

# KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Metitur Goodbalance -tasapainonmittausjärjestelmällä tehdyn  
dynaamisen ja staattisten tasapainotestien välinen vastaavuus  
hyvän tasapainon omaavalla tutkimusryhmällä

Huhtala Marika & Nousiainen Titta

Fysioterapian koulutusohjelman opinnäytetyö

Fysioterapeutti

KEMI 2010

## Sisällysluettelo

1 JOHDANTO .....	5
2 TASAPAINOON JA ASENNONHALLINTAAN LIITTYVÄT ELINJÄRJESTELMÄT .....	7
2.1 Vestibulaarijärjestelmä ja proprioseptiikka.....	9
2.2 Keskushermosto .....	11
2.3. Näköaisti .....	13
3. TASAPAINON MITTAAMINEN.....	14
3.1 Mittauksen laatuvaatimukset - reliabiliteetti ja validiteetti.....	15
3.1.1 Tutkittavan taustatiedot.....	16
3.1.2 Mittauspaikka ja – olosuhteet.....	16
3.1.3 Tutkittavan motivointi ja mittaustilanteen yleinen ilmapiiri.....	17
3.2 Goodbalance- tasapainon mittaus- ja harjoitusjärjestelmä.....	18
3.2.1 Tutkittavan sijoittuminen voimalevylle .....	20
4 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT .....	21
4.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite.....	22
4.2 Tutkimuskysymykset .....	22
5 TUTKIMUKSEN KUVAUS JA TOTEUTUS .....	24
5.1 Kohdejoukko.....	24
5.2 Tutkimuksen kuvaus .....	26
5.3 Mittausmenetelmät.....	27
5.3.1 Staattiset tasapainotestit Metitur Goodbalance- mittausjärjestelmällä .....	27
5.3.2 Mittarin rakentaminen.....	29
5.3.3 Dynaaminen tasapainomittari- Pallojen siirtely tandem- asennossa.....	29
6 TUTKIMUSTULOKSET .....	35
7 TUTKIMUKSEN EETTISYYS.....	44
8 POHDINTA .....	46
9 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	52
LÄHTEET .....	53

Huhtala Marika & Nousiainen Titta

Metitur Goodbalance -tasapainonmittausjärjestelmällä tehdyn dynaamisen ja staattisten tasapainotestien välinen vastaavuus hyvän tasapainon omaavalla tutkimusryhmällä

58 sivua ja 2 liitettä

Tämä tutkimus tehtiin yhteistyössä Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan kanssa. Tämän määrällisen tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia staattisten ja dynaamisten tasapainotestien vastaavuutta hyvän tasapainon omaavalla populaatiolla. Tarkoituksena oli arvioida myös fysiatrian poliklinikalla kehitetyn dynaamisen tasapainomittarin toimivuutta tarkastelemalla sen toistettavuutta. Tutkimuksen tavoitteena oli kehittää tasapainon mittausmenetelmiä fysiatrian poliklinikalla.

Tutkimukseen osallistui yhteensä kahdeksan koehenkilöä, jotka olivat iältään 22 -25-vuotiaita naisia. Aineisto kerättiin toistomittausasetelmalla ja jokainen koehenkilö kävi mittauksissa yhteensä neljä kertaa. Tutkimuksessa mittausmenetelmänä käytettiin Metitur Goodbalance -tasapainon mittausjärjestelmää. Jokaisella mittauskerralla suoritettiin kolme staattista ja yksi dynaaminen tasapainomittaus.

Tutkimuksen tulokset ovat analysoitu Excel-taulukkomuotoon. Tulosten perusteella voidaan todeta, että staattisten ja dynaamisten tasapainotestien tulokset vastaavat toisiaan osittain. Dynaamisten tasapainomittausten tulokset viittaavat mittarin hyvään toistettavuuteen, sillä eri mittauskertojen tulokset ovat samansuuntaisia.

Asiasanat: Tasapaino, mittaus, mittari

Huhtala Marika & Nousiainen Titta

Correspondence of dynamic and static balance tests performed with Metitur Goodbalance -measuring system of postural balance in population with good postural balance

58 pages, 2 appendices

This study was made in co-operation with the physiatric outpatients department in Oulu University Hospital. The main purpose of this quantitative study was to examine how dynamic and static balance tests correlate with each other in the population with good postural balance. Another reason for this study was to assess functionality of dynamic balance test, which is developed in the physiatric outpatients department by investigating its repeatability. The aim of this study was to improve the balance measurement methods in the physiatric outpatients department.

A total of eight 22 - 25-years old women participated in this study. The material of this study was gathered using a repeated measures design and each test subject was measured all in all four times. Balance tests were performed with Metitur Goodbalance -measuring system of postural balance. Three static tests and one dynamic balance test were performed per measurement.

The results of the study were analysed with Microsoft Excel. Conclusions of this study are that results of the static and dynamic balance test somewhat correlate with each other. Dynamic balance tests demonstrated the instrument's good repeatability as results from different measurement times were similar.

Key words: Postural balance, measurement, instrument

## 1 JOHDANTO

Tasapainon harjoittamista pidetään monien eri potilasryhmien kohdalla keskeisenä osana käytännön fysioterapiaa. Fysioterapeutin tehtäviin kuuluu arvioida, milloin tasapainoharjoittelu on tarpeellista, millainen tasapainoharjoittelu on kunkin kuntoutujan kohdalla tarkoituksenmukaista sekä minkälaisia tuloksia tasapainoharjoittelulla saadaan aikaan. On myös tärkeää tunnistaa henkilöt, joilla on kaatumisriski. Asennonhallinta tarkoittaa henkilön luontaista kykyä ylläpitää, vakauttaa tai korjata tasapainoa ja näin estää kaatuminen. Tasapainoon vaikuttavat yksilö, hänen fysiologiset ominaisuutensa, tehtävä ja tehtävän asettamat vaatimukset. Lisäksi ympäristö, jossa tehtävä tehdään, vaikuttaa tasapainoon. Keskushermostolla on keskeinen merkitys tasapainon säilyttämisessä, sillä se oppii tuottamaan ratkaisuja tasapainon säilyttämiseen erilaisissa tilanteissa. (Paltamaa 2004, 10; Geldhof & Cardon & Bourdeaudhuij & Danneels & Coorevits & Vanderstraeten & Clercq 2006, 780.)

Tasapainon monimutkaisuuden ja siihen liittyvien useiden eri osa-alueiden vuoksi tasapainon tutkiminen on erittäin haastavaa. Nämä ominaisuudet lisäävät tasapainotestin valinnan vaikeutta, mutta samalla ne sallivat mielipide- sekä painotuseroja eri fysioterapeuttien välillä. (Paltamaa 2004, 10.) Sihvonen (2004, 50) on eri-ikäisten tasapainoa ja sen harjoittamisen vaikuttavuutta käsittelevässä tutkimuksessaan todennut, että kehon huojuntamittausten avulla voidaan arvioida tasapainokykyä eri elämänvaiheissa. Tulokset osoittivat myös eri ikäryhmien välisiä tasapainonhallintakyvyn eroja, jotka tulee huomioida valittaessa sopivia tasapainotestejä.

Idea opinnäytetyöllemme nousi Oulun yliopistollisen sairaalan liikuntafysiologilta, joka työskentelee tasapainomittausten parissa. Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla on pitkään ollut käytössä Metitur Goodbalance -tasapainomittausjärjestelmä, jolla potilaille suoritetaan staattiset tasapainotestit. Vuosien mittaan poliklinikalla on tullut ajatus dynaamisen tasapainomittarin

kehittämisen tarpeesta staattisten tasapainomittareiden rinnalle arvioidessa henkilöitä, joilla on hyvä tasapaino.

Tämän määrällisen tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella staattisilla ja dynaamisilla tasapainomittareilla saatujen mittaustulosten välistä vastaavuutta tutkimukseen osallistuvilla koehenkilöillä. Tutkimuksessa selvitettiin, miten koehenkilöiden Metitur Goodbalance -mittausjärjestelmällä tehtyjen staattisten tasapainotestien tulokset vastaavat samalla mittausrjestelmällä tehtyjen dynaamisten tasapainotestien tuloksia. Tutkimuksen tavoitteena oli mahdollistaa tasapainomittausten kehittämistä ja monipuolistamista fysiatrian poliklinikalla. Oma oppimistamme tukevinä tavoitteina olivat mittaustilanteisiin tutustuminen sekä perehtyminen niissä huomioitaviin asioihin.

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan kanssa. Tutkimus oli yksittäinen, eikä ollut osana laajempaa tutkimusprojektia. Opinnäytetyöhön liittyvät mittaukset suoritti liikuntafysiologi. Olimme myös itse mukana mittaustilanteissa. Meidän opiskelijoiden päävastuu tutkimuksen tekemisessä oli tutkimustulosten analysointi, johtopäätösten tekeminen sekä yleinen pohdinta.

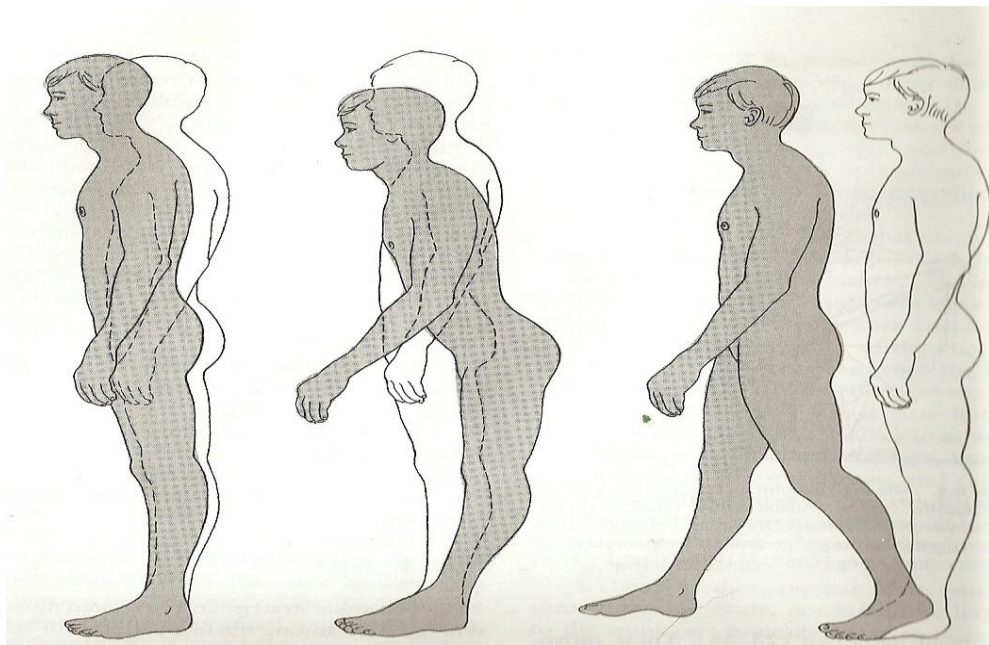
## 2 TASAPAINOON JA ASENNONHALLINTAAN LIITTYVÄT ELINJÄRJESTELMÄT

Tasapainon hallinta liittyy olennaisesti päivittäisiin toimintoihin ja se on edellytyksenä liikkumiskyvyille. Tasapaino voidaan määritellä kyvyksi ylläpitää kehon massan keskipiste alustalla siten, että huojunta on mahdollisimman vähäistä. Asennon vakauden säätelyyn vaikuttavat yksilölliset tekijät, kuten vartalon ja raajojen pituus, voima sekä nivelten liikelaajuudet. Myös ympäristötekijät, kuten tukipinnan muoto ja vakaus säätelevät asentoa. Asennonhallinnan katsotaan olevan prosessi, joka perustuu eri säätelyjärjestelmien yhteistoimintaan. Kehon asennonhallinta ottaa samanaikaisesti huomioon suoritettavan toiminnon ja ympäristön vaatimukset. Tasapainon hallintaa voidaan pitää myös kehon hermojärjestelmän oppimana motorisena taitona. Tasapainon hallintaa tarvitaan kaikissa pysyvissä asennoissa ja asentojen muuttamisessa. Lisäksi tasapaino tulee pystyä hallitsemaan liikkumisessa. Tasapainon hallinta ei ole pelkästään seisoma-asennon kontrollia, vaan osa koordinaatiota, joka voidaan määritellä kyvyksi suorittaa liikkeitä. (Pajala & Sihvonen & Era 2008, 136; Emery & Cassidy & Klassen & Rosychuk & Rowe 2005, 503; Talvitie & Karppi & Mansikkamäki 2006, 233; Paltamaa 2004,10.)

Asennonhallinnan säätelyyn osallistuvia kehon ulkopuolisia ja sisäisiä tekijöitä on kolme. Niihin kuuluvat pään asennon suhde vartaloon, kehon asento suhteessa ympäristöön sekä vestibulaarinen orientaatio (asennon suhde painovoimaan). Huojumalla eteen, taakse ja sivulle ihminen hallitsee normaalisti seisomatasapainoa. Ihmisen painopiste ja jalat muodostavat tukipinnan, jonka suhteen huojuntaa voidaan tarkastella. Tasapainonhallinta vaikeutuu painopisteen siirtyessä tukipinnan reunalueille ja sen ulkopuolelle, silloin asennonhallinta vaikeutuu myös paikalla ollessa ja liikkeen aikana. Kehon asento on luonnostaan epävakaa. Jo pienet, pystyasentoon vaikuttavat poikkeukset aiheuttavat kehon huojuntaa. Tasapainon säilyttämiseen osallistuvia järjestelmiä ovat keskushermosto, hermo-lihasjärjestelmä, tuki- ja liikuntaelimistö ja useat aistikanavat. Näitä aistikanavia ovat näkö, sisäkorvan tasapainoelin eli vestibulaarijärjestelmä, mekaaninen tuntoaisti sekä asento- ja

liiketunto eli somatosensoriikka. (Talvitie ym. 2006, 231,228; Peterka & Loughlin 2004, 410; Pajala ym. 2008, 136.)

Ihminen korjaa tasapainoaan käyttämällä nilkka-, lonkka- ja askelstrategiaa (katso kuva 1.) Aikuinen terve ihminen pyrkii nilkkastrategian avulla hallitsemaan seisomatasapainoa. Tasapainon hallinnalle eivät tällöin ole uhkana suuret epävakauttavat voimat. Nilkkastrategian periaatteena on kehosta tulevan somatosensorisen informaation käyttäminen. Tällöin ihmisen on mahdollista säädellä tasapainoa seisoma- asennossa nilkan edestakaisilla liikkeillä. Ihminen huojuu eteenpäin, jos hänen asentoaan horjutetaan taaksepäin. Lihasten aktivoituminen alkaa noin 90 - 100 millisekuntia horjuttamisen jälkeen. Ensimmäisenä aktivoituu gastrocnemius -lihas. Seuraavaksi aktivoituvat hamstring-lihakset ja viimeisenä selän lihakset. Huojunta, joka alkaa taaksepäin, on jalkapohjan lihaksiin kohdistuvan voiman aikaansaama tulos. Tämä aiheuttaa eteenpäin suuntautuvan liikkeen hidastumisen ja suunnan muuttumisen. Taaksepäin suuntautuvassa huojunnassa lihaksista aktivoituu ensimmäisenä tibialis anterior, tämän jälkeen quadriceps femoris ja viimeisenä vatsan alueen lihakset. (Talvitie ym. 2004, 232, 234.)



