

IKÄMOTO -  
LIIKUNTARATAHARJOITTELUN  
VAIKUTUKSET IKÄÄNTYVIEN NAISTEN  
TASAPAINOON JA KETTERYYTEEN

Mikko Jaakonsaari  
Gerontologian ja kansanterveyden  
pro gradu -tutkielma  
Jyväskylän yliopisto  
Terveystieteiden laitos  
Kevät 2009

# IKÄMOTO -LIIKUNTARATAHARJOITTELUN VAIKUTUKSET IKÄÄNTYVIEN NAISTEN TASAPAINOON JA KETTERYYTEEN

Mikko Jaakonsaari

Jyväskylän yliopisto, liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta, terveystieteiden laitos,  
Kevät 2009

59 s.

---

## TIIVISTELMÄ

Heikentynyt tasapaino ja kömpelö liikkuminen lisäävät kaatumisriskiä. Ne ovat sen vuoksi vakavia toimintakykyä haittaavia tekijöitä ikääntyvillä ihmisillä. Aikaisempien tutkimusten perusteella fyysinen harjoittelu voi parantaa tasapainoa ja vähentää kaatumisen vaaraa. Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän kaupungin liikuntatoimen yhteistyönä on kehitetty tavanomaisesta ikääntyvien liikunnasta poikkeava Ikämoto -liikuntarata, jonka harjoitusohjelma perustuu telinevoimisteluharjoitteisiin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Ikämoto -liikuntarataharjoittelun vaikutuksia ikääntyneiden naisten tasapaino- ja ketteryyssominaisuuksiin.

Tutkimuksen koeryhmänä oli kahdeksan 64-81 -vuotiasta naista, jotka harjoittelivat Ikämoto -ryhmässä kerran viikossa 11 viikon ajan syksyllä 2008. Harjoittelu kesti tunnin kerrallaan ja se sisälsi monipuolisia, koko kehoa kuormittavia ja taitoa vaativia hyppy-, tasapaino-, ketteryys- ja lihaskuntoharjoitteita. Koeryhmän osallistuminen harjoitteluun oli aktiivista. Kontrolliryhmänä oli Korpilahden Sarvenperän kylän ikääntyvien Virtapiiri -ryhmäläisistä koostunut kahdeksan 63-82 -vuotiaan naisen ryhmä, joka ei osallistunut liikuntaharjoituksiin. Ennen harjoittelujakson alkua ja jakson loputtua ryhmäläiset osallistuivat fyysisen suorituskyvyn mittauksiin. Tasapainomittaukset tehtiin voimalevyllä GOOD BALANCE -tasapainon mittaus- ja harjoitusjärjestelmällä (Metitur Oy). Staattinen tasapaino mitattiin silmät auki ja kiinni jalat rinnakkain sekä silmät auki modifioidussa semitandem-asennossa. Dynaaminen tasapaino mitattiin voimalevyllä jalat rinnakkain seisten painonsiirtotestillä mittausjärjestelmän ennalta määrättyllä reitillä. Dynaamista tasapainoa ja ketteryyttä arvioitiin lisäksi kahdeksikkojuoksulla. Harjoittelun vaikutusta analysoitiin tilastollisesti toistettujen mittausten varianssianalyysillä.

Harjoittelujakson aikana koeryhmän kahdeksikkojuoksuun kulunut aika parani keskimäärin 11 % verrattuna kontrolliryhmään ( $p=0,012$ ). Voimalevyllä mitatussa staattisessa ja dynaamisessa tasapainossa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että telinevoimisteluharjoitteisiin perustuva liikuntarataharjoittelu voi parantaa ikääntyvien naisten ketteryyssominaisuuksia. Staattiseen tasapainoon kyseisellä harjoittelulla ei kuitenkaan näyttäisi olevan vaikutusta.

Asiasanat: ikääntyminen, tasapaino, liikunta, telinevoimistelu

Effects of Ikämoto -Apparatus gymnastics -based physical exercise on postural balance and agility in aging women  
Mikko Jaakonsaari  
University of Jyväskylä, Faculty of Sport and Health Sciences, Department of Health Sciences, Master's Thesis  
Spring 2009, 59 pages

---

## ABSTRACT

Poor postural balance and clumsiness can increase the risk of falling. These factors can cause serious limitations to daily activities for the elderly. Previous studies have shown that physical exercise may improve postural balance and decrease the risk of falling. The University of Jyväskylä in co-ordination with the city of Jyväskylä has developed an apparatus gymnastics -based physical exercise group called Ikämoto. Ikämoto -exercise group differs from ordinary physical exercise for the elderly. The purpose of the study was to find out the effects of Ikämoto-exercise to aging women's postural balance and agility.

The training group, which consisted of eight women aged from 64 to 81, trained once a week for a period of 11 weeks during the autumn of 2008. Each workout session lasted for one hour. The workout sessions consisted of varied exercises such as jumping, balance, agility and strength training. The training group participated in the training sessions actively. The control group of the study consisted of eight women aged from 63 to 82 from the village of Sarvenperä in Korpilahti. The control group did not participate in the training sessions. Physical abilities of the test subjects were measured before and after the trial period in both groups. The balance measurements were made on a force platform with the GOOD BALANCE balance measurement system (Metitur Oy). Static balance was measured with feet side by side, keeping eyes both open and closed. Measurements were also taken with feet in a semi tandem position and keeping eyes open. Dynamic balance was measured on the force platform with feet side by side changing the centre of body mass. A ready-made scripted route program of the GOOD BALANCE measurement system was used for these measurements. Dynamic balance and agility were also evaluated on a figure eight running -test. The effects of the training were analyzed statistically by using the variance analysis test for repeated measurements.

During the training period the training group improved its time in the figure eight running -test on average 11 per cent compared to the control group ( $p=0,012$ ). There were no statistically significant changes in static or dynamic balance measurements which were measured on the force platform.

The study indicates that physical exercise based on apparatus gymnastics may improve the agility characteristics of elderly women. However, it seems that static balance would not be improved by this kind of training.

Key words: aging, balance, physical exercise, apparatus gymnastics

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	1
2 TASAPAINO JA KETTERYYS .....	3
2.1 Asennon motorinen kontrollointi .....	6
2.2 Ennakoiva asennon kontrollointi .....	8
2.3 Menetelmät mitata tasapainoa ja ketteryyttä.....	9
3 IKÄÄNTYMISMUUTOSTEN VAIKUTUKSET TASAPAINOON, KETTERYYTEEN SEKÄ ASENNON KONTROLLOIMISEEN .....	11
3.1 Keskushermosto .....	12
3.2 Lihasvoima.....	13
3.3 Somatosensoriikka.....	15
3.4 Tasapainoelimistö.....	15
3.5 Näkö.....	16
4 HARJOITTELUN VAIKUTUKSET TASAPAINOON, KETTERYYTEEN JA KAATUMISIIN .....	16
4.1 Tasapainoharjoittelun vaikutukset tasapainoon ja kaatumisiin .....	17
4.2 Monipuolisen harjoittelun vaikutukset tasapainoon ja kaatumisiin .....	18
4.3 Voimaharjoittelun vaikutukset tasapainoon ja kaatumisiin .....	20
4.4 Monimuotoisen intervention vaikutukset tasapainoon ja kaatumisiin .....	22
4.5 Ketteryysharjoittelu .....	24
4.6 Harjoitteluun sitoutuminen .....	24
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS .....	26
6 TUTKIMUSMENETELMÄT .....	26
6.1 Tutkimusaineisto .....	26
6.2 Harjoittelu tutkimuksen aikana .....	27
7 MITTAUSMENETELMÄT .....	35
7.1 Antropometriset mittaukset.....	35
7.2 Fyysisen suorituskyvyn mittaukset.....	35
7.2.1 Tasapainomittaukset .....	35
7.2.2 Ketteryyden arviointi kahdeksikkojuoksulla.....	38
8 TILASTOLLISET ANALYSOINTIMENETELMÄT .....	39
9 TUTKIMUSTULOKSET .....	39
9.1 Tutkimukseen osallistuneet henkilöt .....	39
9.2 Ikämoto -liikuntarataharjoittelun harjoittelun toteutuminen ja vaikutukset .....	40
10 POHDINTA .....	48
LÄHTEET .....	55

## 1 JOHDANTO

Ikääntyessä elimistössä tapahtuu fysiologisia muutoksia, jotka vaikuttavat terveyteen ja toimintakykyyn. Elimistön rakenteellinen lujuus heikkenee ja kehon notkeus vähenee johtuen lihasten ja nivelten rakenteellisista muutoksista. Lihasten kyky tuottaa voimaa myös heikkenee kaikilla voima-alueilla. Hengitys- ja verenkiertoelimistössä sekä keskushermostossa tapahtuvat rappeutumaiset ja muutokset heikentävät elimistön suorituskykyä. Selvimmin ikääntyvän suoritus- ja toimintakyvyn aleneminen näkyy fyysisessä ja psyykkisessä rasitustilanteessa, joissa tarvitaan monien eri elinjärjestelmien sopeutumista ja hyvää yhteistoimintaa. Kognitiivisessa toimintakyvyssä, kuten kielellisissä taidoissa, havaitsemisessa, tarkkaavaisuudessa, muistamisessa, toiminnan ohjauksessa ja liiketaidoissa sekä tunne-elämässä ja motivaatiossa tapahtuu myös muutoksia ikääntymisen myötä. Ikääntyessä aivoissa tapahtuvien muutosten johdosta tiedonkäsittely ja motorinen nopeus sekä päättely- ja ongelmanratkaisukyvyt hidastuvat (Kuikka ym. 2001, 22-23, 234-235, Suominen 1997).

Ikääntymisen myötä tapahtuvat muutokset vaikuttavat kykyyn hallita tasapainoa. Tasapainonhallinta on liikkumiskyvyn perusedellytyksiä, joka vaikuttaa olennaisesti ikääntyneen henkilön kykyyn suoriutua itsenäisesti jokapäiväisistä toimista (Sihvonen ym. 2003). Heikko tasapaino ja kömpelö liikkuminen lisäävät muun muassa kaatumisen riskiä ja voivat olla sen vuoksi vakavia toimintakyvyn haittoja (Pijnappels ym. 2008, Choy ym. 2003, Sihvonen ym. 2003). Harjoittelemalla voidaan vaikuttaa tasapainonhallintaan sekä ketteryyteen (DiBrezza ym. 2005, Steadman ym. 2003, Rubenstein ym. 2000, Era 1997, 60). Harjoittelemalla voidaan myös pienentää kaatumisriskiä (Lord ym. 2003, Rubenstein ym. 2000). Valtaosa lonkkamurtumista johtuu kaatumisista ja pahimmillaan lonkkamurtuma voi johtaa kuolemaan (Carter ym. 2001, Lui Ambrose ym. 2004).

Lukuisista ikääntymisen myötä tapahtuvista fysiologisista ja kognitiivisista muutoksista huolimatta ikääntyneet ovat terveempiä nykyään kuin koskaan aikaisemmin. Ikääntyneet pystyvät myös säilyttämään itsenäisen toimintakyvyn pitkään (Aldwin ym. 2004, 209).

Parantuneen toimintakyvyn myötä ikääntyneille tarjottavat liikuntapalvelut muuttuvat yhä monipuolisemmiksi. Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän kaupungin liikuntatoimen yhteistyössä toteuttaman Ikämoto -liikuntarataharjoittelun tarkoituksena on tarjota monipuolista liikuntaa ikääntyneille. Ikämoto -liikuntarataharjoittelu on harjoittelumuotona uusi ja perinteisestä ikääntyvien liikunnasta poikkeavaa. Harjoittelussa sovelletaan telinevoimistelusta tuttuja liikkeitä, jotka vaativat hyvää tasapainoa ja ketteryyttä.

Ikääntyneiden ketteryysominaisuuksista ja niiden muutoksista harjoittelun myötä on vain vähän aikaisempaa tutkimustietoa. Ketteryysominaisuuksia on testattu urheilijoilla, mutta ikääntyneiden ketteryysominaisuuksista ei ole juurikaan tietoa.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Ikämoto -liikuntarataharjoittelun vaikutusta yli 64 -vuotiaiden naisten tasapaino- ja ketteryysominaisuuksiin. Ikämoto -ryhmän harjoitukset järjestettiin syksyn 2008 aikana. Ennen harjoittelujakson alkua ja jakson loputtua ryhmäläiset suorittivat fyysisen suorituskyvyn mittauksia, joissa arvioitiin tasapaino- ja ketteryysominaisuuksia.

## 2 TASAPAINO JA KETTERYYS

Tasapainolla tarkoitetaan kykyä ylläpitää haluttu kehon asento ja estää ei-toivotut muutokset siinä (Era 1997). Shumway-Cook ja Woollacott (2001, 164) toteavat, että asennon stabiliteetti voidaan määritellä kykynä ylläpitää kehon asento ja kehon massa stabiliteettirajojen sisällä. Stabiliteetin rajoilla he tarkoittavat aluetta, jossa keho pystyy säilyttämään asennon ilman tukipinnan muutosta. Stabiliteettirajan voi myös määritellä etäisyytenä, jonka ihminen pystyy liikkumaan menettämättä tasapainoa tai ottamatta askelta. Stabiliteettirajat muuttuvat jatkuvasti riippuen tehtävästä, yksilön biomekaniikasta ja ympäristöstä.

Tasapainon säilyttäminen vaatii jatkuvaa sensorista tietoa asennosta ja liikkeestä. Tarvitaan myös kykyä tuottaa asentoa kontrolloivia voimia. Nämä vaativat hermoston ja lihaksiston yhteistyötä sekä kykyä mukautua. Tasapainon säätelyyn ja kontrolloimiseen vaikuttavat lihaksisto, hermo-lihasjärjestelmän yhteisvaikutus, tuntojärjestelmä, ennakoiva järjestelmä, adaptaatio ja kognitio (Shumway-Cook ym. 2001, 164-165).

Tasapainonhallinta ja etenkin tasapainonhallinta liikkeessä ovat yhteydessä ketteryyteen. Sheppard ja Young. (2006) toteavat, että tähän saakka ketteryydelle ei ole ollut selkeää määritelmää. Ketteryyttä on määritelty yleisesti kykynä muuttaa suuntaa nopeasti. Ketteryyden ohessa on käytetty myös muita termejä, jotka ovat sekoittaneet tarkan määritelmän muodostumista. Lisäksi eri tieteenalat ovat käsittäneet ketteryyden eri ominaisuuksina. Biomekaanisesta näkökulmasta ketteryys on mekaanista kehon asennonmuutosta, kun taas urheilupsykologiassa motorisen oppimisen näkökulmasta ketteryys sisältää näköaistin, tiedon prosessoinnin, päätöksenteon sekä reaktion osatekijöitä. Valmennuksen parissa ketteryysominaisuuksiin on liitetty fyysiset ominaisuudet, jotka liittyvät nopeaan suunnanmuutokseen. Kattava selitys ketteryydelle huomioi fyysiset ominaisuudet, kognitiivisen prosessoinnin ja taidot.

Sheppard ja Young (2006) ovat määritelleet ketteryyden nopeaksi ärsykkeen seurauksena tapahtuvaksi koko kehon suunnanmuutokseksi tai kiihtyvyyden

muutokseksi. Heidän mukaansa ketteryyteen liittyy myös "avoin taito" eli ärsykkeeseen vastaava liike ei ole ennalta harkittu. Tätä ominaisuutta tarvitaan esimerkiksi pallopeleissä, jossa pelaaja joutuu kiihdyttämään ja jarruttamaan vastustajan pelaajan liikkeiden mukaan. Alla olevien määritelmien mukaan tämän kaltainen suoritus on universaalinen. Lisäksi suoritustekniikalla on merkitystä nopeuteen muuttaa liikesuuntaa.

Sheppard ja Young (2006) toteavat Chelladurainin (1976) viitaten, että ketteryyttä voidaan myös luokitella neljään eri tasoon:

1. Yksinkertainen suoritus, jossa ei ole ajallista eikä spatiaalista epävarmuutta.
2. Ajallinen suoritus, jossa ei tiedetä suorituksen alkamista, mutta itse liikesuoritus on ennalta suunniteltu.
3. Spatiaalinen suoritus, jossa on spatiaalinen epävarmuus, mutta itse liikesuoritus on ennalta suunniteltu.
4. Universaalinen suoritus, jossa on sekä spatiaalinen että ajallinen epävarmuus.

Review -artikkelissaan Sheppard ja Young (2006) toteavat, että nopeudella ja nopeusvoimaominaisuuksilla on yhteyttä ketteryyteen. Nopeusvoimaominaisuuksilla eli alaraajojen nopealla voiman tuotolla ja kyvyllä muuttaa nopeasti liikesuuntaa on yhteyttä toisiinsa. Lisäksi on näyttöä, että reaktion yhteydessä tuotetulla suurella nopeusvoimalla on yhteyttä kykyyn tehdä nopea liikesuunnanmuutos. Sen sijaan maksimaalisella juoksunopeudella ja kyvyllä muuttaa liikesuuntaa nopeasti ei välttämättä ole yhteyttä toisiinsa. Antropometrisien ominaisuuksien yhteyttä ketteryyteen on tutkittu vähän. Tutkimustietoa esimerkiksi raajojen piteuden merkityksestä ja kehon painopisteen sijainnin yhteydessä ketteryyteen ei juuri ole.

Tasapainolla ja sen hallinnalla on yhteys kaatumisiin. Kaiken kaikkiaan tunnetaan 130 kaatumisen riskitekijää. Riskitekijöistä osa korreloi suoraan ja toiset epäsuorasti kaatumisen kanssa. Riskitekijöitä on ryhmitelty sen mukaan, mitkä tekijät vaikuttavat kaatumiseen (Carter ym. 2001). Kaatumiseen on harvoin yhteydessä vain yksi riskitekijä, vaan riski koostuu monista tekijöistä. Riskitekijöitä voidaan jaotella sisäisiin ja ulkoisiin riskitekijöihin sekä geneettisiin riskitekijöihin (Pajala 2006, 20-22).



Kaatumisen riskitekijät ovat erilaisia kotona asuvilla ja hoitokodeissa tai laitoksissa asuvilla, minkä vuoksi riskitekijöiden arviointi voi olla vaikeaa. On kuitenkin tärkeää löytää ne ihmiset, joilla on suurin riski kaatua (Pajala 2006). Seuraavassa on lueteltu kymmenen kaatumisen riskitekijää suurimmasta pienimpään: lihasheikkous, aikaisemmat kaatumiset, kävelyn vaikeus, tasapainon vaikeus, apuvälineen käyttö, näön heikkous, niveltulehdus, heikko toimintakyky (ADL), depressio, kognition heikkous ja yli 80 vuoden ikä (American Geriatrics Society ym. 2001).

