

**NÄKÖPALAUTTEESEEN PERUSTUVAN HARJOITTELUN VAIKUTUS
IKÄÄNTYNEIDEN NAISTEN TASAPAINOON**

Satunnaistettu, kontrolloitu interventiotutkimus

Markus Mäkelä
Gerontologian ja
kansanterveyden
pro gradu -tutkielma
Jyväskylän yliopisto
Terveystieteiden laitos
Syksy 2005

Näköpalautteeseen perustuvan harjoittelun vaikutus ikääntyneiden naisten tasapainoon.

Satunnaistettu, kontrolloitu interventiotutkimus

Markus Mäkelä

Jyväskylän yliopisto, Liikunta ja terveystieteiden tiedekunta, Terveystieteiden laitos, Kevät 2005

49s, 2 liitettä

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää näköpalautteeseen perustuvan harjoittelun vaikutusta ikääntyneiden naisten tasapainoon. Tutkimusasetelma oli satunnaistettu, kontrolloitu interventiotutkimus, jossa oli kaksi tutkimusryhmää: koeryhmä (n=13) ja kontrolliryhmä (n=10). Koeryhmään kuuluneet naiset harjoittelivat kuukauden ajan kaksi kertaa viikossa tasapainoa voimalevyllä, fysioterapeutin yksilöllisessä ohjauksessa. Kontrolliryhmä osallistui vain alku- ja loppumittaukseen, mutta jatkoi muuten elämäänsä entiseen tapaan. Tasapainoa mitattiin Bergin tasapainotestin ja voimalevytekniikan avulla. Tasapainomittaukset suoritettiin neljän viikon intervention alussa ja lopussa. Staattisissa mittauksissa käytettiin seuraavia muuttujia: henkilön painepisteiden sijainnin muutoksen keskimääräistä nopeutta sekä eteen-taakse- että sivusuunnassa ja vauhtimomenttia. Dynaamisissa mittauksissa käytettiin seuraavia muuttujia: testiradan läpikäymiseen käytetty aika sekunteina sekä testiradan läpikäymiseen käytetty matka millimetreinä. Bergin tasapainotestin avulla mitattiin toiminnallista tasapainoa. Testissä tasapainoa arvioitiin neljän toista erilaisen tehtävän avulla. Tulokset analysoitiin toistettujen mittausten varianssianalyysin avulla.

Osallistuminen ohjelman mukaiseen harjoitteluun toteutui erittäin hyvin. Kaksi koeryhmään kuulunutta henkilöä joutui jäämään pois tutkimuksesta jouduttuaan sairaalahoitoon. Alkumittauksissa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä tasapainon suhteen. Tasapainointervention seurauksena staattisissa mittauksissa sekä Bergin tasapainotestissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa koe - ja kontrolliryhmän välillä. Sen sijaan dynaamisissa testeissä koeryhmäläisten testiradan läpikäymiseen käytetty aika sekä matka vähentyivät jokaisen kolmen testin kohdalla. Koeryhmäläiset paransivat testiradan läpikäymiseen käytettyä aikaa keskimäärin 23 % kun kontrolliryhmäläisten vastaava aika heikkeni keskimäärin 4 %. Testiradan läpikäymiseen käytetty suoritusmatka lyheni koeryhmäläisillä keskimäärin 23 % kun se kontrolliryhmäläisten kohdalla lisääntyi 1 %. Tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus koe – ja kontrolliryhmän välillä saatiin testiradan B läpikäymiseen käytetyssä ajassa (p=0,008) sekä matkassa (p=0,008).

Neljän viikon näköpalautteeseen perustuva harjoittelu vaikutti positiivisesti ikääntyneiden naisten dynaamiseen tasapainoon. Koeryhmään kuuluneet tutkimushenkilöt oppivat siirtämään painopistettään testiradoilla nopeammin ja tarkemmin. Heikentynyt tasapaino on yksi kaatumisen riskitekijöistä, joten ennaltaehkäisevien tasapainointerventioiden kehittäminen luo edellytyksiä laadukkaalle ikääntymiselle ja auttaa sosiaali- ja terveydenhuollon kustannusten hallintaa.

Avainsanat: tasapaino, ikääntyminen, tasapainoharjoittelu

Visual feedback-based balance training and its effects on the postural balance of elderly women

A randomized controlled trial

Markus Mäkelä

University of Jyväskylä,

Faculty of Sport and Health Sciences

Department of Health Sciences, Spring 2005

Master's Thesis, 49 pages, 2 appendices

ABSTRACT

As population is aging it's very important to investigate new methods to improve balance. This way we can prevent falls and save financial and individual costs. The purpose of this study was to investigate the effects of a 4-week visual feedback-based balance training on the postural control of elderly women. Study design was a randomized, controlled trial. There were two groups, an exercise (n=13) and a control group (n=10). The exercise group participated in training sessions two times/week for 4 weeks. Trainings were carried out with a computerized force platform, with physiotherapist supervision. Balance measurements were carried out just before the intervention and immediately after the 4 week intervention. The dimensions of balance function studied were standing body sway (medio lateral and antero posterior velocity and velocity moment) and dynamic weight shifting (performance time and distance). The purpose of Berg balance scale was to measure functional balance. This performance-based test rates balance during 14 different tasks. The results of intervention were analysed by Anova for repeated measures.

All research members were committed in the training program for 100%. Two members from an exercise group dropped out from investigation because of acute hospital care. No significant differences between groups were found in baseline levels of the balance measurements. After balance intervention there were no significant differences between groups in standing balance tests and Berg balance scale. The results of the dynamic balance tests showed improvement in performance time and distance in all three dynamic balance tests. Exercise group improved performance time on average by 23 % compared with a 4 % increase in the control group. The performance distance in these tests decreased on average by 23 % in the exercise group as compared with a 1 % increase seen in the control group. A significant interaction of group by time was found in performance time ($p=0,008$) and distance ($p=0,008$) in test B.

Four week visual feedback-based balance training improved the dynamic balance control in elderly women. The participants of the exercise group showed an improved ability to move their center of pressure more quickly and accurately through the different tracks. Poor balance is one of the risk factors for falls and developing preventing balance interventions will help us to find out how to save costs in social- and health care and create premission for the quality of aging.

Key words: balance, aging, balance training

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	1
2. TASAPAINON IKÄÄNTYMISMUUTOKSET	3
2.1 POIKKILEIKKAUSTUTKIMUKSET IKÄÄNTYNEIDEN ASENNONHALLINNAN KUVAAJANA.....	4
2.2 PITKITTÄISTUTKIMUKSET ASENNONHALLINTAKYVYN IKÄÄNTYMISMUUTOSTEN SELVITTÄJÄNÄ	5
3. ASENNON YLLÄPITOON LIITTYVÄ ELINJÄRJESTELMÄ JA SEN MUUTOKSET IKÄÄNTYESSÄ	7
3.1 AISTITIEDON LÄHTEET JA IKÄMUUTOKSET	8
3.2 ASENNON KORJAUKSET SEKÄ STABILOINNIN TUOTTAVA LIHAKSISTO JA SEN IKÄMUUTOKSET	10
3.3 AISTITIEDOT JA LIHASTEN AKTIVOINNIN YHDISTÄVÄ KESKUSHERMOSTON TOIMINTA ...	12
4. IÄKKÄIDEN IHMISTEN TASAPAINON HARJOITTAMINEN	14
4.1 TASAPAINOHARJOITTELU	14
4.2 LIHASVOIMAHARJOITTELU	15
4.3 MONIPUOLISET LIIKUNTAINTERVENTIOT	16
4.4 NÄKÖPALAUTTEESEEN PERUSTUVA HARJOITTELU TIETOKONEISTETULLA VOIMALEVYLLÄ.....	16
4.5 HARJOITTELUN JATKUVUUS.....	19
5. TUTKIMUKSEN TARKOITUS & TUTKIMUSONGELMA	21
6. TUTKIMUSASETELMA JA -MENETELMÄT	22
6.1 TUTKIMUSJOUKKO JA TUTKIMUKSEN KULKU	22
6.1.1 Tutkimushenkilöiden sisäänottokriteerit	24
6.1.2 Haastattelu	24
6.2 MITTAUSTAPAHTUMAN KUVAUS	24
6.2.1 Antropometriset mittaukset	25
6.2.2 Tasapainomittaus	25
6.3 TASAPAINOINTERVENTIO.....	28
6.4 TILASTOLLISET ANALYSOINTIMENETELMÄT	28
7. TUTKIMUSTULOKSET	30
7.1 TUTKITTAVAT HENKILÖT.....	30
7.2 TASAPAINOINTERVENTION VAIKUTUKSET	31
8. POHDINTA	36
LÄHTEET	42
LIITTEET	50

1. JOHDANTO

Vuonna 2003 Suomen väestöstä oli yli 64-vuotiaita 15,6 %. Syntyvyyden alenemisesta ja keskimääräisen eliniän pitenemisestä johtuen väestö ikääntyy kiihtyvällä vauhdilla. Vuoteen 2030 mennessä arvioidaan yli 65-vuotiaiden määrän kasvavan 1,2 miljoonaan. Keskimäärin joka neljäs suomalainen on tuolloin yli 65-vuotias. Suurin osa ikääntyneistä omaa hyvän toimintakyvyn, mutta osa elää vanhoiksi vakavasti sairaina ja aiheuttaa suuren hoidon ja palvelujen tarpeen. (Ruth 1993, Nieminen ym. 1995, Tilastokeskus 2004.)

Useiden tutkimusten mukaan tavanomaiseen ikääntymiseen liittyy tasapainon heikkeneminen. Tasapainon heikkeneminen altistaa ikääntyneen henkilön kaatumistapaturmille, jotka saattavat pahimmillaan johtaa kuolemaan. National Safety Councilin (2000) toteuttaman tutkimuksen mukaan kuolemaan johtaneissa tapaturmissa kaatumiset olivat kyseessä 28 %. Lisäksi kuolemaan johtavien kaatumisten prosentuaalinen osuus lisääntyy ikääntymisen myötä. Kaatumistapaturmien osuus kuolemaan johtaneissa tapauksissa oli tutkimuksen mukaan 46 % 80-89-vuotiailla ja 65 % 90-99-vuotiailla.

Piirtolan ym. (2002) raportoimien tutkimustulosten mukaan kaatumisvammoista seuranneet hoitokustannukset ovat suuret, sillä kaatumisista noin joka toinen aiheuttaa jonkinasteisen pehmytkudosvamman ja joka kymmenes kaatuminen johtaa luunmurtumaan. Konradin ym. (1999) sekä National Safety Councilin (2000) tutkimustulosten mukaan on tärkeää huomioida myös kaatumisen pelko, joista aiemmin kaatuneet erityisesti kärsivät. Pelko rajoittaa itsenäistä liikkumista ja sosiaalista elämää, johtaen usein eristäytymiseen. Seurauksena on usein yksinäisyyden tunteen lisääntyminen ja toimintakyvyn heikkeneminen.

Tasapainon hallinta ja mukautuminen tehtävän sekä ympäristön vaatimukseen on hyvin vaativaa ja monipuolista. Se vaatii eri aistikanavien kautta saadun sensorisen tiedon integrointia kehon asennon ja liikkeen määrittämiseksi sekä kykyä tuottaa oikeita vasteita. Tasapainoisen ja turvallisen asennon hallinnan edellytyksenä on moitteeton hermojärjestelmän sekä tuki- ja liikuntaelimestön yhteistoiminta. (Woollacott 1993.)

Tasapainon parantamiseen pyrkineiden tutkimusten tulokset ovat osittain ristiriitaisia. Tieteellisesti perustellun tiedon avulla ei kyetä varmasti määrittelemään, millainen harjoittelumuoto ja millaisella annostuksella olisi tehokkainta ikäihmisten kaatumisten ja murtumien ehkäisyssä. (Cumming 2002.) Ikäihmisten tasapainon ja toimintakyvyn ylläpitäminen on tärkeä ja ajankohtainen tutkimuksen kohde. Tutkimustulosten avulla voidaan löytää taloudellisia ja tehokkaita keinoja ikäihmisten toimintakyvyn ylläpitämiseksi sekä kaatumisten ja murtumien ennaltaehkäisemiseksi. (Gardner ym. 2000, Heinonen & Karinkanta 2003.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää näköpalautteeseen perustuvan harjoittelun vaikutusta ikääntyneiden naisten tasapainoon. Harjoittelu toteutettiin tietokoneistetulla voimalevyllä, neljän viikon interventiona fysioterapeutin yksilöllisessä ohjauksessa. Saatujen tutkimustulosten pohjalta arvioitiin harjoittelun vaikuttavuutta sekä intervention muuttamista pysyväksi osaksi ikääntyneiden liikkumis- ja toimintakyvyn ylläpitämistä.

2. TASAPAINON IKÄÄNTYMISMUUTOKSET

Asennonhallintakyky kehittyy lapsuudessa ja alkaa vähitellen heiketä myöhemmällä iällä. Ikään liittyvää tasapainon heikkenemistä tapahtuu useista eri tekijöistä johtuen. Muutoksia tapahtuu eri aistijärjestelmissä, lihaksistossa sekä ääreis- ja keskushermoston toiminnassa. Lisäksi tasapainon ylläpitämiseen tarvittavien korjausliikkeiden tuottaminen vaikeutuu. Näistä tekijöistä johtuen ikääntyneiden tasapaino on heikentynyt verrattuna nuorempiin ikäryhmiin. (Woollacott & Shumway-Cook 1990, 1996, Camicioli ym. 1997.) Nämä luonnolliseen vanhenemiseen liittyvät muutokset ovat hitaasti eteneviä, peruuttamattomia, yksilöllisiä ja johtavat elimistön voimavarojen asteittaiseen vähenemiseen (Heiskanen & Mälkiä 2002).

Vartalomme huojuu seisoma-asennossa lakkaamatta sekä eteen-taakse että sivusuunnassa. Tavoitteena on pitää kehon painopiste mahdollisimman lähellä seisomatukipinnan keskipistettä tasapainon ylläpitämiseksi. (Shumway-Cook & Woollacott 2001.) Asennonhallintakyvyn monimutkaisuudesta johtuen useita tasapainoa mittaavia menetelmiä on pyritty kehittämään. Mittareiden avulla on kyetty tuottamaan tietoa eri ikäryhmiin kuuluvien henkilöiden yksilöllisestä tasapainosta.

Kliinisissä kokeissa tasapainoa on tutkittu havainnoimalla seisoma-asentoa vaikeusasteeltaan erilaisissa alkuasunnoissa. Toiminnallisten testien avulla on pyritty saamaan kuva suoriutumisesta jokapäiväisessä elämässä. Toiminnallisissa testeissä on hyödynnetty erilaisia testistöjä, kuten Berg (Berg ym. 1989), PPT (Reuben & Siu 1990) sekä Tinetti (Tinetti 1986.) Myös erilaisten subjektiivisten kyselyiden avulla on selvitetty muun muassa yksilön kaatumispelkoa sekä kaatumistiheyttä. Teknologian nopea kehitys on mahdollistanut tasapainon kvantitatiivisen tarkastelun esimerkiksi tietokoneistetun voimalevyn, videoanalyysin sekä elektromyografian (EMG) avulla. Esimerkiksi voimalevyllä toteutetuissa mittauksissa on analysoitu painekeskipisteen liikettä staattisessa seisoma-asennossa. (Toulotte ym. 2003.) Useissa tutkimuksissa seisoma-asentoa on muunneltu tukipintaa pienentämällä, asennon ylläpitoon liittyvien elinjärjestelmien toimintaa häiritsemällä tai alustaa heilauttamalla. (Seidler & Martin 1997, Low-Choy ym. 2003, Morioka & Yagi 2003, Badge ym. 2004.) Myös tasapainon taustalla olevien ongelmien löytäminen on tehostunut teknologian kehittymisen myötä.

2.1 Poikkileikkaustutkimukset ikääntyneiden asennonhallinnan kuvaajana

Seisoma-asentoon liittyvää huojuntaa tarkastelleita poikkileikkaustutkimuksia on toteutettu useita. Poikkileikkausasetelmaa pidetään hyvin taloudellisena menetelmänä ja sen sovittaminen käytäntöön on varsin helppoa. Saatuja tutkimustuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin tärkeää ottaa huomioon eri tekijöiden vaikutuksia, kuten tutkittavien elämäntyyli, ammatti ja mahdolliset perinnölliset tekijät. (Sihvonen 2004.)

Useiden poikkileikkaustutkimusten mukaan ikääntyneiden henkilöiden vartalon huojunta on ollut suurempaa verrattuna nuorempiin ikäryhmiin. Amiridis ym. (2003) toteuttivat tutkimuksen, jonka tarkoituksena oli selvittää nuorten ja ikääntyneiden henkilöiden staattisessa tasapainossa esiintyviä eroavaisuuksia. Vartalon huojuntaa tarkastelleet mittaukset toteutettiin voimalevyllä. Sekä nuorten että ikääntyneiden huojunta lisääntyi tukipintaa kavennettaessa. Ero nuorten ja ikääntyneiden välillä oli tilastollisesti merkitsevää. Erityisesti ikääntyneiden lonkan alueen liikehdintä lisääntyi. Tämä viittaakin ikääntyneiden olevan yhä riippuvaisempia lonkan alueen lihaksistosta asennonylläpidossa.

Samansuuntaisia voimalevyllä toteutettuja mittauksia ovat raportoineet myös Low Choy ym. (2003). He tutkivat 20-80-vuotiaiden naisten tasapainoa. Varhaisimmat erot nuorempiin ikäryhmiin todettiin 40- ikävuoden jälkeen, silmät kiinni yhdellä jalalla seistessä. Yli 60-vuotiailla naisilla oli nuoria heikompi seisomatasapaino tasaisella pinnalla silmät kiinni toteutetuissa mittauksissa. Lisäksi huojunta oli suurempaa vanhempiin ikäryhmiin tultaessa. Iän lisäksi näön sekä tukipinnan todettiin olevan merkittävässä osassa tasapainon säilyttämisen kannalta.

