

# **Tasapainon hallintaa kuvaavan testisarjan erottelevuus 25–74-vuotiailla**

Eija Jäppilä  
Pro gradu -tutkielma  
Liikuntalääketiede  
Itä-Suomen yliopisto  
Lääketieteen laitos  
Syyskuu 2011

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO, Terveystieteiden tiedekunta

Lääketieteen laitos

Liikuntalääketiede

EIJA JÄPPILÄ: Tasapainon hallintaa kuvaavan testisarjan erottelevuus 25–74-vuotiailla  
Opinnäytetutkielma, 60 sivua, 3 liitettä (6 sivua)

Ohjaajat: TtM Mariitta Vaara, LitM Sirkka-Liisa Karppi, LKT, dos Katriina Kukkonen-Harjula

Syyskuu 2011

---

Avainsanat: tasapainon hallinta, ikä, paino, painoindeksi, mittaaminen

Tasapainon hallinta on ihmisen päivittäisten toimintojen perusedellytys. Se vaikuttaa liikkumiseen, itsenäiseen selviytymiseen ja fyysiseen toimintaan. Ikääntyessä tapahtuvat elinjärjestelmien muutokset heikentävät tasapainon hallintaa. Tasapainon mittaamiseen ei ole toistaiseksi yhtä testiä, jonka avulla voidaan mitata eri-ikäisiä henkilöitä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tasapainon hallintaa kuvaavan testin kehittelyä ja toimivuutta eri-ikäisillä miehillä ja naisilla. Tutkimuksessa selvitettiin, eroavatko miesten ja naisten tulokset toisistaan ja ovatko mittaustulokset yhteydessä painoon tai painoindeksiin.

Tutkimuksen aineisto koostuu Turun alueella vuonna 2007 toteutettuun FINRISKI-terveystutkimukseen kutsutuista 25–74-vuotiaista henkilöistä (n=1141). Tasapainomittaukset tehtiin 708 henkilölle, joista miehiä oli 311 ja naisia 397.

Tasapainon hallintaa mitattiin seisten jalat peräkkäin (tandem-asento) ja seisten yhdellä jalalla. Kummassakin alkuasennossa mitattava seiso i sekä kovan että pehmeän alustan päällä silmät auki ja silmät kiinni. Koko testisarja sisälsi kahdeksan mitta-asentoa. Mitattavan tuli pysyä pyydettyssä mitta-asennossa mahdollisimman kauan, enintään 20 sekunnin ajan.

Mitä vanhempaan ikäryhmään mitattava kuului, sitä harvemmin hän pystyi seisomaan eri testeissä 20 sekunnin ajan ( $p < 0.001$ ). Miesten ja naisten mittaustulokset eivät eronneet merkitsevästi toisistaan eri testeissä. Seisominen tandem-asennossa kovalla alustalla silmät auki osoittautui testisarjan helpoimmaksi testiksi ja seisominen yhdellä jalalla pehmeän alustan päällä silmät kiinni osoittautui testisarjan vaikeimmaksi testiksi.

Suoriutumista parhaiten erotteleva testi oli seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla. Tämän testin avulla tarkasteltiin painon tai painoindeksin yhteyttä tasapainon hallintaan. Henkilöt, joilla oli suuri paino tai painoindeksi, selviytyivät testistä merkitsevästi muita huonommin ( $p < 0.001$ ). Ikävakiointi ja henkilön sukupuoli eivät vaikuttaneet havaittuun yhteyteen.

Kehitetty testisarja soveltuu väestötutkimuksiin sekä miehille että naisille. Ikääntyessä tasapainon hallinta heikkenee. Ikäryhmiä eniten erottelevassa testissä sekä henkilön suuri paino että painoindeksi heikensivät tasapainon hallintaa.

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND, Faculty of Health Sciences

School of Medicine

Exercise Medicine

JÄPPILÄ EIJA: The discrimination ability of a test battery to describe control of balance in persons aged 25–74 years.

Thesis, 60 pages, 3 appendices (6 pages)

Supervisors: Mariitta Vaara, MSc, Sirkka-Liisa Karppi, MSc, Katriina Kukkonen-Harjula, D.Med.Sc

September 2011

---

Keywords: control of balance, age, weight, body mass index (BMI), measurement

Control of balance is a basic element of activities of daily living. It influences motion, coping with independent activity and physical activity. Ageing and changes in different organ systems weaken the control of balance. There is not yet a single valid test to assess the control of balance in persons of different age.

The aim of this study was to find out how the test developed worked with 25–74-years old people. It was investigated if the results in men and women differed and if the results were associated with weight and body mass index (BMI).

Subjects were invited to the population-based FINRISK study, in 2007 in the region of Turku (n=1141). The balance measurements were performed for 708 persons (311 men and 397 women).

The control of balance was measured standing in a tandem position (one foot after the other) and in one-leg position. In both positions the person stood on firm and soft platform with eyes open and eyes closed. The test battery included eight subtests. In each subtest the person was supposed to stand in the position for as long as possible but at most for 20 seconds.

The older the subject was the more rarely he or she could complete the test ( $p < 0.001$ ). The results between men and women did not differ. As the subtests got more demanding the completers group got smaller. Standing in the tandem position on a firm platform with eyes open was the easiest subtest and standing with one leg on a soft ground with eyes closed the most difficult.

The subtest that best sorted out performance was standing with one leg on a firm ground with eyes closed. In this subtest persons with increased weight or BMI performed significantly worse ( $p < 0.001$ ) than all others. Age and sex adjustment did not influence the association.

The field test battery developed is suitable to men and women in population-based studies. The control of balance was negatively correlated with age. In the subtest that best sorted out different age groups either overweight or high BMI weakened the control of balance.

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	6
<b>2 TASAPAINO JA SEN HALLINTA</b>	7
2.1 Tasapainon hallintaan osallistuvat järjestelmät	9
2.1.1 Sensoriset järjestelmät	9
2.1.2 Motoriset järjestelmät	10
2.1.3 Tasapainon ylläpitämisen strategiat	11
2.2 Tasapainon hallinnan mittaaminen	12
2.2.1 Staattisen tasapainon hallinnan mittaaminen	13
2.2.2 Staattisen tasapainon hallinnan mittaaminen terveydentilan tai toimintakyvyn osana	15
2.2.3 Dynaamisen tasapainon hallinnan mittaaminen	16
2.3 Ikääntymisen vaikutus tasapainoon	17
2.3.1 Näkö- ja kuuloaistin sekä somatosensorisen järjestelmän vaikutus tasapainon hallintaan ikääntyessä	18
2.3.2 Keskushermoston vaikutus tasapainon hallintaan ikääntyessä	19
2.3.3 Tuki- ja liikuntaelimestön vaikutus tasapainon hallintaan ikääntyessä	20
2.4 Kehon painon yhteys tasapainoon	20
<b>3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT</b>	21
<b>4. TUTKIMUKSEN AINEISTO JA MENETELMÄT</b>	22
4.1 Tutkimusaineisto	22
4.2 Tutkimuksen suorittaminen	23
4.2.1 Tasapainon hallinnan mittaaminen	24
4.2.2 Pituuden, painon ja kengännumeron mittaaminen	27
<b>5 AINEISTON KÄSITTELY JA TILASTOLLISET MENETELMÄT</b>	28
<b>6 TULOKSET</b>	29
6.1 Paino, pituus, painoindeksi ja kengännumero	29
6.2 Tasapainon hallinnan mittaukset	30

6.2.1 Seisominen tandem-asennossa silmät auki kovalla alustalla	32
6.2.2 Seisominen tandem-asennossa silmät auki pehmeällä alustalla	33
6.2.3 Seisominen tandem-asennossa silmät kiinni kovalla alustalla	34
6.2.4 Seisominen tandem-asennossa silmät kiinni pehmeällä alustalla	35
6.2.5 Seisominen yhdellä jalalla silmät auki kovalla alustalla	36
6.2.6 Seisominen yhdellä jalalla silmät auki pehmeällä alustalla	37
6.2.7 Seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla	38
6.2.8 Seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeällä alustalla	39
6.3 Iän yhteys tasapainoon	40
6.4 Painon ja painoindeksin yhteys tasapainoon	40
<b>7 POHDINTA</b>	41
7.1 Tasapainomittausten tulosten yhteys ikään	42
7.2 Tasapainomittausten tulosten yhteys sukupuoleen	43
7.3 Tasapainomittausten tulosten yhteys painoon tai painoindeksiin	45
7.4 Aineisto ja menetelmät	46
<b>8 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	49
<b>LÄHTEET</b>	50
<b>LIITTEET</b>	55

## 1 JOHDANTO

Tasapainon hallinta on yksi ihmisen päivittäisten toimintojen perusedellytys. Se vaikuttaa liikkumiseen, itsenäiseen selviytymiseen ja moniin fyysisiin tehtäviin. Ikääntymisen myötä tasapainon hallintaan osallistuvissa elinjärjestelmissä tapahtuu muutoksia, jotka heikentävät tasapainon hallintaa eri tilanteissa. Tasapainoa voidaan kuitenkin ylläpitää ja parantaa sopivilla harjoitteilla. Sopivan ja helposti toteutettavissa olevan kenttätestin puute on vaikeuttanut tasapainon hallinnan eri osa-alueiden testausta eri-ikäisillä.

Väestö ikääntyy nopeasti, meillä Suomessa nopeammin kuin muissa EU-maissa. Väestön ikärakenteen muutosten seurauksena toimintarajoitteisten henkilöiden määrän on laskettu kasvavan lähes kaksinkertaiseksi vuosien 2004–2034 välisenä aikana (Martelin ym. 2004). Väestön toimintakyvyn edistämisen kannalta on tärkeää selvittää, mistä syystä tasapainon hallinta alkaa heikentyä ikääntyessä ja voidaanko sitä hidastaa.

Tasapainon mittaamiseen on vähän vakiintuneita mittausmenetelmiä. Harvoissa tasapainon hallintaa selvittävässä tutkimuksissa tutkittavat ovat edustaneet laajaa ikäjakaumaa. Monet kenttäolosuhteisiin kehitetyt tasapainotestit eivät sovellu kaikille ikäryhmille.

Kansallisessa FINRISKI 2007 -terveystutkimuksessa tehtiin toimintakykytutkimus, johon Turun alueella liittyi tasapainon mittaaminen. FINRISKI 2007 on kansallinen terveystutkimus, jolla seurataan viiden vuoden välein keskeisten kansantautien riskitekijöitä sekä väestön terveyden edistämisen kannalta keskeisiä kysymyksiä. Tutkimus on poikkileikkaustutkimus, jossa on joka kerta eri väestöotos. Tutkimus alkoi vuonna 1972 Pohjois-Karjala-projektina. Nykyisin tutkimusalueita on kuusi: Pohjois-Karjala, Pohjois-Savo, Oulu, Turku-Loimaa, Helsinki-Vantaa ja Lappi, yhteensä 123 kuntaa. FINRISKI 2007 -terveystutkimuksen otoskoko oli 11953 henkilöä (Peltonen ym. 2008).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) (entisen Kansanterveyslaitoksen, KTL) väestötutkimuslaboratoriossa kehitetyt tasapainon hallintaa kuvaavan testisarjan erottelukykyä eri-ikäisillä miehillä ja naisilla.

Tutkimuksella pyritään selvittämään myös, eroavatko miesten ja naisten tulokset tasapainomittauksien eri osatesteissä ja ovatko tasapainomittautulokset yhteydessä henkilön painoon ja painoindeksiin.

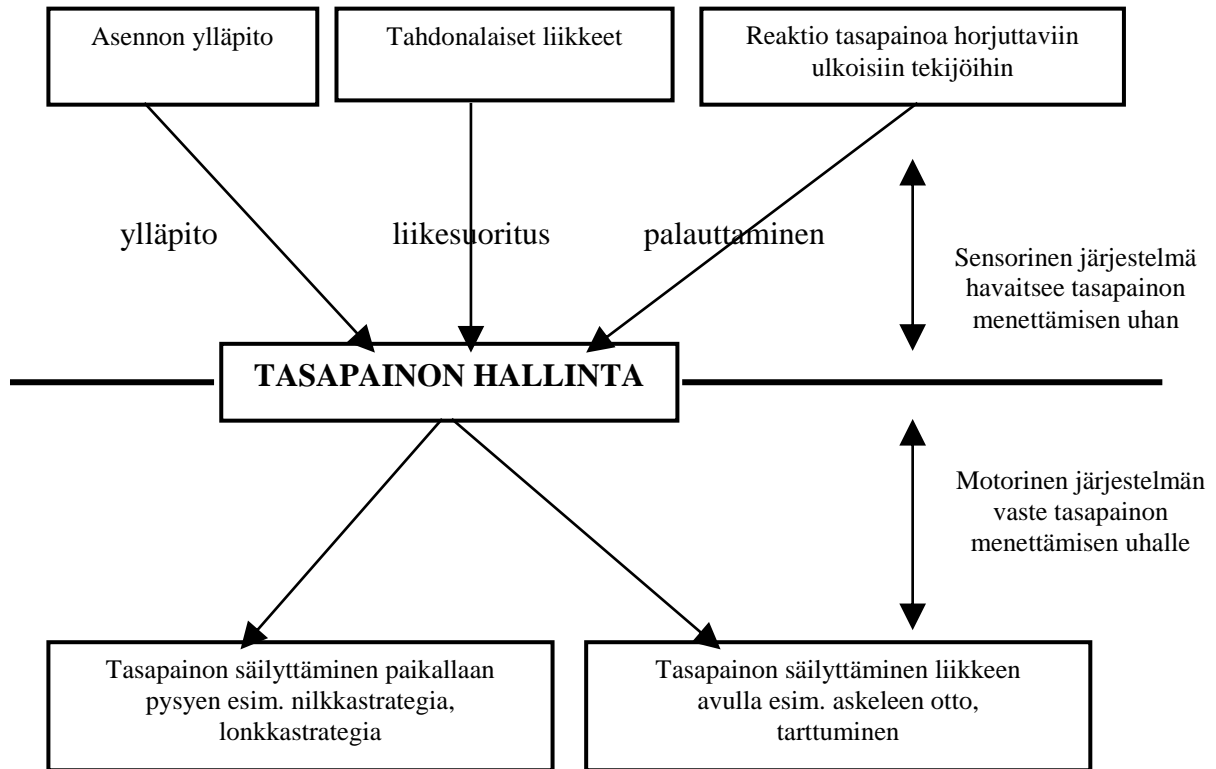
## **2 TASAPAINO JA SEN HALLINTA**

Ihmisen liikkeiden säätely perustuu useiden aistijärjestelmien sekä biomekaanisten ja motoristen toimintojen saumattomaan yhteistyöhön, aiempiin kokemuksiin ja kykyyn ennakoita tulevia tilanteita eri tehtävissä ja ympäristöissä. Tasapaino voidaan määritellä kykyä pitää kehon massakeskipiste (center of mass) tukipinnalla (base of support) eli sen rajojen (limits of stability) sisällä esimerkiksi istuessa, seistessä ja liikuttaessa. Kun kehon massakeskipiste ylittää tukipinnan rajan, henkilö kaatuu, ellei hän pysty palauttamaan tasapainoaan vartalon ja raajojen korjausliikkeiden avulla (Pollock ym. 2000, Huxham ym. 2001, Shumway-Cook ja Woollacott 2010, Nagy ym. 2007).

Tasapaino jaetaan usein ”paikallaan pysyvään” eli staattiseen tasapainoon ja liikkeessä olevaan eli dynaamiseen tasapainoon. Staattisella tasapainolla tarkoitetaan kykyä ylläpitää haluttu asento ja siinä kontrolloidaan kehon huojuntaa paikallaan seisten tai muussa liikkumattomassa asennossa. Staattisen tasapainon aikana kehossa tapahtuu koko ajan pieniä huomaamattomia asennon tarkistus- ja korjausliikkeitä ei-toivottujen muutosten pysäyttämiseksi. Dynaamisella tasapainolla tarkoitetaan tasapainon säilymistä liikesuorituksen aikana, tällöin kehon painopiste pysyy liikkeen aikana tukipinnalla. Staattisen tasapainon hallinta on edellytys dynaamisen tasapainon hallintaan. Dynaamista tasapainoa tarvitaan tahdonalaisen liikkeen ja toiminnan aikana. (Huxham ym. 2001, Pollock ym. 2000, Shumway-Cook ja Woollacott 2010, Ragnarsdottir 1996). Kehossa ei ole olemassa erikseen järjestelmää staattisen ja dynaamisen tasapainon ylläpitämiseen. Säätelyjärjestelmän kannalta asennon ylläpito perustuu sekä staattisessa että dynaamisessa tilanteessa lähes kokonaan samoihin aistitiedon lähteisiin ja korjausmekanismeihin (Era 1997).

Tasapainon hallintaan osallistuvat keskushermosto sekä sensoriset ja motoriset hermojärjestelmät. Lisäksi se edellyttää näiden järjestelmien jatkuvaa vuorovaikutusta keskenään. Tasapaino ei ole yksittäinen ominaisuus, vaan se sisältyy kykyymme

selviytyä monipuolisesti jokapäiväisistä toiminnoistamme, kuten liikkumisesta, itsenäisestä selviytymisestä ja fyysisestä toiminnasta. Ihmisellä tasapaino on kykyä ylläpitää erilaisia asentoja, sopeutua kehon tahdonalaisiin liikkeisiin ja reagoida ulkopuolisiin ärsykkeisiin (Huxham ym. 2001, Pollock ym. 2000, Shumway-Cook ja Woollacott 2010). Pollock ym. (2000) ovat kuvanneet erilaisia tasapainon hallintaan vaikuttavia tekijöitä sekä toiminnoissa vaikuttavia järjestelmiä kuviolla 1.



KUVIO 1. Asennon hallintaa edellyttävät toiminnalliset tilanteet ja asennon hallinnan strategiat (Pollockin ym. mukaan 2000).

Keskushermosto kokoaa ja analysoi aistien kautta eri kehonosista tulevan tiedon ja hyödyntää sitä jatkuvasti. Se ohjaa tuki- ja liikuntaelimestöä, jotta tasapaino säilyy tarvittavan liikesuorituksen aikana. Keskushermosto esimerkiksi säätelee lihasten aktivoitumisjärjestyksen ja -nopeuden kussakin tilanteessa. Sopivan motorisen toiminnan valinta tapahtuu isojenaivojen motorisessa kuorikerroksessa. Keskeisinä liikkeiden ohjaajina ja säätelijöinä toimivat pikkuaivot ja basaaligangliot. Keskushermosto joko ennakoii (proactive balance mechanisms) tasapainon menetystä tai reagoi (reactive balance control) tasapainossa tapahtuviin muutoksiin valitsemalla sopivat motoriset strategiat eli liikkeet tasapainon säilymiseksi. (Shumway-Cook ja

Woollacott 2010). Ennakoivassa kontrollissa aktivoidaan ne lihakset, joita tarvitaan tasapainon säilyttämiseen. Näköaistilla on tässä suuri merkitys, koska sen avulla saadaan tietoa ympäristöstä ja siinä tapahtuvista muutoksista. Reaktiivisesta kontrollista on kyse silloin, kun keho reagoi ulkoisten voimien aiheuttamalle massakeskipisteen tai tukipinnan muutokselle. Mikäli ennakoivassa kontrollissa epäonnistutaan, tasapaino pyritään säilyttämään reaktiivisesti. (Pollock ym. 2000, Huxham ym. 2001).