Kaatumisiin liittyvät loukkaantumiset ja kuolemat ovat maailman laajuisesti suuri terveysongelma ikääntyneillä. Noin 30 % yli 65 vuotiaista kaatuu vähintään kerran vuodessa, ja puolet heistä kaatuu toistuvasti. Lähes puolet kaatuneista ei pääse ylös omin voimin ja kaatumisen pelko voi rajoittaa heidän toimintakykyään. Yli 90 % lonkkamurtumista johtuu kaatumisista. 12-20 % tapauksista lonkkamurtuma johtaa kuolemaan (Carter ym. 2001, Liu Ambrose ym. 2004). Ikääntyneiden kaatumisten todellista yleisyyttä on vaikea arvioida, koska suurin osa niistä ei johda lääkarissäkäyntiin tai sairaalahoitoon. Myös ne kaatumiset, joissa ikääntynyt ei loukkaannu, saattavat aiheuttaa monia psykologisia ja sosiaalisia ongelmia esimerkiksi kaatumisen pelkoa, eristäytymistä ja ennen aikaista laitoshoidoa. Kaatumisen pelko on iäkkäillä peloista yleisin ja se voi ylittää jopa kuoleman pelon (Jäntti ym. 1996).

Sihvonen (2004, 35) toteaa väitöskirjassaan, että kaatuneiden ja ei-kaatuneiden ryhmissä erottelevana tekijänä olivat krooniset sairaudet 50-58 -vuotiaiden ikäryhmässä. Ei-kaatuneiden ryhmässä 48 prosentilla koehenkilöistä oli jokin krooninen sairaus, kun taas kaatuneiden ryhmässä 83 prosentilla oli vähintään yksi krooninen sairaus. Kaatuneiden joukossa tavallisin diagnoosi oli korkea verenpaine sekä astma. Tässä ikäryhmässä kaatuneet kokivat huimausta useammin kuin ei-kaatuneet.

Sukupuolen vaikutusta tasapainoon on tutkittu jonkin verran. On todettu, että kävely- sekä liikestrategia muuttuvat ikääntymisen myötä molemmilla sukupuolilla. Miehillä kävely muuttuu leveäraiteisemmaksi ja lyhytaskelisemmaksi. Naisilla puolestaan askelleveys kapenee (Jäntti ym. 1996).

Era ym. (2006) totesivat laajaan aineistoon (n=7979) perustuvassa tutkimuksessaan, että etenkin ikääntyneillä miehillä paikallaan seistessä huojunta on suurempaa verrattuna naisiin voimalevymittauksien perusteella. Myös Sihvonen (2004, 31) sai tutkimuksessaan samansuuntaisia tuloksia. Onkin ehdotettu, että huojunnan eroja voidaan selittää miesten ja naisten erilaisilla kehonmittasuhteilla. Bryant ym. (2005) tutkimusten perusteella miehillä paikallaan seistessä huojunta oli suurempaa kuin naisilla, mutta huomioitaessa tutkittavan henkilön pituus tilastollista eroavaisuutta sukupuolten välillä ei enää ollut. Myös sukupuolten välisillä eroilla kehon painopisteen sijainnissa, voi olla yhteyttä huojuntaan. Erot fysiologisissa ominaisuuksissa, kuten perifeerinen tunto, lihasvoima sekä hormonaaliset tekijät, voivat myös vaikuttaa naisten ja miesten tasapainoeroihin (Sihvonen 2004, 31).

Geneettisillä tekijöillä on myös osuutta tasapainon säätelyyn osallistuvien järjestelmien rakenteen tai näiden toiminnan määrittäjinä. Tasapainokyvyn vaihtelua määrittävät geneettiset tekijät ovat ainakin osin samoja, jotka määrittävät tasapainon säätelyjärjestelmiä. Geneettiset tekijät selittävät 14-35 % kehon huojuntana voimalevyllä mitatun tasapainokyvyn vaihtelusta kotona asuvilla 63-76 -vuotiailla naisilla (Pajala 2006, 45).

Geneettiset tekijät ja perhetekijät selittävät osan tasapainon kokonaisvaihtelusta verrattaessa eri tasapainoon vaikuttavia tekijöitä. Kuitenkin ympäristö ja elintavat ovat merkittävimpiä tasapainoon vaikuttavia tekijöitä. Ympäristötekijät, elintavat ja perimä määrittelevät yhdessä kutakin ominaisuutta ja ilmiä (Pajala ym. 2004).

## **2.1 Asennon motorinen kontrollointi**

Normaalissa pystyasennossa sivultapäin katsottuna luotisuora kulkee mastoid processuksen, olkanivelen edestä, lonkkanivelen kohdalta tai juuri sen takaa, polvinivelen keskeltä ja nilkkanivelen editse vertikaalisesti. Tässä asennossa ihminen pystyy seisomaan vähäisellä työmäärällä. Keho on kuitenkin aina pystyasennossa jatkuvassa liikkeessä, jota kutsutaan huojunnaksi. Huojuntaa ei pystytä aina havainnoimaan silmämääräisesti, joten huojunnan määrää ja suuntaa voidaan mitata

voimalevyllä. Tutkimuksissa on todettu, että huojunnan määrä on yhteydessä kaatumisiin (Shumway-Cook ym. 2001 166-168, Sihvonen 2004, 14).

Poikkileikkaustutkimuksessa, jossa oli mukana 593 koehenkilöä, iältään 8-93-vuotiaita todettiin, että iän ja kehon huojunnan välillä on U-muotoinen riippuvuussuhde. Lapsilla ja ikääntyneillä kehon huojunta on suurempaa kuin keski-ikäisillä (Sihvonen 2004, 31).

Keskushermosto säätelee proprioseptiikan tuottamaa palautetta lihaksista ja nivelistä. Proprioseptoreilla tarkoitetaan tässä yhteydessä lihasspindelitä sekä golgin jänne-elimiä ja nivelten paine-, tunto- sekä liikeaisteja. Nivelten paine-, tunto- ja liikeaistit puolestaan tuottavat keskushermostolle tietoa nopeudesta sekä liikkeensuunnasta (Craig 2004).

Lihasspindelit ovat erikoistuneita aistinelimiä ja ne sijaitsevat lihassäikeiden välissä, joissa on tuntohermo- ja liikehermosoluja. Tuntohermosolut ja liikehermosolut aktivoituvat lihaksen venyessä, ja tuottavat motoneuronien välityksellä keskushermostolle jatkuvaa tietoa lihassäikeiden pituudesta ja pituuden muutoksista. Golgin jänne-elimet sijaitsevat lihasten kiinnitysjänteissä ja aktivoituvat lihassupistuksessa. Ne tuottavat tietoa lihasjänteystä ja suojaavat lihasta ylijännitykseltä keskushermoston inhibition avulla. Esimerkiksi pystyasennossa tapahtuva pieni huojunta aiheuttaa venytystä nilkkaniveltä tukevissa lihaksissa, joka aktivoi venytysrefleksin. Venytysrefleksi aiheuttaa nilkkaniveltä tukevien lihasten aktivoitumisen, jotka puolestaan kontrolloivat huojumista (Shumway-Cook ym. 2001, 172-173, Craig 2004).

Lihastonuksella tarkoitetaan lihaksen lepotilassa olevaa suhteellisen heikkoa jännitystilaa. Lihastonus on yhteydessä hermoston kautta venytysrefleksiin. Pystyasennossa huojunnan aikana lihastonus lisääntyy soleus ja gastrocnemius lihaksissa, kun painopiste siirtyy jalkaterän etuosaan m. tibialis anterior aktivoituu taaksepäin huojuessa, kuten myös m. gluteus medius ja m. tensor fascia latae. Tällöin m. gluteus maximus ei kuitenkaan aktivoidu. M. iliopsoas ehkäisee lantion hyperextensiota ja m. erector spinae aktivoituu painopisteen liikkeessä selkärangan etupuolelle. Mitä enemmän painopiste siirtyy stabiliteettirajojen ääriä kohti, sitä

enemmän tarvitaan lihastyötä säilyttämään pystyasento sekä asennon kompensointia (Shumway-Cook ym. 2001, 169-173).

Pystyasentoa ylläpitäviä strategioita ovat nilkka-, lonkka- ja askelstrategia. Näitä strategioita hyödynnetään esimerkiksi kävellessä, tukipinnan liikkeessä ja odottamattomissa tilanteissa. Eteen – taakse suunnassa tapahtuvaa liikettä kontrolloi nilkkastrategia, kun tarvitaan vain pieniä korjauksia ja alusta on vakaa. Lonkkastrategiaa käytetään, kun nilkkastrategia ei enää riitä ja tasapainoa horjutetaan nopeasti tai seisottaessa kapealla ja pienellä alustalla. Lonkkastrategiassa vartalon liikkeet ovat laajoja ja nopeita. Kun nilkka- ja lonkkastrategiat eivät enää riitä kontrolloimaan painopisteen säilyttämistä, tarvitaan askelstrategiaa. Sivusuunnassa tapahtuvaa liikettä kontrolloitaessa käytetään vaihtoehtoisia hallintamenetelmiä, kuten leventämällä tukipintaa sekä kontrolloimalla liikettä enemmän lantiolla ja vartalolla kuin nilkoilla. Sivusuunnassa tapahtuvaa liikettä kontrolloitaessa vasteet ovat myös yksilöllisempiä kuin muita liikesuuntia kontrolloitaessa (Shumway-Cook ym. 2001, 172-180).

## **2.2 Ennakoiva asennon kontrollointi**

Shumway-Cook ym. (2001, 187) mukaan vuonna 1967 Belen'kii ym. huomasivat, että asentoon liittyvien lihaksien tahdonalainen toiminta voidaan jakaa kahteen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa tapahtuu valmistautuminen, jossa kompensoivat lihakset aktivoituvat noin 50 ms ennen varsinaisen liikkeen suorittavia lihaksia. Toisessa vaiheessa kompensoivat lihakset aktivoituvat uudestaan varsinaisen liikkeen suorittavien lihasten jälkeen, jolloin ne stabiloivat kehoa.

Shumway-Cook ym. (2001, 187) mukaan Cordo ja Nashner (1982) huomasivat, että ennakoitua tapahtuu myös asennon hallinnassa ennen varsinaista suoritusta. Esimerkiksi käskettäessä vetämään ovenkahvasta henkilön seistessä, ensimmäisenä aktivoituvat asentoa ylläpitävät lihakset (m. gastrocnemius, mm. hamstring ja vartalonojentajat) ja vasta tämän jälkeen yläraajan lihakset. Vartalon lihakset aktivoituvat esimerkkitapauksessa samanaikaisesti kuin yläraajan lihakset.

Liikkeeseen osallistuvien lihasten aktivoitumisjärjestyksessä voi olla eroja riippuen liikkeen suunnasta. Myös toisen raajan tuki esimerkiksi seinästä muuttaa lihasten aktivoitumista, niin että tukevan raajan lihakset aktivoituvat ensin.

Suoritusnopeus sekä liikkeen ennakointi ovat yhteydessä lihasten aktivoitumisjärjestykseen ja aktivoitumislaajuuteen. Nopeissa liikkeissä tukevien lihasten aktivoituminen on heikompaa kuin hitaissa harkituissa liikkeissä. Myös raajan paino ja nostettavan kuorman massalla on merkitystä lihasten aktivoitumiseen. Harjoittelemalla voidaan nopeuttaa ennakoivaa lihasten aktivoitumista sekä liikettä stabiilivien lihasten aktivoitumisnopeutta (Shumway-Cook ym. 2001, 187-188).

### **2.3 Menetelmät mitata tasapainoa ja ketteryyttä**

Yleinen tapa arvioida tasapainoa on mitata sitä voimalevyllä. Voimalevyllä mitataan esimerkiksi kehon huojuntaa. Huojuntaa eli painopisteen muutosta voidaan kuvata eri parametrien avulla (Bauer ym. 2008). Suomalainen Good Balance™ voimalevy on tietokoneeseen kytkettävä kolmionmuotoinen laite (sivun pituus 800 mm ja korkeus 70 mm), jossa on kolme kanavainen DC vahvistin sekä kahdeksan kanavainen 12 bitin analogisesta digitaaliseen muunnin. Laite mittaa pystysuunnasta tulevan signaalin perusteella X ja Y -koordinaatit paineen keskikohdalle (COP=center of pressure) eli toisin sanoen tämä on keskikohta, jossa henkilö seisoo voimalevyllä. Huojuntaa laite mittaa X-akselilla mediolateraalissa (ML) suunnassa ja Y-akselilla anteroposteorisessa (AP) suunnassa. Näiden koordinaattien muutoksien perusteella laite voi laskea COP:n liikkeen keskinopeuden AP- tai ML -suunnassa tai liikkeen keskikihtyvyyden. Näiden tietojen avulla voidaan myös esittää alue, jossa COP liikkuu (Era ym. 2006).

Dynaamisissa voimalevymittauksissa vaikeustasoa voidaan muuttaa skaalaa muuttamalla. Suurta skaalaa käytettäessä tutkittava joutuu käyttämään suuria liikkeitä, kun taas pientä skaalaa käytettäessä tutkittavalta vaaditaan hienomotorisia liikkeitä (Good Balance Käyttäjän opas 2003, Era ym. 2006).

Ketteryyttä voidaan testata kahdeksikkojuoksulla, josta otetaan aika. Testissä on kaksi keilaa 10 m etäisyydellä toisistaan. Testattavaa kehoitetaan kiertämään keilat juosten tai kävellen mahdollisimman nopeasti kaksi kierrosta kahdeksikkoa. (Vartiainen ym. 2006, Karinkanta ym. 2005). Kahdeksikkojuoksun testiradasta on myös erilaisia variaatioita, kuten Risberg ym. tutkimuksessa, jossa tutkittavat juoksivat kahden lattiaan piirretyn ympyrän kehää pitkin. Kahdeksikkojuoksu testiä on käytetty aikaisemmissa tutkimuksissa erilaisilla tutkimusjoukoilla. Yleinen tutkimuskohde on alaraajavammasta kärsivät (Samukawa ym. 2007, Risberg ym. 1994). Testiä on myös käytetty aivovammapotilailla, jotka ovat toipuneet vammastaan hyvin (Rinne ym. 2006).

Vartiainen ym. (2006) tutkivat ketteryydestien toistettavuutta tapaturmaisesti loukkaantuneilla aivovammapotilailla ja terveillä. He totesivat, että kahdeksikkojuokсутestin reliabiliteetti oli hyvä varsinkin terveillä kontrolliryhmäläisillä.

Timed Up and go (TUG) -testi on myös yksi käytetyimmistä testeistä ketteryyden arvioinnissa iäkkäillä (DiBrezza ym. 2005, Marigold ym. 2005, Kang ym. 2004). Marigold ym. (2005) arvioivat tutkimuksessaan myös pystyasennossa reagointia alustan nopeaan liikahtamiseen ennalta arvaamattomaan suuntaan, joka liittyy läheisesti myös ketteryyteen säilyttää tasapaino. Kang ym. (2004) arvioivat ketteryyttä TUG -testin lisäksi tandem kävelyllä, jossa mitattiin aika (the timed tandem gait test). Testissä kävellään mahdollisimman nopeasti 3,05 m siten, että joka askeleella varpaat osuvat etummaisena jalan kantapäähän. Jos varpaat ja kantapää eivät osu yhteen joka askeleella, lasketaan se virheeksi.

Lisäksi on olemassa erilaisia ketteryydestejä, joihin on sisällytetty kognitiivisia osia-alueita. Näissä testeissä pitää esimerkiksi reagoida mahdollisimman nopeasti ääniärsykkeeseen, jolloin arvioidaan motorisen vasteen nopeutta (Sheppard & Young 2006).

### **3 IKÄÄNTYMISMUUTOSTEN VAIKUTUKSET TASAPAINOON, KETTERYYTEEN SEKÄ ASENNON KONTROLLOIMISEEN**

Liikkumiskyvyn perusedellytyksiä on tasapainon hallinta. Tasapainon hallinta vaikuttaa olennaisesti ikääntyneen henkilön kykyyn suoriutua itsenäisesti jokapäiväisistä toimista. Ikääntyneillä tasapainoon liittyvät ongelmat ovatkin yleisiä ja niiden on todettu olevan kaatumistapaturmien keskeinen taustatekijä. Tasapainon heikkeneminen alkaa noin 55 vuoden iässä (Sihvonen ym. 2003), mutta verrattaessa ikäluokkia toisiinsa jo 40-49 -vuotiailla on huonompi tasapaino kuin 30-39 -vuotiailla (Era ym. 2006). Era ym. (2006) toteavat myös, että tasapainovaikeudet lisääntyvät kiihtyvällä vauhdilla 60 ikävuodesta alkaen.

Choy ym. (2003) tutkimuksessa tutkittiin näön, tukipinnan ja iän vaikutusta tasapainoon. Poikkileikkaustutkimuksessa oli mukana 453 iältään 20-80 -vuotiasta naista. Tutkimuksen perusteella 60-70 -vuotiailla naisilla kovalla alustalla silmät kiinni seistessä oli enemmän vaikeuksia kuin nuoremmilla. Kun alusta oli pehmeä ja silmät suljetut, tasapainon hankaluudet alkoivat jo 50 -vuotiailla. Yhdellä jalalla seisominen silmät kiinni tuotti hankaluuksia jo 40 -vuotiaille.

Ikääntyessä tasapainostrategiassa tapahtuu merkittäviä muutoksia (Jäntti ym. 1996). Tasapainon integraatioprosessi häiriintyy aivorunkotasolla. Vaihtaminen strategiasta toiseen tehtävään vaikeutuu ja hidastuu. Esimerkiksi jos katsekontakti heikkenee portaita alaspäin mentäessä, on ikääntyneen vaikea vaihtaa aististrategiaa eli hyödyntää proprioseptiikkaa. Tässä tapauksessa ikääntynyt pyrkii askeltamaan kuin näkökyky olisi tilapäisesti poissa, eli hän aktivoi alaraajojen agonistiset ja antagonistiset lihakset. Tällöin liikesuorituksen spastisuus lisääntyy ja horjahtaessa korjausliikkeet ovat kömpelöitä. Tehokkaalla harjoittelulla voidaan aististrategian vaihtamista ylläpitää (Jäntti ym. 1996).