Du Pasquier ym. (2003) tarkastelivat tutkimuksessaan vartalon huojuntaa 25-83-vuotiailla (keski-ikä 60,2 vuotta) henkilöillä. Tutkimustulosten mukaan vartalon huojunta oli sitä suurempaa mitä vanhemmasta ikäryhmästä oli kysymys. Suurin korrelaatio iän ja huojunnan välillä saatiin eteen- taakse suunnan huojuntanopeudessa silmät auki seistessä. Korrelaatio oli riippumaton näiden tekijöiden yhteyteen vaikuttavista muista tekijöistä, kuten koehenkilön pituudesta, painosta tai sukupuolesta.

Hytösen ym. (1993) tutkimustulosten mukaan alle 16-vuotiaiden ja yli 75-vuotiaiden huojuntanopeus silmät avoinna oli suurempi verrattuna 16–60-vuotiaisiin. Myös Laughton ym. (2003) tutkivat vartalon huojuntaa seisoma-asennossa. Ikääntyneillä (65-92 v.) vartalon huojunta eteen - taakse sekä sivusuunnassa oli huomattavasti nuorten ryhmää (22-32 v.) suurempi. Vastaavanlaisia tutkimustuloksia raportoivat myös Era ja Heikkinen (1985). He tutkivat asennonhallintaa staattisin voimalevytestein 31-35, 51-55, ja 71-75-vuotiailla jyväsyläläisillä. Tulosten mukaan erityisesti eteen - taakse suunnan huojunta oli iäkkäimmässä ryhmässä kaksinkertaistunut verrattuna nuorimpaan ryhmään. Lisäksi näköaistin manipuloinnilla todettiin olevan huojuntaa lisäävä vaikutus.

Teasdalen ym. (1991) sekä Hurleyn ym. (1998) tutkimustulosten mukaan ikääntyneiden vartalon huojunnan todettiin olevan vain hieman suurempaa verrattuna nuorempiin ikäryhmiin. Kyseisissä tutkimuksissa testiliikkeet olivat vaikeusasteeltaan helpoimpia. Toisaalta selvimmät erot eri ikäryhmien kehon huojunnassa on osoitettu tutkimuksissa, joissa tutkimushenkilöiden tasapainoa on tarkoituksenmukaisesti häiritty, tukipintaa pienennetty sekä muutettu tulevaa aisti-informaatiota. (Lord & Ward 1994, Thelen ym. 1997.)

2.2 Pitkittäistutkimukset asennonhallintakyvyn ikääntymismuutosten selvittäjänä

Pitkittäistutkimuksen avulla voidaan selvittää iän vaikutusta asennonhallintakykyyn. Verrattuna poikittaistutkimukseen pitkittäistutkimus vaatii kuitenkin suurempia resursseja ja käytännön toteuttaminen on usein ongelmallista. Osaksi näistä tekijöistä johtuen iäkkäiden henkilöiden asennonhallintakyvyssä tapahtuneita muutoksia on selvitetty vain muutaman pitkittäistutkimuksen avulla. (Sihvonen 2004.)

Julkaistujen pitkittäistutkimusten seuranta-ajat ovat olleet varsin lyhyitä, kahdesta viiteen vuotta. Du Pasquier ym. (2003) selvittivät terveiden 25-83-vuotiaiden (keski-ikä 60,2 vuotta) asennonhallintakyvyssä tapahtuneita muutoksia. Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden huojuntaa mitattiin voimalevyllä heidän seistessä 30 sekunnin ajan sekä silmät auki että kiinni. Saatujen tutkimustulosten mukaan eteen -

taakse suunnan huojunta lisääntyi tilastollisesti erittäin merkitsevästi 2,2 vuoden seurannan aikana. Tutkimustulosten tulkinta saattaa olla hankalaa, koska aineiston analyysissä iän vaihteluväli oli varsin suuri.

Onder ym. (2002) tutkivat kolmen vuoden pitkittäistutkimuksessaan toimintakyvyltään heikentyneiden naisten toimintakykyisyyttä mittaamalla mm. seisomatasapainoa. Tutkimukseen osallistuneiden naisten keski-ikä oli 78,9 vuotta. Saatujen tutkimustulosten mukaan 30 sekunnin seisomatasapaino heikentyi 26,6%:a seurantaajan kuluessa. Myös Baloh ym. (1998) raportoivat itsenäisesti asuvien 79-91-vuotiaiden huojunta nopeuden lisääntyneen dynaamisissa testeissä tilastollisesti merkitsevästi kolmen vuoden seurannan aikana. Eteen-taakse sekä sivusuunnan huojunta arvot lisääntyivät prosentuaalisesti yhtä paljon niin silmät auki kuin kiinni suoritetuissa staattisissa mittauksissa. Tasapainon mittaukset suoritettiin staattisella ja dynaamisella posturografialla.

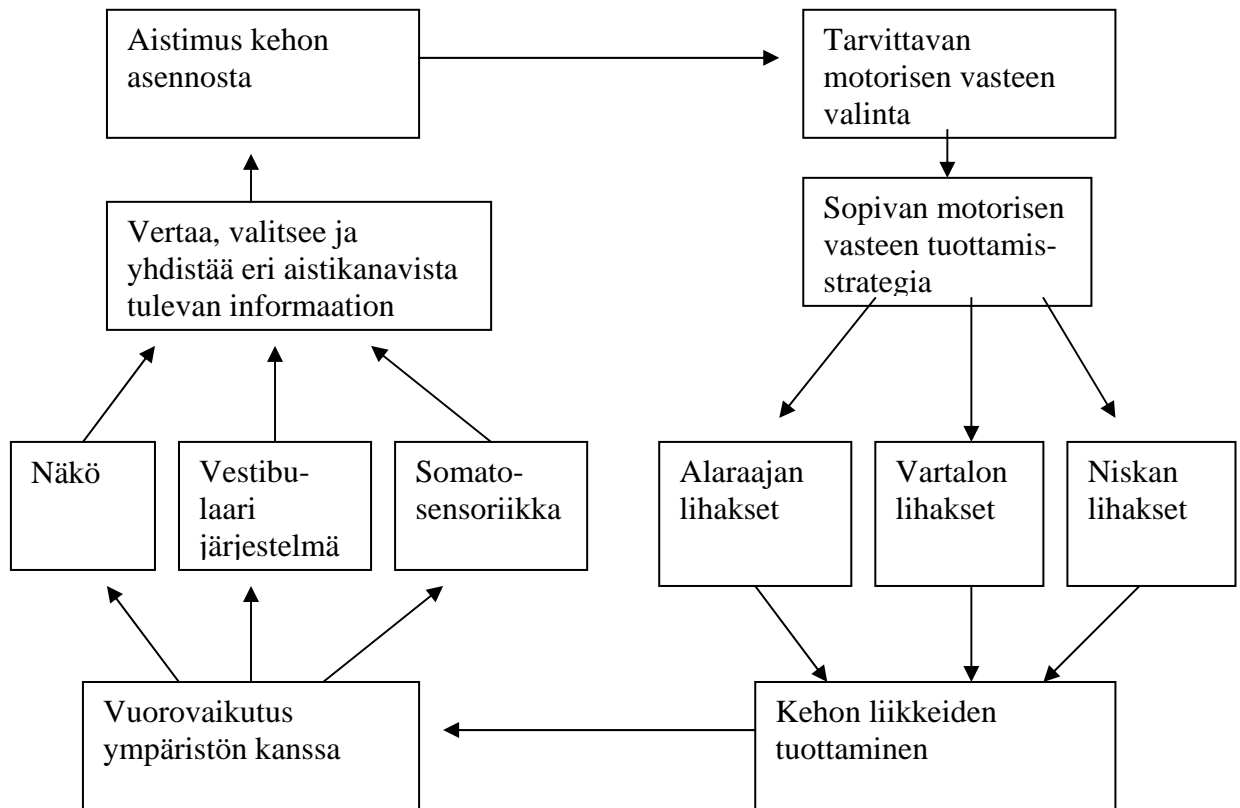
Era ym. (2002) toteuttivat NORA-projektiin (Nordic Research of Aging) liittyen viiden vuoden seurantatutkimuksen glostrupilaisille, göteborgilaisille ja jyväskyläläisille ikääntyneille. Tutkimustulosten mukaan huojuntanopeus lisääntyi tilastollisesti erittäin merkitsevästi sekä silmät auki että kiinni toteutetuissa mittauksissa. Kummallakin sukupuolella arvot heikkenivät 10–60%:a riippuen käytetyistä huojunnan parametreista ja alueellisista eroista. Tandem seisonnan arvoja ei kyetty analysoidaan, koska noin 65 % koehenkilöistä alkutilanteessa ja alle puolet seurantamittauksessa kykeni suorittamaan testin. Tutkimus osoittaa, kuinka tasapainossa tapahtuneet muutokset 75–80-vuotiailla ovat suurempia verrattuna poikittaistutkimuksissa raportoituihin tasapainomuutoksiin.

3. ASENNON YLLÄPITOON LIITTYVÄ ELINJÄRJESTELMÄ JA SEN MUUTOKSET IKÄÄNTYESSÄ

Hermostollisten tekijöiden vaikutus motoriseen kontrolliin on hierarkkisesti organisoitua. Asennonhallinnan reflektiivinen säätely voidaan jakaa kolmeen eri tasoon. Selkäydintason venytysrefleksit (the spinal stretch reflex system) ovat alimpana hierarkiassa. Niiden latenssiajan eli reaktioajan pituus ärsykkeeseen on 40–50 millisekuntia. Toisena hierarkiassa ovat pitkän latenssiajan automaattiset posturaaliset reaktiot (the long latency automatic postural response system), jotka tapahtuvat noin sadan millisekunnin latenssiajalla. Toisen tason reaktiot saavat alkunsa lihaksista, jotka sijaitsevat lähellä tukipintaa. Hermostollisen asennonhallinnan kontrollin ylimmän tason muodostaa vestibulaarisen, visuaalisen ja somatosensorisen järjestelmän integroiva mekanismi. Reflektiivisen säätelyn lisäksi tahdonalaisessa liikkeessä motorisen vasteen tuottaminen on hitaampaa, latenssiaikojen ollessa yli 150 millisekuntia. (Woollacott ym. 1986.)

Ihmiskehon mekaaninen rakenne on epävakaa ja tasapainon jatkuva ylläpitäminen (kuva 1), korjauksineen, vaatii lihaksiston aktiivista toimintaa. Lihasten tehtävänä on tuottaa motorinen vaste synergistisesti saadun aistitiedon mukaan. Nopeimmat asennonkorjaukset perustuvat reflekseihin, jotka toimivat automaattisesti, minimaalisella keskushermoston toiminnalla. Oppimisen kautta toiminta automatisoituu ja tietyissä tilanteissa ihmiskeho osaa toimia tietyn mallin mukaisesti. Yhä enenevässä määrin on alettu kiinnittää huomiota myös asennon huomioimiseen, oppimiseen sekä muistiin, joita pidetään tärkeinä tekijöinä optimaalisen tasapainon säilyttämisessä. (Aalto 1997, Shumway-Cook ym. 1997.)

Yhteistoiminnallaan asennon ylläpitoon liittyvä elinjärjestelmä valmistaa kehon tulevaan asennonmuutokseen sekä ylläpitää ja palauttaa asennon odottamattomassa tapahtumassa kuten horjahduksessa. Ikääntyminen tuo mukanaan muutoksia tasapainoon. Yhä useammalla ikääntyneellä henkilöllä on ongelmia aistielinten, keskushermoston integraation sekä hermolihaksjärjestelmän kanssa. Myös tavanomaiseen vanhenemiseen liittyvät sairaudet heikentävät yhdessä vähentyneen aktiviteetin kanssa ikääntyneen henkilön tasapainoa. (Horak ym. 1990, Lord ym. 1991, Flores 1992, Konrad ym. 1999.)



Kuva 1.

Asennonhallintajärjestelmä (Allison 1995, Sihvonen 2004)

3.1 Aistitiedon lähteet ja ikämuutokset

Näköaisti on tärkeässä osassa tasapainon säilyttämisessä. Sen avulla yksilö saa informaatiota ympäristöstä sekä pään asennosta tuossa kyseisessä ympäristössä. Lisäksi näköaistin avulla havaitsemme ympäristöstä eri toimintojen nopeuksia sekä suuntia. (Rogers ym. 2003.)

Minassianin ym. (2000) mukaan näön tarkkuus sekä hämärään adaptoituminen heikkenevät 50-ikävuoden jälkeen. Harwood (2001) toteaa kolme näköaistiin liittyvää päätekijää, jotka ovat heikentyneen tasapainon ja siihen liittyvien kaatumistapaturmien taustalla: näön tarkkuus, syvyysnäkö sekä kontrastiherkkyys.

Vestibulaarijärjestelmään vaikuttaa suoraviivaisesti kiihtyvä tai hidastuva liike. Tärkeässä osassa on myös painovoima. Vestibulaarijärjestelmä välittää tietoja pään asennosta painovoimakentässä ja pyrkii vakauttamaan pään asennon. Asentoreseptoreita on sisäkorvan kalvosokkelon soikeassa sekä pyöreässä rakkulassa. Asentoreseptorit ovat tukisolujen lomassa sijaitsevia karvasoluja. Karvoja liittyy yhteen kalvomainen hyytelökerros, jossa on tasapainokiviä. Nämä ovat ympäröivää nestettä raskaampia ja siksi ne aina vetävät, työntävät tai vääntävät karvasoluja johonkin suuntaan. Näin karvasoluista lähtee impulsseja eri tavoin aina pään asennon mukaan. Pään kiihtyvä tai hidastuva kiertoliike vaikuttaa kaarikäytävien liikereseptoreihin. Kaarikäytäviä on kolme kummassakin sisäkorvassa. Liikkeelle lähdettäessä, liikesuunnan muuttuessa tai pysähdyttyä niiden neste pyrkii jatkamaan liikettään kaarikäytävässä. Täten kaarikäytävät reagoivat kiihtyvään tai hidastuvaan kiertoliikkeeseen. (Nienstedt ym. 1995.)

Woollacotin (1993) mukaan ikääntyminen tuo tullessaan muutoksia vestibulaarijärjestelmään. 70-vuotiaalla henkilöllä on toimintakykyisinä 60 %:a vestibulaarijärjestelmänsä soluista. Muutosten tutkiminen on hankalaa, sillä muutokset tapahtuvat varsin hitaasti. O'Leary ja Davis (1990) tutkivat eri-ikäisten henkilöiden vestibulaarivasteita. Heidän tulostensa mukaan tasapainoelinten toiminta heikkeni hieman ikääntymisen seurauksena. Myös Horak ym. (1990) vertasivat kahta koeryhmää, joista toisella oli häiriöitä vestibulaarijärjestelmässä. Tulosten mukaan vestibulaarijärjestelmä on tärkeässä osassa, mikäli tasapainon säilyttäminen edellyttää lonkkastrategian käyttöä.

Proprioseptisen järjestelmän avulla saamme tietoja ruumiimme ja jäsentemme asennoista ja liikkeistä. Näitä tietoja välittävät lihasten, jänteiden ja nivelkapselien reseptorit eli proprioseptorit. Myös ihon sekä ihonalaisen kudoksen mekaanisen tuntoaistin reseptorit säätelevät tasapainoamme. (Nienstedt ym. 1995.)

Pyökön ym. (1990) mukaan proprioseptinen järjestelmä heikkenee ikääntyessä. Tieto kehon eri osien asennoista suhteessa toisiinsa muuttuu epätarkaksi. Lisäksi ihon ja ihonalaisen kudoksen mekaanisen tuntoaistin herkkyys alenee, jolloin esimerkiksi jalkapohjien painereseptorien antama viesti on vajavainen.

Useiden tutkimusten mukaan alaraajojen proprioseptinen järjestelmä myötävaikuttaa normaalin asennon säilyttämisessä ja siinä ilmenevät häiriöt, kuten perifeerinen neuropatia, heikentävät yksilön tasapainoa. Epidemiologiset tutkimukset ovat todenneet alaraajojen heikentyneen proprioseptiikan omaavien henkilöiden altistuneen kaatumistapaturmille. (Griffin ym. 1990, Lord ym. 1996, Koski ym. 1998.) Bloem ym. (2000) sen sijaan saivat ristiriitaisia tutkimustuloksia, jotka osoittivat tutkittavien selviävän yleensä tasapainon korjausliikkeissä ilman alaraajojen proprioseptiikkaa. Toisaalta proksimaalisten proprioseptoreiden osuus tasapainon säätelyssä oli ilmeinen.

Pyykön ym. (1990) tutkimustulokset osoittavat yli 85-vuotiaiden henkilöiden proprioseptiikassa heikkenemistä voimalevyllä toteutetuissa pohjelihasten värinäkoikeissa. Tutkimustuloksen mukaan ikääntyneiden henkilöiden pohjelihasten aktivoimisnopeus oli heikentynyt verrattuna nuorempiin ikäryhmiin. Muutokset ovat seurausta degeneratiivisista muutoksista, joissa esimerkiksi venymisrefleksit sekä kosketusta ja painetta aistivat järjestelmät heikkenevät. Lordin ym. (1999) raportoimien tutkimustulosten mukaan alaraajojen proprioseptiikan heikkeneminen todettiin yhdeksi selittäväksi tekijäksi, mikäli koehenkilön huojunta oli lisääntynyt silmät kiinni suoritettussa tandem-seisonnassa. Lisäksi muutokset proprioseptiikassa olivat tulosten mukaan määräävä tekijä, jos koehenkilö otti silmät kiinni toteutetussa tandem-seisonnassa suoja-askeleen.

