

**FYSIOAKUSTISEN HOIDON VAIKUTUS IKÄÄNTYVIEN HENKILÖIDEN  
MAKSIMAALISEEN ISOMETRISEEN LIHASVOIMAAN JA SEISOMATASAPAINOON**

**Satunnaistettu, kontrolloitu interventiotutkimus**

**Anneli Hietikko  
Piia Katajapuu- Riikonen  
Gerontologian ja kansanterveyden  
pro gradu –tutkielma  
Jyväskylän yliopisto  
Terveystieteiden laitos  
Syksy 2007**

## TIIVISTELMÄ

Fysioakustisen hoidon vaikutus ikääntyvien henkilöiden maksimaaliseen lihasvoimaan ja seisomatasapainoon. Satunnaistettu, kontrolloitu interventiotutkimus. Anneli Hietikko ja Piia Katajapuu-Riikonen. Jyväskylän yliopisto, Terveystieteiden laitos, syyskuu 2007. 42 sivua ja 2 liitettä.

---

Lihassoiman sekä tasapainon ylläpitämisessä ja parantamisessa hyödyllisiksi ja tehokkaiksi havaittujen keinojen kuten voimaharjoittelun toteuttaminen liikunta- ja toimintakykyrajoitteisten ikääntyneiden kuntoutuksessa ja hoidossa on vaikeaa. Ikääntyneiden lukumäärän lisääntyessä uusien, lihasvoimaa ja tasapainoa ylläpitävien tai kuntouttavien menetelmien tarve kasvaa. Erityisesti tarvitaan menetelmiä, joilla voidaan kuntouttaa myös liikunta- ja toimintakykyä, se soveltuu käytettäväksi hyvinkin ikääntyneille, toiminta- ja liikuntarajoittuneille henkilöille. Menetelmässä käytetyllä, värinä tuntuvala matalataajuisella ääniaallolla (26 Hz- 113 Hz) on aiemmissa tutkimuksissa todettu vaikutuksia fyysisiin ja psyykkisiin oireisiin, kuten esimerkiksi lihasjännitykseen, korkeaan verenpaineeseen, ahdistukseen ja stressioireisiin (Wigram 2005). Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää voidaanko fysioakustisella menetelmällä annetulla matalataajuisella ääniaaltohoidolla parantaa ikääntyvien seisomatasapainoa ja maksimaalista isometristä lihasvoimaa.

Tutkimukseen osallistui 49 jyvaskyläläistä, joiden ikä vaihteli 62 -93 vuoteen. Tutkimusryhmään kuului 35 naista ja 14 miestä. Tutkimusasetelma oli satunnaistettu, kontrolloitu interventiotutkimus. 49 osallistujaa satunnaistettiin koe- (n=30) ja kontrolliryhmään (n=19). Koeryhmä istui 3- 5 kertaa viikossa, puoli tuntia kerrallaan tuolissa, jonka sisään asennetulla fysioakustisella laitteistolla kehoon kohdistettiin matalataajuisia ääniaaltoja (27-86 Hz). Tutkimukseen osallistuneiden maksimaalinen isometrinen käden puristusvoima sekä polven ojennusvoima mitattiin voimadynamometrillä. Seisomatasapainosta mitattiin eteen - taakse ja sivusuuntainen huojuntanopeus sekä vauhtimomentti voimalevyllä. Mittaukset tehtiin kuusi kuukautta kestäneen tutkimuksen alussa ja lopussa. Intervention vaikutusta analysoitiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Analyysissä olivat mukana vain ne henkilöt, jotka osallistuivat interventioon suunnitelman mukaisesti (efficacy-analyysi).

Puoli vuotta kestäneellä interventiolla ei havaittu tilastollisesti merkitsevää vaikutusta ikääntyneiden seisomatasapainoon ja maksimaaliseen isometriseen lihasvoimaan. Polven ojennusvoima parani koko tutkittavien joukossa tutkimuksen aikana ( $p=0,017$ ), mutta koe- ja kontrolliryhmien välillä ei havaittu merkitsevää eroa.

Tulosten mukaan menetelmällä ei ollut vaikutuksia ikääntyneiden seisomatasapainoon tai lihasvoimaan. Tutkimustulokseen vaikutti osittain tutkittavien heterogeenisyys ja mittaustulosten suuri yksilöllinen vaihtelu. Lisää tutkimusta erilaisilla asetelmilla ja menetelmän sovellutuksilla tarvitaan, jotta voidaan varmistua fysioakustisen hoidon käytettävyydestä ikääntyneiden lihasvoiman ja seisomatasapainon parantamiseksi.

ASIASANAT: fysioakustinen hoito, vanheneminen, lihasvoima, tasapaino.

## SUMMARY

The effects of the physioacoustic treatment on maximal muscle strength and postural balance of older people. A randomized controlled trial. Anneli Hietikko, Piia Katajapuu- Riikonen; University of Jyväskylä, Department of Health sciences, autumn 2007. 42 pages, 2 appendices.

---

Methods like strength training have proved to be efficient and useful in maintaining or improving muscle strength and balance but carrying them out in the rehabilitation or care of frail or disabled older people is difficult. The rise in the number of older people increases the need for efficient methods for maintaining and rehabilitating muscle strength and balance among frail and disabled people. Because the physioacoustic method does not require good functional ability it is also suitable for very old and disabled individuals. Low frequency soundwaves (26 Hz- 113 Hz), which are felt as vibration, are used in this method and have been shown to have beneficial effects on several physical and psychological symptoms like muscle spasms, high blood pressure, anxiety and stress (Wigram 2005). The aim of this study was to find out if the physioacoustic treatment can be used to improve the postural balance and maximal isometric muscle strength of elderly people.

Forty- nine subjects aged 62-93 years from Jyväskylä participated in this randomized, controlled intervention study. The group consisted of 35 females and 14 males. Participants were randomized into intervention group (n= 30) and control group (n=19). The intervention group sat on a physioacoustic chair 3 - 5 times a week, for 30 minutes at a time. The physioacoustic chair contains built- in physioacoustic equipment which directs low frequency (27-86Hz) sound waves at the body. Participants had their maximal isometric hand grip and knee extension strength measured with an adjustable dynamometer chair. Postural balance was measured as the speed of antero- posterior and medio- lateral sway as well as the velocity moment of the sway on the force platform. Measurements were carried out at the beginning and end of this 6 month study. The effect of intervention was evaluated using repeated measures analysis of variance. Only those participants who had participated in the intervention as planned were analysed (efficacy- analysis).

The six- month intervention had no statistically significant effect on postural balance and isometric muscle strength in the older subjects. Knee extension strength improved in both groups during the study ( $p= 0,017$ ) but the intervention group and the control group did not differ from each other.

The physioacoustic method had no effects on the postural balance or isometric muscle strength of the elderly persons in this study. The heterogeneity of the participants and the large individual variation in the measurement results partly affected the results. More research using different designs or applications is needed to confirm the usefulness of the physioacoustic method in improving muscle strength and balance in older people.

KEY WORDS: physioacoustic method, low frequency sound wave , aging, muscle strength, balance.