Tinetti (2003) ehdottaa, että yli 75 -vuotiailta tulisi kysyä kaatumisista sekä tasapainon että kävelyn vaikeuksista. Lisäksi ikääntyneiden parissa työskentelevä voi arvioida silmämääräisesti kuinka ikääntynyt kävelee sekä kuinka hän istuu ja nousee tuolista. Jos ikääntyneellä ei ole suuria tasapainonhallinnan tai kävelyn ongelmia,

hänet voi ohjata esimerkiksi ryhmään, jossa harjoitellaan tasapainoa sekä suoritetaan voimaharjoittelua. Jos ikääntynyt on kaatunut useasti ja hänellä on tasapainon sekä kävelyn ongelmia, vaatii tämä tarkempaa tutkimusta. Tarkemmista tutkimuksista hän mainitsee tiedustelemisen aikaisemmista kaatumisista ja niihin liittyvistä olosuhteista, lääkityksen selvittämisen, näön tarkastamisen, verenpaineen kontrolloinnin, tasapainon ja kävelyn arvioinnin esimerkiksi the Get-Up and Go -testillä, neurologisen tutkimuksen, alaraajojen nivelliikkuvuuksien ja lihasten voiman arvioinnin sekä verenkiertoelimistön kunnon arvioinnin.

### **3.1 Keskushermosto**

Keskushermosto organisoii näköaistin, tasapainoelinten ja somatosensoriikan (proprioseptiikka, ihotunto ja nivelreseptorit) välittämää tietoa kehon asennoista ja liikkeistä. Nämä aistit myös välittävät tietoa kehonsegmenttien asennosta suhteessa toisiinsa. Keskushermosto yhdistelee eri aistikanavien välittämää tietoa ja se pystyy adaptoitumaan, jos jokin aisteista on toista heikompi. Keskushermosto myös hyödyntää eri olosuhteissa eri aisteja enemmän kuin toisia. Keskushermoston toiminnan kannalta oleellista on poimia informaatiotulvasta vain olennainen ja tulkita se oikein sekä muodostaa aistihavainnon perusteella oikea motorinen vaste, joka on pystyttävä toteuttamaan ja kontrolloimaan liikkeen aikana. Näiden aistien informaatio vaikuttaa myös kehonhuojunnan määrään ja sen kontrollointiin. Lihavasteen nopeus vaihtelee eri aistikanavia pitkin tulevasta informaatiosta riippuen. Esimerkiksi näköaistin kautta tuleva vaste on 200 ms, kun somatosensoriikka aiheuttaa reaktion 80-100 ms (Era 1997, Shumway-Cook ym. 2001, 180-186).

Iän myötä tapahtuu hermokudoksen rappeumaa. Muutoksia tapahtuu hermosoluissa, jolloin niiden metabolia ja johtumiskyky muuttuu. Hermokudos on kuitenkin plastista ja reagoi muutoksiin (Schaie ym. 1996, 431-432). Aivot voivat kompensoida neuraalista menetystä muodostamalla uusia hermosolun tuojahaarakkeita säilyttääkseen yhteyden hermosolujen välillä (Aldwin ym. 2004, 176).



Keskushermoston muutosten vuoksi reaktioaika hidastuu ikääntyessä. Reaktioaikaan vaikuttavat keskushermoston viestin tulkinta, päätöksenteko ja prosessointi. Reagointiin on yhteydessä myös verenkierto, jonka mukana happi ja glukoosi siirtyvät aivoihin. Onkin todettu, että fyysinen aktiivisuus iäkkäillä parantaa verenkiertoa aivoihin ja vaikuttaa tätä kautta reagointiin (Schaie ym. 1996, 433-434).

Keskushermoston toimintaan liittyy myös autonomisen hermoston säätelyjärjestelmät. Ikääntyvän elimistössä homeostaasin palautuminen on hidastunut. Verenkiertoelimistön säätelyssä tämä tulee esiin ortostaattisena hypotensiona noustessa nopeasti makuulta seisomaan. Hidastunut reagointi verenpaineen muutokseen voi aiheuttaa huimausta ja kaatumisen (Aldwin ym. 2004, 177).

### **3.2 Lihasvoima**

Lihasten rakenteessa tapahtuu iän myötä merkittäviä muutoksia. Lihastrofiaa ilmenee ikääntyessä, ja se kohdistuu lihaksen supistuvaan massaan. Lihastrofia näkyy solutasolla II-tyyppin lihassolujen poikkipinta-alan sekä I- ja II-tyyppin lihassolujen lukumäärän vähenemisenä. Lisäksi ikääntyessä lihasten I- ja II-tyyppin lihassolujen keskinäinen osuus voi muuttua. Kokonaisten motoristen yksikköjen määrä vähenee, mikä aiheuttaa jäljelle jäävien suurenemista ja hidastumista sekä yksittäisten solutyypin ryhmittymistä ja kompensatorista hypertrofiaa. Myös lihaksen muiden kudskomponenttien muutokset vaikuttavat lihasten mekaanisiin ominaisuuksiin (Suominen 1997).

Jänteet kiinnittävät lihaksia luihin ja ligamentit sitovat luita toisiinsa. Nämä kudokset stabiloivat niveliä, mutta myös sallivat joustavuuden ja liikkeen. Ikääntymisen myötä jänteissä ja ligamenteissa tapahtuu kalkkeutumista, mikroskooppisia repeämiä ja kollageenikudoksen poikittaissidosten lisääntymistä. Muutokset aiheuttavat jäykkyyttä ja jänteiden lyhentymistä. Tästä johtuen nivelen liikelaajuus voi pienentyä jopa 25 prosenttia (Aldwin ym. 2004, 105, 108).

Lihasmassaan ja lihasrakenteen muutokset heikentävät osaltaan lihasten suorituskkyä ikääntyessä. Ensisijaisesti lihasvoiman väheneminen liittyy lihaksen koon muutoksiin, mutta myös lihaksen poikkipinta-alaan suhteutetun voiman on havaittu vähenevän iän myötä. Lihasvoiman heikkenemisen voidaan yleisesti sanoa alkavan 50-60 ikävuoden jälkeen. Esimerkiksi 40 -vuotiailla koko ikänsä urheilleilla 80 ikävuoteen mennessä huippuvoimataso pienenee noin 50 %. Isometrinen ja dynaaminen maksimivoima heikkenee ikääntyessä, mutta myös lihasten nopea voimantuotto-kyky heikkenee. Tämä viittaa siihen, että ikääntyminen vaikuttaa enemmän nopeasti supistuviin lihassoluihin. Myös hermoston kyvyssä aktivoida motorisia yksiköitä tapahtuu hidastumista (Suominen 1997, Faulkner ym. 2007).

Vaikka ikääntymisen myötä lihasvoiman on todettu heikkenevän, on hermo-lihasjärjestelmän rakenne ja toiminta ehkä enemmän kuin mitkään muut elinjärjestelmät riippuvaisia lihasten kuormittamisesta ja fyysisestä aktiivisuudesta. Tästä on esimerkkinä nykyinen tutkimustieto, jonka mukaan voimaharjoittelu lisää iäkkäiden miesten ja naisten lihasmassaa samaan tapaan kuin nuorempienkin. Selvää takarajaa harjoittelulle ei ole, sillä on raportoitu, että yli 90-vuotiaillakin lihasmassa voi lisääntyä voimaharjoittelun myötä. Harjoittelun myötä ikääntymiseen liittyvää lihasatrofiaa, heikkoutta ja väsymistä voidaan merkittävästi hidastaa, mutta ei kuitenkaan täysin pysäyttää (Suominen 1997, Faulkner ym. 2007).

Moreland ym. (2004) totesivat systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessaan ja meta-analyysissään, että sekä ylä- että alaraajojen lihasheikkous on yhteydessä kaatumisiin. Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella alaraajojen lihasheikkous oli yhteydessä vielä voimakkaammin kaatumiseen kuin yläraajojen lihasheikkous. Kirjallisuuskatsauksen perusteella tarvitaan kuitenkin vielä lisää tietoa erilaisten harjoitusohjelmien vaikuttavuudesta.

### 3.3 Somatosensoriikka

Ikääntymisen seurauksena värinäntunto alenee ja kynnys aistia värinää heikkenee etenkin alaraajoissa. Myös kosketustunto alenee iän myötä, tuntosensorien määrän vähenemisen vuoksi. Raajojen tunnon alenemista kutsutaan perifeeriseksi neuropatiaksi. Somatosensoristen ongelmien seurauksena lihaksien supistumisnopeus voi alentua merkittävästi (Shumway-Cook ym. 2001, 234-235). Yli 70 -vuotiaalla on 40 % vähemmän tuntosoluja kuin nuorella aikuisella, joten ihon painetunto ja nivelen asennosta kertova tunto on merkittävästi alentunut yli 70 -vuotiaalla (Carter ym. 2001).

### 3.4 Tasapainoelimistö

Tasapainoelinten tiedon perusteella saadaan tietoa päänasennosta ja liikkeestä. Tasapainoelimet aistivat erityisesti pään liikkeen suuntaa ja nopeutta. Tasapainoelimistön tehtävänä on myös stabiloida päätä liikkeen aikana (Pozzo ym. 1990).

Tasapainoelimistössä tapahtuu degeneratiivisia muutoksia, mutta niiden tutkiminen on hankalaa. Muutokset tapahtuvat hitaasti ja ne esiintyvät molemmissa tasapainoelimissä sekä aiheuttavat varsin vähän oireita (Jäntti ym. 1996). Karvasolujen sekä hermosyiden väheneminen sisäkorvassa aiheuttavat muutoksia tasapainoelimistön toiminnassa. Tasapainoelinten ikääntymismuutokset vaikeuttavat tasapainonhallinnassa tärkeää aistien yhteistyötä. Tasapainoelinten ikääntymismuutokset voivat myös aiheuttaa huimauksen tunnetta, mikä on yleistä iäkkäillä henkilöillä (Woollacott 2000, Shumway-Cook ym. 2001, 236-238).

### **3.5 Näkö**

Näköaistin avulla saadaan tietoa ympäristöstä. Etenkin kehon vertikaalisesta asennosta saadaan tietoa näköaistin avulla, koska ympäristössämme on paljon vertikaalisesti aseteltuja kiinteitä esineitä, kuten ovet ja ikkunat rakennuksissa. Näköaisti välittää lisäksi tietoa pään liikkeistä (Shumway-Cook ym. 2001, 180-181).

Näkökentän laajuus on tärkeää huojunnan kontrolloimisessa ja avaruudellisessa hahmottamisessa (Carter ym. 2001). Silmän fysiologiset ja rakenteelliset muutokset heikentävät näköä ja vaikeuttavat huonossa valaistuksessa näkemistä (Shumway-Cook ym. 2001 235-236). Näön heikkeneminen yhdistettynä korkeaan ikään voi edesauttaa fyysisen toimintakyvyn heikkenemistä. Verkkokalvon degeneraatio, mykiön samentuminen, etenevä optinen poikkeama sekä mustuaisen reaktiivinen herkkyys vaikeuttavat visuaalisten signaalien muodostumista verkkokalvolle. Näön tarkkuuden ja kontrastiherkkyden heikentyminen vaikeuttavat muotojen ja syvyyksien arvioimista, jotka ovat tärkeitä asennon kontrolloimisessa (Era 1997, Owsley ym. 2000, Bonnel ym. 2003).

## **4 HARJOITTELUN VAIKUTUKSET TASAPAINOON, KETTERYYTEEN JA KAAATUMISIIN**

Harjoittelulla voidaan vaikuttaa tasapainoon sekä ketteryyteen ja sitä kautta kaatumisiin. Seuraavien alaotsikoiden alle on koottu tutkimustuloksia erilaisista harjoitusmenetelmistä ja niiden toteutustavoista sekä vaikuttavuudesta. Harjoittelu voi olla tasapainoharjoittelua erilaisilla välineillä tai ilman. Tasapainoharjoittelu voi olla myös osana monipuolisempaa harjoittelua, jolloin harjoittelu voi olla esimerkiksi ryhmässä tapahtuvaa ketteryys-, voima- ja liikkuvuusharjoittelua. Tässä yhteydessä käsitellään myös tutkimuksia, joissa tasapainoharjoittelu on osa monimuotoista interventiota, joka voi sisältää esimerkiksi kodinmuutostöitä.

Jotta harjoittelu olisi vaikuttavaa, on sen luonnollisesti oltava myös säännöllistä ja siihen on sitouduttava. Lopussa käsitellään harjoitteluun sitoutumista ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

#### 4.1 Tasapainoharjoittelun vaikutukset tasapainoon ja kaatumisiin

Sihvonen ym. (2004) tutkivat neljän viikon seurantatutkimuksessa yksilölliseen näköpalautteeseen perustuvan tasapainoharjoittelun vaikutusta kaatumisiin. Tutkimukseen osallistui 27 palvelukodissa asuvaa ikääntynyttä naista (70-90 -vuotiaita) ja heidät satunnaistettiin harjoitteluryhmään sekä kontrolliryhmään. Tutkimukseen osallistuneet asuivat palvelutalossa. Tutkimuksessa todettiin, että oikein ja tarkasti suunnattu tasapainoharjoittelu voi vähentää kaatumisriskiä iäkkäillä naisilla. Koeryhmä harjoitteli kolme kertaa viikossa tietokoneistetulla voimalevyllä, jossa harjoittelija sai näköpalautetta omasta suorituksestaan. Yksilöllisyyttä harjoitteluun saatiin käyttämällä koehenkilön suoritustason mukaan vaikeampia alkuasentoja ja lisäämällä liikelaajuutta sekä liikenopecta. Koeryhmä paransi suoritustaan sekä voimalevypohjaisessa testissä että perinteisessä Bergin tasapainotestissä harjoittelujakson loputtua. 12 kuukauden seurantajakson aikana harjoittelun päätyttyä harjoitteluryhmäläisistä kaatui 55 %, kun kontrolliryhmäläisistä kaatui 71 %. Tasapainoharjoittelulla todettiin olevan tilastollisesti merkitsevä kaatumisriskiä vähentävä vaikutus, kun tarkasteltiin kaatumisten kuukausittaista ilmaantumista. Useammin kuin kerran kaatuneita oli seurantajakson aikana enemmän kontrolliryhmässä. Harjoittelujakson päätyttyä henkilöt, jotka osallistuivat harjoitteluun, lisäsivät fyysisen aktiivisuuden tasoaan verrattuna lähtötilanteeseen sekä pelkäsivät vähemmän kaatumista. 12 kuukauden seurantajakson aikana fyysisen aktiivisuuden ja kaatumispelon väliset erot harjoitteluryhmässä kuitenkin tasoittuivat eivätkä olleet enää tilastollisesti merkittäviä.

Shimadan ym. (2003) tutkimuksessa huomioimisen arvoista on se, että tuloksellinen harjoittelu ei välttämättä vaadi monimutkaisia tai kalliita harjoitteluvälineitä, kuten edellisessä tutkimusesimerkissä. Japanilaisessa kontrolloidussa ja satunnaistetussa tutkimuksessa verrattiin tasapainoharjoittelun ja kävelyharjoittelun vaikutuksia iäkkäiden fyysiseen toimintakykyyn. Tutkittavat arvottiin kolmeen ryhmään: tasapainoharjoitteluryhmä, kävelyharjoitteluryhmä ja kontrolliryhmä. Molemmissa harjoitteluryhmissä harjoiteltiin fysioterapeutin ohjauksessa 2-3 kertaa viikossa 40 minuutin ajan yhteensä 12 viikkoa. Tasapainoryhmäläiset harjoittelivat eteenpäin kurottamista, tasapainoilua tasapainolaudalla, yhdellä jalalla seisomista sekä tandemseisontaa. Kävelyryhmäläiset harjoittelivat yhtäjaksoista kävelyä, portaissa kävelyä,

tandem-kävelyä sekä sivuttain kävelyä. Tulosten perusteella tasapainoryhmäläiset paransivat enemmän staattisia tasapaino-ominaisuuksia ja kävelyryhmäläiset paransivat enemmän dynaamista tasapainoa sekä kävelytoimintoja.

Kaikkein tehokkainta harjoittelusta kaatumisen ehkäisyn kannalta saadaan lisäämällä harjoitteluun tasapainoharjoitteita (Maki ym. 2008). Tästä on esimerkkinä Steadman ym. (2003) tutkimus, jossa tutkittiin perinteistä fysioterapeuttista harjoittelua ja fysioterapeuttista harjoittelua, johon oli lisätty tasapainoharjoituksia. Tulosten perusteella tehostettu tasapainoharjoittelu voi parantaa ikääntyneen luottamusta omaan liikuntakykyyn sekä elämänlaatua.

#### **4.2 Monipuolisen harjoittelun vaikutukset tasapainoon ja kaatumisiin**

Monipuolisella harjoittelulla tarkoitetaan tässä yhteydessä harjoittelua, joka koostuu tasapainoharjoittelun lisäksi muista harjoitteista. Monissa tutkimuksissa monipuolinen tasapainoharjoittelu ja muu harjoittelu tapahtuu ryhmässä fysioterapeutin ohjauksessa. Ryhmämuotoiselle harjoittelulle on tyypillistä, että ryhmä kokoontuu 1-2 kertaa viikossa ja harjoittelu-aika on noin tunti. Harjoittelua edeltää 5-15 minuutin verryttely, jossa lämmitellään suurimmat lihasryhmät sekä suoritetaan kevyitä venyttelyjä. Varsinainen harjoittelu voi koostua muun muassa voima-, kestävyys-, tasapaino-, koordinaatio-, liikkuvuus-, tanssi-, ja palloharjoitteista. Harjoittelun jälkeen on loppuverryttely, jonka tarkoituksena on palauttaa harjoittelusta. Loppuverryttelyn yhteydessä suoritetaan kevyitä venytyksiä, rentoutumisharjoitteita sekä hengitysharjoitteita (Barnett ym. 2003, Lord ym. 2003).