Kuva 1. Nilkka-, lonkka- ja askelstrategiat (Shumway- Cook & Woollacot 2001, 174)



Lonkkastrategiaa ihmisen ajatellaan käyttävän silloin, kun nilkkastrategian käyttö jostakin syystä estyy. Lonkkastrategiassa käytetään apuna vestibulaarijärjestelmän antamaa informaatiota. Informaation seurauksena lonkan alueen lihakset fiksoituvat tukemaan pystyasentoa ja näin ollen estämään vartalon edestakaisin tapahtuvaa liikettä. Lonkkastrategiassa asennon hallinta perustuu lonkkanivelen liikkeeseen. Kun huojunta suuntautuu eteenpäin, ensin aktivoituvat vatsan alueen lihakset ja tämän jälkeen aktivoituu quadriceps femoris. Taaksepäin suuntautuvassa huojunnassa puolestaan aktivoituvat ensin selän alueen lihakset ja tämän jälkeen hamstring-lihakset. Kun asentoa horjutetaan riittävästi, siirtyy kehon painopiste tukipinnan ulkopuolelle ja ihminen reagoi ottamalla askeleen. (Talvitie ym. 2004, 232, 234.)

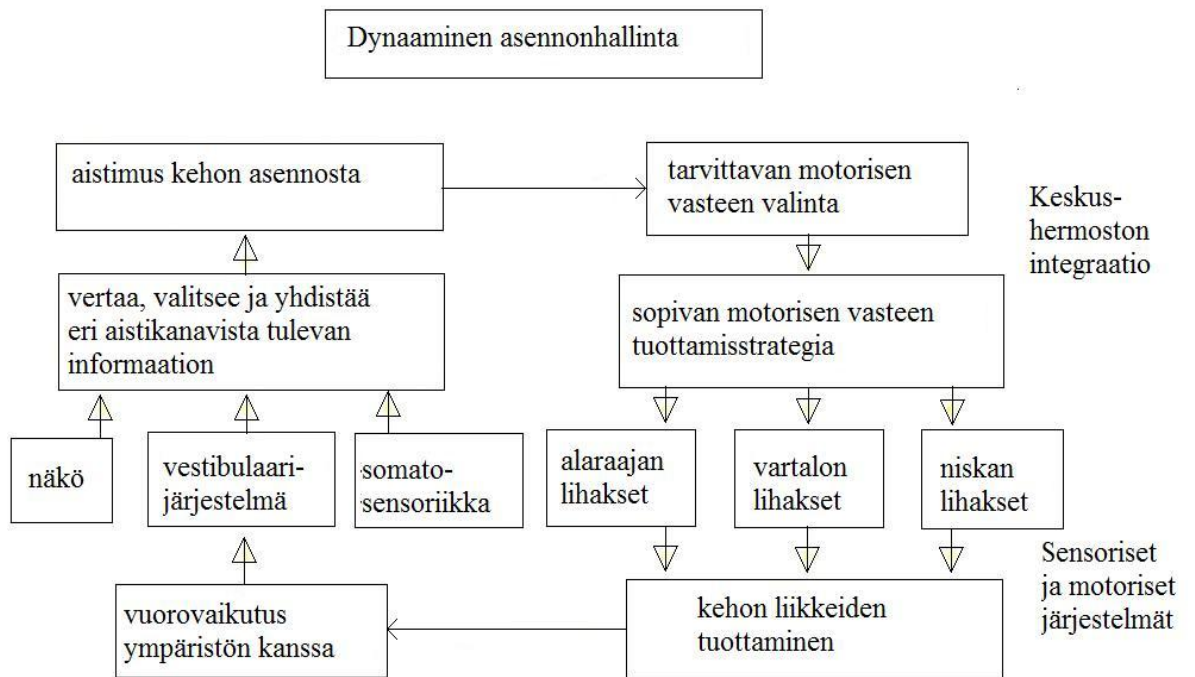
Tutkimusten mukaan sekä askeltaminen että käden liikkeet käynnistyvät jo ennen kehon painopisteen siirtymistä lähelle tukipinnan reunaa. Molempien strategioiden käynnistyminen on nopeampaa kuin tahdonalaisten liikkeiden käynnistyminen ja ne alkavat yhtäaikaisesti nilkkastrategian kanssa. Tuenmuutosreaktioiden kanssa samanaikaisesti ei esiinny ennakoivaa lihaskontrollia. Suurin merkitys tuenmuutosreaktioilla asennonhallinnan vakauteen näkyy tukipinnan laajentamisessa ja käden avulla tapahtuvan asennon vakauttamisessa. (Talvitie ym. 2004, 232.)

## 2.1 Vestibulaarijärjestelmä ja proprioseptiikka

Sisäkorvassa sijaitseva tasapainoelin tuottaa informaatiota, joka liittyy pään asennon muutosten aistimiseen suhteessa painovoimaan. Näin ollen ihminen kykenee erottamaan oman ja ulkoisten kohteiden liikkumisen. Tasapainoelin voidaan jakaa toimintansa mukaan kahteen eri järjestelmään. Yhden järjestelmän muodostavat kaarikäytävät, jotka aistivat pään liikkeiden kiihtyvyyksiä ja hidastuvuuksia. Järjestelmä on aktiivinen pääasiassa liikkeiden alku- ja loppuvaiheissa. Toisen järjestelmän muodostavat tasapainokivet, joiden avulla saadaan tietoa pään asennosta suhteessa painovoimakenttään. Tällä alueella sijaitsevat aistisolut myös synapsoituvat

sensoristen aksonien ja vestibulaarihermon kanssa. Lisäksi ne välittävät jatkuvasti impulsseja. Impulssit välittyvät keskushermoston tulkittaviksi. (Pajala ym. 2008, 138.)

Tärkeitä tasapainon hallinnan osatekijöitä ovat kosketus- ja asento- ja asentotunto, jotka liittyvät asento- ja liikeaistiin. Esimerkiksi jänteissä, nivelissä, lihaksissa ja ligamenteissa sijaitsee sensorisia reseptoreita, jotka aistivat lihasten ja ihon tilaa, jännitystä, venytystä, supistumista, lämpötilaa, painetta, kipua sekä nivelten asentoja. Motoristen vasteiden tuottamiselle ovat oleellisia sekä tieto eri kehon osien suhteesta toisiinsa että tieto liikkuma-alustamme laadusta. (Pajala ym. 2008, 138.)



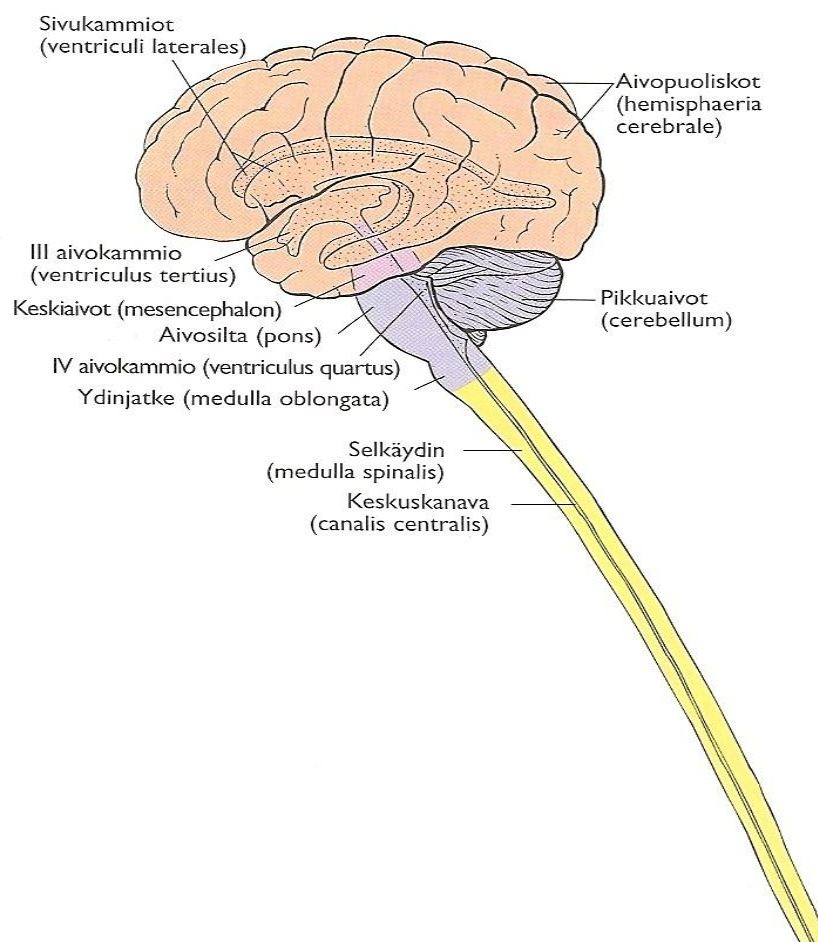
Kuvio 1. Asennonhallinnan systemimalli. (Pajala ym. 2008, 137)

## 2.2 Keskushermosto

Keskushermosto koostuu aivoista ja selkäytimestä. Keskushermostossa sijaitsee hermosoluja sekä synapseja, joiden tehtävänä on aistinsolusta tulevan informaatiiovirran analysoiminen ja arvioiminen. Tämän lisäksi synapsit ja hermosolut lähettävät tarvittavat käskyt lihaksiin ja rauhasiin. (Haug & Sand & Sjaastad & Toverud 1999, 113.)

Pikkuaivojen tumakkeissa ja kuorikerroksessa sijaitsee harmaata ainetta. Isoaivokuori lähettää lihaksistoon signaaleja. Nämä signaalit käynnistävät liikkeen ja samanaikaisesti aiotusta liikkeestä lähtee tieto pikkuaivoihin. Lisäksi sisäkorvassa sijaitsevasta tasapainoelimestä, lihaskäämeistä sekä jänteiden ja lihasten aistinsoluista tulee jatkuvasti viestejä pikkuaivoihin. Näin pikkuaivot saavat tiedon toteutuneesta

liikkeestä ja pystyvät vertaamaan sitä aiottuun liikkeeseen. Pikkuaiivot pitävät eron aiottujen liikkeiden ja toteutuneiden liikkeiden välillä mahdollisimman pienenä. Tämä on yksi pikkuaivojen tärkeimmistä tehtävistä ja tapahtuu niin, että pikkuaivot lähettävät isoon aivokuoreen korjaavia signaaleja ja nämä käskysignaalit kulkeutuvat selkäytimen soluihin. Tällöin liikkeistä tulee hallittuja ja tilanteisiin sopivia. (Haug ym. 1999, 123.)



Kuva 2. Keskushermosto (Haug ym. 1999, 116.)

### 2.3. Näköaisti

Tasapainon säilyttämisen kannalta näköaistilla on tärkeä rooli. Esimerkiksi yhdellä jalalla seisominen silmät kiinni on huomattavasti vaikeampaa, kuin yhdellä jalalla seisominen silmät auki. Täydellinen tasapainon hallinta sekä koordinoitua liikettä edellyttävät enemmän tietoa, kuin näiden aistien avulla voidaan saada. Näkö heikentyy iän myötä ja tämä luonnollisesti vaikeuttaa tasapainon säätelyä. Tasapainon ylläpitämistä vaikeuttavia tekijöitä ovat muun muassa silmän valoherkkyyden huononeminen, mahdolliset näkökenttäpuutokset ja keskeisen näön tarkkuuden aleneminen. Tutkimuksissa on todettu nuorilla aikuisilla näköinformaation käsittelyn olevan nopeampaa kuin iäkkäillä henkilöillä. On todettu, että näön heikentymisestä huolimatta näköaistin merkitys tasapainon säätelyssä kasvaa iän myötä. On myös esitetty, että muiden aistien heikentymistä voisi olla mahdollista kompensoida näköaistilla. (Haugh ym. 1999, 165; Pajala ym. 2008, 138.)

### 3. TASAPAINON MITTAAMINEN

Tasapainon mittaamiseen liittyy paljon huomioitavia tekijöitä. Tuloksellisen tasapainoharjoittelun saavuttamiseksi tarvitaan tasapainonhallintaan liittyvien käsitteiden tuntemista ja tasapainon tutkimista tilanteeseen soveltuvien menetelmien avulla. Tasapainon tutkimiselle, sekä sopivien tasapainotestien valinnalle haasteen asettavat kuitenkin tasapainoon liittyvät useat eri komponentit. Tasapainoa ei tutkita ainoastaan yhtä tasapainotestiä käyttämällä, sillä olennaisen tiedon saaminen edellyttää arviointia eri tasoilla. (Paltamaa 2004, 10.)

Olennainen osa tasapainon tutkimista on tutkittavan toiminnallisen kapasiteetin mittaaminen. Tasapainovaikeuksien syy voi kuitenkin johtua useista eri tekijöistä, jotka tuloksia arvioidessa tulee huomioida. Tutkittavien taustalla voi olla sensoriikkaan, sen tuottamaan informaation käsittelyyn, hermo-lihastoimintaan, tuki- ja liikuntaelimestöön tai kognitiivisiin toimintoihin vaikuttava vaurio, vamma tai sairaus. Tasapainomittausten arvioinnissa tulisi huomioida toiminnallisen tehtävän suorittamiseen vaikuttavat kehon vajavuudet, sekä tutkittavan kehon asennon kontrollointiin käyttämät motoriset ja sensoriset strategiat. (Paltamaa, 2004, 10, 11.)

Tasapainotestit voidaan jaotella niiden sisältämien biomekaanisten vaatimusten mukaan. Kullakin tasapainotestillä voidaan arvioida jotain tasapainon osa-alueita. Tällaisia osa-alueita ovat esimerkiksi kyky ylläpitää pystyasentoa erilaisissa tukitilanteissa, ulkoapäin aiheutetun häiriön vaste, tahdonalaisten liikkeiden aikana tapahtuva asennon säätelykyky, tasapainon ja asennonhallinta toiminnan aikana sekä näön, vestibulaarijärjestelmän tai proprioseptiikan kyky ylläpitää pystyasento. (Paltamaa, 2004, 11.)

### 3.1 Mittauksen laatuvaatimukset - reliabiliteetti ja validiteetti

Mittarin kokonaisluotettavuuden muodostavat yhdessä luotettavuus ja pätevyys. Nämä molemmat luotettavuuden osatekijät yhdessä määrittelevät sen, kuinka hyvin voimme aineistoon luottaa. Molempiin tulisi kiinnittää riittävästi huomiota, jotta tutkimuksen kokonaisluotettavuus olisi mahdollisimman hyvä. Vaikka tutkimuksiin liittyvissä mittauksissa pyritään minimoimaan virheiden syntymistä, on tulosten luotettavuus ja pätevyys siitä huolimatta vaihtelevaa. Tästä syystä tehdyn tutkimuksen luotettavuutta tulee aina arvioida. (Alkula & Pöntinen & Ylöstalo 2002, 89; Uusitalo 1991, 86.)