3.2 Asennon korjaukset sekä stabiloinnin tuottava lihaksisto ja sen ikämuutokset

Keskeisiä lihasryhmiä tasapainon säilyttämisen kannalta ovat nilkan koukistajat ja ojentajat. (Wolfson ym. 1995, Daubney & Culham 1999.) Myös polven ja lonkan koukistajat ja ojentajat ovat tärkeässä osassa tasapainon hallintaa. Kapealla tukipinnalla, kuten yhdellä jalalla seistessä, tarvitaan lisäksi lonkan loitontajalihaksia pitämään yllä tasapainoa. (Spirduso 1995.) Esimerkiksi lonkan loitontajien aktivoitumisnopeuden on todettu heikentyneen iäkkäillä sekä erityisesti kaatumishistorian omaavilla henkilöillä. (Brauer ym. 2000.) Iäkkäiden henkilöiden saattaa olla vaikea säilyttää tasapainonsa horjutuksen jälkeen ainoastaan säären

alueen lihasten aktivoinnilla, erityisesti jos alaraajojen lihasvoima on heikentynyt. Tällöin tarvitaan suurempia ja keskeisempiä lihasryhmiä. (Spirduso 1995.) Tärkeässä osassa asennon hallintaa ovat myös vartalon sekä niskan lihakset. (Allison 1995.) Frontera ym. (1991) sekä Lynch ym. (1999) ovat todenneet tutkimuksissaan ikääntyneiden alaraajojen proximaalisten lihasten heikentyneen enemmän verrattuna yläraajojen lihaksistoon. Mahdolliseksi syyksi on todettu alaraajojen lihaksiston vähentynyt käyttö, verrattuna yläraajojen lihaksiston käyttöön.

Muutokset reaktionopeudessa sekä voimantuottonopeudessa ovat ilmeisesti heikentyneen tasapainon taustalla ja liittyvät kaatumistapaturmiin. Esimerkiksi horjahduksen jälkeen tasapainon palauttaminen vaikeutuu iäkkäällä henkilöllä, koska lihakset aktivoituvat hitaammin ja riittävän voimatason tuottaminen aktivaation alkamisen jälkeen on hitaampaa. (Tang & Woollacott 1996, Thelen ym. 1997.)

Evanssin (1995) mukaan lihaksen koko vähenee ikääntyessä ja tätä määrällistä vähenemistä kutsutaan sarkopeniaksi, joka vaikuttaa lihaksen voimantuottoominaisuuksiin. Lihasvoiman ikääntymismuutoksia on tutkittu niin pitkittäis- kuin poikittaistutkimuksilla. Saatujen tulosten perusteella lihasvoiman ikääntymismuutokset ovat olleet suurempia pitkittäis- kuin poikittaistutkimuksissa. Tutkimuksista saatujen tulosten eroavaisuuksien on katsottu johtuvan monista eri tekijöistä, kuten tutkimuksen metodologiasta, tutkituista lihasryhmistä, fyysisestä aktiivisuudesta sekä väestön eroavaisuuksista. Lihasvoiman ikääntymismuutoksia tapahtuu tutkimusten mukaan niin miehillä kuin naisilla. Ihmisen lihasvoima saavuttaa huippunsa toisen ja kolmannen vuosikymmenen välissä. Tämän jälkeen lihasvoima heikkenee hitaasti, kunnes 50-vuotiaana heikkeneminen nopeutuu. Lihasvoima heikkenee 12-15% vuosikymmenessä, kunnes 65-vuotiaana muutokset nopeutuvat edelleen. (Winegard ym. 1996, Lindle ym. 1997, Metter ym. 1997, Frontera ym. 2000.)

Lindle ym. (1997) arvioivat pitkittäistutkimuksessaan iän ja sukupuolen vaikutuksia eri lihastyötapojen ikääntymismuutoksiin. Molempien sukupuolten konsentrisen ja eksentrisen huippuvääntömomentti heikkenivät ikääntymisen myötä, konsentrisen eksentristä hieman enemmän. Myös Poulin ym. (1992) tutkivat eri lihastyötapojen ikääntymismuutoksia polven ja kyynärnivelen ojentajissa. Saatujen tulosten mukaan

eksentrisen voimantuoton on osoitettu säilyvän isometristä ja konsentrista voimantuottoa paremmin. Fyysisen toimintakyvyn näkökulmasta, Svantesson ym. (1991) ja Poulin ym. (1992) toteavat eksentrisen lihastyötavan olevan normaalissa liikkumisessa merkittävässä roolissa. Eksentrisen lihastyötapa stabiloi vartaloa ja hidastaa vartalon liikkeitä, ylläpitäen tasapainoista asentoa.

3.3 Aistitiedot ja lihasten aktivoinnin yhdistävä keskushermoston toiminta

Keskushermostoon kuuluvat aivot ja selkäydin. Hermosto vastaanottaa informaatiota aistireseptoreiden välityksellä elimistön sisältä ja sen ulkopuolelta. Se muokkaa ja varastoi saamaansa informaatiota ja ohjaa sen perusteella esimerkiksi tiettyjen lihasten tiettyjen lihassolujen toimintaa. Tuleva informaatio kulkee keskushermostoon aistikanavien kautta. Motorinen vaste riippuu saadusta informaatiosta. Refleksiiviset vasteet prosessoituvat selkäydintasolla ja automaattisten vasteiden käsittely tapahtuu aivorungossa. Tahdonalaisten liikkeiden käsittely tapahtuu aivokuorella. Tasapainon ylläpitäminen vaatiikin aisti-informaation tarkkaa välitystä sekä nopeaa ja täsmällistä informaation käsittelyä. Aistikanavilta saadun informaation ja sitä seuranneen käsittelyn seurauksena syntyy motorinen vaste, jonka avulla henkilö kykenee säilyttämään tasapainonsa. (Niestedt ym. 1995, Rogers & Page 2003.)

Tasapainoa säädellään kolmen eri strategian avulla, joita kutsutaan nilkka-, lonkka- sekä askelstrategioiksi. Aistielimiltä vastaanotetun informaation, tukipinnan laajuuden, lihasten ominaisuuksien sekä itse tehtävän mukaan yksilö valitsee itselleen sopivan strategian. Iäkkäiden ihmisten on todettu käyttävän lonkkastrategiaa tilanteissa, joissa nuoret käyttävät nilkkastrategiaa. Tämä on seurausta lihasvoiman heikkenemisestä, nivelten liikelaajuuden alenemisesta sekä nilkan alueen reseptoreiden heikentyneestä toiminnasta. (Amiridis ym. 2003.)

Asennon ylläpitoon liittyvä elinjärjestelmä toimii, joko staattisella tai dynaamisella tukipinnalla sekä ennakoivien että palautetta antavien (feedforward/feedback) mekanismien avulla siten, että ne aktivoivat tarvittavia motorisia vasteita. Näiden kahden mekanismin kombinaatiot ovat myös mahdollisia. Ennakoivan mekanismin

toimiessa yksilö muuttaa vartalon asentoa ennen toimintaa. Esimerkiksi tilanteissa, joissa tasapainoinen asento on uhattu, henkilö muuttaa asentoaan stabiilimmaksi, ennen mahdollista asennon muutosta. Palautetta antavan mekanismin toimiessa, henkilön toiminta riippuu opituista tekijöistä, ympäristön mahdollisista muutoksista sekä toimintahäiriöistä. (Alaranta ym. 1994.)

Ikääntymiseen liittyy reaktioaikojen hidastuminen, jonka on todettu liittyvän tasapainon heikkenemiseen. Asennon muutokseen liittyvät ennakoivat tasapainon säätelytoiminnot ovat hidastuneet. Verrattuna nuoriin ikäryhmiin, ikääntyneillä tämä ilmenee sekä asentoa ylläpitävien lihasten että tahdonalaiseseen liikkeeseen osallistuvien lihasten hitaampana aktivoitumisena. Myös tasapainoa korjaavat reaktiot ovat hidastuneet. Lisäksi tasapainostrategiassa tapahtuu merkittäviä muutoksia. Tasapainon integraatioprosessi aivorunkotasolla häiriintyy, ja vaihtaminen strategiasta toiseen tehtävän mukaan vaikeutuu ja hidastuu. (Inglin & Woollacott, 1988, Jäntti & Pyykkö, 1996.)

4. IÄKKÄIDEN IHMISTEN TASAPAINON HARJOITTAMINEN

Tasapaino käsitetään motoriseksi taidoksi, jota voidaan ylläpitää ja parantaa harjoituksen avulla kuten mitä tahansa taitoa. Provincen ym. (1995) toteuttaman meta-analyysin mukaan mikä tahansa liikunta vähensi kotona asuvien iäkkäiden kaatumisia 10 % vuoden aikana. Mikäli interventio toteutettiin tasapainoharjoitteluna, kaatumisten todettiin vähenevän 17 %. Tehokkaimmaksi todettiin monipuoliset interventiot, joissa tasapaino – ja lihasvoimaharjoittelun lisäksi oli kiinnitetty huomio ympäristötekijöihin sekä koehenkilön lääkitykseen.

Tasapainon parantamiseen kohdistuneita interventiotutkimuksia on tehty viime vuosina useita. Saadut tulokset ovat olleet ristiriitaisia, erityisesti jos tasapainoa on mitattu usealla mittarilla. Useissa tutkimuksissa on todettu, kuinka spesifien fysiologisten järjestelmien harjoittaminen on tasapainon hallinnan kannalta tehokasta. Harjoittelun pituus tasapainon hallintaan positiivisesti vaikuttaneissa tutkimuksissa on vaihdellut muutamasta viikosta yhteen vuoteen. (Hu & Woollacott 1994, Horak ym. 1997, Seidler & Martin 1997, Barnett ym. 2003, Nitz & Low-Choy 2004.)

4.1 Tasapainoharjoittelu

Tasapainoa parantavat harjoitusmenetelmät ovat eri tutkimuksissa olleet hyvin monipuolisia. Harjoitukset ovat sisältäneet niin staattisia kuin dynaamisia tasapainoharjoituksia. Dynaamiset harjoitteet ovat sisältäneet erilaisia kävelyharjoitteita, kuten kävelyä eri suuntiin, sivuaskeleita, äkkikäännöksiä, kävelyä varpailla tai kantapäillä, tandemkävelyä, lattiaan merkittyä viivaa pitkin kävelyä, esteiden yli astumista ja kävelyä eri alustoilla. Myös istumasta seisomaan nousu sekä tanssiharjoitteet ovat olleet yleisesti käytettyjä harjoitteita. Staattisen asennon säilyttämistä on harjoiteltu muun muassa yhdellä jalalla tai jalat peräkkäin seisoen silmät auki ja kiinni. (Seidler & Martin 1997, Nitz ym. 2003, Badge ym. 2004, Hansson ym. 2004.)

Tasapainoharjoitteluun keskittyneissä interventiotutkimuksissa on usein saavutettu positiivisia tuloksia. Vartalon huojunnan vähenemisen lisäksi koeryhmään kuuluneilla

on raportoitu tilastollisesti merkitseviä muutoksia toiminnallisissa testeissä sekä yhdellä jalalla seisomisessa. (Seidler & Martin 1997, Morioka & Yagi 2003, Badge ym. 2004.).

4.2 Lihassoimaharjoittelu

Lihassoimalla on todettu olevan yhteys mm. kävelynopeuteen sekä askelpituuteen, joita pidetään kaatumisen riskitekijöinä, mikäli niissä on tapahtunut heikentymistä. Yhä enemmän on tutkittu lihassoimaharjoittelun vaikutusta iäkkäisiin naisiin ja miehiin. Merkittävää niin yksilöiden kuin yhteiskunnan kannalta on huomioida hyvin iäkkäiden henkilöiden saamat hyödyt lihassoimaharjoittelusta. Enemmän tarvitaan pitkittäistutkimuksia, sillä suurin osa interventioista on ollut kestoaltaan ainoastaan 12–24 viikkoa. (Wolf ym. 1996, Hauer ym. 2001, King ym. 2002, Toulette ym. 2003.)

Muutamissa tutkimuksissa tasapainon on raportoitu hieman parantuneen lihassoimaharjoittelun myötä. Esimerkiksi Rooks ym. (1997) toteuttivat tutkimuksen, jossa voimaharjoitteluryhmän todettiin parantaneen tasapaino-ominaisuuksiaan tandem seisonnassa sekä yhdellä jalalla seisonnassa. Myös Nelson ym. (1994) saivat tutkimustuloksia, joiden mukaan koeryhmäläisten tandemkävely takaperin nopeutui 50–70-vuotiailla henkilöillä. Huomioitavaa on, että edellä mainitut interventiot ovat sisältäneet mm. toiminnallisia harjoitteita ja täten vaikuttaneet myös tasapainon säätelyjärjestelmiin.

Joidenkin tutkimusten mukaan lihassoimaharjoittelu ei yksinomaan paranna iäkkäiden ihmisten asennonhallintakykyä. Sen sijaan itse lihassoiman on todettu parantuneen harjoittelun jälkeisissä mittauksissa tilastollisesti merkitsevästi. (Schlicht ym. 2001, Earles ym. 2000.) Lihaksen voimaominaisuuksien parantumisen myötä myös kävelynopeuden sekä askelpituuden on todettu lisääntyneen. Tämä on merkittävää sillä kävelynopeutta sekä askelpituutta pidetään kaatumisen riskitekijöinä, mikäli niissä on tapahtunut heikkenemistä. (Ringsbergin ym. 1999.) Lihassoiman heikkenemisen on todettu vaikeuttavan myös päivittäisistä toiminnoista selviytymistä. (Rantanen ym. 1997.)

4.3 Monipuoliset liikuntainterventiot

Positiivisimmat tutkimustulokset on saatu interventioissa, joissa on yhdistetty eri harjoitusmuotoja, kuten tasapaino- ja lihasvoimaharjoittelu. Harjoittelun avulla on kyetty parantamaan koeryhmään kuuluneiden asennonhallintakykyä. Positiivista on ollut myös havaita, kuinka interventioryhmään kuuluneiden kaatumistiheys on vähentynyt tilastollisesti merkitsevästi verrattuna kontrolliryhmään. Lisäksi suoriutuminen niin kotona kuin kodin ulkopuolella on parantunut. Huomioitavaa on myös seurantatutkimuksissa todettu harjoittelun positiivisten vaikutusten säilyminen. (Cambell ym. 1999, Hauer ym. 2001, Nitz & Low-Choy 2004.) Lisäksi aerobisella harjoittelulla, liikkuvuusharjoittelulla, sekä Tai Chillä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia ikääntyneiden ihmisten tasapainoon. Tutkimustulosten mukaan tasapainon parantaminen vaatii kuitenkin monipuolisia harjoitteita, eikä esimerkiksi lihasvoiman ja kestävyuden parantaminen yksinomaan riitä. (King ym. 2002, Barnet ym. 2003.)

4.4 Näköpalautteeseen perustuva harjoittelu tietokoneistetulla voimalevyllä

Näköpalautteen hyödyntäminen tasapainoharjoittelussa on todettu parantavan asennonhallintakykyä tehokkaasti. Näköpalautteeseen perustuva harjoittelu helpottaa näön kautta saatavan, somatosensorisen sekä vestibulaarisen informaation integroitumista. (Barona ym. 1994.) Näköpalautteen avulla saamme käsityksen oman kehon liikuttamisesta eri toimintojen aikana. Näköaisti toimii ikään kuin apuvälineenä, jonka avulla tahdonalainen asennonhallintakyky paranee. Mahdollisesti yksilön on myös helpompi käyttää eri aistijärjestelmiltä saamaansa informaatiota hyödykseen ja sitä kautta valita tehokkain tasapainostrategia käyttöönsä. (Sihvonen 2004.)

Näköpalautteeseen perustuvan harjoittelun positiivinen vaikutus tasapainoon on todettu muutamissa tutkimuksissa. Sihvosen ym. (2004a) tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tasapainossa tapahtuneita muutoksia kuukauden harjoittelun jälkeen. Toimintakyvyltään heikentyneet naiset toteuttivat visuaaliseen palautteeseen perustuvaa tasapainoharjoittelua fysioterapeutin yksilöllisessä ohjauksessa. Harjoittelu suoritettiin tietokoneistetulla voimalevyllä kolme kertaa viikossa.

Harjoittelun avulla pyrittiin kehon hallinnan parantamiseen ja näköpalaute toimi apuvälineenä välittäen tietoa kehon painopisteestä. Harjoittelu toteutettiin samalla rakenteella kaikille koeryhmään kuuluville. Lisäksi jokaisen yksilön kohdalla pyrittiin stimuloimaan asennonhallintakykyä maksimaalisesti. Harjoittelun kesto oli noin 20–30 minuuttia kerrallaan. Tulosten mukaan koeryhmään kuuluneiden suoritus aika dynaamisissa tasapainotesteissä parani keskimäärin 35,9 % verrattuna kontrolliryhmän 0,6 % parannukseen. Tasapainoratoihin käytetty suoritusmatka väheni keskimäärin 28,2 % verrattuna kontrolliryhmän 9,8 % vähenemiseen. Bergin tasapainotestin tulos parani 6,9 % verrattuna kontrolliryhmän 0,7 % paranemiseen. Lisäksi vaikeimmissa staattisissa testeissä koeryhmään kuuluneiden tasapaino parani verrattuna kontrolliryhmäläisiin.

Samansuuntaisia tutkimustuloksia ovat raportoineet myös Rose ja Clark (2000). Heidän tutkimukseensa osallistui keski-ikältään 78,5 -vuotiaita ikääntyneitä, joilla oli taustalla kaatumishistoria. Tutkimuksen tarkoituksena oli tarkastella tietokoneistetulla voimalevyllä toteutetun harjoittelun vaikutuksia asennonhallintakykyyn. Tasapainoa mitattiin sekä voimalevyn että toiminnallisten testien avulla. Interventoryhmään kuuluneet henkilöt harjoittelivat fysioterapeutin yksilöllisessä ohjauksessa 45-minuuttia kerrallaan kaksi kertaa viikossa kahdeksan viikon ajan. Harjoittelussa korostettiin kolme eri näkökulmaa. Ensimmäisenä tavoitteena oli oppia kontrolloimaan painopistettä tukipinnan ääri rajoilla samanaikaisesti kun alustaa sekä harjoitustehtäviä manipuloitiin. Toisena tavoitteena oli ylläpitää ja kontrolloida tasapainoa samalla kun tulevaa aisti-informaatiota muunnettiin. Kolmantena tavoitteena oli opettaa koehenkilöä käyttämään optimaalista tasapainostrategiaa vaikeusasteeltaan erilaisissa tilanteissa. Jokainen harjoittelukerta sisälsi monipuolisia dynaamisia tasapainoharjoitteita. Tutkimustulosten mukaan sekä dynaaminen tasapaino että aistijärjestelmien integrointi parani tilastollisesti merkitsevästi interventoryhmään kuuluneilla verrattuna kontrolliryhmäläisiin. Myös toiminnallisten testien tulokset paranivat tilastollisesti merkitsevästi.

