

TASAPAINOMITTAUSTEN RELIABILITEETTI JA
TASAPAINOEROT
URHEILIJOIDEN JA EI-URHEILIJOIDEN VÄLILLÄ

Juha Paksuniemi
Minna Saira
Jyväskylän yliopisto
Terveystieteen laitos
Pro gradu -tutkielma
Syksy 2004

Tiivistelmä

Paksuniemi Juha, Saira Minna: Tasapainomittausten reliabiliteetti ja tasapainoerot urheilijoiden ja ei-urheilijoiden välillä.

Jyväskylän Yliopisto, Terveystieteiden laitos, syksy 2004

Fysioterapian Pro gradu -tutkielma, 26 sivua, 2 liitettä

Ohjaajat: LitT, professori Ari Heinonen (JYU), THM, (ft) Kaisu Mononen (KiHu)

Tarkoitus: Kiinnostus tasapainoharjoittelua ja tasapainon arviointia kohtaan on lisääntynyt. Asennon hallinnan mekanismin ymmärtäminen lisää tietoa yleisesti asennon hallintaa säätelevän järjestelmän toiminnasta. Käytettävien mittareiden reliabiliteetin selvittäminen on tärkeää, jotta tuloksista voidaan tehdä oikeanlaisia johtopäätöksiä. Lisäksi on tärkeää selvittää kyseisen mittarin sopivuus tietyille kohderyhmälle. Erityisesti ikääntyneiden tasapainoharjoittelun vaikutuksia on tutkittu viime aikoina runsaasti, sen sijaan urheilijoiden tasapaino-ominaisuuksia on tutkittu huomattavasti vähemmän. Raportoiduissa tutkimuksissa urheilijoiden tasapaino-ominaisuuksia on yleisesti pidetty parempina kuin harjoittelemattomien verrokkien. Pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli selvittää Metitur Oy:n Good Balance -laitteella ja NeuroCom:n Smart EquiTest® -laitteella mitattujen staattisten ja dynaamisten tasapainomuuttujien toistettavuutta ja sitä, erottelevatko nämä muuttujat urheilijoita ja ei-urheilijoita toisistaan.

Menetelmät: Tutkimusasetelma oli poikkileikkausasetelma. Koehenkilöt (n=50) mitattiin ensin yhden kerran, jonka jälkeen 23 heistä kutsuttiin uusintamittaukseen keskimäärin 12 vuorokauden kuluttua. Tutkittavat olivat iältään 19-30 -vuotiaita miehiä ja naisia, ja he osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti. Urheilijoiden ryhmään valittiin henkilöitä, jotka olivat joko kilpaurheilijoita (n=26) ja kilpailivat säännöllisesti eri sarjatasoilla tai kuntourheilijoita (n=14), jotka harrastivat säännöllistä liikuntaa. Ei-urheilijat (n=10) olivat terveitä nuoria aikuisia, joilla ei ollut mitään tasapainoon vaikuttavaa sairautta tai lääkitystä, he eivät myöskään harrastaneet säännöllistä liikuntaa. Mittaukset tehtiin Good Balance -laitteella silmät auki ja silmät kiinni. Smart EquiTest® -laitteistolla mitattiin kuudesta erilaisesta mittauksesta koostuva Sensory Organization Test (SOT). Toistettavuutta arvioitiin kolmella eri analyysimenetelmällä, CVrms -arvon avulla, Intraclass Correlation Coefficient -menetelmällä (ICC) ja Bland & Altmanin -menetelmällä lasketun Limits of Agreementin (LOA) avulla. Ryhmien välisessä vertailussa tilastollisena menetelmänä käytettiin yksisuuntaista varianssianalyysia (ANOVA).

Tulokset ja johtopäätökset: Tulosten perusteella mittausten toistettavuus oli vaihtelevaa. Reliabiliteettia kuvaavaa CVrms -arvoa voidaan pitää hyvänä EquiTest -laitteella mitattujen Equilibrium Score 1-3 ja Composite Score arvojen kohdalla (1,4-4,1). ICC -kerroin vaihteli heikosta kohtalaiseen ja hyvään, Good Balance -laitteella välillä 0.17-0.73 ja EquiTest -laitteella välillä -0,02-0,46. LOA -arvoja voidaan pitää kohtuullisina tai hyvinä muiden muuttujien paitsi Equilibrium Score 4-6 kohdalla. Tulosten perusteella Good Balance -laitteella mitatut x ja y -nopeudet silmät kiinni, olivat urheilijoilla tilastollisesti merkitsevästi suurempia ei-urheilijoihin verrattuna. Muutoin ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Johtopäätöksenä todettiin, ettei urheilijoiden ja ei-urheilijoiden välillä ole tilastollisesti merkitseviä eroja tasapaino-ominaisuuksissa kyseisillä mittareilla mitattuna ja mittausten toistettavuus vaihteli heikosta hyvään.

Asiasanat: tasapaino, urheilijat, ei-urheilijat, toistettavuus, kehon huojunta

Abstract

Paksuniemi Juha, Saira Minna: Test-retest reliability and comparison of balance qualities between athletes and non-athletes

University of Jyväskylä, Department of Health Sciences, autumn 2004

Master's Thesis in physiotherapy, 26 pages, 2 appendixes

Instructors: Ph.D., professor Ari Heinonen (JYU), M.Sc., (PT) Kaisu Mononen (KiHu)

Purpose: Recently, growing interest towards assessment of balance and balance-training has been noticed, partly because increasing information of the mechanism behind the postural control may improve understanding of postural control regulation. This understanding, in addition to highly reproducible measurement, will produce precise knowledge and, thus lead to a correct conclusions. Moreover it is important to examine, whether balance -measurement is feasible for aimed population. In previous studies, especially frequently examined population is the elderly people, in contrast to athletes, whose balance has been regarded better compared to non-athletes. The main objective of this study was to examine the reliability of static and dynamic balance of Metitur Oy Good Balance -device and NeuroCom Smart EquiTest® -device and also to explore, whether sensibility of these equipment is capable of distinguish athletes and non-athletes.

Methods: In this cross sectional, fifty volunteer subjects, aged between 19-30, were measured once, and 23 of them twice within 12 days. To the group of athletes were chosen people who compete regular in some sportlevel (n=26) or people who were interested in sports regular (n=14). Non-athletes (n=10) were healthy young adults who did not have any illness or medicine which have an effect on balance. They also were not interested in sports regular. Measurements were done by Metitur Oy Good Balance -device eyes open and eyes closed. Sensory Organization Test (SOT) consisting of six different measurement was made by NeuroCom Smart EquiTest® -device. Reliability was evaluate with three different methods, with CVrms -value, with Intraclass Correlation Coefficient -method (ICC) and with Bland & Altman -method was calculated the Limits of Agreement (LOA). Groups were compared with each other with one way analyses of variances (ANOVA).

Results and conclusions: Based on results the reliability of measurements was varying. CVrms -values which define reliability was good measured by EquiTest -device. In Equilibrium Score 1-3 and Composite Score -values range was 1,4-4,1. The ICC -coefficient varied from poor to moderate and good. With Good Balance -device range was 0,17-0,73 and with EquiTest -device -0,02-0,46. According to the LOA values reliability was from moderate to good except variables Equilibrium Score 4-6. According to results x-y velocities measured by eyes closed with Good Balance -device was significantly bigger among athletes than non-athletes. Otherwise there was no statistical difference between groups. In conclusion there were no statistical difference in balance qualities between athletes and non-athletes measured devices in question and measurements reliability varied from poor to good.

Key words: balance, athletes, non-athletes, reliability, body sway

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	1
2 TASAPAINO JA ASENNON HALLINTA	2
3 TASAPAINON ARVIOINTI.....	4
3.1 TASAPAINON ARVIOINTIIN KÄYTETYT MITTARIT	4
3.2 TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT MITTARIT	5
3.2.1 Metitur Oy:n Good Balance -laite.....	5
3.2.2 NeuroCom:n Smart EquiTest® -laite	6
3.3 TASAPAINOMITTAUSTEN RELIABILITEETTI	7
4 URHEILIJOIDEN JA EI-URHEILIJOIDEN TASAPAINO-OMINAISUUKSIEN EROT	8
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	10
6 TUTKIMUSASETELMA JA -MENETELMÄT.....	10
6.1 TUTKIMUKSEN KOEHENKILÖT	11
6.2 TUTKIMUSPROTOKOLLA.....	11
6.3 MITTAUSMENETELMÄT	12
6.3.1 Staattinen tasapainomittaus Metitur Oy:n Good Balance -laitteella	13
6.3.2 NeuroCom:n Smart EquiTest® -laite: Sensory Organization Test (SOT)	13
7 TILASTOMENETELMÄT	14
8 TULOKSET	16
8.1 TOISTETTAVUUS.....	16
8.2 RYHMIEN VÄLISET TASAPAINOEROT	17
9 POHDINTA	19
10 JOHTOPÄÄTÖKSET	21
LOPPUSANAT.....	22
LÄHTEET.....	23

LIITTEET

Liite 1 Taustatietolomake

Liite 2 Taustatietolomake (Toinen testauskerta)

1 JOHDANTO

Kiinnostus tasapainoharjoittelua ja tasapainon arviointia kohtaan on lisääntynyt. Syynä tähän on varmasti ollut väestön ikärakenteen mukanaan tuoma kaatumistapaturmien ennaltaehkäisyn lisääntynyt tarve, mutta myös tasapainoa mittaavien laitteiden kehittyminen. Tasapaino on ominaisuus, jota vaaditaan jokapäiväisestä elämästä aina huippu-urheiluun saakka. Tiedon lisääntyminen tasapainon harjoitettavuudesta, siihen vaikuttavista tekijöistä ja arvioimisesta on hyödyksi niin kliinisessä työssä kuin tutkimuksessakin.

Eryteisesti ikääntyneiden tasapainoharjoittelun vaikutuksia on tutkittu viime aikoina runsaasti. Harjoittelututkimuksien avulla on yritetty selvittää, minkälaisilla harjoitteluohjelmilla tasapainoa voisi parantaa ja miten vaikutuksia tulisi mitata. Sen sijaan urheilijoiden tasapaino-ominaisuuksia on tutkittu vähemmän. Tutkimuksissa on raportoitu, että säännöllinen harjoittelu ennustaa tasapainon paranemista (Golomer et al. 1999, Tsang et al. 2004).