Sekä mittarin että mittauksen tulee olla toistettava, jotta se voisi olla luotettava. Mittaustilanteeseen sekä mittaukseen vaikuttavat mahdolliset virhe- ja häiriötekijät ovat toistettavuuteen vaikuttavia seikkoja. Tavallisimmin yhden mittajaan tekemien mittausten toistettavuus on parempi kuin usean eri mittajaan tulokset. Luotettavuuden mittaaminen asettaa haasteen, mutta aina mittausmenetelmää tarkastellessa sitä on pohdittava. Mikäli mittari on täysin luotettava, sen antamissa tuloksissa ei ilmene sattumanvaraisuutta. Tutkimustulokseen ei silloin vaikuta satunnaisvirheet eivätkä olosuhteet. Luotettavuus voidaan todeta esimerkiksi, kun saadaan sama tulos tutkimalla yhtä henkilöä eri mittauskerroilla. (Hirsjärvi & Remes & Sajavaara 2000, 213- 214; Talvitie ym. 2006, 120- 121.)

Toinen käsite, joka liittyy tutkimuksen arviointiin, on validius eli pätevyys. Mittarin pätevyydellä tarkoitetaan sen kykyä mitata täsmälleen sitä, mitä sen on tarkoitettu mittaavan. Validiteetti jaetaan sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Sisäinen validiteetti kuvaa itse mittausmenetelmää. Mittarin sisäistä validiteettia voidaan kuvata esimerkiksi ilmivaliditeettina sekä sisältövaliditeettina. Ilmivaliditeetti vastaa kysymykseen, mittarin kyvystä mitata sitä, mitä sen oletetaan mittaavan. Sisältövaliditeetti tarkastelee sitä, millaisista osista mitattava ilmiö koostuu ja kuinka hyvin käytetty mittausmenetelmä osiot kattaa. Ulkoinen validiteetti kuvaa tietyllä joukolla mitatun tuloksen yleistettävyyttä perusjoukkoon nähden. (Hirsjärvi ym. 2000, 213; Talvitie ym. 2006, 120- 121.)

### 3.1.1 Tutkittavan taustatiedot

Tasapainon tutkimisen tärkeänä osa-alueena on myös selvittää tutkittavan taustatiedot ja suoriutuminen omassa elinympäristössään. Mahdollista on käyttää strukturoitua kyselylomaketta. Tutkittavan taustoista tulisi selvittää tasapainon kannalta olennaiset ympäristö- ja yksilötekijät. Tällaisia ympäristötekijöitä ovat esimerkiksi asumiseen liittyvät seikat; asuuko yksin vai jonkun/ joidenkin toisten kanssa, kaupungissa vai maaseudulla, omakotitalossa vai rivi/ kerrostalossa. Ympäristötekijöihin kuuluu lisäksi ympäristössä olevat rajoitteet, esimerkiksi portaat, amme, tai mäkinen maasto sekä tutkittavan mahdollisesti käyttämät apuvälineet. Selvitettäviä yksilötekijöitä ovat muun muassa sukupuoli, ikä, yleiskunto, elämäntavat, lääketieteellinen diagnoosi sekä mahdollinen tutkittavan käyttämä lääkitys. (Paltamaa 2004, 11.)

Tasapainon kannalta oleellista on selvittää tutkittavan henkilön kaatumishistoria, sekä mahdollisten kaatumisten aiheuttamat vammat, miten kaatuminen tapahtui ja liittyikö siihen huimausta. Tärkeää olisi huomioida myös, ilmeneekö tutkittavalla epävarmuutta, pelkoa lähteä liikkeelle kodin ulkopuolelle tai luopuuko tutkittava jostain harrastuksesta tai askareesta pelon vuoksi. Tutkimista helpottamaan on hyvä kysyä myös, miten tutkittava itse kokee tasapainonsa esimerkiksi päivittäisten toimintojen yhteydessä. (Paltamaa 2004, 11.)

### 3.1.2 Mittauspaikka ja -olosuhteet

Mittauspaikka tulee valita siten, että se antaa tutkittavalle mahdollisuuden hyvään ja häiriöttömään suoritukseen. Näin ollen mittausolosuhteiden tulee olla rauhallisia, sillä esimerkiksi äkillisen kovan äänen aiheuttama säpsähdys voi vaikuttaa mittaustulokseen. Huomioitava on myös valaistus siten, että se on riittävä, mutta ei häikäisevä. Mitattaessa tulee olla tasaisen yksivärinen ympäristö, jossa on selvästi



erottuvia kontrasteja ja rajapintoja. Huomioitava on myös lämpötila, sillä liiallinen kylmyys tai kuumuus voi aiheuttaa tutkittavalle ylimääräistä motorista aktiivisuutta. Mitattavan vaatetus tulisi huomioida siten, että se ei vaikuta mittaustulokseen. Pukeutumiseen liittyvä ohjeistus tulee antaa ennen mittausten aloittamista. Myös jalkineet vaikuttavat tasapainon hallintaan. Tällöin on päätettävä, tehdäänkö mittaukset avojaloin, sukat vai kengät jalassa. Myös kenkien laadulla on vaikutusta mittauksissa. (Metitur Oy, 2003. 7.)

### 3.1.3 Tutkittavan motivointi ja mittaustilanteen yleinen ilmapiiri

Ennen mittausten aloittamista on mitattavalle annettava selkeät ohjeet mittaukseen liittyen. Ohjeen tulee vastata tutkittavalle mittaukseen valmistautumiseen, mittausvälineiden käyttöön, sekä mittauksen suoritusohjeisiin ilmeneviin kysymyksiin. Tutkittavalle on kerrottava mittauksen tarkoitus ja tavoitteet, sekä annettava aikaa ohjeen sisäistämiseen. Asennonhallintakykyä tutkittaessa ohjeistuksessa tulee korostaa mahdollisimman hyvään tulokseen pyrkimistä. Staattisissa mittauksissa tämä tarkoittaa huojumattoman ja vakaan asennon ylläpitämistä ja dynaamisissa mittauksissa mittaussreitien nopeaa ja mahdollisimman tarkkaa läpikäymistä turhia liikkeitä välttäen. (Talvitie ym. 2006, 117, 118; (Metitur Oy 2003, 9.)

Mittaajan tulee pyrkiä luomaan mittaustilanteeseen kannustava, rauhallinen ja turvallinen ilmapiiri. Mittaajan on tiedettävä tutkittavan lääketieteellinen tausta sekä mittaukseen liittyvät mahdolliset riskit. Mittaajan on myös tiedostettava ja kerrottava tutkittavalle näihin liittyvät mittauksen aikana tai sen jälkeen mitattavalle ilmenevät oireet tai tuntemukset. Mikäli tutkittavalla on jokin mittaustilanteisiin liittyvä sairaus, tulee mittauksesta keskustella aina etukäteen lääkärin kanssa. Lääkkeiden käyttö voi myös vaikuttaa mittaustulokseen, jonka vuoksi niiden mahdollinen käyttö selvitetään etukäteen. Esimerkiksi kipulääkkeillä, verenpainelääkkeillä sekä sydänlääkkeillä on

vaikutusta tuloksiin. Lääkityksen vaikutus poistuu, mikäli mittaus tehdään jokaisella kerralla ilman lääkitystä. Vaihtoehtoisesti mittauksen voi tehdä niin, että lääkkeen vaikutus on jokaisella kerralla oletettavasti sama. (Talvitie ym. 2006, 118.)

Mittaajan käyttäytyminen voi myös vaikuttaa mittaustulokseen, joten sen tulisi olla luottamusta herättävää ja turvallisuudentunnetta lisäävää. Myös mittaajan puolueeton käyttäytyminen on tärkeää, sillä niin välinpitämättömyys kuin innostuneisuuskin voi vaikuttaa tulokseen. Mitattavan mahdollinen kannustus tulisikin tehdä jokaisella kerralla samalla tavalla. (Talvitie ym. 2006, 118.)

Useita eri osia sisältävä mittaus vie mittaajan sekä mitattavan aikaa. Mitattava saattaa väsyä tai hänen kiinnostuksensa heikentyä, mikä heikentää mittaustuloksen luotettavuutta. Mittausmenetelmien ja -välineiden tulisi olla luotettavia sekä herkkiä antamaan tuloksia mitattavasta asiasta. Mitattavien henkilöiden tulisi myös kokea mittaustilanne sekä mittausmenetelmä mielekkäänä. (Talvitie ym. 2006, 119.)

### 3.2 Goodbalance -tasapainon mittaus- ja harjoitusjärjestelmä

Metitur Goodbalance -järjestelmään kuuluvat tasasivuisen kolmion muotoinen voimalevy, sitä ympäröivä kehikko sekä tukikaiteet. Lisäksi siihen kuuluvat voimavahvistin, analogia, joka muuttaa vahvistimelta tulevat jännitesignaalit numeeriseen muotoon sekä mikrotietokone mahdollisine tulostuslaitteineen. Voimavahvistin sekä analogia ovat sijoitettu elektroniikkayksikön sisään. Metitur Goodbalance -järjestelmän tietokoneohjelmisto toimii Microsoft Windows -käyttöjärjestelmässä. (Metitur Oy 2003, 4.)

Voimalevyä ympäröivä kehikko sekä kaiteet luovat tutkittavalle/ tasapainoan harjoittavalle henkilölle turvalliset olosuhteet, ilman pelkoa esimerkiksi levyltä alas horjahtamisesta. Samasta syystä voimalevystä on tehty mahdollisimman matala. Yhtä turvalliset olosuhteet tarjoaisi voimalevyn upottaminen lattiaan, mutta tällainen ratkaisu lisäisi kustannuksia sekä vaikeuttaisi laitteen siirtämistä paikasta toiseen. (Metitur Oy 2003, 4.)

Tasapainon mittaaminen sekä harjoittaminen Goodbalance-järjestelmällä perustuvat seisoma- alustaan kohdistuvien pystysuuntaisten voimien mittaamiseen ja analysointiin. Järjestelmä rekisteröi pienetkin asennonmuutokset digitaaliseen tiedostomuotoon. The American Geriatrics Society -lehdessä julkaistussa tutkimuksessa on tutkittu fyysisen toimintakyvyn mittareita hyvän toimintakyvyn omaavalla populaatiolla. Tutkimuksessaan he ovat käyttäneet Metitur Goodbalance -tasapainonmittausjärjestelmää. He tuovat esille hypoteesin siitä, että järjestelmän rekisteröimä huojunta voi todistaa objektiiviset ja sensitiiviset toiminnan mittamäärät, jotka mitataan yhtäjaksoisilla muuttujilla. Pystysuuntaisia voimia mitataan kolmionmuotoisen voimalevyn kärkiin sijoitettujen antureiden avulla. Kyseiset anturit ovat vastus/ venymäliuska -tyyppisiä antureita. Niiden toiminta perustuu teräksisen rakenteen vähäisiin muodonmuutoksiin rekisteröinnin aikana. Antureiden mitoittelu perustuu siihen, että ne havaitsevat hyvinkin pieniä voimatason ja asennon muutoksia, mutta myös kestävät kohtalaisen suuria kuormituksia. (Metitur Oy 2003, 4; Curb & Ceria- Ulep & Rodriquez & Grove & Guralnik & Willcox & Donlon & Masaki & Chen 2006, 737- 742.)

Metitur Goodbalance -järjestelmän kolmiomuoto on etu laitteiston liikuteltavuuden sekä sijoitusolosuhteiden kannalta. Kolmiomuoto perustuu kolmen pisteen tuentaan, jonka avulla voimalevy asettuu hyvin alustaansa eikä reagoi alustan epätasaisuuksiin niin herkästi kuin yleisemmin käytetty neljän pisteen tuenta. Laitteen siirtämisen jälkeen tulee kuitenkin tarkistaa, että se toimii tavanomaisesti. (Metitur Oy 2003, 4.)

Goodbalance-järjestelmää voidaan käyttää muun muassa useisiin sairauksiin (esimerkiksi Parkinsonin tauti, aivohalvaus ja vestibulaarijärjestelmän toimintahäiriöt) liittyvien tasapaino-ongelmien diagnosoimiseen sekä hoidon seurannan apuvälineenä. Suurin yksittäinen hyödyntäjryhmä ovat ikääntyneet henkilöt, joilla tasapaino-ongelmat ja kaatumisen pelko ovat tavallisia. Järjestelmää käytetään myös urheilijoiden tai riskialttiissa ammatissa työskentelevien henkilöiden keskuudessa. Tällaisilla henkilöillä vaatimukset kehon asennonhallinnan suhteen ovat suuret. Laitteen avulla voidaan tällöin tutkia sekä harjoittaa tasapainokykyä kyseisillä ryhmillä. (Metitur Oy 2003, 6.)

### 3.2.1 Tutkittavan sijoittuminen voimalevylle

Mittaustilanteessa mitattavan asennon osalta huomioitavia seikkoja ovat muun muassa alaraajojen asento; sen on oltava sama jokaisella mittauskerralla luotettavan tuloksen saamiseksi. Kun halutaan saada tietoa tutkittavan asennon vakaudesta symmetrisessä seisoma-asennossa, on huomioitava myös kehon painon jakautuminen tasaisesti molemmille jaloille. Mitattavan asennossa huomioitaviin tekijöihin kuuluu lisäksi yläraajojen asennon kontrollointi. Yläraajojen tulisi olla mittauksen aikana sovitussa asennossa, jotta niiden liikkeet rekisteröinnin aikana eivät aiheuttaisi mittaus tuloksiin vaikuttavia seisoma-alustaan kohdistuvia voimavaikutuksia (Metitur Oy, 2003.8)

Myös pään asennon muutokset mittauksen aikana aiheuttavat tuloksiin vaikuttavia voimavaikutuksia. Pään liikkeet aiheuttavat massan siirtymistä alustalla asennonkorjausrefleksien kautta. Näin ollen kiintopisteen käyttäminen olisi tärkeää. Vakaan asennon ylläpitoon vaikuttavat myös erilaiset jalkineet. Mittaus tulosten vertailukelpoisuuden saavuttamiseksi olisi yksinkertaisinta suorittaa mittaukset siten, että tutkittava on paljain jaloin tai sukkasillaan. (Metitur Oy, 2003. 8.)

#### 4 TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHDAT

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeisiä asioita ovat muun muassa johtopäätökset aiemmista tutkimuksista, käsitteiden määrittely sekä koejärjestelyjen ja/ tai aineiston keruun suunnitelmat, jotka korostavat sitä, että havaintoaineisto soveltuu määrälliseen, numeraaliseen mittaamiseen. Lisäksi kvantitatiivisessa tutkimuksessa on keskeistä koehenkilöiden valinta, joka usein tarkoittaa tarkkoja koehenkilömäärittelyjä. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa olennaisena asiana on myös muuttujien muodostaminen taulukkomuotoon sekä aineiston kirjaaminen tilastollisesti käsiteltävään muotoon. (Hirsjärvi ym. 2000, 129.) Tässä työssä tutkimusotteeksi valittiin määrällinen lähestymistapa, sillä se sopi parhaiten opinnäytetyömme luonteeseen. Tutkimustulokset analysoitiin tilastollisessa muodossa Microsoft Excel-taulukkolaskentaohjelmalla.