Wolfson ym. (1996) selvittivät kolmen kuukauden, kolmesti viikossa toteutetun tasapaino, lihasvoima- sekä yhdistetyn tasapaino-lihasvoimaharjoittelun vaikutusta asennonhallintakykyyn sekä lihaksen voimaominaisuuksiin. Tasapainoa tarkasteltiin kolmen eri mittarin avulla. Ensimmäisessä mittauksessa koehenkilön tavoitteena oli

seistä epästabiililla voimalevyllä. Näin saatiin kuva mahdollisesta tasapainon menettämisestä. Toisen mittarin tehtävänä oli tuoda esiin koehenkilön tahdonalaisen maksimaalisen eteen - taakse suunnan painonsiirron laajuus. Lopuksi mitattiin koehenkilön yhdellä jalalla seisomiseen käyttämä aika (max.30 s). Tasapainoharjoittelua toteutettiin fysioterapeutin yksilöllisessä ohjauksessa kolmesti viikossa, 45-minuuttia kerrallaan. Jokainen harjoittelukerta sisälsi harjoittelua sekä voimalevyllä että tasapainoharjoittelua koehenkilön yksilöllisten kykyjen mukaan. Harjoittelu sisälsi asennonhallintakykyä stimuloivia harjoitteita, joita toteutettiin erilaisilla alustoilla sekä näköpalautteeseen perustuvana harjoitteluna voimalevyllä. Voimalevyllä harjoiteltaessa koehenkilö sai näköpalautteen avulla kuvan oman painopisteensä sijainnista. Koehenkilöiden tehtävänä oli liikuttaa painopistettä tukipinnan reunoille liikuttamatta jalkoja. Lisäksi harjoitusolosuhteita, kuten näköä ja alustaa manipuloitiin sopivaksi yksilön asennonhallintakyky huomioiden. Saatujen tutkimustulosten mukaan tasapainon menettäminen epästabiililla voimalevyllä väheni tasapainoryhmään kuuluneilla tilastollisesti merkitsevästi verrattuna kontrolliryhmään. Harjoittelun myötä tasapainoryhmään kuuluneiden todettiin oppineen hyödyntämään asennonylläpitoon liittyvien elinjärjestelmien kautta saatua informaatiota ja tuottamaan siten optimaalisemman motorisen vasteen. Myös tahdonalainen eteen – taakse suunnan painonsiirto parani tilastollisesti merkitsevästi tasapainoryhmään kuuluneilla. Lisäksi yhdellä jalalla seisomiseen käytetty aika parani tilastollisesti merkitsevästi niin tasapainoryhmäläisillä kuin tasapaino-lihasvoimaryhmäläisilläkin.

Cheng ym. (2004) arvioivat prospektiivisessä tutkimuksessaan hemiplegiapotilaiden tasapainoa voimalevyn avulla. Lisäksi tutkittiin, kuinka rytmikäs painonsiirtoja sisältävä harjoittelu vaikuttaa kaatumisen insidenssiin. Koeryhmäläisten harjoitteluun sisältyi perinteisen fysioterapian lisäksi voimalevyharjoittelua fysioterapeutin ohjauksessa. Harjoittelua toteutettiin 20 minuuttia päivässä, viitenä päivänä viikossa kolmen viikon ajan. Saatujen tulosten mukaan koeryhmäläisten dynaaminen tasapaino parani tilastollisesti merkitsevästi verrattuna kontrolliryhmäläisiin. Muutosten todettiin säilyneen aina puolen vuoden seurantamittauksiin saakka. Myös kaatumisten ilmaantuminen väheni koeryhmäläisillä verrattuna kontrolliryhmäläisiin. Kuitenkaan erot ryhmien välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Geiger ym. (2001) tutkivat keski-ikänsä 60,4 -vuotiaiden hemiplegiapotilaiden liikkumiskyvyssä sekä asennonhallinnassa tapahtuneita muutoksia neljän viikon tasapainointervention jälkeen. Muutoksia mitattiin Bergin tasapainotestillä sekä Timed Up and Go -testillä. Tutkimukseen osallistuneet henkilöt satunnaistettiin koe- ja kontrolliryhmään. Molemmat ryhmät harjoittelivat 2-3 kertaa viikossa fysioterapeutin ohjauksessa. Tavoitteena oli parantaa liikkumiskykyä sekä tasapainon hallintaa. Kontrolliryhmäläiset käyttivät harjoittelumuotona perinteisiä toimintakyvyn palauttamiseen tähtääviä fysioterapiamenetelmiä. Koeryhmäläiset harjoittelivat tasapainoa lisäksi näköpalautteeseen perustuvan voimalevyn avulla, 15 minuuttia kerrallaan. Saatujen tutkimustulosten mukaan molempien ryhmien pistemäärät Bergin tasapainotestissä parantuivat tilastollisesti merkitsevästi. Myös Timed Up and Go -testiin käytetty suoritus aika parani kummassakin ryhmässä. Ryhmien välillä ei havaittu kuitenkaan eroavaisuuksia. Huomioitavaa oli koeryhmään kuuluneiden seisoma-asennon symmetrian paraneminen.

4.5 Harjoittelun jatkuvuus

Useiden tutkimusten mukaan harjoittelusta saavutettu hyöty esimerkiksi tasapainoon tai lihasvoimaan, menetetään hyvin nopeasti, mikäli harjoittelu lopetetaan. Wolf ym. (2001) raportoivat yli 75-vuotiaiden ikääntyneiden tasapainossa tapahtuneiden positiivisten muutosten säilyneen kuukauden harjoittelun päätyttyä, mutta vuoden kuluttua koeryhmäläisten tasapaino oli palautunut entiselle tasolle. Myös Hauer ym. (2002) sekä King ym. (2002) ovat tutkimuksissaan todenneet harjoittelun jatkuvuuden merkityksen, jotta yksilö kykenee ylläpitämään riittävää lihasvoimaa ja toimintakykyä selvittääkseen päivittäisistä askareistaan.

Toisaalta Barnettin ym. (2003) saamien 12-kuukauden seurantatutkimustulosten mukaan, koeryhmäläisten tasapaino oli joiltakin osa-alueilta edelleen kontrolliryhmäläisiä parempi. Lihasvoiman, reaktioaikojen sekä kävelynopeuden positiiviset muutokset sen sijaan palautuivat lähtötasolle. Myös Hauer ym. (2001) ovat tutkimuksessaan todenneet positiivisten vaikutusten niin tasapainoon, lihasvoimaan kuin fyysisiin suorituksiin säilyneen kolmen kuukauden seurantatutkimukseen saakka. Toisaalta kahden vuoden jälkeen suoritettussa

seurantatutkimuksessa saadut hyödyt olivat heikentyneet, mutta erot koe- ja kontrolliryhmien välillä olivat edelleen säilyneet.

Sihvosen ym. (2004b) tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää neljän viikon näköpalautteeseen perustuvan harjoittelun vaikutusta kahdessa eri palvelutalossa asuvien naisten kaatumisen ilmaantuvuuteen. Vuoden seurannan aikana harjoittelututkimuksessa koeryhmään kuuluneiden kaatumisten ilmaantuvuus oli tilastollisesti merkitsevästi vähäisempää verrattuna kontrolliryhmäläisiin. Lisäksi koeryhmään kuuluneet raportoivat fyysisen aktiivisuuden kasvaneen sekä kaatumispelon vähentyneen enemmän suhteessa kontrolliryhmäläisiin.

Tutkijat korostavatkin harjoittelun jatkuvuuden merkitystä. Seidler ja Martin (1997) sekä Hauer ym. (2003) ehdottavat, että jatkotutkimusten tulisi tarkastella yhdistettyjen interventioiden vaikutuksia iäkkäiden ihmisten tasapainoon. Myös harjoittelun intensiteettiä tulisi tarkastella yhä tarkemmin.

Eryisesti toimintakyvyltään heikentyneet ikääntyneet ovat alttiita jatkamaan inaktiivista elämäntyyliään, mikäli harjoittelussa ei huomioida kaikkia toimintakyvyn osa-alueita. Harjoittelussa tulee täten huomioida fyysisen harjoittelun lisäksi sosiaaliset kontaktit, sosiaalinen tuki, ohjaus, harjoittelupaikan sijainti sekä kuljetuspalvelut. (Hauer ym. 2003.)

5. TUTKIMUKSEN TARKOITUS & TUTKIMUSONGELMA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää näköpalautteeseen perustuvan harjoittelun vaikutusta ikääntyneiden naisten tasapainoon. Harjoittelu toteutettiin neljän viikon interventiona fysioterapeutin yksilöllisessä ohjauksessa tamperelaisessa sosiaalian järjestössä, Nääsville ry:ssä. Saatujen tutkimustulosten pohjalta arvioitiin harjoittelun vaikuttavuutta sekä intervention muuttamista pysyväksi osaksi ikääntyneiden liikkumis- ja toimintakyvyn ylläpitämistä Nääsville ry:ssä.

Tutkimusongelma:

Onko neljän viikon harjoitusinterventiolla vaikutusta ikääntyneiden naisten staattiseen, dynaamiseen ja toiminnalliseen tasapainoon?

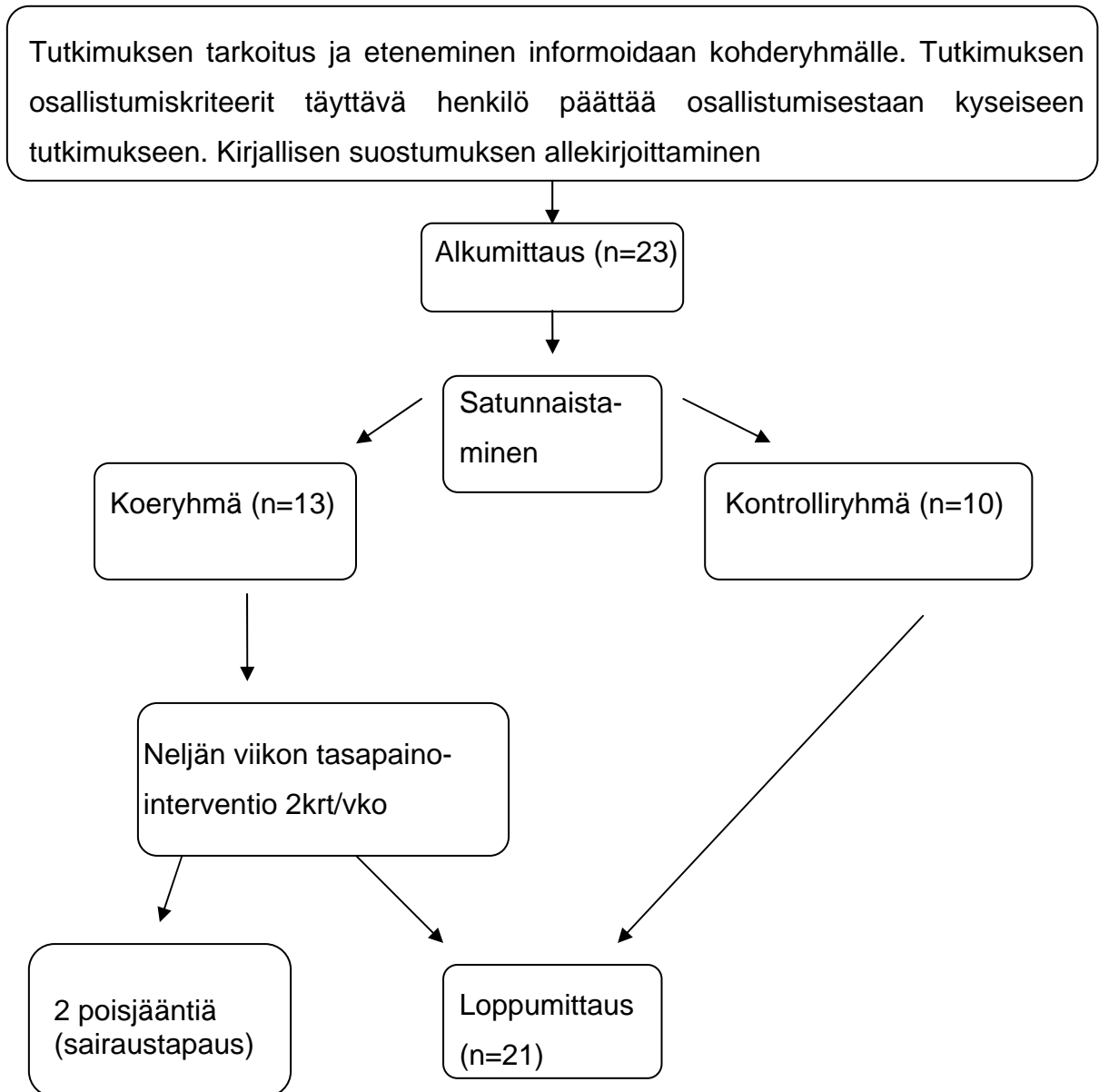
6. TUTKIMUSASETELMA JA -MENETELMÄT

Tämän tutkimuksen asetelma oli satunnaistettu ja kontrolloitu interventiotutkimus sisältäen kaksi tutkimusryhmää: koe- ja kontrolliryhmä. Koeryhmään kuuluvat harjoittelivat neljän viikon ajan kaksi kertaa viikossa fysioterapeutin yksilöllisessä ohjauksessa. Kontrolliryhmäläiset osallistuivat ainoastaan alku – ja loppumittauksiin.

6.1 Tutkimusjoukko ja tutkimuksen kulku

Nääsவில் ry hankki kaksi Good Balance -tasapainon mittaus- ja harjoitusjärjestelmää. Toisen laitteen yhdistykselle lahjoitti Lions Club Tampere / Hämetär, jonka jäsenten vapaaehtoistyön avulla järjestettiin tutkimuksen kuljetuspalvelu. Nääsவில் ry:ssä heräsi mielenkiinto tutkia järjestelmällä toteutetun harjoittelun vaikuttavuutta ja käytännön toteutettavuutta.

Koehenkilöt ohjautuivat tutkimukseen Nääsவில் ry:n työntekijöiden sekä Tampereen kaupungin liikuntatoimen ryhmien kautta. Halukkuutta osallistua tutkimukseen tiedusteltiin lisäksi jakamalla esitteitä avoterveydenhuollon työntekijöille, palvelutaloihin sekä ikäihmisten tapahtumiin. Tarkoituksena oli saada yhteensä 30 osallistujaa tutkimukseen. Tutkittavien lukumääräksi muodostui lopulta 23 henkilöä. Tutkimusprojektiin hyväksytyt 23 naista satunnaistettiin alkumittausten jälkeen koe- (n=13) ja kontrolliryhmään (n=10). Koehenkilöille informoitiin tutkimuksen eteneminen (kuva 2), minkä jälkeen he allekirjoittivat suostumuksen osallistumisestaan. Kaksi koeryhmään kuulunutta tutkimushenkilöä joutui akuutin sairastumisen vuoksi sairaalahoitoon, toinen kesken intervention ja toinen ennen loppumittauksia.



Kuva 2. Tutkimuksen eteneminen

6.1.1 Tutkimushenkilöiden sisäänottokriteerit

Haastattelun avulla varmistettiin, että tutkimushenkilöillä ei ollut vasta-aiheita tasapainointervention suorittamiseksi ja he täyttivät sisäänottokriteerit. Tasapainointervention aloitettiin heti alkumittausten jälkeen. Sisäänottokriteerit olivat seuraavat:

1. Nainen
2. Kotona asuva
3. Vähintään 70 – vuotias
4. Kyky seistä ilman apuvälineitä
5. Kyky nähdä monitorissa tapahtuvat toiminnot
6. Kyky seurata ohjeita niin mittauksen kuin harjoittelun aikana

Poissulkukriteerit olivat seuraavat:

- vakava etenevä sairaus
- muu sairaus tai vamman jälkitila, joka estäisi harjoittelun

6.1.2 Haastattelu

Tutkimushenkilöiden terveydentilaa selvitettiin haastattelemalla. Haastattelun avulla saatiin informaatiota tutkittavien terveydestä sekä liikkumis- ja toimintakyvystä. Haastattelussa saatiin tietoa liittyen perussairauksiin, kaatumishistoriaan viimeisen vuoden kuluessa, lääkitykseen, apuvälineisiin sekä näköön ja kuuloon. (Liite 1).

6.2 Mittaustapahtuman kuvaus

Tasapainomittaukset tehtiin viikko ennen tasapainointervention käynnistymistä ja välittömästi neljän viikon harjoittelun jälkeen. Mittaukset suoritti kaikilla kerroilla sama tehtävään koulutettu Nääsville ry:n fysioterapeutti. Mittauksiin kului aikaa tutkimushenkilön osalta noin 1,5 tuntia. Sekä Bergin tasapainotesti että mittaukset

Good Balance laitteistolla suoritettiin ilman kenkiä. Mittaaja tarkkaili jokaisessa mittausvaiheessa ja – suorituksessa tutkimushenkilöä. Mikäli mittaus jouduttiin keskeyttämään tutkimushenkilöstä johtuvasta syystä, kirjattiin tulokseksi siihen mennessä paras mittaustulos. Jokaisen mittauksen eteneminen selostettiin tutkimushenkilölle.