# SISÄLLYS

<b>1. JOHDANTO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. FYSIOAKUSTINEN HOITOMENETELMÄ.....</b>	<b>6</b>
2.1 MENETELMÄN PERUSTEET .....	6
2.1 MEKAANISEN VIBRAATION JA MATALATAAJUISEN ÄÄNIAALTOHOIDON VAIKUTUKSET .....	7
<b>3. LIHASVOIMA JA TASAPAINO IKÄÄNTYESSÄ.....</b>	<b>10</b>
3.1 IKÄÄNTYMISEN VAIKUTUKSET LIHASVOIMAAN .....	10
3.2 IKÄÄNTYMISEN VAIKUTUKSET TASAPAINOON .....	12
3.3 LIHASVOIMAN JA TASAPAINON YHTEYS LIKKUMISKYKYYN.....	14
<b>4. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYK-SET.....</b>	<b>15</b>
<b>5. TUTKIMUSAINESTO JA MENETELMÄT.....</b>	<b>15</b>
5.1 TUTKIMUKSEN KULKU.....	15
5.2 HAASTATTELUT.....	19
5.3 MITTAUKSET .....	19
5.4 INTERVENTIO.....	21
5.5 TILASTOLLISET ANALYYSIMENETELMÄT .....	22
<b>6. TUTKIMUSTULOKSET.....</b>	<b>23</b>
6.1 TUTKITTAVIEN TAUSTATIEDOT .....	23
6.2 INTERVENTION VAIKUTUS SEISOMATASAPAINOON JA MAKSIMAALISEEN LIHASVOIMAAN .....	25
<b>7. POHDINTA.....</b>	<b>31</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>36</b>
<b>LIITTEET</b> ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	

# 1. JOHDANTO

Suomessa ikääntyvien toimintakyky ja lihaskunto on nostettu yhdeksi Terveys 2015 -toimintaohjelman päätavoitteeksi (Valtioneuvoston periaatepäätös 2001). Lihaskunnan ja tasapainon muutokset vaikuttavat ikääntyvän väestön liikkumiskykyyn ja itsenäiseen selviytymiseen, lisäävät kaatumistapaturmien ja murtumien riskiä sekä johtavat lisääntyvään hoidon ja kuntoutuksen tarpeeseen. Kaatumisia sattuu kotona asuvista yli 65-vuotiaista joka kolmannelle ja yli 80 -vuotiaista puolelle. Kaatumisten seurauksena vammautuu joka toinen ikääntynyt (Tinetti ym. 1986, Dowton ja Andrews 1991). Vammat lisäävät ennenaikaisen kuoleman riskiä ja heikentävät iäkkäiden toimintakykyä ja omatoimisuutta pysyvästi. Esimerkiksi lonkkamurtuman saaneista potilaista noin joka kuudes kuolee ensimmäisen vuoden aikana ja vain joka neljäs kuntoutuu omatoimiseksi. Lisäksi joka viides siirtyy sairaalahoitoon jälkeen asumaan vanhainkotiin ja vain hieman useampi kuin joka kolmas palaa omaan kotiinsa. Lonkkamurtuman jälkeen yli puolella itsenäinen pukeutuminen, kävelykyky ja portaiden nousemiskyky heikkenevät johtaen uudelleenkaatumisriskin kasvamiseen sekä elämää rajoittavaan kaatumisen pelkoon (Piirtola ym. 2003).

Tasapainon hallinnan ja lihaskunnan välillä on pystytty osoittamaan yhteys useilla tutkimuksilla. Iän mukana tasapainon ylläpitämistä vaikeuttavat lihaskunnan heikkeneminen sekä voimantuoton nopeuden hidastuminen (Era ja Heikkinen 1985, Era ym. 1996, Lin ja Woollacott 2005). Voimaharjoittelun tiedetään ylläpitävän ja parantavan lihaskuntaa (Vincent ym. 2002, Latham ym. 2004). Weerdesteyn (2006) suorittamassa tutkimuksessa viiden viikon harjoitusohjelmalla (Nijmegen Falls Prevention Program) todettiin kaatumisten vähentyneen oleellisesti harjoitusryhmään osallistuvassa ryhmässä. Tehokkaaksi ja turvalliseksi tasapainoa edistäväksi harjoitteluksi todettiin myös Joensuussa toteutettu 10 viikon mittainen, nousujohteinen reisi- ja jalkalihaksiin kohdistuva kuntosaliharjoittelu (Timonen ym. 2002). Viimeaikaiset tutkimukset (Hue ym. 2004, Sihvonon ym. 2004) ovat vahvistaneet käsitystä siitä, että asennon hallintaa ja tasapainoa voidaan parantaa harjoittelun avulla myös ikääntyneenä.

Tutkimuksissa on todettu, että juuri laitoksissa asuvilla ikääntyneillä henkilöillä tasapainovaikeudet ovat yleisempiä ja heidän kaatumisriskinsä on erityisen suuri (Sihvonon 2004). Jos toimintakyky on huono ja liikkuminen epävarmaa, erilaisten harjoitusten toteuttaminen on vaikeaa. Väestön ikääntymisen myötä tarvitaan hoitokeinoja joilla voidaan

parantaa lihasvoimaa ja tasapainoa myös ikääntyneillä, joilla on monia sairauksia ja toimintakyvyn rajoitteita. Erilaisia menetelmiä kehitettäessä on tärkeää, että menetelmät ovat helposti toteutettavissa myös jo toimintakykyään menettäneiden ikääntyvien hoidossa ja kuntoutuksessa.

Matalataajuisen ääniaaltohoidon eli fysioakustisen hoidon hoidollisia tai kuntoutuksellisia käyttömahdollisuuksia on aiemmin tutkittu vähän. Fysioakustinen hoito on korvin kuulumaton, mutta kehoon johdettuna sen pystyy aistimaan vaimeana värähtelynä. Mekaanisen värähtelyn vaikutuksia lihasvoimaan ja tasapainoon on tutkittu värähtelevällä alustalla tehtyjen lihaskuntoliikkeiden ja pelkän kuntoharjoittelun välillä eri-ikäisillä ihmisillä. Tulokset ovat lupaavia, joskin ristiriitaisia (Torvinen ym. 2002, Delecluse ym. 2003, Russo ym. 2003, Torvinen ym. 2003, Roelants ym. 2004). Fysioakustisessa menetelmässä tuoliin asennettujen kaiuttimien avulla voidaan antaa matalataajuista ääniaaltohoitoa hyvinkin toimintarajoitteisille ikääntyneille ja siksi se on toteutettavissa myös laitoksissa. Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää voidaanko fysioakustisella menetelmällä annetulla matalataajuisella ääniaaltohoidolla parantaa ikääntyvien henkilöiden seisomatasapainoa ja maksimaalista isometristä lihasvoimaa.

## **2. FYSIOAKUSTINEN HOITOMENETELMÄ**

### ***2.1 Menetelmän perusteet***

Ääni on värähtelyä, joka etenee pitkittäisinä aaltoliikkeinä. Värähtelyn nopeuden eli taajuuden yksikkö on Hz keksijänsä Rudolf Herzin (1857–94) mukaan. Taajuusalue kertoo, kuinka monta värähdystä aikayksikössä (sekunnissa) tapahtuu eli 1 Hz tarkoittaa yhtä värähdystä sekunnissa. 20 Hz - 20 000 Hz taajuusalueella ihminen aistii värähtelyn ääninä. Tätä aluetta matalammalla taajuudella tapahtuvaa hidasta värähtelyä kutsutaan infraääneksi tai matalataajuiseksi ääneksi, jota ei voi kuulla mutta joka voidaan havaita tuntoaistimuksina (Joutsenvirta 2005).

Fysioakustisen ääniaaltomenetelmän juuret löytyvät musiikkiterapiasta ja vibroakustiikatutkimuksista. Norjalainen kouluttaja ja terapeutti Olav Skille ryhtyi kehittämään vibroakustista menetelmää 1980-luvulla pyrkiessään tarjoamaan

vaikeavammaisille lapsille mahdollisuuden ”tuntea” musiikkia (Wigram 1996). Hän sijoitti kaiuttimia lasten alustoina käytettävien säkkituolien alle vaimentaakseen ääntä ja johtaakseen värähtelyn lasten aistittavaksi. Näiden ”musiikkikylpyjen” seurauksena lasten lihasspasmit helpottuivat ja lapset vaikuttivat rentoutuneemmilta. Erilaisilla musiikkilajeilla kokeiltuaan hän päätyi käyttämään terapeuttisiin tarkoituksiin matalataajuisia, 30Hz -120Hz ääniaaltoja yhdistettynä musiikkiin. Skillen kehittelyjen pohjalta vibroakustinen menetelmä levisi Eurooppaan, Aasiaan sekä Amerikkaan. Erilaisia laitteistoja on kehitetty ympäri maailmaa, sekä tieteellistä tutkimusta varten että erilaisiin terapeuttisiin tarpeisiin (Wigram 1996). Laitteistot eroavat toisistaan esimerkiksi muotonsa (tuoli, patja, hoitopöytä), kaiuttimien määrän sekä tietokoneohjelmiansa puolesta (Hooper 2002).