## **2.1 Tasapainon hallintaan osallistuvat järjestelmät**

### **2.1.1 Sensoriset järjestelmät**

Sensorisen hermojärjestelmän avulla havaitaan tasapainon menettämisen uhka. Motorinen järjestelmä vastaa tasapainon menettämisen uhkaan aikaansaamalla tarvittavan korjaavan liikkeen tasapainon säilyttämiseksi. (Huxham ym. 2001, Pollock ym. 2000). Tasapainon hallinta liittyy aina siihen tehtävään ja ympäristöön, jossa ihminen toimii (Huxham ym. 2001, Pollock ym. 2000, Shumway-Cook ja Woollacott 2010). Tasapainon säätelyyn osallistuvista aistijärjestelmistä keskeisimpiä ovat sisäkorvassa sijaitseva vestibulaarijärjestelmä, visuaalinen järjestelmä ja somatosensorinen järjestelmä. (Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

Vestibulaarijärjestelmä aistii henkilön pään asennon erilaisissa toiminnoissa sekä yhtäkkiset ja nopeat suunnanmuutokset pään liikkeissä. Sen avulla henkilö pystyy erottamaan oman ja ulkoisten kohteiden liikkumisen. Vestibulaarijärjestelmä koostuu kahdesta eri järjestelmästä. Kaarikäytävien muodostama järjestelmä aistii kiihtyvyyksiä ja hidastuvuuksia sekä aktivoituu liikkeiden alku- ja loppuvaiheissa. Tasapainokivien avulla saadaan informaatiota pään asennosta suhteessa painovoimaan. Visuaalisen järjestelmän kautta saadaan tietoa sekä ympäristöstä että kehon sijainnista ja liikkeistä tilassa ja kehonosien liikkeestä suhteessa toisiinsa. Somatosensorinen järjestelmä aistii lihas-, jänne-, nivel- ja ihoreseptoreiden sekä vapaiden hermopäätteiden avulla tietoa kehon asennosta ja liikkeestä. Tasapainon säätelyn kannalta tärkeitä reseptoreita ovat lihassukkula, Golgin jänne-elin, nivelten proprioceptorit, ihon mekanoreseptorit ja niin sanotut vapaat hermopäätteet. (Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

Eri aistijärjestelmien välittämän tiedon osuus asennon ylläpitämisestä vaihtelee siten, että keskushermosto valitsee tehokkaimman vaihtoehdon tilanteen ja toiminnan mukaan (Shumway-Cook ja Woollacott 2010, Shumway-Cook ja Horak 1986). Esimerkiksi seisnessä pehmeällä alustalla jalkapohjan tuntoaistiin perustuva tieto muuttuu epämääräiseksi, jolloin tasapainon hallintaan käytetään enemmän visuaalisen ja vestibulaarisen järjestelmien kautta saatua tietoa. Pimeässä ihmisen näköaistiin perustuva tieto kehon asennosta on vähäisempää kuin valoisalla. Pimeässä saadaan tasapainon hallintaan tarvittavaa tietoa enemmän vestibulaarisen ja somatosensorisen viestijärjestelmän kautta.

### **2.1.2 Motoriset järjestelmät**

Pystyasennon ylläpitäminen vaatii asentoa ylläpitävien lihasten jatkuvaa työtä nilkkojen, polvien, lonkkien ja selkärangan stabiloimiseksi (Era 1997). Liikkeen aikana asennon hallinnan säätelyssä yhteistoiminnassa toimivia lihaksia tulee kyetä aktivoimaan samanaikaisesti sekä tuottaa riittävästi lihasvoimaa asennon ylläpitämiseksi ja korjaamiseksi. Tällöin täytyy pystyä käyttämään motorisia ja sensorisia järjestelmiä sääteleviä adaptiivisia järjestelmiä, jotka auttavat sopeutumaan, kun tehtävät tai ympäristö muuttuvat (Talvitie ym. 1999).

Motoriikan säätely tapahtuu aivoissa muodostettujen tarkkaan suunniteltujen sekä kontrolloitujen liikekäskyjen avulla ja refleksitoiminnan kautta selkäydintasolla. Tasapainorefleksit ovat autonomisia, sensorisen ärsykkeen aiheuttamia motorisia vasteita, jotka liittyvät motoriikan ja tasapainon säätelyjärjestelmiin. Tasapainon kannalta keskeistä refleksitoimintaa ei pystytä erottelemaan ja havaitsemaan tahdonalaisten liikkeiden joukosta ja tasapainorefleksit peittyvät näiden liikkeiden sekaan. Ihminen ylläpitää vakaata ja kontrolloitua asentoa erilaisten refleksien, automaattisten tasapainovasteiden sekä ennakoivien ja tahdonalaisten liikkeiden avulla. Ne ovat jokaiselle ihmiselle ominaisia liikestrategioita, joilla hän pyrkii säilyttämään tasapainonsa yllättävissäkin tilanteissa. Nämä strategiat jaetaan yleensä nilkka-, lonkka-, painopisteen alentamis- ja askeleen ottamisstrategiaan. Henkilön käyttämät strategiat saattavat vaihdella elämän eri vaiheissa (Kauranen ja Nurkka 2010, Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

### 2.1.3 Tasapainon ylläpitämisen strategiat

Liikestrategialla tarkoitetaan tasapainon ylläpitämiseksi ja korjaamiseksi valittua liikemallia; nilkka-, lonkka, tai askellusstrategiaa (Pollock ym. 2000, Shumway-Cook ja Woollacott 2010). Kauranen ja Nurkka (2010) sekä Shumway-Cook ja Woollacott (2010) lisäävät tähän vielä massakeskipisteen madaltamisstrategian (suspensory strategy). Strategioita käytetään useimmiten yhdistettynä ja niiden valinta on tiedostamaton tapahtuma, jossa sensorisilla ja motorisilla osatekijöillä on suuri merkitys (Huxham ym. 2001, Pollock ym. 2000, Shumway-Cook ja Woollacott 2010). Staattisen tasapainon ylläpitämisessä tarvitaan erityisesti nilkka- ja lonkkastrategioita (Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

Nilkkastrategiassa tasapainottava liike tapahtuu nilkkanivelessä. Kehon massakeskipiste palautetaan tukipinnana päälle, eteen tai taaksepäin korjaavalla liikkeellä. Tätä strategiaa ihminen käyttää paikallaan seistessä ja pienissä sekä hitaissa, kehon ulkopuolelta tulevissa tönäisyissä tai tasapainon menetyksissä (Pollock ym. 2000, Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

Lonkkastrategiassa tasapainoa ylläpitävä liike tapahtuu lonkkanivelessä. Kehon massakeskipiste palautetaan tukipinnan päälle lonkkaniveliä koukistamalla tai ojentamalla. Lonkkanivel sallii kehossa laajemman ja nopeamman liikkeen kuin nilkkastrategiaa käytettäessä (Pollock ym. 2000, Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

Kolmas tapa säilyttää tai korjata tasapainoa on siirtää kehon massakeskipistettä alemmaksi, lähelle tukipintaa, koukistamalla lonkka- ja polviniveliä samanaikaisesti. Tällöin kehon painopiste siirtyy alemmaksi ja tarvitaan vähemmän lihasvoimaa tasapainon ylläpitämiseksi (Kauranen ja Nurkka 2010, Shumway-Cook ja Woollacott 2010). Tätä strategiaa käyttävät esimerkiksi eri kamppailulajien harrastajat (Kauranen ja Nurkka 2010).

Voidaan myös turvautua askellusstrategiaan. Se on yleensä viimeinen tasapainon hallintakeinona ja sen tarkoituksena on välttää kaatuminen. Painopiste on tällöin jo

siirtynyt tukipinnan ulkopuolelle, eikä lihasvoima riitä palauttamaan painopistettä tukipinnan sisälle. Askelta otettaessa kehon painopiste siirtyy uudelleen tukipinnan sisälle ja tasapainotilan ylläpito helpottuu (Kauranen ja Nurkka 2010, Shumway-Cook ja Woollacott 2010) (Kuvio 1).

## **2.2 Tasapainon hallinnan mittaaminen**

Tasapainon hallinnan mittaamiseen on vähän vakiintuneita menetelmiä terveille, työikäiselle aikuisväestölle, nuorille ja lapsille. Ei ole olemassa yhtä testiä tai laitetta, jolla voitaisiin kattavasti mitata tasapainoa kaikenikäisillä. Monet tasapainon mittaamisessa käytetyt testit on kehitetty neurologisten sairauksien diagnostiikkaan tai iäkkäiden henkilöiden toimintakyvyn sekä kaatumisriskin arvioimiseen. Samoja testejä on käytetty terveiden aikuisten tasapainon kartoittamiseen.

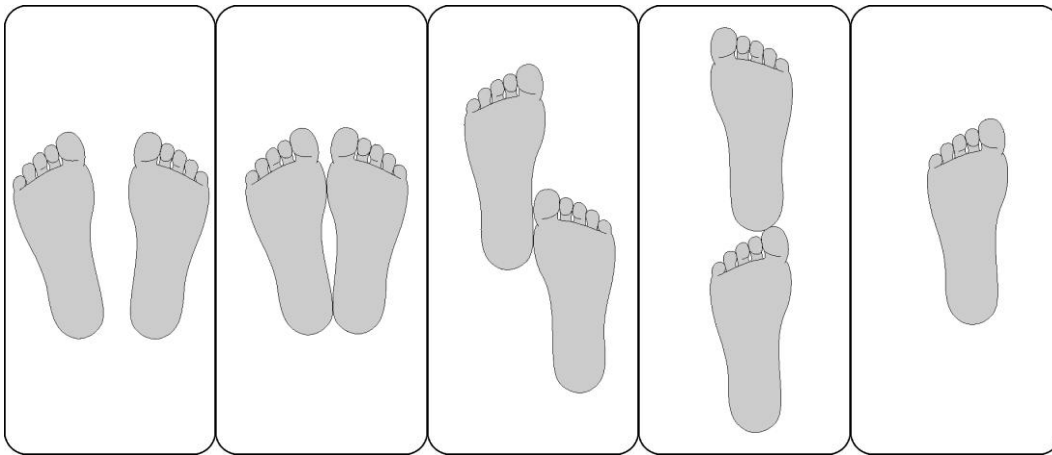
Spirduso ym. (2005) jakaa tasapainotestit sen mukaan, mitä tasapainon osa-aluetta ne mittaavat tai mitä tasapainon osa-aluetta niiden avulla arvioidaan: kykyä ylläpitää pystyasentoa paikallaan seisten erilaisissa tilanteissa, asennon säätelykykyä tahdonalaisten liikkeiden ja toiminnan aikana, kykyä ylläpitää tasapainoa ulkoapäin tulevia häiriöitä vastaan tai kykyä ylläpitää pystyasento, kun visuaalista, vestibulaarista tai somatosensorista järjestelmää häiritään. Yleisimmin tasapainoa mitataan paikallaan seisten eri asennoissa, jotakin liikesuoritusta tai muuta tehtävää tehden sekä erilaisilla tasapainon mittauslaitteilla.

Tasapainon mittaaminen on vaativaa ja vaatii mittaajalta tarkkuutta sekä mitattavalta keskittymistä. Tasapainomittausten tulee tapahtua mahdollisimman rauhallisessa ympäristössä. Ylimääräiset äänet mittauspaikassa ja sen ympäristössä häiritsevät mitattavan keskittymiskykyä. Mitattavan näkökentän tulee olla rauhallinen. Silmien edessä olevan seinän tulee olla tasavärinen ja ikkunaton. Mittausten aikana mitattava kohdistaa katseensa johonkin edessä olevaan kiintopisteeseen. Testiohjeiden tulee olla selkeitä. Mitattavalle annetaan ohjeet testiasennoista, testin kulusta ja siihen kuluvasta ajasta. Mittaajan toiminnan tulee olla samanlaista jokaisessa mittauksessa ja hän huolehtii mittausten turvallisuudesta. Mittaus tulisi suorittaa ennen mahdollista muuta fyysistä rasitusta, koska hermolihasjärjestelmän väsymys heikentää tasapainoa. Myös

oppiminen vaikuttaa testitulokseen, joten testin kokeilu tai harjoittelu tulee vakioida (Karppi ja Vaara 2006, Kauranen ja Nurkka 2010).

### **2.2.1 Staattisen tasapainon hallinnan mittaaminen**

Staattista tasapainoa mitataan yleensä pystyasennossa seisten. Tällöin tukipinta ei muutu ja suorituksen arviointi perustuu henkilön testiasennossa pysymään aikaan. Onnistuneen suorituksen edellyttämänä aikana on käytetty esimerkiksi 5:tä sekuntia (Tinetti 1986, Rossiter-Fornoff ym. 1995), 10:tä sekuntia (Guralnik ym 1994), 20:tä sekuntia (Era ym.2006), 30:tä sekuntia (Bohannon ym. 1984, Oja ja Tuxworth 1995, Shumway-Cook ja Horak 1986, Era ym. 2006) ja 60:tä sekuntia (Suni ym. 1996, Suni 2000). Testeissä käytettyjen eri seisoma-asentojen tarkoituksena on ollut pienentää tukipintaa ja muuttaa tukipinnan muotoa. Samalla tarkastellaan, miten tukipinnan muutos vaikuttaa tasapainon hallintaan. Yleisemmin käytettyjä mittausasentoja ovat seisominen jalat rinnakkain, seisominen jalat yhdessä rinnakkain, seisominen jalat peräkkäin siten, että takimmaisesta jalan isonvarpaan tyvinivel on etumaisen jalan kantapäähän sisäosaa vasten (semitandem-asento) (Räty ym. 2000), seisominen jalat peräkkäin samalla viivalla siten, että takimmaisesta jalan isovarvas on etumaisen jalan kantapäätä vasten, jalkaterät suorassa (tandem-asento) (Räty ym. 2000) ja seisominen yhdellä jalalla (kuvio 2).



KUVIO 2. Yleisemmin käytetyt mittausasennot vasemmalta oikealle: seisominen jalat rinnakkain, seisominen jalat yhdessä rinnakkain, seisominen semitandem-asennossa, seisominen tandem-asennossa ja seisominen yhdellä jalalla.

Terveys 2000 –tutkimuksessa mitattiin voimalevyllä 7979:n yli 30-vuotiaan suomalaisen henkilön tasapainon hallintaa neljässä eri testiasennossa. Tutkittavat seisoivat voimalevyllä silmät auki ja silmät kiinni mahdollisimman normaalissa seisoma-asennossa tavoitteena 30 sekunnin aika. Sen jälkeen he seisoivat semitandem-asennossa ja tandem-asennossa silmät auki tavoitteena 20 sekunnin aika. Osa (n=264) tasapainomittauksista tehtiin kenttätestinä kotona ns. Guralnikin menetelmää käyttäen henkilöille, jotka eivät osallistuneet terveyskeskuksessa tehtyihin Terveys 2000 – tutkimuksiin. Guralnikin tasapainotestissä mitattava henkilö seisoo silmät auki ensin semitandem-asennossa 10 sekuntia. Mikäli suoritus onnistui, testattavaa siirrytään tandem-asentoon, jossa hänen tulisi pysyä myös 10 sekuntia. Jos taas henkilö ei suoriudu seisomisesta semitandem-asennossa 10 sekuntia, yrittää hän seuraavaksi seistä jalat yhdessä vierekkäin (Guralnik ym. 1994).

Voimalevymittausten tulokset osoittivat, että tasapainon heikkenemistä on jo selvästi havaittavissa keski-ikäisillä, jotka huojuivat selvästi enemmän kuin nuoret, yrittäessään pysyä paikallaan. Tasapainon heikkeneminen kiihtyy edelleen 60 ikävuoden jälkeen. Voimalevymittausten rajoitteena oli se, että ne, joilla oli selviä tasapainovaikeuksia, eivät pystyneet suorittamaan testiä. Kenttätesti osoittautui suurimmalle osalle

mitattavista liian helpoksi. Testillä pystyttiin erottelemaan vasta yli 60-vuotiaiden suorituksia. (Era ym. 2006).

Bohannonin ym. (1984) tutkimuksessa selvitettiin iän vaikutusta testistä suoriutumiseen. Siihen osallistui 184 vapaaehtoista 20–79-vuotiasta henkilöä, joiden tasapainon hallintaa arvioitiin kahdeksalla eri testillä, joissa tutkittavien tuli kyetä seisomaan 30 sekuntia. Yrityskertoja kussakin testissä oli viisi. Testiasennot olivat seisominen jalat rinnakkain, seisominen jalat yhdessä rinnakkain sekä seisominen vasemmalla ja oikealla jalalla. Jokainen testi tehtiin silmät auki ja silmät kiinni.

### **2.2.2 Staattisen tasapainon hallinnan mittaaminen terveydentilan tai toimintakyvyn osana**

Ojan ja Tuxworthin (1995) Eurofit for Adults -testistö on suunniteltu 18–65-vuotiaille aikuisille terveystilanteen mittaamiseen terveyden edistämiseksi esimerkiksi työterveyshuollon käyttöön. Siinä henkilön tasapainon hallintaa mitataan yhdellä jalalla seisten kovalla alustalla silmät kiinni (Single Leg Balance Test). Testissä lasketaan 30 sekunnin aikana tasapainon menettämistä eli ilmassa olevan jalan kosketusta lattiaan tai tukijalan siirtymistä alustalla. Tulos on sitä heikompi, mitä useammin mitattava menettää tasapainonsa.

Curb ym. (2006) mittasivat 203 henkilöä, jotka kuuluivat kahteen eri ikäryhmään (35–55-vuotiaat ja 56–71-vuotiaat). Tutkimuksessa selvitettiin henkilöiden toimintakykyä. Siinä mitattiin tasapainoa seisten kovalla ja pehmeällä alustalla, silmät auki ja silmät kiinni. Testiasentoina olivat semitandem-asento, tandem-asento, seisominen jalat vierekkäin ja seisominen yhdellä jalalla. Molemmilla jaloilla seistessä henkilön tuli pysyä mittausasennossa 10 sekuntia ja yhdellä jalalla seistessä 30 sekuntia. Samat mittaukset tehtiin myös voimalevyllä. Kenttätesteistä seisominen yhdellä jalalla erotteli hyvin eri-ikäisiä ja testisarja todettiin väestötutkimuksiin soveltuvaksi, turvalliseksi, kustannustehokkaaksi, nopeaksi ja helposti siirrettäväksi paikasta toiseen.

Sunin (2000) tutkimuksen tarkoituksena oli kehittää luotettava, turvallinen, toteutuskelpoinen ja pätevä terveystilanteiden mittaamaan keski-ikäisen väestön tuki-

ja liikuntaelimityn kuntoa sek4 motorista kuntoa kentt4olosuhteissa. Tutkimukseen osallistujat olivat 37–57-vuotiaita miehi4 (n=246) ja naisia (n=254). Staattista tasapainoa mitattiin kahdella eri testill4. Ensimm4isess4 testiss4 seistiin yhdell4 jalalla kovalla alustalla silm4t auki 60 sekunnin ajan, siten ett4 vapaan jalan jalkapohja on kiinni tukijalan pohkeessa polven osoittaessa sivulle. Testiss4 mitattiin mitta-asennossa pysyty4 aikaa sekunnin tarkkuudella. Toisessa testiss4 seistiin yhdell4 jalalla (8 cm korkean ja 2 cm leve4n) palkin p44ll4 silm4t auki. Testiss4 laskettiin 60 sekunnin aikana tapahtuneet tasapainon menett4miset eli ilmassa olevan jalan kosketukset lattiaan. Tulos on sit4 heikompi, mit4 useammin mitattava menetti tasapainonsa ja vapaana oleva jalka kosketti lattiaan. Seisominen yhdell4 jalalla todettiin luotettavaksi tuki- ja liikuntaelimityn ja motorisen kunnan mitta-asennoksi kentt4-olosuhteissa.