Tiedonhankinnan strategiana käytettiin tapaustutkimusta (case study), joka määritellään usein empiiriseksi tutkimukseksi. Tapaustutkimuksen tarkoituksena on tutkia nykyistä tapahtumaa tai toimivaa ihmistä tietyssä ympäristössä monipuolisia ja monin tavoin hankittuja tietoja käyttäen. Yksinkertaisesti tapaustutkimus voidaan määritellä myös toiminnassa olevan tapahtuman tutkimukseksi. Tapaus voidaan määritellä olevan esimerkiksi yksilö, ryhmä tai koulu. Tapaustutkimus myös pyrkii ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä entistä syvällisemmin. Tutkittavasta tapauksesta pyritään kokoamaan tietoja monipuolisesti ja monella tavalla. (Metsämuuronen 2002, 179- 180.)

#### 4.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite

Jokaisella tutkimuksella on aina tarkoitus tai tehtävä. Tarkoitus vaikuttaa tutkimusstrategian valintaan. Tutkimuksen yleisimpiä tarkoituksia ovat kartoittava, selittävä, ennustava tai kuvaileva tutkimus. Yksi tutkimus voi kuitenkin sisältää useampia tarkoituksia ja on mahdollista että tarkoitus muuttuu tutkimuksen edetessä. (Hirsjärvi ym. 2000, 127.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa staattisilla ja dynaamisilla tasapainomittareilla saatujen mittaustulosten välistä vastaavuutta tutkimukseen osallistuvilla koehenkilöillä. Tutkimuksessa selvitettiin, miten koehenkilöiden Metitur Goodbalance -mittausjärjestelmällä tehtyjen staattisten tasapainotestien tulokset vastaavat samalla mittausjärjestelmällä tehtyjen dynaamisten tasapainotestien tuloksia. Tarkoituksena oli lisäksi arvioida dynaamisen testin toimivuutta tarkastelemalla mittarin toistettavuutta. Tutkimuksen tavoitteena oli mahdollistaa tasapainomittausten kehittämistä ja monipuolistamista Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla. Omaa oppimistamme tukevinä tavoitteina olivat mittaustilanteisiin tutustuminen sekä perehtyminen niissä huomioitaviin asioihin.

#### 4.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymyksen avulla voidaan ratkaista ongelma sekä lisätä teoriatietoa. Tutkimuskysymyksen vastaus selittää, kuvaa, korvaa aiempaa tietoa, täsmentää tai luokittelee. Hyvän tutkimuskysymyksen peruseriaatteena on selkeä muotoilu, yksikäsitteisyys sekä informaation tuottaminen. Sellaiset kysymykset joihin voi vastata ”kyllä” tai ”ei”- vastauksilla, ovat liian suppeita tutkimuskysymyksiksi. (Metsämuuronen 2002, 18.) Tässä tutkimuksessa tutkimuskysymyksen vastaus selittää tasapainomittaustulosten keskinäisiä eroja ja niiden merkitystä.

Tässä tutkimuksessa tutkimuskysymyksiä olivat:

Kuinka samansuuntaisia tuloksia staattisilla ja dynaamisilla tasapainotesteillä saadaan?

Kuinka toistettavia dynaamisen testin tulokset ovat?

## 5 TUTKIMUKSEN KUVAUS JA TOTEUTUS

Opinnäytetyön valmistelu aloitettiin tammikuussa 2010, jolloin tutkimuksen aihe varmistui Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalta. Aihe oli varsin ajankohtainen ja meitä kiinnostava, sillä tarve tutkimuksen tekemiseen tuli käytännön kentältä. Tutkimussuunnitelmamme hyväksyttiin tammikuussa 2010. Tämän jälkeen laadimme suunnitelman sekä aikataulutuksen tutkimuksen etenemiselle. Aloitimme aineistonkeruun tutustumalla tasapainosta ja sen mittaamisesta kertovaan lähdekirjallisuuteen. Lisäksi suoritimme tiedonhakua internetin tietokannoista. Tutkimukseen liittyvät tasapainomittaukset aloitettiin huhtikuussa 2010. Tasapainomittaukset suoritettiin huhti-toukokuun 2010 aikana, minkä jälkeen aloitimme aineiston analysoinnin.

### 5.1 Kohdejoukko

Tutkimusta varten muodostimme testiryhmän, joka koostui kahdeksasta normaalin tasapainon omaavasta ja terveestä, vuosina 1984 - 1987 syntyneestä naisesta. Tutkimusjoukko oli homogeeninen sen suhteen, että kaikki tutkittavat olivat terveitä, nuoria aikuisia. Tutkimusjoukko oli homogeeninen myös sukupuolen suhteen. Sukupuoli vakioitiin mahdollisten sukupuolten välisten erojen välttämiseksi mittaustuloksissa.

Geldhof, Cardon, Bourdeaudhuij, Danneels, Coorevits, Vanderstraeten ja Clercq (2006, 779) ovat tutkimuksessaan tarkastelleet staattisen ja dynaamisen tasapainotestin luotettavuutta sekä viitearvoja 9 - 10-vuotiailla lapsilla. Tuloksissa ilmeni eroja tyttöjen ja poikien suoriutumisessa mittauksissa. Tulokset osoittivat sukupuolten välisiä eroja tasapainomittauksissa ainakin tällä ikäryhmällä.



Opinnäytetyötutkimuksessa kriteerinä testiryhmään pääsemisenä oli, että koehenkilöillä ei ollut tuki- ja liikuntaelinsairauksia, eikä tasapainoon vaikuttavia neurologisia sairauksia. Koehenkilöiksi valittiin normaalin tasapainon omaavia henkilöitä, sillä on epävarmaa merkitseekö staattisen tasapainotestin tuloserot aina myös samansuuntaista eroa jossain dynaamista tasapainonhallintaa vaativassa tehtävässä. Poliklinikalla on aikaisempaa kokemusta siitä, että heikon tasapainon omaavilla staattisen ja dynaamisen tasapainotestin tulokset vastaavat toisiaan.

Curb. ym (2006, 738) ovat tutkineet fyysisen toimintakyvyn mittareita hyvän toimintakyvyn omaavalla populaatiolla. Tutkimuksessaan he tuovat esille fyysistä toimintakykyä arvioivan mittarin tarpeellisuuden, etenkin terveillä nuorilla henkilöillä. Tällaisen mittarin tulisi antaa sellaisia tuloksia, jotka eivät erottele pelkästään heikon suorituskyvyn omaavia yksilöitä, vaan myös keskimääräistä paremman suorituskyvyn omaavia toisistaan.

Kaikki koehenkilöt osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti. Koehenkilöt allekirjoittivat suostumuslomakkeen (liite 1), jossa he sitoutuivat osallistumaan vapaaehtoisesti ja voimavarojensa mukaan koemittauksiin. Heillä oli mahdollisuus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä tutkimuksen vaiheessa tahansa. Samassa lomakkeessa vakuutimme sitoutuvamme käsittelemään koehenkilöiden tietoja luottamuksellisesti. Tässä tutkimuksessa ei käytetty koe-kontrolliasetelmaa, vaan tutkimuksen kohteena oli yksi tutkimusjoukko.

## 5.2 Tutkimuksen kuvaus

Tutkimuksessa selvitettiin, saadaanko staattisilla ja dynaamisilla tasapainotesteillä samansuuntaisia tuloksia koehenkilöiden välillä. Tutkimukseen liittyvät mittaukset suoritettiin Oulun yliopistollisessa sairaalassa fysiatrian poliklinikalla Metitur Goodbalance -mittausjärjestelmällä. Jokainen koehenkilö kävi mittauksissa yhteensä neljä kertaa, noin viikon välein. Ensimmäinen kerta oli kuitenkin harjoituskerta, jonka tuloksia ei huomioitu tulosten analysoinnissa. Näin toimittiin, sillä haluttiin minimoida oppimisen vaikutus mittaustuloksiin. Mittaukset suoritettiin koehenkilön kohdalla joka kerta samaan vuorokauden aikaan. Mittaukset koostuivat kolmesta staattisesta ja yhdestä dynaamisesta tasapainotestistä, jotka suoritettiin koehenkilön seistessä Metitur Goodbalance -mittausjärjestelmän päällä. Staattisia tasapainotestejä olivat seuraavat kolme; normaali seisonta silmät kiinni, semitandem-asennossa seisonta ja tandem-asennossa seisonta. Staattisten testien protokolla suoritettiin jokaisella mittauskerralla yhteensä kaksi kertaa. Protokolla sisälsi myös kolme muuta staattista testiä, joita olivat normaali seisonta silmät auki, pehmeällä alustalla seisonta silmät auki ja pehmeällä alustalla seisonta silmät kiinni. Näiden mittausten tuloksia ei kuitenkaan lopulta huomioitu tulosten analysoinnissa. Staattisten tasapainomittausten jälkeen suoritettiin fysiatrian poliklinikalla kehitetty dynaaminen tasapainotesti, jossa mitattiin huojuntaa koehenkilön siirtäessä määrätyillä etäisyyksillä olevia palloja tietyille paikoille. Dynaaminen tasapainotesti suoritettiin jokaisella mittauskerralla yhteensä kolme kertaa. Jokaisella mittauskerralla koehenkilö suoritti siis yhteensä 12 staattista ja kolme dynaamista mittausta. Tulosten analysoinnissa kaikilta mittauskerroilta huomioitiin vain paras tulos sekä staattisista että dynaamisista tasapainotesteistä. Näin toimittiin, sillä haluttiin minimoida mahdollisten virheiden osuus mittaustuloksissa. Yksi mittauskerta oli kestoltaan noin 45 minuuttia.

### 5.3 Mittausmenetelmät

Yleisin tasapainoa mittaava muuttuja on huojunnan määrä suhteessa aikaan. (Alaranta & Pohjolainen & Salminen & Viikari-Juntura 2003, 60- 61). Tutkimuksessamme käytämme tasapainomittauksissa Metitur Goodbalance -tasapainon mittaus- ja harjoitusjärjestelmää. European Journal of Pediatrics -lehdessä julkaistussa tutkimuksessa tulee ilmi, että tasapainon ja huojunnan mittaamisessa voimalevy on yleisimmin käytetty menetelmä, jolla saadaan suoritettua sekä staattiset että dynaamiset tasapainomittaukset. Voimalevy mittaukset ovat laajalti käytössä aikuisille ja niiden luotettavuus on tutkimuksin todettu hyväksi tällä ikäryhmällä. (Geldhof ym. 2006, 780.)

#### 5.3.1 Staattiset tasapainotestit Metitur Goodbalance -mittausjärjestelmällä

Voimalevyillä suoritetuissa staattisissa tasapainotestissä lasketaan voimavaikutusten keskipiste voimalevyyn kohdistuvien pystysuorien (vertikaalisten) sekä vaakasuorien (horisontaalisten) voimien avulla. Voimavaikutusten keskipisteen siirtymisen perusteella lasketaan myös huojunnan keskimääräinen nopeus eteen, taakse ja sivusuunnassa. (Talvitie ym. 2006, 156.)

Ensimmäinen mittauksissa suoritettava staattinen tasapainotesti oli normaali seisonta silmät kiinni (Normal Standing Eyes Closed). Testi suoritetaan jalat hieman toisista erillään vapaasti valitulla etäisyydellä. Kädet ovat rentoina vartalon edessä ja toisella kädellä pidetään kevyesti kiinni toisen käden ranteesta. Mittausaika on 30 sekuntia ja se suoritetaan ilman kenkiä. (Era, 2010.)

Toinen staattinen tasapainotesti oli semitandem-asennossa suoritettava testi. Testissä jalat ovat osittain peräkkäin sekä rinnakkain, siten että takimmaisesta jalan isovarpaan tyvinivel koskettaa etummaisesta jalan kantapään sisäsyryjään. Koehenkilö valitsee

jalkateriensä asennon siten, että etummaisena on se jalka, kumman hän kokee luontevammaksi. Jalkaterät ovat samansuuntaisesti. Paino on testin aikana tasaisesti molemmilla jaloilla. Kädet ovat vartalon edessä siten, että koehenkilö pitää toisella kädellä kevyesti toisen käden ranteesta kiinni. Silmät ovat auki. Mittausaika on 20 sekuntia. (Era, 2010.)

Kolmas staattinen testi oli tandem asennossa suoritettava testi. Jalat ovat peräkkäin ja samansuuntaisesti. Etummaisena on sama jalka kuin aiemmassakin testissä. Takimmaisen jalan isovarpaan kärki koskettaa etummaisen jalan kantapäähän. Paino on tasaisesti molemmilla jaloilla. Kädet ovat vartalon edessä siten, että koehenkilö pitää toisella kädellä kevyesti toisen käden ranteesta kiinni. Mittausaika on 20 sekuntia. (Era, 2010.)

Mittauskerroilla tehtiin kolmen staattisen tasapainotestin lisäksi kaksi epävirallista ja yksi virallisesti käytetty staattinen tasapainotesti, joita on mahdollista tarkastella varsinaisten tutkimustulosten rinnalla. Näitä testejä ei kuitenkaan otettu huomioon tulosten analysoinnissa. Kaksi testiä suoritetaan pehmeällä alustalla seisten. Kädet ovat vartalon edessä siten, että koehenkilö pitää toisella kädellä kevyesti toisen käden ranteesta kiinni. Ensimmäinen testi suoritetaan silmät auki ja toinen silmät kiinni. Molempien testien suoritus-aika on 30 sekuntia. Näille ei ole olemassa viitearvoja. Mittauskerroilla tehtiin lisäksi virallisiin staattisiin testeihin lukeutuva normaaliseisonta silmät auki (Normal Standing EO). Testi tehdään samoin kuin Normal Standing EC, mutta silmät auki. Normaaliseisonta silmät auki karsittiin analysointiosuudesta, sillä se on fysiatrian poliklinikalla koettu olevan suuresti riippuvainen keskittymisestä sekä tarkkaavaisuudesta. Käytännössä testi ei ole tarpeeksi hyvä osoittamaan tasapainoeroja hyvän tasapainon omaavilla henkilöillä.

### 5.3.2 Mittarin rakentaminen

Mittarin rakentamista aloitettaessa on tutustuttava teoriaan ja siihen, mitä ilmiöstä ennestään tiedetään. Jos teorian pohjalta on mahdollista luoda keskeiset käsitteet sekä niiden mitattavissa olevat määritelmät eli operationalisoinnit, lähtökohdat mittarin luomiselle ovat hyvät. Mittarin rakentaminen saa alkunsa, kun on hyvin jäsenneilty kysymys tai toimeksianto, johon halutaan antaa vastaus. Mittaria luodessa on olennaista selvittää mitattavan ilmiön rakenne sekä sisältö. (Metsämuuronen 2002, 79-80.)