Ryhmässä tapahtuva harjoittelu voi ehkäistä kaatumisia ja ylläpitää toimintakykyä ikääntyneillä. Tutkimuksen mukaan kaatumisia tapahtui 12 kuukautta kestäneen tutkimuksen aikana 22 % vähemmän harjoitelleiden parissa, kuin kontrollihenkilöiden keskuudessa. Eniten kaatumiset vähenivät niillä, jotka olivat kaatuneet viimeisen vuoden aikana (Lord ym. 2003). Ryhmämuotoinen harjoittelu täydennettynä kotiharjoittelulla voi myös parantaa tasapainoa ja vähentää kaatumisia. Myös tässä tutkimuksessa harjoitelleiden keskuudessa kaatumiset vähenivät. 12 kuukautta

kestäneen tutkimusjakson aikana harjoitteluryhmäläisten keskuudessa tapahtui 40 % vähemmän kaatumisia kuin kontrolliryhmäläisten parissa (Barnett ym. 2003).

75-85 -vuotiailla naisilla, joilla on alentunut luuntiheys, voidaan pienentää kaatumisen riskiä ketteryys- ja vastusharjoittelulla ja venyttelyharjoittelulla. Tässä prospektiiviseen tutkimuksessa tutkittavat arvottiin kolmeen harjoitteluryhmään, joissa toteutettiin ketteryys- ja vastusharjoittelua, venyttelyharjoittelua ja venyttelyharjoittelua. Ketteryys- ja vastusharjoitteluryhmäläisten tavoitteena oli parantaa käsi/jalka-silmäkoordinaatiota, dynaamista sekä staattista tasapainoa ja reaktioaikaa. Harjoittelumuotoja tässä ryhmässä oli muun muassa pallopelit sekä tanssi. Vastusharjoitteluryhmässä käytettiin sekä vapaita painoja että laiteharjoittelua tavoitteena raajojen ja vartalon lihasten voiman paraneminen. Venyttelyryhmäläiset tekivät hengitys- sekä rentoutusharjoituksia ja erilaisia venyttelyharjoituksia. Venyttelyryhmäläisillä kaatumisen riski ei pienentynyt tilastollisesti merkitsevästi. Harjoittelu tapahtui kerran viikossa ja kesti 25 viikkoa, jonka aikana suoritettiin sokkoutetut alku-, väli- ja loppumittaukset. (Liu-Ambrose ym. 2004).

Monipuolista harjoittelua voi ohjata eri koulutuksen saanut terveydenhuoltoalan työntekijä. Ohjaajana ei ole välttämätöntä toimia fysioterapeutti, kuten monissa muissa tutkimuksissa, joita on käsitelty tässä yhteydessä. Robertson ym. (2001) tutkivat voidaanko ikääntyneiden kaatumisia ehkäistä sairaanhoitajan antamien ohjeiden perusteella. Tähän RCT -tutkimukseen, joka kesti vuoden, osallistui 240 miestä ja naista, jotka olivat iältään yli 75 -vuotiaita. Tuloksissa todettiin, että tehtävään koulutetun sairaanhoitajan ohjeistama kotona tapahtuva harjoittelu voi ehkäistä iäkkäiden kaatumistapaturmia. Ohjaajiksi koulutettiin sairaanhoitajia viikon mittaisessa koulutuksessa, jossa kouluttajana oli fysioterapeutti. Kotiharjoitteluohjelma koostui voima-, tasapaino-, ja kävelyharjoittelusta. Sairaanhoitaja ohjasi tutkittavaa viikoilla 1, 2, 4 ja 8 sekä puolen vuoden kohdalla kontrollikäynnillä. Tutkittavalle annettiin ohjeeksi harjoitella vähintään kolme kertaa viikossa 30 minuutin ajan. 43 prosenttia tutkittavista harjoitteli suositellun määrän mukaan ja 72 prosenttia harjoitteli vähintään kaksi kertaa viikossa. Kaatumisia seurattiin ja tulosten mukaan harjoitteluryhmän kaatumiset vähenivät 46 prosenttia. Kaatumisista johtuvat vakavat vammat ja sairaalahoitajaksot vähenivät myös merkittävästi kotiharjoitteluun osallistuneilla iäkkäillä.

Robertson ym. (2001) tutkivat oman interventionsa yhteydessä myös harjoitusohjelmansa taloudellisia mahdollisuuksia. Tutkimuksessa koulutetut hoitajat kävivät opastamassa ja kontrolloimassa ikääntyneiden kotiharjoittelua, joka osoittautui tehokkaaksi keinoksi. Tulosten perusteella tämän kaltainen yli 75 -vuotiaiden henkilöiden harjoittelu on myös kustannustehokasta samalla, koska se voi ehkäistä vakavista vammoista johtuvaa sairaalahoitoa.

### **4.3 Voimaharjoittelun vaikutukset tasapainoon ja kaatumisiin**

Orr ym. (2006) tutkivat voimaharjoittelun yhteyttä tasapainoon. Heidän tutkimuksessaan 112 iältään 63-75 -vuotiasta kotona asuvaa tutkittavaa arvottiin kolmeen harjoitteluryhmään ja yhteen kontrolliryhmään. Harjoitteluryhmät oli jaettu siten, että niissä harjoiteltiin 20, 50 tai 80 prosentin teholla maksimivoimasta. Harjoittelu toteutettiin kahdesti viikossa ilmanpaineella toimivilla kuntosalilaitteilla. Tulosten perusteella voidaan todeta, että voimaharjoittelu parantaa tasapainoa yleisesti. Eniten tasapainon paranemista tapahtui matalan intensiteetin ryhmässä eli niillä, jotka harjoittelivat 20 prosentin teholla maksimivoimasta. Tasapainotestit toteutettiin voimalevyllä 18 eri mittauksella. Tutkittavan maksimivoima määriteltiin toistomaksimisuoritusten (RM) avulla. Harjoittelujakso kesti keskimäärin kymmenen viikkoa. Harjoittelussa tehtiin samoja liikkeitä paineilmalaitteilla kuin testeissäkin eli jalkaprässi istuen, polvenojennus ja -koukistus, soutu istuen sekä rintalihaspunnerrus istuen.

Kestävyys- ja voimaharjoittelu ovat tehokkaita keinoja parantaa lihasvoimaa. Harjoittelussa tulisi kuitenkin huomioida mahdolliset puolierot raajojen voimassa. Huomioimalla puolierot ja puuttamalla niihin saatetaan saada parempia tuloksia kuin yleisellä voimaharjoittelulla (Portegijs ym. 2005).

Portegijs ym. (2005) tutkivat iäkkäillä kaksosnaisilla alaraajojen ojennusvoiman puolieron vaikutusta tasapainoon. Tutkimus oli poikkileikkaustutkimus, johon osallistui 419 tervettä 63-75 -vuotiasta kaksossiskosta. Tulosten perusteella todettiin, että naisilla joilla oli heikompi alaraajojen ojennusvoima, olivat iäkkäämpiä ja heillä



oli pienempi kehon lihasmassa. Ojennusvoiman keskimääräinen ero heikomman ja vahvemman alaraajan välillä oli 15 %. He olivat myös liikunnallisesti passiivisia. Ne, joilla oli suuri alaraajojen ojennusvoiman puoliero, liikkuivat 41 % vähemmän kuin muut tutkimukseen osallistujat. Heillä, joilla puoliero oli pieni, oli liikkuminen 31 % vähäisempää verrattuna muihin. Tasapainotestissä ne, joilla oli heikko ojennusvoima sekä ojennusvoiman puoliero alaraajoissa, eivät pysyneet tandem-seisonnassa vaadittua 20 sekuntia. Alaraajojen ojennusvoiman puoliero voi kertoa heikentyneestä seisomatasapainosta.

Rubenstein ym. (2000) totesivat puolestaan tutkimuksensa perusteella, että kestävyys- ja voimaharjoittelulla pystytään pidentämään kävelymatkaa ja ehkäisemään kaatumistapaturmia. Kaatumiset vähenivät kolmen kuukauden seurantajakson aikana niillä, jotka osallistuivat harjoitteluryhmään. Heidän tutkimuksensa perusteella tasapainon parantumisessa testien perusteella ei kuitenkaan tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia harjoittelujakson aikana. Koehenkilöinä tutkimuksessa oli yli 70 -vuotiaita miehiä, joilla oli ainakin yksi kaatumisen riskitekijä. Tutkimusasetelma oli kontrolloitu satunnaisotanta. Tutkittavat jaettiin satunnaisesti harjoitteluryhmään ja kontrolliryhmään. Harjoitteluryhmään osallistuneet tutkittavat harjoittelivat kolmesti viikossa 90 minuuttia 12 viikon ajan.

Yleensä voimaharjoittelututkimuksissa käytetään perinteisiä konsentrisia harjoittelumuotoja, kuten edellä mainituissa tutkimuksissakin. LaStayo ym. (2003) puolestaan esittävät, että eksentrisen voimaharjoittelu voisi sopia etenkin heikompikuntoisille iäkkäille henkilöille. Heidän mukaansa eksentrisen voimaharjoittelu voi parantaa tasapainoa, portaissa liikkumista ja pienentää kaatumisriskiä. Tutkimusasetelma oli kuitenkin tässä tutkimuksessa puutteellinen. Tutkittavia ei arvottu ryhmiin vaan heidän annettiin itse valita harjoittelumuoto eikä kontrolliryhmää ollut ollenkaan, joten tämä harjoittelumuoto tarvitsee vielä lisätutkimuksia.

Pijnapplels ym. (2008) tutkivat kompastumisen jälkeisiä korjausliikkeitä. He totesivat tutkimuksessaan, että kompastumista seuraavat korjausliikkeet onnistuvat niiltä iäkkäiltä parhaiten, joilla on hyvä alaraajojen lihasvoima. Heidän tutkimuksensa mukaan tukijalalla on tärkeä tehtävä kompastumista seuraavassa tasapainoilussa, jotta

kaatumiselta välttyttäisiin. Heidän tutkimuksensa perusteella voimaharjoittelu voi parantaa kykyä säilyttää tasapaino kompastumisen jälkeen, koska tukijalan ojennusvoima ja alaraajojen reaktionopeus paranee.

#### **4.4 Monimuotoisen intervention vaikutukset tasapainoon ja kaatumisiin**

Tässä yhteydessä monimuotoinen interventio käsitetään tutkimukseksi, joka sisältää harjoittelun lisäksi jonkin muun intervention osa-alueen. Shumway-Cook ym. (1997) tutkivat prospektiivisesti monimuotoisen harjoitteluohjelman vaikutusta aikaisemmin kaatuneiden iäkkäiden tasapainoon, liikkumiseen ja kaatumisriskiin. Monimuotoisella harjoittelulla tarkoitetaan sitä, että harjoittelua tapahtuu sekä ohjatusti että itsenäisesti kotona. Harjoitteluohjelmissa oli myös huomioitu tutkittavan yksilöllisyys siten, että esimerkiksi alkumittauksissa heikosti lihasvoimamittauksissa menestyneet saivat enemmän vahvistavia harjoitusohjeita. Tutkimuksessa tutkittavia ei arvottu harjoitteluryhmiin eikä kontrolliryhmään, joten tuloksiin pitää suhtautua varauksella. Tutkimuksessa ei myöskään huomioida kaatumisfrekvenssiä vaan tutkittiin ainoastaan kaatumisen riskiä. Tutkimustulosten perusteella harjoittelu parantaa tasapainoa ja liikkumista, kun tasapainotestien tuloksia verrataan harjoittelemattomiin. Tutkimuksessa oli kaksi harjoitteluryhmää, joista toinen harjoitteli enemmän kuin toinen. Enemmän harjoittelevat osallistuivat kahdesti viikossa fysioterapeutin ohjauksessa tapahtuneeseen harjoitteluun sekä harjoittelivat 5-7 kertaa viikossa yksilöllisen kotiohjelman mukaan. Toisen harjoitteluryhmän jäsenet osallistuivat fysioterapeutin ohjaamaan harjoitteluun 75 % vähemmän ja harjoittelivat vähemmän kuin neljä kertaa viikossa itsenäisesti. Näiden kahden harjoitteluryhmän tasapainotestien tulokset eivät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Kaatumisriski väheni tulosten mukaan eniten niillä tutkittavilla, jotka osallistuivat enemmän harjoittelevien ryhmään.

Uudemmassa tutkimuksessaan Shumway-Cook ym. (2007) totesivat, että harjoittelun ja preventiivisen koulutuksen yhteisvaikutuksella voidaan parantaa tasapainoa, liikkumiskykyä ja alaraajojen voimaa. Tulosten perusteella kaatumiset eivät kuitenkaan vähentyneet tilastollisesti merkitsevästi harjoittelun ja preventiivisen

koulutuksen myötä. Tutkimukseen osallistui 453 iältään yli 65 -vuotiasta, jotka arvottiin joko harjoittelu-, koulutusryhmään tai kontrolliryhmään. Harjoitteluryhmässä harjoiteltiin kolmesti viikossa 12 kuukauden ajan sekä ohjelmaan sisältyi kuusi tuntia preventiivistä koulutusta. Kontrolliryhmä ei harjoitellut, mutta heille jaettiin luettavaksi materiaalia kaatumisen ehkäisystä.

Australialaisessa kontrolloidussa satunnaistetussa tutkimuksessa, jossa kotona asuvien yli 70 -vuotiaiden tutkittavien määrä oli 1090, todettiin että harjoittelulla voidaan parantaa tasapainoa ja vähentää kaatumisia. Koehenkilöt oli jaettu yhteensä seitsemään ryhmään: 1. harjoitteluryhmä, 2. kodinmuutostyöt, 3. näönparannus, 4. harjoittelu sekä kodinmuutostyöt, 5. harjoittelu sekä näönparannus, 6. sekä kaikki kolme interventiota yhdessä ja kontrolliryhmä. Harjoitteluryhmäläiset harjoittelivat fysioterapeutin ohjauksessa kerran viikossa tunnin 15 viikon ajan. Lisäksi suositeltiin kotona tehtäviä päivittäisiä harjoituksia. Ohjatussa harjoittelussa harjoiteltiin liikkuvuutta, alaraajojen voimaa sekä tasapainoa. Kodinmuutostyöryhmäläisten kotoa poistettiin vaaranaiheuttajia ja tehtiin tarvittaessa pieniä kodinmuutostöitä. Näön osalta tarkastettiin näkö ja ohjattiin tarvittaessa optikolle saamaan lisäohjeita ja korjauksia. Eniten kaatumiset vähenivät niillä, joille tehtiin kaikki kolme interventiota. Yksittäisiä ryhmiä tarkasteltaessa eniten kaatumiset vähenivät kuitenkin harjoitteluryhmäläisillä. Yksin näönkorjaus tai kodinmuutostyöt eivät tämän tutkimukseen mukaan vähennä merkittävästi kaatumisia. Tutkimuksen perusteella yli 70 -vuotiaille hyväkuntoisille kotona asuville henkilöille voidaan suositella kerran viikossa tapahtuvaa ohjattua harjoittelua, jossa keskitytään tasapainoharjoituksiin (Day ym. 2002).

Edellisiä tutkimustuloksia tukee myös Chang ym. (2004) tekemä systemaattinen kirjallisuuskatsaus sekä meta-analyysi kaatumisten ehkäisystä. Heidän mukaan kaikista tehokkain interventiomuoto on kaatumisriskin monimuotoinen arviointi ja hallinta. Useimmiten riskitekijöistä puututaan lääkkeisiin, näön ongelmiin, ympäristön vaaratekijöihin sekä ortostaattiseen verenpaineeseen. Tulosten perusteella myös harjoitteluohjelmat ehkäisevät tehokkaasti kaatumistapaturmia. Kuitenkaan mitään tietyn tyyppistä harjoitteluohjelmaa ei voida nimetä parhaaksi tai huonoimmaksi.

#### **4.5 Ketteryysharjoittelu**

Ikääntyneiden harjoitteluun perinteisten tasapainoharjoitusten lisäksi voidaan lisätä ketteryysharjoittelua. Graig (2004) toteaa, että ketteryys- ja nopeusharjoittelu on kuulunut pitkään etenkin urheilijoiden harjoitteluun. Tieteellistä näyttöä kuinka eri harjoittelumuodot vaikuttavat näihin ominaisuuksiin on kuitenkin vähän. Etenkin ikääntyneiden ketteryysharjoittelusta on olemassa vähän tutkimustietoa.

Ketteryysharjoittelussa on tärkeää, että se sisältää suunnanmuutoksia. Valittaessa liikkeensuunnan keskushermosto aktivoi tarvittavat lihakset sekä päättää myös missä järjestyksessä lihakset aktivoituvat. Liikkeen hienosäädössä lihassäikeiden aktivoitumisella sekä frekvenssillä on merkitystä. Näitä taitoja pystytään parantamaan harjoittelemalla. Harjoittelun myötä tapahtuu myös oppimista sekä hermoston adaptoitumista. Ketteryysharjoittelun tulisi olla toisaalta ennalta arvaamatonta, jolloin hermoston adaptoituminen on vähäisempää (Craig 2004).

DiBrezza ym. (2005) totesivat tutkimuksensa perusteella, että harjoittelulla voidaan vaikuttaa ikääntyneiden kotona asuvien henkilöiden dynaamiseen tasapainoon ja ketteryyteen. Tutkittavat (n=16) osallistuivat kymmenen viikkoa kestäneeseen harjoitteluun, jossa harjoiteltiin ohjatusti kolmesti viikossa yhden tunnin ajan. Harjoittelu sisälsi venyttelyä sekä tasapaino- ja voimaharjoittelua. Samansuuntaisia tuloksia saivat myös Marigold ym. (2005) tutkimuksessaan, jossa osallistujat olivat ikääntyneitä kroonista halvausta sairastavia. Heidän tutkimustulosten perusteella ketteryysharjoittelulla voidaan myös ehkäistä kaatumisia ikääntyneillä halvauspotilailla.

#### **4.6 Harjoitteluun sitoutuminen**

Monissa preventiotutkimuksissa on kerrottu kuinka hyvin tutkittavat sitoutuivat interventioon. Harjoittelujaksot ovat monesti pitkiä, jopa vuoden mittaisia jolloin erinäisistä syistä harjoittelu voi keskeytyä tai siihen voi tulla taukoja (Sjösten ym. 2007). Tutkimusten mukaan harjoitteluun on sekä motivoivia että sitä estäviä

tekijöitä. Itsemääräämisoikeus ja sen säilyttäminen on yksi tärkeimmistä motivoivista tekijöistä. Tämän lisäksi halu saada aikaan muutoksia motivoi harjoittelemaan. Esteitä harjoittelulle on todettu olevan ajanpuute, harjoittelupaikan tai kuljetuksen puuttuminen, sosiaalisen tuen vähyys sekä taloudelliset rajoitteet (Forkan ym. 2006).