### **2.2.3 Dynaamisen tasapainon hallinnan mittaaminen**

l4kk4ille henkil4ille suunnatut tasapainotestit ovat luonteeltaan dynaamisia ja mittaavat usein toimintakyky4. Samoja testeji4 voidaan k4ytt44 my4s eri potilasryhmille kuten neurologisille, ortopedisille ja reumapotilaille. Tinetti tasapaino- ja liikuntatesti muodostuu kahdesta eri osiosta; tasapaino-osiosta ja k4velyn analyysiosiosta. Niit4 voidaan k4ytt44 sek4 yhdess4 ett4 erikseen. Alkuper4inen tasapainotesti sis4lt44 kolmesta eri osiota, mutta testist4 on tehty useita eri versioita. Tasapainoa testataan mm. istuen, seisten jalat yhdess4 ja silm4t kiinni sek4 tasapainon pysymist4 k44nnytt4ess4 360 astetta ymp4ri ja henkil44 horjutettaessa (Tinetti 1986). Bergin ym. (1989) tasapainotestiss4 arvioidaan nelj4ll4toista eri liikkeell4 henkil4n kyky4 yll4pit44 tasapainoaan p4ivitt4isten toimintojensa aikana. Siin4 staattista tasapainoa mitataan mm. seisten jalat rinnakkain, seisten tandem-asennossa ja yhdell4 jalalla seisten.

Timed Up and Go -testi4 k4ytet44n testattaessa henkil4n kyky4 suorittaa per4tt4isi4 liikkeit4. Testiss4 henkil4 nousee tuolilta seisomaan, k4velee kolme metri4 eteenp4in, k44nnyy ymp4ri ja k4velee takaisin tuolin luo ja istuu (Podsiadlo ja Richardson 1991). Henkil4n sensoristen toimintatapojen arvioimiseksi on k4ytetty The Clinical Test for Sensory Interaction in Balance -testi4. T4ss4 testiss4 mitataan tasapainon hallintaa paikalla seisten jalat vierekk4in samalla h4iriten somatosensorisia j4rjestelmi4. Testiss4

seistään sekä kovalla että pehmeällä alustalla. Ensin seistään silmät auki ja sitten silmät kiinni sekä käyttäen silmien edessä kevyttä paperilla päällystettyä kehikkoa (visual-coflict dome), jossa katse kohdistetaan kehikon sisäpuolella olevaan ristiin (Shumway-Cook ja Horak 1986).

Työikäisille aikuisille kehitetyissä dynaamista tasapainoa kuvaavissa testeissä kävellään, paikallaan seisomisen sijaan, usein erilaisia ratoja pitkin eteen- tai taaksepäin. Yleensä niissä on vielä kavennettu tukipintaa esimerkiksi kävelemällä viivaa pitkin tai kapeaa puulautaa pitkin. Punakallio (2004) selvitti fyysisesti kuormittavaa työtä tekevien palomiesten tasapainon hallintaa. Tutkimuksessaan hän käytti dynaamisen tasapainon mittaamiseen testiä, jossa käveltiin eteenpäin ja taaksepäin kapealla lankulla. Puulankku oli 2,5 m pitkä, 9 cm leveä ja 5 cm paksu. Mitattava käveli ensin eteenpäin lankun puoleenväliin, kääntyi ympäri 180 astetta ja jatkoi kävelyä takaperin lankun päähän. Tehtävä suoritettiin välittömästi toiseen suuntaan, jolloin mitattava palasi lähtöpaikkaan. Testissä mitattiin suoritukseen kulunutta aikaa ja suorituksen aikana tapahtuneita virheitä.

UKK-instituutin terveystestitöissä dynaamista tasapainoa mitataan takaperin kävelyllä viivaa pitkin. Lattiaan on merkitty 6 m:n pituinen ja 2-4 cm:n levyinen viiva, jota pitkin mitattavan tulee kävellä takaperin varvaskanta-askelin kengät jalassa mahdollisimman nopeasti ja virheettömästi (Suni 2003).

Yleisin laboratoriossa käytetty tasapainon mittaamenetelmä on voimalevyanturi. Seisomatasapainon arviointi perustuu tyypillisesti kehon huojunnan arviointiin mittaamalla voimalevyllä kehon painopisteen muutoksia alustan suhteen. Voimalevyä huojunnan mittaamiseen ovat käyttäneet mm. Kejonen (2002), Curb ym. (2006) ja Era ym. (2006).

### **2.3 Ikääntymisen vaikutus tasapainoon**

Yleensä katsotaan, että ikääntymiseen liittyvät tasapainon muutokset alkavat näkyä 60-ikävuoden jälkeen. Kuitenkin Era ja Heikkinen (1985) ovat todenneet 50–55-vuotiaiden tasapainon olevan huonompi kuin 30–35-vuotiaiden. Staattisen tasapainon

heikkeneminen näkyy seistessä huojunnan lisääntymisenä (Era ja Heikkinen 1987, Sihvonen 2004, Era ym. 2006). Esimerkiksi Melzer ym. (2004) havaitsivat toistuvasti kaatuneiden ikääntyvien henkilöiden sivusuuntaisen huojunnan olevan voimakkaampaa kuin niiden, joilla ei ollut kaatumishistoriaa. Sihvosen (2004) tutkimuksessa todettiin, kuinka iän ja kehon huojunnan välillä vallitsi U-muotoinen riippuvuussuhde siten, että lapsilla ja ikääntyneillä kehon huojunta oli suurempi kuin keski-ikäisillä. Lihavaisen (2010) mukaan iäkkäät henkilöt, joilla oli tuki- ja liikuntaelimestön kipuja, huojuivat enemmän kuin kivuttomat henkilöt mitattaessa huojuntaa voimalevyllä, ja heillä oli vaikeuksia säilyttää tasapaino tukipinnan pienentyessä. Keskushermoston toiminnan heikentyessä tasapainon säätely voi vaarantua ja kaatumisriski lisääntyä, varsinkin tilanteissa, joissa ikääntynyt joutuu jakamaan huomion samanaikaisesti tasapainon ylläpitämiseen ja johonkin toiseen toimintaan kuten esimerkiksi puhumiseen (dual tasking) (Pajala 2006).

Ikääntymisen myötä tasapainon hallintaan osallistuvissa elinjärjestelmissä kuten aisteissa, keskus- ja ääreishermostossa ja tuki- ja liikuntaelimestössä tapahtuu vanhenemiseen liittyviä muutoksia, jotka heikentävät tasapainon ylläpitämistä (Era 1997, Sihvonen 2004, Spirduso 2005, Era ym. 2006, Nagy ym. 2007 Shumway-Cook ja Woollacott 2010). Kehossa ja sen toiminnassa tapahtuvat muutokset ovat hyvin yksilöllisiä. Niihin vaikuttavat muun muassa geneettiset tekijät, sairaudet ja niiden hoidossa tarvittavat lääkkeet, erityisesti ruumiillisen ponnistuksen aiheuttama kuormitus sekä elämäntavat. Ravitsemuksella, nautintoaineilla ja fyysisellä aktiivisuudella on myös merkitystä ikääntymiseen. (Era ym. 2006, Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

### **2.3.1 Näkö- ja kuuloaistin sekä somatosensorisen järjestelmän vaikutus tasapainon hallintaan ikääntyessä**

Näön heikkeneminen vaikeuttaa tasapainon säätelyä, esimerkiksi näön tarkkuuden alenemisen, kontrastien erotuskyvyn heikkenemisen, silmän valoherkkyyden huononemisen, näkökentän supistumisen ja silmän mukautumiskyvyn hidastumisen myötä (Era 1997, Spirduso 2005, Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

Sisäkorvan tasapainoelimen toiminnassa ja rakenteessa on havaittu vanhenemiseen liittyviä muutoksia, jotka ilmenevät erityisesti informaation kulun hidastumisena. Tasapainoelimen tuottama informaatio liittyy pään asennon ja sen muutosten aistimiseen suhteessa painovoimaan. Sen avulla henkilö pystyy erottamaan oman ja ulkoisten kohteiden liikkumisen. Ikääntymisen myötä tapahtuvat muutokset tasapainoelimen kaarikäytävien muodostamassa järjestelmässä sekä tasapainokivien rakenteissa heikentävät asennon hallintaa (Era 1997, Spirduso 2005, Pajala ym. 2008, Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

Viljasen (2010) mukaan joka kolmas 65-vuotias henkilö kärsii jonkinasteisesta kuulon huononemista. Kuulo-ongelmien taustalla on usein ikäkuulo. Sille on tyypillistä äänten voimakkuuksien, taajuuksien ja suuntien erotteluvaikeus, joka puolestaan vaikeuttaa kuulemista meluisassa ympäristössä. Hyvä kuulo auttaa henkilöä havainnoimaan ympäristöä ja välttämään mahdollisia vaaratekijöitä. Näin sillä on yhteyttä myös tasapainoon ja kaatumisiin.

Samoin somatosensoriseen järjestelmään liittyvien reseptoreiden toiminta hidastuu ja heikentyy ikääntymisen mukana ja tieto esimerkiksi asennon muutoksista tai alustan vaihtelusta muuttuu epätarkemmaksi. Se vaikeuttaa tasapainon ylläpitämistä. Esimerkiksi jalkapohjan kautta saatava tuntemus kehon painopisteen sijainnista suhteessa jalkapohjan eri osiin on erilainen paljain jaloin tai jalkineita käytettäessä tai liikuttaessa pehmeässä maastossa verrattuna kovaan alustaan. (Era 1997, Spirduso 2005, Shumway-Cook ja Woollacott 2010).

### **2.3.2 Keskushermoston vaikutus tasapainon hallintaan ikääntyessä**

Keskushermoston merkitys korostuu iäkkäiden henkilöiden asennon hallinnassa. Keskushermosto yhdistää tulevaa informaatiota asennon hallintaa säätelevistä järjestelmistä ja tuottaa sopivia vasteita tuki- ja liikuntaelimestön toiminnalle (Nagy ym. 2007). Reaktioaika eli aika, joka kuluu ärsykkeestä liikkeen alkamiseen, hidastuu 20 ja 60 ikävuoden välillä noin 25 %. Keskushermostollisessa prosessoinnissa tapahtuvilla muutoksilla näyttää olevan merkittävämpi vaikutus iäkkäiden henkilöiden asennon säätelyyn heikkenemiseen kuin muutoksilla, jotka tapahtuvat yksittäisissä

säätelyjärjestelmissä. Keskushermosto on erityisesti koetuksella tilanteissa, joissa tasapainon säilyttäminen edellyttää nopeita ratkaisuja. Iäkkäille tuottaa ongelmia liikkuminen epätasaisilla ja liukkailla alustoilla sekä yhtäkkiset horjahdukset (Pajala ym. 2008).

### **2.3.3 Tuki- ja liikuntaelimistön vaikutus tasapainon hallintaan ikääntyessä**

Ikääntyessä tuki- ja liikuntaelimistössä havaitaan lihasvoiman ja -kestävyyden heikkenemistä. Lisäksi lihasten voimantuoton nopeus pienenee, jolloin asennon hallinta heikkenee. Myös nivelten liikkuvuus saattaa rajoittua ja selkäranka jäykistyä. Ne kaikki vaikuttavat pystyasentoon ja ryhtiin. Etukumarassa asennossa kehon massakeskipisteen paikka siirtyy keskilinjasta taaksepäin kantapäiden suuntaan, mikä on epäedullista asennon hallinnalle (Shumway-Cook ja Woollacott 2010, Vuori I 2011).

## **2.4 Kehon painon yhteys tasapainoon**

Ylipaino ja lihavuus alkoi yleistyä Euroopassa ja Yhdysvalloissa nopeasti 1980-luvulla. Suomalaiset ovat 2000-luvun alussa Pohjoismaiden lihavin kansa, mutta kun verrataan suomalaisia muihin eurooppalaisiin, niin olemme lihavuusvertailuissa keskivaiheilla. Suomessa 25–64-vuotiaista 1980-luvulla oli lihavia ( $\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$ ) noin 15 %, mutta 1990-luvun alussa jo 20 %. Nuoret aikuiset ja etenkin nuoret miehet ovat lihoneet edelleen 2000-luvun alussa. Monissa Euroopan maissa, Suomi mukaan lukien, uskotaan fyysisen aktiivisuuden vähenemiseen olevan vahvemmin yhteydessä lihavuuden yleistymiseen kuin lisääntyneen syömisen (Fogelholm 2011).

Kansallisen FINRISKI 2007 -terveystutkimuksen mukaan miesten keskimääräinen painoindeksi on vuosien varrella vähitellen suurentunut. Miesten ja naisten painoindeksin nousu ei kuitenkaan ollut enää tilastollisesti merkitsevä vuosien 2002–2007 välillä. Lihavia ( $\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$ ) oli miehistä 19 % ja naisista 21 %. Normaali-painoisia ( $\text{BMI} 18,5\text{--}25 \text{ kg/m}^2$ ) oli miehistä 34 % ja naisista 47 %. Vyötärön ympäryys on kasvanut tasaisesti vuodesta 1987 lähtien (Peltonen ym. 2008).

Lihavuus yhdistetään moniin sairauksiin, kuten tyypin 2 diabetekseen tai sen esiasteeseen, kohonneeseen verenpaineeseen, valtimotautiin, astmaan ja kantavien nivelten nivelrikkoon (Fogelholm ym. 2011, Lihavuus (aikuiset) 2011 [www.käypähoito.fi](http://www.käypähoito.fi)). Lihavuus hankaloittaa myös selviytymistä jokapäiväistä toiminnoista ja näin osaltaan vaikuttaa myös elämän laatuun (Hue ym. 2007, Menegoni ym. 2009).

Hue ym. (2007) osoitti, että painolla on selkeä yhteys tasapainoon. Tutkimuksessa tasapainoa mitattiin voimalevyllä. Iällä oli yhteyttä tasapainon heikentymiseen, mutta henkilöiden pituudella tai jalkaterän pituudella ei ole yhteyttä tasapainon hallintaan. Menegoni ym. (2009) tutkivat tasapainon hallinnan yhteyttä lihavuuteen henkilöillä, joiden BMI oli yli 35 kg/m<sup>2</sup>. Tutkimuksessa havaittiin, että tasapainoa voimalevyllä mitattaessa eteen-taakse -suuntainen huojunta oli sekä lihavilla miehillä että naisilla suurempaa kuin vertailuryhmän normaalipainoisilla miehillä ja naisilla. Samansuuntaisen yhteyden ovat havainneet Jadelis ym. (2001) liikkumisongelmaisilla iäkkäillä liikapainoisilla henkilöillä.

### **3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT**

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL), entisen Kansanterveyslaitoksen (KTL) väestötutkimuslaboratoriossa kehitetyn tasapainonhallintaa kuvaavan testisarjan erottelevuutta eri-ikäisillä miehillä ja naisilla. Tutkimuksessa tarkastellaan testisarjan ominaisuuksia FINRISKI 2007 -terveystutkimuksen aineistossa.

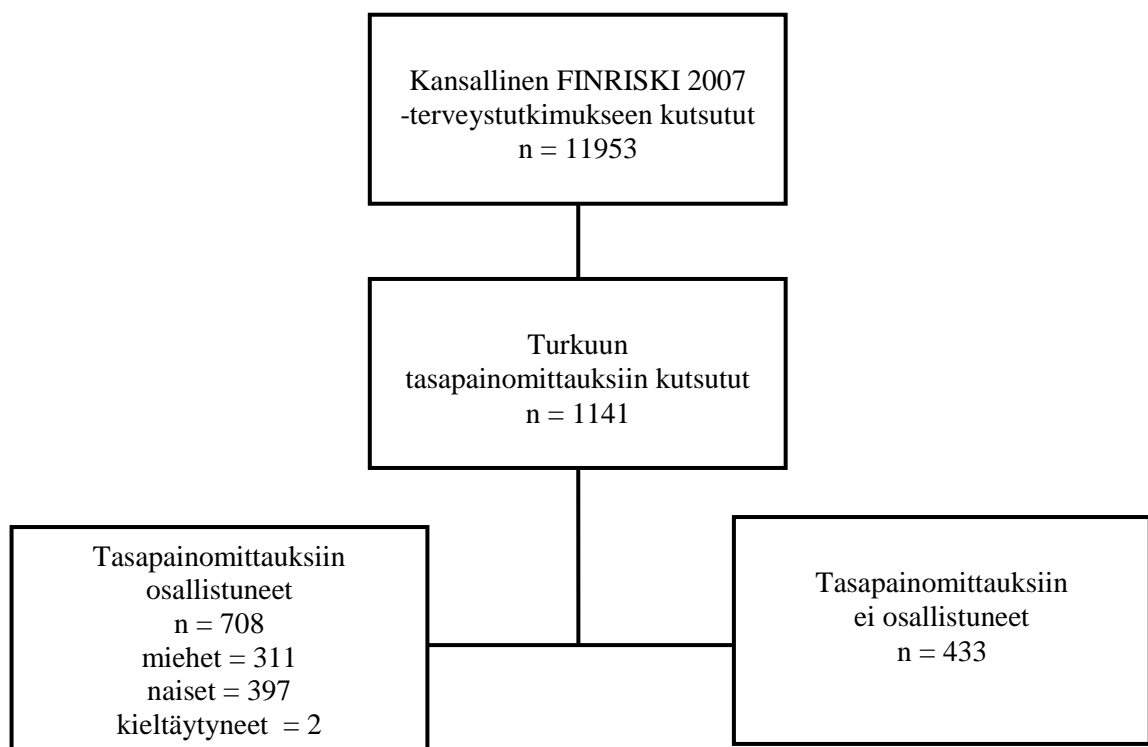
Tässä tutkimuksessa haetaan vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

1. Ovatko eri tasapainomittausten tulokset erilaisia eri ikäryhmissä (25–34-vuotiaat, 35–44-vuotiaat, 45–54-vuotiaat, 55–64-vuotiaat, 65–74-vuotiaat)?
2. Ovatko miesten ja naisten tulokset erilaisia eri tasapainomittauksissa?
3. Ovatko tasapainomittaustulokset yhteydessä painoon ja painoindeksiin?

## 4. TUTKIMUKSEN AINEISTO JA MENETELMÄT

### 4.1 Tutkimusaineisto

Tämä tutkimus on osa kansallista FINRISKI 2007 -terveystutkimusta. Siihen kutsuttiin väestörekisteristä tehdyllä satunnaisotannalla 11953 henkilöä. Tutkimuksen kohteena oli kunkin alueen 25–74-vuotias väestö. Mitattavat poimittiin satunnaisotannalla kultakin alueelta sukupuolen ja viiden 10-vuotiskäryhmän mukaan, niin että jokaiseen 10-vuotiskäryhmään tuli 200 henkilöä. Turun tutkimusalueelle terveystutkimukseen ja tasapainomittauksiin kutsuttiin 1141 henkilöä. Tämän tutkimuksen aineistona ovat henkilöt, jotka osallistuivat tasapainomittauksiin Turussa. Tasapainomittauksiin osallistui 708 henkilöä, joista miehiä oli 311 ja naisia 397. Tasapainomittauksiin ei osallistunut kahdesta tutkimuskutsusta huolimatta 433 henkilöä. Kadon syytä ei ole tarkemmin selvitetty. Kaikille tutkimukseen saapuneille kahta henkilöä lukuun ottamatta tehtiin tasapainomittaukset. Toinen henkilö kieltäytyi työesteiden vuoksi ja toinen henkilö ei halunnut osallistua mittaukseen (kuvio 3).



KUVIO 3. Tasapainomittausaineiston muodostuminen

Myönteinen lausunto tasapainomittausten toteutukselle saatiin FINRISKI 2007 - terveystutkimuksen tutkimussuunnitelman käsittelyn yhteydessä, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymän koordinoivalta eettiseltä toimikunnalta 20.6.2006.

Mitatut jaettiin sukupuolittain viiteen eri kymmenvuotiskäryhmään. Miesten osuus tutkituista oli kaikissa ikäryhmässä alle 50 %. Naisten osallistumisaktiivisuus oli kaikissa ikäryhmissä yli 50 %. Naisten ja miesten ryhmissä osallistujamäärät vaihtelivat ikäryhmittäin (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Tutkimukseen osallistuneet miehet ja naiset ikäryhmittäin (n, %).

