteen aktiivista kutaanistimulaatiota ja lumekutaanistimulaatiota saaneet kuntoutujat toisistaan kuntoutusjakson jälkeen?

## 4 TUTKIMUSASETELMA

### 4.1 TUTKIMUKSEN KOEHENKILÖT

Tutkimuksen koehenkilöt olivat Suomen aivotutkimus- ja kuntoutuskeskus Neuronissa aivohalvauskuntoutusjaksolla 1997 – 1999 olleita kuntoutujia. Kuntoutujia oli 59, joista 41 oli miehiä ja 18 naisia (taulukko 1). Tutkittavien keski-ikä oli 54,4 vuotta. Kuntoutujien sairastumisesta kulunut aika oli keskimäärin 3,3 vuotta. Tutkittavista 24:lla oli vasemmanpuoleinen ja 35:lla oikeanpuoleinen halvaus. Heistä 24:lla ei ollut mitään liikkumisen apuvälinettä (dynaaminen ortoosi saattoi olla), 22:lla oli kävelykeppi ja 13 liikkui pyörätuolilla. Tutkittavat antoivat suostumuksensa tietojensa antamisesta tutkimuskäyttöön allekirjoittamalla informoidun suostumuslomakkeen kuntoutusjakson alussa. Kuntoutujat saivat kolmen viikon kuntoutusjakson aikana yksilöllistä fysioterapiaa keskimäärin 10,4 kertaa ja aktiivista stimulaatiota tai lumestimulaatiota halvaantuneeseen raajaan keskimäärin 21,6 kertaa.

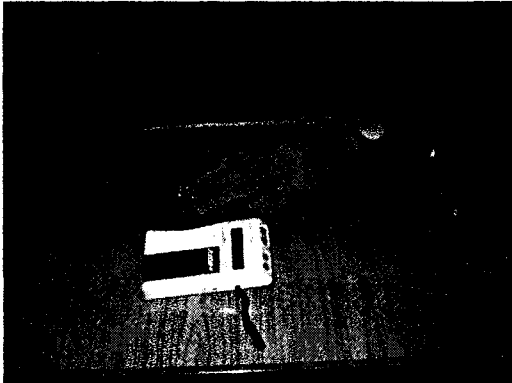
TAULUKKO 1 Kuntoutujien kuvaus

	Sukupuoli		Ikä (v)	Halvauksen kesto (v)	Ft-kerrat (t)	Stim.kerrat (n)
	Mies	Nainen				
Kuntoutujat	41	18	54,4 ±10	3,3 ±3	10,4 ±3	21,6 ±6

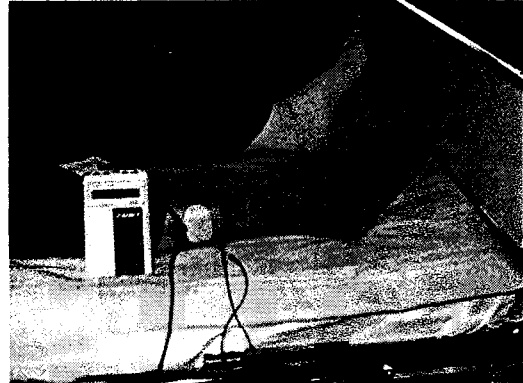
Stimulaatiota annettiin halvaantuneeseen raajaan pääsääntöisesti kaksi kertaa päivässä, viitenä päivänä viikossa, 20 min kerrallaan. Käteen tai jalkaan levitettiin ensin johtavaa geeliä, jonka jälkeen laitettiin tiukka käsine- tai sukkaelektrodi (kuvio 1). Elektroodin vastakappale kiinnitettiin 2,5 cm:n päähän käsineen tai sukan proksimaalisesta reunasta. Ennen varsinaista stimulaatiota mitattiin raajan tuntokynnys ja stimulaatio säädettiin juuri tuntokynnyksen alapuolelle tai kuntoutujilla, jotka eivät kyen-

neet tuntemaan, stimulaatiota annettiin terveen raajan tuntokynnyksen tasolla tai muutamissa tapauksissa 80 voltin tasolla. Annettu virta oli tasavirtaa monofaasisen kaksoispulssin muodossa 50 Hz:n frekvenssillä. Stimulaatiota annettiin samalla voimakkuudella kunkin 20 min jakson ajan, mutta samankin päivän kahden eri hoitokerran voimakkuudet saattoivat olla erilaiset. Stimuloinnin aikana kuntoutuja tavallisesti istui rauhallisesti.

a)



b)



KUVIO 1. a) Kutaanistimulaatio käsine-elektrodilla ja b) sukkaelektrodilla.

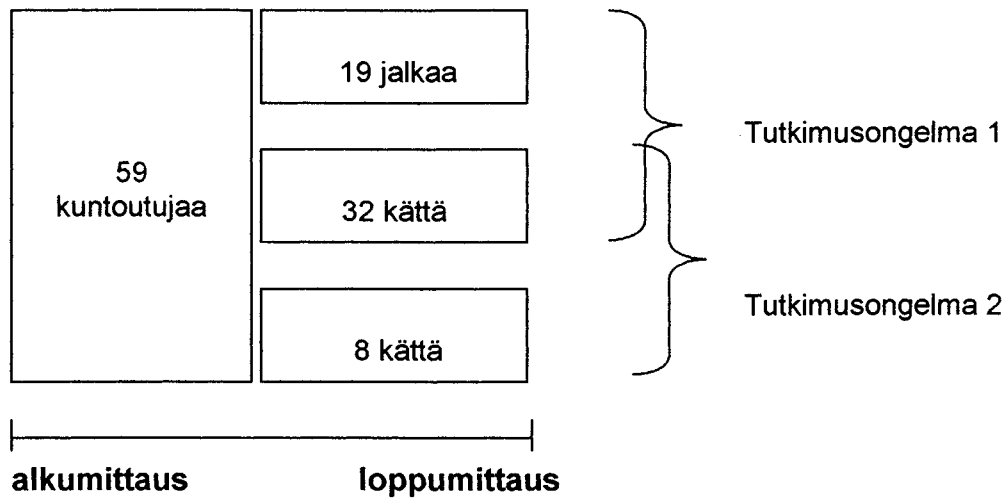
## 4.2 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkittaville tehtiin kolmen viikon aivohalvauskuntoutusjakson alussa ja lopussa seuraavat testit: Modified Motor Assesment Scale (MMAS), pareettisen raajan toiminnan arviointi, 10 metrin kävelytesti, somatosensorinen herätepotentiaalitutkimus (SEP) ja staattisen ja dynaamisen tasapainon mittaaminen tietokonepohjaisella IN GOOD BALANCE®-järjestelmällä.

Ensin tarkasteltiin kaikkia aktiivista stimulaatiota käteen (n=32) ja jalkaan (n=19) saaneita kuntoutujia, yhteensä 51 (taulukko 2). Sen lisäksi verrattiin halvaantuneeseen käteen aktiivisesti stimuloituja (n=32) ja käteen lumestimuloituja (n=8) keskenään. Tutkimuksen ensimmäisen vuoden aikana kaikki kuntoutujat saivat aktiivista stimulaatiota, toisena vuotena joka kolmas sai lumestimulaatiota. Kuntoutujilta oli saatavissa mittauksia taulukon 3 mukaisesti.



TAULUKKO 2 Kuntoutujien osallistuminen tutkimuksen eri vaiheisiin.



TAULUKKO 3 Kuntoutujien lukumäärä eri mittauksissa (plusluvut tarkoittavat kuntoutujia, jotka kuntoutusjakson alussa eivät kyenneet testisuoritukseen, mutta tekivät sen kuntoutusjakson lopussa)

	Kaikki stimuloitut (käsi tai jalka)	Käteen Stimuloitut	Käteen Lumestimuloitut
<b>Kuntoutujia</b>	<b>51</b>	<b>32</b>	<b>8</b>
MMAS	23	15	7
Pareettisen raajan testaus	51	32	8
10 metrin kävelytesti	22+3	13+2	6
SEP	51	32	8
Tasapainotestaus	20		

#### 4.2.1 Motorisen suorituskyvyn arviointi

Motorista suorituskykyä arvioitiin Modified Motor Assessment Scale –testillä (MMAS). MMAS koostuu kahdeksasta osatestistä, joista kustakin annetaan pisteitä nolasta kuuteen määriteltyjen kriteereiden perusteella (liite 1). Pisteiden 6 saa optimaalisesta suorituksesta, ja pisteen 0 täysin epäonnistuneesta suorituksesta. Maksimipistemäärä on 48. Tässä tutkimuksessa muutettiin pisteskaala yhdestä seitsemään tilastollisen käsittelyn helpottamiseksi. Näin maksimipistemäärä on 56. MMAS:n osatestit ovat kääntyminen selinmakuulta terveelle kyljelle, nousu selinmakuulta istumaan, istumatasapaino, nousu istuma-asennosta seisomaan, kävely, yläraajan toiminta, käden liikkeet ja käden toiminnallisuus. Testin suoritusohje on 14-kohtainen. (Carr ym. 1985).

MMAS- ja kävelytestauksen suoritti kuntoutujan muusta fysioterapiasta vastaava fysioterapeutti. Fysioterapeutti ei tiennyt, saako kuntoutuja aktiivista stimulaatiota vai lumestimulaatiota tai saako kuntoutuja lainkaan stimulaatiota. Jos kuitenkin kuntoutuja kertoi stimulaation saamisesta fysioterapeutille, kumpikaan ei tiennyt, onko stimulaatio aktiivista vai lumestimulaatiota. Tutkimuksessa mukana olevien lisäksi fysioterapeutit tekivät testejä myös muille kuntoutusjaksolla oleville.

#### 4.2.2 Pareettisen raajan toiminta

Pareettisen raajan toiminta -lomakkeen täytti sairaanhoitaja yhdessä kuntoutujan kanssa (liite 2). Testiliikkeet suoritettiin istuen. Pareettisen yläraajan toiminta –lomake täytettiin käteen aktiivista tai lumestimulaatiota saaneille ja pareettisen alaraajan toiminta –lomake täytettiin jalkaan stimuloituille. Pareettisen yläraajan toiminnasta analysoitiin kynän poiminta, sormien ojennus, pinsettiote, ranteen ojennus sekä tuntokyky. Pareettisen alaraajan toiminnasta analysoitiin varpaiden koukistus, heikoman polven nosto toisen päälle, varpaiden nosto ylös jalkapohja lattiassa ja tuntokyky. Tuntokykyä arvioitiin lomakkeissa 0 – 20 asteikollisella janalla. Kuntoutujaa pyydettiin merkitsemään janalle halvaantuneen raajan tuntokyky, kun terveen raajan tuntokyky vastaa numeroa 20.

### 4.2.3 Kävelytesti

Kymmenen metrin kävelytestissä kuntoutujaa pyydettiin kävelemään mahdollisimman nopeasti. Matkaan kulunut aika kirjattiin ylös sekunteina. Matka käveltiin sisällä tasaisella alustalla kengät jalassa. Kuntoutuja sai käyttää tarvitsemaansa kävelyn apuvälinettä, esimerkiksi nilkkatukea ja/tai kävelykeppiä.

### 4.2.4 Somatosensorinen herätepotentiaali

Somatosensorinen herätepotentiaalitutkimus (SEP) tehtiin neurofysiologian laboratoriossa. Käteen stimulaatiota saaneille tehtiin yläraajan SEP -tutkimus antamalla sähköärsykeitä nervus medianuksen runkoon ranteen kohdalle. Rekisteröinti suoritettiin pintaelektrodein sensorisen aivokuoren päältä. Analysoinnissa käytettiin latensseja N1 = stimulaation saapuminen ärsytyskohdasta primaariselle sensoriselle aivokuorelle, N2 = sekundäärisen somatosensorisen aivokuoren vaste ja amplitudi A = sekundäärisen sensorisen aivokuoren vasteen koko. Tutkimus tehtiin kummastakin yläraajasta. Jalkaan stimulaatiota saaneille tehtiin alaraajan SEP -tutkimus antamalla sähköärsykkeet nervus tibialis posterioriksen runkoon nilkan alueella. Rekisteröinti suoritettiin jalan sensoriselta aivokuorelta (liite 3). Analysoinnissa käytettiin latenssia P1 = pulssin saapuminen jalan primaariselle sensoriselle aivokuorelle ja amplitudia A = jalan sekundaarisen somatosensorisen vasteen koko. Tutkimus tehtiin kummastakin alaraajasta. Herätepotentiaaleista tehtiin myös luokitus, jossa latenssien ja amplitudien perusteella kuntoutujien rekisteröinneille annettiin yksi arvo (1=normaali, 2=vähän muuntunut, 3=epänormaali).