Tasapaino on taito, joka vaatii spesifiä harjoittelua ja oppimista pysyäkseen riittävällä tasolla. Kaikkia harjoittelun vaikutusmekanismeja tasapainon edistäjänä ei vielä tunneta ja tällä hetkellä kiinnostuksen kohteena on mm., minkälainen harjoittelu on optimaalista tasapainon parantamiseksi, sekä miten ikääntyneiden kaatumisriskiä voitaisiin vähentää (Campbell et al. 1999, Timonen et al. 2002). Ymmärtämällä asennon hallinnan mekanismin kehittyminen esimerkiksi urheilijoilla, saadaan lisää tietoa myös yleisesti asennon hallintaa säätelevän järjestelmän toiminnasta.

Tasapainon mittaamiseen on olemassa useita erilaisia mittareita kuten esimerkiksi kehon huojuntaa mittaavat laitteet, liikeanalyysi laitteet ja toiminnalliset testit. Erilaisten tasapainotestien ja -mittareiden joukosta on valittava tarkoitukseen parhaiten sopiva. Riittävän tarkka mittari antaa luotettavaa tietoa tasapainon muutoksesta ja sen avulla voidaan esimerkiksi selvittää tasapainohäiriön taustalla olevia tekijöitä. Mittareiden reliabiliteetti vaihtelee riippuen käytettävästä menetelmästä ja siitä ketä mitataan (Kejonen 2002).

Pro gradu -tutkielmamme tarkoitus oli selvittää Good Balance -laitteella (Metitur Oy, Jyväskylä) ja Smart EquiTest® -laitteella (NeuroCom® International Inc., Clackamas, OR, USA) tehtyjen mittausten reliabiliteettia, sekä erottelevatko näillä laitteilla mitatut tasapainomuuttajat kilpaurheilijoita, kuntourheilijoita ja ei-urheilijoita toisistaan. Tasapainon mittaamiseen käytettyjen testien ja mittareiden toistettavuuden tunteminen on tärkeää tutkimustyössä, sekä harjoittelun seurannassa ja ohjelmoinnissa. Erilaisten tasapainohäiriöiden tunnistaminen ja tasapainoltaan poikkeavien yksilöiden valikoituminen edellyttää käytetyiltä tasapainomuuttujilta riittävää erottelukykyä.

2 TASAPAINO JA ASENNON HALLINTA

Käsitteitä tasapaino ja asennon hallinta käytetään varsin kirjavasti. Niitä voidaan käyttää toistensa synonyymeina, mutta toisaalta tasapaino voidaan nähdä yläkäsitteenä, jonka säilyttäminen edellyttää asennon hallintaa. Tutkimuksissa käytetty terminologia riippuu myös siitä, mistä näkökulmasta tutkittavaa ilmiötä on lähestytty (Kejonen 2002). Termejä kuten asennon hallinta ja tasapainon hallinta käytetään yhtäläisesti kuvaamaan toimintaa, jonka tarkoituksena on palauttaa tai pitää keho lähellä tasapaino pistettä (Karlsson & Frykberg 2000).

Perinteisesti tasapaino on jaoteltu staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. Staattisessa tasapainossa tukipinta (Base of support, BOS) on paikallaan ja vain kehon massakeskipiste (Center of mass, COM) liikkuu ja dynaamisessa tasapainossa sekä tukipinta että massakeskipiste liikkuvat. Staattiselle ja dynaamiselle tasapainolle ei ole omia säätelyjärjestelmiä, vaan asennon ylläpito tapahtuu lähes kokonaan samoja aistitiedon lähteitä hyödyntäen. (Spiriduso 1995, Era 1997, Woollacott & Tang 1997.)

Asennon hallinta on monimutkainen säätelyjärjestelmä, joka edellyttää sensorisen järjestelmän, luurankoli hasten ja keskushermoston koordinaatiota (Kejonen 2002). Sensoriseen järjestelmään kuuluvat visuaalinen, vestibulaarinen ja somatosensorinen järjestelmä. Visuaalinen järjestelmä tuo tietoa kehon sijainnista

tilassa ja ympäristön esteistä sekä lisäksi se kompensoi muiden elinjärjestelmien puutteellista ja epätarkoituksenmukaista informaatiota. Sisäkorvan tasapainoelin (vestibulaarijärjestelmä) tuo informaatiota erityisesti pään asennosta ja sen muutoksista suhteessa painovoimaan. Vestibulaarijärjestelmä on keskeisessä roolissa asennon hallinnan kannalta, koska se pystyy tuottamaan visuaalisista vihjeistä riippumatonta informaatiota. Somatosensorisen järjestelmän kautta saamme tietoa iho-, lihas- ja nivelreseptoreista. Myös liikkeiden kontrollointi on riippuvainen kyseisestä järjestelmästä. (Spirduso 1995, Shumway-Cook & Woollacott 2001, Pajala ym. 2003.) Lihaksisto tuottaa korjaukset ja stabiloinnin asennon ylläpitämiseksi ja keskushermoston toiminta yhdistää aistitiedot ja lihasten aktivoinnin. Asennon hallinta tapahtuu sekä ennakoivien että palautetta antavien järjestelmien kautta, hermostollisen ohjauksen tuottaessa kuhunkin tilanteeseen tarkoituksenmukaisimman motorisen vasteen. (Era 1997, Shumway-Cook & Woollacott 2001, Pajala ym. 2003.)

Tukipinnalla (Base of support, BOS) tarkoitetaan aluetta, jonka kautta keho on kosketuksessa alustaan. Massakeskipiste (Center of mass, COM) kuvaa massan keskimääräistä sijaintia ja se on toiselta nimeltään painopiste (Center of gravity, COG), sillä myös painovoima vaikuttaa yksilöön tämän pisteen kautta. Paineakeskipiste (Center of pressure, COP) on tukipinnalla liikkuva piste, jonka kautta alustaan kohdistuvat tukivoimat (ground reaction forces) vaikuttavat yksilöön. Yleinen väärinkäsitys on, että paineakeskipiste on vastaava massakeskipisteen kanssa. Voimalevyllä mitataan yleensä paineakeskipisteen liikettä alustalla. (Maki & McIlroy 1996.)

Pystyasennon ylläpidolla tarkoitetaan kykyä säilyttää kehon asento ja erityisesti pitää kehon massakeskipiste tiettyjen stabiiliusrajojen sisällä. Seistessä tapahtuva huojunta on tapahtunut stabiiliusrajojen sisällä silloin, kun pystytään ylläpitämään asento tukipintaa muuttamatta. Silloinkin kun nuori ja terve ihminen yrittää seistä hiljaa paikoillaan, paineakeskipiste hänen jalkojensa alla liikkuu koko ajan. (Collins et al. 1992, Spirduso 1995, Shumway-Cook & Woollacott 2001.) Winterin (1990) mukaan paineakeskipisteen liike alustalla on neuromuskulaarinen vaste massakeskipisteen liikkeelle. Paineakeskipisteen tulee liikkua koko ajan, jotta

massakeskipiste pysyy tukipinnalla ja ihminen ei menetä tasapainoaan. (Winter 1990.)

3 TASAPAINON ARVIOINTI

Tasapaino on monimutkainen järjestelmä ja siksi sen arviointi tarkasti on vaikeaa. Sekä tehtävä että ympäristö vaikuttavat siihen, miten asennon hallinta toteutuu ja miten tasapainoisen asennon säilyttäminen onnistuu. (Huxham et al. 2001.) Toiminnalliset tasapainotestit ovat helppoja suorittaa ja sopivat näin ollen hyvin päivittäiseen kliiniseen käyttöön. Toiminnallisia testejä suurempaan tarkkuuteen tasapainon arvioinnissa päästään käyttämällä laboratorio-oloihin kehitettyjä teknisiä tasapainomittareita, kuten erilaisia voimalevyjä. (Kejonen 2002, Kejonen & Kauranen 2002.)

3.1 TASAPAINON ARVIOINTIIN KÄYTETYT MITTARIT

Tasapainotestejä ja -mittareita on olemassa monia erilaisia. Oikean mittausmenetelmän valinta riippuu tavoitteista ja päämääristä, joihin pyritään. Karkeasti ottaen tasapainomittarit voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään. Yhden ryhmän muodostavat kinemaattiset tasapainomittarit, joissa on kiinnostuttu enemmän liikkeestä itsestään kuin siihen vaikuttavista voimista, esimerkkinä liikeanalyysit (Winter 1990). Toisen ryhmän muodostavat kineettiset tasapainomittarit, esimerkkinä erilaiset voimalevyt, joissa tarkastellaan voimia ja niiden liikettä asennon hallinnan tai tietyn liikkeen aikana. Kolmannen ryhmän muodostavat mittarit, joilla tarkastellaan biosähköisiä muutoksia luurankolihasien lihasaktiivisuudessa, esimerkkinä EMG. (Medved 2001.)

3.2 TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT MITTARIT

3.2.1 Metitur Oy:n Good Balance -laite

Good Balance -järjestelmä koostuu tasasivuisen kolmion muotoisen voimalevyn lisäksi voimavahvistimesta, vahvistimelta tulevat jännitesignaalit numeeriseen muotoon muuttavasta analogia/digitaalimuuntimesta ja mikrotietokoneesta mahdollisine tulostuslaitteineen. Järjestelmän tietokoneohjelmisto toimii Microsoft Windows käyttöjärjestelmässä. Tasapainon mittausta perustuu seisoma-alustaan kohdistuvien pystysuuntaisten voimien mittaamiseen ja analysointiin. Näitä voimia mitataan voimalevyn kuhunkin kärkeen sijoitetun anturin avulla. Jokaiselta kolmelta kanavalta saatava voimasignaali muutetaan numeeriseen muotoon 50 Hz taajuudella ja siirretään sarjaväylän kautta ensin tietokoneen keskusmuistiin ja mittauksen loputtua kiintolevyille. Otantataajuudeksi voidaan tarvittaessa valita myös 100 tai 150 Hz. (Metitur Oy 2003.)