<b>Ikäryhmä (v)</b>	<b>Miehet (n)</b>	<b>Miehet (%)</b>	<b>Naiset (n)</b>	<b>Naiset (%)</b>	<b>Yhteensä (n)</b>	<b>Yhteensä (%)</b>
<b>25–34</b>	52	39	81	61	133	100
<b>35–44</b>	63	47	70	53	133	100
<b>45–54</b>	55	39	85	61	140	100
<b>55–64</b>	70	46	82	54	152	100
<b>65–74</b>	71	47	79	53	150	100

#### 4.2 Tutkimuksen suorittaminen

Tasapainomittaukset tehtiin 22.1.–30.3.2007 välisenä aikana Kansanterveyslaitoksen (KTL), nykyisen Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) väestötutkimuslaboratoriossa Turussa. Tasapainomittauksia teki kolme mittaajaa, joista yksi mittasi 316 henkilöä, toinen 301 henkilöä ja kolmas 91 henkilöä. Mittauspisteitä oli kaksi, joihin mitattavat tulivat sattumanvaraisessa järjestyksessä. Mittaajat koulutettiin mittausten suorittamiseen ja he harjoittelivat niiden tekemistä. Mittauksissa noudatettiin etukäteen laadittua kirjallista mittaushjettä (Liite 1). Ennen varsinaisen tutkimuksen alkua mittausten sujuvuutta ja niihin kuluvaan aikaan testattiin FINRISKI 2007 - terveystutkimuksen koulutuksen yhteydessä.

#### 4.2.1 Tasapainon hallinnan mittaaminen

Terveys 2000 -tutkimuksen kokemusten perusteella FINRISKI 2007 -tutkimuksen tasapainon hallintaa kuvaava testisarja alkoi Guralnikin testin vaativimmasta asennosta eli seisomisesta tandem-asennossa, jossa mitattava seiso i jalat peräkkäin. Toisena alkuasentona oli seisominen yhdellä jalalla. Eri aistikanavien kautta tulevan informaation vaikutusta tasapainon hallintaan mitattiin suorittamalla testit sekä kovalla että pehmeällä alustalla ensin silmät auki ja sitten silmät kiinni. Tarkoituksena oli vaikeuttaa suoriutumista sekä pienentämällä tukipintaa että vähentämällä tasapainon hallinnassa käytettävien aistikanavia. Pehmeä alusta oli vaahtomuovilevy, jonka koko oli 50 cm x 75 cm, paksuus 10 cm ja tiheys 50 kg/cm<sup>3</sup>.

Tandem-asennossa mitattava seiso i jalat peräkkäin lattiaan merkityn viivan päällä siten, että takimmais en jalan isovarvas kosketti etummais en jalan kantapäätä. Jalkaterät olivat suorassa linjassa eteenpäin (kuva 1). Mitattavan tuli seistä siten, että kehon paino jakautui tasaisesti molemmille jaloille. Ennen mittausta mitattava sai kokeilla, kumpi jalka edessä hänen oli helpompi seistä. Halutessaan mitattava sai vaihtaa etummaista jalkaa mittausten välillä.

Yhdellä jalalla seistessä mitattavan henkilön vapaan jalan jalkaterän sisäreuna kosketti kevyesti tukijalan säären alaosaan, polvien osoittaessa eteenpäin (kuva 3). Ennen mittausta mitattava kokeili, kummalla jalalla oli helpompi seistä. Hän sai vaihtaa tukijalkaa mittausten välillä.

Mittaukset (8 mittausasentoa) suoritettiin aina samassa järjestyksessä: seisominen tandem-asennossa silmät auki kovalla alustalla (TSAKA), seisominen tandem-asennossa silmät auki pehmeällä alustalla (TSAPA), seisominen tandem-asennossa silmät kiinni kovalla alustalla (TSKKA), seisominen tandem-asennossa silmät kiinni pehmeällä alustalla (TSKPA), seisominen yhdellä jalalla silmät auki kovalla alustalla (YSAKA), seisominen yhdellä jalalla silmät auki pehmeällä alustalla (YSAPA), seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla (YSKKA), seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeällä alustalla (YSKPA) (kuvat 1 – 4).



KUVA 1. a) Seisominen tandem-asennossa silmät auki kovalla alustalla (TSAKA).  
 b) Seisominen tandem-asennossa silmät auki pehmeällä alustalla (TSAPA).



KUVA 2. a) Seisominen tandem-asennossa silmät kiinni kovalla alustalla (TSKKA).  
 b) Seisominen tandem-asennossa silmät kiinni pehmeällä alustalla (TSKPA).



KUVA 3. a) Seisominen yhdellä jalalla silmät auki kovalla alustalla (YSAKA).

b) Seisominen yhdellä jalalla silmät auki pehmeällä alustalla (YSAPA).



KUVA 4. a) Seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla (YSKKA).

b) Seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeällä alustalla (YSKPA).

Mittaustilanteessa mittaaja ja mitattava olivat kahdestaan. Ennen mittauksia mittaaja kertoi mitattavalle tasapainomittausten kulun ja näytti, millaisissa asennoissa mitattavan tuli seistä mittauksen aikana. Mittaukset tehtiin paljain jaloin niin, että myös mitattavan paljaat nilkat näkyivät. Mittausasentoon päästäkseen mitattava sai ottaa tukea mittaajasta. Mitattava sai mittauksen aikana tehdä tasapainoa ylläpitäviä liikkeitä yläraajoilla ja vartalolla.

Mitattavan tuli pysyä pyydytyssä seisoma-asennossa niin kauan kuin mahdollista, enintään 20 sekunnin ajan. Ajanotto käynnistettiin silloin, kun mitattava saavutti mittausasennon; ajanotto lopetettiin, kun mitattava ei enää pystynyt ylläpitämään mittausasentoa tai saavutti vaaditun 20 sekunnin ajan. Jos mitattu aika oli alle kaksi sekuntia, katsottiin, että mitattava ei pystynyt pitämään mittausasentoa ja näin ollen ei pystynyt tekemään testiä. Kun mitattu aika oli 20 sekuntia, katsottiin, että mitattava suoritti mittauksen onnistuneesti. Mitattava sai yrittää 20 sekunnin maksimiaikaa kolme kertaa. Kun osatestin mittaus onnistui, siirryttiin seuraavaan osatestiin. Jokaista osatestiä yritettiin, vaikka mitattava ei olisi pystynyt seisomaan sitä edeltäneen osatestin testiasennossa.

Aika, jonka mitattava pystyi seisomaan pyydytyssä asennossa, mitattiin sekuntikellolla 0,1 sekunnin tarkkuudella. Mittaustulokset kirjattiin Access-tietokantaan (Liite 2).

Eri alkuasennoissa tehtyjen osatestien mittausten välillä pidettiin parin minuutin tauko, jonka aikana mitattava sai istua. Yksittäisten osatestien mittausten välillä mitattava sai halutessaan liikkua hetken. Testisarjaan kului mittavilta 20–30 minuuttia.

#### **4.2.2 Pituuden, painon ja kengännumeron mittaaminen**

Tutkimushoitaja mittasi mitattavan henkilön pituuden ja painon tämän saapuessa terveystutkimukseen. Mitattava oli kevyessä sisävaatetuksessa ilman kenkiä.

Pituus mitattiin seinään kiinnitetyllä mitalla. Joka päivä tarkastettiin, että mitta oli oikealla korkeudella. Mitattava seisoi kovalla alustalla jalat yhdessä ja selkä suorana seinää vasten katsoen suoraan eteenpäin. Pituusmitan suorakulma laskettiin

koskettamaan mitattavan päälakea. Pituus luettiin asteikolta katsottaessa vaakasuoraan ja kirjattiin 0,1 cm:n tarkkuudella mittauslomakkeelle.

Paino mitattiin punnusvaa`alla, jonka tasapainotus tarkistettiin päivittäin sekä ennen mittauksia että niiden jälkeen. Mittauksen aikana mitattava seiso i keskellä vaakaa, painon jakautuessa molemmille jaloille. Paino luettiin 0,1 kg:n tarkkuudella ja kirjattiin mittauslomakkeelle.

Mitattavalta kysyttiin ennen tasapainomittausten aloittamista hänen yleisimmin käytössä olevan kävelykengän kokoa. Se kirjattiin ranskalaisen järjestelmän mukaan puolen numeron tarkkuudella Access-tietokantaan.

## **5 AINEISTON KÄSITTELY JA TILASTOLLISET MENETELMÄT**

Tuloksia tarkastellaan erikseen miehillä ja naisilla viidessä eri ikäryhmässä (25–34-vuotiaat, 35–44-vuotiaat, 45–54-vuotiaat, 55–64-vuotiaat, 65–74-vuotiaat). Mittausten suoritusajat ryhmiteltiin neljään ryhmään sen mukaan, kuinka kauan henkilö pystyi seisomaan vaaditussa asennossa: 0–1,9 s, 2,0–9,9 s, 10,0–19,9 s, 20 s. Tuloksia käsiteltäessä käytettiin jokaisen mittauksen parasta aikaa yritysten lukumäärästä riippumatta. Iän, painon ja painoindeksin sekä sukupuolen yhteyttä tasapainomittausten tuloksiin tarkasteltiin kolmessa testiaikaryhmässä (0–9,9 s, 10,0–19,9 s, 20 s). Tasapainonhallinnan ja henkilön painon ja painoindeksin välistä yhteyttä tarkasteltiin vain yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla testissä. Muiden testien tulosjakaumat olivat niin vinot, että kyseistä tarkastelua ei voitu tehdä.

Tilastolliset analyysit on tehty SAS-ohjelmistolla. Perustulosten analysoinnissa käytettiin frekvenssitaulukoita. Tulosten yhteyksien tarkastelussa käytettiin varianssi- ja kovarianssianalyysijä. Iän vaikutusta mittaustuloksiin tarkasteltiin khiitoiseen -testillä.

## 6 TULOKSET

### 6.1 Paino, pituus, painoindeksi ja kengännumero

Miehet painoivat keskimäärin 86,4 kiloa (vaihteluväli 50,7–151,4 kg). Naisten painon keskiarvo oli 71,0 kiloa (vaihteluväli 41,3–127,7 kg). Painojen keskiarvot olivat miehillä yli 10 kg suurempia kuin naisilla kaikissa ikäryhmissä (taulukko 1 ja 2; Liite 3).

Miesten pituus vaihteli 162 ja 202 senttimetrin välillä keskiarvon ollessa 177 senttimetriä. Naisten pituudet taas vaihtelivat 146 senttimetrinä - 180 senttimetriin keskiarvon ollessa 164 senttimetriä. Miehet ovat keskimäärin 13 senttimetriä pidempiä kuin naiset (taulukko 5 ja 6; Liite 3).

Miesten ja naisten painoindeksien keskiarvo on pienin (24,6) nuorimassa ikäryhmässä ja suurin (28,7) vanhimmassa ikäryhmässä. Naisten painoindeksit olivat eri ikäryhmissä keskimäärin hieman pienempiä kuin miesten, lukuun ottamatta vanhinta ikäryhmää. Painoindeksien keskihajonnat ja vaihteluvälit ovat suuria sekä miehillä että naisilla, joskin naisilla suurempia kuin miehillä. Sairaalloisen lihavia henkilöitä (BMI 40 kg/m<sup>2</sup> tai yli) oli naisista kaikissa ikäryhmissä mutta miehistä vain kolmessa vanhimmassa ikäryhmässä (taulukko 3 ja 4; Liite 3).

Mitattavista normaalipainoisia (BMI 18,5 - 25 kg/m<sup>2</sup>), oli 39 % (miehistä 29 % ja naisista 47 %). Lievästi ylipainoisia (BMI 25 - 29,9 kg/m<sup>2</sup>), oli 39 % (miehistä 49 % ja naisista 32 %). Lihavia (BMI 30 kg/m<sup>2</sup> tai yli), oli 22 % (miehistä 22 % ja naisista 21 %) (taulukko 2).

Miesten yleisin kengänkoko oli 43 (vaihteluväli 39–47), naisten yleisin kengänkoko oli 39 (vaihteluväli 34–45). (taulukko 7 ja 8; Liite 3).

TAULUKKO 2. Tutkimukseen osallistuneiden miesten ja naisten painoindeksin jakaantuminen eri painoluokkiin. Tutkittavien lukumäärä.

Ryhmä	BMI alle 25 kg/m <sup>2</sup>	BMI 25 - 29,9 kg/m <sup>2</sup>	BMI 30 kg/m <sup>2</sup> tai yli	yhteensä
miehet	89	153	69	311
naiset	187	126	84	397
yhteensä	276	279	153	708

Miesten ja naisten painon, pituuden, painoindeksin ja kengännumeron keskiarvot ja keskihajonnat ikäryhmittäin on koottu taulukoihin 3 ja 4.

TAULUKKO 3 Eri ikäryhmiin kuuluneiden miesten paino (kg), pituus (cm), painoindeksi (kg/m<sup>2</sup>) ja kengännumero. Keskiarvo / keskihajonta (SD).

ikäryhmä (v) (n)	Paino, kg	Pituus, cm	BMI, kg/m <sup>2</sup>	Kengännumero
25–34 (52)	83,4 (13,8)	180 (7,2)	25,7 (3,5)	43,3 (1,6)
35–44 (63)	84,1 (13,1)	178 (6,3)	26,6 (3,5)	42,5 (1,4)
45–54 (55)	88,0 (14,7)	177 (6,7)	28,1 (4,6)	42,8 (1,3)
55–64 (70)	89,0 (16,4)	176 (6,2)	28,5 (4,7)	43,0 (1,5)
65–74 (71)	86,7 (15,5)	175 (6,3)	28,2 (4,3)	42,8 (1,5)

TAULUKKO 4. Eri ikäryhmiin kuuluneiden naisten paino (kg), pituus (cm), painoindeksi (kg/m<sup>2</sup>) ja kengännumero. Keskiarvo / keskihajonta (SD).

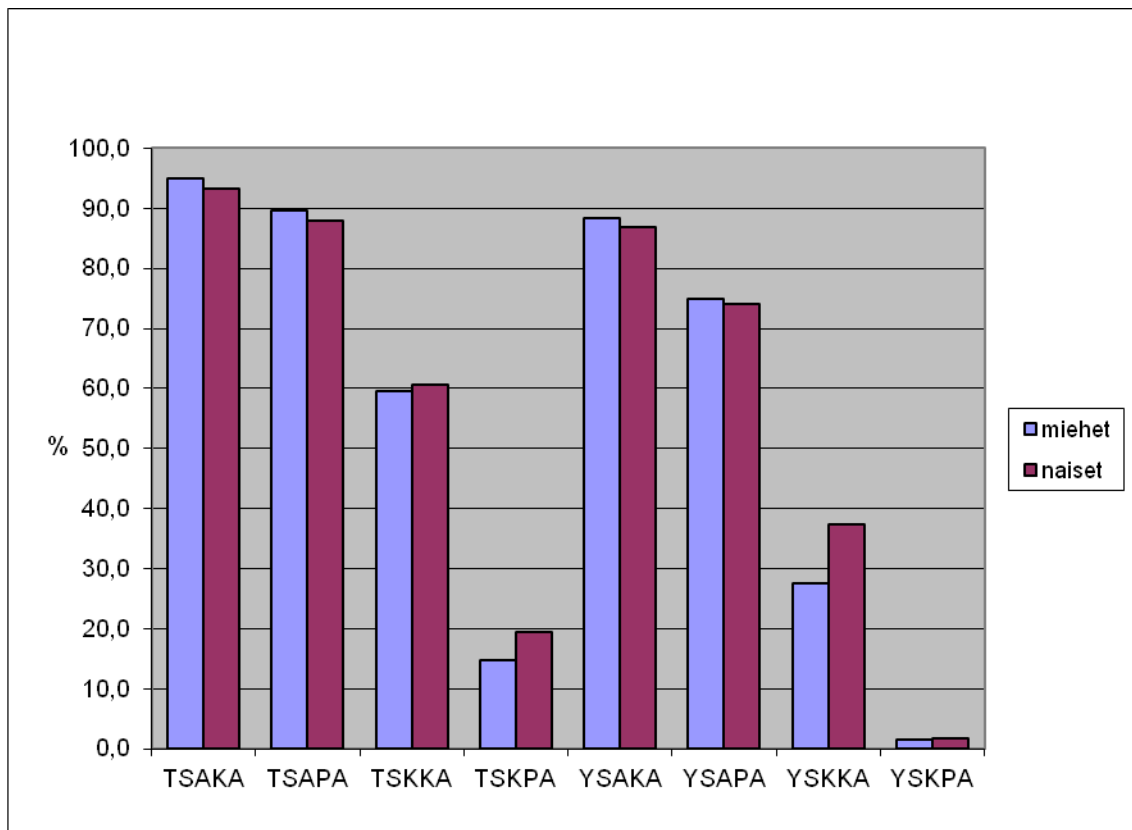
ikäryhmä (v) (n)	Paino, kg	Pituus, cm	BMI, kg/m <sup>2</sup>	Kengännumero
25–34 (81)	66,3 (12,6)	167 (5,5)	24,0 (4,7)	38,7 (1,2)
35–44 (70)	71,2 (14,5)	164 (6,1)	26,4 (5,5)	38,6 (1,4)
45–54 (85)	71,9 (14,2)	164 (6,3)	27,0 (5,9)	38,7 (1,5)
55–64 (82)	71,3 (13,5)	164 (5,3)	26,6 (4,9)	38,8 (1,5)
65–74 (78)	74,2 (15,4)	160 (5,6)	29,1 (5,7)	38,4 (1,3)

## 6.2 Tasapainon hallinnan mittaukset

Seisomisesta tandem-asennossa silmät auki kovalla alustalla suoriutui 94 % ja seisomisesta tandem-asennossa silmät auki pehmeän alustan päällä suoriutui 89 % mitattavista. Silmät kiinni tandem-asennossa seisomisesta kovalla alustalla suoriutui 60 % ja tandem-asennossa seisomisesta pehmeällä alustalla silmät kiinni suoriutui 17 % mitattavista (kuvio 3).

Yhdellä jalalla seisomisesta silmät auki kovalla alustalla suoriutui 87 % ja yhdellä jalalla seisomisesta silmät auki pehmeän alustan päällä suoriutui 74 % mitattavista. Silmät kiinni yhdellä jalalla seisomisesta kovalla alustalla suoriutui 33 % ja yhdellä jalalla seisomisesta pehmeällä alustalla silmät kiinni suoriutui 2 % mitattavista (kuvio 3).

Miesten ja naisten suorituksien keskiarvossa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Ainoastaan yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla testissä naisilla oli merkitsevästi enemmän onnistuneita suorituksia kuin miehillä p-arvon ollessa 0.007. Suurin prosentuaalinen ero miesten ja naisten testistä suoriutumisen välille saatiin yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla testissä, jossa vaaditun maksimiajan 20 sekuntia pystyi seisomaan miehistä 28 % ja naisista 37 % (kuvio 3). Sekä miehistä että naisista lähes 90 % suoriutuivat tandem-asennossa silmät auki kovalla alustalla testistä ja tandem-asennossa silmät auki pehmeällä alustalla testistä sekä yhdellä jalalla silmät auki kovalla alustalla testistä. Alle 20 % miehistä ja naisista suoriutuivat tandem-asennossa silmät kiinni pehmeällä alustalla testistä sekä yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeällä alustalla testistä.