Skillen kehittämästä vibroakustisesta menetelmästä on Suomessa kehitetty psykologi, musiikkiterapeutti Petri Lehikoisen johdolla matalataajuisia ääniaaltoja terapeuttisiin tarkoituksiin käytävä fysioakustinen hoitomenetelmä (Wigram 1990). Lehikoisen johtama, tekniikan, lääketieteen ja musiikin ammattilaisista koostuva työryhmä kehitti fysioakustisen tuolin, jonka ensimmäinen prototyyppi valmistui 1988. Fysioakustisessa tuolissa on kuusi erikoisvalmisteista kaiutinta, joista suunnataan tuolissa istujan kehoon matalataajuisia ääniaaltoja. Matalataajuisen ääniaallon taajuus vaihtelee 27-113Hz välillä. Tätä kutsutaan fysioakustiseksi hoidoksi. Tietokoneohjauksen avulla säädetään ääniaallon taajuutta, voimakkuutta ja kiertosuuntaa kaiutinten välillä. Vuonna 1990 tuolia ryhdyttiin valmistamaan Yhdysvalloissa ja 1991 Yhdysvaltain lääkintöhallitus (Food and drug administration, FDA) hyväksyi menetelmän lääketieteellisten laitteiden rekisteriin. Rekisteröinnissä lääketieteellisiksi hyödyiksi lieviin kiputiloihin nimettiin verenkierron vilkastuminen hoidon kohdealueilla sekä lihasjännityksen lievittyminen (Pälikkö ja Lehikoinen 1993).

## ***2.1 Mekaanisen vibraation ja matalataajuisen ääniaaltohoidon vaikutukset***

Fysioakustisen hoidon käytöstä ja vaikutuksista raportoitu tieteellinen tutkimus on vähäistä. Lähinnä tutkimusta on tehty vammaisten henkilöiden spastisuuden lievittymiseen ja liikeratojen parantumiseen liittyen. Fysioakustisen hoidon ja musiikin yhteisvaikutus havaittiin pelkkää musiikkia suotuisammaksi spastisuuden lievityksessä (Wigram ja Weeks

1990, Wigram 2005). Erilaista tutkimusasetelmaa käyttänyt Kvam (1997) ei löytänyt tilastollisesti merkitsevää eroa fysioakustisen hoidon ja musiikin välillä spastisuuden lievityksessä. Väitöskirjassaan Wigram (1996) ei havainnut fysioakustisen hoidon ja perinteisen fysioterapian välillä eroa vaikeavammaisten aikuisten spastisuuden tai liikelaajuuksien parantamisessa. Hän tarkasteli myös fysioakustisen hoidon vaikutuksia terveiden henkilöiden mielialaan ja verenkiertoon sekä pulssiin. Terveiden, sairaalan henkilökunnasta muodostuvan tutkimusjoukon mielialaa koskevat tulokset olivat ristiriitaisia. Osassa kokeista jännittyneisyys väheni, osassa ei. Pulssiin ja verenkiertoon fysioakustisella hoidolla ei havaittu olevan vaikutusta (Wigram 1996). Muissakaan tutkimuksissa ei ole saatu selviä viitteitä fysioakustisen hoidon verenkiertoa parantavasta vaikutuksesta (Wigram ja Weeks 1990, Kvam 1997). Näissä tutkimuksissa käytettyjen ääniaaltojen taajuudet, taajuuden vaihtelun nopeus ja käyttöaika vaihtelivat, koeasetelmissa ei ollut kontrolliryhmiä eikä kokeita toistettu myöhemmin.

Kipu, lihasperäiset ongelmat, keuhko-ongelmat sekä psykologiset häiriöt ovat aiheita, joiden hoitoon fysioakustista hoitomenetelmää on aiemmin käytetty ja joihin liittyen on myös tehty tutkimuksia lähinnä käytännön hoitotyössä. Esimerkiksi fibromyalgian aiheuttamat kivut vähenivät yli puolella tutkituista ja vaikeavammaisten lasten lihasten spastisuus helpottui fysioakustisen hoidon jälkeen (Skille 1997a). Fysioakustisen hoidon havaittiin vähentävän kipua sekä ahdistusta ortopedisten ja gynekologisten leikkauksen jälkeen, mutta leikkauksen jälkeiseen depressiivisyyteen menetelmän ei havaittu vaikuttavan (Burke ja Thomas 1997, Burke 1997). Fysioakustisen hoidon vaikutuksesta Parkinsonin taudin oireisiin todettiin lievää paranemista ADL-toiminnoissa yhdeksän kuukauden tutkimusaikana. Henkiseen tilaan, mielialaan tai käytökseen menetelmällä ei tutkimuksessa pystytty vaikuttamaan (San Vincente ym. 1997). ”Case- study”- tyyppisiä havaintoja matalataajuisen ääniaaltomenetelmän käytön suotuisista vaikutuksista on raportoitu esimerkiksi astman, sydänsairauksien sekä aivokasvaimen oireiden hoidossa (Lehikoinen 1997, Butler ja Butler 1997, Skille 1997b).

Fysioakustisen hoidon terapeuttisesta käytöstä on Suomessa tehty ilman kokeellista asetelmaa pro gradu- tutkielmia ja lisensiaattitöitä esimerkiksi kivun lievitykseen, päihdekuntoutukseen, kehitysvammaisten kuntoutukseen ja työterveyshuoltoon liittyen. Näissä töissä myönteisiä vaikutuksia löydettiin kroonisen kivun hoidossa (Naukkari ym. 1990, Ala-Ruona 1999, Vuorimaa 2000), verenkierron tai verenpaineen paranemisessa



(Hairo 1995) sekä rentoutumisessa, jännitystiloissa, masennuksessa ja unettomuudessa (Naukkarinen ym. 1990, Ala-Ruona 1999, Vuorimaa 2000). Rothsten (2003) tutki omassa pro gradu -työssään fysioakustisen hoidon vaikutuksia ihmisen elimistön palautumiseen submaksimaalisen lihasväsytyksen jälkeen. Tutkimuksessa saatiin viitteitä pitempiaikaisesta perusaineenvaihduntaa rauhoittavasta vaikutuksesta, mutta vaikutukset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Fysioakustisessa menetelmässä kehoon kohdistetaan eri taajuuksilla värähtelevää ääniaaltoa. Kehoon kohdistetun mekaanisen, esim. alustan edestakaisen liikkeen aikaansaaman värähtelyn vaikutuksia on myös tutkittu viime vuosina perustuen ajatukseen, että vibraation aiheuttamat lihassupistukset saattavat parantaa lihasvoimaa ja saada aikaan hermostollisia vaikutuksia (Russo ym. 2003, Cardinale ja Wakeling 2005). Menetelmätutkimuksista tehdyissä systemaattisissa kirjallisuuskatsauksissa on saatu vahvaa näyttöä pitkäaikaisen vibraatioharjoittelun positiivisesta vaikutuksesta alaraajojen lihasten suorituskykyyn (Rehn ym. 2007), joskin erot koe- ja kontrolliryhmien välillä saattavat johtua osittain käytetyistä koeasetelmista, tutkimuksessa käytettyjen ryhmien ikä- ja peruskuntoeroista sekä alustalla tehdyistä harjoitteista (Norlund ja Thorstensson 2007). Eri tutkimuksissa ryhmät tekivät lihaskuntoliikkeitä tähän tarkoitukseen suunnitelluilla, edestakaisin tai sivusuuntaisesti värähtelevillä alustoilla tai samoja liikkeitä ilman mekaanista värähtelyä, kontrolliryhmä ei osallistunut harjoitteluun. Nuorilla naisilla lihasvoiman lisäys oli yhtä suurta vibraatioryhmässä ja voimaharjoitteluryhmässä, mutta suurempaa kuin kontrolliryhmässä (Delecluse ym. 2003). Samantyyppisiä tuloksia on saatu iäkkäämmilläkin naisilla (Roelants ym. 2004). Myös pelkkä mekaanisesti värähtelevällä alustalla seisominen lisäsi lihasvoimaa keski-ikäen ylittäneillä naisilla kontrolliryhmään verrattuna (Russo ym. 2003). Tutkimuksissa on saatu näyttöä mekaanisen vibraation positiivisista vaikutuksista tasapainon hallinnan eri alueisiin ikääntyneillä (Bogaerts ym. 2006, Kawanabe ym. 2007). Suomessa mekaanisen värähtelyn vaikutuksia tarkastelevissa tutkimuksissa (Torvinen ym. 2002, Torvinen ym. 2003) tulokset eivät olleet yhtä positiivisia, mutta niissäkin mekaanisen värähtelyn todettiin olevan turvallinen ja mahdollisesti tehokas tapa harjoittaa tai kuntouttaa lihaksistoa.