KUVA 1. Good Balance -laite

3.2.2 NeuroCom:n Smart EquiTest® -laite

EquiTest -järjestelmä koostuu mekaanisista ja elektronisista komponenteista eli laitteiston alustasta, visuaalisesta ympäristöstä ja tietokoneesta oheislaitteineen. Alustaan kuuluvat kaksiosainen voimalevy (dual forceplate), voima-anturit ja niiden vahvistimet, sekä servomoottorit. Servomoottorit saavat aikaan voimalevyn ja laitteen seinien liikkeen, ja tietokoneen näytöltä voidaan tarkkailla testien suorittamista sekä nähdään testin tulokset. EquiTest -laitteen toiminnassa kaksiosainen voimalevy (dual forceplate) ja tietokone ovat tärkeimmät komponentit. Kooltaan 23 x 46 senttimetrin kaksiosainen voimalevy sijaitsee alustalla ja tutkittavan seistessä sen päällä anturit lähettävät tietoa levyn vaikuttavista voimista tietokoneelle nopeudella sata kertaa sekunnissa. Tietokone analysoi voimalevyiltä saamansa tiedon ja tuottaa raportin. Voimalevyn alla on neljä voima-anturia, kaksi kummankin levyn alla ja viides anturi on voimalevyjä yhdistävän liitoksen alapuolella. Voimalevyn liikkeitä kuvaillaan termein x ja y. Liikkeet eteen taakse -suunnassa mitataan y-akselilla ja sivusuuntainen liike mitataan x-akselilla. Kaksiosainen voimalevy voi kiertyä x-akselilla ja liikkua lyhyen matkan y-akselilla lattian suuntaisesti. Voimalevyn alla olevat anturit mittaavat vertikaalisia ja horisontaalisia voimia, jotka välittyvät tutkittavan jaloista alustaan. (NeuroCom® International Inc. 2002a.)



KUVA 2. EquiTest -laite

3.3 TASAPAINOMITTAUSTEN RELIABILITEETTI

Tasapainomittausten reliabiliteettia on tutkittu useiden erilaisten tasapainoa mittaavien laitteiden ja testien osalta (Ford-Smith et al. 1995, Hill et al. 1996, Birmingham 2000, Kejonen 2002, Rogind et al. 2003).

Voimalevymittausten reliabiliteetin osalta aikaisemmista tutkimuksista saadut tulokset ovat ristiriitaisia. Benvenuti et al. (1999) päätyivät tulokseen, jossa reliabiliteetin todettiin olevan kehon huojunnan ja asennon mittaamisen suhteen korkea. He käyttivät tutkimuksessaan voimalevymittauksen ohella 3D liikeanalyysia. Goldie et al. (1989) raportoivat terveillä aikuisilla heikosta toistettavuudesta ja Brouwer et al. (1998) totesivat reliabiliteetin vaihtelevan heikosta kohtalaiseen mitattuaan voimalevyllä terveitä nuoria aikuisia. Sihvosen & Eran (1999) tutkimuksessa havaittiin, että reliabiliteetti oli Good Balance -laitteella parempi normaalissa seisoma-asennossa mitattuna kuin tandemseisonnassa. Myös silmät auki mitatut tulokset olivat silmät kiinni mitattuja toistettavampia. Le Clair & Riach (1996) raportoivat, että kestoltaan 20 sekuntia ja 30 sekuntia kestävässä mittauksissa saavutetaan paras reliabiliteetti kahden eri mittauskerran välillä. (Goldie et al. 1989, Le Clair & Riach 1996, Brouwer et al. 1998, Benvenuti et al. 1999, Sihvonen & Era 1999.)

Sensory Organization Test:n (SOT) reliabiliteettia ovat tarkastelleet Sharpe & Bamford (1992). Tutkijat pitivät testiä toistettavana, eikä oppimisvaikutusta kahden mittauskerran aikana tullut esille. Ford-Smith et al. (1995) sen sijaan raportoivat reliabiliteetin olevan kohtuullisen ja hyvän välillä riippuen siitä, mikä SOT -testin mittaus oli kyseessä. Tulos heikkeni käytettäessä vain ensimmäistä mittausta kolmen mittauksen keskiarvon sijasta. Kahdella eri laitteella tehtyjen mittausten yhtäpitävyyttä selvittivät Hu et al. (2001). He mittasivat SOT protokollan kahdella eri vuosina valmistetulla laitteella ja raportoivat laitteiden välisen yhtäpitävyyden olevan hyvä. (Sharpe & Bamford 1992, Ford-Smith et al. 1995, Hu et al. 2001.)

4 URHEILIJOIDEN JA EI-URHEILIJOIDEN TASAPAINO-OMINAISUUKSIEN EROT

Tutkimuksia, joissa urheilijoiden tasapaino-ominaisuuksia ja asennon hallintaa on verrattu ei-urheilijoiden vastaaviin ominaisuuksiin, on tehty vähän. Eniten tutkimustietoa löytyy erityistä tarkkuutta vaativien lajien osalta mm. ammunta, tanssieurheilu, voimistelu ja kamppailulajit. Suurin osa tutkimusten tasapainomittauksista on tehty voimalevytekniikkaa hyödyntävillä laitteilla. Urheilijoiden tasapaino-ominaisuudet ja asennon hallinta on todettu useissa tutkimuksissa paremmaksi kuin ei-urheilijoilla, riippumatta siitä mitä lajia urheilijat harrastavat ja lisäksi korkeamman tason urheilijoiden tasapaino-ominaisuudet on raportoitu paremmiksi kuin alemman tason urheilijoiden. (Aalto ym. 1990, Vitte et al. 1992, Era ym. 1996a, Perrot et al. 1998, Golomer et al. 1999, Hugel et al. 1999, Golomer & Dupui. 2000, Paillard et al. 2002, Vuillerme et al. 2004.)

Ampujien tasapainoa ja asennon hallintaa tutkittaessa on havaittu, että harjoittelulla on vaikutusta tasapainoon ja asennon hallintaan kivääri- ja pistooliammunnassa (Aalto ym. 1990). Koeryhmään kuului olympiatason urheilijoita ja verrokkeina oli puolustusvoimien henkilöstöä. Tasapainomittaukset tehtiin voimalevyllä ja mittausten perusteella huojunnan nopeus oli urheilijoilla tilastollisesti merkitsevästi pienempää kuin verrokeilla. Myös Era ym. (1996a) päätyivät samansuuntaisiin tuloksiin tutkimuksessa, jossa verrattiin kansallisen huipputason ampujien ja amatööriampujien asennon hallintaa tähtäyksen aikana Good Balance -laitteella. Tuloksista kävi ilmi, että huipputason ampujien asento oli stabiilein ja aloittelijoiden huojunnan nopeus oli suurinta. (Aalto ym. 1990, Era ym. 1996a.)

Tanssijoilla tasapaino-ominaisuuksia ja asennon hallintaa on tutkittu useissa tutkimuksissa vertailemalla ammattitanssijoiden ja verrokkien edellä mainittuja ominaisuuksia keskenään. Tutkimustulosten perusteella voidaan päätellä tanssijoiden tasapaino-ominaisuuksien ja asennon hallinnan olevan parempia kuin verrokkien, jotka eivät harrasta tanssimista. Erot syntyivät silmät auki dynaamisissa olosuhteissa tehdyissä tasapainomittauksissa, joissa huojuntaa oli mitattu vapaasti liikkuvalla tasapainolaudalla. Tanssijat olivat vähemmän riippuvaisia visuaalisesta informaatiosta kuin verrokkit. (Golomer et al. 1999, Hugel et al. 1999, Golomer & Dupui 2000.)

Kamppailulajien harrastajien osalta löytyy myös tutkittua tietoa siitä, miten eri tasoilla urheilijoilla tasapaino-ominaisuudet ja asennon hallinta eroavat. Paillard et al. (2002) vertailivat eri tasoilla kilpailevien judokien staattista tasapainoa voimalevyllä silmät auki ja kiinni. Tasapainomuuttujien suhteen eri tasoisten urheilijoiden välillä eroja löytyi silmät auki tehdyissä mittauksissa, mutta silmät kiinni tehdyissä mittauksissa ei ryhmien välillä ollut eroja. Perrot et al. (1998) vertailivat tutkimuksessaan judoa kilpailumielessä harrastavia ja muita urheilulajeja harrastavia toisiinsa. Tutkimuksessa havaittiin, että judokat pystyivät palauttamaan tasapainonsa nopeammin verrokkeihin nähden, kun tasapainoa horjutettiin. (Perrot et al. 1998, Paillard et al. 2002.)

Vuillerme & Nougier (2004) tutkivat kehon huojunnan määrää voimalevyllä voimistelijoiden ja muiden urheilijoiden välillä kolmessa erilaisessa seisoma-asennossa. Voimistelijat olivat yli kymmenen vuotta kilpailleita miehiä ja verrokkiryhmä koostui käsi- ja jalkapalloilijoista. Tutkittavat seisoivat silmät auki 20 sekunnin ajan mahdollisimman liikkumatta ja vaikeusaste lisääntyi jokaisessa suorituksessa. Lisäksi mitattiin reaktioaika äänimerkkiin mittauksen aikana. Tulosten perusteella huojunnan määrä lisääntyi kummassakin ryhmässä vaikeusasteen lisääntyessä. Kuitenkin yhden jalan seisonnassa huojunnan lisääntyminen oli voimistelijoiden osalta vähäisempää. Tutkijat päättelivät tämän johtuvan siitä, että voimistelijat harjoittelevat yhden jalan seisontaa toisin kuin verrokkit. (Vuillerme & Nougier 2004.)

Yhteenvetona aikaisempien tutkimusten perusteella urheilijoiden tasapaino-ominaisuudet ja asennon hallinta ovat parempia verrattuna ei-urheilijoiden verrokkien vastaaviin ominaisuuksiin. Tutkimuksissa on kuitenkin käytetty kirjavasti erilaisia tasapainomittareita ja tasapainomuuttujia, eikä ero urheilijoiden ja ei-urheilijoiden välillä ole täysin yksiselitteinen.