6.2.1 Antropometriset mittaukset

Alkumittauksissa selvitettiin tutkimushenkilöiden antropometrisia ominaisuuksia mittaamalla paino ja pituus. Paino mitattiin 0,1 kg:n tarkkuudella ja pituus 1 cm tarkkuudella. Taulukossa 1 sivulla 32 on esitetty tutkimushenkilöiden ikä, paino ja pituus.

6.2.2 Tasapainomittaus

Tasapainomittaukset suoritettiin Good Balance järjestelmällä (Metitur Oy, Palokka, Suomi). Järjestelmän pääosat ovat tasasivuisen kolmion muotoinen voimalevy, sitä ympäröivä kehikko ja tukikaiteet, voimavahvistin, vahvistimelta tulevat jännitesignaalit numeeriseen muotoon muuttava analogia/digitaalimuunnin ja mikrotietokone mahdollisine tulostuslaitteineen. Tasapainon mittaus ja harjoittelu perustuvat seisoma-alustaan kohdistuvien pystysuuntaisten voimien mittaamiseen ja analysointiin. Näitä pystysuuntaisia voimia mitataan kolmionmuotoisen voimalevyn kuhunkin kärkeen sijoitetun anturin avulla. Anturit havaitsevat hyvinkin pieniä voimatason ja sitä kautta asennon muutoksia. Kultakin kolmelta kanavalta saatava voimasignaali muunnetaan numeeriseen muotoon 50 Hz taajuudella ja siirretään sarjaväylän kautta aluksi tietokoneen keskusmuistiin ja mittauksen päätyttyä kiintolevyille. (Good Balance 2002.)

Voimalevyä ympäröivän kehikon ja kaiteiden tarkoituksena on tarjota tutkittavalle tai tasapainoan harjoittavalle henkilölle sellainen olosuhde, johon ei liity pelkoa esimerkiksi levyttä alas horjahtamisesta. Samaa tarkoitusta varten voimalevystä on tehty mahdollisimman matala, lisäksi matalan levyn päälle on helppo nousta. (Good Balance 2002.)

Staattista tasapainoa mitattaessa tutkimushenkilölle korostettiin, että hänen tuli pyrkiä mahdollisimman vakaaseen ja huojumattomaan asentoon ja sen säilyttämiseen koko mittauksen ajan. Staattista tasapainoa mitattiin tutkimushenkilön seistessä voimalevyllä neljässä eri testiasennossa: 1) normaali seisoma asento silmät auki 30 sekuntia, katse fiksoituna kahden metrin päässä olevaan kohteeseen, kädet ristissä vartalon edessä, 2) normaali seisoma asento kuten edellisessä mittauksessa, mutta silmät kiinni 30 sekuntia, 3) seisominen jalat vierekkäin silmät auki 30 sekuntia, katse fiksoituna kahden metrin päässä olevaan kohteeseen, kädet ristissä vartalon edessä, 4) semitandem seisonta silmät auki 20 sekuntia, katse fiksoituna kahden metrin päässä olevaan kohteeseen, kädet ristissä vartalon edessä.

Mittaukset toteutettiin samalla tavalla jokaiselle tutkimushenkilölle, aloittaen helpoimmasta testistä. Tutkimushenkilöllä oli mahdollisuus kahteen yritykseen jokaisessa mittauksessa, joista analyysiin valittiin suoritus, jossa oli pienin vauhtimomentti.

Staattisissa mittauksissa käytettiin seuraavia muuttujia: henkilön painekeskipisteen sijainnin muutoksen keskimääräistä nopeutta sekä eteen-taakse että sivusuunnassa ja vauhtimomenttia. Keskimääräinen x-nopeus kuvaa voimavaikutuksien keskipisteen keskimääräistä nopeutta x-suunnassa mm/s ja keskimääräinen y-nopeus kuvaa voimavaikutuksien keskipisteen keskimääräistä nopeutta y-suunnassa mm/s. (Good Balance 2002.) Vauhtimomentti lasketaan keskiarvoalueena painekeskipisteen liikkeestä jokaisen mittaussekunnin aikana. Laskemisessa huomioidaan etäisyys testin aikaisesta geometrisestä keskikohdasta sekä liikenopeus. (Era ym. 1996.)

Dynaamisissa testeissä tutkimushenkilön tarkoituksena oli käydä mittausreitti läpi mahdollisimman nopeasti ja tarkasti turhia liikkeitä välttäen. Dynaamista tasapainoa mitattiin tutkimushenkilön muuttaessa kehonsa painopistettä voimalevyllä koskettaakseen tietokoneen näytöllä näkyviä laatikoita tietyssä järjestyksessä. Tutkimuksessa käytettiin kolmea erilaista testirataa: A) painonsiirto edessä oleviin kohteisiin, B) ympyrärata, C) nelikkotesti. Tutkimushenkilöt ohjattiin seisomaan voimalevyllä noin 30 cm levyisessä haara-asennossa, kädet vapaasti vartalon sivulla. Dynaamisten testien mittausreitit on esitetty kuvassa 2. Dynaamisissa mittauksissa käytettiin seuraavia muuttujia: testiradasta suoriutumiseen käytetty aika sekunteina

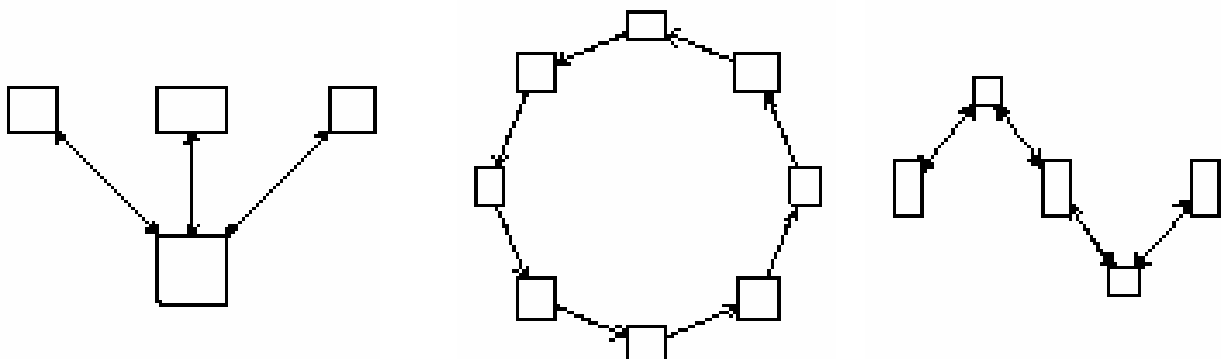
sekä testiradan läpikäymiseen käytetty matka millimetreinä. Mittaukset toteutettiin samalla tavalla jokaiselle tutkimushenkilölle. Tutkimushenkilöllä oli mahdollisuus viiteen yritykseen jokaisessa mittauksessa, joista analyysiin valittiin suoritus, jossa oli nopein suoritus aika.

Bergin tasapainotestin avulla oli tarkoituksena mitata toiminnallista tasapainoa. Testissä tasapainoa arvioitiin neljäntoista erilaisen tehtävän avulla. Tehtävät sisälsivät muun muassa istumista, seisomista, kurkottamista sekä kääntymistä. (Berg ym. 1989.)



Good Balance –laite

Kuva 3. Dynaamiset mittausreitit (A, B, C)



6.3 Tasapainointerventio

Koeryhmään (n=13) satunnaistetut naiset harjoittelivat tietokoneistetulla voimalevyllä fysioterapeutin ohjaamana neljän viikon ajan kaksi kertaa viikossa. Harjoittelu toteutettiin Nääsville ry:n toimesta Sumeliuksenkadun Klubi Oy:n tiloissa Tampereella. Harjoittelun avulla pyrittiin lisäämään tietoa oman kehon tahdonalaisesta liikkuttamisesta. Tavoitteena oli parantaa tasapainoa näköpalautteen toimiessa oppimisen apuvälineenä aistikanavien tuottaman tiedon käsittelyssä ja tehokkaiden vasteiden valinnassa. Harjoittelu toteutettiin samalla rakenteella kaikille koeryhmään kuuluville. Lisäksi jokaisen yksilön kohdalla harjoittelusta pyrittiin tekemään mahdollisimman haasteellinen, jotta asennonhallintakykyyn saatiin positiivisia muutoksia. Harjoittelun kesto oli noin 30 minuuttia kerrallaan.

Harjoittelun tavoitteena oli opettaa koeryhmäläisiä kontrolloimaan painopistettä dynaamisten liikkeiden aikana, kuten painonsiirroissa sekä erilaisissa askellus-sarjoissa. Harjoittelussa käytettiin vaikeusasteeltaan erilaisia tukipintoja, hyödynnettiin eri liikesuuntia, suoritettiin liikkeitä eri nopeuksilla sekä toteutettiin harjoitteita pehmeällä alustalla. Koehenkilöitä rohkaistiin viemään painopistettään lähelle tukipinnan reunaa. Harjoittelussa käytettiin myös erilaisia pään liikkeitä sekä verbaalisia tehtäviä. Lisäksi suoritettiin kognitiivisia harjoitteita dynaamisten harjoitteiden yhteydessä. Harjoitteiden avulla pyrittiin kuormittamaan asennonhallinta järjestelmää. Tehtävissä koehenkilöiden tuli muun muassa luetella eri kirjaimilla alkavia miesten nimiä sekä kaupunkeja. Koe- ja kontrolliryhmään kuuluneita kehoitettiin jatkamaan tavanomaisia päivärutiinejaan. Lisäksi heitä informoitiin säilyttämään fyysisen aktiivisuutensa taso muuttumattomana. Tasapainointervention sisältö on esitetty liitteessä 2.

6.4 Tilastolliset analysointimenetelmät

Tutkimusaineiston analysoinnissa käytettiin SPSS 11.5 tilasto-ohjelmaa. Luokitteluasteikollisista muuttujista (kaatumishistoria, apuvälineet) laskettiin frekvenssit sekä prosenttiosuudet ryhmittäin sekä tutkimusjoukolle kokonaisuutena.

Jatkuvien muuttujien kohdalla analysoitiin keskiarvot ja keskihajonnat kaikilla mittauskerroilla. Jatkuvien muuttujien normalisuus testattiin Shapiro-Wilk testillä. Yhden tutkittavan kohdalla kaksi staattisen mittauksen (silmät kiinni eteen - taakse sekä vauhtimomentti) tulosta jouduttiin sulkemaan analyysin ulkopuolelle liian suurten huojunta-arvojen takia. Toisen tutkittavan kohdalla dynaamisen ympyrätestin tulokset jätettiin analyysin ulkopuolelle liian suurten arvojen vuoksi. Viisi tutkimushenkilöä ei kyennyt suorittamaan alkumittauksissa dynaamista ympyrätestiä, joten heidät jätettiin analyysin ulkopuolelle. Ryhmien välinen eroavaisuus alkumittauksissa testattiin Studentin t-testillä. Luokitteluasteikollisten muuttujien kohdalla käytettiin χ^2 -testiä.

Intervention jälkeen laskettiin tasapaino muuttujissa muutosprosentteja alkutilanteeseen verrattuna. Ryhmien sisällä tapahtuvia muutoksia ajassa verrattiin parillisen t-testin avulla. Ryhmien välisiä muutoksia tarkasteltiin toistettujen mittausten varianssianalyysin avulla. Tutkimuksen tulososuudessa käytettiin tilastollisen merkitsevyyden rajana viittä prosenttia ($p < 0.05$.)

7. TUTKIMUSTULOKSET

7.1 Tutkittavat henkilöt

Tutkittavien ikäjakauma oli 70–85 vuotta ja keski-ikä 74,5 vuotta. Kaikki tutkimushenkilöt (n=23) olivat itsenäisesti asuvia naisia. Kaksi yleisintä kroonista sairautta tutkimushenkilöillä olivat nivelrikko (52 %) sekä verenpainetauti (30 %). 47,8 % tutkimushenkilöistä kertoi kaatuneensa viimeisen vuoden kuluessa ja apuvälineitä käytti 26,1 %. Tutkittavat ryhmät eivät eronneet iän, pituuden, painon, kroonisten sairauksien lukumäärän, lääkityksen lukumäärän ja edeltävän kaatumishistorian osalta tilastollisesti merkitsevästi toisistaan (Taulukko 1).

Taulukko 1. Alkumittaukseen osallistuneiden tutkimushenkilöiden ikä, pituus, paino, krooniset sairaudet (tutkittavien itse ilmoittamat), lääkitys (tutkittavien itse ilmoittamat), kaatumishistoria ja apuvälineiden käyttö. (keskiarvo, keskihajonta, prosentuaalinen osuus diskreettien muuttujien kohdalla)

Muuttuja	Ryhmä		
	Koeryhmä (n=13)	Kontrolliryhmä (n=10)	p-arvo
	ka (SD)	ka (SD)	
Ikä, vuosina	74 (3,6)	74,9 (6,0)	0,681
Pituus, cm	160 (5,7)	161 (5,3)	0,572
Paino, kg	76,6 (14,1)	71,6 (11,8)	0,378
Krooniset sairaudet, (kpl)	2,5 (1,8)	2,3 (1,1)	0,715
Lääkitys, (kpl)	2,9 (2,8)	2,8 (1,9)	0,965
	Kyllä / Ei	Kyllä / Ei	
Kaatumishistoria viimeisen vuoden kuluessa (%)	61,5% / 38,5%	30% / 70%	0,133
	Kyllä / Ei	Kyllä / Ei	
Apuvälineet	30,8% / 69,2%	20% / 80%	0,560

7.2 Tasapainointervention vaikutukset

Koeryhmään kuuluneista kolmestatoista tutkimushenkilöstä yksitoista osallistui jokaiseen harjoituskertaan. Harjoituskertoja kertyi yhteensä 88 kappaletta. Kaksi koeryhmään kuulunutta tutkimushenkilöä joutui lopettamaan tutkimuksen kesken. Molemmat joutuivat sairaalahoitoon, toinen onnettomuuden ja toinen akuutin sairastumisen vuoksi.

Ryhmien välillä ei löydetty tilastollisesti merkitsevää eroa alkumittauksissa. Neljän viikon tasapainointervention jälkeen koe – ja kontrolliryhmän välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa staattista tasapainoa mitattaessa. Koeryhmäläisten huojunta staattisissa mittauksissa oli lisääntynyt keskimäärin 8,7 %, kun vastaava luku kontrolliryhmäläisillä oli 6,6 %.

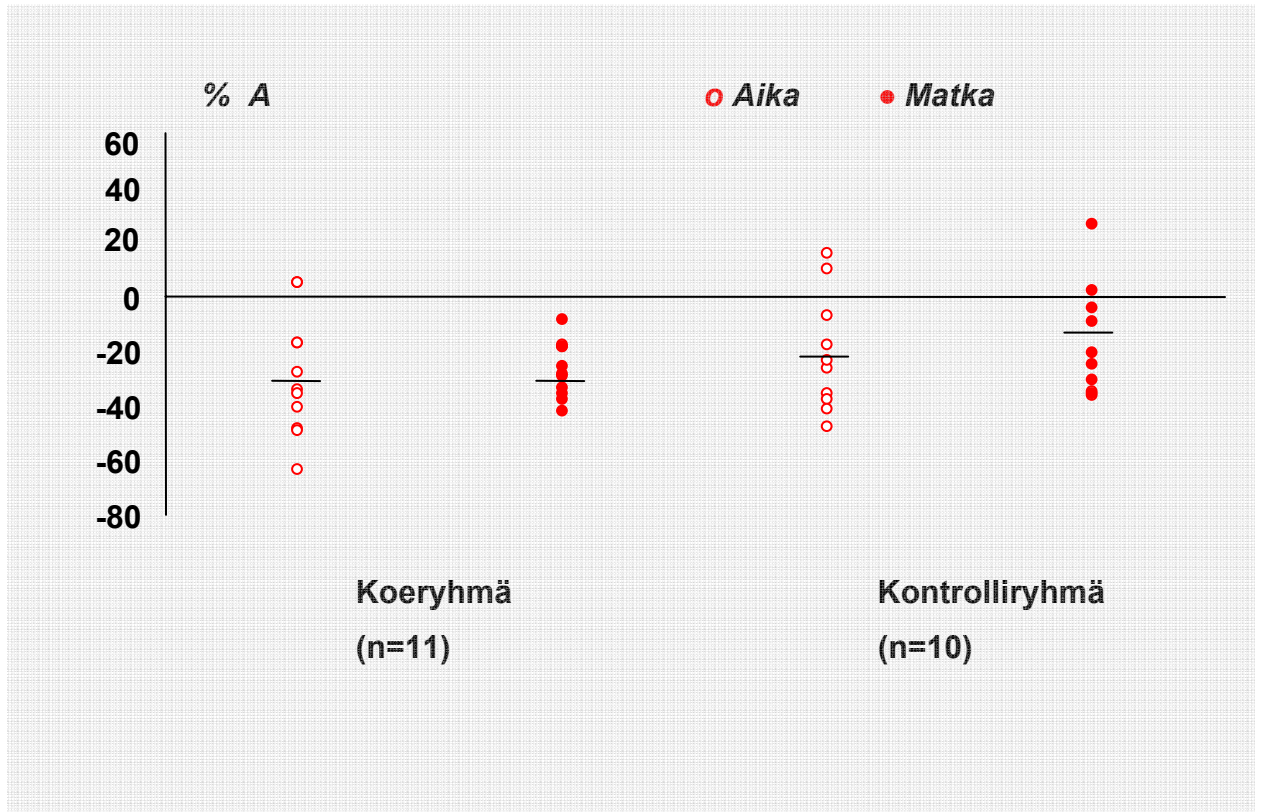
Dynaamisten testien tulokset on esitetty taulukossa 2, sivulla 32. Dynaamisten testien A, B ja C yksilölliset prosentuaaliset muutokset suoritusajassa ja matkassa neljän viikon intervention jälkeen on esitetty kuvissa 3-5, sivuilla 33–35.