### 4.2.5 Sähköisesti mitattu tasapaino

Tasapainoa mitattiin IN GOOD BALANCE –järjestelmällä. Siihen kuuluu kolmion muotoinen voimalevy, joka on yhdistetty tietokoneeseen. Tasapainoa tutkittiin sekä staattisesti että dynaamisesti. Staattinen mittaus muodostui silmät auki ja silmät kiinni mittauksesta. Kumpikin mittaus kesti 40 sekuntia. Dynaamisessa tehtävässä suoritettiin kehon painopisteen vienti kevyesti eteenpäin kolmeen eri suuntaan tietokoneruudulla olevan kuvamallin mukaisesti. Rekisteröinneistä analysoitiin staattisessa tasa-

painon mittauksissa x- ja y-nopeus sekä vauhtimomentti, dynaamisessa tehtävässä suoritukseen kulunut aika ja matka (liite 4).

#### **4.3 TUTKIMUSAINEISTON ANALYYSI**

Tilastolliset analyysit tehtiin SPSS 10.0 for Windows-ohjelmalla. Tutkimusjoukon kuvaamisessa käytettiin tunnuslukuja ja frekvenssijakaumia. Testitulosten normaalijakautuneisuutta tutkittiin Kolmogorov – Smirnovin tai Shapiro – Wilkin testillä. Eri testi- en alku- ja lopputulosten erojen vertaaminen kaikilla stimulaatiota saaneilla sekä kä- teen aktiivisesti stimuloituilla ja lumestimuloituilla käytettiin verrannollisten parien t- testiä tai Wilcoxonin ja Marginal homogeneity-testiä. Mitattua tuntokynnystä ja annet- tua stimulaatiotasoa kuntoutujan arvioon tuntokyvystään verrattaessa käytettiin ris- tiintaulukointia ja kappakerrointa. Eri testien vertailuun käytettiin Spearmanin korre- laatiokerrointa.

## 5 TULOKSET

### 5.1 AKTIIVISTA STIMULAATIOTA SAANEIDEN TULOKSET (n=51)

TAULUKKO 4 Aktiivista stimulaatiota saaneiden kuntoutujien tulokset eri mittareissa (keskiarvo, keskihajonta)

	Alussa	Lopussa	n
<b>MMAS yhteispistemäärä</b>	31,3 ±11	33,6 ±10 ***	23
<b>Pareettisen ylä- tai alaraajan muutos</b>		Parempi = 34 Ei muutosta = 16 Huonompi = 1	51
<b>Yläraajan tuntokyky</b> <b>Alaraajan tuntokyky</b>	11,2 ±6 11,3 ±4	13,7 ±4 ** 12,6 ±5	51
<b>10 metrin kävelyaika (s)</b>	44,0 ±33	38,5 ±33 *	22
<b>SEP pareettisen ylä- ja alaraajan luokitus</b>	Normaali = 2 Vähän muuntunut = 25 Epänormaali = 24	Normaali = 9 Vähän muuntunut = 28 Epänormaali = 14 yläraaja **, alaraaja *	51

\*\*\* p<0.001, \*\* p<0.01 ja \* p<0.05

Stimulaatiota saaneista 51:stä kuntoutujasta 23:lle oli tehty MMAS. Testiosioissa kääntyminen kyljelle, istumaannousu, istumatasapaino, seisomaannousu ja yläraajan toiminnot oli tilastollisesti merkitsevä muutos parempaan (p<0.05). MMAS yhteispistemäärä oli jakson lopussa tilastollisesti erittäin merkitsevästi parempi (p<0.001) (taulukko 4). Pareettisen yläraajan testaus tehtiin kaikille 32:lle käden aktiivista stimulaatiota saaneelle, alaraajan testaus kaikille 19:sta jalan aktiivista stimulaatiota saaneelle kuntoutujalle. Pareettisen yläraajan neljää ja alaraajan kolmea testiliikettä

erikseen testattaessa vain sormien ojennus käteen stimuloitujen ryhmässä osoitti tilastollisesti merkitsevää eroa ( $p < 0.05$ ). Kuitenkin pareettisen raajan testimuutosta kokonaisuutena arvioituna (1=parempi, 2=ei muutosta, 3=huonompi) oli yläraajan muutos tilastollisesti erittäin merkitsevä ( $p < 0.001$ ) ja alaraajan merkitsevä ( $p < 0.01$ ). Yläraajan tuntokyky oli merkitsevästi ( $p < 0.01$ ) parantunut, alaraajassa tilastollisesti merkitsevää muutosta ei ollut. 10 metrin kävelytestiin osallistui 22 kuntoutujaa 51:sta stimulaatiota saaneesta. Heidän kävelyaikansa paranivat tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0.05$ ). Lisäksi 3 kuntoutujaa, jotka eivät kuntoutusjakson alussa pystyneet kävelemään 10 metriä, saivat kävelysuorituksen jakson lopussa.

SEP tehtiin kaikille tutkimuksessa olleille kuntoutujille. Aktiivista stimulaatiota saaneilla 51 kuntoutujalla SEP:n erillismuuttujat eivät osoittaneet niin suurta herkkyyttä, että niistä mikään olisi muuttunut tilastollisesti merkitsevästi. SEP:n luokitus (1=normaali, 2=vähän muuntunut, 3=epänormaali) osoitti kuitenkin parettisessa yläraajassa ( $p < 0.01$ ) ja alaraajassa ( $p < 0.05$ ) tilastollisesti merkitsevää eroa. Terveen raajan luokituksessa tai erillismuuttujissa ei ollut eroa alku- ja loppumittausten välillä, mikä osoittaa myös mittaustavan validiutta.

Tasapainoa oli mitattu 20 stimulaatiota saaneelta kuntoutujalta. Staattisen tasapainon silmät auki -testitulokset saatiin 16 kuntoutujalta ja silmät kiinni -testitulokset 17 kuntoutujalta. Dynaamisen tasapainon testitulokset saatiin 14 kuntoutujalta. Sähköisesti mitatussa staattisessa tai dynaamisessa tasapainossa ei ollut eroa alku- ja loppumittausten välillä.

Taulukossa 5 stimulaatiota saaneiden kuntoutujien testituloksia on käsitelty tarkemmin. SEP herätepotentiaalitutkimus tehtiin kaikille 51 stimulaatiota saaneelle kuntoutujalle, mutta SEP-arvoista on taulukossa mukana vain ne, joista on sekä alku- että loppuarvot. Halvaantuneen yläraajan N1 latenssi oli mitattavissa jakson lopussa yhdeltä, N2 latenssi seitsemältä, A2 amplitudi seitsemältä ja halvaantuneen alaraajan P1 latenssi kolmelta, amplitudi viideltä sellaiselta kuntoutujalta, joilta testiarvoja ei saatu alussa.

TAULUKKO 5 Aktiivista stimulaatiota saaneiden kuntoutujien tulokset eri mittareissa osioittain tarkasteltuna (keskiarvo, keskihajonta)

	Alussa	Lopussa	p-arvo	N
<b>MMAS</b> Kääntyminen kyljelle (p)	3,7 ±2	3,8± 2	0,046 *	23
<b>MMAS</b> Istumaannousu (p)	6,1 ±1	6,4 ±1	0,038 *	23
<b>MMAS</b> Istumatasapaino (p)	5,9 ±2	6,2 ±2	0,034 *	23
<b>MMAS</b> Seisomaannousu (p)	4,6 ±2	5,2 ±2	0,011 *	23
<b>MMAS</b> kävely (p)	4,4 ±2	4,6 ±2	0,257	23
<b>MMAS</b> Yläraajan toiminnot (p)	2,8 ±2	3,2 ±2	0,024 *	23
<b>MMAS</b> käden liikkeet (p)	2,2 ±2	2,2 ±2	0,317	23
<b>MMAS</b> Käden toiminnallisuus (p)	1,6 ±1	1,9 ±2	0,180	23
<b>Parettinen yläraaja</b> Kynän poiminta	Kyllä = 10 Ei = 22	Kyllä = 11 Ei = 21	0,317	32
<b>Parettinen yläraaja</b> Sormien ojennus	Suora = 8 Osittain = 7 Ei lainkaan = 17	Suora = 12 Osittain = 4 Ei lainkaan = 16	0,025 *	32
<b>Parettinen yläraaja</b> Pinsettiote	Kyllä = 13 Ei = 19	Kyllä = 14 Ei = 18	0,317	32
<b>Parettinen yläraaja</b> Ranteen ojennus	Kyllä = 10 Ei = 22	Kyllä = 13 Ei = 19	0,083	32
<b>Parettinen alaraaja</b> varpaiden koukistus	Kyllä = Ei = 16	Kyllä = 2 Ei = 16	1,000	19
<b>Parettinen alaraaja</b> pareettisen polven nosto toisen päälle	Kyllä = 12 Ei = 7	Kyllä = 13 Ei = 6	0,377	19

<b>Parettinen alaraaja</b> varpaat ylös	Kyllä = 5 Ei = 13	Kyllä = 8 Ei = 11	0,058	19
<b>SEP pareettisen ylä- raajan latenssi N1 (ms)</b>	21,9 ±4	21,1 ±3	0,176	25
<b>SEP pareettisen ylä- raajan latenssi N2 (ms)</b>	81,2 ±19	77,4 ±18	0,551	18
<b>SEP pareettisen ylä- raajan amplitudi A2 (µV)</b>	3,3 ±2	3,8 ±2	0,076	18
<b>SEP pareettisen ala- raajan latenssi P1 (ms)</b>	51,9 ±11	51,0 ±13	0,875	14
<b>SEP pareettisen ala- raajan amplitudi A (µV)</b>	2,4 ±1	2,4 ±3	0,593	11
<b>Staattinen tasapaino</b> Silmät auki x-nopeus (s)	8,3 ±4	8,4 ±4	0,882	16
<b>Staattinen tasapaino</b> Silmät auki y-nopeus (s)	14,7 ±6	15,9 ±7	0,163	16
<b>Staattinen tasapaino</b> Silmät auki Vauhtimomentti (ms <sup>-2</sup> )	42,8 ±30	42,0 ±27	1,000	16
<b>Staattinen tasapaino</b> Silmät kiinni x-nopeus (s)	14,1 ±8	13,6 ±8	0,701	17
<b>Staattinen tasapaino</b> Silmät kiinni y-nopeus (s)	24,2 ±9	25,8 ±6	0,556	17
<b>Staattinen tasapaino</b> Silmät kiinni Vauhtimomentti (ms <sup>-2</sup> )	82,2 ±55	93,2 ±96	0,556	17
<b>Dynaaminen tasapaino</b> Aika (s)	53,0 ±84	26,9 ±18	0,158	14
<b>Dynaaminen tasapaino</b> Matka (mm)	1841 ±797	1719 ±1023	0,331	14

- p<0.05



### 5.1.1 Pareettisen raajan tuntokyky

Aktiivista stimulaatiota sai 51 kuntoutujaa, joista 28:lla halvaantuneen raajan tuntokynnys oli stimulaatiolla mitattuna alentunut ja 20 kuntoutujalla tuntokynnys oli nousut jakson aikana. Kolmella kuntoutujalla ei ollut stimulaatiolla mitattuna muutosta halvaantuneen raajan tuntokynnyksessä.

Annettua stimulaatiotasoa oli vähennetty 31 stimulaatiota saaneella kuntoutujalla ja 19 kuntoutujan stimulaatiotasoa oli nostettu jakson aikana. Yhden kuntoutujan annettua stimulaatiotasoa ei oltu muutettu jakson aikana.

Kuntoutujan tuntokynnyksen muutosta kuvaava kulmakerroin ja annetun stimulaatiotason muutosta kuvaava kulmakerroin eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ( $p=0.10$ ). Tuntokynnyksen alentuessa myös annettua stimulaatiotasoa oli laskettu. Samoin tuntokynnyksen noustua stimulaatiotasoa oli nostettu.

Stimulaatiokerroilla mitatun tuntokyvyn muutos oli yhdenmukainen verrattuna kuntoutujan omaan arvioon tuntokykynsä muutoksesta, kappakertoimen arvo oli 0.67. Myös annettu stimulaatiotasoa oli muuttunut kuntoutujan arvioiman muutoksen suuntaisesti, kappakerroin oli 0.52.

### 5.1.2 Motorinen suorituskyky, kävelynopeus ja tasapaino

MMAS:in yhteispistemäärä ja 10 metrin kävelynopeus kuvasi kuntoutujaa samalla tavalla. Testien tulokset alussa korreloivat merkitsevästi keskenään ( $r=0.7^{**}$ ). Suhde testien välillä säilyi samana jakson lopussa saaduissa tuloksissa.