Sjösten ym. (2007) halusivat selvittää tutkimuksessaan osallistujien sitoutumista ryhmä- ja kotiharjoitteluun, psykososiaaliseen ryhmään ja luentoisiin. Tutkittavat olivat yli 65 -vuotiaita kotona asuvia, jotka olivat kaatuneet ainakin kerran viimeisen vuoden aikana. Tutkittavista 86 % oli naisia. Tutkimuksen kesto oli vuosi ja tutkittavat arvottiin ryhmiin. Osallistumista seurattiin keräämällä osallistujien nimet ennen jokaista harjoittelu- tai kokoontumiskertaa. Kotiharjoittelun aktiivisuutta seurattiin kuukausittain harjoituspäiväkirjan avulla. Tulosten perusteella korkein osallistumisaktiivisuus oli ohjatuttuun fyysisen harjoittelun ryhmään (58 %), seuraavaksi luentoisiin (33 %) ja vähiten osallistuttiin psykososiaaliseen ryhmään (25 %). Prosenttiluvut tarkoittavat kuinka moneen tarjottuun harjoitus tai luento kertaan keskimäärin osallistuttiin. Kotiharjoittelua toteutettiin keskimäärin 3 kertaa viikossa. Matala ikä, pieni itsearvioitu kaatumisriski kotona ja hyvä fyysinen toimintakyky olivat yhteydessä sitoutumisessa fyysiseen harjoitteluun. Matala ikä, hyvä fyysinen ja kognitiivinen toimintakyky olivat yhteydessä psykososiaaliseen ryhmään ja luentoisiin osallistumiseen. Naissukupuoli puolestaan oli yhteydessä aktiiviseen luentoisiin osallistumiseen. Kotiharjoittelun aktiivisuuteen oli yhteydessä ainoastaan alle neljän reseptilääkkeen käyttö.

Forkan ym. (2006) tutkivat myös harjoitteluun osallistumista. Tässä tutkimuksessa oltiin kiinnostuneita kotiharjoittelun osallistumisaktiivisuudesta sekä haettiin syitä harjoittelelemattomuuteen. Tutkittavat olivat yli 65 -vuotiaita, joilla oli tasapainovaikeuksia. Kotiharjoittelua ei ollut tehnyt 36,6 % kyselyyn vastanneista viimeisen neljän viikon aikana. Tärkeimmäksi kotiharjoittelelemattomuuden syiksi osoittautuivat terveydentilan muutokset. Muita harjoittelelemattomuuden syitä olivat muun muassa toisen tyyppinen harjoittelu eli henkilöt harjoittelivat muuten kuin kotiharjoitteluohjelmaa noudattaen. Osa kärsi myös motivaation puutteesta. Osalle ohjelma oli liian pitkä, epämiellyttävä tai vaikea. Mainittiin myös ettei omistettu sopivia välineitä harjoitteluun tai henkilö ei osannut tehdä harjoitteita.

## **5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS**

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää telinevoimisteluliikkeisiin perustuvan liikuntarataharjoittelun vaikutuksia ikääntyvien naisten tasapaino- ja ketteryyssominaisuuksiin. Tutkimuksen liikuntarataharjoitteluryhmä on Jyväskylän kaupungin olemassa oleva ikääntyneiden liikuntaryhmä, joka on järjestetty yhteistyössä Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän kaupungin liikuntatoimen kanssa.

## **6 TUTKIMUSMENETELMÄT**

### **6.1 Tutkimusaineisto**

Seuraamaani Ikämoto -liikuntarataharjoitteluryhmään osallistui syksyn 2008 aikana 12 yli 64 -vuotiasta. Ryhmän ikäjakauma oli 64-81 vuotta. Osallistujista 11 oli naisia ja yksi mies. Tästä joukosta muodostui lopulta kahdeksan naisen tutkimusjoukko. Osallistujat olivat saaneet tiedon Ikämoto -liikuntaryhmästä lähinnä tuttaviltaan, jotka olivat osallistuneet vastaavanlaiseen ryhmään aikaisemmin. Seuraamassani ryhmässä yhtä henkilöä lukuun ottamatta harjoittelijat osallistuivat ensimmäistä kertaa Ikämoto -liikuntaryhmään.

Ikämoto -liikuntarataharjoitteluryhmä osallistui fyysisen suorituskyvyn alku- ja loppumittauksiin. Alkumittaukset suoritettiin 18.9. tai 19.9.2008 ja loppumittaukset 8.12. tai 15.12.2008. Mittaukset suoritettiin hyvinvointiteknologian keskus Vivecan liikuntasalissa Jyväskylässä.

Kontrolliryhmänä Ikämoto -liikuntaryhmälle oli Korpilahden Sarvenperän kylän ikääntyvien Virtapiiri ryhmäläiset. Kontrolliryhmälle toteutettiin samat alku- ja loppumittaukset kuin interventioryhmälle. Virtapiiri on ikääntyneiden kerho, joka kokoontuu joka toinen viikko. Ryhmä ei ole liikuntaryhmä vaan ohjelma vaihtelee kulttuurista kevyeen voimisteluun. Alun perin kontrolliryhmäläisiä oli 29 henkilöä, joista 13 miestä ja 16 naista. Tähän tutkimukseen otettiin kuitenkin

kontrolliryhmäläisistä kahdeksan naisen tulokset vertailtaviksi. Tämä siksi, että kahdeksan naista kuudestatoista oli suorittanut kahdeksikkojuoksutestin sekä alku- että loppumittauksissa luistamattomat jalkineet jalassa. Taulukossa 1. ovat kontrolliryhmäläisten tärkeimmät tunnusluvut. Kontrolliryhmäläisten alkumittaukset on suoritettu 23.10.2007 tai 26.10.2007 ja loppumittaukset 4.1., 22.1. tai 25.1.2008. Kontrolliryhmän mittaukset ovat tehty noin yhtä vuotta aikaisemmin kuin varsinaisen harjoitteluryhmän mittaukset.

## **6.2 Harjoittelu tutkimuksen aikana**

Harjoittelu tapahtui kerran viikossa hyvinvointiteknologian keskus Vivecan liikuntasalissa klo 9.00-11.30 välisenä aikana 25.9.2008-4.12.2008.

Jokainen harjoittelukerta kesti vähintään 60 min. Yhteisessä noin 10 min alkuverryttelyssä lämmiteltiin monipuolisesti koko kehon suurimmat lihasryhmät ja käytiin läpi suurimpien nivelten nivelliikkuvuudet. Varsinainen liikuntarataharjoittelun kesto oli vähintään 40 min. Liikuntaradalla jokainen harjoitteli omaan tahtiin ja oman taitotasonsa mukaan kiertäen harjoittelupisteestä toiseen. Harjoittelu aloitettiin helposta ja harjoitusten vaativuutta lisättiin taitojen kehittyessä. Harjoittelu oli monipuolista ja koko kehoa kuormittavaa. Harjoittelun päätteeksi oli yhteinen noin 10 min loppuverryttely. Loppuverryttely sisälsi lihaskuntoliikkeitä keskivartalon lihaksille sekä harjoittelusta palauttavia liikkeitä ja venytyksiä.

Ryhmänohjaajina oli kaksi henkilöä, joista toinen toimi varsinaisena ohjaajana ja toinen oli avustava ohjaaja. Varsinaisella ohjaajalla oli vastuu tunnin sisällöstä sekä alku- ja loppuverryttelystä. Apuohjaaja vastasi harjoittelupaikkojen järjestelystä ja auttoi ryhmäläisiä tarvittaessa harjoitteissa.

Seuraavien kuvien avulla on esitelty Ikämoto -liikuntaradan perusliikkeet. Näiden liikkeiden lisäksi harjoittelu sisälsi erilaisia sovelluksia perusliikkeistä. Harjoittelua pyrittiin myös monipuolistamaan yksilöllisesti kunkin harjoittelijan taitotason mukaan joko helpottamalla tai vaikeuttamalla liikkeitä. Lisäksi harjoittelun turvallisuutta

lisättiin ohjaamalla tarvittaessa suoritusta manuaalisesti, kuten kuvassa 9 harjoiteltaessa kuperkeikkaa. Kuvissa 1-13 havainnollistetaan Ikämoto -liikuntaradan harjoittelun sisältöä ja harjoitusvälineitä.

Kuvissa 1 ja 2 harjoittelu ilmapomppuradalla. Ilmapomppurataa hyödynnettiin harjoittelussa monipuolisesti. Ilmapomppuradalla tehtiin hyppyjä eri suuntiin, loikkia, kävely- ja juoksuharjoitteita. Ilmapomppurataa hyödynnettiin alustana myös loppuvenyttelyssä ja lihaskuntoharjoitteissa. Aluksi ilmapomppuradalla hyppyjä harjoiteltiin niin, että ohjaaja auttoi hyppimistä käsistä kiinni pitäen. Taitojen kehittyessä ryhmäläiset suoriutuivat hypyistä omatoimisesti. Ketteryysharjoittelua ilmapomppuradalla toteutettiin tekemällä hypyjen aikana nopeita suunnanvaihtoja keskellä näkyvän keltaisen viivan yli. Uudet liikkeet näytettiin ohjaajien toimesta, jonka jälkeen osallistujat tekivät liikkeet omaan tahtiin.



**Kuva 1.**



**Kuva 2.**

Kuvassa 3 etualalla näkyvät nojapuut, joilla harjoiteltiin yläraajojen sekä keskivartalon lihasvoimaa kannatteleamalla kehoa yläraajojen varassa sekä nostamalla alaraajoja ilmaan. Kehon kannattelua tehtiin yhdellä kertaa niin kauan kuin kukin jaksoi kannatella kehon painoaan. Tämä toistettiin noin neljä kertaa. Lihasvoiman ja



taidon kehittyessä harjoiteltiin oikonojaa. Lisäksi nojapuilla tehtiin erilaisia heilahduksia eteen sekä taakse kuvassa näkyvien korokkeiden välissä.

Taustalla kuvassa 3 on trampetti, jossa harjoiteltiin erilaisia hyppyjä käsillä kevyesti aisasta kiinni pitäen. Käsituki helpotti hyppimistä ja lisäsi turvallisuutta. Hyppimistä tehtiin aluksi suoraan ylöspäin. Taitojen kehittyessä hyppyykorkeutta kehoitettiin lisäämään ja hyppyyihin yhdistettiin haara- tai saksashyppyjä. Yhdellä kertaa trampetilla hypittiin 30-60 s, joka toistettiin 1-3 kertaa.



**Kuva 3.**

Tasapainoa ja hyppäämistä korokkeelta harjoiteltiin kävelemällä kapeaa penkkiä pitkin, kuten kuvassa 4. Hypynalastulossa eteenpäin suuntautuva liike pyrittiin pysäyttämään alas tullessa, joka vaatii onnistuakseen alaraajojen hyvää lihasvoimaa. Aluksi hyppääminen korokkeelta tehtiin avustettuna ohjaajan käsistä kiinni pitäen. Taitojen kehittyessä penkillä kävelyn jälkeen tehtiin kaksi hyppyä, joista jälkimmäisellä pysähdyttiin paikalleen alastulokohtaan. Liikesarja toistettiin yleensä 2-5 kertaa.



**Kuva 4.**

Tukkiyörinnässä harjoiteltiin koko kehonhallintaa (kuvat 5 ja 6). Liike vaati hyvää keskivartalon lihasvoimaa, jotta pyörivä liike oli mahdollisimman suoralinjaista ja alkuvauhdilla pystyi jatkamaan liikettä mahdollisimman pitkälle. Tukkiyörintä toistettiin jokaisella harjoituskerralla 2-4 kertaa. Tukkiyörinnan jälkeen ohjattiin harjoittelijaa istumaan lattialla hetken aikaa ennen seisomaannousemista mahdollisen huimauksen välttämiseksi.

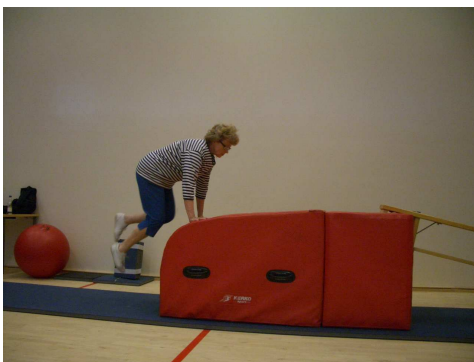


**Kuva 5.**



**Kuva 6.**

Hyppytelineelle (kuva 7) hypättiin käsiin tukeutuen joko kävely tai juoksu aloituksella. Aluksi hyppytelineen edessä oli 10 cm korkea koroke helpottamassa hyppytelineelle hyppäämistä. Hypyn jälkeen noustiin seisomaan ja käveltiin kaltevaa penkkiä alas (kuva 8). Kävellessä kapeaa penkkiä pitkin alas harjoittelun alkuvaiheessa, ja tarvittaessa koko harjoittelujakson ajan, ohjaaja auttoi harjoittelijaa tasapainonhallinnassa tarjoamalla harjoittelijalle käsituen. Liikesarja toistettiin 2-5 kertaa.



**Kuva 7.**



**Kuva 8.**

Kuperkeikan harjoittelussa hyppytelineen kaarevaa muotoa hyödynnettiin ja alustuloon lisättiin pehmeä patja vähentämään niskan kuormitusta (kuva 9). Ohjaaja

auttoi kuperkeikan harjoittelussa ohjaamalla kuperkeikan tekijän niskan oikeaan asentoon viemällä harjoittelijan leuan kohti rintaa. Avustuksella pyrittiin vähentämään niskaan kohdistuvaa kuormitusta. Tämä liike toistettiin 2-3 kertaa. Liikettä suositeltiin vain niille, joilla ei ollut niska-hartiaseudun ongelmia. Tämän vuoksi kaikki ryhmäläiset eivät tätä liikettä tehneet.



**Kuva 9.**

Käsilläseisannon harjoittelu aloitettiin korokkeen avulla, kuten kuvassa 10 nähdään. Kuvassa 11 harjoittelu on edennyt pitemmälle ja käsilläseisonta tehtiin avustajan turvin seinää vasten. Käsillä seisonta-asennossa pyrittiin olemaan noin 15 sekuntia kerrallaan riippuen harjoittelijan taidosta sekä voimatasosta ja liike toistettiin 2-3 kertaa. Harjoittelija sai itse valita tekeekö liikkeen seinää vasten, vai harjoitteleeko yläraajoihin tukeutumista korokkeen avulla.

**Kuva 10****Kuva 11.**

Tangosta kiinni pitäen yläraajat koukussa roikkuen harjoitettiin aluksi staattista lihasvoimaa. Eksentristä lihastyötä, kuten kuvassa 12, harjoitettiin laskeutumalla yläraajoilla tangosta kiinni pitäen ja tarvittaessa alaraajalla puolapuista keventäen lattialle. Roikkumiseen yhdistettiin myös erilaisia heilahduksia sekä alaraajojen nostoja. Liike toistettiin eri sovelluksin 2-5 kertaa harjoittelukerralla.





**Kuva 12.**

Vatsalaudalla liikkumisessa harjoitettiin erityisesti vartalonojentajalihaksia ja yläselänlihaksia, kuten kuvassa 13. Käsien pitoa lisättiin käyttämällä näppylähanskoja. Vatsalaudalla liikuttiin salin keskiosaan jääneessä vapaassa tilassa eri suuntiin 1-2 min kerrallaan 1-3 kertaa harjoittelukerran aikana.



**Kuva 13.**

## **7 MITTAUSMENETELMÄT**

### **7.1 Antropometriset mittaukset**

Alku- ja loppumittauksissa selvitettiin tutkittavien antropometrisiä ominaisuuksia. Paino mitattiin samalla vaa'alla 0,1 kg:n tarkkuudella intervention alussa sekä lopussa. Pituus mitattiin samoin intervention alussa ja lopussa 0,5 cm:n tarkkuudella. Tulososiossa on kuitenkin käytetty ensimmäisellä mittauskerralla mitattua pituutta. Näiden tietojen perusteella laskettiin myös tutkittavan painoindeksi. Tutkittavien pituuden, painon ja painoindeksin keskiarvot ovat taulukossa 1.

### **7.2 Fyysisen suorituskyvyn mittaukset**

#### **7.2.1 Tasapainomittaukset**

Tasapainomittaukset suoritettiin GOOD BALANCE -tasapainon mittaus- ja harjoitusjärjestelmällä. Järjestelmässä on tasasivuisen kolmion muotoinen voimalevy (sivun pituus 800 mm ja korkeus 70 mm), sitä ympäröivä kehikko ja tukikaiteet, voimavahvistin ja analogia/digitaalimuunnin (Good Balance Käyttäjän opas 2003, Era ym. 2006). Järjestelmä kytkettiin tietokoneeseen, jossa oli Microsoft Windows käyttöjärjestelmä.

Ikämoto -harjoitteluryhmälle ja kontrolliryhmälle suoritettut tasapainomittaukset voimalevyllä olivat:

1. Staattinen mittaus kahdella jalalla silmät auki seisten.
2. Staattinen mittaus kahdella jalalla silmät kiinni seisten.
3. Staattinen mittaus semi-tandem asennossa seisten silmät auki.
4. Dynaaminen mittaus.

Tässä tutkimuksessa on käytetty tasapainomittauksien tuloksena GOOD BALANCE -järjestelmän antamaa suorituksen tasoa kuvaavaa pistemäärää, jonka minimi on 0 ja maksimi on 100 pistettä. Suuri arvo kuvaa hyvää suoritusta.

Staattisissa tasapainomittauksissa voimalevyllä tutkittava seisojaksi kahdella jalalla normaalissa asennossa (jalkaterät noin 10 cm etäisyydellä toisistaan) tai modifioidussa semi-tandemseisonnassa (jalkaterät peräkkäin ja toisistaan erillään noin 10 cm). Painon tuli jakautua mahdollisimman tasaisesti molemmille alaraajoille sekä jalkaterän etuosalle ja kantapäälle. Yläraajat ohjattiin pitämään rentona joko vartalon edessä tai vartalon sivulla. Silmät auki tehdyissä mittauksissa katseelle oli merkitty kiintopiste päänliikkeiden vähentämiseksi. Testattavalle annettiin ohjeeksi pysyä voimalevyn päällä paikoillaan keskiasennossa. Staattisen tasapainomittaukset kestivät kukin 30 sekuntia.