Koeryhmäläisten testiradan läpikäymiseen käytetty suoritus aika sekä matka vähentyivät jokaisen kolmen testin kohdalla. Koeryhmäläiset paransivat testiradan läpikäymiseen käytettävää suoritus aikaansa keskimäärin 22,9 %. Kontrolliryhmäläisten suoritus aika sen sijaan heikkeni keskimäärin 4,3 %. Testiradan läpikäymiseen käytetty suoritusmatka lyheni koeryhmäläisillä keskimäärin 22,5 % kun se kontrolliryhmäläisten kohdalla lisääntyi 0,7 %. Tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus koe – ja kontrolliryhmän välillä saatiin testiradan B läpikäymiseen käytetyssä ajassa ($p=0,008$) sekä matkassa ($p=0,008$). Koeryhmäläiset paransivat Bergin tasapainomittaus tulostaan keskimäärin 2,7 % kun vastaava luku kontrolliryhmäläisten kohdalla oli 1,6 % (taulukko 2.)

Taulukko 2. Suoritusajan sekä matkan muutokset kolmessa dynaamisessa tasapainotestissä (kuva 3) sekä Bergin tasapainotestin tulokset alkumittauksessa ja neljän viikon jälkeen (keskiarvot, keskihajonnat). Muuttujien arvoissa neljän viikon aikana tapahtuneet muutokset laskettiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä.

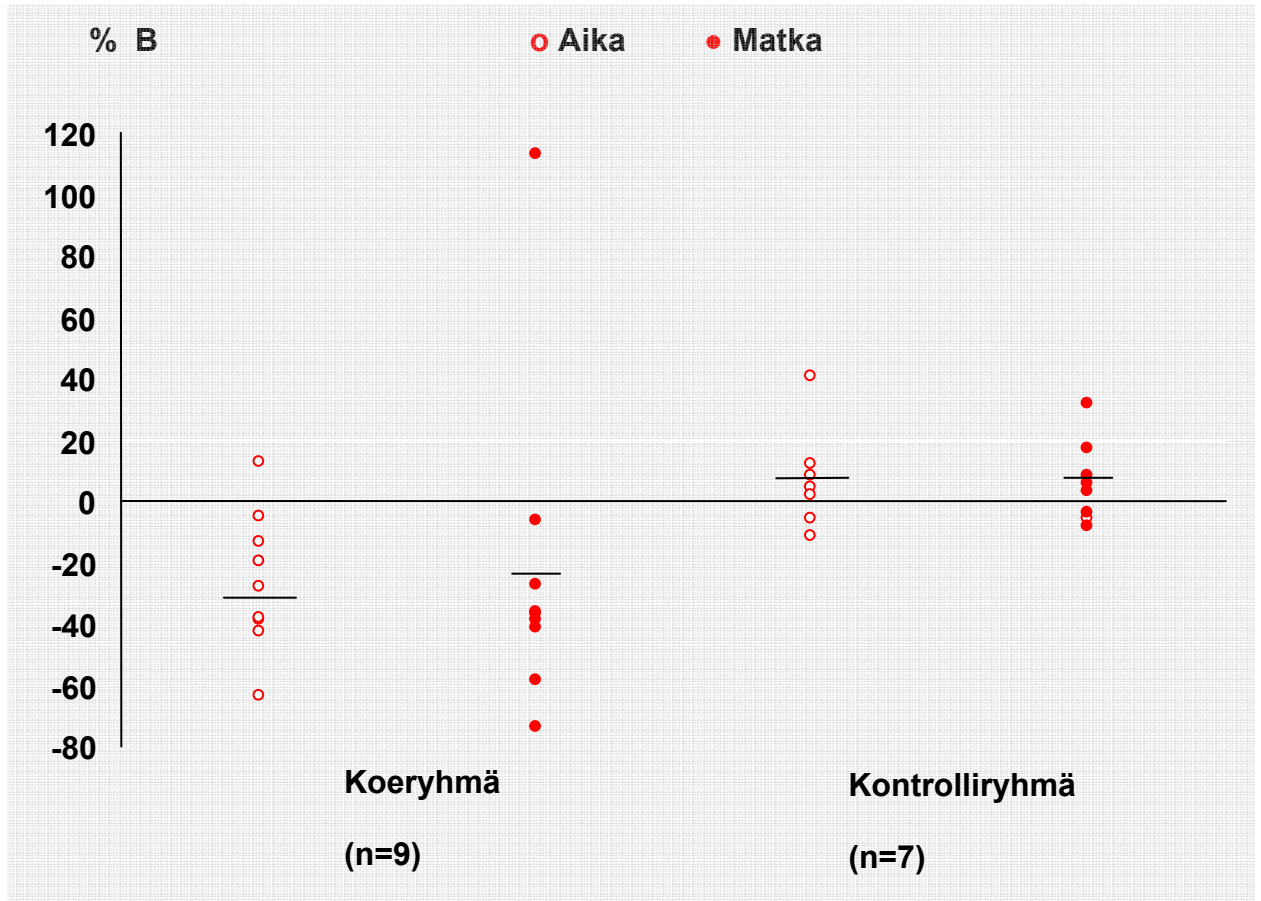
Testi	Koeryhmä n=13		Kontrolliryhmä n=10		ANOVA (p)		
	Alkumittaus	4 viikkoa	Alkumittaus	4 viikkoa	Ryhmä	Aika	Yhdysvaikutus
A							
Aika(s)	20,5 (9,7)	12,54 (2,6)	20,7 (7,7)	15,9 (6,6)	0,482	0,002	0,429
Matka(mm)	1026,4 (696)	719,1 (473)	1194,6 (450)	965,3 (370)	0,350	0,001	0,596
B							
Aika(s)	24,8 (8,6)	18,6 (6,9)	18,6 (4,6)	19,9 (5,8)	0,955	0,073	0,008
Matka(mm)	2206,1 (1404)	1347,6 (1404)	1698,2 (717)	1881,9 (801)	0,501	0,041	0,008
C							
Aika(s)	19,7 (5,4)	15,6 (2,4)	18,2 (6,3)	19,5 (13,1)	0,595	0,464	0,103
Matka(mm)	1354,9 (924)	971,2 (512)	1296,9 (463)	1390,3 (774)	0,488	0,408	0,174
Berg	49,9 (7,6)	51,4 (5,3)	52,8 (4,0)	53,7 (3,3)	0,310	0,086	0,558

Dynaamisten testien yksilölliset prosentuaaliset muutokset suoritusajassa ja -matkassa, neljän viikon intervention jälkeen ovat esiteltynä kuvissa 3-5. Dynaamisessa testissä A koeryhmä paransi suoritusajansa keskimäärin 29,5 % verrattuna kontrolliryhmän 21,3 % parannukseen. Koeryhmä paransi suoritusmatkaansa keskimäärin 27 % verrattuna kontrolliryhmän 16,9 % parannukseen.



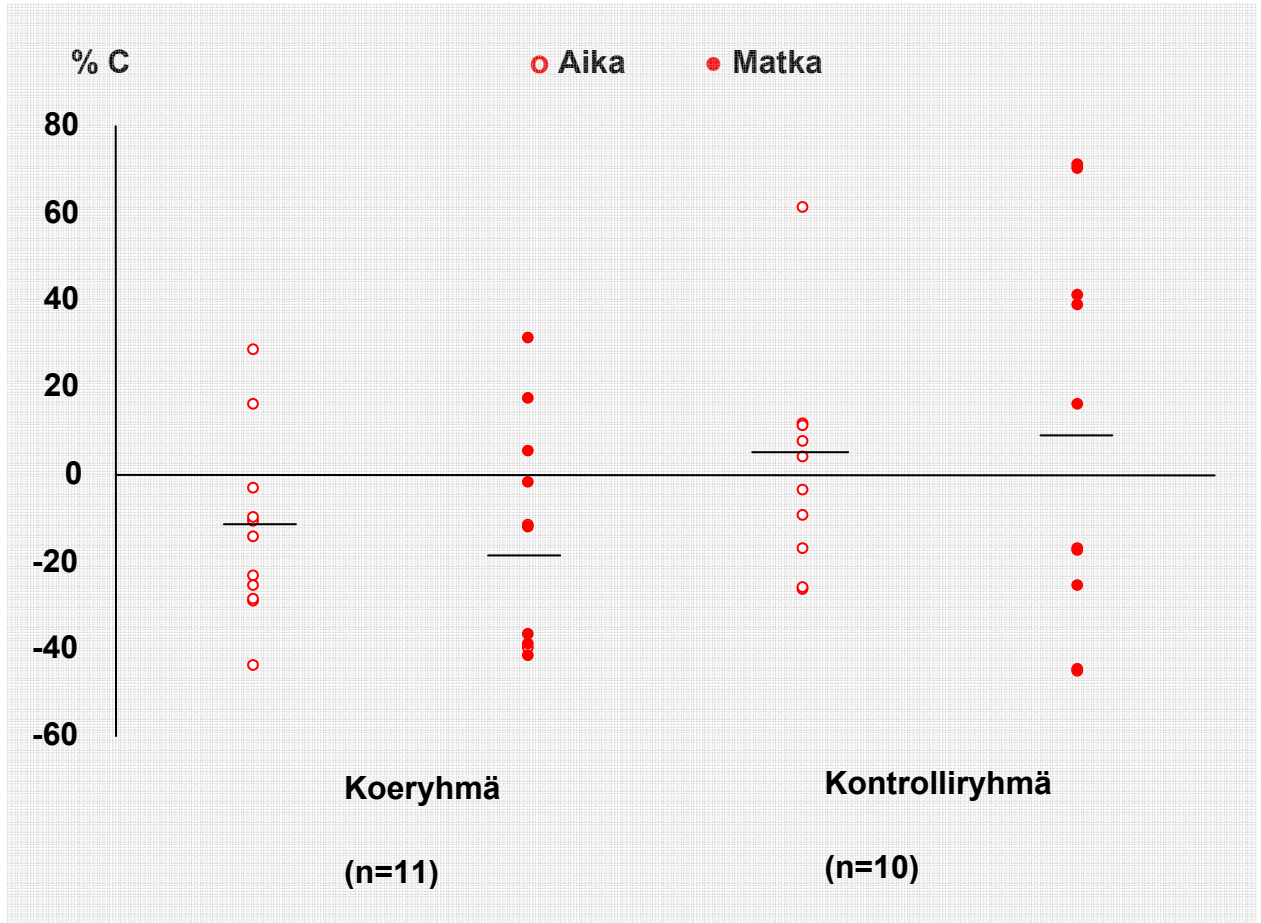
Kuva 4. Dynaamisen testin A yksilölliset prosentuaaliset muutokset suoritusajassa ja matkassa neljän viikon intervention jälkeen. Horisontaali viiva osoittaa ryhmän keskiarvon

Dynaamisessa testissä B koeryhmä paransi suoritusajansa keskimäärin 26,1 % kun kontrolliryhmäläisten vastaava aika heikkeni keskimäärin 7,1 %. Koeryhmä paransi suoritusmatkaansa keskimäärin 22,8 % kun kontrolliryhmäläisten vastaava matka lisääntyi keskimäärin 6 %.



Kuva 5. Dynaamisen testin B yksilölliset prosentuaaliset muutokset suoritusajassa ja matkassa neljän viikon intervention jälkeen. Horisontaali viiva osoittaa ryhmän keskiarvon.

Dynaamisessa testissä C koeryhmä paransi suoritusajansa keskimäärin 13,1 % kun kontrolliryhmäläisten vastaava aika heikkeni 1,3 %. Koeryhmään kuuluneet tutkimushenkilöt lyhensivät myös suoritusmatkaansa keskimäärin 17,7 % kun kontrolliryhmäläisten vastaava matka lisääntyi keskimäärin 8,7 %.



Kuva 6. Dynaamisen testin C yksilölliset prosentuaaliset muutokset suoritusajassa ja matkassa neljän viikon intervention jälkeen. Horisontaali viiva osoittaa ryhmän keskiarvon.

8. POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää näköpalautteeseen perustuvan harjoittelun vaikutusta ikääntyneiden naisten tasapainoon. Harjoittelu toteutettiin neljän viikon interventiona fysioterapeutin yksilöllisessä ohjauksessa. Yhteenvetona voidaan todeta, että harjoittelu vaikutti positiivisesti ikääntyneiden naisten dynaamiseen tasapainoon. Koeryhmään kuuluneet tutkimushenkilöt oppivat siirtämään painopistettään testiradoilla nopeammin ja tarkemmin. Tilastollisesti merkitsevä yhdysvaikutus ryhmien välillä saatiin dynaamisen ympyräradan suoritusajassa sekä matkassa. Harjoitteluinterventiolla ei ollut vaikutusta staattiseen tasapainoon, eikä niin ikään toiminnalliseen tasapainoon.

Koeryhmäläisten huojunta staattisissa mittauksissa lisääntyi keskimäärin 8,7 % kun vastaava luku kontrolliryhmäläisillä oli 6,6 %. Myös keskihajonnat olivat suuria kaikissa neljässä staattisessa testissä. Staattisissa mittauksissa saadut tutkimustulokset ovat samansuuntaisia Lichtensteinin ym. (1989) ja Judgen ym. (1993) raportoimien tulosten kanssa. He mittasivat tutkimuksissaan staattista tasapainoa voimalevytekniikan avulla vaikeusasteeltaan erilaisissa testiasennoissa. Saatujen tutkimustulosten mukaan harjoitteluintervention avulla ei kyetty saavuttamaan selkeitä muutoksia staattiseen tasapainoon vaan saadut tutkimustulokset olivat ristiriitaisia.

Tutkimuksessani käytetyn intervention frekvenssi erosi Sihvosen ym. (2004a) tutkimuksesta, jossa koeryhmään kuuluneet naiset harjoittelivat kolme kertaa viikossa fysioterapeutin yksilöllisessä ohjauksessa vastaavanlaisella näköpalautetta antavalla Good Balance – laitteistolla. Ero harjoittelun frekvenssissä saattoi osaltaan vaikuttaa siihen, ettei staattisissa mittauksissa havaittu positiivisia muutoksia.

Dynaamisten testien B ja C tuloksista (taulukko 2) on havaittavissa, kuinka interventio on vaikuttanut positiivisesti koehenkilöiden kohdalla sekä suoritusajaksi että -matkaan. Vastaavasti kontrolliryhmäläisten suoritukset niin ajan kuin matkan suhteen ovat keskimäärin huonontuneet. Positiiviset muutokset kuvastavat koeryhmään kuuluneiden suoritusvarmuuden paranemista. Tutkimuksessa ilmenevät myönteiset vaikutukset dynaamiseen tasapainoon ovat samansuuntaisia

aikaisempien tutkimusten kanssa. Hamman ym. (1992), Cheng ym. (2004) sekä Sihvonen ym. (2004a) raportoivat dynaamisen tasapainon parantuneen harjoittelun myötä. Heidän tutkimuksissaan käyttämät interventiot sisälsivät pääsääntöisesti dynaamisia tasapainoharjoitteita. Tutkimustulokset osoittavat, kuinka harjoittamalla spesifisti dynaamista tasapainoa, saadaan positiivisimmat muutokset juuri harjoitettuun ominaisuuteen.

Asennonhallintakyvyssä tapahtuneiden muutosten lisäksi suoritusvarmuuden paraneminen on merkittävää myös kaatumispelkoon liittyen. Monet kaatumispelosta kärsivät iäkkäät kokevat juuri suoritusepävarmuutta ja aitoa pelkoa päivittäisissä toiminnoissa. Kaatumispelon huomioiminen harjoittelussa ja pyrkimys sen tietoiseen poistamiseen on tärkeää. Esimerkiksi Friedmanin ym. (2002) mukaan kaatumistapaturmien on todettu vähentyneen kaatumispelon vähenemisen myötä.

Motorisen oppimisen teoria korostaa palautteen merkitystä motoristen taitojen oppimisessa. Aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet näköaistin tärkeyden yksilön oppiessa tuottamaan tehokkaita motorisia vasteita. (Hu & Woollacott 1994, Rose & Clark 2000, Sihvonen 2004.) Chengin ym. (2004), Sihvosen ym. (2004a) sekä Hammanin ym. (1992) tutkimusten perusteella on nähtävissä, että harjoittelu parantaa sensorisen integraation tehokkuutta sekä kykyä valita sopivia motorisia strategioita. Kuten Rogers ja Page (2003) toteavat, on näköaisti merkittävässä roolissa ikääntyneiden tasapainon säilyttämisessä. Näköpalautteen hyödyntäminen osana tasapainoharjoittelua on mielestäni mielenkiintoinen ja varsin vähän tutkittu aihealue.

Sihvonen (2004) toteaa väitöskirjassaan, kuinka näköaistin avulla yksilö saa käsityksen painopisteensä sijainnista sekä liikkeestä eri toimintojen aikana. Näköaistin tuottaman informaation ja palautteen avulla tahdonalainen asennonhallintakyky paranee. Mahdollisesti yksilön on myös helpompi käyttää eri aistijärjestelmiltä saamaansa informaatiota hyödykseen ja sitä kautta valita tehokkain tasapainostrategia käyttöönsä. Myös Mulder ja Hulstyn (1984) ovat esittäneet näkemyksen, jonka mukaan näköaistin avulla voidaan kompensoida mahdollisia sensomotorisia menetyksiä, joita iäkkäillä henkilöillä usein esiintyy.

Lordin ym. (1996) mukaan ikääntyneet henkilöt joutuvat arkielämässään tilanteisiin, joissa on suuri riski kaatua. Näihin tilanteisiin liittyy pääsääntöisesti tahdonalaisen liikkeen tuottaminen. Tutkimukseni intervention sisällössä pyrittiin painottamaan sitä, että jokainen yksilö pyrki huojunnan vähentämiseen painopistettä siirrettäessä. Tavoitteena oli myös stabiliteetin rajojen suurentaminen tahdonalaisesti. Näin koehenkilö oppi tuntemaan omat kykynsä ja rajoitteensa yhä paremmin. Harjoittelu oli progressiivista ja jokaisen tutkittavan suoritustasoa pyrittiin kuormittamaan mahdollisimman yksilöllisesti.