MMAS:in yhteispistemäärän tuloksia ja tasapainotuloksia verrattaessa vain alkumittausten MMAS yhteispistemäärän ja dynaamisen ajan välillä lopussa oli tilastollisesti merkitsevä negatiivinen korrelaatio ( $p<0.05$ ,  $r=-0.7^*$ ). Staattisen tasapainon muuttujat silmät kiinni ja silmät auki eivät korreloineet MMAS:in yhteispistemäärän kanssa.

Staattisen tasapainotestin silmät kiinni -testin y-nopeudella alussa oli positiivinen korrelaatio kävelynopeuteen alussa ( $p<0.05$ ,  $r=0.6^*$ ) ja x-nopeudella lopussa oli positiivi-

nen korrelaatio kävelynopeuteen lopussa ( $p < 0.05$ ,  $r = 0.6^*$ ). Muilla tasapainon testiosioilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä kävelynopeuteen.

## 5.2 KÄTEEN AKTIIVISTA STIMULAATIOTA (n=32) JA LUMESTIMULAATIOTA (n=8) SAANEIDEN KUNTOUTUJIIEN VERTAAMINEN

TAULUKKO 6 Käteen aktiivista stimulaatiota ja lumestimulaatiota saaneiden kuntoutujien tulokset eri mittareissa (keskiarvo, keskihajonta)

		Alussa	Lopussa	n
<b>MMAS</b>	stimuloitu	33,7±10	36,0±9 **	15
	Yhteispistemäärä lumestimuloitu	31,7±13	33,3±13	7
<b>Pareettisen yläraajan muutos</b>	stimuloitu		Parempi = 22 Ei muutosta = 9 Huonompi = 1	32
	lumestimuloitu		Parempi = 3 Ei muutosta = 5	8
<b>Yläraajan Tuntokyky</b>	stimuloitu	11,2±6	13,7±4 **	32
	lumestimuloitu	10,1±4	8,6±4	8
<b>SEP Pareettisen yläraajan luokitus</b>	stimuloitu	Normaali = 2 Vähän muuntunut = 15 epänormaali = 15	Normaali = 7 *** Vähän muuntunut = 18 Epänormaali = 7	32
	lumestimuloitu	Vähän muuntunut = 3 epänormaali = 5	Vähän muuntunut = 3 Epänormaali = 5	8

\*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$  ja \*  $p < 0.05$

MMAS oli tehty käteen aktiivista stimulaatiota saaneista 32:sta viidelletoista ja lumestimulaatiota saaneesta 8:sta kuntoutujasta seitsemälle. Osioittain tarkasteltuna kummassakaan ryhmässä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. MMAS yhteispistemäärä oli kuitenkin aktiivista stimulaatiota saaneiden ryhmässä parantunut tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0.01$ ), kun lumestimulaatiota saaneiden ryhmässä ei ollut eroa alku- ja loppupistemäärien välillä (taulukko 6).

Pareettisen yläraajan arvio oli saatavissa kaikilta käden aktiivista stimulaatiota ja kaikilta käden lumestimulaatiota saaneilta. Neljästä pareettisen yläraajan testiliikkeestä vain sormien ojennus osoitti tilastollisesti merkitsevää muutosta ( $p < 0.05$ ) aktiivista stimulaatiota saaneiden ryhmässä, lumestimulaatiota saaneiden ryhmässä ei ollut tapahtunut muutoksia näissä testiliikkeissä. Pareettisen yläraajan testimuutosta kokonaisuutena arvioituna (1=parempi, 2=ei muutosta, 3=huonompi) oli muutos stimulaatiota saaneiden ryhmässä tilastollisesti erittäin merkitsevästi ( $p < 0.001$ ) parantunut, lumestimulaatiota saaneilla tilastollisesti merkitsevää muutosta ei ollut. Pareettisen yläraajan tuntokyky stimulaatiota saaneiden ryhmässä oli parantunut merkitsevästi ( $p < 0.01$ ), lumestimulaatiota saaneiden ryhmässä muutosta ei ollut.

Kävelytestiin osallistui käteen aktiivista stimulaatiota saaneesta 32 kuntoutujasta 13 ja lumestimulaatiota saaneesta kahdeksasta kuntoutujasta kuusi. 10 metrin kävelytestin tulokset osoittivat merkitsevää eroa stimulaatiota saaneiden ryhmässä aikojen parantuessa ( $p < 0.05$ ), mutta lumestimulaatiota saaneiden ryhmässä eroa ei ollut. Lisäksi käteen aktiivista stimulaatiota saaneiden ryhmässä kaksi kuntoutujaa pystyi jakson lopussa suorittamaan kävelytestin, vaikka alussa se ei ollut lainkaan onnistunut.

SEP oli saatavissa kummassakin ryhmässä kaikilta kuntoutujilta. SEP:ssä pareettiseen yläraajan luokitus oli erittäin merkitsevästi parempi ( $p < 0.001$ ) aktiivista stimulaatiota saaneiden kuntoutujien loppumittauksissa. Lumestimulaatiota saaneiden ryhmässä muutoksia ei ollut tapahtunut. Terveen yläraajan luokitukset olivat muuttumattomat kummassakin ryhmässä. SEP:in erillismuuttujissa ei ollut kummassakaan ryhmässä tilastollisesti merkitseviä muutoksia.

Taulukossa 7 käden aktiivista stimulaatiota ja lumestimulaatiota saaneiden kuntoutujien testituloksia on käsitelty tarkemmin. SEP herätepotentiaalitutkimus tehtiin kaikille 32 käteen aktiivista stimulaatiota ja kahdeksalle käteen lumestimulaatiota saaneelle kuntoutujalle, mutta SEP-arvoista on taulukossa mukana vain ne, joista on sekä alku- että loppuarvot. Lisäksi aktiivista stimulaatiota käteen saaneen kuntoutujan halvaantuneen yläraajan N1 latenssi saatiin yhdeltä, N2 latenssi seitsemältä, A2 amplitudi seitsemältä sellaiselta kuntoutujalta, jolta testiarvoa ei saatu alussa. Lumestimulaatiota saaneiden ryhmässä N2 latenssi ja A2 amplitudi saatiin yhdeltä sellaiselta kuntoutujalta lopussa, jolta testiarvoa ei alussa saatu.

TAULUKKO 7 Käteen aktiivista stimulaatiota ja lumestimulaatiota saaneiden kuntoutujien tulokset eri mittareissa osioittain tarkasteltuna

		Alussa	Lopussa	p-arvo	N
<b>MMAS</b>	stimuloitu	3,9 ±2	3,9 ±2	0,180	15
<b>Kääntyminen</b>	lumestimuloitu	3,7 ±2	4,1 ±2	1,000	7
<b>Kyljelle (p)</b>					
<b>MMAS</b>	stimuloitu	6,3 ±1	6,7 ±1	0,059	15
<b>Istumaannousu (p)</b>	lumestimuloitu	6,1 ±2	6,1 ±2	1,000	7
<b>MMAS</b>	stimuloitu	6,4 ±1	6,7 ±1	0,102	15
<b>Istumatasapaino (p)</b>	lumestimuloitu	5,6 ±2	6,1 ±2	0,102	7
<b>MMAS</b>	stimuloitu	5,1 ±2	5,8 ±1	0,068	15
<b>Seisomaannousu (p)</b>	lumestimuloitu	4,1 ±2	4,7 ±2	0,102	7
<b>MMAS</b>	stimuloitu	4,8 ±1	5,1 ±1	0,180	15
<b>Kävely (p)</b>	lumestimuloitu	4,3 ±2	4,3 ±2	1,000	7
<b>MMAS yläraajan</b>	stimuloitu	3,3 ±2	3,5 ±2	0,180	15
<b>Toiminnot (p)</b>	lumestimuloitu	3,4 ±2	3,4 ±2	1,000	7
<b>MMAS käden</b>	stimuloitu	2,4 ±2	2,5 ±2	0,317	15
<b>Liikkeet (p)</b>	lumestimuloitu	2,3 ±2	2,3 ±2	1,000	7
<b>MMAS käden</b>	stimuloitu	1,5 ±1	1,9 ±2	0,180	15
<b>Toiminnallisuus (p)</b>	lumestimuloitu	2,1 ±2	2,1 ±2	1,000	7

<b>Parettinen yläraaja stimuloitu</b>	Kyllä = 10	Kyllä = 11	0,317	32
<b>Kynän poiminta</b>	Ei = 22	Ei = 21		
Lumestimuloitu	Kyllä = 1	Kyllä = 2	0,317	8
	Ei = 7	Ei = 6		
<b>Parettinen yläraaja stimuloitu</b>	Suora = 8	Suora = 12	0,025*	32
<b>Sormien ojennus</b>	Osittain = 7	Osittain = 4		
Lumestimuloitu	Ei lainkaan = 17	Ei lainkaan = 16	0,317	8
	Suora = 2	Suora = 2		
	Osittain = 0	Osittain = 1		
	Ei lainkaan = 6	Ei lainkaan = 5		
<b>Parettinen yläraaja stimuloitu</b>	Kyllä = 13	Kyllä = 14	0,317	32
<b>Pinsettiote</b>	Ei = 19	Ei = 18		
Lumestimuloitu	Kyllä = 2	Kyllä = 2	1,000	8
	Ei = 6	Ei = 6		
<b>Parettinen yläraaja stimuloitu</b>	Kyllä = 10	Kyllä = 13	0,083	32
<b>Ranteen ojennus</b>	Ei = 22	Ei = 19		
Lumestimuloitu	Kyllä = 2	Kyllä = 2	1,000	8
	Ei = 6	Ei = 6		
<b>SEP pareettisen yläraajan stimuloitu</b>	21,9 ±4	21,1 ±3	0,176	25
<b>Latenssi N1 (ms)</b> lumestimuloitu	22,9 ±3	22,3 ±1	1,000	7
<b>SEP pareettisen yläraajan stimuloitu</b>	81,2 ±19	77,4 ±18	0,551	18
<b>Latenssi N2 (ms)</b> lumestimuloitu	75,0 ±5	79,3 ±1	0,285	3
<b>SEP pareettisen yläraajan stimuloitu</b>	3,3 ±2	3,8 ±3	0,076	18
<b>Amplitudi A2 (µV)</b> lumestimuloitu	2,8 ±2	1,7 ±1	0,276	3

## 6 POHDINTA

### 6.1 TUTKIMUSMENETELMÄT

Fysioterepeuttien yhtenäiset ohjeet, koulutus ja kokemus Modified Motor Assessment Scale –testistä (MMAS) ja 10 metrin kävelytestistä lisäsi testien luotettavuutta. Voimalevyanturi tuli uutena mittarina tutkimusjakson aikana. Tasapainon mittaamisesta voimalevyanturilla järjestettiin kuitenkin useampia koulutuksia mittaamisen luotettavuuden varmistamiseksi. MMAS- ja kävelytestauksen sekä tasapainon mittaamisen suoritti kuntoutujan muusta fysioterapiasta vastaava fysioterapeutti sekä kuntoutusjakson alussa että lopussa. Fysioterapeutti ei ollut tietoinen, saako kuntoutuja aktiivista stimulaatiota vai lumestimulaatiota. Jos kuntoutuja ei kertonut, fysioterapeutti ei tiennyt saako kuntoutuja lainkaan stimulaatiota. Tutkimuksessa mukana olevien lisäksi fysioterapeutit tekivät testejä myös muille kuntoutusjaksolla oleville. Pareettisen raajan toiminta –lomakkeen täytti sama sairaanhoitaja yhdessä kuntoutujan kanssa. Myös somatosensorisen herätepotentiaalitutkimuksen (SEP) suoritti kaikille kuntoutujille sama henkilö. Testaajien vaihtumattomuudella pyrittiin mahdollisimman hyvään toistettavuuteen.