## 3. LIHASVOIMA JA TASAPAINO IKÄÄNTYESSÄ

### 3.1 Ikääntymisen vaikutukset lihasvoimaan

Maksimaalinen lihasvoima tarkoittaa suurinta voimaa, jonka lihas tai lihasryhmä pystyy tuottamaan. Lihaksen koko sekä hermotuksen nopeus vaikuttavat tuotetun voiman suuruuteen. Isometrisessä lihassupistuksessa lihas tuottaa voimaa ilman näkyvää liikettä, dynaamiseen lihassupistukseen liittyy havaittava liike. Dynaamiset lihassupistukset ovat joko konsentrisia (lihas lyhenee) tai eksentrisiä (lihas pitenee) (Niensted ym. 2004).

Lihaskvoimaa arvioitaessa ja mitatessa käytetään joko dynaamisen voiman mittauksia tai isometrisiä mittauksia. Polven ojennusvoima sekä käden puristusvoima ovat yleisesti käytettyjä isometrisiä lihasvoimamittauksia, joiden suoritus onnistuu myös iäkkäiltä ja toimintakyvyltään rajoittuneilta tutkittavilta. Ne sopivat hyvin ikääntyvien henkilöiden mittauksiin, koska alaraajojen lihasvoimalla on havaittu olevan merkitsevä vaikutus ikääntyvien itsenäisen selviytymisen kannalta (Petrella ym. 2004) ja käden puristusvoiman katsotaan kuvaavan hyvin koko kehon lihasvoimaa (Rantanen ym. 1998).

Lihasmassa- ja voima ovat suurimmillaan 20- 30-vuotiaana. Tähän mennessä saavutettu taso pysyy kohtalaisen muuttumattomana noin 50- ikävuoteen asti, joskin on saatu tuloksia myös aiemmin alkavasta vähenemisestä (Anton ym. 2004). Nykytietämyksen mukaan lihasmassa ja -voima vähenevät noin 1 %:n vuosivauhtia, kiihtyen iän myötä niin, että noin neljäsosa nuoruuden lihasmassasta on hävinnyt 75 ikävuoteen mennessä (Rantanen ym. 1998).

Poikittaistutkimuksissa maksimaalisen lihasvoiman eroja on mitattu esimerkiksi käden puristusvoiman ja polven ojennusvoiman muutoksena eri ikäryhmien välillä (Laurentiani ym. 2003). Tutkimuksessa yli 85-vuotiaiden keskimääräinen lihasvoima oli vain 25 % alle 30-vuotiaiden keskimääräisestä lihasvoimasta. Saman ikäryhmän sisälläkin vanhimpien (79 -vuotiaiden) henkilöiden alaraajan lihasvoima oli nuorempaa (70- 71 -vuotiaita) heikompi (Newman ym. 2003). Pitkittäistutkimuksissakin on havaittu lihasvoiman alenemista iän myötä. Hughes ym. (2001) havaitsi 46- 78 -vuotiaiden polven ojennus- ja koukistusvoiman vähenevän 11- 16 % 10 vuoden seuranta-aikana. 27 vuoden seurannassa vain 1,1 %:lla yli

3500:sta loppumittaukseen osallistuneista henkilöistä käden puristusvoiman havaittiin pysyneen ennallaan (Rantanen ym. 1998).

Lihusvoimassa ja sen vähenemisessä iän myötä on suuria yksilöllisiä eroja. Esimerkiksi Greig ym. (1993) totesivat vain keskimäärin 0,3 % vuosittaisen muutoksen alaraajan voimassa terveillä, aktiivisilla yli 80-vuotiailla 8 seurantavuoden aikana. Linin ja Woollacottin tutkimuksessa (2005) todettiin, ettei lihasvoima merkittävästi eronnut nuorten ja aktiivisten ikääntyvien henkilöiden välillä.

Ikään liittyvää lihasmassan vähenemistä kutsutaan nimellä sarkopenia. Janssenin ym. 2002 tutkimuksen mukaan alle 40- vuotiaista miehistä 80 %:lla ja naisista 76 %:lla oli normaali lihasmassa (normaalina pidettiin lihasmassaa, joka poikkeaa 18- 39 vuotiaan keskimääräisestä lihasmassasta vähemmän kuin yhden keskihajontayksikön). Vastaavasti yli 60-vuotiaista miehistä vain 47 %:lla ja naisista vain 32 %:lla tutkituista oli normaali lihasmassa (Janssen ym. 2002). Sarkopenia selittää ikääntyvien henkilöiden lihasvoiman vähenemisestä noin puolet (Thom ym. 2005). Tyypillistä tälle ikääntymismuutokselle on motoristen yksiköiden sekä lihassolujen määrän väheneminen sekä solujen, erityisesti nopeiden, tyypin II lihassolujen koon pieneneminen (Lexell ym. 1988, Porter ym. 1995). Lisäksi muutoksia tapahtuu solujen toiminnassa sekä uusiutumisessa (Narici ym. 2003, Thom ym. 2005). Näiden muutosten vuoksi lihaksen poikkipinta- ala pienenee ja lihaksen tiheys vähenee rasvan osuuden lisääntyessä.

Ikääntymisen myötä muuttuva hormonitoiminta vaikuttaa osaltaan lihasvoiman muutoksiin. Testosteroni ja kasvuhormoni vähenevät vaikuttaen lihasten proteiiniaineenvaihduntaan ja sen kautta lihasmassan vähenemiseen (Deschenes 2004). Naisten lihasvoiman väheneminen kiihtyy 55 ikävuoden jälkeen miehiä enemmän (Stoll ym. 2000), suurimpana syynä ovat hormonaaliset muutokset menopaussin jälkeen. Krooniset sairaudet, kuten diabetes, sydän- ja verisuonisairaudet, nivelrikko sekä krooniset keuhkosairaudet vaikuttavat lihasvoiman vähenemistä edistävästi (Rantanen ym. 1998), samoin fyysisen aktiivisuuden väheneminen, painon lasku sekä muutokset ravitsemuksessa, erityisesti proteiinin saannin väheneminen (Deschenes 2004).

### **3.2 ikääntymisen vaikutukset tasapainoon**

Tasapainon hallinta eli kyky seistä ja kävellä turvallisesti sekä säilyttää pystyasento horjahdus- tai liukastumistilanteissa vaatii kykyä ylläpitää kehon painopiste stabiileettirajojen sisäpuolella. Stabiileettirajat määräytyvät siitä alueesta, jonka sisällä kehon painopisteen sijaintia voidaan siirtää turvallisesti muuttamatta tukipintaa (Woollacott 1996, Shumway-Cook ja Woollacott 2001). Seisomisasennossa kehon painopiste pyritään pitämään mahdollisimman lähellä seisomistukipinnan keskipistettä, joka saa aikaan sen, että keho huojuu koko ajan pyrkiessään vastustamaan maan vetovoimaa (Shumway-Cook, ja Woollacott 2001).

Asennon hallinnassa käytetään hyväksi eri aistikanavien avulla saatua tietoa sen hetkisestä asennosta sekä asennossa tapahtuvista muutoksista. Kehon painopisteen säilyttäminen edellyttää monimutkaista yhteistoimintaa tuki- ja liikuntaelimestön ja hermojärjestelmän välillä (Era 1997, Shumway-Cook ja Woollacott 2001). Visuaalisen, vestibulaarisen ja somatosensorisen aistikanavan välittämän tiedon osuus asennon ylläpitämisestä vaihtelee siten, että hermojärjestelmä valitsee tehokkaimman vaihtoehdon tilanteen mukaan (Woollacott 1996, Era 1997, Shumway-Cook, ja Woollacott 2001). Esimerkiksi jos kävelyalusta on pehmeä, jalkapohjan tuntoaistiin perustuva tieto muuttuu epämääräiseksi ja jos on pimeää, näköaistin kautta tuleva tieto on vähäisempää.