Staattisissa tasapainomittauksissa jalat rinnakkain seisten silmät auki ja silmät kiinni seisten sekä semitandem seisonnassa silmät auki tulos koostuu huojunnasta sivusuunnassa, eteen - taakse suuntaisesta huojunnasta sekä huojunnan vauhtimomentista. Jokaisella näistä elementeistä on yhden kolmanneksen painoarvo, jolloin maksimi pistemääräksi muodostuu 100. Tulokset huomioidaan normaaliarvojen jakauman mukaan ja ne ovat suhteutettu viitearvoihin, jossa huomioidaan ikä ja sukupuoli (Good Balance Käyttäjän opas 2008, Era Pertti henkilökohtainen tiedonanto 27.4.2009).

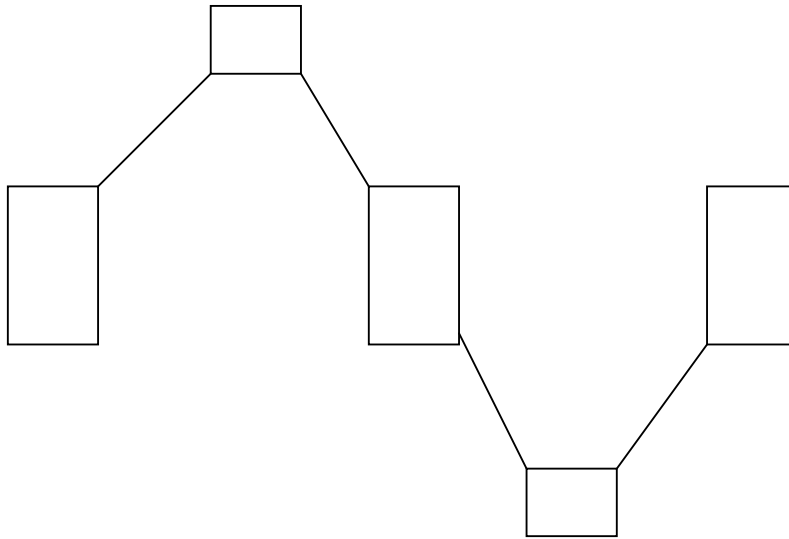
Dynaamisessa tasapainomittauksessa tutkittava seisojaksi voimalevyllä normaalissa seisoma-asennossa jalkaterät noin 10 cm toisistaan erillään. Ylävartalon ja yläraajojen asennosta käytettiin samaa suositusta kuin staattisissa tasapainomittauksissa. Dynaamisessa tasapainomittauksessa testattava muuttaa kehonsa painopistettä koskettaakseen tietokoneen näytöllä näkyviä pisteitä tietyssä järjestyksessä. Dynaamiset mittaukset kestivät sen aikaa, kun tutkittavalta viipyi reitin läpikäymiseen. Ohjeistuksena reitin suorittamiseksi oli tehdä painonsiirtoa jaloilla ja välttää keski- sekä ylävartalon ylimääräistä liikettä. Lisäksi reitti ohjeistettiin suorittamaan mahdollisimman nopeasti siirtymällä mahdollisimman suoraviivaisesti X-merkitystä laatikosta toiseen. Tässä tutkimuksessa käytetyssä mittauksessa käytettiin GOOD BALANCE -järjestelmän ennalta määriteltä reittiä, jonka muoto



näkyä kuvassa 14. Dynaaminen mittaus toistettiin neljä kertaa ja tulokseksi jäi voimaan paras eli eniten pisteitä tuonut suoritus . Reitin skaalauksessa käytettiin arvoa 70.

Dynaamisessa mittauksessa suorituksen tasoa kuvaavan arvon laskennassa otetaan huomioon reitin suorittamiseen kulunut aika sekä kursorin kulkema matka. Näitä muuttujia verrataan optimaaliseen reitin suoritusajaan ja reitin pituuteen, jolloin tulokseksi muodostuu pistemäärä 0-100. Dynaamisessa tasapainomittauksessa voimalevyllä järjestelmässä ennakoita määrättyllä reitillä sekä kursorin liikkuma matka ja reitin läpikäymiseen kulunut aika saavat yhtä suuren painoarvon, jolloin kokonaispistemääräksi muodostuu maksimissaan 100. (Good Balance Käyttäjän opas 2008, Era Pertti henkilökohtainen tiedonanto 27.4.2009).

Tuloksissa 0-100 pistemäärää käytettäessä sekä staattisissa että dynaamisessa tasapainomittauksessa käytetään epälineaarista laskentalogiikkaa. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kokonaispistemäärä on sensitiivinen sekä huonoimmille että parhaimmille tuloksille (Good Balance Käyttäjän opas 2008, Era Pertti henkilökohtainen tiedonanto 27.4.2009).



**Kuva 14.** GOOD BALANCE -järjestelmän valmiiksi määritelty dynaamisen mittauksen reitti nimeltä KUUSIKKO (Mukaiillen Good Balance Käyttäjän opas 2003).

### 7.2.2 Ketteryyden arviointi kahdeksikkojuoksulla

Kahdeksikkojuoksussa testattavan tarkoituksena oli kiertää kaksi keilaa, jotka olivat 10 metrin etäisyydellä toisistaan, kahdeksikon muotoista reittiä kaksi kierrosta. Lähtö tapahtui toisen keilan takana merkityltä viivalta varpaat viivan takana. Tehtävän anto oli kaikille sama: "Kierrä keilat mahdollisimman nopeasti juosten tai kävellen kaksi kierrosta kahdeksikon muotoista reittiä. Aika päättyy, kun ylität lähtöviivan toisen kerran." Lähtökomentona käytettiin kaikille samaa "valmiina nyt!" -komentoa, kuuluvalla äänellä. Aika mitattiin digitaalisella sekuntikellolla ja tulos kirjattiin sadasosasekunnin tarkkuudella. Kukin testattava suoritti kahdeksikkojuoksutestin vain kerran alku- sekä loppumittauksissa. Jalkineina olivat liukastamattomat sisäliikuntakengät tai sisätossut.

## 8 TILASTOLLISET ANALYSOINTIMENETELMÄT

Tutkimusaineiston analyysissä käytettiin SPSS 14.0 tilastomenetelmäohjelmaa. Muuttujien normaalijakauma testattiin Shapiro-Wilk testillä. Sekä alku- että loppumittausvaiheissa muuttujista laskettiin keskiarvot, keskihajonnat ja vaihteluvälit. Tutkittavien ryhmien välisiä eroja alkumittauksissa testattiin riippumattomien ryhmien t-testillä. Intervention vaikutusta analysoitiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä (ANOVA). Koe- ja kontrolliryhmien tuloksista laskettiin myös muutosprosentit alkutilanteeseen verrattuna ja niitä testattiin riippumattomien ryhmien t-testillä. Analysointivaiheessa käytettiin myös ei parametrista Mann-Whitneyn U-testiä aineiston pienuuden, jakaumien ja ryhmien lähtötason eroavaisuuksien vuoksi. Tulokset eivät kuitenkaan poikenneet t-testin tuloksista ja tulosten raportoinnissa on sen vuoksi käytetty vain parametrisia testejä. Tilastollisesti merkitsevän tuloksen rajana käytettiin viittä prosenttia ( $p < 0,05$ ).

## 9 TUTKIMUSTULOKSET

### 9.1 Tutkimukseen osallistuneet henkilöt

Ikämoto -harjoitteluryhmään osallistuneet kahdeksan naista olivat 64-81 -vuotiaita ja heidän keski-ikänsä oli 70,5 vuotta. Tutkittavat olivat kaikki omatoimisia yksin tai puolison kanssa asuvia. He olivat päivittäisissä toimissa itsenäisiä sekä liikkuivat ilman apuvälinettä. Alkuperäisistä osallistujista neljä joutui keskeyttämään harjoittelun syksyn aikana. Syitä keskeyttämisille oli terveydelliset syyt ja pitkä ulkomaanmatka. Harjoittelun keskeyttäneet eivät ole mukana tässä tutkimuksessa.

Lähtötasolla koeryhmä ja kontrolliryhmä eivät poikenneet tilastollisesti merkittävästi toisistaan iän, pituuden ja painon suhteen. Ryhmät poikkesivat painoindeksin (BMI) suhteen tilastollisesti merkitsevästi toisistaan, taulukko 1.

**Taulukko 1.** Tutkittavien kuvailu alkumittauksiin osallistumisvaiheessa.

	Koeryhmä		Kontrolliryhmä		p-arvo*
	(n=8)		(n=8)		
	ka (SD)	Vaihteluväli	ka (SD)	Vaihteluväli	
Ikä, vuosina	70,5 (6,3)	64-81	70,4 (6,4)	63-82	0,969
Pituus, cm	159 (5,5)	149-167	160 (4,2)	154-165	0,764
Paino, kg	66,4 (9,6)	47,2-74,9	75,8 (9,5)	66,4-90,3	0,071
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	26,1 (3,1)	20,9-31,1	29,6 (2,8)	26,2-34,1	0,036

\* Ryhmien välinen ero riippumattomien ryhmien t-testillä testattuna

## 9.2 Ikämoto -liikuntarataharjoittelun harjoittelun toteutuminen ja vaikutukset

Ikämoto -liikuntaradalla harjoituskertoja oli yhteensä 11. Harjoitteluun osallistuminen oli aktiivista. Tutkittavista jokainen osallistui vähintään yhdeksään harjoitukseen ja peräkkäisiä poissaoloja oli enintään kaksi kertaa peräkkäin. Keskimäärin tutkittavat osallistuivat 10 harjoituskerralle.

Lähtötilanteessa ryhmät poikkesivat toisistaan staattisilta tasapaino-ominaisuuksiltaan seisten silmät auki -testin ( $p=0,019$ ), ja seisten silmät kiinni -testin ( $p=0,005$ ) sekä semitandem -asennossa seisten -testin ( $p=0,030$ ) perusteella tilastollisesti merkitsevästi. Muissa alkumittauksissa ryhmien välillä ei ollut eroja toisiinsa verrattuna.

Taulukossa 2 on esitetty kaikkien alku- ja loppumittausten tulokset koe- ja kontrolliryhmissä. Koeryhmä paransi harjoittelun aikana kahdeksikkojuoksutestin tulostaan verrattuna kontrolliryhmään (yhdysvaikutus  $p=0,051$ ), Ryhmien välinen ero suorituskyvyn muutoksissa oli keskimäärin 11 % ( $p=0,012$ , kuva 19).

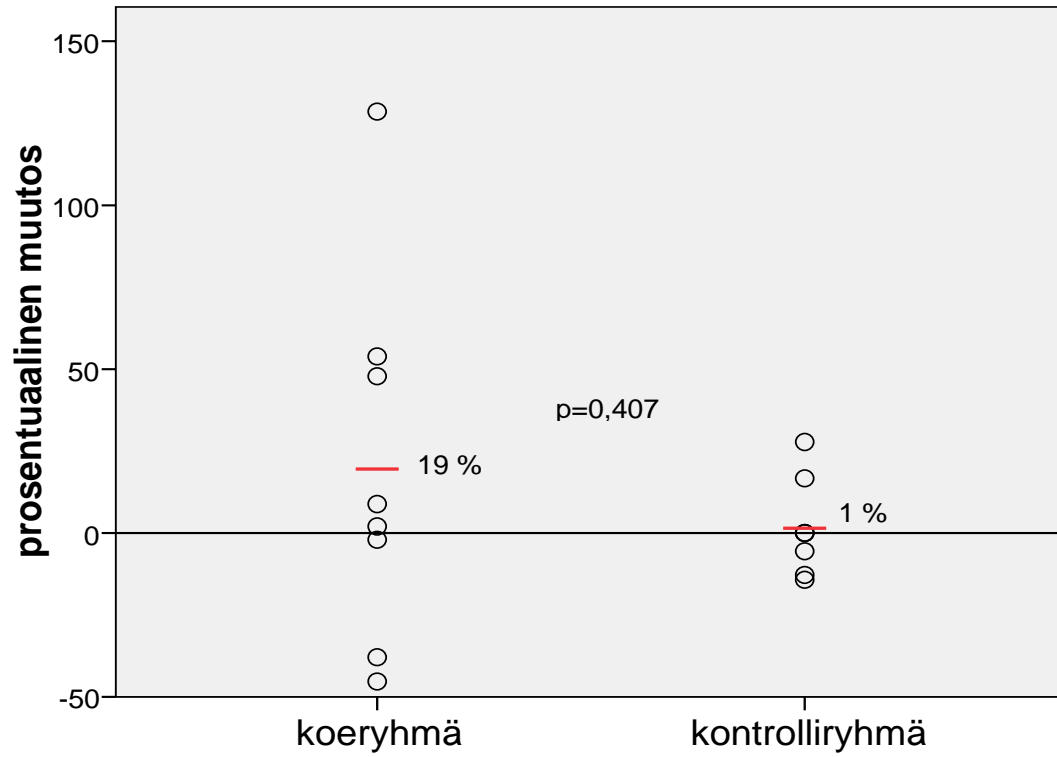
Dynaamisessa tasapainomittauksessa ja staattisissa tasapainomittauksissa ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia koe- ja kontrolliryhmien välillä voimalevyntaustien perusteella. Dynaamisessa tasapainomittauksessa ja staattisissa

tasapainomittauksissa tapahtuneet prosentuaaliset muutokset on kuvattu kuvissa 15-18.

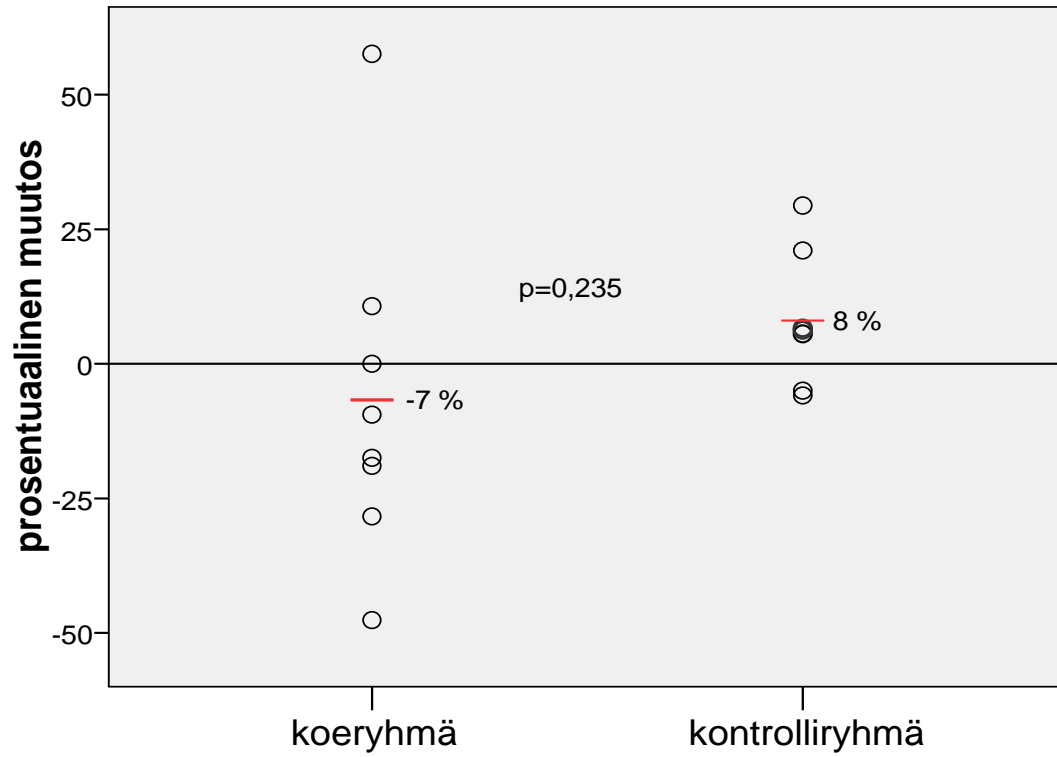
**Taulukko 2**

Ikämoto -liikuntarataharjoittelun vaikutus ikääntyvien naisten tasapainoon ja ketteryyteen.

	Koeryhmä (n=8)		Kontrolliryhmä (n=8)		ANOVA (p)		
	Alkumittaus ka (SD)	Loppumittaus ka (SD)	Alkumittaus ka (SD)	Loppumittaus ka (SD)	Ryhmä	Aika	Yhdysvaikutus
Paino (kg)	66,4 (9,6)	66,4 (9,0)	75,8 (9,5)	76,4 (9,7)	0,060	0,449	0,449
BMI	26,1 (3,1)	26,1 (2,8)	29,6 (2,8)	29,8 (3,0)	0,029	0,408	0,459
Staattinen tasapaino seisten silmit auki (0-100)	39,25 (14,89)	40,38 (7,84)	22,00 (10,16)	21,75 (8,03)	0,001	0,891	0,829
Staattinen tasapaino seisten silmit kiinni (0-100)	45,00 (18,22)	39,50 (14,36)	19,75 (8,28)	21,00 (7,37)	0,003	0,373	0,166
Staattinen tasapaino semitandem seisonmassa (0-100)	63,75 (12,62)	57,00 (17,49)	43,63 (19,86)	43,25 (18,27)	0,057	0,228	0,278
Dynaaminen tasapaino (0-100)	64,25 (9,63)	66,25 (4,20)	52,75 (13,67)	62,25 (6,30)	0,036	0,089	0,253
Kahdeksikkojuoksu aika (s)	22,03 (2,85)	19,62 (3,30)	25,41 (6,24)	25,17 (4,85)	0,062	0,021	0,051

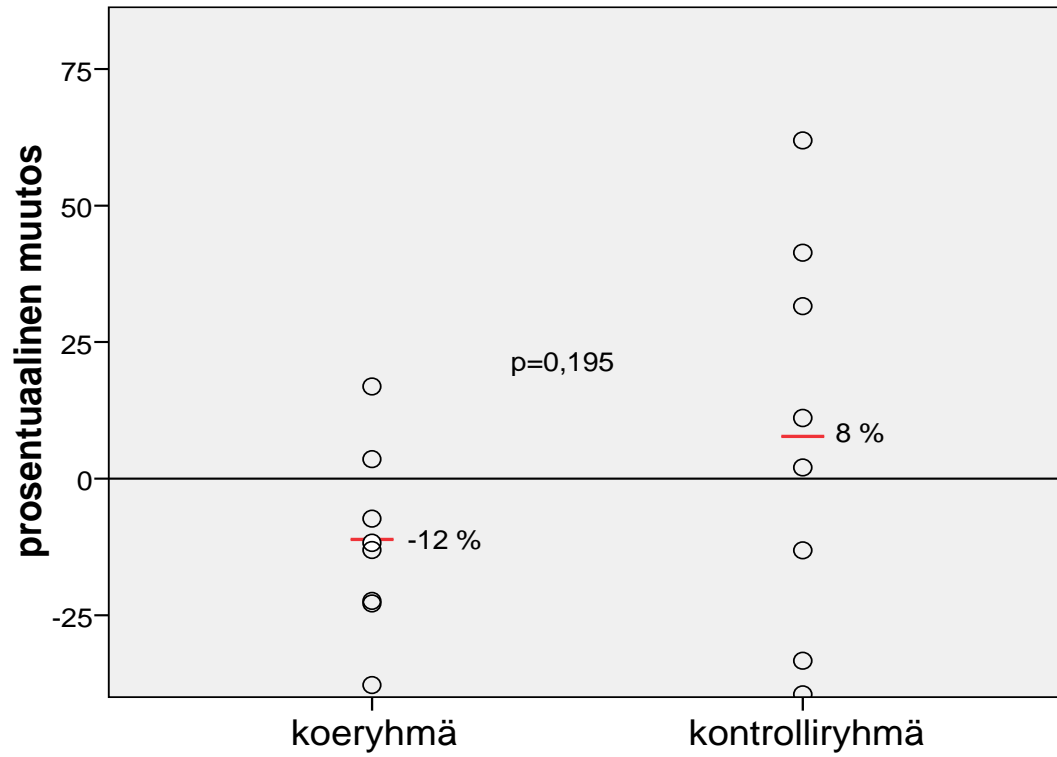


**Kuva 15.** Staattinen tasapainomittaus kahdella jalalla silmät auki seisten. Yksilölliset prosentuaaliset muutokset koe- ja kontrolliryhmässä. Ryhmän keskiarvo merkitty poikkiviivalla. P-arvo toisistaan riippumattomien ryhmien t-testillä testattuna.