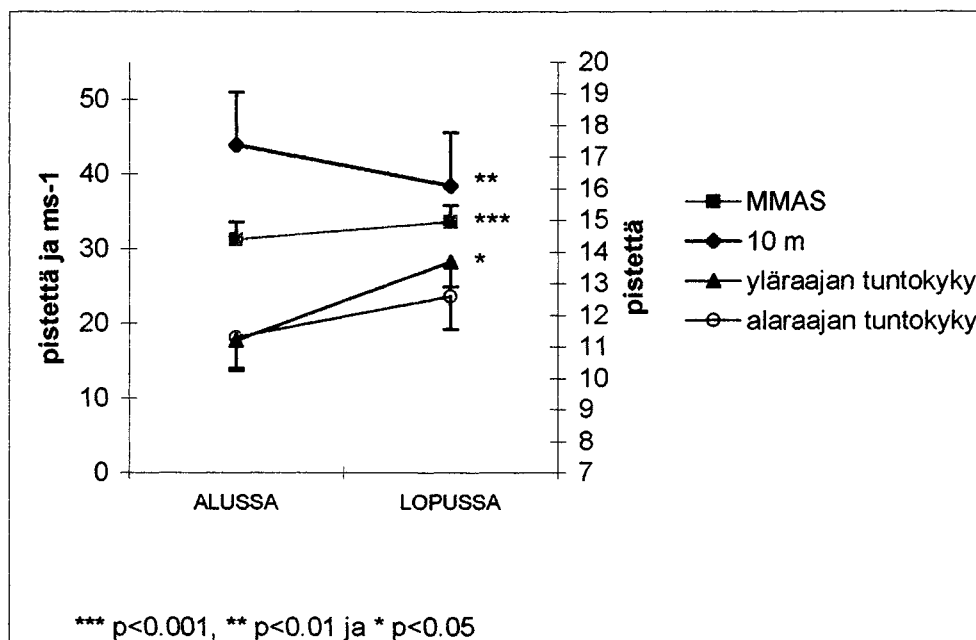
Kuntoutuksen vaikuttavuuden mittaaminen on tärkeää ja vaikeaa. Tutkimuksessa oli tarpeen olla useita mittareita. Näin saatiin monipuolista tietoa kuntoutujan motorisesta suorituskyvystä. Testit osoittautuivat käyttökelpoisiksi mittareiksi osoittamaan kutaanistimulaatiosta kuntoutusjaksolla aiheutuneita muutoksia sekä erottamaan aktiivista stimulaatiota ja lumestimulaatiota saaneiden kuntoutujien erot. Mutta varsinkin pareettisen raajan toiminnan arviointi –lomaketta tulisi edelleen kehittää mittaamaan vielä tarkemmin aivohalvauskuntoutujien toimintaa.

Tutkimuksen tilastollisessa laskennassa tutkittiin aineiston normaalijakautuneisuus. Kuntoutujien liikkumis- ja toimintakyky erosi huomattavasti kuntoutujasta toiseen. Myös tutkimusaineisto oli melko pieni. Näin myös testitulokset muutamaa poikkeusta

lukuun ottamatta eivät noudattaneet normaalijakaumaa, jonka takia laskennassa käytettiin suurimmaksi osaksi ei-parametrisiä tilastollisia testejä.

## 6.2 AKTIIVISTA STIMULAATIOTA SAANEET KUNTOUTUJAT

Tässä tutkimuksessa selvitettiin kutaanistimulaation vaikutusta kroonisilla aivohalvauskuntoutujilla. Tutkimus osoitti, että aktiivisella kutaanistimulaatiolla on vaikutusta aivohalvauskuntoutujan motoriseen suorituskyykyyn, tuntokyykyyn ja kävelynopeuteen (kuvio 2). Lisäksi 67 % aktiivista stimulaatiota saaneista ilmoitti parettisen raajan paremmaksi kuin ennen stimulaatiota.

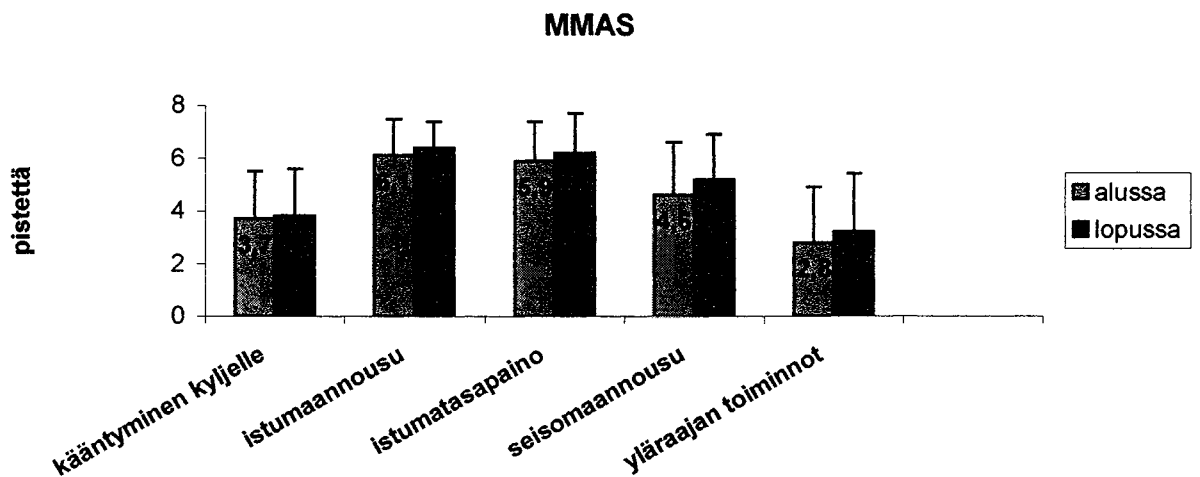


KUVIO 2 Aktiivista stimulaatiota saaneiden kuntoutujien MMAS:in, raajan tuntokyyvyn ja kävelytestin tulokset ennen kuntoutusjaksoa ja sen jälkeen (n=51).

Tutkimuksessa mukana olleet 59 kuntoutujaa kuvasivat hyvin aivohalvaukseen sairastuneita niin iän, sukupuolen kuin vammautuneen aivopuoliskonkin suhteen. Fy-sioterapiakerrat olivat yksilöfysioterapiakertoja, koska viikko-ohjelmaan suunniteltuja ryhmiin osallistumisia ei kontrolloitu. Kuntoutujien sairastumisesta kulunut aika oli 7

kuukaudesta 14 vuoteen, mikä osoittaa, että kuntoutustuloksia voidaan saada myös akuutin vaiheen jälkeen.

Motorisen suorituskyvyn testi Modified Motor Assessment Scale näyttäisi olevan herkkä mittari osoittamaan muutosta jopa vain muutaman viikon kuntoutusjakson tuloksena. Myös Korpelainen ym. (1996) ovat todenneet sen tutkiessaan MMAS-pisteiden muuttumista kuntoutusjakson lopussa kroonisilla aivohalvauskuntoutujilla. Tässä tutkimuksessa aktiivista stimulaatiota saaneiden yhteispistemäärän merkitsevästi paremman tuloksen lisäksi myös viisi kahdeksasta testiosiosta osoittivat tilastollisesti merkitsevästi parempia tuloksia jakson jälkeen (kuvio 3).



KUVIO 3 Aktiivista stimulaatiota saaneiden Modified Motor Assessment Scale -testin (MMAS) tilastollisesti merkitsevästi muuttuneiden viiden testiosion tulokset (kunkin osion maksimipistemäärä 7, n=23).

Katrakin ym. (1998) ovat todenneet pareettisen yläraajan käden toiminnan arviointiin soveltuvan hyvin erilaiset strukturoidut tehtävät. Kutaanistimulaation tutkimuksessa pareettisen yläraajan toimintaa arvioitiin mm. neljällä erityisellä tehtävällä. Niistä sormien ojennukseen pystyi useampi kuntoutuja kuntoutusjakson jälkeen. Aivohalvauskuntoutujilla motorisen toiminnan puutteen lisäksi sormien ojennusta saattaa estää myös turvotus ja spastisuus. Kutaanistimulaation vaikutus sormien ojennuksen parantumiseen selittyy myös tätä kautta.



Yläraajan tuntokyvyn muutos on subjektiivinen, mutta tärkeä mittari. Aktiivista stimulaatiota saaneilla 28 tuntokyky oli alentunut ja 20 noussut. Tuntokynnyksen noususta voi selittää, että kuntoutujan yliherkkyys sensoriselle ärsykkeelle on vähentynyt. Stimulaation vaikutusta osoittanee myös se, että vain kolmella kuntoutujalla ei ollut stimulaatiolla mitattuna muutosta halvaantuneen raajan tuntokynnyksessä. Stimulaatiolla mitatun tuntokynnyksen luotettavuudesta kertoo se, että tuntokynnyksen muutos oli yhdenmukainen kuntoutujan omaan arvioon tuntokykynsä muutoksesta. Stimulaation voimakkuutta oli lisätty tai vähennetty kuntoutujan tuntokynnyksen kehityksen mukaisesti. Tuntokynnyksen muutosta ja annetun stimulaatiotason muutosta kuvattiin kulmakertoimilla. Ensimmäisen mitatun tuntokynnyksen tai stimulaatiotason vaikutus kulmakertoimen arvoon ja siten lopputulokseen korostui.

Kymmenen metrin kävelyaika parantui tässä tutkimuksessa keskimäärin  $0.6 \text{ ms}^{-1}$ . Käteen stimuloituilla kävelyaika parani keskimäärin  $0.5 \text{ ms}^{-1}$  ( $n=13$ ) ja jalkaan stimuloituilla  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  ( $n=9$ ). Taylorin ym. (1999) FES-stimulaatiolla peroneus -hermoon alaraajassa saatu kävelyaajan parantuminen oli  $0.08 \text{ m/s}$ . Tässä tutkimuksessa kuntoutusjakso kaikkine harjoituksineen kutaanistimulaatio mukaan lukien näyttäisi olevan huomattavasti tehokkaampi vaikuttamaan kävelynopeuteen.

Kusoffskyn ym. (1982) tutkivat sensorista herätepotentiaalia (SEP) aivohalvauskuntoutujilla. Heidän mukaansa neljällä viidestä, jolla oli normaali SEP, oli hyvä yläraajan toiminta. Kaikilla niillä, joilta aallot puuttuivat, oli heikko yläraajan toiminta. Kuudella kuntoutujalla, joilla oli joko heikko tai melkein normaali yläraajan toiminta, oli epäsymmetrinen SEP verrattaessa terveen ja pareettisen yläraajan mittausta toisiinsa. Myös La Joie ym. (1982) osoittivat, että SEP-aaltojen puuttuessa kuntoutujilla ei ole toimintaa pareettisessa yläraajassaan.

Tässä tutkimuksessa SEP:in rekisteröinnit olivat yhteneviä Katon ym. (1991) aineiston kanssa. Tämä näkyy sekä aaltojen puuttumisena että latenssien viivästymisenä ja liian alhaisina amplitudeina viitearvoihin nähden. Aaltojen puuttuminen vaikutti tilastolliseen laskentaan tulevien erillismuuttujien määrään ja siten myös merkitsevyyden saavuttamiseen. Tämä tilanne voitiin ennakoida, ja siksi jokaisen kuntoutujan SEP-rekisteröinnit luokiteltiin myös kolmiluokkaisella asteikolla. Näin kullekin rekiste-

röinnille saatiin yksi arvo. Tämä osoittikin tilastollisesti merkitsevää eroa pareettisessa raajassa kuntoutusjakson lopussa alkutilanteeseen nähden, kun taas terveen puolen luokituksessa ei ollut eroa. Kaikilla kuntoutujilla terveenkään raajan herätepotentiaalit eivät olleet täysin normaaleja. SEP:in erillismuuttujissa kuntoutusjakson vaikutus näkyi mm. lisääntyneinä aaltoina pareettisesta raajasta.

Tasapainomuuttajat eivät osoittaneet tilastollisesti merkitsevää muutosta jakson aikana. Kuitenkin esimerkiksi aktiivisesti stimuloitujen kuntoutujien dynaamisen tasapainoajan keskiarvo oli alussa 53 s, kun se lopussa oli 27 s. Testituloksen aika oli 3.5 kertaa huonompi alussa ja 1.8 kertaa huonompi lopussa verrattuna normaaliviitearvoihin. Dynaamisen tasapainon matkakeskiarvot poikkesivat noin 10 % normaaliarvosta. Tilastollisen merkitsevyyden saavuttamiseksi tasapainoaineisto jäi liian pieneksi. Saatavilla olevien tasapainotulosten vähyyteen vaikutti se, että mittauslaite hankittiin tutkimusjakson aikana. Tutkimusprojektin alussa olleilta kuntoutujilta puuttuivat siis järjestelmällisesti tasapainomittaukset. Myös tutkittavien tulokset vaihtelivat johtuen erilaisesta suorituskyvystä. Dynaamisen tasapainotestin aika vaihteli kuntoutujilla alussa 7.9 – 56.8 s ja lopussa 8.5 – 59.2 s, matka 705 – 3229 mm alussa ja 809 – 4890 mm lopussa. Vaihtelut kertovat tutkittavien hyvin erilaisesta dynaamisen tasapainon hallinnasta, mutta myös voimalevyanturin herkkyydestä mitata se. Kuitaanistimulaation vaikutuksen lisäksi voidaan dynaamisen tasapainon muutoksia selittää myös motorisella oppimisella, jota kuntoutujilla todennäköisesti tapahtui ensimmäisestä toiseen mittaustapahtumaan.