Keskushermosto reagoi ei-tahdonalaisilla vasteilla proprioseptiivisten aistien tuottamaan informaatioon (Lord ym. 1999). Asennon muuttuminen aiheuttaa nivelten asennossa muutoksia, joka puolestaan aiheuttaa niveliin kiinnittyneiden lihasten ja jänteiden venymisen tai lyhenemisen. Asennon hallinnassa proprioseptiivinen järjestelmä tuottaa tietoa näistä muutoksista ja jänteisiin kohdistuvan kuormituksen suuruudesta. (Nashner ja Woollacott 1979)

Tasapainon hallintaan osallistuvissa elinjärjestelmissä kuten aisteissa, keskus- ja ääreishermostossa ja tuki- ja liikuntaelimestössä tapahtuu ikääntymisen myötä rappeutumista (Era 1997, Shumway-Cook ja Woollacott 2001). Vanhenemisesta johtuvia muutoksia on havaittavissa aistikanavien toiminnassa jo 40 ikävuoden jälkeen (Era 1997). Tutkimuksissa on todettu 50-55-vuotiaiden tasapainon olevan merkitsevästi huonompi kuin 30-35-

vuotiaiden (Era ja Heikkinen 1985). Ikääntymiseen liittyvät tasapainomuutokset alkavat näkyä selvemmin kuitenkin vasta 65 ikävuoden jälkeen. Muutokset tuki- ja liikuntaelimistössä, kuten esimerkiksi etukumarainen ryhti tai nivelten kulumiset, sekä reaktionopeuden hidastuminen voivat vaikeuttaa ikääntyessä tasapainon hallintaa (Woollacott 2000). Keskushermoston kapasiteetin heikentyessä tasapainon säätely voi vaarantua ja kaatumisriski lisääntyä, varsinkin tilanteissa joissa ikääntynyt joutuu jakamaan huomion samanaikaisesti tasapainon ylläpitämiseen ja johonkin toiseen toimintaan kuten esimerkiksi puhumiseen (dual tasking) (Pajala 2006).

Tasapainon hallinnan vaikeutuminen aiheuttaa liikkumis- ja toimintakyvyn vähenemistä, joka puolestaan aiheuttaa väestön ikääntyessä inhimillistä kärsimystä ja suuria taloudellisia kustannuksia yhteiskunnalle (Jäntti ja Pyykkö 1996, Era ym. 2002). Seisomatasapainon heikentyminen ikääntyessä näkyy huojunnan lisääntymisenä (Era ja Heikkinen 1985, Pyykkö ym. 1990). Esimerkiksi Melzer ym. (2004) havaitsivat toistuvasti kaatuneiden ikääntyvien sivusuuntaisen huojunnan olevan voimakkaampaa kuin niiden, joilla ei ollut kaatumishistoriaa. Sihvosen (2004) tutkimuksessa todettiin kuinka iän ja kehon huojunnan välillä vallitsi U-muotoinen riippuvuussuhde siten, että lapsilla ja ikääntyneillä oli kehon huojunta suurempaa kuin keski-ikäisillä. Samansuuntaisia tuloksia on saatu aiemminkin (Era ja Heikkinen 1985, Pyykkö ym. 1990).

Asentoon liittyvä verenpaineen lasku ja siitä johtuva huimaus lisääntyy ikääntyessä (Marchetti ja Whitney 2005). Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan yli 65-vuotiaista 28 %:lla oli pystyasentoon liittyvää verenpaineen laskua (Luutonen 1995). Tarkkaa käsitystä ei ole siitä, aiheuttaako ikääntyminen muutoksia verenpaineessa vai ovatko ne sairauksien aiheuttamia, sillä monet sairaudet vaikuttavat sekä aisteihin, tasapainojärjestelmiin että lihasvoimaan. Tällaisia sairauksia ovat esimerkiksi aivoverenkiertohäiriöt, sydämen rytmihäiriöt, neurologiset häiriöt, Parkinsonin tauti, diabetes, tuki- ja liikuntaelimistön sairaudet sekä aistinelinten sairaudet. Myös lääkkeet ja lääkkeiden sivuvaikutukset voivat vaikeuttaa tasapainon hallintaan (Tinetti ym. 1986, Lawlor ym. 2003). Erityisesti verenpainelääkkeet, barbituraatit, fentiatsiinit, proklooriperatsiinit ja trisykliset depressiolääkkeet aiheuttavat pystyasentoon liittyvää verenpaineen laskua, joka heikentää tasapainon hallintaa (Pyykkö ym. 1988). Koska ikääntyneet ovat hyvin heterogeeninen joukko, ei ikääntyvien fyysisessä toimintakyvyssä tapahtuvia muutoksia kuitenkaan voida yleistää (Shumway-Cook ja Woollacott 2001).

### **3.3 Lihasvoiman ja tasapainon yhteys liikkumiskykyyn**

Ikääntymisen myötä itsenäinen selviytyminen jokapäiväisistä toiminnoista tulee entistä tärkeämmäksi tekijäksi elämänlaatua mitattaessa. Liikkumiskyvyn ylläpitäminen on perusedellytys itsenäiseen toimintaan ja sen vuoksi tasapainon hallinta on entistäkin tärkeämpää ikääntyessä (Pajala 2006). Ikään liittyvä alaraajojen lihasvoiman heikentyminen on yhteydessä liikkumiskyvyn ja tasapainon ongelmiin (Lin ja Woollacott 2005) sekä lisääntyneeseen kaatumis- ja murtumarisktiin (de Rekeneire ym. 2003). Vähäinen lihasvoima heikentää ikääntyvien henkilöiden kykyä ylläpitää tasapainoa ja käyttää suojarefleksejä tasapainon menettämistilanteissa (Farmer ym. 1989). Lihasvoimaltaan heikoilla ihmisillä murtuman voi aiheuttaa vähäinenkin iskuvoima (Bean ym. 1995). Nivelten liikelaajuuksien rajoitukset ja kulumisen sekä alentunut kyky tuottaa voimaa nopeasti näyttäsivät olevan yhteydessä pystyasennon kontrolloimisen ongelmiin ja vaikeuttavan kykyä korjata nopeasti asentoa esimerkiksi horjahduksen yhteydessä (Woollacott 2000).

Era ym. (1997) tutkivat seisoma-asennossa tapahtuvan huojunnan ja itse arvioidun toimintakyvyn yhteyttä pohjoismaisessa vertailututkimuksessa 75-vuotiailla naisilla ja miehillä. Tutkittavilla, jotka ilmoittivat etteivät tarvitse apua ADL –toiminnoissa tai liikkumisessa, oli voimalevymenetelmällä mitatuissa huojuntamittauksissa seisomatasapainon hallinta parempaa kuin niillä, jotka ilmoittivat tarvitsevansa apua. Yhteys näkyi enemmän eteen - taakse kuin sivusuuntaisessa huojunnassa (Era ym. 1997). Pajalan (2006) tutkimuksessa todettiin, että naisilla joilla voimalevymenetelmällä suoritettua tasapainotestissä oli voimakasta huojuntaa erityisesti eteen–taakse -suunnassa, oli lisääntynyt riski sisällä tapahtuviin kaatumisiin

Lihasvoimaan ja liikkumiskykyyn voidaan vaikuttaa positiivisesti sekä intensiivisellä että matalaintensiteettisellä voimaharjoittelulla (Brown ym. 2000, Schlicht ym. 2001). Voimaharjoittelulla on pystytty parantamaan lihasvoimaa ja liikkumiskykyä myös yli 90-vuotiailla vanhainkotipotilailla (Fiatarone ym. 1994). Erilaisten tasapainoharjoitteiden avulla pystytään oleellisesti parantamaan ikääntyvien henkilöiden tasapainoa. Harjoitteiden avulla voidaan vähentää kaatumiseen liittyviä pelkoja ja siten parantaa ikääntyvien henkilöiden liikkumis- ja toimintakykyä (Tse ja Bailey 1992, Wolf ym. 1997, Sihvonen ym. 2004, Hue ym. 2004). Sihvosen näköpalautteeseen perustuvassa tutkimuksessa todettiin, että vuoden kestäneessä kaatumisten seurannassa tasapainoharjoittelulla oli tilastollisesti merkitsevä

kaatumisilta suojaava vaikutus. Tutkimuksen tulokset viittaavat siihen, että tasapainokuntoutuksesta hyötyisivät laitoksessa asuvat iäkkäät henkilöt, joilla on monia terveydellisiä ongelmia ja kohonnut riski kaatua (Sihvonen 2004). Useimmat tasapainoa edistävät harjoitteet edellyttävät, että ikääntynyt on toimintakykyinen ja pystyy osallistumaan harjoitusohjelmiin.