TSAKA = tandem, silmät auki, kova alusta  
 TSAPA = tandem, silmät auki, pehmeä alusta  
 TSKKA = tandem, silmät kiinni, kova alusta  
 TSKPA = tandem, silmät kiinni, pehmeä alusta

YSAKA = yhdellä jalalla, silmät auki, kova alusta  
 YSAPA = yhdellä jalalla, silmät auki, pehmeä alusta  
 YSKKA = yhdellä jalalla, silmät kiinni, kova alusta  
 YSKPA = yhdellä jalalla, silmät kiinni, pehmeä alusta

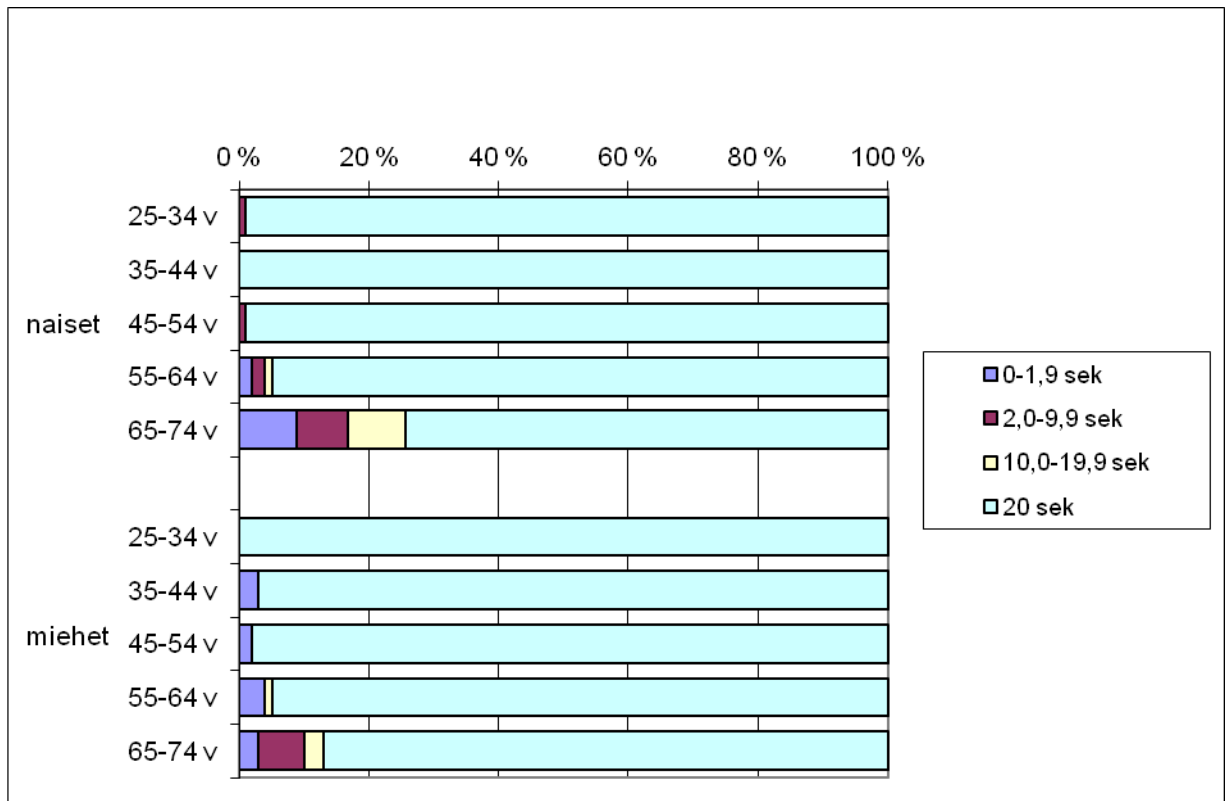
KUVIO 3. Miesten ja naisten osuus (%), jotka tekivät onnistuneen suorituksen (20 s) eri osatesteissä.

### 6.2.1 Seisominen tandem-asennossa silmät auki kovalla alustalla

Alle 65-vuotiaista 98 % pystyi seisomaan tandem-asennossa silmät auki kovalla alustalla 20 sekuntia (miehistä 97 %, naisista 98 %) (kuvio 4).

Ikäryhmittäin tarkasteltuna vanhimmassa ikäryhmässä (65–74-vuotiaat) oli tasapainovaikeuksia eniten (kuvio 4). Heistä testiä ei pystynyt tekemään (0-1,9 s) 3 % miehistä ja 9 % naisista, 2,0–9,9 sekuntia pystyi seisomaan vaaditussa asennossa miehistä 7 % ja naisista 8 % ja 10,0–19,9 sekuntia miehistä 3 % ja naisista 9 %. Vaaditun maksimijajan 65–74-vuotiaista kovalla alustalla silmät auki (20 sekuntia)

pystyi seisomaan miehistä 87 % ja naisista 74 %. Muissa ikäryhmissä vaikeudet tandem-asennossa olivat vähäisiä (kuvio 4).



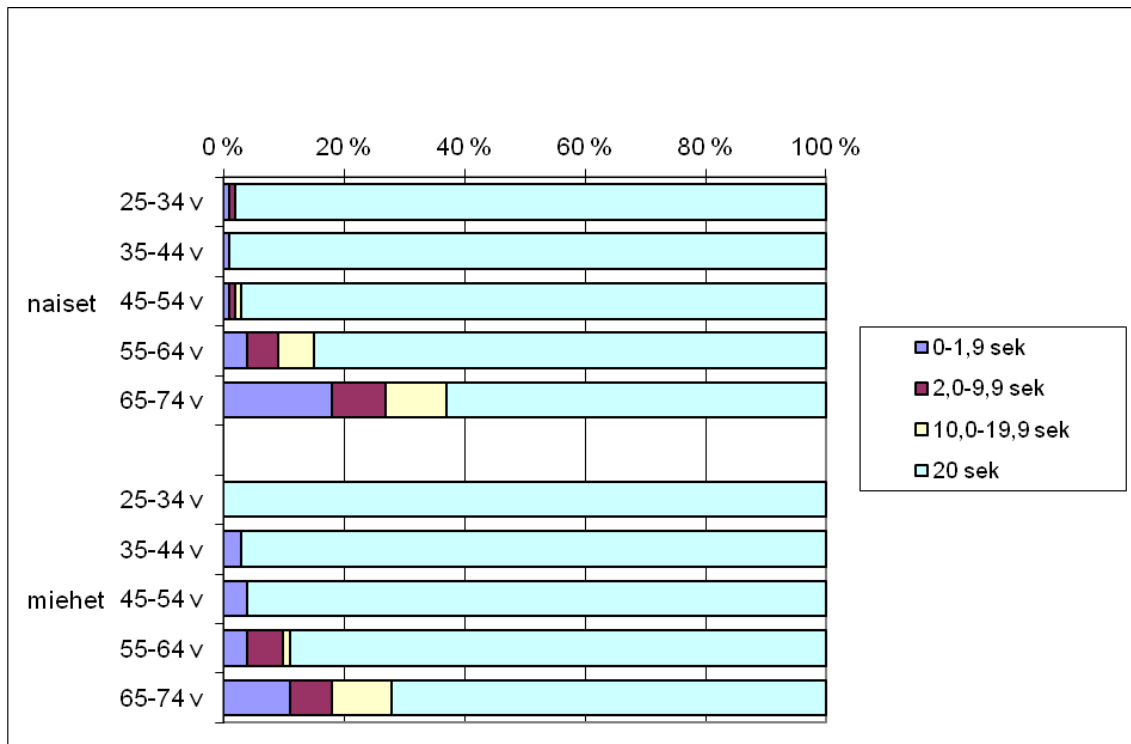
KUVIO 4. Aika, jonka eri ikäryhmiin kuuluvat miehet ja naiset pystyivät seisomaan tandem-asennossa silmät auki kovalla alustalla (%).

### 6.2.2 Seisominen tandem-asennossa silmät auki pehmeällä alustalla

Alle 55-vuotiaista 98 % pystyi seisomaan tandem-asennossa silmät auki pehmeällä alustalla 20 sekuntia (miehistä 98 %, naisista 98 %) (kuvio 5).

Kahdessa vanhimmissa ikäryhmässä (65–74-vuotiaat ja 55–64-vuotiaat) oli tasapainovaikeuksia eniten (kuvio 5). Heistä testiä ei pystynyt tekemään (0-1,9 s) 8 % miehistä ja 11 % naisista, 2,0–9,9 sekuntia pystyi seisomaan vaaditussa asennossa miehistä 6 % ja naisista 7 % ja 10,0–19,9 sekuntia miehistä 6 % ja naisista 8 %. Vaaditun maksimian ajan (65–74-vuotiaat ja 55–64-vuotiaat) silmät auki pehmeällä alustalla (20 sekuntia) pystyi seisomaan miehistä 80 % ja naisista 74 %. Muissa

ikäryhmissä vaikeudet tandem-asennossa silmät auki pehmeällä alustalla olivat vähäisiä (kuvio 5).

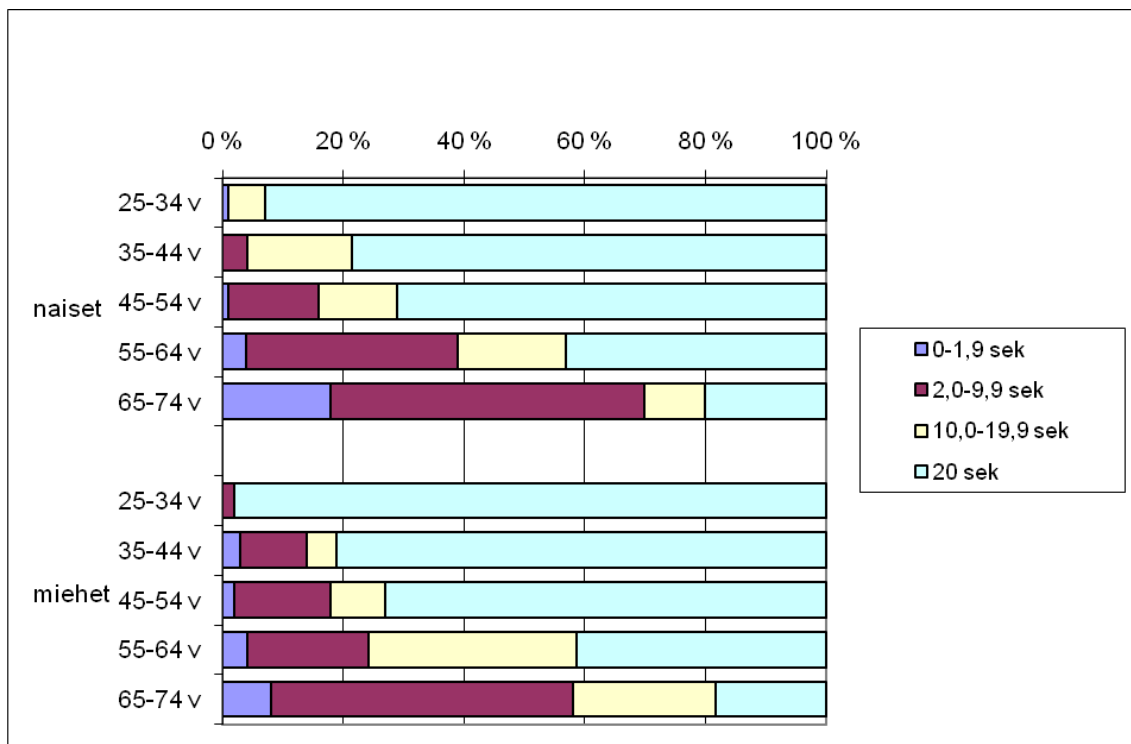


KUVIO 5. Aika, jonka eri ikäryhmiin kuuluvat miehet ja naiset pystyivät seisomaan tandem-asennossa silmät auki pehmeällä alustalla (%).

### 6.2.3 Seisominen tandem-asennossa silmät kiinni kovalla alustalla

Alle 55-vuotiaista 82 % pystyi seisomaan tandem-asennossa silmät kiinni kovalla alustalla 20 sekuntia (miehistä 84 %, naisista 81 %) (kuvio 6).

Kahdessa vanhimmassa ikäryhmässä (65–74-vuotiaat ja 55–64-vuotiaat) oli tasapainovaikeuksia eniten (kuvio 6). Heistä testiä ei pystynyt tekemään (0-1,9 s) 6 % miehistä ja 11 % naisista, 2,0–9,9 sekuntia pystyi seisomaan vaaditussa asennossa miehistä 35 % ja naisista 44 % ja 10,0–19,9 sekuntia miehistä 29 % ja naisista 14 %. Vaaditun maksimijajan (65–74-vuotiaat ja 55–64-vuotiaat) silmät kiinni kovalla alustalla (20 sekuntia) pystyi seisomaan miehistä 31 % ja naisista 32 %. Muissa ikäryhmissä vaikeudet tandem-asennossa silmät kiinni kovalla alustalla olivat vähäisiä (kuvio 6).

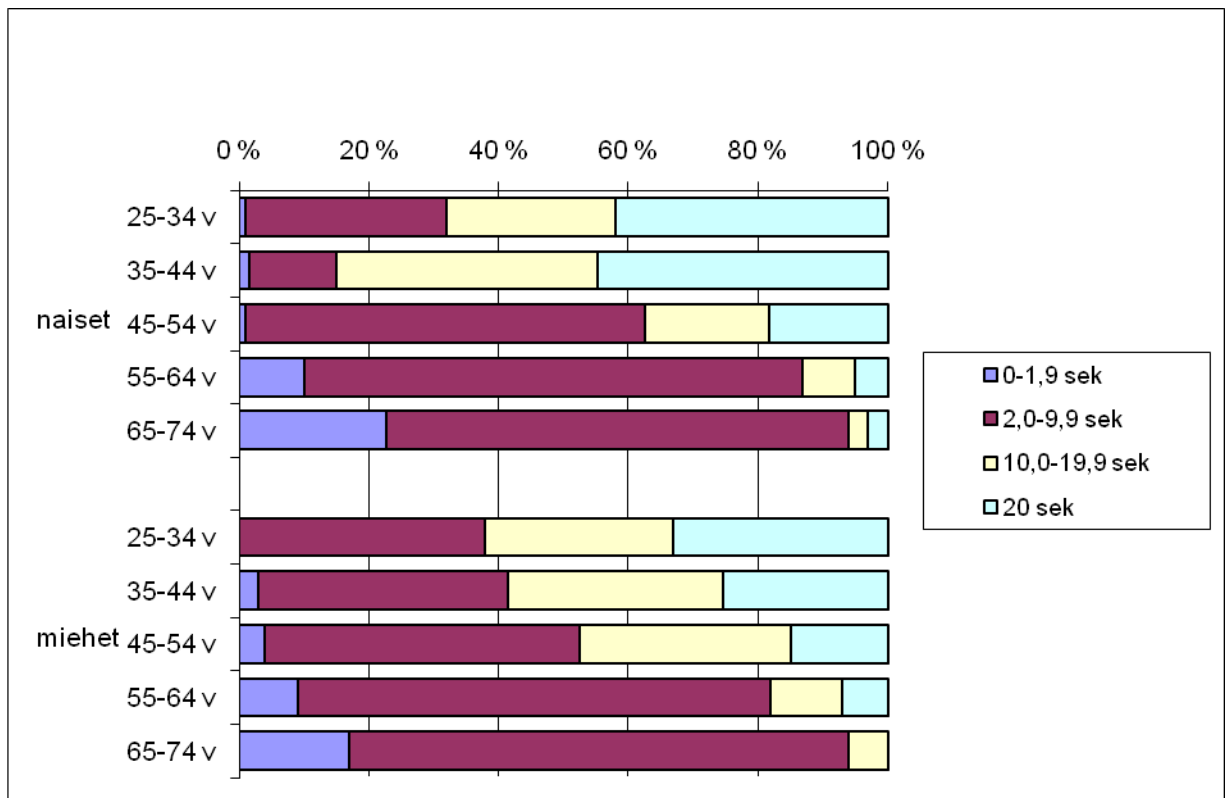


KUVIO 6. Aika, jonka eri ikäryhmiin kuuluvat miehet ja naiset pystyivät seisomaan tandem-asennossa silmät kiinni kovalla alustalla (%).

#### 6.2.4 Seisominen tandem-asennossa seisominen silmät kiinni pehmeällä alustalla

Alle 45-vuotiaista 33 % pystyi seisomaan tandem-asennossa pehmeällä alustalla silmät kiinni 20 sekuntia (miehistä 29 %, naisista 36 %) (kuvio 7).

Kolmessa vanhimmassa ikäryhmässä (65–74-vuotiaat, 55–64-vuotiaat ja 45–54-vuotiaat) oli tasapainovaikeuksia eniten (kuvio 7). Heistä testiä ei pystynyt tekemään (0–1,9 s) 10 % miehistä ja 11 % naisista, 2,0–9,9 sekuntia pystyi seisomaan vaaditussa asennossa miehistä 68 % ja naisista 70 % ja 10,0–19,9 sekuntia miehistä 15 % ja naisista 10 %. Vaaditun maksimiajan (65–74-vuotiaat, 55–64-vuotiaat ja 45–54-vuotiaat) silmät kiinni pehmeällä alustalla (20 sekuntia) pystyi seisomaan miehistä 7 % ja naisista 9 % (kuvio 7).

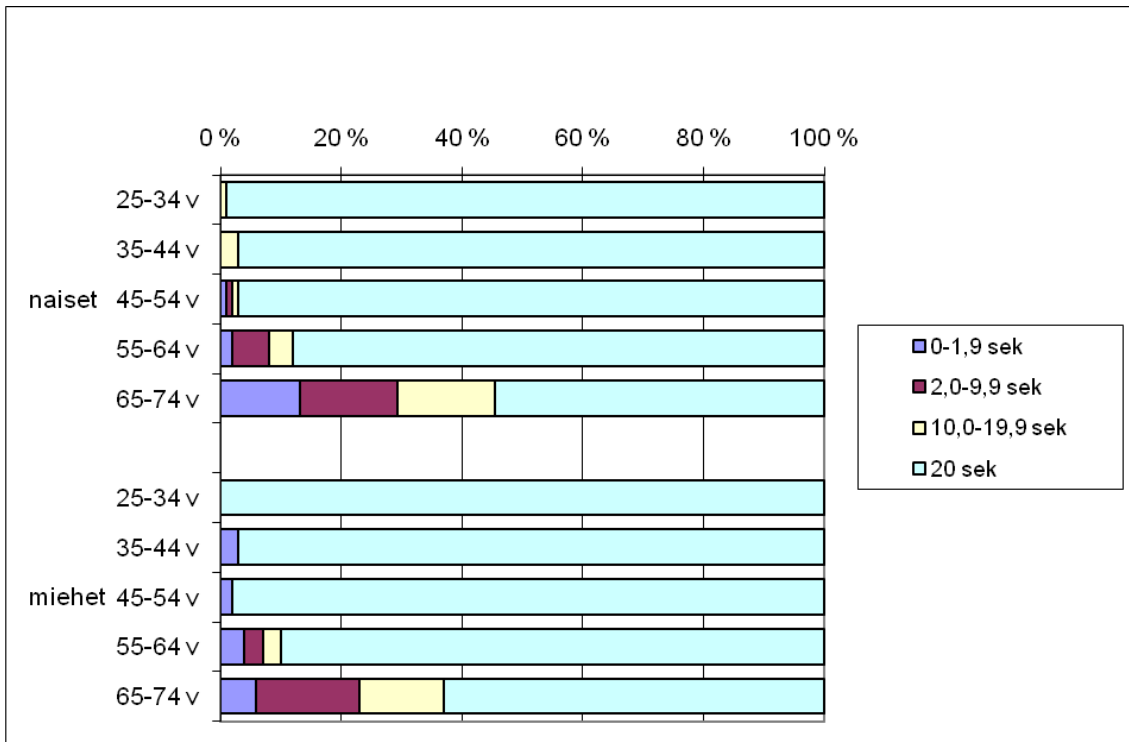


KUVIO 7. Aika, jonka eri ikäryhmiin kuuluvat miehet ja naiset pystyvät seisomaan tandem-asennossa silmät kiinni pehmeällä alustalla (%).