Aloitettaessa mittarin rakentaminen, on sille valittava teoria. Yleisimmin teoria on instrumentaalinen, jolloin kysymys on siitä, kuinka hyvin teoria toimii käytännössä. Olemassa on myös käsite realistisesta teoriasta, jolloin asiasta on olemassa oletettu totuus. Samasta ilmiöstä on usein olemassa useita eri teorioita, jotka voivat olla ristiriidassa keskenään. Mittarin rakentajan tehtävänä on valita useista teorioista itselleen parhaiten sopiva. (Metsämuuronen 2002, 80.)

### 5.3.3 Dynaaminen tasapainomittari - Pallojen siirtely tandem-asennossa

Tätä tutkimusta varten Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla kehiteltiin tasapainomittari, jolle annettiin nimeksi pallojen siirtely tandem-asennossa. Tämä dynaaminen mittausmenetelmä pohjautuu samaan periaatteeseen kuin jo olemassa olevat Metitur Goodbalancen käyttämät mittarit, jotka mittaavat käytettyä aikaa (pistemäärä) sekä matkaa. Metitur Goodbalancen käyttämissä dynaamisissa testeissä pyritään osumaan näytöllä näkyviin kohdepisteisiin omaa painopistettä siirtäen. Tutkimuksessamme käytetty dynaaminen testi poikkeaa Metitur Goodbalancen käyttämisestä mittausmenetelmistä siten, että suoritus tapahtuu näkemättä painopisteen liikettä ruudulta. Matka ja aika määräytyvät testisuoritukseen kuluneen ajan sekä suorituksen hallittavuuden mukaan. Dynaamista mittaria kehittäessä

testisuorituksesta on pyritty luomaan mahdollisimman luonnollinen huomioimalla, että normaalitilanteessa emme näe painopisteemme sijaintia.

Käyttämässämme dynaamisessa tasapainotestissä voimalevyn molemmille puolille on asetettu päällekkäin neljä askellautaa, joissa korkeuden säätöpalat ovat matalimmilla asetuksilla. Askellautojen kokonaiskorkeus on 60 cm. Pallon keskipisteen korkeus muovipikarin päälle asetettuna on noin  $60 + 19 \text{ cm} = 79 \text{ cm}$  lattian pinnasta mitattuna. Voimalevyn korkeus on 6,5 cm, joten korkeus voimalevyn yläpinnasta mitattuna on yhteensä 72,5 cm. Pallojen asetuspisteiden väli on 130 cm takana ja 90 cm edessä, symmetrisesti voimalevyn keskiviivaan nähden.

Mittaus tehtiin Metitur Goodbalance- mittauslaitteiston päällä tandem-asennossa seisten (katso kuvat 4-12). Koehenkilö on valinnut ennen staattisia tasapainomittauksia suoritusasennon, eli kumpi jalka edessä kokee suorituksen luontevammaksi. Tässä mittauksessa käytetään samaa suoritusasentoa. Pallojen siirtely alkaa ”helpommalta” puolelta, eli jos vasen jalka on edessä, aloitus oikealla puolella olevalla pallolla. Mittaus alkaa, kun koehenkilö koskee palloon ensimmäisen kerran. Mittauksen loppumiseksi merkitään aika, kun koehenkilö irrottaa otteen pallosta viimeisen kerran. Koehenkilölle suoritetaan kolme mittausta peräkkäin, joista paras suoritus on mittaustulos.

Tasapainotestissä on käytössä kaksi palloa. Tarkoituksena on, että koehenkilö siirtää voimalevyn oikealla puolella takana olevan pallon eteen vasemmalle puolelle (katso kuvat 5. ja 6.) ja vasemmalla puolella takana olevan pallon eteen oikealle puolelle (katso kuvat 7. ja 8.). Tämän jälkeen pallot siirretään takaisin alkuperäisille paikoilleen, eli edestä vasemmalta puolelta taakse oikealle puolelle ja edestä oikealta puolelta taakse vasemmalle puolelle (katso kuvat 9.-12.). Pallot on aseteltu askellaudalle muovipikareiden päälle. Pikareiden sisällä on lisäpainot, jotta ne eivät kaadu liian herkästi. Suoritus arvioidaan ajan (pistemäärä) ja matkan (kokonaismatka laskettuna x- ja y-matkan perusteella) summana. Paras suoritus on mahdollisimman nopea ja mahdollisimman vähän ylimääräisiä painopisteen siirtoja sisältävä. Suoritus on hylätty, mikäli koehenkilö yrittää ottaa tukea muovipikarista. Käytännössä

muovipikarista kuuluu tällöin ”rutinaa”. Tämän vuoksi asetuksiin on valittu muovipikari, eikä sen sijaan kestävämpää materiaalia.



Kuva 3. Dynaamisen testin vaihe 1.



Kuva 4. Dynaamisen testin vaihe 2.



Kuva 5. Dynaamisen testin vaihe 3.



Kuva 6. Dynaamisen testin vaihe 4.





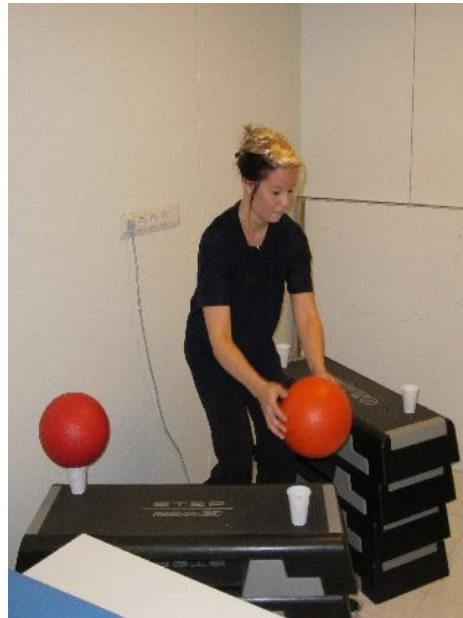
Kuva 7. Dynaamisen testin vaihe 5.



Kuva 8. Dynaamisen testin vaihe 6.



Kuva 9. Dynaamisen testin vaihe 7.



Kuva 10. Dynaamisen testin vaihe 8.



Kuva 11. Dynaamisen testin vaihe 9.

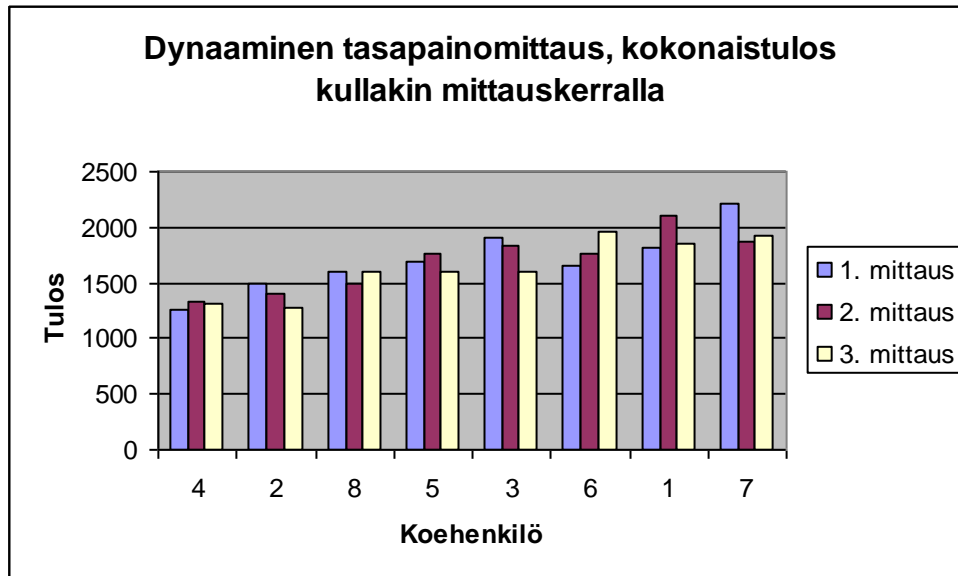
## 6 TUTKIMUSTULOKSET

Tutkimukseen osallistui kahdeksan koehenkilöä, joiden keski-ikä oli 23 vuotta (22-25 vuotta). Kaikki koehenkilöt osallistuivat jokaiselle mittauskerralle, ja pysyivät tutkimuksessa mukana alusta loppuun saakka. Tutkimustuloksissa kuvataan kuvioina koehenkilöiden saamat tulokset staattisista sekä dynaamisista tasapainotesteistä ja lopuksi näitä mittaustuloksia vertaillaan keskenään. Koehenkilöt ovat kuvattuina kuvioihin numeroina 1-8. Kuviossa 2, 3, 4, 6, 10. ja 11. koehenkilöt ovat järjestettynä paremmuusjärjestyksessä dynaamisten kokonaistulosten mukaan, jotta koehenkilöiden suoritumista eri tasapainomittauksista olisi helpompi tulkita sekä verrata keskenään.

Staattisten testien kokonaispistemäärä (Total score 1-100) perustuu tutkittavan saamiin arvoihin kolmessa primaarimuuttujassa: paineakeskipisteen sivusuuntaisen liikkeen keskimääräiseen nopeuteen (x-nopeus), eteen- taakse- suuntaisen liikkeen keskimääräiseen nopeuteen (y-nopeus) ja keskimääräiseen vauhtimomenttiin (mm<sup>2</sup>/s). Jokaisen kolmen tekijän osuus kokonaispistemäärässä on yhtä suuri (1/3). Kunkin muuttujan arvoa tarkastellaan suhteessa viitearvoihin. Staattisissa testeissä suurempi kokonaispistemäärä tarkoittaa parempaa tulosta. Pistemäärän laskentatapa on ei-lineaarinen suhteessa primaarimuuttujien absoluuttisiin lukuarvoihin, jotta kokonaispistemäärä säilyy erottelukykyisenä sekä hyvien että huonojen suoritusten osalta. Kokonaispistemäärä siis perustuu viitearvoihin, joten se sisältää oletuksen ikäryhmien ja sukupuolten välisistä eroista näissä kolmessa testissä.

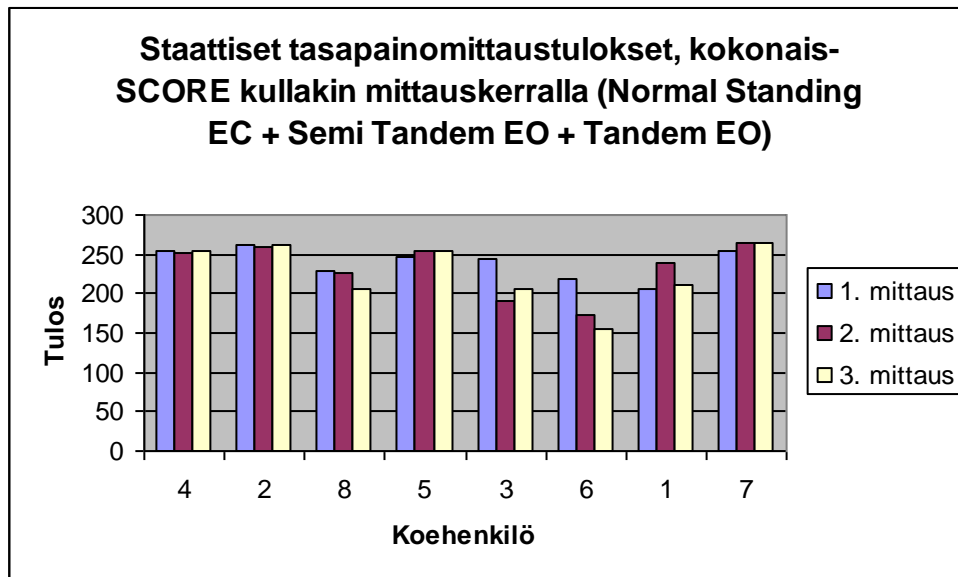
Dynaamisen testin kokonaispistemäärän laskennassa käytetään hyväksi sekä kuljetun reitin pituutta että tehtävän suorittamiseen kuluneen ajan pituutta. Dynaamiselle testille ei ole olemassa viitearvoja, joten se ei ole ikä-, ryhmä- tai sukupuolispesifi. Laskenta tehdään samalla tavalla kaikille tutkittaville. Pienempi kokonaispistemäärä dynaamisessa testissä tarkoittaa parempaa tulosta.

Kuviossa 2. on esitettyä dynaamisten tasapainomittausten kokonaispistemäärät jokaiselta kolmelta mittauskerralta. Jokaiselta mittauskerralta on huomioitu paras tulos. Y-akselille on kuvattu kokonaispisteet ja x-akselille koehenkilöt järjestettynä dynaamisten kokonaistulosten mukaisessa paremmuusjärjestyksessä.



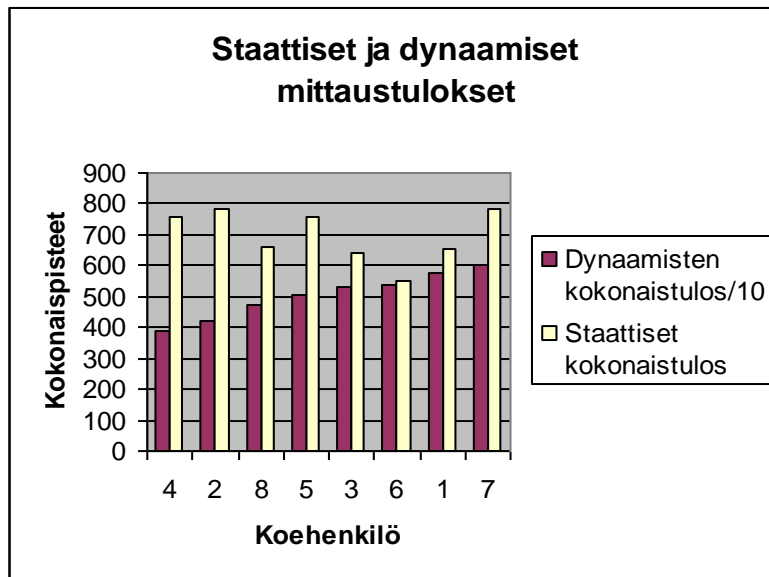
Kuvio 2. Dynaamisten tasapainomittausten kokonaistulokset jokaiselta mittauskerralta.

Kuviossa 3. on esitettyä staattisten tasapainomittausten kokonaispisteet (SCORE) jokaiselta kolmelta mittauskerralta. Jokaisen koehenkilön kolmen testin (Normal Standing EC, Semi Tandem EO ja Tandem EO) tulokset ovat yhteenlaskettuina kolmelta eri mittauskerralta (huomioituna parempi tulos). Maksimipistemäärä on siis 300, sillä jokaisesta testistä on mahdollista saada 100 pistettä. Y-akselilla on kuvattu kokonaispistemäärä ja x-akselille koehenkilöt järjestettynä dynaamisten kokonaistulosten mukaisessa paremmuusjärjestyksessä.