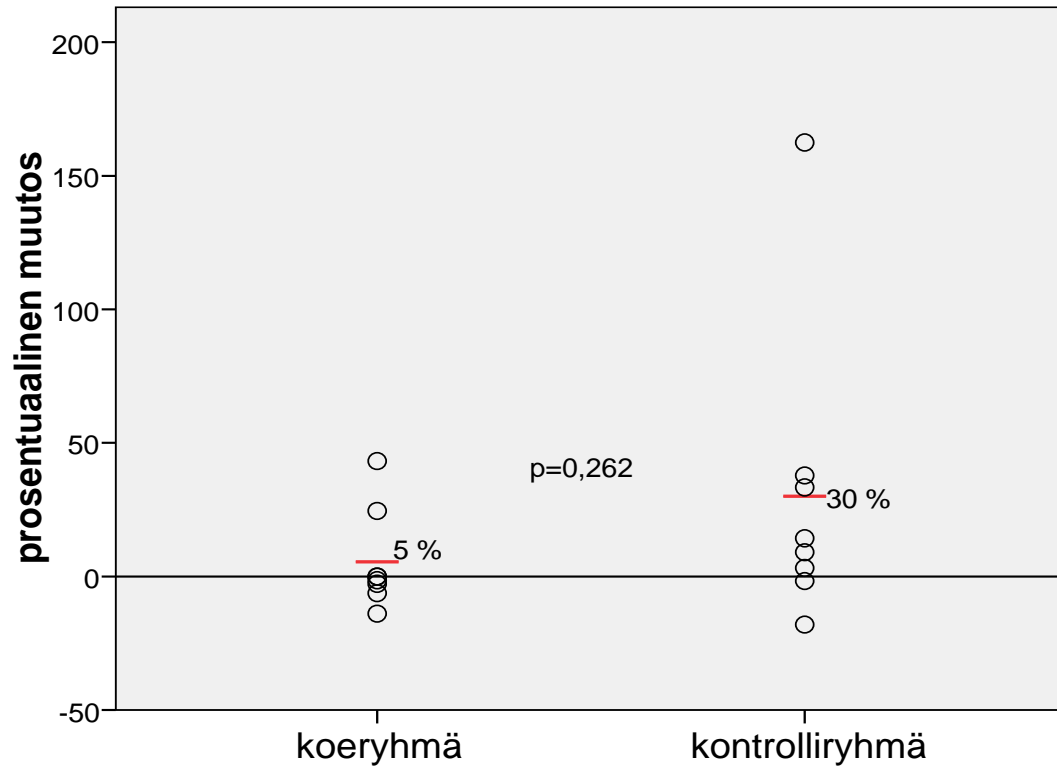


**Kuva 16.** Staattinen tasapainomittaus kahdella jalalla silmät kiinni seisten. Yksilölliset prosentuaaliset muutokset koe- ja kontrolliryhmässä. Ryhmän keskiarvo merkitty poikkiviivalla. P-arvo toisistaan riippumattomien ryhmien t-testillä testattuna.

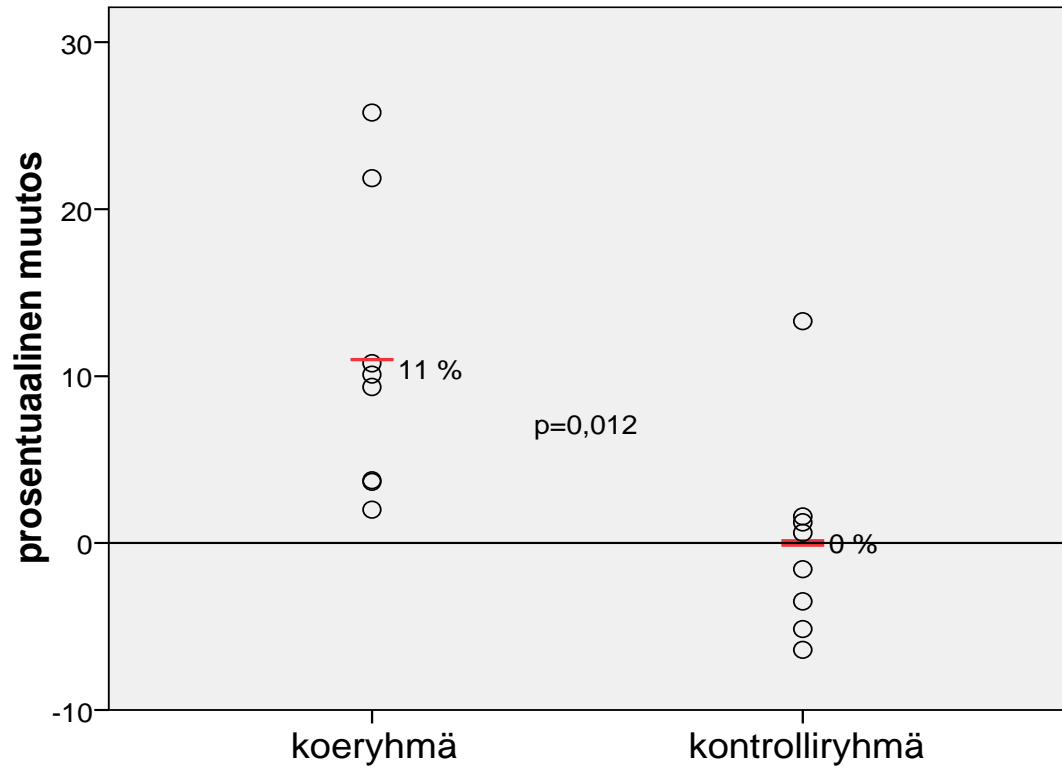




**Kuva 17.** Staattinen tasapainomittaus semitandem asennossa seisten silmät auki. Yksilölliset prosentuaaliset muutokset koe- ja kontrolliryhmässä. Ryhmän keskiarvo merkitty poikkiviivalla. P-arvo toisistaan riippumattomien ryhmien t-testillä testattuna.



**Kuva 18.** Dynaamisen tasapainomittauksen yksilölliset prosentuaaliset muutokset koe- ja kontrolliryhmässä. Ryhmän keskiarvo merkitty poikkiviivalla. P-arvo toisistaan riippumattomien ryhmien t-testillä testattuna.



**Kuva 19.** Kahdeksikkojuoksun yksilölliset prosentuaaliset muutokset koe- ja kontrolliryhmissä. Ryhmän keskiarvo merkitty punaisella poikkiviivalla. P-arvo toisistaan riippumattomien ryhmien t-testillä testattuna.

## 10 POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kuinka Ikämoto -liikuntaradalla harjoittelu vaikuttaa yli 64 -vuotiaiden naisten tasapaino- ja ketteryyssominaisuuksiin harjoittelun tapahtuessa ohjatusti kerran viikossa 11 viikon ajan. Jyväskylän kaupungin ja Jyväskylän yliopiston yhteistyössä järjestämä ryhmä poikkeaa monella tapaa muista kaupungin tarjoamista senioriliikuntaryhmistä. Ikämoto -liikuntaradalla harjoiteltiin telinevoimisteluliikkeitä soveltaen ja tämä vaati hyvää itsenäistä toimintakykyä osallistujilta. Tämän tyyppistä harjoittelua ei ole aikaisemmin ollut tarjolla hyväkuntoisille iäkkäille. Väestön ikääntyessä myös hyväkuntoisten iäkkäiden määrä lisääntyy, joten Ikämoto -liikuntarataharjoittelu liikuntamuotona on perusteltua olla yhtenä kaupungin liikuntaryhmänä.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että Ikämoto -liikuntarataharjoittelu voi parantaa yli 64 -vuotiaiden naisten ketteryyssominaisuuksia. Kahdeksikko juoksutestillä mitattuna harjoitteluryhmäläiset paransivat harjoittelujakson aikana tulostaan keskimäärin 11 %. Kontrolliryhmässä kahdeksikkojuoksun tuloksissa ei tapahtunut merkitsevää muutosta mittauksien välillä.

Tutkimuksessa seurattiin jo olemassa olevaa Jyväskylän kaupungin tarjoamaa ikääntyneiden liikuntaryhmää. Tutkimus luo perusteluja ikääntyneiden liikunnan järjestämisen puolesta. Ikämoto -liikuntaryhmä voi ylläpitää ja parantaa ikääntyneiden toimintakykyä. Ketteryyden ja kehonhallinnan parantuminen voi johtaa esimerkiksi kompastumisista johtuvien kaatumisten vähenemiseen.

Tutkimuksen tulokset antavat myös samankaltaisia viitteitä ikääntyneiden ketteryyssominaisuuksien parantumisesta kuin DiBrezza ym. (2005) tutkimuksen tulokset. He totesivat tutkimuksensa perusteella, että harjoittelulla voidaan vaikuttaa ikääntyneiden kotona asuvien henkilöiden dynaamiseen tasapainoon ja ketteryyteen.

Voimalevymittauksien perusteella koeryhmän staattinen tasapainonhallinta ei parantunut harjoittelun myötä. Tämä voi johtua siitä, että harjoitteluryhmä suoriutui staattisista mittauksista hyvin pistemäärin jo lähtötasolla. Tällöin

voimalevymitauksissa ei tapahtunut parannusta harjoittelun myötä. Myös dynaamisessa mittauksessa käytetty skaalaus ei ehkä ollut tarpeeksi herkkä erottelemaan muutosta. Toisaalta koeryhmän osalta staattisten tasapainomittausten tulokset jopa heikkenivät silmät kiinni ja semitandem mittauksissa. Ikämoto - liikuntarataharjoittelussa harjoittelu tapahtui pääasiassa siten, että harjoittelu vaatii dynaamista tasapainonhallintaa. Voimalevyllä tehty dynaaminen tasapainomittaus tapahtui ainoastaan pienillä painonsiirroilla. Tämän tyyppistä harjoittelua Ikämoto - liikuntarataharjoittelussa oli varsin vähän, joka voi osaltaan selittää ettei tässä mittauksessa tapahtunut merkitsevää parannusta harjoittelun myötä. Tulokset voivat myös osoittaa sen, että koeryhmä oli liian pieni, jolloin yhden suorituksen osuus korostuu tuloksissa.

Mittauksissa testattavien välillä saattoi olla mittauksessa riippuen suurta hajontaa. Näitä hajontaa aiheuttavia testattavia olisi myös voinut jäljittää ja katsoa oliko kyseessä aina sama henkilö. Aineiston pienuuden vuoksi tässä tutkimuksessa näitä poikkeavia tuloksia ei poistettu. Poistamalla poikkeavat havainnot mittauksien osalta tuloksiin olisi saattanut tulla muutoksia.

Tutkimuksen ollessa luonteeltaan kvasikokeellinen on sen heikkoutena koeasetelma. Tutkimuksen koeasetelmaa ei ole suunniteltu tieteellistä tutkimusta varten, vaan tutkimuksen koeryhmänä oli olemassa oleva kaupungin liikuntaryhmä.

Tutkittavien määrä jäi pieneksi molemmissa sekä koe- että kontrolliryhmissä. Luotettavuuden ja tulosten yleistettävyyden vuoksi vaadittaisiin suurempi tutkimusjoukko, joka satunnaistettaisiin eri ryhmiin ja sokkoutettaisiin tutkijoiden suhteen. Ryhmien satunnaistamisen myötä koe- ja kontrolliryhmistä saataisiin todennäköisesti lähtötaso-ominaisuuksiltaan toisia paremmin vastaaviksi. Tällaisen tutkimusasetelman saavuttaminen ei ollut mahdollista tämän tutkimuksen osalta jo siitä syystä, että interventoryhmäläiset olivat hakeutuneet nimenomaan harjoitteluryhmään. Lisäksi tutkittavien ikävaihtelu oli suuri. Ikävaihtelu oli 64 ja 81 - vuoden välillä, jolloin vaihteluväli on 17 vuotta. Tämä on suuri vaihteluväli ja voikin vaikuttaa tuloksiin. Tiedetään, että iän myötä kehon huojunta lisääntyy (Era ym. 2006). Tämän vuoksi mitattavat voivat olla jo lähtötasoltaan varsin erilaisia. Vastaavassa tutkimuksessa voitaisiin tutkittavien ikä rajata jatkossa tarkemmin.

Ikämoto -liikuntadan harjoitteet vaativat tietyn taitotason, jotta liikkeitä pystyy suorittamaan. Erityisesti vaativuutta lisää tauko liikunnasta, kuten juoksemisesta ja hyppäämisestä. Ikääntyneillä juoksemisesta tai hyppäämisestä voi olla aikaa jopa vuosia. Jopa hieman yllättäen monille ryhmäläisistä vaikeimmaksi harjoitteeksi muodostui hyppy penkiltä alas (katso kuva 4). Suoritus vaatii hyvää alaraajojen voimaa. Varsinkin polvenojentajalihaksilta vaaditaan voimaa jarruttaa liikettä hypyn alastulossa. Kuten LaStayo ym. (2003) totesivat tutkimuksessaan, lihasten hyvä eksentrinen voima voi parantaa ikääntyneiden tasapainoa.

Sheppard ja Young (2006) korostavat review -artikkelissaan kriteereitä, jolloin voidaan puhua ketteryysharjoittelusta. Heidän nimeämiään kriteereitä on muun muassa koko kehon nopeat kiihdytykset, jarrutukset ja suunnanmuutokset. Liikkeiden tulisi olla ajallisesti sekä avaruudellisesti ennalta arvaamattomia sekä suoritusten tulisi sisältää avoimia taitoja. Lisäksi harjoittelun tulisi sisältää myös kognitiivisia elementtejä, kuten reagointia ärsykkeeseen. Ikämoto -liikuntarataharjoittelu täyttää mielestäni hyvin nämä ketteryysharjoittelun kriteerit.

Ikämoto -liikuntaryhmän harjoittelu oli sisällöllisesti melko vapaamuotoista. Harjoitteisiin annettiin ohjeellisia toistomääriä, jotka kuitenkin vaihtelivat harjoittelijan ja harjoituskerran mukaan. Jokaisella harjoituskerralla pyrittiin myös lisäämään harjoitteluun uusia liikkeitä, jotta harjoittelu pysyisi mielenkiintoisena ja harjoittelu muuttuisi vähitellen haastavammaksi. Tämä aiheutti sen, että tutkimustulosten perusteella ei pystytä sanomaan, mitkä harjoitteet olivat erityisesti tasapainoa tai ketteryyttä parantavia. Harjoitteluun osallistuneet olivat taitotasoltaan erilaisia, joten ohjaajat käyttivät paljon yksilöllistä ohjaamista ja helpottivat tai vaikeuttivat harjoitteita tarvittaessa. Taitotasosta riippumatta harjoittelussa pyrittiin nousujohteisuuteen, jotta harjoittelu oli kehittävä.

Tutkimuksen Ikämoto -liikuntaryhmä harjoitteli kerran viikossa noin tunnin ajan, jonka lisäksi harjoitteluun kuuluivat alku- ja loppuverryttelyt. Harjoittelu ajoittui aamupäivään, joka on mielestäni ikääntyneiden harjoittelulle hyvä ajankohta sen vuoksi, että vireystila on tuolloin useimmilla parhaimmillaan.

Tutkimuksen yhtenä vahvuutena voidaan pitää osallistumisen aktiivisuutta. Harjoitteluryhmäläiset sitoutuivat harjoitteluun ja poissaolot olivat harvinaisia. Toimin itse harjoitteluryhmässä toisena ohjaajana harjoittelujakson ajan. Koko harjoittelujakson ajan ryhmässä oli positiivinen ja innostunut ilmapiiri. Ryhmän osallistujat kannustivat ja antoivat onnistumisista kannustavaa palautetta toisilleen. Aikaisemmassa tutkimuksessa Forkan ym. (2006) totesivat, että nimenomaan hyvä motivaatio harjoitteluun lisää osallistumisaktiivisuutta interventioon.