## **4. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET**

Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää fysioakustisen hoidon vaikutusta ikääntyvien henkilöiden maksimaaliseen isometriseen lihasvoimaan ja seisomatasapainoon.

Tutkimusongelmat:

1. Miten fysioakustinen hoito vaikuttaa ikääntyvien henkilöiden käden puristusvoimaan ja polven ojennusvoimaan?
2. Miten fysioakustinen hoito vaikuttaa ikääntyvien henkilöiden sivusuuntaiseen huojuntaan, eteen - taakse huojuntaan sekä vauhtimomenttiin?

## **5. TUTKIMUSAINEISTO JA MENETELMÄT**

### ***5.1 Tutkimuksen kulku***

Tutkimukselle saatiin puoltava lausunto Keski-Suomen keskussairaalan eettiseltä lautakunnalta. Tutkimukseen osallistuneilta pyydettiin eettisen lautakunnan ohjeiden mukaan allekirjoitukset suostumukseen osallistua tutkimukseen sekä lupaan saada käyttää tutkittavan potilaspapereita selvitetäessä tutkimukseen osallistujan terveystietoja ja lääkityksiä.

Tutkimukseen oli tarkoituksena saada mukaan noin 50 Telkänpesän palvelutalon asukasta tai lähistöllä asuvaa yli 60-vuotiasta tutkittavaa. Telkänpesän palvelutalossa pidettiin tammikuun aikana kaksi tiedotustilaisuutta (18.1 ja 26.1.2006), joiden tarkoituksena oli antaa informaatiota tulevasta tutkimuksesta ja saada vapaaehtoisia mukaan tutkimukseen. Koska

Telkänpesän palvelutalosta ja vieressä sijaitsevasta Pulmusentien vuokratalosta ei löytynyt riittävästi tutkittavia, laajennettiin tutkimusta Lutakon palvelutaloon ja Lutakon palvelutalon läheisyyteen. Lutakon palvelutalossa ja palvelutalon läheisyydessä olevassa kerrostalon kerhotilassa pidettiin toiset kaksi tiedotustilaisuutta tammikuun lopussa. Tiedotustilaisuuksien jälkeen poissulkukriteerit huomioon ottaen tutkimukseen osallistui yhteensä 49 62–93-vuotiasta henkilöä (Telkänpesän palvelutalosta ja palvelutalon läheisyydestä 27, Lutakon palvelutalosta ja palvelutalon läheisyydestä 17 ja muulla alueella asuvia 5).

Poissulkukriteerit tutkimukseen osallistumiselle olivat:

1. Henkilön henkinen tila oli sellainen, ettei hän itsenäisesti pystynyt päättämään osallistumisestaan.
2. Ikä alle 60 vuotta.
3. Henkilöllä oli etenevä, vakava sairaus tai tila, joka voi vaikuttaa tuloksiin tai aiheuttaa lisäriskiä. Esimerkiksi vakava sydänsairaus (NYHA III- IV tai CCS III- IV) tai korkea verenpaine (systolinen > 180, diastolinen > 105).
4. Henkilöllä oli sairauksia tai vammojen jälkitiloja, jotka estivät mittauksen teon tai itsenäisen seisomisen (esimerkiksi kallovamman, johon liittyy motorinen häiriö tai nivel-/rankavamman, joka esti osallistumisen mittauksiin).

Jos tutkittavalla oli tiettyjä vammojen jälkitiloja (esim. metallia tai proteesi polvessa, sääressä tai nilkassa) voimamittaukset tehtiin terveestä raajasta. Henkilöt, joilla oli sydämen tahdistin, siirtyivät kontrolliryhmään.

Terveystiedot noin viiden viime vuoden ajalta tarkastettiin tutkittavilta ja viimeisen vuoden ajalta terveyskeskuksen potilasasiakirjoista tutkittavien luvalla haastattelun jälkeen. Potilaspapereiden avulla varmistettiin, ettei tutkittavilla ollut vasta-aiheita tutkimukseen osallistumiselle ja että he täyttivät tutkimuskriteerit.

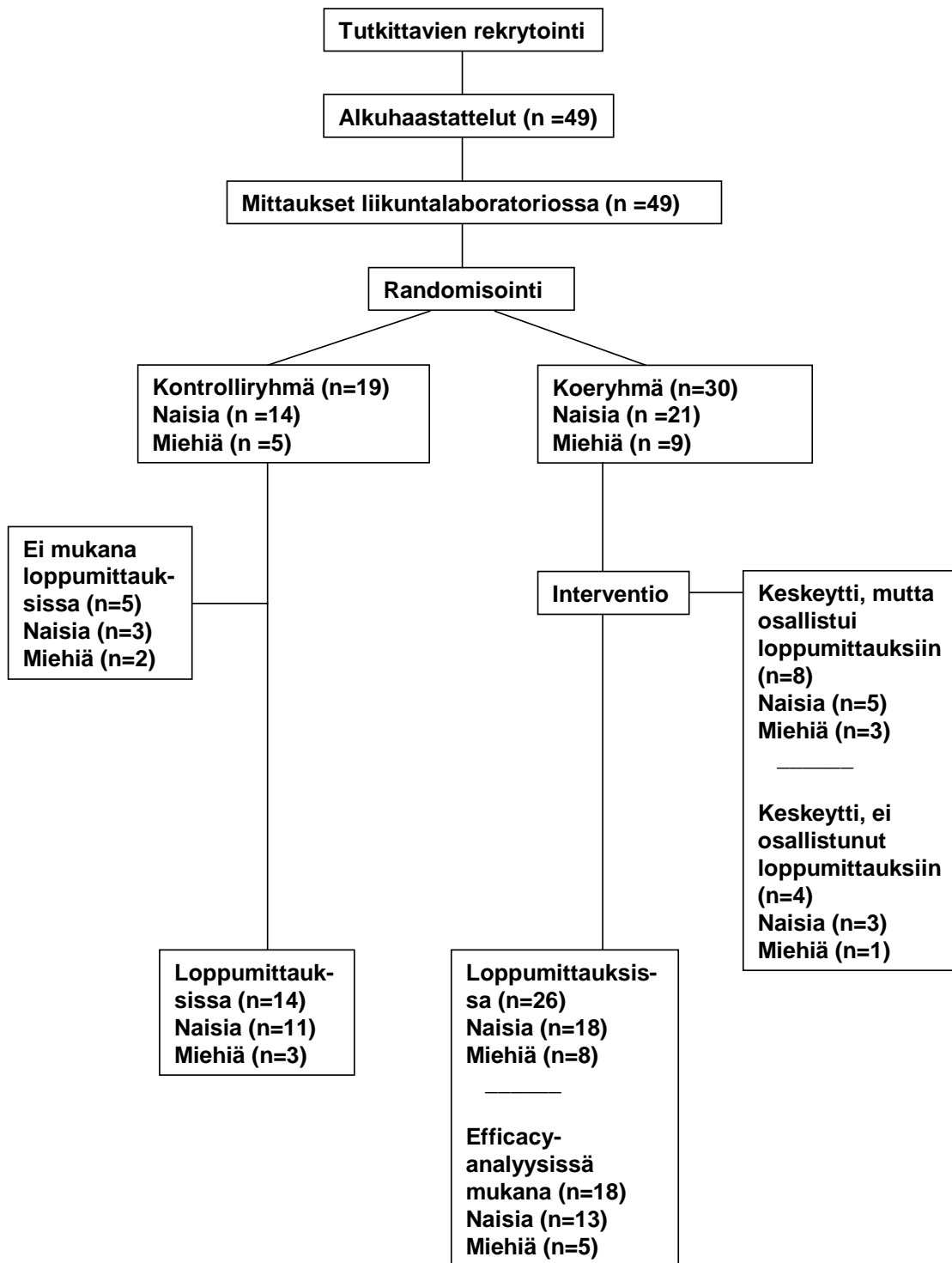
Haastattelun yhteydessä tehtiin myös lyhyt muistitesti (MMSE). Kolmen tutkittavan pisteet MMSE- testissä alittivat muistihäiriön rajan eli pisteet olivat alle 21/30. Heidän kohdallaan tutkimukseen osallistumisesta keskusteltiin myös heidän omaistensa kanssa. Alkuhaastattelun jälkeen tutkittaville tehtiin aikataulut, joiden mukaan he kävivät kolmen hengen ryhmissä (kolme aamupäivällä ja kolme iltapäivällä) Jyväskylän yliopiston liikunta- ja



terveyslaboratoriossa, jossa suoritettiin kehon koostumukseen, tasapainoon ja lihasvoimaan kohdistuvat mittaukset seuraavan kahden viikon aikana.