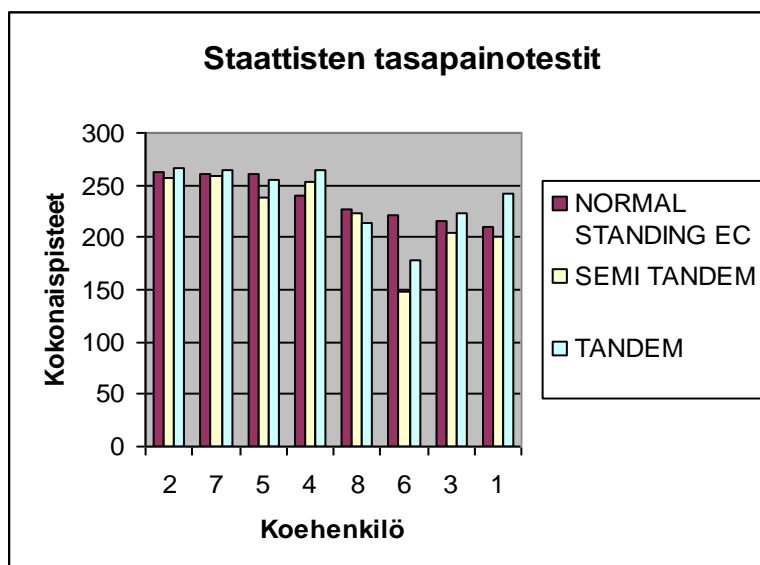
Kuvio 3. Staattisten tasapainomittaukset kokonaistulokset jokaiselta mittauskerralta.

Kuvio 4. havainnollistaa staattisten ja dynaamisten tasapainomittaukset tulokset. Y-akselilla on esitetty kokonaispistemäärä ja x-akselilla koehenkilöt järjestettynä dynaamisten kokonaistulosten mukaisessa paremmuusjärjestyksessä. Kuviosta voidaan vertailla koehenkilöiden kokonaistuloksia staattisista ja dynaamisista tasapainotesteistä. Kokonaispistemäärät ovat kolmen mittauskerran yhteenlasketut tulokset. Kuviossa dynaamisten testien tulos on parempi silloin, kun kokonaispistemäärä on pienempi ja staattisissa testeissä päinvastoin. Kuviosta voi tulkita että koehenkilö, jolla pylväiden välinen korkeusero on suurempi, on suoriutunut molemmista testeistä paremmin kuin koehenkilö, jolla pylväiden välinen ero on vastaavasti pienempi.



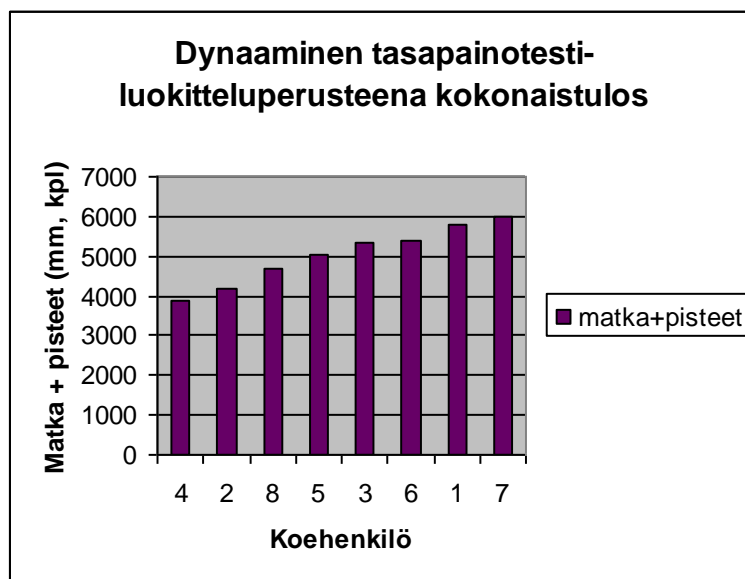
Kuvio 4. Staattisten ja dynaamisten tasapainotestien tulokset.

Kuviossa 5. on esitetty koehenkilöiden kolmesta staattisesta tasapainotestistä (Normal Standing EC, Semi Tandem, Tandem) saamat tulokset. Y-akselilla kuvataan kunkin staattisen testin kokonaispistemäärät, jotka ovat kolmen mittauskerran yhteenlasketut tulokset. Kuvioista käy ilmi koehenkilöiden suoriutuminen kustakin staattisesta tasapainotestistä.



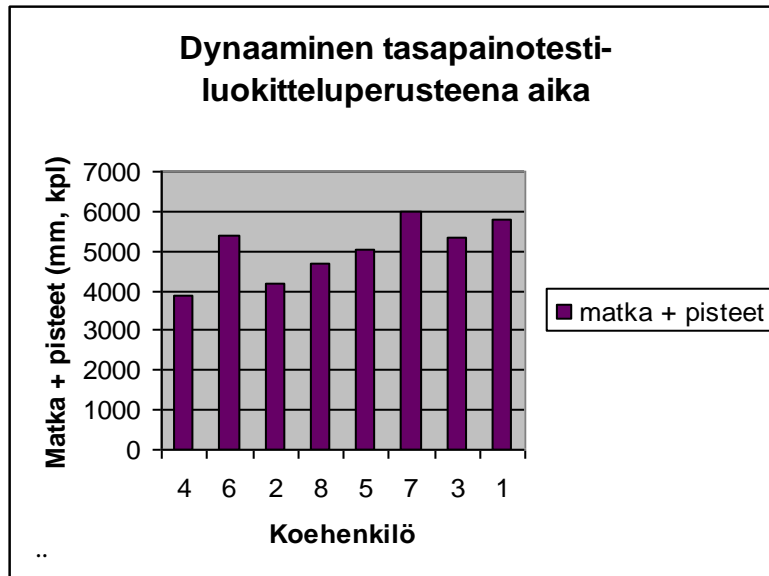
Kuvio 5. Staattisten tasapainotestien tulokset.

Kuviossa 6. on esitetty dynaamisen tasapainotestin tulokset kokonaistuloksen mukaisessa järjestyksessä. Kokonaistuloksen laskennassa on otettu huomioon testin suorittamiseen kulunut aika suhteessa testin aikana tapahtuvaan huojuntaan (matka). Y-akselilla kuvataan pistemäärät (matka + pisteet). Matka kuvaa huojuntaa millimetreinä. Koehenkilöt ovat sijoitettuna x-akselille paremmuusjärjestyksessä matkan ja ajan mukaan.



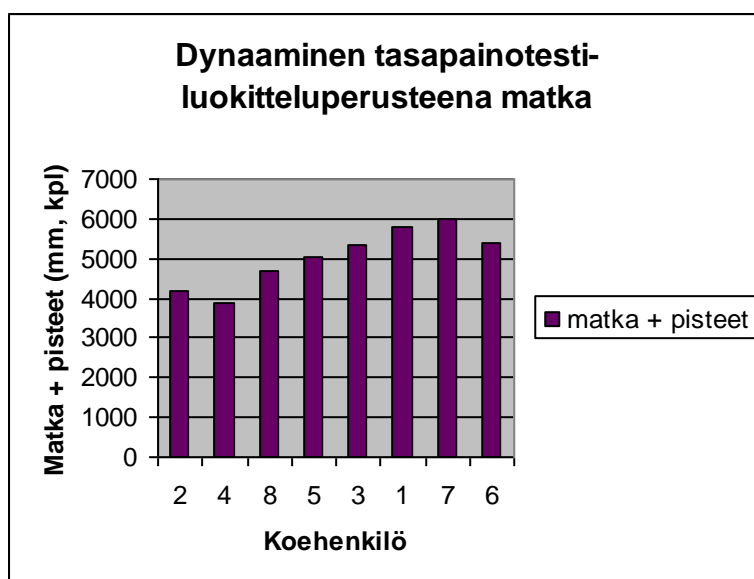
Kuvio 6. Dynaamisen tasapainotestin kokonaistulokset.

Kuviossa 7. on kuvattu dynaamisen tasapainotestin tulokset testin suorittamiseen kuluneen ajan mukaan lajiteltuna. Y-akselilla on esitetty kokonaispistemäärä (matka+pisteet). X-akselilla kuvataan koehenkilöt paremmuusjärjestyksessä ajan mukaan. Pylväiden yläpuolella on kuvattuna kolmen mittauskerran yhteenlaskettu aika sekunteina.



Kuvio 7. Dynaamisen tasapainotestin tulokset, luokitteluperusteena aika.

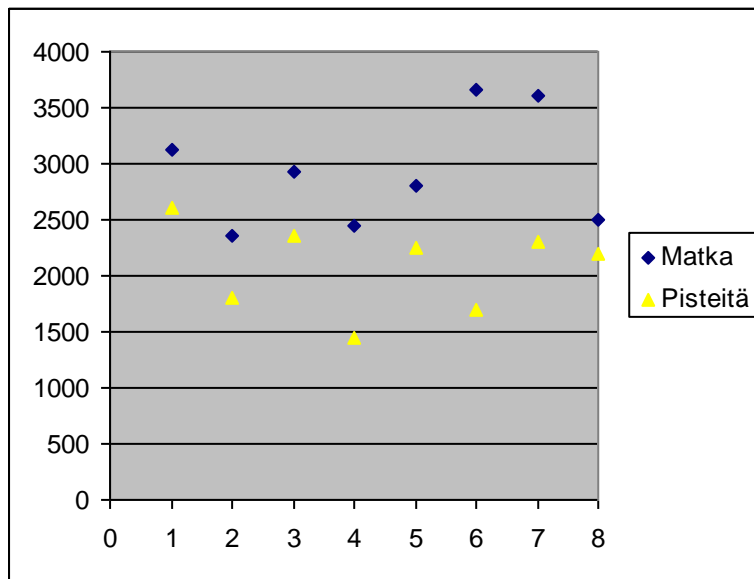
Kuviossa 8. on esitetty koehenkilöiden dynaamisen tasapainotestin mittaustulokset testin suorittamisessa kuluneen matkan perusteella järjestettynä. Matka kuvaa huojuntana millimetreinä. Y-akselilla on kuvattu kokonaispistemäärä (matka+pisteet). X-akselilla on koehenkilöt testin suorittamiseen kuluneen matkan mukaisessa järjestyksessä.



Kuvio 8. Dynaamisen tasapainotestin tulokset, luokitteluperusteena matka

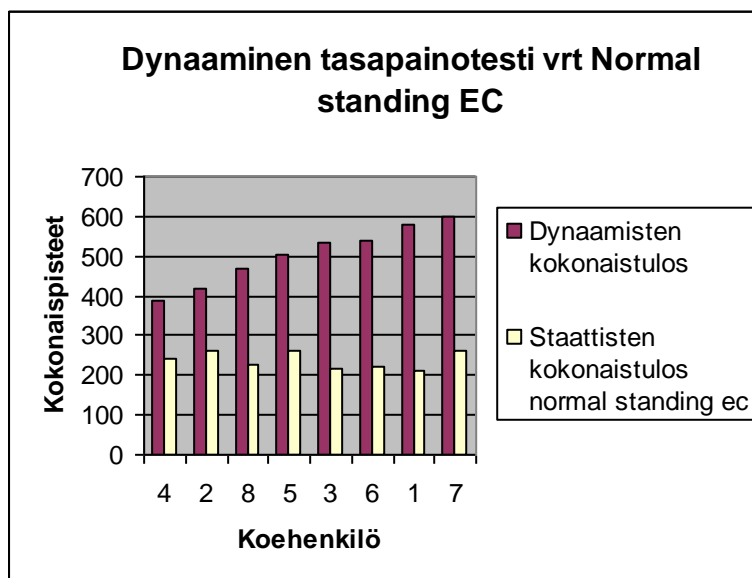


Kuviossa 9. on esitetty dynaamisen tasapainotestin tulokset. Y-akselilla on kuvattu kokonaispisteet ja x-akselilla koehenkilöt 1-8. Koehenkilöitä ei tässä kuviossa ole järjestetty tulosten mukaan. Kuvio havainnollistaa koehenkilön saamat pisteet (testin suorittamiseen kuluneen ajan) sekä matkan (testin suorittamisen aikana tapahtuvan huojunnan).



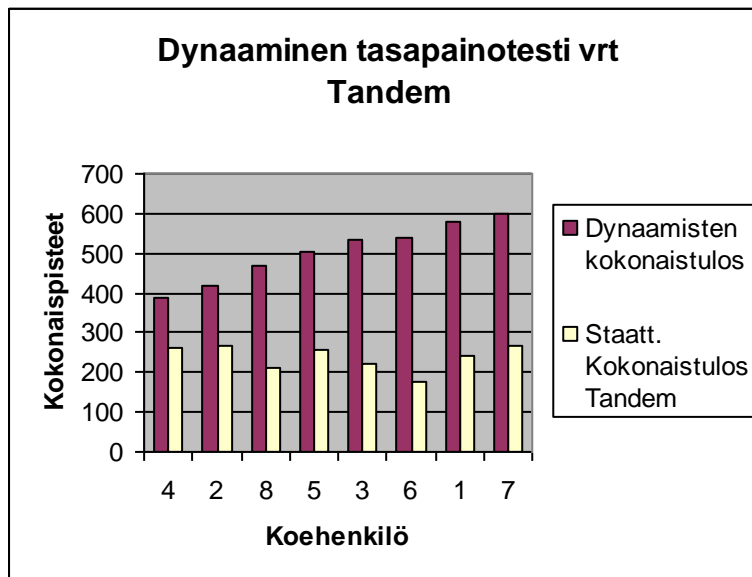
Kuvio 9. Dynaamisen tasapainotestin kokonaistulokset. Matka & pisteet.

Kuviossa 10. on esitetty dynaamisen testin sekä staattisen Normal Standing EC - tasapainotestin tulokset. Y-akselilla on kuvattu kokonaispistemäärä ja x-akselilla koehenkilöt järjestettynä dynaamisten kokonaistulosten mukaisessa paremmuusjärjestyksessä. Dynaamisen testin tulos on parempi silloin kun pistemäärä on pienempi, staattisten testien tulos päinvastoin.



Kuvio 10. Dynaamisen tasapainotestin ja Normal Standing EC:n tulokset.

Kuviossa 11. on esitetty dynaamisen testin sekä staattisen Tandem- tasapainotestin tulokset. Y-akselilla on kuvattu kokonaispistemäärä ja x-akselilla koehenkilöt järjestettynä dynaamisten kokonaistulosten mukaisessa paremmuusjärjestyksessä. Dynaamisen testin tulos on parempi silloin kun pistemäärä on pienempi, staattisten testien tulos päinvastoin.