Ikämoto -liikuntarataharjoittelussa tehtiin taitoa vaativia hyppy-, tasapaino-, ketteryy- ja lihaskuntoharjoitteita, jotka vaativat myös turvallisen ympäristön. Harjoittelun turvallisuuden lisäämiseksi alkulämmittelyn osuus korostuu, jotta keho saatetaan harjoitteluun sopivaan tilaan. Turvallisuuteen kuuluu myös oikeanlaiset ja kunnossa olevat harjoitteluvälineet. Lisäksi turvallisuutta pyrittiin lisäämään patjoilla ja muilla pehmusteilla, jos harjoittelija sattuisi kaatumaan. Harjoitteet pyrittiin ohjaamaan huolellisesti ja uudet harjoitteet ajoitettiin harjoittelukerran alkuun, jolloin vireystila on parhaimmillaan. Tarvittaessa ryhmäläisiä avustettiin vaikeimmissa suorituksissa ohjaajien toimesta. Jokaisen uuden harjoitteen kohdalla korostettiin, ettei liikettä tarvitse tehdä, jos sen koki vaikeaksi. Näistä turvallisuustekijöistä huolimatta yksi ryhmäläisistä loukkasi polvensa harjoittelujakson aikana. Turvallisuus tekijöitä ei voi korostaa liiaksi tämän tyyppisen harjoittelun ollessa kyseessä. Turvallisuuden lisäämiseksi mielestäni Ikämoto -liikuntaryhmässä tulisi olla paikalla mieluummin kaksi ohjaajaa, joilla on kokemusta ikääntyneiden liikunnanohjaamisesta. Ohjaajalla tulisi olla myös tietämystä kehon ikääntymismuutoksista, jotka vaikuttavat harjoittelun toteuttamiseen. Ohjaajien tai ainakin toisen ohjaajan tulisi myös olla sama koko harjoittelujakson ajan, jotta hän ehtii tutustua ryhmäläisiin ja oppii tietämään kunkin harjoittelijan taitotason.

Koe- ja kontrollisryhmät poikkesivat toisistaan alkumittausten perusteella painon ja fyysisen suorituskyvyn osalta. Painoindeksin normaalipainon määritelmä on 18,5 - 24,9, lievän ylipainon 25 - 29,9 ja merkittävän lihavuuden 30 - 34,9 (Suomen Sydänliitto ry 2007). Tämän perusteella molempien ryhmien keskiarvo asettuu lievän ylipainon määritelmään, mutta kontrolliryhmäläisten keskimääräinen paino on hyvin lähellä merkittävää lihavuutta.

Interventiossa suoritettujen fyysisen suorituskyvyn mittausten perusteella kontrolliryhmä oli kaikissa mittauksissa lähtötasoltaan heikompi ryhmä. Tämä osoittaa osaltaan sitä, että Ikämoto -liikuntaryhmään osallistuu valikoitunut joukko ikääntyneitä. Tutkimuksen kannalta olisi ollut mielenkiintoista selvittää kuinka ryhmät poikkeavat toisistaan vapaa-ajan liikuntaharrastuksen määrän suhteen sekä millainen liikunta- tai urheiluharrastusta on ikääntyneillä, jotka osallistuvat liikuntarataharjoitteluun.

Alku- ja loppumittaukset pyrittiin suorittamaan mahdollisimman samalla tavalla kummallakin mittauskerralla sekä koe- että kontrolliryhmässä. Tutkimuksessa on huomioitava, että kontrolliryhmän mittaukset ovat tehty noin vuotta aikaisemmin kuin harjoitteluryhmän vastaavat mittaukset. Tämän ei pitäisi vaikuttaa tuloksien luotettavuuteen, koska esimerkiksi vuodenaika on vastaava.

Kaikkia mittauksia kaikille koeryhmäläisille ei pystytty järjestämään samana päivänä tutkittavien määrän ja aikataulujen vuoksi. Tästä johtuen myös mittauksia suorittanut henkilö saattoi olla eri mittauksia tehtäessä. Tämä heikentää osaltaan tulosten luotettavuutta, koska mittaajien välillä saattoi olla eroja. Tulosten luotettavuuden kannalta olisi myös tärkeää, että mittauksiin osallistuttaessa tutkittavilla olisi esimerkiksi samanlaiset jalkineet kahdeksikkojuoksua tehtäessä alku- sekä loppumittauksissa. Jalkineiden pidolla, kuten myös alustalla, on suuri merkitys kahdeksikkojuoksussa. Koeryhmäläisten alku- sekä loppumittaukset tehtiin samassa paikassa, mutta kontrolliryhmäläisten mittaukset tehtiin eri paikassa.

Kahdeksikkojuoksutestiä on käytetty myös aikaisemmissa tutkimuksissa ja sen on todettu olevan luotettava ketteryysominaisuuksien suhteen (Vartiainen ym. 2006). Testin etuna on sen helppo toistettavuus eikä testin toteuttamiseen tarvita monimutkaisia mittausjärjestelmiä. Kahdeksikkojuoksutestin toistettavuuteen voi vaikuttaa ajanottaminen sekuntikellolla, jolloin mittavirhettä tapahtuu pakosti. Ajanottamisessa käytettiin käsiajanottoa ja tulos kirjattiin sadasosasekunnin tarkkuudella, vaikka yleisesti käsiajanotossa pyöristäminen tapahtuu lähimpään kymmenykseen. Ajanottamisen tarkkuuden parantamiseksi ajanotto voitaisiin mielestäni toteuttaa valokennojen avulla, jolloin aika katkeaisi koehenkilön ylitettyä



maaliviivan. Kaksi kierrosta kierrettäessä voitaisiin tällöin kirjata myös ensimmäisen kierroksen väliaika.

Kahdeksikkojuoksutesti osoittautui monelle Ikämoto -ryhmäläiselle melko helpoksi. Jatkotutkimuksia ajatellen ketteryysominaisuuksia voitaisiin testata useammalla ketteryystestillä. Ketteryystestissä tulisi olla enemmän nopeita suunnanmuutoksia, jolloin juoksunopeus ei korostuisi. Sheppard ja Young (2006) myös suosittelevat, että ketteryystestin valinnassa tulisi korostaa niitä ominaisuuksia, joita harjoittelussa pyritään kehittämään.

Voimalevymittauksissa mittausohjeita noudattamalla tarkasti voidaan kontrolloida mittausta sekoittavia tekijöitä. Näitä ohjeita myös noudatettiin mahdollisimman tarkasti kaikissa tutkimukseen liittyvissä mittauksissa. Dynaamisessa tasapainomittauksessa voimalevyllä käytettiin skaalana arvoa 70, joka ei ollut ehkä tarpeeksi herkkä asennon muutoksille varsinkaan lähtötasoltaan paremmassa koeryhmässä. Suurempi skaala voimalevymittauksissa toisi lisää haastetta testiin ja toisi herkemmin esiin eroja tutkittavien välillä.

Voimalevymittauksissa tulokset esitettiin muodossa 0-100. Eli mitä suurempi numeerinen arvo oli sitä parempi tulos. Staattisissa tasapainomittauksissa tulos ei kuitenkaan erottele esimerkiksi huojunnan suuntaa, jolloin tuloksien perusteella ei voida tehdä johtopäätöksiä, missä staattisen tasapainon osa-alueella koehenkilöllä on eniten parantamisen varaa. Lisää informaatiota olisi saatu helposti tulostamalla jokaisen mittauksen yhteydessä tulososio, jossa on eriteltynä koko voimalevymittauksen suoritus.

Ikämoto -liikuntarataharjoittelu on suosittu ikääntyneiden liikuntaryhmä. Harjoittelu on lisäksi perinteisestä poikkeavaa, joten Ikämoto -liikuntarataharjoittelun vaikuttavuudesta tarvittaisiin lisää tutkimustietoa. Tässä tutkimuksessa harjoittelu- ja kontrolliryhmä koostui ainoastaan naisista, joten olisi mielenkiintoista tietää vaikuttaako harjoittelu samalla tavalla molempiin sukupuoliin. Jatkotutkimuksia toteutettaessa tutkittavat henkilöt voitaisiin lisäksi jakaa eri harjoitteluryhmiin taitotason mukaan. Ryhmiin jakaminen voitaisiin toteuttaa lähtötasotestien perusteella, joissa arvioitaisiin koehenkilön sen hetkistä taitotasoa. Tutkimuksen

voitaisiin valita tällöin lähtötasoltaan toisiaan vastaava joukko, joka satunnaistettaisiin eri ryhmiin. Tällöin saataisiin tietoa myös harjoittelun vaikuttavuudesta lähtötasoltaan poikkeavien ryhmien välillä. Harjoitteluryhmistä osa voisi harjoitella myös useamman kerran viikossa, jolloin voitaisiin tutkia harjoittelumäärän vaikutusta tuloksiin.

## LÄHTEET

- Aldwin C. M, Diane F. G. Health, illness and optimal aging. Biological and psychosocial perspectives. Lontoo: Sage publications, 2004.
- American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. Guideline for the prevention of falls in older persons. JAGS 2001;49:664-672.
- Barnett A, Smith B, Lord S.R, Williams M, Baumand A. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. Age Ageing 2003;32:407-414.
- Bauer C, Gröger I, Rupprecht R, Gaßmann K. G. Intrasession reliability of force platform parameters in community-dwelling older adults. Arch Phys Med Rehabil 2008;89:1977-1982.
- Bonnel S, Saddek M-S, Sahel J-A. The aging of the retina. Exp gerontol 2003;38:825-831.
- Bryant E.C, Trew M.E, Bruce A.M, Kuisma R.M.E, Smith A.W. Gender differences in balance performance at the time of retirement. Clin Biomech 2005;20:330-335.
- Carter ND, Kannus P, Khan KM. Exercise in the prevention of falls in older people - A systematic literature review examining the rationale and the evidence. Sports Med 2001;31:427-438.
- Chang J, Morton S, Rubenstein L, Mojica W, Maglione M, Suttorp M, Roth E, Shekelle P. Interventions for the prevention of falls in older adults: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. BMJ 2004;328:680-687.
- Choy N, Brauer S, Nitz J. Changes in postural stability in women aged 20 to 80 years. Journal of Gerontology: Medical Science 2003;58:525-530.
- Craig B. W. What is the scientific basis of speed and agility. National Strength and Conditioning Association 2004;26:13-14.
- Day L, Fildes B, Gordon I, Fitzharris M, Flamer H, Lord S. Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. BMJ 2002;325:128-134.
- DiBrezza R, Shadden B. B, Raybon B. H, Powers M. Exercise intervention designed to improve strength and dynamic balance among community-dwelling older adults. J Aging Phys Activ 2005;13:198-209.
- Era P. Havaintomotoriikka ja kehon asennon hallinta. Teoksessa Era P (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Liikunnan ja kansanterveystyön julkaisuja 108. Jyväskylä: Likes, 1997:49 -62.

- Era P, Sainio P, Koskinen S, Haavisto P, Vaara M, Aromaa A. Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology* 2006;52:204-213.
- Era P. Metitur Oy, toimitusjohtaja. Henkilökohtainen tiedonanto 27.4.2009.
- Faulkner J.A, Larkin L.M, Claflin D.R, Brooks S. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin Exp Pharmacol P* 2007;34:1091-1096.
- Forkan R, Pumper B, Smyth N, Wirkkala H, Ciol M, Shumway-Cook A. Exercise adherence following physical therapy intervention in older adults with impaired balance. *Phys Ther* 2006;86:401-410.
- Good Balance käyttäjän opas versio 2.59. 2002. Metitur Oy, Jyväskylä.
- Good Balance käyttäjän opas päivitetty versio. 2008. Metitur Oy, Jyväskylä.
- Jäntti P, Pyykkö I. Vanhusten kaatuminen ja tasapainoon vaikuttavat tekijät. *Suomen Lääkärilehti* 1996;51:415-421.
- Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, Uusi-Rasi K, Kannus P. Factors predicting dynamic balance and quality of life in home-dwelling elderly women. *Gerontology* 2005;51:116-121.
- Kuikka P, Pulliainen V, Hänninen R. *Kliininen neuropsykologia*. Porvoo: WSOY, 2001.
- LaStayo P, Ewy G, Pierotti D, Johns R, Lindstedt S. The positive effects of negative work: Increased muscle strength and decreased fall risk in a frail elderly population. *Journal of Gerontology: Medical Science* 2003;58:419-424.
- Liu-Ambrose T, Khan K, Eng J, Janssen P, Lord S, McKay H. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: A 6-month randomized controlled trial. *JAGS* 2004;52:657-665.
- Lord S.R, Castell S, Corcoran J, Dahew J, Matters B, Shan A, Williams P. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized controlled trial. *JAGS* 2003;51:1685-1692.
- Maki B.R, Cheng K. C.-C, Mansfield A, Scovil C.Y, Perry S.D, Peters A.L, McKay S, Lee T, Marquis A, Corbeil P, Fernie G.R, Liu B, McIlroy W.E. Preventing falls in older adults: new interventions to promote more effective change-in-support balance reactions. *J Electromyogr Kines* 2008;18:243-254.
- Marigold D. S, Eng J. J, Dawson A. S, Inglis J. T, Harris J. E, Gylfadóttir S. Exercise leads to faster postural reflexes, improved balance and mobility, and fewer falls in older persons with chronic stroke. *JAGS* 2005;53:416-423.

Moreland J, Richardson J, Goldsmith C, Clase C. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2004;52:1121-1129.

Orr R, Vos N, Singh N, Ross D, Stavrinou T, Fiatarone-Singh M. Power training improves balance in healthy older adults. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 2006;61a:78-85.

Owsley C, Jackson G. R, White M, Feist R, Edwards D. Delays in rod-mediated dark adaptation in early age-related maculopathy. *Ophthalmology* 2000;108:1196-1202.

Pajala S. Postural balance and susceptibility to falls in older women. Genetic and environmental influences in single and dual task situations. University of Jyväskylä. *Studies in sport, physical education and health* 2006.

Pajala S, Era P, Koskenvuo M, Kaprio J, Viljanen A, Rantanen T. Genetic factors and susceptibility to falls in older women. *JAGS* 2006;54:613-618.

Pajala S, Era P, Koskenvuo M, Kaprio J, Tolvanen A, Heikkinen E, Tiainen K, Rantanen T. Contribution on genetic and environmental effects to postural balance in older female twins. *J Appl Physiol* 2004;96:308-315.

Pijnapples M, Reeves ND, Constantinos NM, Jaap H. van Dieën. Tripping without falling; lower limb strength, a limitation for balance recovery and a target for training in the elderly. *J Electromyogr Kines* 2008;18:188-196.

Portegijs E, Sipilä S, Alen M, Kaprio J, Koskenvuo M, Tiainen K, Rantanen T. Leg extension power asymmetry and mobility limitation in healthy older women. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1838-1842.

Pozzo T, Berthoz A, Lefort L. Head stabilization during various locomotor tasks in humans, I. normal subjects. *Exp Brain Res* 1990;82:97-106.

Rinne M.B, Pasanen M.E, Vartiainen M.V, Lehto T.M, Sarajuuri J.M., Alaranta H.T. Motor performance in physically well-recovered men with traumatic brain injury. *J Rehabil Med* 2006;38:224-229.

Risberg M.A, Ekeland A. Assessment of functional test after anterior cruciate ligament surgery. *JOSPT* 1994;19:212-217.

Robertson M, Devlin N, Gardner M, Campbell J. Effectiveness and economic evaluation of a nurse delivered home exercise programme to prevent falls. 1: Randomised controlled trial. *BMJ* 2001;322:1-6.

Rubenstein L, Josephson K, Trueblood P, Loy S, Harker J, Pietruszka F, Robbins A. Effect of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men. *Journal of Gerontology* 2000;55:M317-M321.

Samukawa M, Magee D, Katayose M. The effect of tibial rotation on the presence of instability in the anterior cruciate ligament deficient knee. *J Sport Rehabil* 2007;16:2-17.

Schaie K. W, Sherry L. W. Adult development and aging. New York: Harper Collins, 1996.

Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: classifications, training and testing. *J Sport Sci* 2006;24:919-932.

Shimada H, Uchiyama Y, Kakurai S. Specific effects of balance and gait exercises on physical function among the frail elderly. *Clin Rehabil* 2003;17:472-479.

Shumway-Cook A, Silver I, LeMier M, York S, Cummings P, Koepsell T. Effectiveness of a community-based multifactorial intervention on falls and fall risk factors in community-living older adults: a randomized, controlled trial. *Journal of Gerontology: Medical Sciences* 2007;62a:1420-1427.

Shumway-Cook A, Gruber W, Baldwin M, Liao S. The effect of multidimensional exercises on balance, mobility, and fall risk in community-dwelling older adults. *Phys Ther* 1997;77:46-57.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control. Theory and practical applications. Baltimore: Williams & Wilkins, 2001.

Sihvonen S. Postural balance and aging. Cross-sectional comparative studies and a balance training intervention. University of Jyväskylä. Studies in sport, physical education and health 2004

Sihvonen S, Sipilä S, Taskinen S, Era P. Fall incidence in frail older women after individualized visual feedback-based balance training. *Gerontology* 2004;50:411-416.

Sihvonen S, Era P, Helenius M. Postural balance and health-related factors on middle-aged and olden womwn with injurious falls and non-fallers. *Aging Clin Exp Res* 2000;16:139-146.

Sjösten N, Salonoja M, Piirtola M, Vahlberg T, Isoaho R, Hyttinen H, Aarnio P, Kivelä S-L. A multifactorial fall prevention programme in the community-dwelling aged: predictors of adherence. *Eur J Public Health* 2007;17: 464-470.

Steadman J, Donaldson N, Kalra L. A randomized controlled trial of an enhanced balance training program to improve mobility and reduce falls in elderly patients. *JAGS* 2003;51:847-852.

Suomen Sydänliitto ry. Painoindeksi. 2007. [WWW-dokumentti] Päivitetty 4.9.2007 [viitattu 24.3.2009]. [http://www.sydanliitto.fi/testaa/fi\\_FI/painoindeksi/](http://www.sydanliitto.fi/testaa/fi_FI/painoindeksi/)

Suominen H. Kehon rakenteen ja fyysisen suorituskyvyn muutokset vanhetessa ja liikunta. Teoksessa Era P (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Liikunnan ja kansanterveystyön julkaisuja 108. Jyväskylä: Likes, 1997:17-48.

Tinetti M. E. Preventing falls in elderly persons. *N ENGL J MED* 2003;348:42-49.

Vartiainen M.V, Rinne M.B, Lehto T.M, Pasanen M.E, Sarajuuri J.M, Alaranta H.T.  
The test-retest reliability of motor performance measures after traumatic brain injury.  
Advances in Physiotherapy 2006;8:50-59.

Woollacott M. H. Systems contributing to balance disorders in older adults. Journal of Gerontology. Biological Sciences and Medical Sciences 2000;55a:M424-M428.