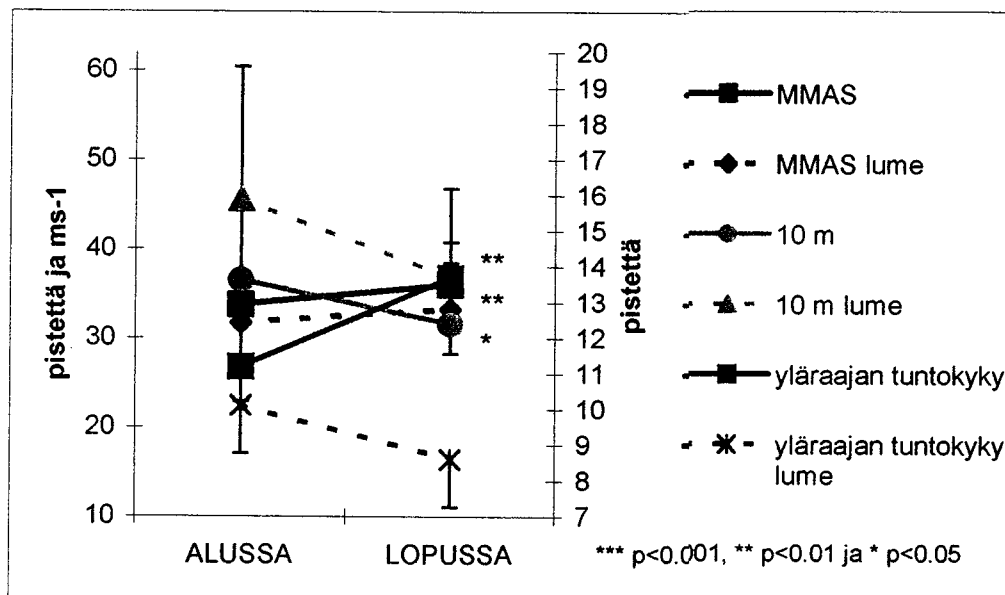
Staattisessa tasapainossa (silmät auki  $n=16$  ja silmät kiinni  $n=17$ ) ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevästi muutoksia kuntoutusjakson aikana voimalevyanturilla mitattuna. Kuntoutujien staattinen tasapaino oli silmät auki kahdesta neljään kertaan huonompi verrattuna normaaliviitearvoihin. Silmät kiinni staattinen tasapaino poikkesi 3 – 7 -kertaisesti normaaliviitearvoista. Kuntoutujien tasapainon voidaan sanoa olevan merkittävästi heikentynyt.

Verrattaessa motorista suorituskykyä, kävelytuloksia ja tasapainotuloksia toisiinsa vain MMAS ja 10 metrin kävely aika kuvasivat selkeästi kuntoutujaa samalla tavalla. Siihen, että MMAS ja tasapainomuuttajat eivät korreloineet keskenään, saattoi vai-

kuttaa tasapainoaineiston pienuus ja tutkittavien hyvin erilainen tasapaino. Visintin ym. (1998) tutkimuksessa kävelymattoharjoittelun tehokkuudesta kahdella eri tavalla, painostaan kevennetty ryhmä osoitti merkitsevästi parempia tuloksia kaikissa kolmessa testialueessa; motorisessa suorituskyvyssä, kävelynopeudessa ja tasapainossa. Kuitenkin heidän tutkimuksessaan tasapainoa testattiin toiminnallisesti. Koska staattisen tasapainon muuttujissa on vaikea saavuttaa eroa kuntoutusjakson aikana, yritettiin tässä tutkimuksessa etsiä dynaamisen tasapainon muutoksia.

### 6.3 KÄTEEN AKTIIVISTA STIMULAATIOTA JA LUMESTIMULAATIOTA SAANEET KUNTOUTUJAT

Tutkimus osoitti, että käteen aktiivista kutaanistimulaatiota (n=32) saaneet kuntoutujat paransivat tilastollisesti merkitsevästi testituloksiaan kaikissa mittareissa kuntoutusjakson lopussa, kun taas käteen lumestimuloitujen (n=8) testitulokset eivät muuttuneet tilastollisesti merkitsevästi yhdessäkään mittarissa (kuvio 4).



KUVIO 4 Käteen aktiivista stimulaatiota (n=32) ja lumestimulaatiota (n=8) saaneiden kuntoutujien MMAS:in, yläraajan tuntokyvyn ja kävelytestin tulokset ennen kuntoutusjaksoa ja sen jälkeen. Ylempi \*\* kuvaa MMAS-pisteiden muutosta ja alempi \*\* yläraajan tuntokyvyn muutosta.

MMAS:in yhteispistemäärä nousi käteen aktiivista stimulaatiota saaneilla kuntoutujilla (n=15) keskimäärin 2.3 pistettä, mikä tarkoittaa huomattavaa parannusta motorisessa suorituskyvyssä tällä 7-portaisella asteikolla mitattuna. Käteen lumestimulaatiota saaneilla kuntoutujilla motorinen suorituskyky (n=7) nousi keskimäärin 1.6 pistettä, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kuntoutusjakson yleisen vaikuttavuuden lisäksi MMAS kykenee erottamaan myös aktiivista kutaanistimulaatiota ja lumestimulaatiota saaneiden kuntoutujien erot. Nugent ym. (1994) totesivat myös painon-siirtoharjoitusten määrän korreloivan MMAS:iin aivohalvauskuntoutujilla.

Pareettisessa yläraajassa motorisen suorituskyvyn paraneminen näkyi mm. niin, että 22 kuntoutujaa 32 käteen aktiivista stimulaatiota saaneesta kuntoutujasta ilmoitti pareettisen yläraajansa paremmaksi kuntoutusjakson lopussa. Vain yksi ilmoitti sen huonommaksi, ja yhdeksän ilmoitti yläraajan pysyneen samanlaisena. Käteen lumestimulaatiota saaneilla kuntoutujilla (n=8) tilastollisesti merkitseviä muutoksia pareettisen yläraajan arvioinnissa ei ollut. Sormien ojennukseen pystyi useampi kuntoutuja kuntoutusjakson lopussa aktiivista stimulaatiota saaneesta kuntoutujasta. Testiliikkeen tilastollinen merkitsevyys käteen aktiivisesti stimuloituilla osoittaa sen olevan hyvä mittari testaamaan käden motorista ja toiminnallista edistymistä.

Käteen aktiivista stimulaatiota saaneiden kuntoutujien kävelyaika (n=13) oli parantunut keskimäärin  $0.5 \text{ ms}^{-1}$ . Käteen lumestimuloitujen kuntoutujien  $0.2 \text{ ms}^{-1}$  kävelynopeuden (n=6) parantuminen ei osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi. 10 metrin kävelytestiaika vaihteli käteen aktiivista stimulaatiota saaneilla alussa 9 – 99 s lopussa ja 8 – 128 s. Käteen lumestimulaatiota saaneilla vaihteluväli oli alussa 7 – 27 s ja lopussa 6 – 21 s. Suuret vaihteluvälit kertovat kuntoutujien hyvin erilaisesta kävelyykyvystä. Se, että aktiivista stimulaatiota saaneilla vaihteluväli on suurempi, saattaa vääristää tuloksia jonkun verran. Kuitenkin kuntoutujien yksittäisiä kävelyaikoja tarkasteltaessa suhteelliset muutokset olivat samaa suuruusluokkaa eli useita kymmeniä sekunteja kävelymatkaan alussa käyttänyt kuntoutuja käytti useita kymmeniä sekunteja myös kuntoutusjakson lopussa. Aktiivista stimulaatiota käteen saaneiden kävelyykyvyn parantumisesta kertoo myös se, että kaksi kuntoutujaa pystyi kävelemään testituloksen lopussa ollessaan siihen ennen kuntoutusjaksoa kykenemätön.

SEP-rekisteröinneissä näkyi myös edelleen tehostetun intervention vaikutus. Käteen lumestimuloitujen rekisteröinneissä ei tapahtunut muutoksia kuntoutusjakson aikana, mutta käteen aktiivisesti stimuloituilla kuntoutujilla kunkin rekisteröinnin yleinen luokitus osoitti erittäin merkitsevästi parempia tuloksia kuntoutusjakson lopussa. SEP:in ja MMAS:in tuloksia ei verrattu keskenään, mutta kummankin parantuneet tulokset kertovat samankaltaisista tuloksista kuin Chester & McLarenin (1989) ja Zeman & Yiannikasin (1989) tutkimuksissa, joissa SEP korreloi kuntoutujien itsenäiseen toimintakykyyn. Terveen puolen mittauksen erillismuuttujissa ja luokituksessa ei ollut eroa kummassakaan ryhmässä, mikä lisää tulosten luotettavuutta.

Kuntoutujien tasapainotuloksia ei käsitelty vertaamalla käteen aktiivisesti stimuloituja ja lumestimuloituja aineiston pienuuden vuoksi.

## 6.4 TULOSTEN TARKASTELUA

Tehokkaan ja tuloksellisen fysioterapian sisältö aivohalvauskuntoutujilla on ratkaisevasti muuttumassa aktiivisempaan ja uutta teknologiaa hyödyntävään suuntaan. Mm. Volpen ym. (2000) tutkimassa robotisoidussa harjoituksessa aivohalvauskuntoutuja istui näytön edessä parettinen yläraaja tuettuna edessä olevalle pöydälle. Kuntoutujan tarkoitus oli yläraajaa liikuttamalla saada näytöllä oleva kursori liikkumaan tietyllä tavalla. Mikäli tämä ei onnistunut, tuessa oleva mekaaninen laite suoritti liikkeen. Harjoitusjakso koostui vähintään 1500 toistosta viiden viikon aikana. Harjoitus vaikutti hartian ja kyynärvarren alueen motoriseen suorituskyykyyn, jolloin myös itsenäinen toimintakyky parani.

Matalataajuisella TENS:illä ei ollut erityistä vaikutusta motoriseen toimintaan kolmen vuoden kuluttua mitattuna (Sonde ym. 2000). Sonde ym. (2000) mielestä sensorinen ärsytys saattaisi lisätä plastisuutta aivoissa, mikä selittäisi heidän tutkimuksessaan ADL toimintojen säilymisen kolmen vuoden kuluttua interventiosta, kun taas motorinen suorituskyyky ei säilynyt välittömästi intervention jälkeen saavutetulla tasolla. Stimulaation edesauttaman hermoston uudelleenorganisoinnin takia palautunut tuntokyyky korvasi alentunutta motorista kyykyä ja pitkällä tähtäyksellä tukisi ADL tai-

tojen säilymistä. Lisätutkimuksia tarvitaan selvittämään, säilyvätkö myös kutaanistimulaatiosta saavutetut hyödyt pidemmällä aikavälillä. Tämän jälkeen voitaisiin määrittellä, tarvitsisiko stimulaatiojakso uusia tietyn aikajakson jälkeen saavutetun tason ylläpitämiseksi.

Koska tässä tutkimuksessa olevien kuntoutujien määrä oli pieni, täytyy tutkimustuloksia tarkastella varovaisesti. Tulokset ovat kuitenkin yhteneviä aikaisempiin tuloksiin kutaanistimulaation vaikutuksista (Dimitrijevic 1994, Dimitrijevic & Soroker 1994, Dimitrijevic ym. 1996), mikä lisää niiden luotettavuutta. Golazewski ym. (1998) osoitti fMRI-kuvilla kutaanistimulaation vaikutuksen kortikaalisten motoriseen toimintaan osallistuvien alueiden aktiivisuuden lisääntymisenä sekä kontra- että ipsilateraalilla puolella. Motoriseen toimintaan osallistuvien alueiden aktiivisuuden lisääntyminen on ehkä tehnyt otollisemmaksi myös muut kuntoutusjakson harjoitusten vaikutukset. Olisi mielenkiintoista tutkia olisiko stimulaatio vielä tehokkaampaa, jos sen aikana tehtäisiin toiminnallisia harjoituksia istumisen sijaan.