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Good Balance -laitteen ja EquiTest -laitteen reliabiliteettia mitattujen muuttujien osalta. Tarkoituksena oli myös tutkia eroja urheilijoiden ja ei-urheilijoiden tasapaino-ominaisuuksien välillä kyseisillä tasapainomittareilla mitattuna. Näin muotoutuivat seuraavat tutkimusongelmat:

1. Ovatko tutkimuksessa mitattavat staattiset ja dynaamiset tasapainomuuttujat toistettavia?
2. Erottelevatko tutkimuksessa mitattavat staattiset ja dynaamiset tasapainomuuttujat urheilijoita ja ei-urheilijoita?

6 TUTKIMUSASETELMA JA -MENETELMÄT

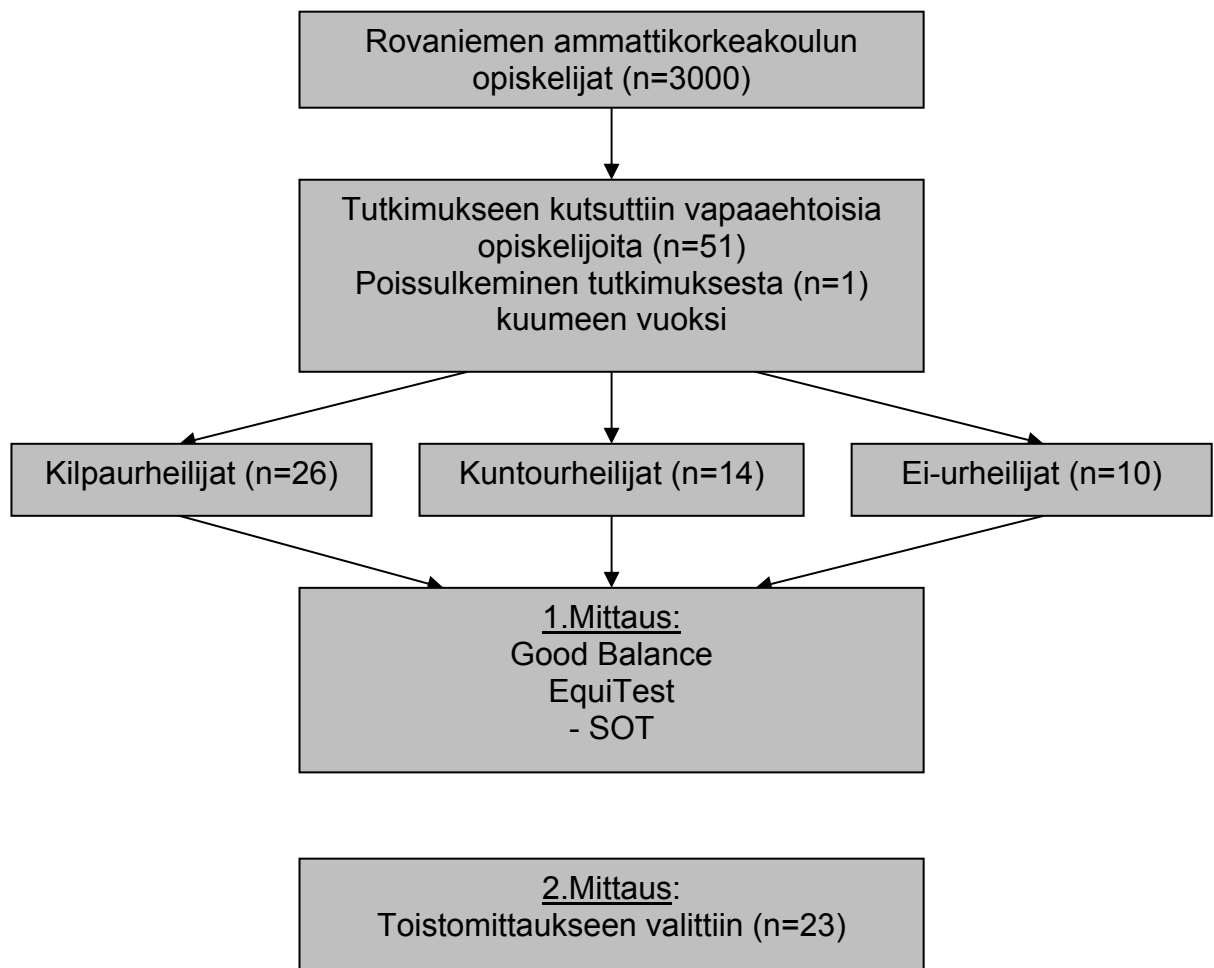
Tutkimus oli poikkileikkaustutkimus ja osa suurempaa tutkimusprojektia, joka toteutettiin Rovaniemen ammattikorkeakoulun, Kilpa- ja Huippu-urheilun tutkimuskeskuksen (KiHu:n) ja Jyväskylän yliopiston yhteistyönä. Mittaukset suoritettiin Rovaniemen ammattikorkeakoulun Lihashallintastudiossa 17.9.2003 alkaen. Mittauksiin osallistui urheilijoita ja ei-urheilijoita, joiden staattista ja dynaamista tasapainoa mitattiin. Staattista tasapainoa mitattiin Good Balance -laitteella sekä EquiTest -laitteella tehtiin Sensory Organization Test (SOT). Molemmilla laitteilla tehdyistä mittauksista käytettiin tulosten analysoinnissa jokaisen koehenkilön ensimmäistä mittaustulosta. Tulosten analysoinnissa käytettiin mittausten absoluuttiarvoja lukuun ottamatta vauhtimomenttia, josta laskettiin jokaiselle koehenkilölle pituudella skaalatut arvot (huojuntamuuttuja / koehenkilön pituus (cm) x 180 cm) (Era et al. 1996b).

6.1 TUTKIMUKSEN KOEHENKILÖT

Tutkittavat olivat iältään 19–30 -vuotiaita miehiä ja naisia, jotka opiskelivat Rovaniemen ammattikorkeakoulussa ja he osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti. Urheilijoiden ryhmään valittiin henkilöitä, jotka olivat joko kilpaurheilijoita (n=26) ja kilpailivat säännöllisesti eri sarjatasoilla tai kuntourheilijoita (n=14), jotka harrastivat säännöllistä liikuntaa. Ei-urheilijat (n=10) olivat terveitä nuoria aikuisia, joilla ei ollut mitään tasapainoon vaikuttavaa sairautta tai lääkitystä, he eivät myöskään harrastaneet säännöllistä liikuntaa. Koehenkilöiden taustamuuttujat on esitetty taulukossa 1. Tässä tutkimuksessa säännöllisellä liikunnalla tarkoitettiin kunto- tai terveysliikunnan periaatteiden mukaan toteutettua liikuntaa. Kuntoliikunnan periaatteena terveillä aikuisilla on, että liikuntaa harrastetaan vähintään kaksi kertaa viikossa, mutta mieluiten 3-5 kertaa viikossa ja toisaalta terveyttä edistävä aktiivisuus edellyttää liikkumista useimpina päivinä viikossa. Liikuntaa tulisi harrastaa 20-30 minuuttia taukoja pitämättä ja sen tulisi olla intensiteetiltään kohtuullisesti kuormittavaa, ripeää ja reipasta liikuntaa, jonka aikana liikkujalla hengitys kiihtyy ja hiki nousee iholle. Kerran viikossa tapahtuva liikunta ei riitä saamaan aikaan muutoksia aerobisessa ja anaerobisessa kapasiteetissa eikä kehon koostumuksessa. (American College of Sport Medicine 2000, Vuori 2000, McArdle 2001, Miilunpalo & Aittasalo 2002.)

6.2 TUTKIMUSPROTOKOLLA

Kaikille koehenkilöille tehtiin samat mittaukset. Mittaukset tehtiin Good Balance -laitteella silmät auki ja silmät kiinni. EquiTest -laitteistolla mitattiin kuudesta erilaisesta mittauksesta koostuva Sensory Organization Test (SOT). Kaikki mittaukset tehtiin kaksi kertaa. Tutkimusprotokolla on esitetty yksityiskohtaisesti kuviossa 1.



KUVIO 1. Tutkimusprotokolla

6.3 MITTAUSMENETELMÄT

Ennen tasapainomittauksia koehenkilöltä kysyttiin taustatietoja, kuten liikuntatottumuksia ja terveydentilaa, jotka jokainen tutkittava täytti erilliselle taustatietolomakkeelle (liite 1). Lomakkeella tutkittavalta pyydettiin suostumus tutkimukseen ja kerrottiin mahdollisuudesta keskeyttää osallistuminen tutkimukseen milloin tahansa. Toisella mittauskerralla tutkittava täytti myös taustatietolomakkeen (liite 2).

6.3.1 Staattinen tasapainomittaus Metitur Oy:n Good Balance -laitteella

Good Balance -laitteella mitattaessa tutkittava seiso i tasasivuisen kolmion muotoisella voimalevyllä itse valitsemassaan seisoma-asennossa kädet vapaasti vartalon vierellä sekä silmät auki että silmät kiinni. Silmät auki mittauksessa katse oli fiksoituna kahden metrin päässä olevaan kohteeseen. Jalkojen paikkaa voimalevyllä mittauksen aikana ei ollut erikseen määritelty. Tutkimuksessa käytimme seuraavia muuttujia: henkilön painekeskipisteen sijainnin muutoksen keskimääräistä nopeutta sekä x että y suunnassa ja vauhtimomenttia. Keskimääräinen x-nopeus kuvaa voimavaikutuksien keskipisteen keskimääräistä nopeutta x-suunnassa mm/s ja keskimääräinen y-nopeus kuvaa voimavaikutuksien keskipisteen keskimääräistä nopeutta y-suunnassa mm/s. (Metitur Oy 2003.) Vauhtimomentti lasketaan keskiarvoalueena vartalon voimien keskipisteen (COF) liikkeestä jokaisen mittaussekunnin aikana. Laskemisessa huomioidaan etäisyys testin aikaisesta geometrisestä keskikohdasta sekä liikenopeus. (Era et al. 1996b.)