Kuvio 11. Dynaamisen tasapainotestin ja tandem-seisannon tulokset

## 7 TUTKIMUKSEN EETTISYYS

Tutkimusta tehtäessä on noudatettava tutkimusetiikkaa. Tutkijalle kuuluu vastuu tutkimuksensa mahdollisista puutteista, virheistä sekä tuottamastaan tutkimustiedosta. Tutkijan on pyrittävä välttämään vahingon tuottamista tutkimuskohteelle tai tiedeyhteisölle. Tutkimuksen kohdistuessa ihmisiin, on erityisen tärkeää selvittää koehenkilöiden tutkimukseen osallistumiseen liittyvät mahdolliset riskit. Lisäksi on selvitettävä, miten koehenkilöiltä hankitaan suostumus ja millaista tietoa heille annetaan. Tieteen moraalisisissa ohjeissa ydinsisältönä on moraalinen vaatimus sitä, että koehenkilöiltä/ tutkimukseen osallistuvilta henkilöiltä on saatava asiaan perehtyneesti annettu suostumus. Tällä halutaan estää ihmisten manipulointi tutkimushankkeessa. (Hirsjärvi ym. 2000, 26; Vilka 2007, 101.) Tutkimuksessamme noudatimme eettisiä periaatteita. Laadimme koehenkilöille tutkimuksen luonnetta kuvaavan suostumuslomakkeen, jossa koehenkilöille selvitetään mitä heidän osallistumisensa tutkimukseen sisältää, mitä heiltä vaaditaan ja mitä oikeuksia heillä on.

Koehenkilöiden suostumus sisältää termit perehtyneisyys ja suostumus. Perehtyneisyydellä tarkoitetaan sitä, että koehenkilöille kerrotaan kaikki näkökohdat siitä mitä tutkimuksessa tulee tapahtumaan. Lisäksi koehenkilön on kyettävä ymmärtämään annettava informaatio. Termillä suostumus puolestaan tarkoitetaan sitä, että koehenkilöllä on valmiudet tehdä arviointeja. Lisäksi tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. (Hirsjärvi ym. 2000, 26-27.) Työmme eettisyyttä tukee koehenkilöiden yksilöllisyyden ja vapaaehtoisuuden tukeminen. Tutkimukseen osallistuminen oli täysin vapaaehtoista ja sen keskeyttäminen missä vaiheessa tahansa mahdollista.

Tutkimuksen eettisyyteen kuuluu myös tutkimukseen osallistuvien henkilöiden humaani ja kunnioittava kohtelu, jota on noudatettava kaikessa ihmiseen kohdistuvassa tutkimustyössä. Aineistoa kerätessä on otettava huomioon anonyymiuden takaaminen, erilaiset mahdolliset korvauskysymykset, luottamuksellisuus sekä saadun

aineiston asianmukainen tallentaminen. (Hirsjärvi ym.2000, 27.) Koehenkilöiden tiedot ovat luottamuksellisia eikä heidän henkilöllisyytensä tule ilmi tutkimuksen julkaisun yhteydessä. Tutkimusaineisto tallennetaan asianmukaisesti, eikä se näin ollen ole yleisessä käytössä.

Tutkimustyön kaikissa osavaiheissa on vältettävä epärehellisyttä. Tärkeisiin periaatteisiin kuuluu toisten tekstien plagioidimisen välttäminen, toisten tutkijoiden osuuden vähätteleminen välttäminen, tuloksien totuudenmukainen julkistaminen, raportoinnin harhaanjohtavuuden välttäminen sekä tutkijan itsensä plagioinnin välttäminen. Jokaisella julkaisulla on copyright-oikeus, mikä tarkoittaa sitä että tekstiä lainattaessa on huolehdittava asianmukaisista lähdeviitteistä. Tutkimuksessa tulee mainita kaikki tutkimusryhmässä mukana olleet jäsenet ketään vähättelemättä. Tutkija ei saa itse plagioida itseään, tämä tarkoittaa sitä että tutkija ei tuota näennäisesti uutta tutkimusta vain pieniä osia tutkimuksestaan muuttamalla. (Hirsjärvi ym.2000, 27-28.) Tutkimuksessamme olemme kunnioittaneet lähdekirjallisuutena käyttämiemme julkaisujen copyright-oikeutta. Olemme myös pyrkineet kirjoittamaan selkeästi ja välttämään harhaanjohtavuutta työssämme.

## 8 POHDINTA

Tässä tutkimuksessa mittaustuloksiin ja edelleen tutkimustuloksiin vaikuttavia tekijöitä on paljon. Jokaisen koehenkilön kohdalla tulee pohtia kyseisen mitattavan ruumiinrakennetta; fyysisiä vahvuuksia ja heikkouksia (mittauksen suorittamisen näkökulmasta), tilanteeseen vaikuttavia ympäristö- ja taustatekijöitä sekä psyykkisiä vaikuttajia. Kaikilla edellä mainituista ominaisuuksista on vaikutusta mittausten suorittamiseen joko positiivisella tai negatiivisella tavalla.

Oppiminen vaikuttaa kaikessa toiminnassamme. Oppimisen vaikutus näkyi myös tämän tutkimuksen tasapainomittauksissa, niin staattisissa kuin dynaamisissakin. Dynaamisissa tasapainomittauksissa oppimisen merkitys kuitenkin korostui, sillä testi oli haastavampi ja vaati sen suorittajalta enemmän kuin tasapainon ylläpitämisen paikallaan seistessä. Tästä syystä ennen varsinaisia mittauksia koehenkilöillä oli harjoituskäynti, jolloin he saivat harjoitella kaikki varsinaisissa mittauksissa tehtävät testit. Harjoituskerrasta huolimatta mittaustuloksia analysoitaessa voidaan pohtia oppimisen vaikutusta kahden koehenkilön (2. & 3.) kohdalla. Koehenkilöiden dynaamisen testin mittaustulokset paranivat viimeisiä mittauksia kohti. Oppimisen vaikutuksen määrittelemine on haastavaa, sillä on erotettava mikä on luonnollista poikkeusta yksilöllisessä suorituksessa ja mikä varsinaista oppimista. (Schmidt & Lee 1999, 283).

Tässä tutkimuksessa käytettyjen staattisten tasapainotestien voidaan sanoa olevan vaikeusasteeltaan helppoja testejä hyvän tasapainon omaaville henkilöille. Näistä testeistä saatuihin tuloksiin voidaan ajatella motivaation vaikuttavan suhteellisen paljon. Keskittyminen on tärkeä osa staattisen tasapainomittauksen suorittamista. Mikäli keskittyminen herpaantuu, lihasten työskentely tasapainon ylläpitämiseksi ja huojunnan välttämiseksi heikkenee. Tutkimuksessa käytetty dynaaminen testi puolestaan on vaativampi testi ja sen suorittaminen vaatii tarkkaavaisuutta ja näin ollen keskittyminen testiin voi olla helpompi säilyttää. Mittaustuloksia tulkittaessa oli

huomattavissa yhtäläisyyksiä mittaustulosten sekä koehenkilöiden oman arvion mukaisen keskittymiskyvyn välillä. Esimerkiksi koehenkilö 6. koki keskittymiskyvynsä heikoksi. Staattisten testien mittaustuloksissa koehenkilöllä ilmeni suurinta vaihtelua mittaustulosten välillä verrattuna muihin koehenkilöihin.

Koehenkilön persoonallisuus, mittaushetkellä vallitseva vireystila sekä mahdollinen kiireellisyys merkitsevät tasapainomittauksissa. Myös mittaustilanteeseen liittyvä jännitys voi olla mittaustuloksiin vaikuttava tekijä. Tässä tutkimuksessa persoonallisuus näkyi mittauksissa erilaisten suoritustapojen muodossa, esimerkiksi yhden tavoitellessa pienempää aikaa ja toisen vähäisempää huojuntaa suorituksen aikana. Myös edellisen illan harrastukset voivat vaikuttaa osaltaan, esimerkkinä kuormittava liikunta, jota koehenkilöiden kuitenkin pyydettiin mittaauksia edeltävinä päivinä välttämään. Mittaukset olisi hyvä suorittaa yhdelle mitattavalle eri päivinä, vireystilan vaihtelun vuoksi kuten tässäkin tutkimuksessa tehtiin.

Tuloksissa on kuvioina esitettyä dynaamisen ja staattisten testien jokaisen kolmen mittauskerran tulokset. Kuvioista voidaan tarkastella testien toistettavuutta. Dynaamisen testin mittaustulokset eri mittauskertojen välillä olivat samansuuntaisia, mikä kertoo mittarin kohtalaisesta toistettavuudesta (kuvio 2). Myös staattisten testien mittaustulokset osoittavat tasaisuutta eri mittauskertojen välillä, mikä osoittaa toistettavuutta näilläkin mittauksilla.

Dynaamisia ja staattisia mittaustuloksia keskenään verrattaessa tutkimustulokset osoittivat, että neljän parhaiten staattisissa testeissä suoriutuneiden koehenkilön (4, 2, 5. ja 4.) tulokset olivat lähellä toisiaan (kuvio 4). Staattiset testit antavat mittaajalle kuvan siitä, että heidän väliset tasapainoerot ovat vähäisiä. Verrattaessa samojen koehenkilöiden dynaamisia mittaustuloksia keskenään, voidaan kuitenkin havaita huomattavia eroja suorituksissa koehenkilöiden välillä. Esimerkiksi koehenkilö 7. on saanut staattisista mittauksista parhaan pistemäärän, kuitenkin dynaamisissa testeissä koehenkilö on suoriutunut heikoimmin. Koehenkilö 4. puolestaan oli suoriutunut

dynaamisestakin testistä parhaiten. Dynaaminen testi havainnollistaa siis huomattavia eroja, joita staattisilla testeillä ei voitu tuoda esiin.

Dynaamisen testin tuloksia analysoitaessa huomioitaviin tekijöihin kuuluu myös fyysiset ominaisuudet. Ennen varsinaisia mittauksia jokaiselta koehenkilöltä mitattiin pituus, paino ja sivulle levitettyjen käsien sormenpäiden etäisyys toisistaan sekä sormenpäiden etäisyys lattiasta koehenkilön seistessä. Tässä tutkimuksessa käytetyssä dynaamisessa tasapainotestissä voidaan ajatella olevan paremmat edellytykset saada parempia tuloksia, mikäli kädet ovat suhteellisen pitkät henkilön pituuteen verrattuna. Silloin matka kurkottaa palloon on pienempi ja mahdollinen huojunta vähäisempää (palloa ei tarvitse kurkotella korkeussuunnassa). Jos kädet ovat vastaavasti lyhyemmät henkilön pituuteen verrattaessa, edellyttää testin suorittaminen enemmän kurkottelua vaakasuunnassa, mikä voi aiheuttaa huojuntaa. Mittaustulokset osoittivat koehenkilöillä 6. ja 7. eniten huojuntaa dynaamisen testin aikana. Heillä oli myös lyhimät kädet suhteessa pituuteen, minkä vuoksi on mahdollista, että he ovat joutuneet kurkottamaan suhteessa enemmän kuin muut koehenkilöt. Dynaamisen tasapainomittauksen tuloksiin voivat osaltaan vaikuttaa myös koehenkilön selkärangan liikkuvuus sekä keskivartalon lihasvoima ja -hallinta. Näitä ominaisuuksia koehenkilöiltä ei kuitenkaan mitattu ennen tasapainomittauksia.

Tulososiossa on esitetty dynaamisen testin tulokset kuvioina arvioituna sekä ajan että matkan perusteella (kuviot 7. ja 8). Kuvioista voidaan päätellä, että dynaamisessa testissä testin suorittamiseen kuluneella ajalla ei kokonaispistemäärän kannalta ole niin suurta merkitystä, kuin suorituksen aikana tapahtuvalla huojunnalla. Mikäli testin suorittaminen onnistuu nopeasti, huojunnan määrä kuitenkin lisääntyy. Pohdinnan varaan jää se, onko tasapainon arvioinnin kannalta merkitsevämpää huojunnan määrä vai testin suorittamiseen kulunut aika. Dynaamisen testin kokonaispistemäärän laskennassa huomioidaan molemmat yksiköt. Näin ollen hyvän tuloksen saamiseksi testin suorittajan on tarkkailtava sekä huojuntaa että aikaa niin, että suoritus olisi henkilölle itselleen optimaalinen. Mittaustuloksissa ilmeni joidenkin koehenkilöiden (4, 6, 7) kohdalla se, että vaikka testin suoritukseen kulunut aika oli pieni, vastaavasti



huojunnan määrä oli suuri (kuvio 9). Näille koehenkilöille edullista olisi mittaustulosten luokittelu ajan perusteella. Kuviosta voidaan päätellä testin onnistuneen optimaalisesti, kun matkan ja pisteiden (aika) välinen matka on pieni.

Eroja koehenkilöiden mittaustuloksissa ilmeni myös staattisten testien välillä (kuvio 5). Normal Standing EC:tä voidaan pitää kohtalaisen helppona tasapainotestinä hyvän tasapainon omaavalla väestöllä. Testin suorittaminen vaatii vartalonhallintaa paikallaan seistessä. Suorittajaa helpottaa myös luonteva seisoma- asento sekä luonnollinen tukipinta. Tandem- testi puolestaan vaatii suorittajaltaan tukipinnan huomattavan kaventamisen, ja edelleen tasapainon säilyttämisen. Kuvioissa 10 ja 11 nähdään dynaamisen tasapainotestin tulokset verrattuna normaaliseisontaan sekä tandem- seisontaan. Kummassakin kuviossa koehenkilöiden mittaustulokset ovat järjestettynä paremmuusjärjestyksessä dynaamisten mittaustulosten perusteella. Kuviot havainnollistavat koehenkilöiden eroavaisuudet kahden staattisen testin välillä. Kolme koehenkilöä kahdeksasta (koehenkilöt 3, 5, 6.) oli suoriutunut normaaliseisonnasta paremmin kuin tandem- seisonnasta. Vaikka tandem-seisonta on haastavampi kuin normaaliseisonta silmät kiinni, se vaatii myös testin suorittajan tarkkaavaisuutta, mikä voi osaltaan vaikuttaa toisten koehenkilöiden parempaan suoriutumiseen Tandem-testissä.

Tasapainomittausta käsittelevät tutkimukset osoittivat, että uusia tasapainomittausmenetelmiä kehitellään jatkuvasti. Tämä on tärkeää tasapainomittareiden laadun kehittymiseksi, jotta eri-ikäisille, eritasoisille sekä fyysisesti erikuntoisille ihmisille löytyisi sopiva tasapainonarviointimenetelmä. Horak, Wrisley ja Frank (2009,485) ovat tutkineet Bernstein's konseptiin perustuvaa The BESTest (The balance evaluation system test) tasapainomittarin käyttökelpoisuutta. The BESTest on kehitetty mittaamaan tasapainoa tasapaino-ongelmista kärsivillä ihmisillä. Tutkimuksen lähtökohtana on tasapaino-ongelmien yleisyys ja uuden luotettavan tasapainomittarin tarve fysioterapeuttien työvälineenä.