Stimulaation vaikutuksen ulottumiseen aivokuorelle vaikuttaa mm. pulssin muoto ja taajuus. Useimmat tuntoaistireseptorit ovat mekanoreseptoreita. Mekanoreseptoreista Meissnerin keränen reagoi parhaiten 50 Hz taajuuksiin. Koska Meissnerin keränen on nopeasti adaptoituva, on stimulaatiopulssi hyödyllistä antaa lyhyiden taukojen tahdittamana. Kaksi peräkkäistä pulssia oletetaan menevän paremmin perille perustuen temporaaliseen summaatioon sekä ehdollistavaan vaikutukseen. Tuntoaistin välittämiseen osallistuvat todennäköisesti myös useat vapaat hermopäätteet. (Bear ym. 2001)

Aktiivisen ja teknologiaa hyväksi käyttävän kuntoutusotteen lisäksi fysioterapeuttien tulisi huomioida harjoitusten intensiteetti vaikutusten aikaansaamiseksi. Tyypillisesti kroonisessa vaiheessa oleva aivohalvauskuntoutuja saa Kelan myöntämää fysioterapiaa 45 kertaa vuodessa. Kerran viikossa käytettynä kerrat eivät useinkaan vastaa tarkoitustaan. Useimmiten kuntoutuja hyötyisi eniten tiiviistä jaksosta, joka uusittaisiin ennen kuin saavutetut toimintakyvyn muutokset palautuvat entiselleen. Koska niin lähettävät tahot kuin maksavat tahot ovat tottuneet fysioterapiakertojen ”ripotteluun”

vuoden varrelle, tulisi varsinkin Kelan kuntoutuspäätöksiä tekeviä toimihenkilöitä tehdä tietoisiksi uusista tutkimustuloksista ja fysioterapian vaikutuskeinoista.

## **6.5 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Kolmen viikon kuntoutusjakson aikana annetulla aktiivisella kutaanistimulaatiolla on selkeät positiiviset vaikutukset kuntoutujan motoriseen suorituskyykyyn ja tuntokyykyyn sekä aivokuorelta mitattujen vasteiden määrään ja suuruuteen. Kutaanistimulaatio on tehokas, helppokäyttöinen ja huokea kuntoutuksen apuväline kroonisten aviohalaus-kuntoutujien motorisen suorituskyykyyn ja tuntokyykyyn parantamiseen muun kuntoutuksen lisänä.

## 7 LÄHDELUETTELO

Aronen, H. 1997. Aivojen funktionaalinen magneettikuvaus. *Duodecim* 113, 830 – 839.

Bear, M., Connors, B., Paradiso, M. 2001. *Neuroscience. Exploring the brain. The somatic sensory system and the auditory system 2.painos*. Baltimore: Williams & Wilkins.

Berg, K. 1989. Balance and its measure in the elderly. *Physiotherapy Canada* 4, 304 – 310.

Bogousslavskyn, J., & Caplan, L. (toim.). 1995. *Stroke Syndroma*. Cambridge: Cambridge University press.

Bohannon, R. 1989c. Selected determinants of ambulatory capacity in patients with hemiplegia. *Clinical Rehabilitation* 3, 47 – 53.

Bohannon, R. 1989b. Correlation of lower limb strengths and other variables with standing performance in stroke patients. *Physiotherapy Canada* 41, 198 – 202.

Bohannon, R. & Andwers, A. 1990. Correlation of knee extensor muscle torque and spasticity with gait speed in patients with stroke. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 71, 330 – 333.

Brainin, M., Bornstein, N., Boysen, G., Demarin, V. 2000. Acute neurological stroke care in Europe: results of the European Stroke Care Inventory. *European Journal of Neurology* 7 (1), 5 – 10.

Bridgeman, G., Gemmer, A., Forsman, T., Huemer, V. 2000. Processing spatial information in the sensimotor branch of the visual system. *Vision Res.* 40 (25), 3539 – 3552.



Carr, J., Shepherd, R., Nordholm, L., Lynne, D. 1985. Investigation of a New Motor Assessment Scale for stroke patients. *Physical Therapy* 65 (2), 175 – 180.

Carr, J. & Shepherd, R. 1998. *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Chester, C. & McLaren, C. 1989. Somatosensory evoked response and recovery from stroke. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 70 (7), 520 – 525.

Christou, I., Alexandrov, A., Burgin, W., Wojner, A., Felberg, R., Malkoff, M., Grotta, J. 2000. Timing of recanalization after tissue plasminogen activator therapy determined by transcranial doppler correlates with clinical recovery from ischemic stroke. *Stroke* 31 (8), 1812 – 1816.

Dadelein, S. 1990. Weight shifting as a treatment for balance deficits: a literature review. *Physiotherapy Canada* 42, 81 – 87.

Dimitrijevic, M. 1994. Mesh-Glove. 1. A method for whole-hand electrical stimulation in upper motor neuron dysfunction. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 26, 183 – 186.

Dimitrijevic, M. & Soroker, N. 1994. Mesh-Glove. 2. Modulation or residual upper limb motor control after stroke with whole-hand electric stimulation. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 26, 187 – 190.

Dimitrijevic, M., Stokic, D., Wawro, A., Wun, C. 1996. Modification of motor control of wrist extension by Mesh-Glove electrical stimulation in stroke patients. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 77, 252 – 258.

Duncan, P., Propst, M., Nelson, S. 1983. Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident. *Physical Therapy* 63, 1601 – 1610.

- Duncan, P., Weiner, D., Chandler, J., Studenski, S. 1990. Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology* 45, 192 – 195.
- Era, P. & Heikkinen, E. 1985. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *Journal of Gerontology* 40, 287 – 295.
- Era, P., Avlund, K., Jokela, J., Gaude-Nilsson, I., Heikkinen, E., Steen, B., Schroll, M. 1997. Postural balance and self-reported functional ability in 75-year-old men and women: a cross-national comparative study. *Journal of the American Geriatric Society* 45, 21 – 29.
- Evans, M., Goldie, P., Hill, K. 1997. Systematic and random error in repeated measurements of temporal and distance parameters of gait after stroke. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 78 (7), 725 – 729.
- Fishman, M., Colby, L., Sachs, L., Nichols, D. 1997. Comparison of upper-extremity balance tasks and force platform testing in persons with hemiparesis. *Physical Therapy* 77 (10), 1052 – 1062.
- Fogelholm, R., Murros, K., Rissanen, A., Ilmavirta, M. 1997. *Acta Neurologica Scandinavica*. 95 (1), 38 – 43.
- Fugl-Meyer, A., Jääskö, L., Leyman, I., Olsson, S., Steglind, S. 1975. The post-stroke hemiplegic patient. A method for evaluation of physical performance. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 7, 13 – 31.
- Fukiyama, K., Kimura, Y., Wakugami, K., Muratani, H. 2000. Incidence and long-term prognosis of initial stroke and acute myocardial infarction in Okinawa, Japan. *Hypertensio Research* 23 (2), 127 – 135.
- Golaszewski, S., Kremser, M., Wagner, S., Felber, S., Aichner, F., Dimitrijevic, M. 1998. Functional magnetic resonance imaging of the human motor cortex before

and after whole-hand afferent electrical stimulation. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 31, 165 - 173.

Goldfarb, B. & Simon, S. 1984. Gait patterns in patients with amyotrophic lateral sclerosis. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 65, 61 – 65.

Heilman, K. Neglect and related disorders. 1979b. Teoksessa Heilman K, Valenstein, E. (toim.). *Clinical Neuropsychology*. New York: Oxford University Press, 268 – 308.

Hesse, S., Bertelt, C. Jahnke, M. 1995. Treadmill training with partial body weight support impaired with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients. *Stroke* 26, 976 – 981.

Hesse, S., Konrad, M., Uhlenbrock, D. 1999. Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 80 (4), 421 – 427.

Hill, K., Ellis, P., Bergardt, J., Maggs, P., Hull, S. 1997. Balance and mobility outcomes for stroke patients. a comprehensive audit. *Australian Journal of Physiotherapy* 43 (3), 173-180.

Holden, M, Gill, K., Magliozzi, M., Nathan, J., Piehl-Baker, L. 1984. Clinical gait assessment in the neurologically impaired: reliability and meaning fulness. *Physical Therapy* 64, 35 – 40.

Holden, M, Gill, K., Magliozzi, M. 1986. Gait assessment for neurologically impaired patients. Standards for outcome assessment. *Physical Therapy* 66, 1530 – 1539.

Immonen-Räihä, P., Mahonen, M., Tuomilehto, J., Salomaa, V., Kaarsalo, E., Narva, EV., Salmi, K., Sarti, C., Sivenius, J., Alhainen, K., Torppa, J. 1997. Trends in case-fatality of stroke in Finland during 1983 to 1992. *Stroke* 28 (12), 2493 – 2499.

Karlsson, A. & Frykberg, G. 2000. Correlations between force plate measures for assessment of balance. *Clinical Biomechanics* 15 (5), 365 – 369.

Kaste, M., Fogelholm, R., Rissanen, A. 1998. Economic burden of stroke and the evaluation of new therapies. *Public Health* 112 (2), 103 – 112.

Kato, H., Sugawara, Y., Ito, H., Onodera, K., Sato, C., Kogure, K. 1991. Somatosensory evoked potentials following stimulation of median and tibial nerves in patients with localized intracerebral hemorrhage; correlations with clinical and CT findings. *Journal of the Neurological Sciences* 103 (2), 172 – 178.

Katrak, P., Bowring, G., Conroy, P., Chilvers, M. Poulos, R., McNeil, D. 1998. Predicting upper limb recovery after stroke: the place of early shoulder and hand movement. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 79 (7), 758 – 761.

Katz, R., & Rymer, W. 1989. Spastic hypertonia: Mechanisms and measurement. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 70, 144 – 155.

Katz, R., Gayle, P., Brait, C., Rymer, W. 1992. Objective quantification of spastic hypertonia: Correlation with clinical findings. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 73, 339 – 347.

Kela – Sairastuminen ja vammaisuus – Sairaus pitkittyy, kuntoutukseen ja Vammaiselle tukea. Viitattu 21.3.2001. Saatavilla WWW-muodossa:  
<http://www.kela.fi/tietop/fbtj901.html>.

Kimura, J. 1989. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: Principles and practice*. Philadelphia: F.A. Davis Company.

Korpelainen, J., Takalo, E., Huuki, R. 1996. Modified Motor Assessment Scale ja Barthel Index aivoverenkiertohäiriöpotilaiden kuntoutumisen mittareina laitospäätyksen aikana. *Fysioterapia* 43 (8), 60 – 63.

- Kotila, M., Numminen, H., Waltimo, O., Kaste, M. 1998. Depression after stroke; results of the FINNSTROKE Study. *Stroke* 29 (2), 369 – 372.
- Kuikka, P., Pulliainen, V., Hänninen, R. 1991. *Neuropsykologian perusteet*. Juva: WSOY.
- Kusoffsky, A., Wadell, I., Nilsson, B. 1982. The relationship between sensory impairment and motor recovery in patients with hemiplegia. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 14, 22 – 32.
- KYS – Neurologian klinikka – Aivoverenkiertohäiriöt – Yhteistyön kehittäminen. Viitattu 5.9.2000. Saatavilla WWW-muodossa: <http://www.kuh.fi/~neu-web/ver02.html>.
- La Joie, W., Reddy, M., Melvin, J. 1982. Somatosensory evoked potentials: their predictive value in right hemiplegia. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 63, 223 – 236.
- Lance, J. 1980. The control of muscle tone, reflexes and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology* 30 (12), 1303 – 1313.
- Liepert, J., Bauder, H., Wolfgang, H., Miltner, W., Taub, E., Weiller, C. 2000. Treatment-induced cortical reorganisation after stroke in humans. *Stroke* 31 (6), 1210 – 1216.
- Loewen, S., & Anderson, S. 1988. Reliability of Modified Motor Assessment Scale and the Barthel Index. *Physical Therapy* 68 (7), 1077 – 1081.
- Lord, S., Russell, D., Webster, I. 1991. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *Journal of Gerontology* 3, M69 – 76.
- MacDonald, B., Cockerell, O., Sander, J., Shorvon, S. 2000. The incidence and lifetime prevalence of neurological disorders in prospective community-based study in the UK. *Brain* 123 (pt4), 665 – 676.

Mahoney, R. & Barthel, D. 1965. Functional evaluation: the Barthel Index. *Maryland Medical Journal* 14, 61 – 65.

Malouin, F., Potvin, M., Prevost, J. 1992. Use of an intensive task-oriented gait training program in a series of patients with acute cerebrovascular accidents. *Physical Therapy* 72, 781 – 789.

Malouin, F., Pichard, L., Bonneau, C., Durand, A., Corrieau, D. 1994. Evaluating motor recovery after stroke: Comparison of the Fugl-Meyer Assessment and the Motor Assessment Scale. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 75, 565 – 574.