Dynaamisessa testissä A sekä koe- että kontrolliryhmään kuuluneet tutkittavat paransivat sekä suoritusaikaansa että matkaansa. Taulukosta 2 voidaan kuitenkin havaita, kuinka koeryhmän ajassa tapahtunut muutos suhteessa suoritus aikaan on ollut jyrkempää verrattuna kontrolliryhmän vastaavaan tulokseen. Näin voidaan olettaa, että mikäli harjoittelua olisi jatkettu ajallisesti pidempään, olisivat ryhmät luultavasti eronneet toisistaan.

Toisen oletukseni mukaan testissä A käytetty skaala (80) ei ollut tarpeeksi haasteellinen ja siten riittävän herkkä tuomaan asennonhallintakyvyssä tapahtuneita muutoksia esille. Esimerkiksi Sihvonen ym. (2004a) käyttivät tutkimuksensa vastaavassa testissä skaalaa 100, jolloin tutkimushenkilöiden tuli liikuttaa painopistettään yhä lähemmäksi tukipintansa reunaa. Saatujen tutkimustulosten mukaan koe – ja kontrolliryhmän välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero neljän viikon voimalevyllä toteutetun tasapainoharjoittelun jälkeen. Ikääntyneiden toimintakyvyn laajasta vaihtelusta johtuen sopivien mittareiden valitseminen onkin varsin haastavaa ja vaatii muun muassa aikaisempien tutkimusten hyödyntämistä mittareita valittaessa.

Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta dynaamisten harjoitteiden soveltuvan niin hyvä kuin huonokuntoisille naisille. Tulosten valossa tasapainoharjoittelun vaikutukset olivat selkeimpiä toimintakyvyltään heikentyneillä naisilla. Koeryhmään kuuluneista naisista kaksi ei kyennyt esimerkiksi suoriutumaan ympyräradasta alkumittauksessa. Loppumittauksessa he kuitenkin kykenivät suorittamaan radan onnistuneesti.

Tutkimuksen yhtenä vahvuutena voidaan pitää tutkimushenkilöiden osallistuvuutta tutkimukseen. Harjoitteluun sitoutumista kuvasi erinomaisesti se, että poissaoloja ei esiintynyt lainkaan. Erityisen hienoa oli huomata, kuinka myös iäkkäämmät henkilöt jaksoivat sitoutua harjoitteluun kuukauden ajaksi. Niin mittausten kuin harjoittelun aikana ei tapahtunut tapaturmia. Apuna toimintakyvyltään heikentyneille naisille oli järjestetty kuljetuspalvelu. Kuljetuksen järjestäminen tukee Hauerin ym. (2003) näkemystä, jonka mukaan kuljetuspalvelun järjestäminen on yksi säännöllisen harjoittelun kulmakivistä.

Tutkimuksen vahvuutena voidaan pitää myös tutkimusasetelmaa ja käytettyjä menetelmiä. Koehenkilöiden sisäänottokriteereistä pyrittiin tekemään melko tiukat, jotta tutkimusjoukko olisi ollut mahdollisimman homogeeninen ja samalla edustanut riittävän hyvin perusjoukkoa. Homogeenisen tutkimusjoukon avulla tavoiteltiin tutkimustulosten luotettavampaa yleistämistä. Myös tutkimusjoukon koko oli suunniteltu etukäteen luotettavan tuloksen saamiseksi. Tutkimusasetelma oli satunnaistettu, kontrolloitu interventiotutkimus. Satunnaistamisella pyrittiin vähentämään sekoittavien tekijöiden vaikutusta tuloksiin. Mittausten reliabiliteettiin liittyvät uhat pyrittiin poistamaan kiinnittämällä huomio mahdollisiin satunnaisvirheisiin, jotka tässä tutkimuksessa liittyivät pääosin mittauksiin, tutkimushenkilöihin sekä mittariin. Dynaamisissa tasapainomittauksissa pyrittiin toistettavuuteen. Dynaamisten testien kohdalla tutkimushenkilöillä oli viisi yritystä kutakin testiä kohden, joista analyysiin valittiin suoritus, jossa oli nopein suoritus aika. Tämä tukee Sihvosen ja Eran (1999) näkemystä, jonka mukaan Good Balance –laitteella tehtyjä mittauksia tulisi toistaa useammin kuin kaksi kertaa, jotta mittauskertojen välinen vaihtelu nähdään luotettavasti.

Tasapainomittaukset sekä -harjoittelu tapahtui yhden tehtävään koulutetun fysioterapeutin ohjaamana, joka osaltaan parantaa mittaustulosten luotettavuutta. Ammattitaitoisen mittaajan avulla vältettiin mahdolliset virhelähteet huomioimalla tutkittavan vartalon asennon muutokset tai sijoittuminen väärin voimalevyille. Myös mittauspaikkaan, ohjeiden yhdenmukaisuuteen, mittaustilanteen ilmapiiriin, suoritusturvallisuuteen sekä laitteiston kalibrointiin kiinnitettiin huomio jo tutkimuksen suunnitteluvaiheessa. Harjoitteluinterventio oli suunniteltu etukäteen ja siinä oli hyödynnetty vastaavanlaisten aiemmin toteutettujen tutkimusten tuloksia.

Tutkimuksen heikkouksia tarkasteltaessa huomio kiinnittyy tutkimusjoukon kokoon. Tavoitteena oli, että tutkimukseen olisi osallistunut 30 tutkimushenkilöä. Pääosin kiireellisen aikataulun vuoksi tutkimusryhmän koko (n=23) jäi kuitenkin oletettua pienemmäksi. Tutkimuksen luotettavuutta tarkasteltaessa tulee huomioida aineiston pieni koko ja sen asettamat tulosten yleistettävyyden rajoitukset. Tutkimuksen mittaukset sekä harjoittelun ohjasi sama henkilö. Tulosten luotettavuuden kannalta tulisi jatkossa pohtia mittajaan sokkouttamista. Käytännössä tämä vaatii sen, että mittaukset ja harjoittelun suorittaa eri henkilö. Tutkimusjoukon iän vaihteluvälin pituus oli verrattain suuri (15v.). Ikäerot taas vaikuttivat siihen, että joidenkin iäkkäimpien tutkimushenkilöiden tasapaino oli huomattavasti nuorempia heikompi. Osa huojunta-arvoista osoittautui niin suuriksi, että ne oli jätettävä analyysin ulkopuolelle. Osalle iäkkäimmistä tutkimushenkilöistä ympyrärata oli myös liian vaikea suorittaa. Toisaalta kaksi koeryhmäläistä, jotka olivat kykenemättömiä suorittamaan ympyrärataa alkumittauksessa, kykenivät suorittamaan radan loppumittauksessa. Vastaavanlaisia tutkimuksia tehtäessä iän vaihteluvälin pituutta kannattaakin tarkoin harkita. Myös suuremmalla otoskoolla saavutetaan tutkimustulosten luotettavampi yleistettävyys.

Bergin tasapainotesti ei soveltunut toiminnallisen tasapainon mittariksi tässä tutkimuksessa. Testissä käytettävien tehtävien suorittaminen osoittautui liian helpoksi suurimmalta osalta tutkimushenkilöistä. Alkumittauksesta saadut pistemäärät olivat lähellä maksimipistemäärää. Tutkimustulokseni eroavat Rose & Clarkin (2000) ja Sihvosen ym. (2004a) tutkimuksista, joissa toiminnallisen tasapainon raportoitiin parantuneen koeryhmiin kuuluneilla tilastollisesti merkitsevästi. Oletettavasti merkittävin syy tutkimustulosten eroavaisuuteen on tutkimukseeni osallistuneiden henkilöiden matalampi keski-ikä ja parempi toimintakyky. Vastaavanlaisia tutkimuksia suunniteltaessa tuleekin arvioida tarkasti, millä mittarilla toiminnallista tasapainoa aiotaan mitata. Voimalevyllä toteutettuihin tasapainomittauksiin liittyvänä ongelmana voidaan pitää käytettäviin muuttujiin liittyvää problematiikkaa. Ihannetilanteessa dynaamista tasapainoa tulisi mitata yhden muuttujan avulla. Tätä on jo kokeiltu käytännössä, mutta muuttujaa ei ole saatu riittävän luotettavaksi. Edelleen joudutaan käyttämään aikaa ja matkaa erillisinä muuttujina, vaikka kyse on yhdestä suorituksesta. Tulevaisuuden tavoitteena olisikin kehittää yksi dynaamista tasapainoa luotettavasti kuvaava muuttuja.

Tasapainon parantamiseen kohdistuneita interventiotutkimuksia on tehty viime vuosina useita. Saadut tutkimustulokset ovat olleet ristiriitaisia. Yhdistetyillä tasapaino- ja lihasvoimainterventioilla on kuitenkin saatu aikaan positiivisia muutoksia asennonhallintakykyyn. On edelleen epäselvää, minkälaista optimaalisen tasapainoharjoittelun tulisi olla muodoltaan, kestoaltaan ja intensiteetiltään. Tässä tutkimuksessa toteutettu ohjelma vaikuttaa tutkimustulosten valossa lupaavalta, helposti ja turvallisesti toteutettavissa olevalta menetelmältä tasapainon parantamisessa.

Hill ym. (2002) ovat todenneet, kuinka kaatumisten ennaltaehkäisyyn tähdänneiden interventioiden avulla ei ole kyetty riittävän tehokkaasti vähentämään kaatumisista seuranneita kansanterveydellisiä ongelmia. Asennonhallintakyvyn sekä siihen liittyvien ikääntymismuutosten tutkiminen yhdessä uudentyyppisten interventioiden kanssa on tärkeää. Näin kyetään tulevaisuudessa luomaan edellytykset laadukkaalle ja turvalliselle ikääntymiselle ja vaikuttamaan sosiaali- ja terveydenhuollon menoihin.

Heikentynyt tasapaino on yksi kaatumisen riskitekijöistä, joten ennaltaehkäisevien tasapainointerventioiden kehittäminen luo edellytyksiä laadukkaalle ikääntymiselle ja auttaa sosiaali- ja terveydenhuollon kustannusten hallintaa. Tutkimuksen johtopäätöksenä voidaan todeta, että neljän viikon näköpalautteeseen perustuva harjoittelu vaikutti positiivisesti ikääntyneiden naisten dynaamiseen tasapainoon. Koeryhmään kuuluneet tutkimushenkilöt oppivat siirtämään painopistettään testiradoilla nopeammin ja tarkemmin. Tutkimuksen toteutus onnistui suunnitelmien mukaisesti ja tutkimushenkilöiltä saadun palautteen sekä omien kokemusten mukaan vastaavanlaista harjoittelumuotoa voidaan hyödyntää jatkossa myös käytännön työssä.

Tämän tutkimuksen avoimeksi kysymykseksi jäivät koeryhmään kuuluneiden omat kokemukset harjoittelusta. Miten koeryhmään kuuluneet kokivat harjoittelun ja sen vaikutuksen liikkumis- ja toimintakykyyn? Mitkä tekijät motivoivat heitä osallistumaan harjoitteluun? Minkälaisena he kokivat yksilöllisen harjoittelun? Etsimällä vastaukset näihin kysymyksiin esimerkiksi laadullisten tutkimusmenetelmien avulla voisi antaa lisää tietoa harjoittelun käytännön toteutettavuudesta. Näin harjoittelusta voitaisiin kehittää motivoivaa ja ennen kaikkea säännöllistä ja pitkäkestoista.

LÄHTEET

- Aalto H. 1997. Force Platform Posturography: methodological aspects and practical applications (Academic dissertation). Department of Otolaryngology, Faculty of Medicine and Department of Physics of Sciences University of Helsinki. Helsinki. Tummavuoren kirjapaino Oy.
- Alaranta H, Moffroid M, Elmqvist LG. 1994. Postural control of adults with musculoskeletal impairment. *Crit Rev Phys Rehab Med.* 6, 337-370.
- Allison L. 1995. Balance Disorders. Teoksessa Umphred D A (toim.) *Neurological Rehabilitation*. St. Louis, MO: Mosby Year Book Inc, 803-837.
- Amiridis IG, Hatzitaki V, Arabatzi F. 2003. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neurosci Lett.* 350, 137-140.
- Badge MB, Shea TA, Miedaner JA, Grove CR. 2004. Outcomes after rehabilitation for adults with balance dysfunction. *Arch Phys Med Rehabil.* 85, 227-33.
- Baloh R, Corona S, Jacobson K, Enrietto J, Bell T. 1998. A prospective study of posturography in normal older people. *J Am Geriatr Soc.* 46, 438-443.
- Barnett, A, Smith B, Lord SR, Williams M, Baumand A. 2003. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. *Age Ageing.* 32, 407-414.
- Barona R, Zapater E, Montalt J, Armengot M, Basterra J. 1994. The effect of visual feedback exercises on balance in normal subjects. *Acta Otorhinolaringol Esp.* 45, 161-165.
- Berg K, Wood-Dauphine`e S, Williams J, Gayton D. 1989. Measuring balance in the elderly. Preliminary development of an instrument . *Physiother Can.* 41, 304-311.
- Bloem BR, Allum JHJ, Carpenter MG, Honegger F. 2000. Is lower leg proprioception essential for triggering human automatic postural responses?. *Exp Brain Res.* 130, 375-391.
- Brauer SG, Burns Y, Galley P. 2000. Postural stability measures predict falls in community-dwelling elderly. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 55A, M469-M476.
- Camicioli R, Panzer V, Kaye J. 1997. Balance in healthy elderly. Posturography and clinical assessment. *Arch Neur.* 54, 976-981.
- Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Buchner DM. 1999. Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age Ageing.* 28, 513-518.
- Cham R, Redfern MS. 2001. Lower extremity corrective reactions to slip events. *J Biomech.* 34, 1439-1445.

Cheng PT, Wang CM, Chung CY, Chen CL. 2004. Effects of visual feedback rhythmic weight-shift training on hemiplegic stroke patients. *Clin Rehab.* 18, 747-753.

Cumming RG. 2002. Intervention strategies and risk-factor modification for falls prevention. A review of recent intervention studies. *Clin Geriatr Med.* 18, 175-189.

Daubney ME, Culham EG. 1999. Lower-extremity muscle force and balance performance in adults aged 65 years and older. *Phys Ther.* 79, 1177-1185.

Du Pasquier RS, Blanc Y, Sinnreich M, Landis T, Burkhard P, Vingerhoets FJG. 2003. The effect of aging on postural stability: a cross sectional and longitudinal study. *Neurophy Clin.* 33, 213-218.

Earles DR, Judge JO, Gunnarsson OT. 2000. Velocity training induces power-specific adaptations in highly functioning older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 82, 872-878.

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

Era P, Schroll M, Ytting H, Gause-Nilsson I, Heikkinen E, Steen B. 1996. Postural balance and its sensory-motor correlates in 75-year-old men and women: A cross-national comparative study. *J Gerontol. Med Sci.* 51A, M53-M63.

Era P, Heikkinen E, Gause-Nilsson I, Schroll M. 2002. Postural balance in elderly people: Changes over a five-year follow-up and its predicative value for survival. *Aging Clin Exp Res.* 14, 37-46.

Evans WJ. 1995. What is sarcopenia? *J Gerontol* 50, 5-8.

Flores AM. 1992. Objective measurement of standing balance. *Neur Rep.* 16, 17-21.

Friedman SM, Munoz B, West SK, Rubin GS, Fried LP. 2002. Falls and fear of falling: Which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *J Am Geriatr Soc.* 50, 1329-1335.

Frontera WR, Hughes VA, Lutz KJ, Evans WJ. 1991. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol.* 71, 644-650.

Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. 2000. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 88, 1321-1326.

Gardner MM, Robertson MC, Campbell AJ. 2000. Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people: a review of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 34, 7-17.

Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, Hicks RR. 2001. Balance and mobility following stroke: Effects of physical therapy interventions with and without biofeedback /forceplate training. *Phys Ther.* 81, 995-1005.

Good Balance käyttäjän opas. 2002. Metitur oy, Palokka. Suomi (www.metitur.com).

Griffin JW, Cornblath DR, Alexander E, Campbell J, Low PA, Bird S, Feldman EL. 1990. Ataxic sensory neuropathy and dorsal root ganglionitis associated with Sjogrens`s syndrome. *Ann Neurol.* 27, 304-315.

Hamman RG, Mekjavic I, Mallinson AI. 1992. Training effects during repeated therapy sessions of balance training using visual feedback. *Arch Phys Med Rehabil.* 73, 738-744.

Hansen MS, Diecmann B, Jensen K, Jakobsen BW. 2000. The reliability of balance tests performed on the kinesthetic ability trainer. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 8, 180-185.

Hansson EE, Månsson NO, Håkansson A. 2004. Effects of specific rehabilitation for dizziness among patients in primary health care. A randomized controlled trial. *Clin rehab.* 18, 558-565.

Harwood RH. 2001. Visual problems and falls. *Age Ageing.* 30, 13-18.

Hauer K, Pfisterer M, Schuler M, Bärtsch P, Oster P. 2003. Two years later: A prospective long-term follow-up of a training intervention in geriatric patients with a history of severe falls. *Arch Phys Med Rehabil.* 84, 1426-1432.

Hauer K, Specht N, Schuler M, Bärtsch P, Oster P. 2002. Intensive physical training in geriatric patients after severe falls and hip surgery. *Age Ageing.* 31, 49-57.

Hauer K, Rost B, Rutschle K, Opitz H, Specht N, Bärtsch P, Oster P, Schlierf G. 2001. Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *J Am Geriatr Soc.* 49, 10-20.

Heinonen A & Karinkanta S. 2003. Liikunta osteoporoosin ja osteoporoottien murtumien ehkäisyssä. *Suomen Lääkärilehti.* 38, 3755-3759.

Heiskanen J. & Mälkiä E. 2002. Ikääntyvät. Teoksessa Mälkiä E. & Rintala P. Uusi erityisliikunta. Liikunnan sovellukset erityisryhmille. Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro. 154. Tammer-Paino Oy; 162-169.