Alkumittausten jälkeen tutkimukseen osallistuvat 49 henkilöä satunnaistettiin interventioryhmään (n=30) ja kontrolliryhmään (n=19) sukupuolen, iän, itse raportoidun liikkumiskyvyn sekä tutkittavan käyttämien luuhun vaikuttavien lääkkeiden mukaan lohkotuissa ryhmissä (Kuvio 1). Tällaisia lääkkeitä olivat esimerkiksi kortisoni (tabletit tai injektiot), joita käyttää säännöllisesti tai on käyttänyt yli viisi vuotta, hormonikorvaushoito ja luuta vahvistava lääkitys, joita on joskus käyttänyt tai käyttää edelleen (esim. bifosfonaatit, teriparatidi). Satunnaistamisen jälkeen koeryhmä osallistui interventioon, eli istuntoon fysioakustisessa tuolissa ja kontrolliryhmä jatkoi normaalia elämää. Tutkittavia oli istunnoissa samanaikaisesti 1-3 henkilöä tuolien määrästä ja istujien mahdollisista poissaoloista riippuen. Istunnot ajoittuivat klo 8.00–16.00 väliselle ajalle. Koko tutkimusryhmän toivottiin säilyttävän elämäntyyliänsä likipitään samanlaisena koko tutkimuksen ajan.

Intervention päätyttyä suoritettiin loppumittaukset sekä koe- että kontrolliryhmissä olleille ja tutkittaville lähetettiin postitse tiedot mittaustuloksista tutkimuksen päätyttyä. Tutkimuksen eteneminen on kuvattu kuviossa 1.



**Kuvio 1.** Tutkimuksen eteneminen

## **5.2 Haastattelut**

Tutkimuksen alkaessa suoritettiin haastattelulomakkeen esitestaus ja lomaketta muotoiltiin vielä saadun palautteen ja kokemuksen pohjalta paremmin ikääntyville sopivaksi. Kaikki tutkimukseen osallistuneet haastateltiin tutkimuksen alkaessa tammi- helmikuussa 2006. Haastattelijat sopi puhelimitse alkuhaastatteluaajan tutkittavan kotiin ja haastattelulomakkeet täytettiin jokaisen tutkittavan kanssa yhdessä. Yksi tutkittavista haastateltiin sairaalassa, jossa hän oli kuntoutuksessa tutkimuksen alkaessa. Haastattelu kesti tunnista kahteen tuntiin.

Haastattelun yhteydessä kerrottiin tutkimuksen kulku, toimenpiteet ja mittaukset sekä allekirjoitettiin tutkimuslupapaperit. Lisäksi tutkittaville kerrottiin tutkimukseen osallistumisen riskit, hyödyt, vastuukysymykset sekä osallistumisen vapaaehtoisuus. Haastattelussa kysyttiin henkilötietoja, terveystietoja sekä elämäntapaan liittyviä tietoja, kuten esimerkiksi liikkumistottumuksia (Liite 1).

## **5.3 Mittaukset**

Jyväskylän yliopiston liikunta- ja terveyslaboratoriossa mitattiin seisomatasapainoa ja maksimaalista isometristä lihasvoimaa. Mittaukset pyrittiin tekemään mahdollisimman turvallisiksi ikääntyville tutkittaville siten, että paikalla oli ensiapuvalmius ja lääkärin konsultaatiomahdollisuus. Koska tutkittavat olivat yli 70-vuotiaita, ei tutkimukselle saatu omaa vakuutusta. Tutkittaville tarjottiin välipalaa mittausten yhteydessä, sekä annettiin mahdollisuus levätä mittausten välillä.

Ennen mittauksia tarkistettiin liikuntalaboratoriossa mittauksiin osallistumisen kriteerien täytyminen. Tutkittavan verenpaineen piti olla alle RR 180/100. Jos verenpaine ei ollut alle näiden arvojen, tutkittava lepäsi hetken ja verenpaine mitattiin uudelleen. Jos se oli edelleen korkea, voimamittauksia ei tehty. Samaten voimamittauksia ei tehty, jos koehenkilöllä oli sydänoireita. Jos tutkittavan vasemmassa jalassa tai käsivarressa oli kipuja tai traumoja, mittaukset tehtiin oikeasta raajasta. Lihasvoimamittaukset tehtiin kaikilla mittauskerroilla samasta raajasta. Sama koulutettu henkilö suoritti eri mittausajankohtina tehdyt mittaukset.

Lihassoiman mittaus tapahtui tarkoitusta varten kehitetyssä dynamometrituolissa istuen (Good Strength, Metitur Oy). Isometrinen maksimivoima mitattiin Newtonina (N) (Era ym. 1992). Tutkittavat istuivat tuolissa suorassa, polvi, lonkat ja kyynärnivel 90° kulmassa. Käden puristusvoimamittauksessa tutkittava puristi 2-3 sekunnin ajan mittauslaitteen kahvoja. Toisessa kahvassa oleva anturi mittasi tuotetun voiman. Kolmesta peräkkäisestä suorituksesta valittiin paras suoritus analysoitavaksi. Polven ojentajalihasten voimaa mitattaessa polvi oli koukistettu 60° fleksiosuuntaan ja jalka kiinnitetty hihnalla anturiin nilkasta. Tutkittava yritti ojentaa jalkaansa 2-3 sekunnin ajan niin voimakkaasti kuin mahdollista ja anturi mittasi siihen kohdistuneen voiman. Reiden ojentajalihasten voimatulokseksi valittiin paras kolmesta suorituksesta. Jokaisen mittauskerran välillä oli noin minuutin lepo.

Tasapainotesti tehtiin voimalevyllä. Mittaus perustui kolmionmuotoiseen voimalevyyn seisnessä kohdistuvien pystysuuntaisten voimien mittaamiseen ja analysointiin (Good Balance, Metitur Oy). Laite mittaa voimavaikutusten keskipisteen eli painevaikutusten keskipisteen liikkeen, jonka painopisteen liike seisnessä ja lihasten työ yhdessä saavat aikaan. Tulosuuttujina näissä mittauksissa käytettiin kehon sivusuuntaisen huojunnan ja eteen - taakse suuntaisen huojunnan nopeutta (mm/s) sekä keskimääräistä vauhtimomenttia (mm<sup>2</sup>/s), joka rekisteröi huojunnan laajuuden suhteessa huojunnan nopeuteen. Vauhtimomentti ilmaisee painopisteen liikkeen peittämän keskimääräisen pinta-alan jokaisen testisekunnin aikana (Pyykkö ym. 1990, Era ym. 2006).

Testin suoritti sama koulutettu henkilö eri mittauskerroilla. Tutkittava sai levätä aina, kun tunsu siihen tarvetta. Kun tutkittava ilmoitti olevansa valmis, mittaukset aloitettiin. Alku- ja loppumittaukset tehtiin kaikilla tutkittavilla samassa järjestyksessä.