Good Balance -mittaus tässä tutkimuksessa koostui kahdesta osasta, joista molemmat mitattiin kaksi kertaa:

1. Tutkittava seiso i 20 sekunnin ajan normaalissa seisoma-asennossa mahdollisimman liikkumatta silmät auki.
2. Tutkittava seiso i 20 sekunnin ajan normaalissa seisoma-asennossa mahdollisimman liikkumatta silmät kiinni.

6.3.2 NeuroCom:n Smart EquiTest® -laite: Sensory Organization Test (SOT)

EquiTest -laitteella mitattaessa tutkittava seiso i kolmiseinäisessä laitteessa voimalevyn päällä. Mitattavan henkilön jalat asetettiin siten, että ne ovat voimalevyllä olevilla viivoilla. Yksi laitteen standartoiduista arviointiprotokollista on Sensory Organization Test (SOT), joka mittaa kokonaishuojuntaa, tasapainon korjausliikkeissä käytettyjä strategioita ja painekeskipisteen sijainnin muutosta mittauksen aikana. Tässä tutkimuksessa käytimme muuttujia Equilibrium Score (ES)

ja Composite Score (CS). Equilibrium Score vertailee tutkittavan maksimaalista eteen taakse -suuntaista painopisteen muutosta jokaisen 20 sekuntia kestäväen suorituksen aikana teoreettiseen 12,5° stabiilius rajaan. Tulos ilmoitetaan prosentteina välillä 0 ja 100. Kun tutkittava on täysin liikkumatta, Equilibrium Score on 100 ja kun muutos eteen taakse -suunnassa lähestyy stabiilius rajaa, saa tutkittava matalamman Equilibrium Score lukeman. Composite Score lasketaan siten, että 1 ja 2 mittausten itsenäinen keskiarvo lisätään 3, 4, 5 ja 6 tuloksiin ja jaetaan lukemalla 14. Jos mittauksista 3, 4, 5 tai 6 puuttuu jokin kolmesta 20 sekuntia kestävästä suorituksesta, korvataan se kyseisen mittauksen keskiarvolla. (NeuroCom® International Inc. 2002a, NeuroCom® International Inc. 2002b, NeuroCom® International Inc. 2003.)

SOT koostuu kuudesta erilaisesta mittauksesta:

1. Tutkittava seisoo mahdollisimman liikkumatta silmät auki.
2. Tutkittava seisoo mahdollisimman liikkumatta silmät kiinni.
3. Tutkittava seisoo mahdollisimman liikkumatta silmät auki. Ympäristö liikkuu tutkittavan huojunnan mukaan.
4. Tutkittava seisoo mahdollisimman liikkumatta silmät auki ja alusta liikkuu tutkittavan huojunnan mukaan.
5. Tutkittava seisoo mahdollisimman liikkumatta silmät kiinni ja alusta liikkuu hänen huojuntansa mukaan.
6. Tutkittava seisoo mahdollisimman liikkumatta silmät auki. Alusta ja ympäristö liikkuvat tutkittavan huojunnan mukaan. (NeuroCom® International Inc. 2003.)

7 TILASTOMENETELMÄT

Tutkimusaineiston analysoinnissa käytettiin SPSS 11.5 tilasto-ohjelmaa. Ryhmien välisessä vertailussa käytettiin tilastollisena menetelmänä yksisuuntaista varianssianalyysia (ANOVA). Jos ryhmien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero, Post Hoc -testinä käytettiin Tukeyn testiä. Keskilukuna käytettiin keskiarvoa

(mean) ja hajontalukuna keskihajontaa (SD). Tilastollisen merkitsevyyden rajana käytettiin arvoa $p < 0,05$.

Ensimmäisen ja toisen mittauskerran välistä reliabiliteettia arvioitiin CVrms -arvon, Intraclass Correlation Coefficient (ICC) -kertoimen ja Bland & Altman menetelmällä laskettujen 95% Limits of Agreement (LOA) -arvojen avulla. Variaatiokerroin root means square (CVrms) kuvaa absoluuttista reliabiliteettia. Koska mittausarvojen suuruus vaikuttaa keskihajonnan suuruuteen, voidaan eri suuruusluokissa olevien muuttujien vaihtelua näin verrata toisiinsa. CV -arvoilla kuvataan jokaisen koehenkilön tulosten vaihtelua mittauskertojen välillä ja CVrms -arvoilla tarkastellaan muuttujan tasolla tapahtuvaa tulosten vaihtelua koko tutkittavalla joukolla. Eräiden tutkijoiden mukaan CV -arvojen jäädessä alle 10%, mittauksia voidaan pitää toistettavina. (Atkinson & Nevill 1998.) CVrms arvot laskettiin kaavalla:

$$CV = SD/mean \times 100\%$$

$$CVrms = \sqrt{\sum (CV)^2 / n}$$

Intraclass Correlation Coefficient -menetelmä (ICC) on vahvimmillaan kun tutkittavan ryhmän koko on pieni (<15). ICC -menetelmä kuvaa suhteellista reliabiliteettia. (Atkinson & Nevill 1998.) ICC -kertoimen merkitsevyydet ovat 0,75-1 erinomainen, 0,4-0,74 kohtalaisesta hyvään ja 0-0,39 heikko. (Fleiss 1986.) ICC -arvot laskettiin SPSS -ohjelmalla reliabiliteetti analyysin kautta käyttäen Two-Way Mixed -mallia. Bland & Altman menetelmällä laskettu 95% Limits of Agreement (LOA) kuvaa absoluuttista reliabiliteettia. Menetelmällä määritellään hyväksyttävyyden rajat (Limits of Agreement) eli ala- ja yläraja 95% luottamusvälille. Ensin lasketaan havaintokohtaiset mittauskeskiarvo ja erotus, jonka jälkeen lasketaan lopulliset LOA -arvot kaavan $d \pm 1,96SD$ avulla, missä d on keskiarvo ja SD keskihajonta. Mitä kapeampi 95% luottamusväli on, sitä lähempänä mittauskerrat ovat toisiaan. Mittauskeskiarvojen pitäisi olla hyvin lähellä toisiaan ja keskiarvojen erotuksen tulisi olla lähellä nollaa, jotta mittauksia voidaan pitää toistettavina. (Bland & Altman 1986.)

8 TULOKSET

Taustamuuttujat

Tutkittavat ryhmät eivät poikenneet iän, painon, pituuden tai BMI:n osalta tilastollisesti merkitsevästi toisistaan (Taulukko 1).

Taulukko 1. Koehenkilöiden taustamuuttujat. Keskiarvot (keskihajonnat, SD)

	EI-URHEILIJAT n=10		KUNTOURHEILIJAT n=14		KILPAURHEILIJAT n=26	
IKÄ	20,2	(7,8)	22,9	(1,7)	22,9	(1,5)
PAINO	70,4	(16,6)	70,9	(11,2)	71,1	(9,1)
PITUUS	170,5	(12,3)	174,7	(8,5)	176,7	(7,0)
BMI*	24,0	(3,9)	23,1	(2,3)	22,7	(2,0)

*Boby Mass Index

8.1 TOISTETTAVUUS

Reliabiliteettia kuvaavaa CVrms -arvoa voidaan pitää hyvänä EquiTest -laitteella mitattujen Equilibrium Score 1-3 ja Composite Score arvojen kohdalla (1,4%-4,1%). ICC -kerroin vaihteli heikosta kohtalaiseen ja hyvään, Good Balance -laitteella välillä (0.17-0.73) ja EquiTest -laitteella välillä (-0,02-0,46). LOA -arvoja voidaan pitää kohtuullisina tai hyvinä muiden muuttujien paitsi Equilibrium Score 4-6 kohdalla. (Taulukko 2.)

Taulukko 2. Tasapainotestien toistettavuus (n=23). 1. ja 2. mittauksen välin keskiarvo 12 vuorokautta.

	1. mittaus Ka(SD)	2. mittaus Ka(SD)	CVrms ¹ (%)	ICC ²	LOA ³ 95%
Good Balance					
silmät auki					
Keskimääräinen x nopeus (mm/s)	4,3 (1,1)	4,4 (1,1)	11,7	0,73	-0,1±1,6
Keskimääräinen y nopeus (mm/s)	5,7 (1,3)	5,8 (1,7)	14,0	0,64	-0,1±2,5
Vauhtimomentti (mm ² /s)	7,1 (2,8)	6,8 (2,6)	29,0	0,39	0,4±5,8
silmät kiinni					
Keskimääräinen x nopeus (mm/s)	4,6 (1,1)	4,8 (1,3)	19,7	0,20	-0,2±3,0
Keskimääräinen y nopeus (mm/s)	7,6 (2,0)	8,5 (2,7)	18,8	0,56	-1,0±4,4
Vauhtimomentti (mm ² /s)	8,4 (3,7)	9,3 (4,4)	37,6	0,17	-0,9±10,2
EquiTest (SOT)					
Equilibrium Score 1	96,3 (1,5)	96,0 (1,1)	1,4	0,00	0,3±3,7
Equilibrium Score 2	93,7 (1,5)	93,8 (2,2)	1,9	0,08	-0,1±5,0
Equilibrium Score 3	93,1 (3,8)	93,4 (2,8)	3,6	-0,02	-0,2±9,2
Equilibrium Score 4	84,0 (10,9)	90,3 (4,4)	12,7	-0,02	-6,3±23,3
Equilibrium Score 5	71,2 (9,9)	79,6 (5,6)	13,0	0,22	-8,4±19,7
Equilibrium Score 6	71,0 (14,7)	80,0 (10,2)	20,4	0,23	-9,1±30,9
Composite Score	80,8 (18,1)	88,1 (2,4)	4,1	0,46	-3,6±6,8

¹ Variaatiokerroin, root means square² Intraclass Correlation Coefficient³ 95% Limits of Agreement

8.2 RYHMIEN VÄLISET TASAPAINOEROT

Good Balance

Silmät auki mittauksessa ryhmät eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan (Taulukko 3).