### 6.2.5 Seisominen yhdellä jalalla silmät auki kovalla alustalla

Alle 65-vuotiaista 95 % pystyi seisomaan yhdellä jalalla silmät auki kovalla alustalla 20 sekuntia (miehistä 96 %, naisista 95 %) (kuvio 8).

Ikäryhmittäin tarkasteltuna, vanhimmassa ikäryhmässä (65–74-vuotiaat) oli tasapainovaikeuksia eniten (kuvio 8). Heistä testiä ei pystynyt tekemään (0-1,9 s) 6 % miehistä ja 13 % naisista, 2,0–9,9 sekuntia pystyi seisomaan vaaditussa asennossa miehistä 17 % ja naisista 16 % ja 10,0–19,9 sekuntia miehistä 14 % ja naisista 16 %. Vaaditun maksimian ajan 65–74-vuotiaista silmät auki kovalla alustalla (20 sekuntia) pystyi seisomaan miehistä 63 % ja naisista 55 %. Muissa ikäryhmissä vaikeudet seisomisessa yhdellä jalalla silmät auki kovalla alustalla olivat vähäisiä (kuvio 8).

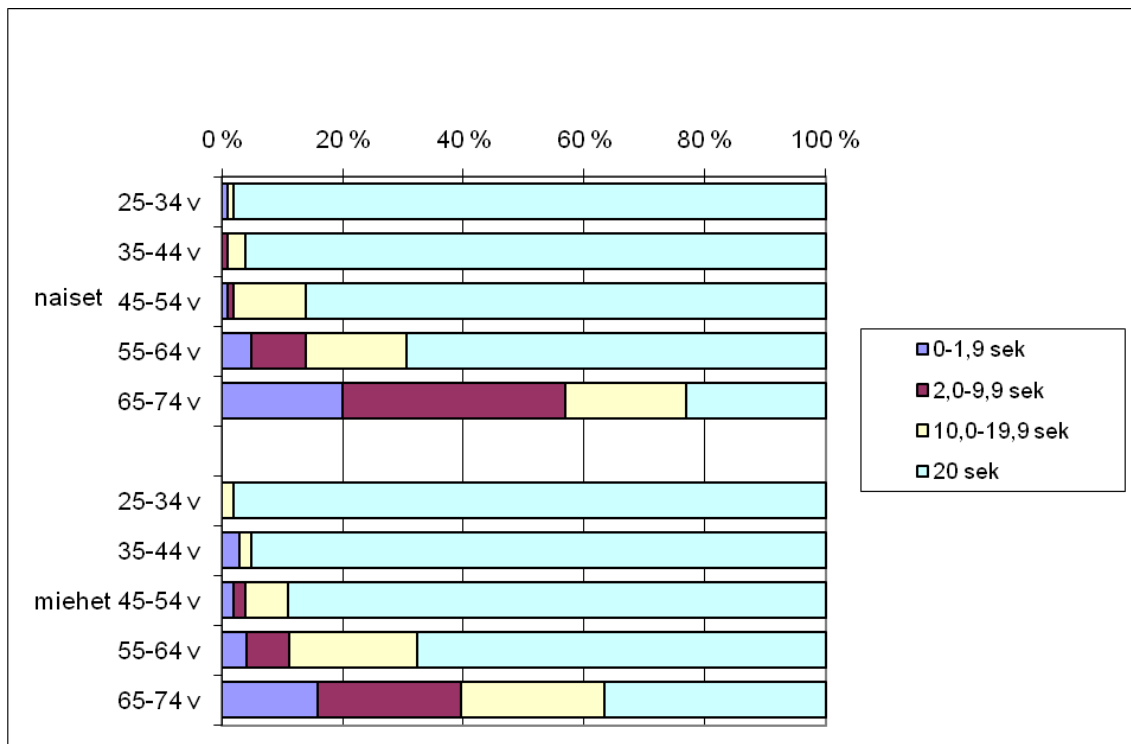


KUVIO 8. Aika, jonka eri ikäryhmiin kuuluvat miehet ja naiset pystyvät seisomaan yhdellä jalalla silmät auki kovalla alustalla (%).

### 6.2.6 Seisominen yhdellä jalalla silmät auki pehmeällä alustalla

Alle 55-vuotiaista 93 % pystyi seisomaan yhdellä jalalla silmät auki pehmeällä alustalla 20 sekuntia (miehistä 94 %, naisista 93 %) (kuvio 9).

Kahdessa vanhimmissa ikäryhmässä (65–74-vuotiaat ja 55–64-vuotiaat) oli tasapainovaikeuksia eniten (kuvio 9). Heistä testiä ei pystynyt tekemään (0-1,9 s) 10 % miehistä ja 12 % naisista, 2,0–9,9 sekuntia pystyi seisomaan vaaditussa asennossa miehistä 16 % ja naisista 22 % ja 10,0–19,9 sekuntia miehistä 23 % ja naisista 19 %. Vaaditun maksimijajan (65–74-vuotiaat ja 55–64-vuotiaat) silmät auki pehmeällä alustalla (20 sekuntia) pystyi seisomaan miehistä 52 % ja naisista 47 %. Muissa ikäryhmissä vaikeudet yhdellä jalalla seisomisessa silmät auki pehmeällä alustalla olivat vähäisiä (kuvio 9).



KUVIO 9. Aika, jonka eri ikäryhmiin kuuluvat miehet ja naiset pystyivät seisomaan yhdellä jalalla silmät auki pehmeällä alustalla (%).

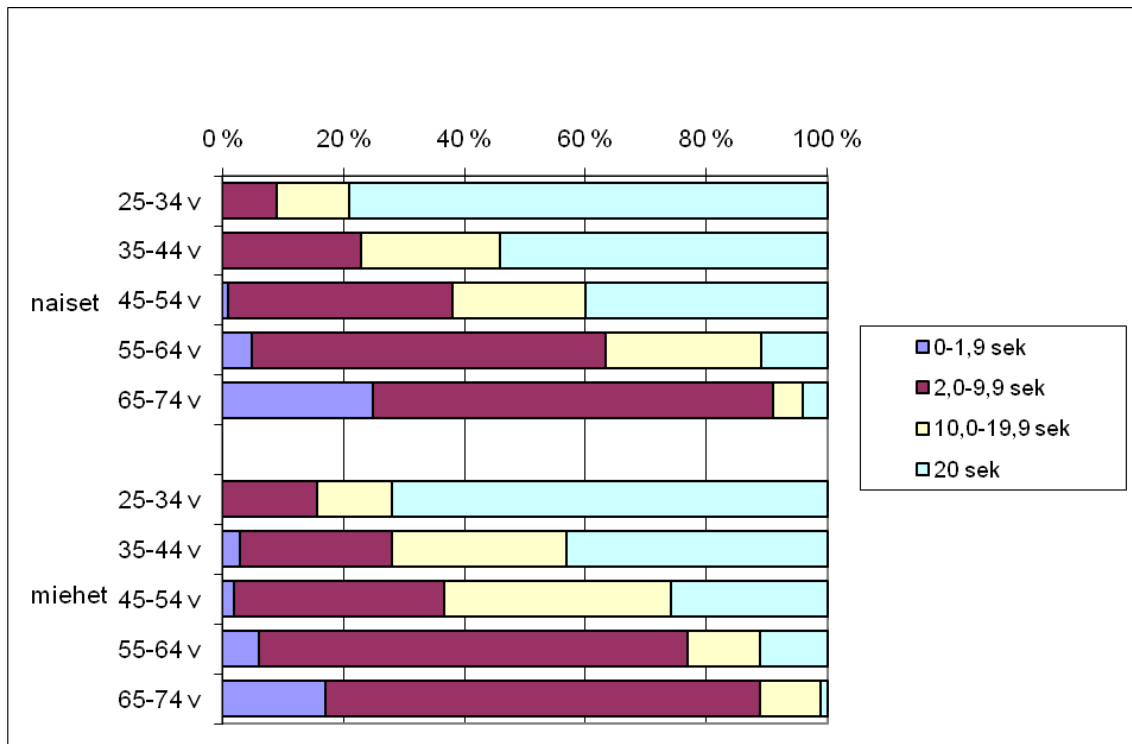
### 6.2.7 Seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla

Yli 55-vuotiaista 7 % pystyi seisomaan yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla 20 sekuntia (miehistä 6 %, naisista 7 %) (kuvio 10).

45–54-vuotiaiden ikäryhmässä testiä ei pystynyt tekemään (0-1,9 s) 1 % mitattavista, miehistä 1 %, ja naisista 1 %. Heistä 2,0–9,9 sekuntia pystyi seisomaan vaaditussa asennossa miehistä 35 % ja naisista 37 % ja 10,0–19,9 sekuntia miehistä 38 % ja naisista 22 %. Vaaditun maksimijajan 45–54-vuotiaista yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla (20 sekuntia) pystyi seisomaan miehistä 26 % ja naisista 40 % (kuvio 10).

Alle 45-vuotiaiden ikäryhmissä testiä ei pystynyt tekemään (0-1,9 s) 2 % miehistä ja 0 % naisista, 2,0–9,9 sekuntia pystyi seisomaan vaaditussa asennossa miehistä 21 % ja naisista 22 % ja 10,0–19,9 sekuntia miehistä 23 % ja naisista 17 %. Vaaditun

maksimiajan alle 45-vuotiaista yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla (20 sekuntia) pystyi seisomaan miehistä 55 % ja naisista 78 % (kuvio 10).



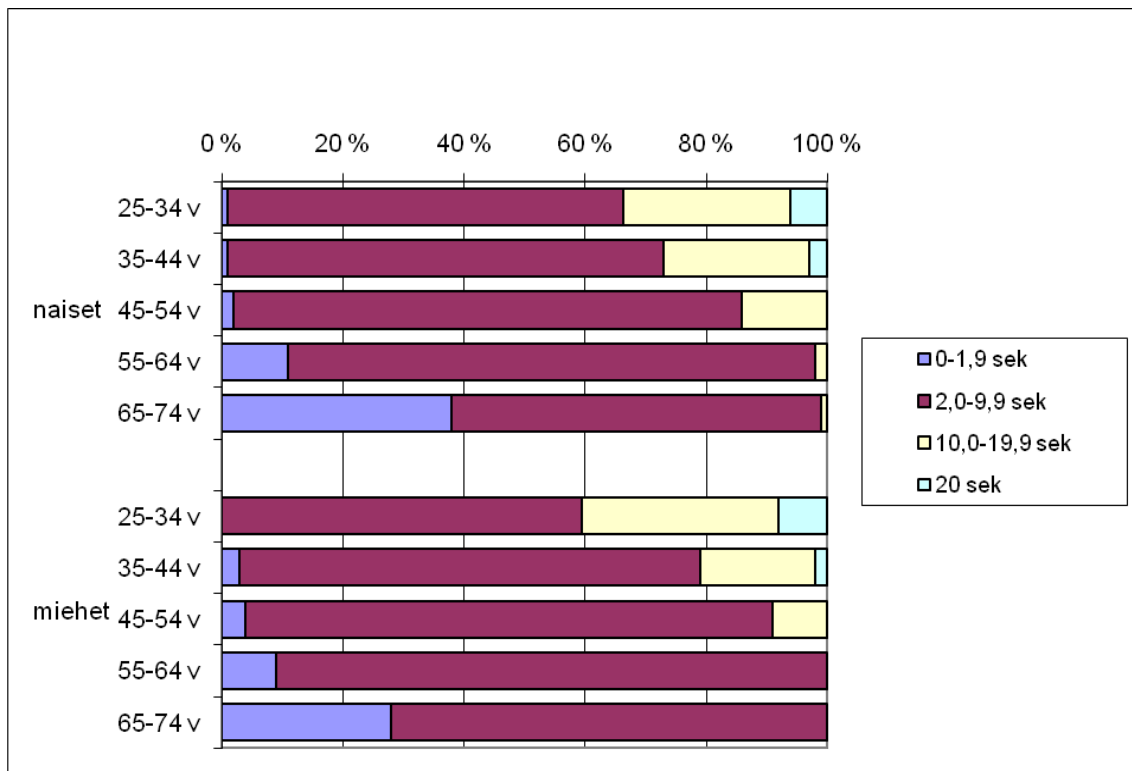
KUVIO 10. Aika, jonka eri ikäryhmiin kuuluvat miehet ja naiset pystyivät seisomaan yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla (%).

### 6.2.8 Seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeällä alustalla

Yli 45-vuotiaista kukaan ei onnistunut seisomaan yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeällä alustalla 20 sekuntia (kuvio 11).

Alle 44-vuotiaiden ikäryhmässä 4 % suoriutui seisomaan yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeällä alustalla 20 sekuntia, miehistä 4 % ja naisista 5 % (kuvio 11).

Kaikista mitattavista henkilöistä 75 % pystyi seisomaan vaaditussa testiasennossa yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeällä alustalla 2,0–9,9 sekuntia, miehistä 78 % ja naisista 74 % (kuvio 11).



KUVIO 11. Aika, jonka eri ikäryhmiin kuuluvat miehet ja naiset pystyvät seisomaan yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeällä alustalla (%).

### 6.3 Iän yhteys tasapainoon

Iän yhteyttä tasapainoon tarkasteltiin vertaamalla onnistuneiden (20 s) ja ei-onnistuneiden (alle 20 s) suoritusten lukumäärää eri testeissä. Mitä vanhempaan ikäryhmään mitattava kuului, sitä harvemmin ( $p < 0,001$ ) hän pystyi seisomaan 20 sekunnin ajan eri testeissä (kuviot 4 – 11).

### 6.4 Painon tai painoindeksin yhteys tasapainoon

Tarkasteltaessa onko painolla tai painoindeksillä yhteyttä tasapainoon, valittiin testiksi ikäryhmiä parhaiten erottelava osatesti; seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla. Henkilöt, joilla oli suuri paino tai painoindeksi, selviytyivät testistä

merkitsevästi muita huonommin ( $p < 0.001$ ) Ikävakiointi ja henkilön sukupuoli eivät vaikuttaneet havaittuun yhteyteen (taulukko 5 ja 6).

TAULUKKO 5. Osatestin seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla. tulokset painoindeksin ( $\text{kg/m}^2$ ) mukaan

Testin suoritus aika (s)	henkilöt (n)	BMI ka (sd)	vaihteluväli
0-1,9 s	11	30,9 (9,1)	18,8 – 49,6
2,0–9,9 s	298	28,1 (5,4)	17,2 – 47,6
10,0-19,9 s	132	27,0 (4,4)	18,1 – 44,6
20 s	234	25,0 (3,7)	18,1 – 40,3

TAULUKKO 6. Osatestin seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla. tulokset painon mukaan

Testin suoritus aika (s)	henkilöt (n)	paino ka (sd)	vaihteluväli
0-1,9 s	11	87,4 (23,3)	50,7 – 120,0
2,0–9,9 s	298	81,2 (17,7)	41,3 – 151,4
10,0-19,9 s	132	78,6 (15,0)	48,6 – 129,8
20 s	234	71,8 (12,9)	47,3 – 116,1

## 7 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL), entisen Kansanterveyslaitoksen (KTL) väestötutkimuslaboratoriossa kehitetyn tasapainonhallintaa kuvaavan testisarjan erottelevuutta eri-ikäisillä miehillä ja naisilla. Testisarjan ominaisuuksia selvitettiin FINRISKI 2007 -terveystutkimuksen aineistossa. Tutkimuksessa haettiin vastausta siihen, ovatko testisarjan eri osamittausten tulokset erilaisia eri ikäryhmissä ja ovatko miesten ja naisten tulokset erilaisia testisarjan eri osamittauksissa. Lisäksi selvitettiin tasapainon osatestien tulosten yhteyttä henkilön painoon ja painoindeksiin.

Testisarja soveltuu väestötutkimuksiin, koska se on turvallinen, kustannustehokas ja helposti siirrettävissä paikasta toiseen. Tutkimus osoitti, että mitä vanhempaan ikäryhmään henkilö kuului, sitä harvemmin hän pystyi seisomaan eri osatesteissä vaaditun 20 sekunnin ajan. Miesten ja naisten tulokset eivät eronneet merkitsevästi

toisistaan eri osatesteissä. Parhaiten ikäryhmiä erotteleva testisarjan osatesti oli seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla. Tästä testistä selviytyivät merkittävästi muita heikommin ne henkilöt, joilla oli suuri paino tai painoindeksi. Ikävakiointi ja henkilön sukupuoli eivät vaikuttaneet havaittuun yhteyteen. Yhdellä jalalla seisominen oli vaikeampi testi kuin tandem-asennossa seisominen. Silmien sulkeminen vaikeutti testeistä suoriutumista. Pehmeällä alustalla seisominen ei vaikeuttanut testeistä suoriutumista niin paljon kuin silmien sulkeminen. Kun visuaalista ja somatosensorista järjestelmää häirittiin samanaikaisesti, testi vaikeutui edelleen.

### **7.1 Tasapainomittausten tulosten yhteys ikään**

Ikääntyminen heikentää tasapainon hallintaa. (Esim. Era 1997, Sihvonen 2004, Spirduso 2005, Era ym. 2006, Nagy ym. 2007 Shumway-Cook ja Woollacott 2010). Tämä tutkimus osoitti, että mitä vanhempaan ikäryhmään mitattava kuului, sitä harvemmin hän pystyi seisomaan eri osatesteissä vaaditun 20 sekunnin ajan. Jo 45 ikävuoden jälkeen tasapainon hallinnassa tapahtui muutosta. Tarkasteltaessa osatestien tuloksia (kuviot 4-11) havaittiin, että kolmessa vanhimmassa ikäryhmässä (45–54-vuotiaat, 55–64-vuotiaat, 65–74-vuotiaat) oli henkilöitä, jotka eivät pystyneet seisomaan vaadittua 20 sekuntia testiasennossa missään testisarjan kahdeksassa osatestissä. Kukaan yli 45-vuotias ei selvinnyt testisarjan vaikeimmasta testistä. Osalle yli 55-vuotiaista henkilöistä seisominen tandem-asennossa ja seisominen yhdellä jalalla silmät auki tuottivat vaikeuksia. Yli 45-vuotiaista mitattavista noin neljännes ei selviytynyt tandem-seisonnasta silmät kiinni testistä eikä 60 % seisomisesta yhdellä jalalla silmät kiinni testistä. Myös Bohannon ym. (1984) havaitsivat, että yli 60 vuotta täyttäneet henkilöt eivät suoriutuneet yhdellä jalalla seisomisesta. Testistä suoriutumisajat heikkenivät edelleen, kun silmät suljettiin ja olivat merkittävästi huonompia kuin nuoremmilla testatuilla henkilöillä. Era ym. (2006) havaitsivat Terveys 2000 -tutkimuksen tasapainomittauksissa, että tasapainon heikkenemistä on selvästi havaittavissa keski-ikäisillä. He huojuivat selvästi enemmän kuin nuoret yrittäessään pysyä paikallaan. Tasapainon heikkeneminen kiihtyy edelleen 60 ikävuoden jälkeen.

Silmien sulkeminen vaikutti mittaustulokseen yli 45-vuotiailla enemmän kuin pehmeä alusta. Pehmeä alusta heikensi vasta yli 64-vuotiaiden testeistä suoriutumista. Tässä tutkimuksessa käytetyn testisarjan osatesteistä parhaiten ikäryhmiä erottelivat seisominen tandem-asennossa silmät kiinni pehmeällä alustalla ja seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla. Yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla osatesti osoittautui parhaaksi ikäryhmiä erottelevaksi testiksi.