Mathias, S., Nayak, U., Issacs, B. 1986. Balance in elderly patients: the "Get-up and Go" test. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 67, 387 – 389.

May, D. Nayan, U., Isacss, B. 1985. The life-space diary: a measure of mobility in old people at home. *International Rehabilitation Medicine* 7, 182 – 187.

Miltner, W., Bauder, H., Sommer, M., Dettmers, C., Taub, E. 1999. Effectsof constraint-induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke: replication. *Stroke* 30 (3), 586 – 592.

Nicoletti, A., Sofia, V., Giuffrida, S., Bartoloni, A., Bartalesi, F., Bartalo, M., Fermo, S., Cocuzza, V., Gamboa, H., Salazar, E., Reggio, A. 2000. Prevalence of stroke: a door-to-door –survey in rural Bolivia. *Stroke* 31 (4), 882 – 885.

Nugent, J., Schurr, K., Adams, R. 1994. A dose-response relationship between amount of weight-bearing excercise and walking outcome following cerebrovascular accident. *Archives of Physical medicine & Rehabilitation* 75 (4), 399 – 402.

Numminen, H., Kaste, M., Aho, K., Waltimo, O., Kotila, M. 2000. Decreased severity of brain infarct can in part explain the decreasing case fatality rate of stroke. *Stroke* 31 (3), 651 – 655.

Nyrkkö, H. 1999. Cognitive deficits in postacute stroke. *Kela. Studies in social security and health* 40.

O'Dwyer, N., & Ada, L. 1996. Reflex hyperexcitability and muscle contracture in relation to spastic hypertonia. *Current Opinion in Neurology* 9, 451 – 455.

O'Dwyer, N., Ada, L., Neilson, P. 1996. Spasticity and muscle contracture following stroke. *Brain* 119, 1737 – 1749.

Paillard, J. 1988. Sensory mechanisms related to posture. Teoksessa Shumway-Cook & Woollacott. *Motor control. Theory and practical applications*. Baltimore: Williams & Wilkins.

Palo, J., Jokelainen, M., Kaste, M., Teräväinen, H., Waltimo, O. 1992. *Neurologia*. Porvoo: Werner Söderström oy.

Paltamaa, J. 1997. Fysioterapeuttiset mittaukset neurologisen potilaan polikliinisessä tutkimisessa. *Keski-Suomen sairaanhoitopiirin kuntayhtymän julkaisu* 64.

Perry J. 1980. Rehabilitation of spasticity. In *Spasticity. disorder motor control*. Edited by Feldman, R., Young, R., Koella, W. Miami: Symposia Specialists 87 – 100.

Podsiadlo, D. & Richardson, S. 1991. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatric Society* 39, 142 – 148.

Poole, J. & Whitney, S. 1988. Motor Assessment Scale for stroke patients: Concurrent validity and interrater reliability. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 69, 195 – 197.

Ramnemark, A., Nyberg, L., Lorentzon, R., Olsson, T., Gustafson, Y. 1999. Hemios-teoporosis after severe stroke, independent of changes in body composition and weight. *Stroke* 30 (4), 755 – 760.

Roth, E., Merbitz, C., Mroczek, K., Dugan, S., Suh, W. 1997. Hemiplegic gait. Relationships between walking speed and other temporal parameters. *American Journal of Physical medicine and Rehabilitation* 76 (2), 128 – 133.

Schmidt, R., & Lee, T. (toim.). 1999. Motor control and learning. A Behavioral Emphasis. Champaign: Human Kinetics.

Shumaway-Cook, A., & Woollacott, M. 1995. Motor Control. Theory and practical applications. Baltimore: Williams & Wilkins.

Smith, G., Silver, K., Goldberg, A., Macko, R. 1999. "Task-oriented" exercise improves hamstring strength and spastic reflexes in chronic stroke patients. *Stroke* 30 (10), 2112 – 2118.

Sonde, L., Gip, C., Fernaeus, S., Nilsson, C., Viitanen, M. 1998. Stimulation with low frequency (1.7 Hz) transcutaneous electric nerve stimulation (low –tens) increases motor function of the post-stroke paretic arm. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 30 (2), 95 – 99.

Sonde, L., Kalimo, H., Fernaeus, S., Viitanen, M. 2000. Low TENS treatment on post-stroke paretic arm: a three-year follow up. *Clinical Rehabilitation* 14 (1), 14 – 19.

Stegmayr, B., Asplund, K., Kuulasmaa, K., Rajakangas, AM., Thorvaldsen, P., Tuomilehto, J. 1997. Stroke incidence and mortality correlated to stroke risk factors in the WHO MONICA Project. An ecological study of 18 populations. *Stroke* 28 (7), 1367 – 1374.



Suzuki, K., Imada, G., Iwaya, T., Handa, T., Kurogo, H. 1999. Determinants and predictors of the maximum walking speed during computer-assisted gait training in hemiparetic stroke patients. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 80 (2), 179 – 182.

Talvitie, U., Ahola, S., Sihvonen, S., Taivassalo, R., Turunen, U., Urho, N. 1997. Aivoverenkiertohäiriöisten toimintakyvyn arviointi fysioterapiassa. Fysioterapian kehittämisprojekti Jorvin sairaalassa. Jyväskylän yliopisto. Terveystieteen laitoksen julkaisusarja 6.

Tatlisumak, T., Lahti, K., Valanne, L., Kaste, M. 1996. Magneettikuvauksen uudet menetelmät parantavat aivoinfarktin varhaisdiagnostiikkaa. *Duodecim* 112, 1333 – 1337.

Taub, E., Miller, N., Novack, T. 1993. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 74, 347 – 354.

Taylor, P., Burridge, J., Dunkerley, A., Wood, D., Norton, J., Singleton, C., Swain, I. 1999. Clinical use of the Odstock Dropped Foot Stimulator: its effect on the speed and effort of walking. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation* 80 (12), 1577 – 1583.

Tinetti, M. 1986. Performance oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *Journal of American Geriatric Society* 34, 119 – 126.

Valvanne-Tommila, H. & Partinen, M. 1996. Itsenäisen toimintakyvyn mittari (FIM). Versio 3.1. Opas kuntoutuksen seuranta- ja arviointijärjestelmään. Helsinki: Kuntaliiton painatuskeskus. (alkuperäinen työ julkaistu 1990.)

Virsu, V. 1991. Aivojen muotoutuvuus ja kuntoutuminen. Helsinki: Yliopistopaino.

- Visintin, M., Barbeau, H., Korner-Bitensky, N., Mayo, NE. 1998. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke* 29 (6), 1122 – 1128.
- Volpe, B., Krebs, H., Hogan, N., Edelstein, O., Diels, C., Aisen, M. 2000. A novel approach to stroke rehabilitation: robot-aided sensorimotor stimulation. *Neurology* 54 (10), 1938 – 1944.
- Waagfjord, J., Levangle, P., Certo, C. 1990. Effects of treadmill training on gait in a hemiparetic patient. *Physical Therapy* 70, 549 – 558.
- Wade, D. 1992. *Measurement in neurological rehabilitation*. Oxford: Oxford university press.
- Wade, D. & Langton, H. 1987. Functional abilities after stroke: measurement, natural history and prognosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* 50, 177 – 182.
- Wolf, S. Lecraw, D., Barton, L. 1989. Forced use of hemiparetic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Experimental Neurology* 104, 125 – 132.
- Wolfson, L., Whipple, R., Amerman, P., Tobin, J. 1990. Gait assessment in the elderly: a gait abnormality rating scale and its relation to falls. *Journal of Gerontology* 45, M12 – M19.
- Yamazaki, M., Uchiyama, S., Maruyama, S. 1993. Alterations of haemostatic markers in various subtypes and phases of stroke. *Blood Coagulation & Fibrinolysis* 4 (5), 707 – 712.
- Young R. 1994. Spasticity. A review. *Neurology* 44 (suppl9), 12 - 20.
- Zeman, B. & Yiannikas, C. 1989. Functional prognosis in stroke. Use of somatosensory evoked potentials. *Journal of Neurology, Neurosurgery and psychiatry* 52 (2), 242 – 247.

## AIVOHALVAUSPOTILAAN MOTORINEN ARVIOINTIASTEIKKO

Nimi \_\_\_\_\_

Henkilötunnus \_\_\_\_\_

Akuutti \_\_\_\_\_

Krooninen \_\_\_\_\_

	0	1	2	3	4	5	6
1. Kääntyminen kyljelle							
2. Istumaannousu							
3. Istumatasapaino							
4. Seisomaannousu							
5. Kävely							
6. Yläraajan toiminnot							
7. Käden liikkeet							
8. Käden toiminnallisuus							

Päiväys \_\_\_\_\_

Huomioitavaa

---



---



---

10 m kävely/s \_\_\_\_\_

	0	1	2	3	4	5	6
1. Kääntyminen kyljelle							
2. Istumaannousu							
3. Istumatasapaino							
4. Seisomaannousu							
5. Kävely							
6. Yläraajan toiminnot							
7. Käden liikkeet							
8. Käden toiminnallisuus							

Päiväys \_\_\_\_\_

Huomioitavaa

---



---



---

10 m kävely/s \_\_\_\_\_

Yhteenveto

Ei muutosta							
Muutos							

Nimi: \_\_\_\_\_ Päiväys: \_\_\_\_\_

**Parettisen yläraajan toiminta**

1. Onko - heikommassa kädessänne kipua/särkyä? Kyllä \_\_\_ Ei \_\_\_  
 - paremmassa kädessänne kipua/särkyä? Kyllä \_\_\_ Ei \_\_\_
2. Kykenettekö poimimaan kynän heikommalla kädellänne? Kyllä \_\_\_ Ei \_\_\_
3. Voitteko kirjoittaa / piirtää heikommalla kädellänne? Kyllä \_\_\_ Ei \_\_\_
4. Ojentuvatko kaikki heikomman käden sormet?  
 - täysin suoraksi \_\_\_\_\_  
 - osittain suoraksi \_\_\_\_\_  
 - ei lainkaan \_\_\_\_\_
5. Saatteko heikomman käden peukalon ja etusormen yhteen? Kyllä \_\_\_ Ei \_\_\_
6. Jos voitte, laittakaa heikompi käsivartenne pöydälle lepäämään.  
 Nouseeko kämmen ylös, ranteen pysyessä pöytää vasten? Kyllä \_\_\_ Ei \_\_\_
7. Onko käsienne tuntokyvyssä eroa? Kyllä \_\_\_ Ei \_\_\_
8. Jos terveen kätenne tuntokyky vastaa numeroa 20 alla olevalla janalla,  
 niin mitä numeroa vastaa heikomman kätenne tuntokyky? Merkitkää kohta.

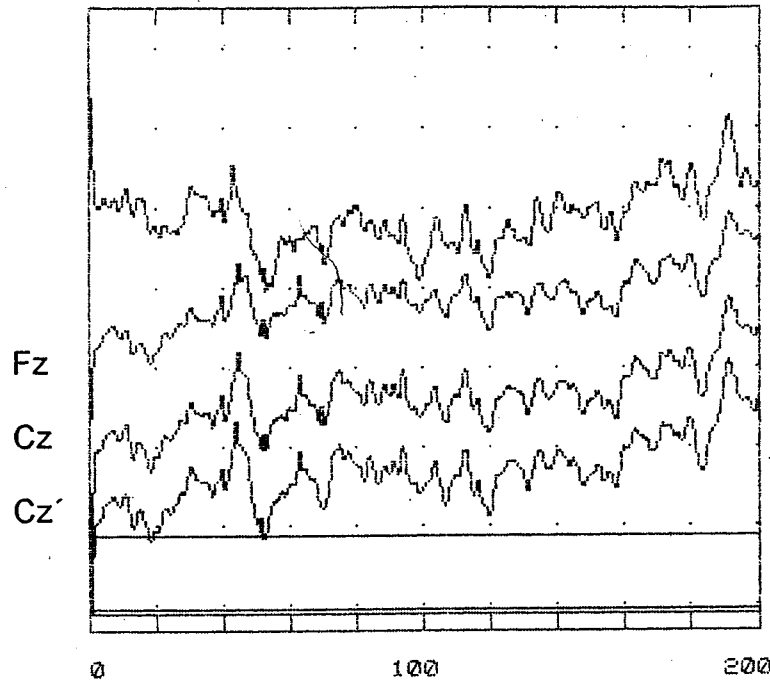
																			Terve käsi	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Heikompi käsi