Taulukko 3. Good Balance muuttujat silmät auki. Keskiarvot (keskihajonnat, SD) sekä 95% luottamusvälit

	EI-URHEILIJAT n=10		KUNTOURHEILIJAT n=14		KILPAURHEILIJAT n=26	
VAUHTIMOMENTTI mm ² /s	7,1 (3,0)	5,0-9,3	8,2 (5,4)	5,1-11,3	10,3 (8,3)	6,9-13,7
KESKIMÄÄRÄINEN x-nopeus mm/s	4,1 (1,2)	3,2-4,9	4,5 (4,1)	3,6-5,3	4,9 (1,6)	4,3-5,5
KESKIMÄÄRÄINEN y-nopeus. mm/s	5,2 (1,1)	4,5-6,0	5,9 (1,3)	5,2-6,7	6,4 (2,0)	5,6-7,2

a = tilastollinen ero (p<0,05) ei-urheilijoiden ja kilpaurheilijoiden välillä

b = tilastollinen ero (p<0,05) ei-urheilijoiden ja kuntourheilijoiden välillä

c = tilastollinen ero (p<0,05) kuntourheilijoiden ja kilpaurheilijoiden välillä

Silmät kiinni mittauksessa kilpaurheilijoiden keskimääräinen x-nopeus oli tilastollisesti merkitsevästi suurempi ($p=0.044$) kuin ei-urheilijoilla. Samoin keskimääräinen y-nopeus oli kilpaurheilijoilla merkitsevästi suurempi ($p=0.031$) ei-urheilijoihin verrattuna. Vastaavat prosentuaaliset erot olivat keskimääräisen x-nopeuden osalta 20% ja keskimääräisen y-nopeuden osalta 23%. (Taulukko 4.)

Taulukko 4. Good Balance muuttujat silmät kiinni. Keskiarvot (keskihajonnat, SD) sekä 95% luottamusvälit

	EI-URHEILIJAT n=10		KUNTOURHEILIJAT n=14		KILPAURHEILIJAT n=26	
VAUHTIMOMENTTI mm ² /s	7,4 (2,8)	5,4-9,4	9,9 (3,7)	7,7-12,1	12,3 (7,3)	9,4-15,3
KESKIMÄÄRÄINEN x-nopeus mm/s	4,3 (1,0)	3,6-5,0	4,8 (0,9)	4,3-5,3	5,4 (1,5) ^a	4,8-6,0
KESKIMÄÄRÄINEN y-nopeus. mm/s	6,7 (1,5)	5,7-7,8	8,2 (1,7)	7,3-9,2	8,7 (2,4) ^a	7,8-9,7

a = tilastollinen ero ($p<0,05$) ei-urheilijoiden ja kilpaurheilijoiden välillä

b = tilastollinen ero ($p<0,05$) ei-urheilijoiden ja kuntourheilijoiden välillä

c = tilastollinen ero ($p<0,05$) kuntourheilijoiden ja kilpaurheilijoiden välillä

EquiTest

EquiTest -laitteella tehdyissä mittauksissa ryhmät eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan (Taulukko 5).

Taulukko 5. Sensory Organization Test (SOT) muuttujat. Keskiarvot (keskihajonnat, SD) sekä 95% luottamusvälit

	EI-URHEILIJAT n=10		KUNTOURHEILIJAT n=14		KILPAURHEILIJAT n=25	
Equilibrium Score 1	96,4 (1,7)	95,2-97,6	95,6 (2,6)	94,1-97,2	95,4 (2,2)	94,5-96,3
Equilibrium Score 2	93,5 (1,6)	92,4-94,6	93,4 (2,1)	92,2-94,6	93,1 (2,1)	92,3-94,0
Equilibrium Score 3	93,0 (5,0)	89,4-96,6	92,2 (2,7)	90,6-93,8	92,4 (3,4)	91,0-93,8
Equilibrium Score 4	83,7 (8,5)	77,6-89,8	86,1 (7,8)	81,7-90,6	84,8 (9,5)	80,8-88,7
Equilibrium Score 5	72,0 (10,7)	64,3-79,7	69,9 (6,6)	66,0-73,7	66,2 (14,2)	60,4-72,0
Equilibrium Score 6	72,5 (12,0)	63,9-81,1	68,2 (17,1)	58,3-78,1	74,0 (10,6)	69,7-78,4
Composite Score	84,8 (4,7)	81,4-88,2	84,4 (3,7)	82,3-86,6	83,8 (3,9)	82,1-85,5

a = tilastollinen ero ($p<0,05$) ei-urheilijoiden ja kilpaurheilijoiden välillä

b = tilastollinen ero ($p<0,05$) ei-urheilijoiden ja kuntourheilijoiden välillä

c = tilastollinen ero ($p<0,05$) kuntourheilijoiden ja kilpaurheilijoiden välillä

9 POHDINTA

Tässä tutkimuksessa toistomittausten reliabiliteetti vaihteli heikosta hyvään. Tulokset ovat toistettavuuden osalta samansuuntaisia aikaisempien voimalevyllä tehtyjen tutkimusten kanssa, joissa tulokset ovat myös vaihdelleet. (Ford-Smith et al. 1995, Brouwer et al. 1998, Rogind et al. 2003.) Reliabiliteettitutkimuksia tarkastellessa on syytä kiinnittää huomiota tutkimusasetelmaan, mittausten suorittamiseen esim. mittausten keston ja lukumäärään, sekä käytettyihin tasapainomuuttujiin ja reliabiliteetin arviointimenetelmään. Nämä seikat tekevät reliabiliteetin arvioinnista vaikeaa ja on syytä muistaa, että reliabiliteetti jättää sijaa tulkinnalle ja on arvioitava onko tutkimuksessa saatu reliabiliteetti kliinisessä työssä hyväksyttävä. (Le Clair & Riach 1996, Bruton et al. 2000.)

Reliabiliteetin arvioinnissa käytetyt menetelmät antavat erilaisia tuloksia, mikä johtuu siitä että ne arvioivat reliabiliteettia eri tavoin. CVrms ja LOA kuvaavat absoluuttista reliabiliteettia eli tasoa, jolla toistetut mittaukset vaihtelevat yksilön osalta. Ne tuovat tietoa erityisesti yksilön tulosten vaihtelusta, ottamatta huomioon yksilön sijoitusta kyseisessä otoksessa. ICC -kerroin kuvaa suhteellista reliabiliteettia eli tasoa, jolla yksilöt pitävät asemansa otoksessa toistomittauksissa. EquiTestin osalta absoluuttista reliabiliteettia kuvaavat CVrms ja LOA antavat keskenään samansuuntaisia tuloksia toistettavuuden osalta sen sijaan Good Balance -laitteella tulokset eivät niiden osalta ole yhtä selkeitä. ICC -arvot vaihtelivat kauttaaltaan heikosta kohtalaiseen ja hyvään. Tutkimusjoukon ollessa pieni ja homogeeninen, ICC -kertoimen arvot voivat käyttäytyä em. tavalla. Good Balance -laitteella tehdyssä mittauksessa tutkittavien sijoitus tutkimusjoukossa säilyi paremmin kahden mittauskerran välillä kuin EquiTest -laitteella. Good Balance -laite ilmoittaa tuloksen normaaliarvotietoina ja EquiTest -laitteen tulokset ilmoitetaan välillä 0-100, joka osaltaan vaikuttaa mittareiden herkkyyteen.

Tutkimuksessa toistettavuuteen vaikuttava keskeisin tekijä on ensimmäisen mittaustuloksen käyttö analyyseissa. Toistettavuus voisi olla parempi, mikäli tulokset olisi laskettu useamman mittauksen keskiarvona tai käyttämällä parasta tulosta useammasta mittauksesta (Ford-Smith et al. 1995, Punakallio 2004). Sihvosen & Eran tutkimuksen mukaan Good Balance -laitteella tehtyjä mittauksia tulisi toistaa

useammin kuin kaksi kertaa, jotta nähdään mittauskertojen välinen vaihtelu luotettavasti (Sihvonen & Era 1999). Toisaalta ainoastaan ensimmäisen mittauksen käyttö sulkee pois oppimisvaikutuksen mittauksista. Lisäksi kahden eri mittaajan suorittamat mittaukset, testausasennon standardoinnissa ilmenneet puutteet, vuorokauden ajan vaihtelu toistomittausten toteutuksen välillä ja herkäät mittarit ovat mahdollisesti vaikuttaneet tuloksiin. Good Balance -laitteella tehdyissä mittauksissa jalkojen paikkoja voimalevyllä ei vakioitu, jolloin tukipinta vaihteli mittauskertojen välillä.

Good Balance -laitteella silmät kiinni tehdyissä mittauksissa kilpaurheilijoiden keskimääräiset x- ja y-nopeudet olivat tilastollisesti merkitsevästi suurempia kuin ei-urheilijoiden vastaavat nopeudet. EquiTestin osalta eroja ryhmien välillä ei ilmennyt. Kilpaurheilijoiden keskimääräisten x- ja y-nopeuksien ollessa suurempia kuin ei-urheilijoiden vastaavat nopeudet, voidaan tuloksen olettaa olevan sattumaa tai seurausta siitä ettei suoritus ollut riittävän haastava kyseiselle tutkimusjoukolle (Brouwer et al. 1998). Yksinomaan x- ja y-nopeudessa havaittu ero ei riitä johtopäätökseksi ryhmien välisestä tasapainoerosta, vaan se on yksi tasapainomuuttuja muiden joukossa, jonka avulla arvioidaan tutkittavan henkilön tasapainoa.

Tutkimuksessa ei ilmennyt selkeitä eroja tasapaino-ominaisuuksissa urheilijoiden ja ei-urheilijoiden välillä. Tärkeimpinä syinä tähän voidaan nähdä tutkittavien ryhmien pieni koko, jolloin suuren hajonnan vuoksi pienet ryhmien väliset erot eivät tulleet tilastollisesti merkitseviksi, sekä testien helppous tutkittaville. Tutkimusjoukko oli myös homogeeninen sen suhteen, että kaikki tutkittavat olivat terveitä nuoria aikuisia. Tutkimuksessa ei otettu huomioon sitä olivatko ei-urheilijat aikaisemmin harrastaneet säännöllistä liikuntaa. Tämä saattoi mahdollistaa sen, että mukana oli ei-urheilijoiden ryhmässä henkilöitä, joilla on voinut olla aikaisempi urheilutausta. Tutkimuksessa olleet urheilijat tulivat eri lajien piiristä ja lajien vaatimukset tasapainon suhteen ovat erilaisia, mikä saattoi vaikuttaa siihen ettei eroja tasapainon suhteen ei-urheilijoihin havaittu. Asennon hallinnalle erityisiä vaatimuksia asettavien lajien, kuten ammunnan, tanssin ja judon harrastajien tasapaino on aikaisemmissa tutkimuksissa raportoitu paremmaksi kuin ei-urheilijoiden. (Aalto ym. 1990, Era ym.