Myös Curb ym. (2006) havaitsivat, että seisominen yhdellä jalalla oli luotettava ja erotteli hyvin eri-ikäisiä henkilöitä. He havaitsivat että, pehmeän alustan tulokset eivät olleet niin luotettavia. He testasivat tasapainoa kahdella eri ikäryhmällä (35–55-vuotiaat ja 56–71-vuotiaat), jotka seisoivat kovalla ja pehmeällä alustalla, silmät auki ja silmät kiinni. Testiasentoina he käyttivät semitandem-asentoa, tandem-asentoa, seisomista jalat vierekkäin ja seisomista yhdellä jalalla. He havaitsivat, että seisominen yhdellä jalalla erotteli hyvin eri-ikäisiä ja testisarja todettiin väestötutkimuksiin soveltuvaksi, turvalliseksi, kustannustehokkaaksi, nopeaksi ja helposti siirrettäväksi paikasta toiseen.

## **7.2 Tasapainomittausten tulosten yhteys sukupuoleen**

Keskimäärin miesten ja naisten suorituksissa ei tässä tutkimuksessa ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Ainoastaan yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla testissä naisilla oli merkitsevästi enemmän onnistuneita suorituksia kuin miehillä: vaaditun maksimajan 20 sekuntia pystyi seisomaan miehistä 55 % ja naisista 78 % (Kuvio 3). Tasapainon hallinnan sukupuolten välisiä eroja on aikaisemmissa tutkimuksissa selvitetty voimalevyllä tehdyissä kehon huojuntaa mittaavissa testeissä. Kejosen (2002) tutkimuksessa sukupuolten välillä ei havaittu tilastollista eroavaisuutta kehon tasapainottavissa liikkeissä normaalissa seisoma-asennossa. Hän tutki 100 terveen henkilön (50 miestä ja 50 naista) kehon huojuntaa normaalissa seisoma-asennossa silmät auki. Sihvonen (2004) havaitsi tutkiessaan 598 henkilön tasapainoa, että keski-ikäisillä ja vanhemmilla miehillä kehon huojunta oli suurempaa samanikäisiin naisiin verrattuna. Era ym. (2006) taas havaitsivat Terveys 2000 -tutkimuksen 7979 henkilön mittauksissa, että miehet huojuivat eteen-taakse-suunnassa merkitsevästi naisia enemmän normaalissa seisoma-asennossa silmät auki sekä myös silmät kiinni. Nämä ristiriitaiset havainnot miesten ja naisten tasapainonhallintakyvyn välillä saattavat

johtua tutkittavien valintakriteereistä, tasapainotestien eroavaisuuksista tai tulosten erilaisista analysointitavoista.

Tässä tutkimuksessa miehet suoriutuivat naisia paremmin testeistä, joissa silmät olivat auki (TSAKA, TSAPA, YSAKA, YSAPA). Naiset taas puolestaan suoriutuivat miehiä paremmin testeistä, joissa silmät olivat kiinni (TSKKA, TSKPA, YSKKA, YSKPA). Eron syy ei selvinnyt tässä tutkimuksessa. Asiasta voidaan kuitenkin esittää arvailuja. Esimerkiksi onko miesten ja naisten erilaisella liikunta-aktiivisuudella tai liikuntalajeilla vaikutusta havaittuihin eroihin? Naiset harrastavat tasapainon hallintaa ylläpitävää ja kehittäväää liikuntaa Suomen Voimisteluliitto Svoli ry:n jäsenseuroissa huomattavasti miehiä aktiivisemmin. Suomen Voimisteluliiton vuoden 2010 vuosikertomuksen mukaan 56441 naista voimisteli liiton seuroissa, kun miesten vastaava osuus oli 4118. Vastaavasti miesten osuus erilaisissa joukkuepeleissä on suurempi. Varsinainen liikunnan harrastaminen (urheilu ja kuntoliikunta) ei näytä vähentyneen aikuisilla. Muutos 1990-luvun lopulle saakka oli jopa päinvastainen, sillä aikuisten liikunnan harrastus lisääntyi naisilla enemmän kuin miehillä. (Fogelholm 2011).

Turun alueen FINRISKI 2007 -terveystutkimukseen osallistui 62 % kutsutuista henkilöistä. Tasapainomittauksiin osallistuivat kahta kieltäytyjää lukuun ottamatta kaikki Turun alueen FINRISKI 2007 -terveystutkimukseen osallistujat. Kaikissa ikäryhmissä naisten osallistumisaktiivisuus oli suurempi kuin miesten. Erityisen aktiivisia olivat 25–34 ja 45–44-vuotiaat naiset. Muissa ikäryhmissä miesten ja naisten osallistumisprosenttien erot vaihtelivat 6-8 %-yksikön välillä (taulukko 1). Miesten ja naisten erilaisella osallistumisaktiivisuudella ei kuitenkaan ollut tilastollista merkitysvyyttä, kun tarkastellaan testeistä suoriutumista miesten ja naisten välillä. Tarkasteltaessa nuorten miesten osallistumisaktiivisuutta koko FINRISKI 2007 -terveystutkimuksen aineistossa havaittiin sama ilmiö. Nuoret miehet eivät osallistuneet tutkimukseen yhtä aktiivisesti kuin naiset ja vanhempi ikäpolvi (Peltonen ym. 2008). Jatkossa kannattaa nuoren miesten aktivoimiseen kiinnittää huomiota.

### 7.3 Tasapainomittausten tulosten yhteys painoon tai painoindeksiin

Lihavuudella on havaittu olevan yhteyttä henkilöiden tasapainon hallintaan ja sitä kautta toimintakykyyn sekä elämänlaatuun (Hue ym. 2007, Menegoni ym. 2009). Tämä tutkimus osoitti, että henkilöt, joilla oli suuri paino tai painoindeksi selviytyivät tasapainotestistä merkitsevästi muita huonommin. Ikävakiointi ja henkilön sukupuoli eivät vaikuttaneet havaittuun yhteyteen. Vastaavaan tulokseen on päätyntä Menegoni ym. (2009) tutkiessaan tasapainon yhteyttä lihavuuteen henkilöillä, joiden BMI oli yli  $35 \text{ kg/m}^2$ . Myös Jadelis ym. (2001) ovat saaneet samansuuntaisia tuloksia tutkiessaan liikkumisongelmaisia iäkkäitä liikapainoisia henkilöitä.

Tässä tutkimuksessa mitatuista henkilöistä normaalipainoisia (BMI alle  $25 \text{ kg/m}^2$ ) oli miehistä 29 % ja naisista 47 %. Vastaavasti FINRISKI 2007 -terveystutkimuksen koko aineistosta normaalipainoisia iän ja alueen suhteen painotettuna oli kaikilla tutkimusalueilla 34 % miehistä ja 47 % naisista (Peltonen ym. 2008). Turun alueen tutkittavien painon ja painoindeksin yhteys tasapainoon näyttäisi olevan yleistettävissä koko väestöön.

Tarkasteltaessa painon tai painoindeksin yhteyttä tasapainoon valittiin parhaiten ikäryhmiä erotteleva testi; seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla, koska muiden testien tulosjakaumat olivat niin vinot, että kyseistä tarkastelua ei voitu tehdä. Curb ym. (2006) osoittivat yhdellä jalalla seisomisen olevan luotettava ja eri ikäryhmiä hyvin erotteleva tasapainon mittaumenetelmä. Kuitenkin tarkasteltaessa tässä tutkimuksessa tarkemmin yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla testistä suoriutumista havaitaan, että lähes jokaisessa neljässä ikäluokassa (0–1,9 s, 2,0–9,9 s, 10,0–19,9 s, 20 s) oli myös henkilöitä, joiden painoindeksi oli normaali (BMI  $18,5\text{--}25 \text{ kg/m}^2$ ) tai sen alle. Painoindeksien keskiarvot ja maksimi-arvot suurenevät kuitenkin suoritusaikojen lyhentyessä tasaisesti (vrt. taulukko 5). Tämän vuoksi voitaneen tässä tutkimuksessa käytettyä yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla testiä ja siitä saatuja tuloksia painoindeksin ja tasapainon yhteydestä pitää kohtuullisen luotettavina. Kyseistä testiä voidaan hyvin käyttää kenttäolosuhteissa ylipainoisten henkilöiden tasapainon hallinnan yhtenä mittarina ja ohjata heitä tarvittaessa tasapainoa parantavaan harjoitteluun kaatumisten ehkäisemiseksi.

Yleisesti oletetaan, että jalkapohjan koolla on yhteyttä tasapainon hallintaan. Tässä aineistossa ei pystytty osoittamaan tätä yhteyttä. Miehillä yleisin kengän numero oli 43 ja naisilla 39. Myös Hue ym. (2006) on tutkimuksessaan havainnut, että jalkapohjan pituudella ei löytynyt yhteyttä tasapainoon.

#### **7.4 Aineisto ja menetelmät**

Tämän tutkimuksen aineisto koostui kansalliseen FINRISKI 2007 -terveystutkimukseen, Turun tutkimusalueelle kutsutuista henkilöistä. Tutkimuksen otoskokoa 708 henkilöä ja ikäjakaumaa 25–74-vuotiaat voidaan pitää riittävänä testisarjan erottelevuuden selvittämiseen. Vastaavia seikkoja selvittäneissä aikaisemmissa tutkimuksissa otoskoot olivat pienemmät. Bohannonin ym. (1984) tutkimuksessa otoskoko oli 184 20–79-vuotiasta henkilöä ja Curbin ym. (2006) tutkimuksessa 203 35–71-vuotiasta henkilöä.

Tasapainomittauksiin osallistui 62 % kutsutuista henkilöistä, kun koko FINRISKI 2007 – terveystutkimukseen osallistumisaktiivisuus oli 67 % (Peltonen ym. 2008). Tasapainomittaukset tehtiin jokaiselle henkilölle, joka saapui terveystutkimukseen. Turun tutkimusalueen tasapainomittauksien ikä- ja sukupuolijakaumat noudattivat koko FINRISKI 2007 -terveystutkimuksen osallistumisaktiivisuutta, jolloin tulokset voitaneen yleistää koko maan tuloksiin. Tasapainomittausten osallistumisaktiivisuus noudattaa yleistä vuosien mittaan tapahtunutta väestötutkimuksiin osallistumisaktiivisuuden laskua (Peltonen ym. 2008). Otos ei kuvaa koko väestöä, koska lapset, nuoret ja yli 74-vuotiaat henkilöt eivät kuulu FINRISKI – terveystutkimuksien piiriin.

Tässä tutkimuksessa käytetty tasapainon hallintaa kuvaava testisarja suunniteltiin FINRISKI 2007 -terveystutkimukseen Terveys 2000 -tutkimuksessa tehdyistä tasapainomittauksista saatujen kokemusten perusteella. Tarkoituksena oli kehittää tasapainotesti, joka on helposti, luotettavasti, turvallisesti ja edullisesti toteutettavissa erilaisissa olosuhteissa. Testisarjalla pyritään löytämään ne henkilöt, joilla on tasapainon hallinnassa vaikeuksia ja jotka tarvitsevat tarkempaa tutkimusta tasapainon

hallinnasta tai ohjausta tasapainon harjoittamiseen. Lisäksi testin tulisi erotella eri-ikäisten tasapainon hallintaa, jotta eri ikäryhmille soveltuisi sama testi.

Tässä tutkimuksessa seisominen tandem-asennossa silmät auki kovalla alustalla osoittautui testisarjan helpoimmaksi testiksi ja seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni pehmeän alustan päällä vaikeimmaksi testiksi. Suoriutumista parhaiten erotteleva testi oli seisominen yhdellä jalalla silmät kiinni kovalla alustalla. Bohannon ym. (1984) ja Curb ym. (2006) ovat myös tulleet samaan johtopäätökseen omissa tutkimuksissaan. Yhdellä jalalla seisominen on osoittautunut luotettavaksi ja hyvin eri ikäryhmiä erottelevaksi tasapainon mittausmenetelmäksi, jota käytetään myös kliinisessä tutkimuksessa.

Yhdellä jalalla seisominen vähensi onnistuneiden määrää 7 prosenttiyksikköä verrattuna tandem-asennossa seisomiseen. Seisominen pehmeällä alustalla tandem-asennossa vähensi onnistuneiden määrää 5 prosenttiyksikköä verrattuna kovalla alustalla seisomiseen. Yhdellä jalalla seistessä pehmeän alustan vähentävä vaikutus oli 13 prosenttiyksikköä. Seisominen silmät kiinni tandem-asennossa kovalla alustalla vähensi onnistuneiden määrää 34 prosenttiyksikköä verrattuna silmät auki kovalla alustalla seisomiseen. Yhdellä jalalla seistessä silmien sulkemisen vaikutus oli 54 prosenttiyksikköä. Yhdellä jalalla seisominen oli vaikeampi testi kuin tandem-asennossa seisominen. Silmien sulkeminen vaikeutti merkittävästi testeistä suoriutumista. Pehmeällä alustalla seisominen ei vaikeuttanut testeistä suoriutumista niin paljon kuin silmien sulkeminen.

Tässä tutkimuksessa käytetyllä pehmeällä alustalla ei havaittu merkitsevää eroa eri ikäryhmien välillä, kun tarkoituksena oli häiritä proprioseptiikkaa. Pehmeän alustan käyttö vähensi kuitenkin onnistuneita suorituksia verrattuna kovalla alustalla seisomiseen. Tässä tutkimuksessa käytettiin samaa pehmeää alustaa kaikille mitattaville henkilöille, jolloin proprioseptinen häiriö eripainoisille henkilöille oli erilainen. Mikäli pehmeää alustaa halutaan käyttää, tulisi pohtia pehmusteen paksuutta ja tiheyttä eripainoisille henkilöille. Tällöin proprioseptinen häiriö olisi samanlainen kaikille, jolloin mittaustulokset olisivat luotettavampia ja tulokset vertailukelpoisempia. Toisaalta Curb ym. (2006) on tutkimuksessaan todennut, että pehmeän alustan käyttö voimalevyn päällä on osoittautunut yhdeksi luotettavaksi toimintakyvyn testiksi, kun

halutaan selvittää nopeasti tasapainon hallintaa. Myös Shumway-Cook ja Horak (1986) ovat todenneet pehmeän alustan hyödylliseksi diagnosoitaessa vanhempien henkilöiden tasapainoelimen sairauksia ja tasapainon hallinnan vaikeuksia.

Tässä tutkimuksessa käytettyjä testiasentoja, seisominen tandem-asennossa ja seisominen yhdellä jalalla, on käytetty useissa tasapainon hallintaa mittaavissa tutkimuksissa ja niiden käytöstä on paljon kokemusta (Bohannon ym.1984, Shumway-Cook ja Horak 1986, Tinetti 1986, Guralnik ym. 1994, Rossiter-Fornoff ym. 1995, Oja ja Tuxworth 1995, Suni ym. 1996, Suni 2000, Sihvonen 2004, Curb ym. (2006) ja Era ym. 2006).

Testiasentojen käytettävyyttä tasapainon hallinnan mittaamiseen on selvitetty vertaamalla niistä saatuja tuloksia tietokonepohjaisiin tasapainon mittausjärjestelmiin kuten esim. Balance Master. Tämänkin tutkimuksen testisarjan luotettavuutta olisi parantanut, jos osalle mitattavista olisi tehty myös tietokonepohjaiset tasapainolaitetutkimukset, joihin saatuja tuloksia olisi voitu verrata. Tässä koeasetelmassa ei ollut mahdollista tehdä kyseistä vertailua, mutta se tulisi tehdä myöhemmin.

Testisarjan luotettavuutta arvioitaessa ei ole huomioitu henkilöiden mahdollista väsymystä. Erityisesti vanhemmat ikäryhmät joutuivat tekemään kussakin testissä sallitut kolme yrityskertaa, saavuttaakseen mahdollisimman hyvän suoritusajan tai onnistuneen suorituksen (20 s). Kuitenkin saatuja tuloksia ja erityisesti yhdellä jalalla seisomisen tuloksia voidaan pitää kohtuullisen luotettavina.

Tasapainon mittaaminen on monimutkaista ja laaja-alaista. Tässä tutkimuksessa keskityttiin staattiseen tasapainoon mittaamiseen häiritsemällä myös näköaistia ja proprioseptiikkaa. Testisarja ei anna kokonaiskuvaa henkilön tasapainon hallinnasta. Vastaavanlaisia testisarjoja ovat käyttäneet Bohannon ym.(1984), Shumway-Cook ja Horak (1986) ja Curb ym. (2006) ja myös he ovat tulleet samaan johtopäätökseen.

## 8 JOHTOPÄÄTÖKSET

1. Kehitetty testisarja sopii hyvin väestötutkimuksiin, koska se on helposti toteutettavissa erilaisissa testipaikoissa eikä se vaadi kalliita laitteita.
2. Testisarja soveltuu sekä miehille että naisille.
3. Testisarjasta suoriutuminen heikkenee selvästi 55 ikävuoden jälkeen.
4. Proprioseptiikan häirintä pehmeää alustaa käyttämällä ei osoittautunut tarkoituksenmukaiseksi, koska se ei erotellut tutkittavia.
5. Henkilön suuri paino että painoindeksi ( $BMI > 25 \text{ kg/m}^2$ ) heikentävät tasapainon mittaustulosta.

## Lähteet

Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams J, Dauton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Canada*. 1989; 41: 304–311.

Bohannon R, Larkin P, Cook A, Gear J, Singer J. Decrease in Timed Balance Test Scores with aging. *Phys Ther*. 1984; 64: 1067–1070.

Curb J, Ceria-Ulep D, Rodriguez B, Grove J, Guralnik J, Willcox B, Donlon D, Masaki K, Chen R. Performance-based measures of physical function for high-function populations. *J Am Geriatr Soc*. 2006; 54: 737–742.

Era P, Heikkinen E. Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *J Gerontol*. 1985; 40: 287–295.

Era P, Sainio P, Koskinen S, Haavisto P, Vaara M, Aromaa A. Postural balance in random sample of 7979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology*. 2006; 52: 204–213.

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

Fogelhom H. 2011. Lihavuus ja kehon koostumus. Teoksessa Fogelhom H, Vuori I, Vasankari T (toim). *Terveysliikunta*. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim. s. 112–123.

Guralnik J, Simonsick E, Ferrucci L, Glynn R, Berkman L, Balzer D, Scherr P, Wallace R. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol: Med Sci*. 1994; 49: 85–94.

Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Dore J, Marceau P, Marceau S, Tremblay A, Teasdale N. Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait and Posture*. 2007; 26: 32–38.

Huxham FE, Goldie PA, Patla AE. Theoretical considerations in balance assessment. *Austr J Physiother.* 2001; 47: 89–100.

Jadelis K, Miller M, Ettinger W, Bessier S. Strength, balance, and the modifying effects of obesity and knee pain: Results from the observational arthritis study in seniors (OASIS). *J Am Geriatr Soc.* 2001; 49: 884–881.

Kauranen K, Nurkka N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Helsinki. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 166. Tammerprint Oy. s. 339–367.

Karppi S-L, Vaara M. Hyvät mittauskäytännöt. *Fysioterapia.* 2006; 6: 20–22.

Kejonen P. 2002. Body movements during postural stabilization. Measurements with a motion analysis system. Oulun yliopisto. Väitöskirja, s. 47.

Lihavainen K, Sipilä S, Rantanen T, Sihvonen S, Sulkava R ja Hartikainen S. Contribution of musculoskeletal pain to postural balance in community-dwelling people aged 75 years and older. *J Gerontol.* 2010; 65: 990–996.

Martelin T, Sainio P, Koskinen S. Ikääntyvän väestön toimintakyvyn kehitys. teoksessa: Ikääntyminen voimavarana. Tulevaisuusselonteon liiteraportti 5. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 33/2004, Helsinki.