Opinnäytetyön aiheen valintaprosessi oli vaikea tehtävä. Sopivan haastavan ja mielenkiintoisen aiheen löytäminen oli aluksi vaikeaa, ja kävimme läpi lukuisia eri aihealueita. Alustavan aihe-ehdotuksen saimme Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan liikuntafysiologilta. Aihe tuntui haastavalta ja aluksi jopa liian monimutkaiselta. Yhdessä opettajien ja Oulun yliopistollisen sairaalan liikuntafysiologin kanssa keskusteltuamme päädyimme ottamaan haasteen vastaan. Aihevalintaamme vaikutti myös aiheen ajankohtaisuus sekä mielenkiinto tasapainonmittausmenetelmiä kohtaan. Lisäksi toinen meistä suoritti työikäisten fysioterapia ja kuntoutus -käytännön harjoittelujakson keväällä 2009 Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla. Tämän vuoksi meillä oli erityinen kiinnostus yhteistyöhön poliklinikan kanssa. Aloitimme opinnäytetyömme valmistelun tammikuussa 2010 ja alkuperäinen opinnäytetyöaihe muokkautui kevään 2010 aikana meille sopivaksi.

Opinnäytetyön työstämisen aikana opimme paljon uutta tasapainosta ja sen mittaamisesta sekä syvensimme aikaisempaa tietoaamme aiheista. Opinnäytetyöprosessi opetti meille tutkimuksen tekemistä, sen arviointia luotettavuuden ja toistettavuuden näkökulmasta sekä lisäksi tutkimustulosten analysointia. Tutkimustulosten kannalta haastavimmaksi tehtäväksi osoittautui niiden saattaminen Excel-tilukkomuotoon johdonmukaisesti ja selkeästi. Tässä työssä olemme pyrkineet tuomaan tulokset esiin kuvioina, jotka mahdollistavat tuloksien tarkastelun tutkimuskysymysten kautta.

Tutkimuksen jatkokehittämishaasteena olisi samansuuntaisen tutkimuksen tekeminen suuremmalla tutkimusryhmällä. Tässä vaiheessa dynaaminen testi on vasta ideointi vaiheessa ja sen käyttöönotto vaatisi testin kehittämistä ja tutkimista edelleen. Mittaustuloksiin vaikuttavia muuttujia on esimerkiksi koehenkilön pituus, raajojen pituudet, liikkuvuudet/ lihaskireydet sekä ryhti. Myös testin suoritustapa on koehenkilöllä yksilöllinen. Vartaloa kiertäessä koehenkilö voi korostaa liikettä lantiosta, selästä tai yläraajoista. Näitä muuttujia olisi tärkeä minimoida, jotta liikkeen

peruspuhtaus saataisiin vakioitua ja tuloksista saataisiin vertailukelpoisempia. Ideointia voisi toteuttaa esimerkiksi korkeuden säädöillä niin, että koehenkilön pituus ja yläraajojen pituus muuttujina poissuljettaisiin. Myös lantion asennon vakiointi voisi olla tarpeen. Toisaalta säätöjen tulisi kuitenkin mahdollistaa vapaa liikkeen suorittaminen, jotta testi mittaisi nimenomaan tasapainoa.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kuinka samansuuntaisia tuloksia staattisilla ja dynaamisella tasapainotestillä saadaan hyvän tasapainon omaavilla koehenkilöillä. Tutkimustulokset osoittivat, että Metitur Goodbalance-mittausjärjestelmällä tehtyjen staattisten (Normal Standing EC, Semitandem, Tandem) ja fysiatrian poliklinikalla ideoidun dynaamisen tasapainotestin tulokset olivat osittain samansuuntaisia. Kahdeksasta koehenkilöstä neljän kohdalla mittaustulokset staattisista ja dynaamisesta testistä olivat kuitenkin toisistaan poikkeavia. Tästä voidaan päätellä, että staattiset tasapainotestit eivät välttämättä ole riittäviä tasapainonmittausmenetelmiä, kun tutkittavana on hyvän tasapainon omaavia henkilöitä. Tämän tutkimuksen johtopäätöksinä voidaan todeta, että tasapainoa olisi tarpeellista mitata myös jollakin toiminnallisella tasapainotestillä.

Tutkimuksessa oli tarkoituksena lisäksi testata dynaamisen tasapainomittarin toimivuutta. Tuloksista käy ilmi, että koehenkilöiden kolmen eri mittauskerran tulokset olivat samansuuntaisia ja tämä kertoo testin toistettavuudesta ja näin ollen myös luotettavuudesta. Tässä tutkimuksessa aineisto kuitenkin oli pieni, jonka vuoksi tutkimustulokset ovat ainoastaan suuntaa antavia.

Tätä tutkimusta varten kehitetyn dynaamisen, vielä ideointivaiheessa olevan tasapainomittarin käyttöönotto Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikalla vaatisi sen edelleen kehittämistä. Lisäksi käyttöönotto vaatisi tutkimustuloksia isommalla tutkimusryhmällä. Mittaustulosten arvioinnin kannalta tulisi määrittää painotukset nopeuden ja matkan arvostukselle sekä sille, miten pallojen etäisyydet ja korkeudet pitäisi suhteuttaa mitattavaan henkilöön. Periaatetta voitaisiin soveltaa myös fysioterapiassa tehtäviin toimintakykymittauksiin siten, että ei mitata pelkkää hyväksytyjen toistojen määrää, vaan myös sitä, kuinka hallitusti testiliike tehdään.

## LÄHTEET

- Alaranta, Hannu & Pohjolainen, Timo & Salminen, Jouko & Viikari- Juntura, Eira (toim.) 2003. Fysiatría 3. uudistettu painos. Duodecim,
- Alkula, Tapani & Pöntinen, Seppo & Ylöstalo, Pekka 2002. Sosiaalitutkimuksen kvantitatiiviset menetelmät. WSOY, Juva.
- Cassidy, J David & Emery, Carolyn A & Klassen, Terry P & Rosychuk, Rhonda J & Rowe, Brian H 2005. Development of Clinical Static and Dynamic Standing Balance Measurement Tool Appropriate for Use in Adolescents. *Physical Therapy* 85 (6), 502-512.
- Curb, J. David & Ceria- Ulep, Clementina D. & Rodriguez, Beatriz L & Grove, John & Guralnik, Jack & Willcox, Brad J. & Donlon, Tim A. & Masaki, Kamal H. & Chen, Randi 2006. Performance- Based Measures of Physical Function for High- Function Populations. *The American Geriatrics Society* 54 (5), 737- 742.
- Desai, Ankur & Goodman, Valerie & Kapadia, Naaz & Shay, Barbara L. & Szturm, Tony 2010. Relationship Between Dynamic Balance Measures and Functional Performance in Community- Dwelling Elderly People. *Physical Therapy* 90 (5), 748-760.
- Geldhof, Elisabeth & Cardon, Greet & Bourdeaudhuij, Ilse De & Danneels, Lieven & Coorevits, Pascal & Vanderstraeten, Guy & Clercq, Dirk De 2006. Static and Dynamic Standing Balance: Test- Retest Reliability and Reference Values in 9 to 10 Year old Children. *European Journal of Pediatrics*. 779- 786.
- Goodbalance, 2003. Metitur Oy. Jyväskylä.
- Haugh, Egil & Sand, Olav & Sjaastad, Qysten V. & Toverud, Kari C 1999. Ihmisen fysiologia. WSOY, Porvoo.
- Hirsjärvi, Sirkka & Remes, Pirkko & Sajavaara, Paula 2000. Tutki ja kirjoita. Tammi, Helsinki.
- Horak, Fay B & Wristley, Diane M & Frank, James 2009. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Physical Therapy* 89 (5),

484-496.

Luoto, Satu & Riikonen, Kirsi & Siivola, Mervi 2009. Nivelreumaa sairastavien tasapaino on heikentynyt. *Fysioterapia* 56 (1). 4-7.

Metsämuuronen, Jari 2002. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. International Methelp Ky, Helsinki.

Pajala, Satu & Sihvonen, Sanna & Era, Pertti 2008. Asennonhallinta ja havaintomotorinen kyvykkyys. Teoksessa *Gerontologia*, 2. painos. Heikkinen, Eino (toim.) & Rantanen, Taina (toim.). Otavan Kirjapaino Oy, Keuruu. 136- 157.

Paltamaa, Jaana 2004. Tasapainon tutkiminen ja kliiniset tasapainotestit. *Fysioterapia* 51 (4), 10-14.

Peterka, Robert J. & Loughlin, Patrick J. 2004. Dynamic Regulation of Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology* (91), 410- 423.

Schmidt, Richard A. & Lee, Timothy D. 1999. *Motor control and learning: A Behavioral Emphasis*. Third Edition. Human Kinetics. United States of America.

Shumway-Cook, Anne & Woollacott, Marjorie 2001. *Motor Control: Theory and Practical Applications*. Second Edition. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore.

Sihvonen, Sanna 2004. Postural balance and aging- Cross-sectional Comparative Studies and a Balance Training Intervention. Department of Health Sciences, University of Jyväskylä.

Talvitie, Ulla & Karppi, Sirkka-Liisa & Mansikkamäki, Tarja 2006. *Fysioterapia*. Edita Prima Oy, Helsinki.

Uusitalo, Hannu 1991. *Tiede, tutkimus ja tutkielma: Johdatus tutkielman maailmaan*. WSOY.

Vilka, Hanna 2007. *Tutki ja mittaa*. Tammi, Jyväskylä.

**Julkaisemattomat lähteet:**

Era, Pertti 2010. Kuvaus staattisista tasapainotesteistä Metitur Goodbalance -mittauslaitteistolla. 20.5.

Liite 1.

**Kemi Tornion ammattikorkeakoulu**

**Terveysalan yksikkö**

**Fysioterapian ko.**

**Koehenkilöiden suostumuslomake**

**Tutkijoiden yhteystiedot:**

Marika Huhtala

Titta Nousiainen

0445240668, marika.huhtala@edu.tokem.fi

0442593147, titta.nousiainen@edu.tokem.fi

**Tutkimuksen tausta:**

Olemme kolmannen vuoden fysioterapiaopiskelijoita Kemi- Tornion ammattikorkeakoulusta. Teemme opinnäytetyönämme määrällistä tutkimusta yhteistyössä Oulun yliopistollisen sairaalan fysiatrian poliklinikan kanssa. Tutkimukseen liittyvät mittaukset suoritetaan huhti- toukokuun aikana, jonka jälkeen aineisto analysoidaan. Opinnäytetyön on määrä valmistua lokakuun alkuun mennessä.

**Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite:**

Opinnäytetyötutkimuksessamme tarkastelemme jo käytössä olevia Metitur Goodbalance-mittausjärjestelmällä tehtäviä staattisia tasapainotestejä (6kpl), sekä fysiatrian poliklinikalla kehiteltyä dynaamista tasapainotestiä. Tutkimme, millä tavalla staattisten ja dynaamisten tasapainotestien tulokset vastaavat toisiaan. Tarkoituksena on selvittää kehitellyn dynaamisen testin korrelaatiota staattiseen testiin ja tutkia olisiko mahdollista käyttää sitä staattisen testin rinnalla OYS: in potilasmittauksissa.



**Mittaaminen:**

Tutkimukseen liittyviä mittauskertoja on kolme, joiden lisäksi yksi harjoituskerta. Mittaukset pyritään suorittamaan viikon välein. Jokaisella mittauskerralla koehenkilöille tehdään yhteensä seitsemän erilaista tasapainotestiä. Mittaukset suorittaa Oulun yliopistollisessa sairaalassa liikuntafysiologi Vesa Laine.

**Tutkimusaineiston säilyttäminen:**

Koehenkilöiden tietoja käsitellään luottamuksellisesti eikä heidän henkilöllisyys tule missään vaiheessa esille. Opinnäytetyössä koehenkilöitä käsitellään ainoastaan numeroina (esim. koehklö1).

**Koehenkilön tiedot:****Sukupuoli:** \_\_\_\_\_**Ikä:** \_\_\_\_\_**Pituus:** \_\_\_\_\_**Paino:** \_\_\_\_\_**Sairaudet:** \_\_\_\_\_**Liikunta tausta viimeisimmän vuoden aikana (liikuntakerrat viikossa, kerran kesto):**

\_\_\_\_\_

**Koehenkilön suostumus:**

Olen perehtynyt tutkimuksen tarkoitukseen ja sisältöön. Suostun osallistumaan opinnäytetyötutkimukseen ja sallin tietojani käytettävän opinnäytetyön julkaisussa. En osallistu mittauksiin sairaana, huonovointisena tai muuten toipilaana. Voin halutessani peruuttaa tai keskeyttää osallistumiseni tai kieltäytyä mittauksista missä vaiheessa tahansa.

\_\_\_\_\_

Paikka

Koehenkilön allekirjoitus ja nimen selvennys

# Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu

## SOPIMUS

Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun xx toimiala ja alla mainittu toimeksiantaja sopivat tällä sopimuksella opiskelijatyönä tehtävän opinnäytetyön tekemisestä alla mainituin ehdoin

### TOIMEKSIANTAJATIEDOT

Toimeksiantajan nimi ja osoite: Oulun yliopistollinen Sairaala, Kajaanintie 50, 90029 Oys  
Yhdyshenkilö/työelämäohjaaja: Vesa Laine  
Yhdyshenkilön/työelämäohjaajan yhteystiedot: (08) 3155568

### OPPILAITOSTIEDOT

Oppilaitoksen nimi ja osoite: Kemi- Tornion amk, Meripuistokatu 26  
Opinnäytetyön tekijä(t) ja yhteystiedot: Marika Huhtala, 0445240668 & Titta Nousiainen 0442593147  
Opinnäytetyön ohjaava(t) opettaja(t) ja yhteystiedot: Heikki Alatalo & Seppo Kilpiäinen

### OPISKELIJATYÖNÄ TEHTÄVÄN OPINNÄYTETYÖN TIEDOT

Opinnäytetyön nimi/aihe: Dynaamisen ja staattisten tasapainotestien vastaavuus  
Työn aikataulu: Maaliskuu- lokakuu 2010 hyvän tasapainon omaavalla tutkimusryhmällä  
Opinnäytetyöstä aiheutuvista kustannuksista vastaa:

Työn tulosten tekijänoikeuksista ja hyödyntämisestä sovitaan seuraavaa: 1 kpl:een kopiointikulut/ Oys.  
Tulosten salassapidosta sovitaan seuraavaa: Opetuskäyttöön Muut kopiointikustannukset tekijöillä  
Työn ohjaajina toimivat:

### TOIMEKSIANTAJAN OPINNÄYTETYÖSTÄ MAHDOLLISESTI MAKSAMA KORVAUS

Korvaussumma:

Korvauksen saaja:

Korvauksen maksun ajankohta:

Jos tähän sopimukseen tulee muutoksia, on se jokaisen osapuolen uudelleen hyväksyttävä ja allekirjoitettava.

Tämä sopimus on tehty 2 kappaleena, yksi jokaiselle sopijaosapuolelle.

Paikka: Jyväskylä

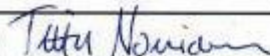
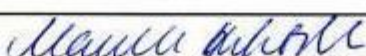
Aika: 3.9.2010





AMK:n edustaja

Toimeksiantajan edustaja

Opiskelija  Opiskelija 

Liite. Opinnäytetyön tutkimussuunnitelma