1996, Perrot et al. 1998, Golomer et al. 1999, Hugel et al. 1999, Golomer & Dupui. 2000, Paillard et al. 2002.)

Tulosten perusteella käytettyjen testien sopivuus nuorten urheilijoiden ja ei-urheilijoiden välisten tasapainoerojen tutkimiseen on kyseenalainen. Tasapaino on ominaisuus, jota voidaan harjoittaa lajinomaisesti ja tällöin se on otettava huomioon myös tasapainon mittaamisessa. Tutkimuksessa käytetyt mittarit ja tutkimusprotokollat voisivat sopia paremmin esimerkiksi ikääntyneiden tasapaino-ominaisuuksien ja kaatumisriskin tutkimiseen. Kuluvana vuonna on julkaistu pääasiassa ikääntyneille tehtyjä tutkimuksia Good Balance -laitteella (Pajala et al. 2004., Sihvonen et al. 2004), kun taas EquiTest -laitetta on käytetty enemmän eri ikäryhmien tutkimiseen (Bonan et al. 2004, Nachum et al. 2004). Tällä tutkimusjoukolla ja näillä mittareilla tasapainoa olisi voitu mitata käyttämällä vaativampia mittausasentoja tai -testejä.

Eri tasapainomittareiden erottelukyvyn ja toistettavuuden tutkiminen on tärkeää tasapainotutkimuksen sekä kliinisen työn kannalta. Mittareiden erottelukyvyn tunteminen auttaa kliinisessä työssä toimivia valitsemaan käyttötarkoitukseen sopivat mittarit, jotka havaitsevat tasapainon kannalta merkittävän eron ja reliabiliteetin tunteminen on edellytys sille, että esimerkiksi seurantatutkimuksissa saadut tulokset ovat seurausta todellisesta muutoksesta eivätkä mittausvirheestä. Jatkossa tasapainotutkimuksien avulla, joissa tutkitaan vain tiettyjen lajien edustajia, saadaan tietoa siitä miten tietyn tyyppinen harjoittelu vaikuttaa tasapaino-ominaisuuksiin ja saatua informaatiota voidaan hyödyntää esimerkiksi tasapainoharjoittelun suunnittelussa.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Yhteenvedona tutkimuksen tuloksista voidaan todeta että, suhteellista reliabiliteettia kuvaava ICC -kerroin vaihteli Good Balance ja EquiTest -laitteilla mitattuna heikosta hyvään. Varsinkin EquiTest -laitteella ICC -arvot jäivät mataliksi, joka merkitsee sitä ettei mittauksissa suhteellinen reliabiliteetti ollut korkealla tasolla. Absoluuttista

reliabiliteettia kuvaavat CVrms ja LOA -arvot vaihtelivat myös tasapainomuuttujien välillä. CVrms -arvojen osalta reliabiliteettia voidaan pitää hyvänä EquiTest -laitteella mitattujen Equilibrium Score 1-3 ja Composite Score muuttujien kohdalla. LOA -arvojen osalta reliabiliteettia voidaan pitää hyvänä tai melko hyvänä muiden paitsi Equilibrium Score 4-6 muuttujien kohdalla. Urheilijoiden, kuntourheilijoiden ja ei-urheilijoiden tasapaino-ominaisuudet eivät poikenneet toisistaan, vaikkakin Good Balance -laitteella silmät kiinni tehdyssä mittauksessa keskimääräiset x- ja y-nopeudet olivat kilpaurheilijoilla tilastollisesti merkitsevästi suurempia ei-urheilijoihin verrattuna.

Tulokset ovat reliabiliteetin osalta saman suuntaisia aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa mittausten reliabiliteetti myös on vaihdellut. Sen sijaan poiketen aikaisempien tutkimusten tuloksista urheilijoiden ja ei-urheilijoiden välillä ei eroja tasapainossa tämän tutkimuksen mukaan ilmennyt. Tutkimusjoukon pieni koko ja sen homogeenisuus voi osaltaan selittää, etteivät erot ryhmien välillä tulleet tilastollisesti merkitseviksi.

LOPPUSANAT

Haluamme kiittää Pro Gradu -tutkielmamme ohjaajien lisäksi erityisesti TtM, (ft) Sanna Sihvosta hänen asiantuntevista kommentteista ja avusta työmme eri vaiheissa.

LÄHTEET

Aalto, H., Pyykkö, I., Ilmarinen, R., Kähkönen, E. & Starck, J. 1990. Postural stability in shooters. *Journal for oto-rhino-laryngology* 52, 232-238.

American College of Sport Medicine. 2000. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription (6th edition). Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins.

Atkinson, G. & Nevill, A., M. 1998. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine* 26, 217-238.

Benvenuti, F., Mecacci, R., Gineprari, I., Bandinelli, S., Benvenuti, E., Ferrucci, L., Baroni, A., Rabuffetti, M., Hallett, M., Dambrosia, J. M. & Stanhope, S. J. 1999. Kinematic Characteristics of Standing Disequilibrium: Reliability and Validity of a Posturographic Protocol. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation* 80, 278-287.

Birmingham, T. B. 2000. Test-retest reliability of lower extremity functional instability measures. *Clinical Journal of Sport Medicine* 10, 264-268.

Bland, J., M. & Altman, D., G. 1986. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet* 8, 307-310.

Bonan, I. V., Colle, F. M., Guichard, J. P., Vicaut, E., Eisenfisz, M., Tran Ba Huy, P. & Yelnik, A. P. 2004. Reliance on visual information after stroke. Part 1: Balance on dynamic posturography. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85, 268-273.

Brouwer, B., Culham, E. G., Liston, R. A. L. & Grant, T. 1998. Normal variability of postural measures: Implications for the reliability of relative balance performance outcomes. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 30, 131-137.

Bruton, A., Conway, J. H. & Holgate, S. T: 2000. Reliability: What is it, and how is it measured? *Physiotherapy* 86, 94-99.

Campbell, A. J., Robertson, M. C., Gardner, M. M., Norton, R. N. & Buchner, D. M. 1999. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age and Aging* 28, 513-518.

Collins, J. J., Rosenstein, M. T. & De Luca, C. J. 1992. A Statistical Mechanical Analysis of Postural Control. Teoksessa Wollacott, M. & Horak, F. (toim.) *Posture and Gait: Control Mechanisms*, Vol. 1. Oregon: University of Oregon Books, 368-371.

Era, P., Konttinen, N., Mehto, P., Saarela, P. & Lyytinen, H. 1996a. Postural stability and skilled performance – A study on top-level and naive rifle shooters. *Journal of Biomechanics* 29, 301-306.

Era, P., Schroll, M., Ytting, H., Gause-Nilsson, I., Heikkinen, E. & Steen, B. 1996b. Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: A

cross-national comparative study. *Journal of Gerontology: Medical Science* 51A M53-M63.

Era, P. 1997. Havaintomotoriikan ja kehon asennonhallintakyvyn muutokset vanhetessa ja liikunta. Teoksessa Era, P. (toim.) *Ikääntyminen ja liikunta*. (2. painos). Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 108. Jyväskylä: LIKES, 49-62.

Fleiss, J. L. 1986. *The desing and analysis of clinical experiments*. United States of America: John Wiley & Sons.

Ford-Smith, C. D., Wyman, J. F., Elswick, R. K., Fernandez, T. & Newton, R. A. 1995. Test-Retest Reliability of The Sensory Organization Test in Noninstitutionalized Older Adults. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation* 76, 77-81.

Goldie, P. A., Bach, T. M. & Evans, O. M. 1989. Force Platform Measures for Evaluating Postural Control: Reliability and Validity. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation* 70, 510-517.

Golomer, E., Crémieux, J., Dupui, P., Isableu, B. & Ohlmann, T. 1999. Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. *Neuroscience Letters* 267, 189-192.

Golomer, E. & Dupui, P. 2000. Spectral analysis of adult dancers' sways: Sex and interaction vision – proprioception. *International Journal of Neuroscience* 105, 15-26.

Hill, K. D., Bernhardt, J., McGann, A. M., Maltese, D. & Berkovits, D. 1996. A new test of dynamic standing balance for stroke patients: Reliability, validity and comparison with healthy elderly. *Physiotherapy Canada* , 257-262.

Hu, M.-H., Lin, H.-J., Ou, Y.-J., Deng, G.-J. & Lin, P.-C. 2001. Inter-machine consistency of the Sensory Organization Test with human subjects and standardized weights. *Journal of Physical Therapy Science* 13, 121-127.

Hugel, F., Cadopi, M., Kohler, F. & Perrin, Ph. 1999. Postural control of ballet dancers: A specific use of visual input for artistic purposes. *International Journal of Sports Medicine* 20, 86-92.

Huxham, F., E., Goldie, P. A. & Patla A. E. 2001. Theoretical considerations in balance assessment. *Australian Journal of Physiotherapy* 47, 89-100.

Karlsson, A. & Frykberg, G. 2000. Correlations between force plate measurement for assessment of balance. *Clinical Biomechanics* 15, 365-369.

Kejonen, P. 2002. *Body movements during postural stabilization*. Oulu: Acta Universitatis Ouluensis D Medica 693.

Kejonen, P. & Kauranen, K. 2002. Reliability and validity of standing balance measurement with a motion analysis system. *Physiotherapy* 88, 25-32.

Le Clair, K. & Riach, C. 1996. Postural stability measures: what to measure and for how long. *Clinical Biomechanics* 11, 176-178.

Maki, B. E. & McIlroy, W. E. 1996. Posture control in the older adult. *Clinics in Geriatric Medicine* 12, 635-658.

McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 2001. *Exercise physiology* (5th edition). Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins.