Hill K, Kerse N, Lentini F. 2002. Falls: a comparison of trends in community, hospital and mortality data in older Australians. *Aging Clin Exp Res.* 14, 18-27.

Horak FB, Nashner LM, Diener HC. 1990. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Exp Brain Res.* 82, 167-177.

Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. 1997. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther.* 77, 517-533.

- Hu M-H, Woollacott MH. 1994. Multisensory training of standing balance in older adults: I. Postural stability and one-leg stance balance. *J Gerontol Med Sci.* 49, M52-M61.
- Hurley M, Rees J, Newham D. 1998. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. *Age Ageing.* 27, 55-67.
- Hytönen M, Pyykkö I, Aalto H, Starck J. 1993. Postural control and age. *Acta Otolaryngol.* 113,119-122.
- Inglin B, Woollacott M. 1988. Age-related changes in anticipatory postural adjustments associated with arm movements. *J Gerontol Med Sci.* 43, M105-M113.
- Judge J, Lindsey C, Underwood M, Winsemius D. 1993. Balance improvements in older women: effects of exercise training. *Phys Ther.* 73, 254-265.
- Jäntti P, Pyykkö I. 1996. Vanhusten kaatuminen ja tasapainoon vaikuttavat tekijät. *Suomen Lääkärilehti.* 51, 415–418.
- King MB, Whipple RH, Gruman CA, Judge JO, Schmidt JA, Wolfson LI. 2002. The performance enhancement project: Improving physical performance in older persons. *Arch Phys Med Rehabil.* 83, 1060-1069.
- Konrad HR, Girardi M, Helfert R. 1999. Balance and aging. *Am Laryngolog, Rhinolog & Otololog Soc.* 109, 1454-1460.
- Koski K, Luukinen H, Laippala P, Kivelä SL. 1998. Risk factors for major injurious falls among the home-dwelling elderly by functional abilities. A prospective population-based study. *Gerontology.* 44, 232-238.
- Laughton CA, Slavin M, Katdare K, Nolan L, Bean JF, Kerrigan DC, Phillips E, Lipsitz LA, Collins JJ. 2003. Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment. *Gait and Posture.* 18, 101-108.
- Lichtenstein M, Shields S, Shiavi R, Burger C. 1989. Exercise and balance in aged women: a pilot controlled clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 70, 138-143.
- Lindle RS, Metter J, Lynch NA, Fleg JL, Fozard JL, Tobin J, Roy TA, Hurley BF. 1997. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *J Appl Physiol.* 83, 1581-1587.
- Lord SR, Clark RD, Webster IW. 1991. Visual acuity and contrast sensitivity in relation to falls in an elderly population. *Age Ageing.* 20, 175-181.
- Lord S. & Ward JA. 1994. Age-associated differences in sensori-motor function and balance in community dwelling women. *Age Ageing.* 23, 452-460.
- Lord SR, Lloyd DG, Li SK. 1996. Sensori-motor function, gait patterns and falls in community-dwelling women. *Age Ageing.* 25, 292-299.

Lord SR, Rogers MW, Howland A, Fitzpatrick R. 1999. Lateral stability, sensorimotor function and falls in older people. *J Am Geriatr Soc.* 47, 1077-1081.

Low Choy N, Brauer S, Nitz J. 2003. Changes in postural stability in women aged 20 to 80 years. *J Gerontol.* 58A, 525-530.

Lynch NA, Metter EJ, Lindle RS, Fozard JL, Tobin JD, Roy TA, Fleg JL, Hurley BF. 1999. Muscle quality. I. Age-associated differences between arm and leg muscle groups. *J Appl Physiol.* 86, 188-194.

Metter EJ, Conwit R, Tobin J, Fozard JL. 1997. Age-associated loss of power and strength in the upper extremities in women and men. *J Gerontol.* 52, B267-B276.

Minassian DC, Reidy A, Desai P, Farrow S, Vafidis G, Minassian A. 2000. The deficit in cataract surgery in England and Wales and the escalating problem of visual impairment: epidemiological modelling of the population dynamics of cataract. *Br J Ophthalmol.* 84, 4-8.

Morioka S. & Yagi F. 2003. Influence of perceptual learning on standing posture balance: repeated training for hardness discrimination of foot sole. *Gait and Posture.* 20, 36-40.

Mulder T. & Hulstyn W. 1984. Sensory feedback therapy and theoretical knowledge of motor control and learning. *Am J Phys Med Rehabil.* 63, 226-244.

National Safety Council. 2000. Injury facts, 2000 edition. Itasca, IL: Author.

Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, Trice I, Greenberg RA, Evans WJ. 1994. Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. *JAMA.* 272, 1909-1914.

Nieminen M. 1995. Ikääntyvä Suomi- Katsaus alueelliseen väestönkehitykseen vuosina 1994-2030. Suomen Kuntaliitto. Helsinki.

Niestedt W, Hänninen O, Arstila A, Björkqvist SE. 1995. Ihmisen fysiologia ja anatomia. 8. painos. Porvoo: WSOY.

Nitz JC, Low Choy, Isles RC. 2003. Medial-lateral postural stability in community-dwelling women over 40 years of age. *Clin Rehab.* 17, 765-767.

Nitz JC. & Low Choy. 2004. The efficacy of a specific balance-strategy training programme for preventing falls among older people: a pilot randomised controlled trial. *Age Ageing.* 33, 52-58.

O'Leary DP & Davis LL. 1990. High-frequency autorotational testing of the vestibulo-ocular reflex. *Neurologic Clinics.* 8, 297-312.

Onder G, Penninx B, Lapuerta P, Fried LP, Ostir GV, Guralnik JM, Pahor M. 2002. Change in Physical Performance Over Time in Older Women: The Women's Health and Aging Study. *J Gerontol.* 57A, M289-M293.

Piirtola M, Sintonen H, Akkanen. 2002. Iäkkäiden kaatumisvammojen akuuttihoiton kustannukset. Suomen Lääkärilehti. 57, 4841-4848.

Poulin MJ, Vandervoorth AA, Paterson DH, Kramer JF, Cunningham DA. 1992. Eccentric and Concentric Torques of Knee and Elbow Extension in Young and Old Men. Can J Sports & Sci. 17, 3-7.

Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC. 1995. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. Frailty and injuries: cooperative studies of intervention techniques. JAMA. 273, 1341-1347.

Pyykkö I, Jäntti P, Aalto H. 1990. Postural control in elderly subjects. Age Ageing. 19, 215-221.

Rantanen T, Era P, Heikkinen E. 1997. Physical activity and the changes in maximal isometric strength in men and women from the ages of 75 to 80 years. J Am Geriatr Soc. 45, 1439-1445.

Reuben DB, Siu AL. 1990. An objective measure of physical function of elderly outpatients. J Am Geriatr Soc. 38, 1105-1112.

Ringsberg KR, Gerdhem P, Johansson J, Obrant KJ. 1999. Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women? Age Ageing. 28, 289-293.

Rogers Michael, Page Phillip. 2003. Making sense of Balance. [www-dokumentti]. http://www.biomech.com/db_area/archives/2003/0311.cover.bio.shtml

Rooks DS, Kiel DP, Parsons C, Hayes WC. 1997. Self-paced resistance training and walking exercise in community-dwelling older adults: effects on neuromotor performance. J Gerontol. 3, M161-M168.

Rose D. & Clark S. 2000. Can the control of bodily orientation be significantly improved in a group of older adults with history of falls?. J Am Geriatr Soc. 48, 275-282.

Ruth E-R. 1993. Tulevaisuuden ikääntyneet. Teoksessa Isohanni M, Tienari P. (toim.) Vanhuus ja mielenterveys. Juva. WSOY.

Schlicht J, Camaione DN, Owen SV. 2001. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. J Gerontol. 56A, M281-M286.

Seidler RD. & Martin PE. 1997. The effects of short term balance training on the postural control of older adults. Gait and Posture. 6, 224-236.

Shumway-Cook A, Woollacott M, Kerns KA, Baldwin M. 1997. The effects of two types cognitive tasks on postural stability in older adults with and without history of falls. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 52A, M232-M240.

Shumway-Cook A. & Woollacott M. 2001. Motor Control. 2. edition. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia.

Sihvonen S. & Era P. 1999. Test-retest reability of easy and more demanding balance tests in young, middle-aged and elderly participants. *J Aging Phys Act.* 7, 312-313.

Sihvonen S. 2004. Postural Balance and Aging. Cross-sectional comparative studies and a balance training intervention. University of Jyväskylä. Studies in sport, physical education and health, 101. Jyväskylä.

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

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

Spiriduso WW. 1995. Physical dimensions of aging. Champaign. IL. Human Kinetics.

Svantesson U, Ernstoff B, Bergh P, Grimby G. 1991. Use of a Kin-Com dynamometer to study the stretch-shortening cycle during plantar flexion. *Eur J Appl Physiol.* 62, 415-419.

Tang P-F. & Woollacott MH. 1996. Balance control in the elderly. Teoksessa Bronstein AM, Brandt T, Woollacott MH (toim.) *Clinical disorders of balance, posture and gait.* London: Arnold. 268-286.

Teasdale N, Stelmach GE, Breuning A. 1991. Postural sway characteristics of the elderly under normal and altered visual and support surface conditions. *J Gerontol Biol Sci.* 46, B238-B244.

Thelen DG, Wojcik LA, Scultz AB, Ashton-Miller JA, Alexander NB. 1997. Age differences in using a rapid step to regain balance during a forward fall. *J Gerontol Med Sci.* 52A, M8-M13.

Tilastokeskus. 2004. Suomi lukuina / Väestö / Väestöennuste. Saatavilla [www-muodossa http://www.stat.fi/tup/suoluk/index.html](http://www.stat.fi/tup/suoluk/index.html). Päivitetty 21.6.2004

Tinetti ME. 1986. Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. *J Am Geriatric Soc.* 34,119-126.

Toulotte C, Febre C, Dangremont B, Lensel G, Thenevon A. 2003. Effects of physical training on the physical capacity of frail, demented patients with a history of falling: a randomised controlled trial. *Age Ageing.* 32, 67-73.

Winegard KJ, Hicks AL, Sale DG, Vandervoort AA. 1996. A 12-year follow-up study of ankle muscle function in older adults. *J Gerontol.* 50A, 64-67.

Wolf S, Barnhart HX, Kutner NG, McNeely E, Coogler C, Xu T. 1996. Reducing frailty and falls in older persons: An investigation of Tai Chi and computerized balance training. Atlanta FICSIT Group. *J Am Geriatr Soc.* 44, 489-497.

Wolf B, Feyes H, Weerdt WD, Meer JVD, Noom M. 2001. Effect of a physical therapeutic intervention for balance problems in the elderly: a single-blind, randomized, controlled multicentre trial. *Clin Rehab.* 15, 624-636.

Wolfson L, Judge J, Whipple R, King M. 1995. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 50, 64-67.

Wolfson L, Whipple R, Derby C, Judge J, King M, Amerman P, Schmidt J, Smyers D. 1996. Balance and strength training in older adults: Intervention gains and Tai Chi maintenance. *J Am Geriatr Soc.* 44, 498-506.

Woollacott MH, Shumway-Cook A, Nashner LM. 1986. Aging and postural control: Changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Hum Dev.* 23, 97-114.

Woollacott MH. 1993. Age-related changes in posture and movement. *J Gerontol* 48, 56-60.

Woollacott MH, Shumway-Cook A. 1990. Changes in postural control across the life span- A systems approach. *Phys Ther.* 70, 799-807.

Woollacott MH, Shumway-Cook A. 1996. Concepts and methods for assessing postural instability. *J Aging Phys Act.* 4, 214-233.

Liite 1/1
Nro. _____

Tasapainon mittaus PVM _____ ft _____

Nimi _____ Syntymäaika _____

Osoite _____

Puhelin _____

Perussairaudet

Kaatumishistoria viimeisen vuoden kuluessa

Lääkitys

Apuvälineet _____

Näkö _____

Kuulo _____

Liikkuminen/toimintakyky _____

Mittauksessa käytetyt alkuasennot:

Seisten/jalkojen etäisyys _____

Semi-tandem/kumpi jalka edessä _____

Seisominen jalat yhdessä _____

Suunnitelma:

Painojakauma: Oikea ____ % Vasen ____ %

Pituus ____ cm

Paino ____ kg

Bergin tasapainotesti ____/56p.

Testit:

Testiliike	aika	Huojunta (Y) eteen-taakse	Huojunta (X) sivulle	Vauhtimomentti
Seisten, silmät auki (sa)	30 s.	mm/s	mm/s	mm ² /s
Seisten, silmät kiinni (sk)	30 s.	mm/s	mm/s	mm ² /s
Semitandem-seisonta, O (sa)	20 s.	mm/s	mm/s	mm ² /s
Semitandem-seisonta, V (sa)	20 s.	mm/s	mm/s	mm ² /s
Seisominen jalat yhdessä, silmät auki (sa)	30 s.	mm/s	mm/s	mm ² /s
Dynaaminen testi A	s.	matka	optimimatka	
Dynaaminen testi B	s.	matka	optimimatka	
Dynaaminen testi C	s.	matka	optimimatka	

Tasoluokat:

- 1 Erinomainen
- 2 Keskimääräistä parempi
- 3 Keskierto
- 4 Keskimääräistä heikompi
- 5 Heikko

TASAPAINOINTERVENTION SISÄLTÖ

Harjoittelulla pyritään:

- huojunnan vähentämiseen paikalla seisoessa
- huojunnan vähentämiseen painopistettä siirrettäessä
- stabiiliteetin rajojen suurentamiseen / parempaan symmetriaan
- kehon asennon hahmottamisen parantamiseen
- nilkka / lonkkastrategian aktivointi
- sensorisen, erityisesti näköpalautteen hyväksikäytön paranemiseen
- kaatumisen pelon vähentäminen / omien kykyjen ja rajoitteiden tunteminen ja huomioon ottaminen

1. Harjoituskerta (30 min.)

- harjoittelun toteutus kovalla alustalla
- vaikeusasteeltaan erilaisten tukipintojen käyttäminen
- dynaamisten ratojen läpikäyminen (3 krt./rata)
- liikkeiden suorittaminen eri nopeuksilla
- kognitiiviset tehtävät dynaamisten harjoitteiden yhteydessä
- tasapainopelien pelaaminen



Kuva 1. Dynaaminen ympyrärata jalat yhdessä

Liite 2/2

2. Harjoituskerta (30 min.)

- harjoittelun toteutus kovalla alustalla
- vaikeusasteeltaan erilaisten tukipintojen käyttäminen
- dynaamisten ratojen läpikäyminen (3 krt./rata)
- liikkeiden suorittaminen eri nopeuksilla
- kognitiiviset tehtävät dynaamisten harjoitteiden yhteydessä
- painonsiirtoharjoituksia eteen – taakse sekä sivusuunnassa
- tasapainopelien pelaaminen

3. Harjoituskerta (30 min.)

- harjoittelun toteutus pehmeällä alustalla
- vaikeusasteeltaan erilaisten tukipintojen käyttäminen
- dynaamisten ratojen läpikäyminen (3 krt./rata)
- liikkeiden suorittaminen eri nopeuksilla
- kognitiiviset tehtävät dynaamisten harjoitteiden yhteydessä
- painonsiirtoharjoituksia eteen – taakse sekä sivusuunnassa
- varpaille ja kantapäille nousu
- tasapainopelien pelaaminen

4. Harjoituskerta (30 min.)

- harjoittelun toteutus pehmeällä alustalla
- vaikeusasteeltaan erilaisten tukipintojen käyttäminen
- dynaamisten ratojen läpikäyminen (3 krt./rata)
- liikkeiden suorittaminen eri nopeuksilla
- pään liikkeet (30 sekunnin aikana rauhallisia kiertoliikkeitä eri tukipinnoilla)
- tasapainopelien pelaaminen



Kuva 2. Pään kierto tandem seisonnassa pehmeällä alustalla

5. Harjoituskerta (30 min.)

- harjoittelun toteutus kovalla alustalla
- vaikeusasteeltaan erilaisten tukipintojen käyttäminen
- staattisia seisomaharjoituksia
- dynaamisten ratojen läpikäyminen (3 krt./rata)
- liikkeiden suorittaminen eri nopeuksilla
- painonsiirtoharjoituksia eteen - taakse sekä sivusuunnassa
- tasapainopelien pelaaminen

6. Harjoituskerta (30 min.)

- harjoittelun toteutus kovalla alustalla
- vaikeusasteeltaan erilaisten tukipintojen käyttäminen
- dynaamisten ratojen läpikäyminen (3 krt./rata)
- liikkeiden suorittaminen eri nopeuksilla
- painonsiirtoharjoituksia eteen - taakse sekä sivusuunnassa
- kurkotusharjoittelua sivuille ja eteen
- pään liikkeet (30 sekunnin aikana rauhallisia kiertoliikkeitä eri tukipinnoilla)
- tasapainopelien pelaaminen

7. Harjoituskerta (30 min.)

- harjoittelun toteutus pehmeällä alustalla
- vaikeusasteeltaan erilaisten tukipintojen käyttäminen
- dynaamisten ratojen läpikäyminen (3 krt./rata)
- liikkeiden suorittaminen eri nopeuksilla
- painonsiirtoharjoituksia eteen - taakse sekä sivusuunnassa
- varpaille ja kantapäille nousu
- tasapainopelien pelaaminen



Kuva 3. Painonsiirto sivusuunnassa (huomioi viivähtäminen yhdellä jalalla)

8. Harjoituskerta (30 min.)

- harjoittelun toteutus kovalla alustalla
- vaikeusasteeltaan erilaisten tukipintojen käyttäminen
- dynaamisten ratojen läpikäyminen (3 krt./rata)
- liikkeiden suorittaminen eri nopeuksilla
- painonsiirtoharjoituksia eteen - taakse sekä sivusuunnassa
- tasapainopelien pelaaminen