9. Kuvailkaa heikomman kätenne toimintaa muutamalla sanalla.
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

	1	2	3	4	5
CH1	39.99	43.33	52.49	-	69.99
CH2	39.99	44.99	52.49	63.33	69.99
CH3	39.99	44.99	52.49	63.33	69.99
CH4	39.99	44.16	51.66	63.33	-

LIITE 3

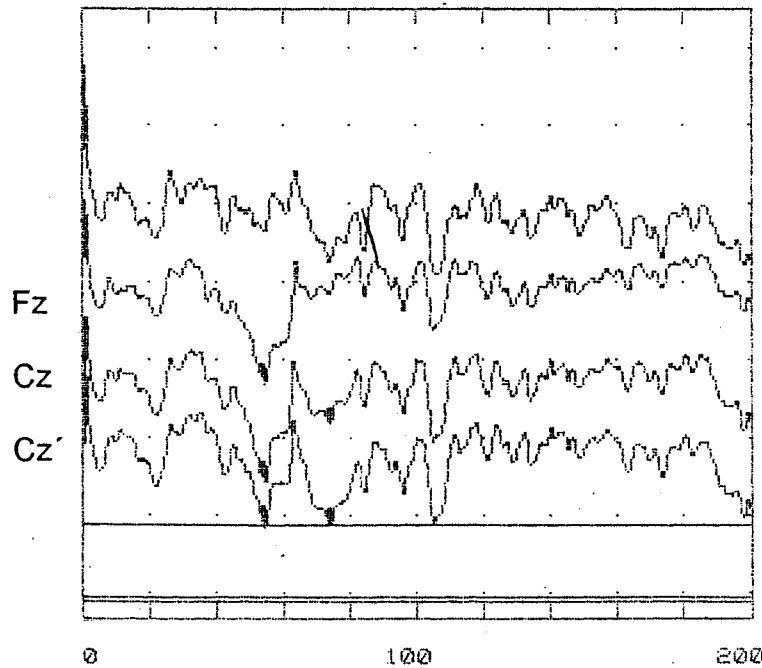
SIZE (uV): 0.00  
 TIME (mS): 0.00 0.00, DELTA: 0.00



Vasen alaraaja  
(terve)

	1	2	3	4	5
CH1	-	-	-	-	-
CH2	54.16	64.16	-	-	-
CH3	54.16	63.33	74.16	-	-
CH4	54.16	63.33	74.16	-	-

SIZE (uV): 0.00  
 TIME (mS): 0.00 0.00, DELTA: 0.00



Oikea alaraaja  
(pareettinen, stimuloitu)

KUVIO. Ylhäällä somatosensoriset herätepotentiaalit terveestä ja alhaalla saman kuntoutujan pareettisesta alaraajasta esimerkinomaisesti.

I 60

Vertaa mittauksia:Skaalattu

---  
Tunteimatton

Normal EO  
29.10.1999 10:15  
0.0 s - 40.0 s

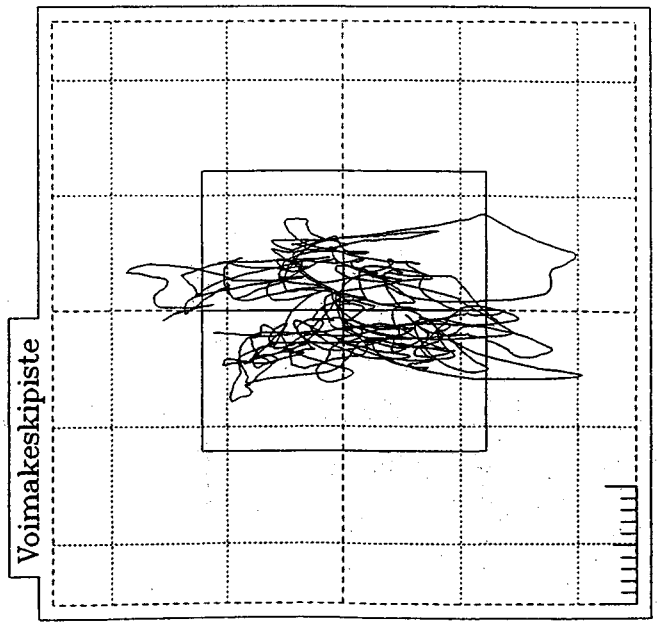
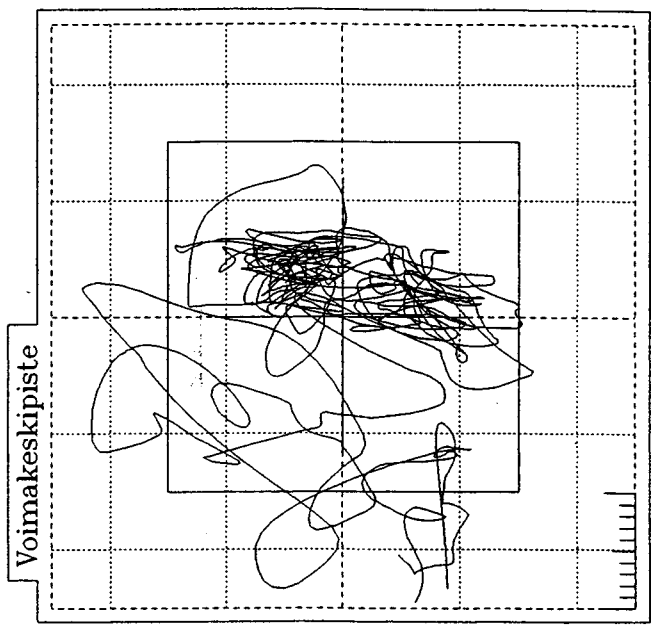
Normal EO  
29.10.1999 10:14  
0.0 s - 40.0 s

Keskim. X:	mm	33.7	101.4%	34.2
Keskim. Y:	mm	-139.2	98.5%	-137.1
X-matka:	mm	320.1	162.2%	519.3
Y-matka:	mm	857.1	104.8%	897.8
X-Nopeus:	mm/s	8.0	162.2%	13.0
Y-Nopeus:	mm/s	21.4	104.8%	22.5
Korrelaatio:		0.067		0.233
Kulmakerroin:	dec	7.9		13.0
Prosentteja pisteistä:	%	90.0		90.0
Neliön sivu:	mm	26.6	124.0%	33.0
Sivukaista:	mm	11.9	219.6%	26.2
Eteen-Taaksekaista:	mm	26.6	90.4%	24.0
Vauhtimomentti:	mm <sup>2</sup> /s	43.4	200.7%	87.2

METITUR  
IIIIIIIIII

In Good Balance  
Lisenssi: NEURON

Staattinen tasapaino  
Silmät auki



1 EC

Vertaa mittauksia:Skaalattu

---  
Tunteaton

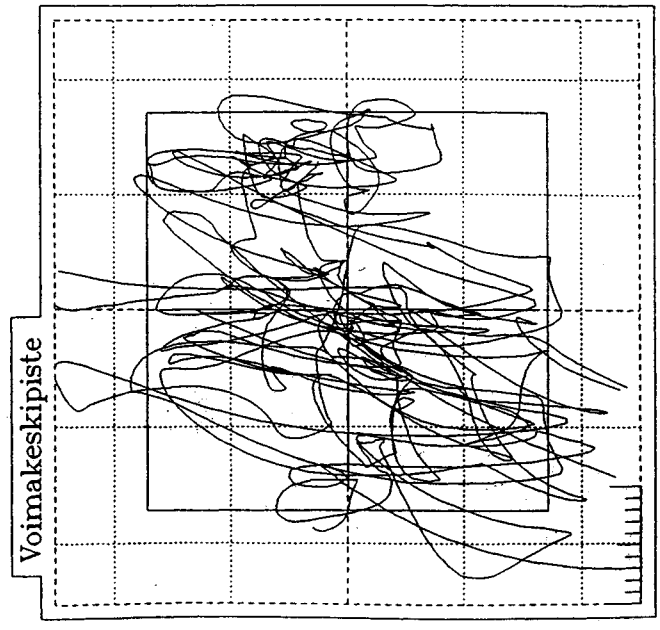
Normal EC  
29.10.1999 10:18  
0.0 s - 40.0 s

Normal EC  
29.10.1999 10:17  
0.0 s - 40.0 s

Keskim. X:	mm	52.1	132.5%	69.0
Keskim. Y:	mm	-110.0	98.2%	-108.0
X-matka:	mm	720.7	122.8%	884.7
Y-matka:	mm	1668.2	108.1%	1803.4
X-Nopeus:	mm/s	18.0	122.8%	22.1
Y-Nopeus:	mm/s	41.7	108.1%	45.1
Korrelaatio:		0.410		0.086
Kulmakerroin:	dec	23.0		5.6
Prosentteja pisteistä:	%	90.0		90.0
Neliön sivu:	mm	37.9	107.3%	40.6
Sivukaista:	mm	33.8	98.7%	33.4
Eteen-Taaksekaista:	mm	35.3	98.2%	34.7
Vauhtimomentti:	mm <sup>2</sup> /s	176.7	110.1%	194.5

METTUR

In Good Balance  
Lisenssi: NEURON



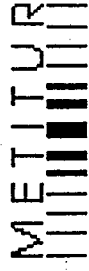
Staattinen tasapaino  
Silmät kiinni

1 Dyn 2

Tulokset

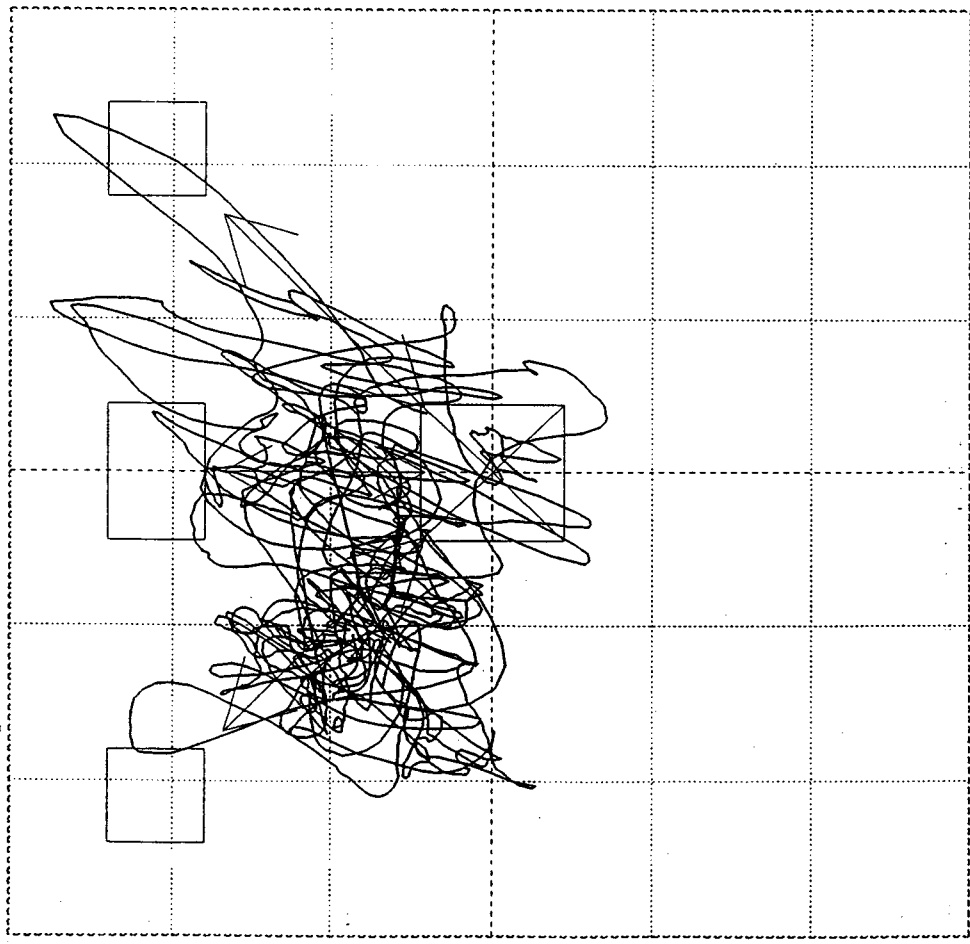
Nimi: 29.10.1999 10:31  
 Pvm: 51.84 s  
 Aika: 60.00 mm  
 Skaala: 319.9 mm  
 Optimi matka: 166.6 mm  
 Ant-Post Med-Lat: 251.1 mm  
 Harioituksen pituus: 3085.3 mm  
 Ant-Post Med-Lat: 1638.7 mm  
 2216.9 mm

In Good Balance  
Lisenssi: NEURON



Dynaaminen tasapaino

Voimakeskuste



Sivu: 60.0 Ristikko: 20.0