Medved, V. 2001. *Measurement of human locomotion*. United States of America: CRC Press LLC.

Metitur Oy. 2003. *Good Balance, Käyttäjän opas*. Versio 2.59.

Miilunpalo, S. & Aittasalo, M. 2002. Liikkumisresepti – lääkärin työkalu ja yhteistyöhanke terveystoiminnan lisäämiseksi. *Suomen lääkäri-lehti* 20, 2203-2207.

Nachum, Z., Shupak, A., Letichevsky, V., Ben-David, J., Tal, D., Tamir, A., Talmon Y., Gordon, C. R. & Luntz, M. 2004. Mal de débarquement and posture: Reduced reliance on vestibular and visual cues. *Laryngoscope* 114, 581-586.

NeuroCom® International Inc. 2002a. *Smart EquiTest® System Operator's Manual*. Version 8.

NeuroCom® International Inc. 2002b. *Data Interpretation Manual*. Smart EquiTest System Version 8.0.

NeuroCom® International Inc. 2003. [viitattu 1.12.2003]. <http://www.onbalance.com>.

Paillard, T., Costes-Salon, C., Lafont, C. & Dupui, P. 2002. Are there differences in postural regulation according to the level of competition in judoists? *British Journal of Sports Medicine* 36, 304-305.

Pajala, S., Sihvonen, S. & Era, P. 2003. Asennonhallinta ja motorinen kyvykkyys. Teoksessa Heikkinen, E. & Rantanen, T. (toim.) *Gerontologia*. Tampere: Duodecim.

Pajala, S., Era, P., Koskenvuo, M., Kaprio, J., Tolvanen, A., Heikkinen, E., Tiainen, K. & Rantanen, T. 2004. Contribution of genetic and environmental effects to postural balance in older female twins. *Journal of Applied Physiology* 96, 308-315.

Perrot, C., Deviterne, D. & Perrin, P. H. 1998. Influence of training on postural and motor control in a combative sport. *Journal of Human Movement Studies* 35, 119-136.

Punakallio, A. 2003. Balance abilities of different-aged workers in physically demanding jobs. *Journal of Occupational Rehabilitation* 13, 33-43.

Punakallio, A. 2004. Trial-to-trial reproducibility and test-retest stability of two dynamic balance tests among male firefighters. *International Journal of Sports Medicine* 25, 163-169.

Rogind, H., Simonen, H., Era, P. & Bliddal, H. 2003. Comparison of Kistler 9861A force platform and Chattecx Balance System® for measurement of postural sway: Correlation and test-retest reliability. *Scandinavian Journal Medicine & Science in Sport* 13, 106-114.

Sharpe M.H., Bamford E. 1992. Test-retest reliability of the sensory organization test in normal adults. Teoksessa Woollacott M, Horak F (toim.) *Posture and Gait: Control Mechanisms Vol I*. Eugene, OR: University of Oregon Books, 234-237.

Shumway-Cook, A. & Woollacott, M. H. 2001. *Motor Control – Theory and Practical Applications* (2nd edition). Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins.

Sihvonen, S. & Era, P. 1999. Test-retest reliability of easy and more demanding balance tests in young, middle-aged and elderly participants. *Journal of Aging and Physical Activity* 7, 312-313.

Sihvonen, S., Sipilä, S. & Era, P. 2004. Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: A randomized controlled trial. *Gerontology* 50, 87-95.

Spiriduso, W. W. 1995. *Physical Dimensions of Aging*. United States of America: Human Kinetics.

Timonen, L., Rantanen, T., Rynnänen, O.-P., Taimela, S. Timonen, T. E. & Sulkava, R. 2002. A randomized controlled trial of rehabilitation after hospitalization in frail older women: Effects on strength, balance and mobility. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 12, 186-192.

Tsang, W. W., Wong, V. S., Fu, S. N. & Hui-Chan, C. W. 2004. Tai Chi improves standing balance control under reduced or conflicting sensory conditions. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 85, 129-137.

Vitte, E., Diard, J. P., Freyss, M. & Freyss, G. 1992. Dynamic posturography – Equitest in evaluation of pilots aptitudes. Teoksessa Woollacott, M. & Horak, F. (toim.) *Posture and Gait: Control Mechanisms, Vol. 1*. Oregon: University of Oregon Books, 246-249.

Vuillerme, N. & Nougier, V. 2004. Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. *Brain Research Bulletin* 63, 161-165.

Vuori, I. 2000. Fyysinen passiivisuus ja terveystoiminta – ongelma ja ratkaisumahdollisuus. *Suomen lääkäri-lehti* 34, 3327-3331.

Winter, D. A. 1990. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement* (2nd edition). Toronto: John Wiley and Sons Inc.

Woollacott, M. H. & Tang, P.-F. 1997. Balance control during walking in the older adult: Research and its implications. *Physical Therapy* 77, 646-660.

TAUSTATIETOLOMAKE

Sukunimi _____
 Etunimet _____ Syntymäaika __/__/19__
 Arvo tai ammatti _____
 Kotiosoite _____
 Puhelin: koti _____ työ _____

1. Harrastatteko säännöllisesti liikuntaa? En Kyllä
 Jos liikunta on teholtaan ripeää (ripeäksi liikunnaksi lasketaan 15-20 minuutin yhtäjaksoinen hikoilua ja hengästymistä aiheuttava harjoittelu) siirtykää kysymykseen 2. Jos liikuntaharrastuksenne on satunnaista tai ei täytä ripeän liikunnan määritelmää, niin kuinka usein harrastatte liikuntaa? _____
 Mitä lajia harrastatte? _____

2. Montako kertaa viikossa harrastatte ripeää (ripeäksi liikunnaksi lasketaan 15-20 minuutin yhtäjaksoinen hikoilua ja hengästymistä aiheuttava harjoittelu) liikuntaa? ____/ kertaa viikossa
 Mitä lajia harrastatte? _____
 Harjoittelu kestää keskimäärin _____ / tuntia viikossa
 Olen harrastanut lajia _____ / kuukautta/vuotta

3. Kuinka paljon kävelette yhden päivän aikana keskimäärin? alle 1 kilometri
 1-3 kilometriä
 4-6 kilometriä
 6 kilometriä tai enemmän

4. Onko terveydentilanne mielestänne? erittäin hyvä
 hyvä
 tyydyttävä
 huono
 erittäin huono

5. Onko teillä tällä hetkellä jokin pitkäaikaissairaus, jonka lääkäri on todennut? Ei Kyllä
 Mikä sairaus tai vamma, miten hoidettu? _____

6. Onko teillä todettu tai onko teillä ollut selkäsairauksia? Ei Kyllä vuonna _____
 muita tuki- ja liikuntaelinten sairauksia Ei Kyllä vuonna _____
 neurologisia sairauksia Ei Kyllä vuonna _____
 hengityselinten sairaus Ei Kyllä vuonna _____
 kohonneita verenpaine-arvoja Ei Kyllä vuonna _____
 sydän- tai verenkiertoelimistön sairaus Ei Kyllä vuonna _____
 korjaamaton näköongelma Ei Kyllä vuonna _____
 usein huimausta Ei Kyllä vuonna _____
 korvasairauksia Ei Kyllä vuonna _____
 yliherkkyyttä (allergiaa) Ei Kyllä vuonna _____

7. Oletteko viimeisten 2 viikon aikana sairastanut tulehdussairautta, esim. nuhakuume, angiina yms.? En Kyllä mitä? _____
8. Tupakoitteko? En Kyllä
9. Käytättekö jotakin lääkettä? En Kyllä mitä? _____
10. Oletteko käyttäneet alkoholia viimeisen vuorokauden aikana? En Kyllä annosten lkm _____
11. Oletteko nauttinut kofeiinia (esim. kahvi, kolajuomat ym.) ennen mittauksiin tuloa? En Kyllä mitä/paljonko? _____
12. Oletteko harrastanut rasittavaa liikuntaa edellisenä päivänä? En Kyllä
13. Oletteko tänään erityisen väsynyt? En Kyllä Miksi? _____

Tutkimukseen osallistuvan suostumus:

Minulle on kerrottu tutkimuksesta ja sen kulusta, siihen kuuluvista mittauksista, koehenkilönä olemisen edellytyksistä ja terveyshaittojen mahdollisuuksista. Suoritettavien mittausten/testien aikana voin keskeyttää suoritukseni milloin tahansa. Tällä perusteella ilmoitan suostumukseni tutkimukseen.

Annan luvan käyttää tutkimustuloksia kaupalliseen ja tieteelliseen tarkoitukseen. Tarvittaessa tutkimusryhmän nimeämä henkilö voi tutustua alkuperäisiin asiakirjoihin (mittauspöytäkirjat, kyselylomakkeet) siinä laajuudessa, kun tutkimuksen yhteydessä kerättyjen tietojen oikeellisuuden varmistaminen vaatii. Kaikki tiedot käsitellään luottamuksellisesti ja tutkimusryhmän henkilöt ovat sitoutuneet salassapitovelvollisuuden noudattamiseen.

Tutkimukseen osallistuva voi halutessaan koska tahansa peruuttaa suostumuksensa syytä ilmoittamatta.

Paikka: _____ Päiväys: ____/____ 19____

Allekirjoitus: _____

TAUSTATIETOLOMAKE (Toinen testauskerta)

Sukunimi _____
Etunimet _____ Syntymäaika __/__/19__

1. Onko terveydentilanne muuttunut ensimmäisen mittauskerran jälkeen?

Ei Kyllä miten? _____

Jos vastasitte kyllä edelliseen kysymykseen, niin oletteko käyttäneet jotakin lääkettä sen vuoksi? _____

2. Oletteko käyttäneet alkoholia viimeisen vuorokauden aikana?

En Kyllä annosten lkm _____

3. Oletteko nauttinut kofeiinia (esim. kahvi, kolajuomat ym.) ennen mittauksiin tuloa?

En Kyllä mitä/paljonko? _____

4. Oletteko tänään erityisen väsynyt?

En Kyllä Miksi? _____

Tunnen testaustavan ja osallistun siihen omalla vastuullani.

Paikka: _____ Päiväys: ____/____/19__

Allekirjoitus: _____