Melzer I, Benjuya N, Kaplanski J. Postural stability in the elderly: A comparison between fallers and non-fallers. *Age Ageing.* 2004; 33: 602–607.

Menegoni F, Galli M, Tacchini E, Vismara L, Cavigioli M, Cabodaglio P. Gender-specific effect of obesity on balance. *Obesity.* 2009; 17: 1951–1976.

Nagy E, Feher-Kiss A, Barnai M, Domjan-Preszner A, Angyan L, Horvath G. Postural control in elderly subjects participating in balance training. *Eur J Appl Physiol.* 2007; 100: 97–104.

Oja P, Tuxworth B. 1995. Eurofit for Adults. Assessment of health-related fitness. Tampere, Finland: Council of Europe, Committee for the Development of Sport and UKK Institute for Health Promotion Research.

Pajala S. 2006. Postural balance and susceptibility to falls in older women. Genetic and environmental influences in single and dual task situations. Jyväskylän yliopisto. Terveystieteen laitos. Väitöskirja, s. 58–59.

Pajala S, Sihvonen S, Era P. 2008. Asennonhallinta ja havaintomotorinen kyvykkyys. Teoksessa Heikkinen E ja Rantanen T. Gerontologia. (toinen uudistettu painos). Helsinki. Kustannus Oy Duodecim s. 136–157.

Peltonen M, Harald K, Männistö S, Saarikoski L, Peltomäki P, Lund L, Sundvall J, Juolevi A, Laatikainen T, Alden-Nieminen H, Luoto R, Jousilahti P, Salomaa V, Taimi M, Vartiainen E Kansallinen FINRISKI 2007 -terveystutkimus, Tutkimuksen toteutus ja tulokset. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B 34/2008, s. 1–6, 9–11, Liite 1.

Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up and Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991; 39: 142–148.

Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ. What is balance? *Clinical Rehabilitation.* 2000; 14: 402–406.

Punakallio A. 2004. Balance abilities of workers in physically demanding jobs. With special reference to firefighters of different ages. Kuopion yliopisto. Lääketieteellinen tiedekunta 341. Väitöskirja, s. 22.

Ragnarsdottir M, The concept of balance. *Physiother.* 1996; 82: 368–375.

Rossiter-Fornoff J, Wolf S, Wolfson I, Buchner DA. Cross-sectional validation study of the common data base static balance measurements. *J Gerontol Med Sci.* 1995; 6: 291–297.

Räty S, Sainio P, Koskinen S ja Terveys 2000:n Toimintakyky-sisältöryhmä. 2000. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja. Terveys 2000. Tutkimus suomalaisten terveydestä ja toimintakyvystä. Toimintakykytutkimus. Saatavilla www-muodossa osoitteessa: [http://www.ktl.fi/terveys2000/lomakkeet/luku\\_8\\_8\\_10\\_tokyojohje.pdf](http://www.ktl.fi/terveys2000/lomakkeet/luku_8_8_10_tokyojohje.pdf) (luettu 29.8.2011)

Sihvonen S. 2004. Postural balance and aging: Cross-sectional comparative studies and a balance training intervention. Jyväskylän yliopisto. Terveystieteen laitos. Väitöskirja, s. 49–50.

Shumway-Cook A, Horak FB. Assessing the influence of sensory interaction on balance: suggestions from the field. *Phys Ther.* 1986; 66: 1548–1550.

Shumway-Cook A, Woollacott M. 2010. Motor control: Translating research into clinical practice. Fourth edition. *Physiology of motor control* s. 45–82, Normal postural control s. 161–194, Aging and postural control s. 223–245.

Spiriduso W, Fancis K, MacRae P. 2005. *Physical Dimensions of Aging*. United Kingdom. Human Kinetics. s. 131–155.

Suni J, Oja P, Laukkanen R, Miilunpalo S, Pasanen M, Vuori I, Vartianen T, Bös K. Health related fitness test battery for adults: aspects of reliability. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996; 77: 399–405.

Suni J (2000). Health-related fitness test battery for middle-aged adults with emphasis on musculoskeletal and motor tests. *Studies in Sports, Physical Education and Health*. Jyväskylän yliopisto. Väitöskirja. s. 96.

Suni J. 2003. Testaajan opas. UKK -terveyskuntotestit keski-ikäisille. UKK-instituutti.

Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. 2011. Lihavuus (aikuiset). Saatavilla www-muodossa osoitteessa: <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/naytaartikkeli/tunnus/hoi24010> (luettu 8.5.2011)

Suomen Voimisteluliitto. 2011. Vuosikertomus 2010. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa:](#)

<http://www.voimistelu.fi/liitto/organisaatio/vuosikertomukset/> (Luettu 2.8.2011)

Talvitie U, Karppi S-L, Mansikkamäki T. Fysioterapia. 1999; 126–134, 190–198.

Tinetti M. Performance oriental assessment of mobility problems in elderly patients. J Am Geriatr Soc. 1986; 34: 119–126.

Viljanen A. 2010. Genetic and environmental effects on hearing acuity and association between hearing acuity, mobility and falls in older women. Jyväskylän yliopisto. Terveystieteen laitos. Väitöskirja, s. 63–64.

Vuori I. 2011. Ikääntyvät ja vanhukset. Teoksessa Fogelhom H, Vuori I, Vasankari T (toim). Terveysliikunta. Helsinki. Kustannus Oy Duodecim. s. 88–92.

## LIITE 1. MITTAUSOHJEET

FINRISKI 2007

TASAPAINOTESTIN MITTAUSOHJEET

Mariitta Vaara 22.1.2007

Tarkennukset 27.5.2008 Mariitta Vaara, Eija Jäppilä, Mailis Äyräs

Ennen tasapainomittauksia mitattava täyttää Tasapainon varmuus -lomakkeen. Mittaaja tarkistaa, että mitattava on vastannut kaikkiin 16 kysymykseen.

Tarvittavat mittausvälineet:

- sekuntikello
- tasapainopehmuste (vaahtomuovi 50kg/ cm<sup>3</sup>) 10 cm x 50cm x 75cm

Yleistä:

Ennen mittauksia mitattavalle kerrotaan, mitä mittauksessa on tarkoitus tehdä.

Mitattava ja mittaaja ovat kahden kesken mittaustilanteessa. Mitattava on paljain jaloin niin, että myös nilkat näkyvät.

Mittaustulokset kirjataan suoraan Access -ohjelmalla tehtyyn lomakkeeseen(ohje). Mittauksen jälkeen mitaustulokset tulostettiin paperiversiona kansioon.

Identifikaatietietojen lisäksi tiedostoon kirjataan mitattavan kengän koko. Jos mitattava käyttää erikokoisia kenkiä tilanteesta riippuen, kirjataan yleisimmin käytössä olevan kävelykengän koko. Kengän koko kirjataan ranskalaisen järjestelmän mukaan yhden desimaalin tarkkuudella (liite).

Mittauksen tavoitteena on, että mitattava pysyy pyydettyssä seisoma-asennossa mahdollisimman paikoillaan 20 sekunnin ajan. Käsien liikkeitä ei rajoiteta; niillä saa vapaasti tehdä tasapainon hallintaa helpottavia liikkeitä. **Mittaus keskeytyy, jos jalat liikkuvat alustalla.** Mittausaika mitataan sekuntikellolla, yhden desimaalin tarkkuudella. Mittausaika kirjataan välittömästi mittauksen jälkeen tietokoneelle.

Mittausprotokolla toteutetaan kahdessa sarjassa:

- ensin seisominen jalat peräkkäin (tandem)
- toiseksi seisominen yhdellä jalalla

Sarjojen välissä pidetään parin minuutin palautusjakso, jonka aikana mitattava istuu.

Molemmat testisarjat tehdään samassa järjestyksessä:

- silmät auki
- silmät kiinni
- pehmeän alustan päällä
- pehmeän alustan päällä silmät kiinni

Mittaja näyttää mittausasennot mitattavalle. Mittauksen aikana mittaja ei saa liikkua mitattavan näkökentän alueella.

Kun testin suoritus onnistuu eli mitattava pysyy mittausasennossa 20 sekuntia, siirrytään seuraavaan testiin. Jos mitattava ei pysy ensimmäisellä yrityksellä mittausasennossa 20 sekuntia, mittaus toistetaan. Jos mittausaika ei toisellakaan yrityksellä mene maksimiin, annetaan mitattavan hetkeksi istahtaa [tai liikkua vapaasti](#) ennen kolmatta ja viimeistä yritystä. Kaikkien yritysten tulokset kirjataan.

Jokaisen testin suoritusta yritetään, vaikka edellinen testiosio ei olisi onnistunutkaan.

[Alkuasentoon asettautumisessa sallittiin tuen otto mittajasta.](#)

Jos mittava ei suoriudu tai ei pysty yrittämäänäkään jotain testiä, kirjataan syy tiedostoon ja jatketaan seuraavaan testiin.

**POIKKEUS:** Jos seisominen ei onnistu lainkaan silmät kiinni eikä pehmeän alustan päällä, näiden yhdistelmää ei yritetä.

## Tandem

Mitattava seisoo tandem-asennossa (kuva) eli jalat peräkkäin samalla viivalla siten, että takimmaisena jalan isovarvas on etummaisena jalan kantapäätä vasten. Jalkaterät ovat suorassa linjassa eteenpäin. Lattiaan merkattu viiva kulkee keskeltä kumpaakin jalkaterää.

Ennen mittausta mitattava kokeilee, kumpi jalka edessä on parempi (vakaampi) seistä. Mitattavan painon tulee jakautua tasaisesti molemmille jaloille. Mitattava saa vaihtaa etummaista jalkaa mittausten välissä.

Kädet ovat mittauksen ajan vapaina ja niitä saa tarvittaessa liikuttaa tasapainon ylläpitämiseen.

Ajanotto käynnistyy vasta silloin, kun mitattava on vaadittavassa mittausasennossa. Mittaus pyritään käynnistämään ripeästi, ettei mitattava väsy. Mittaus keskeytyy eli ajanotto pysähtyy, jos mitattava ei pysty pitämään jalkateriään mittausasennossa. Maksimiaika on 20 sekuntia.

[Mitattavan aloittaessa testisuoritusta varsinaista mittauskäskyä ei käytetty.](#)

- silmät auki: [mittaus alkaa, kun olette siihen valmis](#) - seis
- silmät kiinni: [mittaus alkaa, kun suljette silmänne](#) - seis
- pehmeän alustan päällä: [mittaus alkaa, kun olette valmis](#) - seis
- pehmeän alustan päällä silmät kiinni: [mittaus alkaa, kun suljette silmänne](#) - seis

## Yhden jalan seisonta

Ennen mittausta mitattava kokeilee, kummalla jalalla on parempi (vakaampi) seistä. Toinen jalka nostetaan irti lattiasta kiinni tukijalkaan. Jalkaa ei saa kietoa tukijalan nilkan ympärille **eikä sitä saa pitää tukijalan jalkaterän päällä.**

Kädet ovat mittauksen ajan vapaina ja niitä saa tarvittaessa liikuttaa tasapainon ylläpitämiseen.

Ajanotto käynnistyy vasta silloin, kun mitattava on vaadittavassa mittausasennossa. Mittaus pyritään käynnistämään ripeästi, ettei mitattava väsy. Mittaus keskeytyy eli ajanotto pysähtyy, jos mitattava ei pysy mittausasennossa. Jos mitattavan ilmassa oleva jalka irtoaa tukijalasta eikä hän enää pysty palauttamaan sitä takaisin testi päättyy. Maksimiaika on 20 sekuntia.

Mitattavan aloittaessa testisuoritusta varsinaista mittauskäskeyä ei käytetty.

- silmät auki: **mittaus alkaa, kun nostatte jalan irti lattiasta – seis!**
- silmät kiinni: **mittaus alkaa kun suljette silmänne – seis!**
- pehmeän alustan päällä: **mittaus alkaa, kun nostatte jalan irti lattiasta – seis!**
- pehmeän alustan päällä silmät kiinni: **mittaus alkaa kun suljette silmänne – seis!**

Lopettamisen tai suoriutumattomuuden syy kirjataan:

- 0 = suoritusta onnistui
- 1 = tasapainovaikeudet
- 2 = huimaus
- 3 = kipu
- 4 = lihasheikkous, lihasväsymys
- 5 = pelko
- 6 = kieltäytyminen
- 7 = muu syy \* (selitys Huomioita –tilaan)
- 9 = mittausta ei tehty

\* muu syy on esimerkiksi  
mittaajasta johtuvat syyt  
mittausta on häiritty

Mitattavaa kiitetään osallistumisesta. Hänelle annetaan positiivista palautetta, esim. ”mittaus onnistui hyvin”.

Mittaustulokset tulostetaan välittömästi ennen kuin aloitetaan seuraava mittaus.

## LIITE 2. MITTAUSLOMAKE

<b>KTL</b>	<b>KANSANTERVEYSLAITOS</b> Väestötutkimuslaboratorio	<b>TASAPAINO</b>	<input type="text"/>	
Toimenpide	<input type="text" value="K0014"/>	Asiakasryhmä	<input type="text" value="FR07"/>	
		PVM (ppkkvv)	<input type="text"/>	
Tutkimusnumero	<input type="text"/>	KLO (hhmm)	<input type="text"/>	
Henkilötunnus	<input type="text"/>			
Nimi	<input type="text"/>			
			Suorittaja <input type="text"/>	
<b>TASAPAINON HALLINTA (max 20 sek)</b>				
	I	II	III	Lopettamisen/ suorittamattomuuden syy*
1. Tandem	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2. Tandem, silmät kiinni	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3. Tandem, pehmeä alusta	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4. Tandem, pehmeä alusta, silmät kiinni	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5. Yhdellä jalalla	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6. Yhdellä jalalla, silmät kiinni	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7. Yhdellä jalalla, pehmeä alusta	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8. Yhdellä jalalla, pehmeä alusta, silmät kiinni	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kengän numero:	*Lopettamisen/suorittamattomuuden syy			
<input type="text" value="0"/>	0 = suoritus onnistui	4 = lihasheikkous, lihasväsymys	5 = pelko, ei uskalla	
	1 = tasapainovaikkeudet	6 = kieltäytyminen	7 = muu syy (selitys Huomioita -tilaan)	
	2 = huimaus	8 = mittausta ei tehty		
	3 = kipu			
Huomioita				
<input type="text"/>				
Record:	<input type="text" value="5"/>	of 5		

### LIITE 3. MITATTAVIEN HENKILÖIDEN PAINO, PAINOINDEKSI, PITUUS JA KENGÄNNUMERO (taulukko 1 – 8)

TAULUKKO 1. Miesten painon (kg) keskiarvo (ka), keskihajonta (SD) ja vaihteluväli ikäryhmittäin.

<b>Ikäryhmä</b>	<b>miehet (n)</b>	<b>paino ka (sd)</b>	<b>vaihteluväli</b>
<b>25-34</b>	52	83,4 (13,8)	62,5 – 129,8
<b>35-44</b>	63	84,1 (13,1)	55,9 – 118,2
<b>45-54</b>	55	88,0 (14,7)	63,3 – 142,8
<b>55-64</b>	70	89,0 (16,4)	50,7 – 139,7
<b>65-74</b>	71	86,7 (15,5)	63,1 – 151,4

TAULUKKO 2. Naisten painon (kg) keskiarvo (ka), keskihajonta (SD) ja vaihteluväli ikäryhmittäin.

<b>Ikäryhmä</b>	<b>naiset (n)</b>	<b>paino ka (sd)</b>	<b>vaihteluväli</b>
<b>25-34</b>	81	66,3 (12,6)	43,8 – 127,7
<b>35-44</b>	70	71,2 (14,5)	49,3 – 115,5
<b>45-54</b>	85	71,9 (14,2)	48,0 – 114,9
<b>55-64</b>	82	71,3 (13,5)	48,7 – 123,3
<b>65-74</b>	79	74,2 (15,4)	41,3 – 120,0

TAULUKKO 3. Miesten BMI:n ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) keskiarvo (ka), keskihajonta (SD) ja vaihteluväli ikäryhmittäin.

<b>Ikäryhmä</b>	<b>miehet (n)</b>	<b>BMI ka (sd)</b>	<b>vaihteluväli</b>
<b>25-34</b>	52	25,7 (3,5)	20,0 – 36,2
<b>35-44</b>	63	26,6 (3,5)	20,0 – 36,8
<b>45-54</b>	55	28,1 (4,6)	20,7 – 45,6
<b>55-64</b>	70	28,5 (4,7)	18,8 – 43,8
<b>65-74</b>	71	28,2 (4,3)	19,7 – 45,1

TAULUKKO 4. Naisten BMI:n ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) keskiarvo (ka), keskihajonta (SD) ja vaihteluväli ikäryhmittäin.

<b>Ikäryhmä</b>	<b>naiset (n)</b>	<b>BMI ka (sd)</b>	<b>vaihteluväli</b>
<b>25-34</b>	81	24,0 (4,7)	17,2 – 44,2
<b>35-44</b>	70	26,4 (5,5)	19,0 – 44,6
<b>45-54</b>	85	27,0 (5,9)	19,8 – 47,6
<b>55-64</b>	82	26,6 (4,9)	19,1 – 47,2
<b>65-74</b>	79	29,1 (5,7)	17,9 – 49,6

TAULUKKO 5. Miesten pituuden (cm) keskiarvo (ka), keskihajonta (SD) ja vaihteluväli ikäryhmittäin.

<b>Ikäryhmä</b>	<b>miehet (n)</b>	<b>pituus ka (sd)</b>	<b>vaihteluväli</b>
<b>25-34</b>	52	180 (7,2)	167 – 202
<b>35-44</b>	63	178 (6,3)	166 – 191
<b>45-54</b>	55	177 (6,7)	163 – 195
<b>55-64</b>	70	176 (6,2)	164 – 190
<b>65-74</b>	71	175 (6,3)	162 – 195

TAULUKKO 6. Naisten pituuden (cm) keskiarvo (ka), keskihajonta (SD) ja vaihteluväli ikäryhmittäin.

<b>Ikäryhmä</b>	<b>naiset (n)</b>	<b>pituus ka (sd)</b>	<b>vaihteluväli</b>
<b>25-34</b>	81	167 (5,5)	154 – 180
<b>35-44</b>	70	164 (6,1)	151 – 177
<b>45-54</b>	85	164 (6,3)	148 – 177
<b>55-64</b>	82	164 (5,3)	154 – 179
<b>65-74</b>	79	160 (5,6)	146 – 172

TAULUKKO 7. Miesten kengännumeron keskiarvo (ka), keskihajonta (SD) ja vaihteluväli ikäryhmittäin.

<b>Ikäryhmä</b>	<b>miehet (n)</b>	<b>kengännumero ka (sd)</b>	<b>vaihteluväli</b>
<b>25-34</b>	52	43,3 (1,6)	40 – 47
<b>35-44</b>	63	42,5 (1,4)	39 – 45
<b>45-54</b>	55	42,8 (1,3)	41 – 46
<b>55-64</b>	70	43,0 (1,5)	41 – 47
<b>65-74</b>	71	42,8 (1,5)	40 – 47

TAULUKKO 8. Naisten kengännumeron keskiarvo (ka), keskihajonta (SD) ja vaihteluväli ikäryhmittäin.

<b>Ikäryhmä</b>	<b>naiset (n)</b>	<b>kengännumero ka (sd)</b>	<b>vaihteluväli</b>
<b>25-34</b>	81	38,7 (1,2)	36 – 41
<b>35-44</b>	70	38,6 (1,4)	36 – 42
<b>45-54</b>	85	38,7 (1,5)	34 – 45
<b>55-64</b>	82	38,8 (1,5)	36 – 43
<b>65-74</b>	79	38,4 (1,3)	36 – 42