Mitattaessa tasapainoa tavallisessa seisoma-asennossa jokainen tutkittava otti sellaisen tukevaksi tuntemansa seisoma-asennon, joka tuntui luontevalta ja turvalliselta. Tästä asennosta mitattiin isovarpaiden etäisyys ja kantapäiden etäisyys toisistaan, ja nämä merkittiin muistiin loppumittauksia varten. Tällä varmistettiin, että alku- ja loppumittauksissa seisontatasapaino mitattiin samassa asennossa. Mittauksen aikana tutkittava seiso i voimalevyllä ilman kenkiä, kädet yhdessä alhaalla edessä rennosti kulloinkin määrätysssä asennossa liikkumatta, katse kohti kahden metrin päässä olevaa kiintopistettä. Silmät kiinni suoritetuissa mittauksissa pään asento oli suunnattu siten kuin katsoisi kohti tätä

kiintopistettä. Tutkittava pyrki seisomaan mahdollisimman huojumatta kaikissa mittausasennoissa. Molemmista (silmät auki ja silmät kiinni) testeistä mitattiin kaksi 30 sekunnin suoritusta, joista parempi valittiin analysoitavaksi.

## **5.4 Interventio**

Interventio eli istunto fysioakustista hoitoa antavassa fysioakustisessa tuolissa toteutettiin Telkänpesän ja Lutakon palvelutaloissa. Telkänpesässä tapahtuneeseen interventioon osallistui 18 henkilöä (naisia 9 ja miehiä 9) ja Lutakossa tapahtuneeseen interventioon osallistui 12 henkilöä, jotka olivat kaikki naisia. Interventio alkoi helmikuun 20 päivänä 2006 ja päättyi elokuun 11 päivä 2006. Käytännön järjestelyistä ja intervention toteuttamisesta huolehti koulutettu fysioterapeutti.

Tässä tutkimuksessa käytetty fysioakustista hoitoa antava fysioakustinen laitteisto oli asennettu ergonomisesti muotoiltuun, säädettävään lepotuoliin. Lepotuolin sisään oli asennettu kuusi kaiutinta, joiden kautta ääni ohjattiin kehon eri osiin. Koska tutkimuksessa oli mukana hyvinkin iäkkäitä henkilöitä, pään alueella sijaitseva kaiutin ei ollut käytössä. Tällä haluttiin varmistaa, ettei tutkittaville tule mahdollisia sivuvaikutuksia. Fysioakustisessa hoidossa hyväksikäytetyn matalataajuisten ääniaallon äänenkorkeus vaihtelee yleensä 27- 113 Hz:n välillä (Ahonen 1993). Tässä interventiossa käytettiin 27 -86 Hz:n taajuuksia. Tuolissa istuja aistii äänen, mutta ei välttämättä erota sen korkeutta. Tietokoneen avulla säädettiin ääniaaltojen taajuusvaihtelun nopeutta (scanning), taajuusvaihtelun tiheyttä (pulsation) sekä kiertoa tuolin sisässä olevien kaiuttimien välillä (direction) laitteen valmistajalta saatujen ohjeiden mukaisesti. Yhden hoitajakson aikana (1-7 minuuttia) taajuus vaihteli tietyllä välillä ja tietyllä nopeudella. minkä lisäksi äänen tuotto vaihtui kaiuttimesta toiseen tietyssä kiertosuunnassa. Näitä (1-7 minuutin) hoitajaksoja annettiin puoli tuntia kerrallaan koeryhmässä oleville 3-5:nä päivänä viikossa puolen vuoden ajan. Tuoli-istunnon alussa tuoli säädettiin tutkittaville mieleiseen asentoon. Istunnon aikana tarkkailtiin myös koehenkilön verenpainetta sekä ihon lämpötilaa (Kuva 1).



**Kuva 1. Interventio fysioakustisessa tuolissa Telkänpesässä**

Fysioakustisen tuolin ohjelmat aloitettiin varovasti totuttelemalla fysioakustiseen tuoliin ja matalataajuiseen ääniaaltoon. Ensimmäisellä viikolla interventio sisälsi matalilla taajuuksilla toteutettua ohjelmaa (korkein taajuus 48Hz). Taajuusaluetta laajennettiin korkeampien taajuuksien suuntaan asteittain tutkittavien totuttua hoitoon. Alkutotuttelun jälkeen toteutettiin interventio yhdeksällä eri ohjelmalla. Yhtä ohjelmaa toteutettiin aina kaksi viikkoa peräkkäin (Liite 2).

### ***5.5 Tilastolliset analyysimenetelmät***

Jatkuvien muuttujien jakaumien normaalisuutta tarkasteltiin Shapiro-Wilksin testillä ja varianssien yhtä suuruutta Levenen testillä. Koe- ja kontrolli-ryhmien alkumittausten välisten erojen merkitsevyyden tarkastelussa käytettiin riippumattomien otosten T- testiä. Yksilölliset muutosprosentit laskettiin alku- ja loppumittausten välisestä erosta. Intervention vaikutusta tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä. Merkitsevyytasoksi määriteltiin  $p < 0.05$ . Efficacy-analyysiin otettiin mukaan interventioon loppuun asti osallistuneet eli ne

interventioon osallistuneet, jotka olivat istuneet vähintään 80 % istunnoista. Satunnaiset (alle 2 viikkoa kestäneet) poissaolot sallittiin. Myös kaikkien loppumittauksiin osallistuneiden tulokset analysoitiin (intention-to-treat). Koska tulokset eivät poikenneet toisistaan, esitetään tässä vain efficacy-analyysiin perustuvat tulokset.

## **6. TUTKIMUSTULOKSET**

### ***6.1 Tutkittavien taustatiedot***

Tutkimusjoukko kuvailtiin alkumittauksissa ja alkuhaastatteluissa saatujen tietojen avulla. Valituille muuttujille laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat.

Tutkittavien ikäjakauma oli 62–93 vuotta. Tutkimusryhmään kuului 49 henkilöä. Tutkimuksen keskeytti koeryhmässä 12 henkilöä, joista 8 osallistui loppumittauksiin. (Kuvio 1). Koeryhmässä keskeyttämisen syynä oli sydämeen ja verenkiertoon liittyvät häiriöt neljällä henkilöllä. Näillä henkilöillä oli ollut sydämen ja verenkierron häiriöitä jo ennen tutkimukseen mukaan lähtemistä. Tuki- ja liikuntaelimestön kivut olivat syynä neljällä henkilöllä keskeyttämiseen. Kaikilla neljällä oli ollut jo aiemminkin, ennen tutkimukseen osallistumista, tuki- ja liikuntaelimestön ongelmia. Näistä neljästä keskeyttäneestä yksi koki intervention pahentaneen näitä aiemminkin olleita tuki- ja liikuntaelin vaivoja. Yksi koeryhmään osallistunut koki istunnoissa hengityksensä vaikeutuvan ja yhdelle koeryhmään osallistuneelle tuli huono olo istunnoissa. Vakavan sairauden vuoksi joutui yksi koeryhmään kuulunut keskeyttämään, mutta sairaudella ei ollut yhteyttä fysioakustiseen hoitoon. Yksi koeryhmässä mukana ollut ei voinut sitoutua tutkimukseen, koska hänellä oli runsaasti harrastuksia, joihin hän ei olisi voinut osallistua, koska interventio satoi ajallisesti paljon koeryhmään osallistuneita. Keskeyttämiset tapahtuivat suurimmalla osalla intervention alkuvaiheessa.

Kontrolliryhmästä ei osallistunut loppumittauksiin 5 henkilöä (3 naista ja 2 miestä). Kontrolliryhmässä loppumittaukseen osallistumattomuuden syynä olivat terveydelliset syyt kahdella (1 mies ja 1 nainen) sekä mielenkiinnon menettäminen tutkimusta kohtaan kolmella (2 naista ja 1 mies).

Koeryhmän keski-ikä oli 79,7 ja kontrolliryhmän keski-ikä oli 76,7 (Taulukko 1). Tutkittavat asuivat itsenäisesti joko palvelutalossa, palvelutalojen läheisyydessä olevissa vanhusten vuokrataloissa tai omissa asunnoissaan. Yleisimmät sairaudet sekä koe- että kontrolliryhmässä olivat sydän- ja verisuonisairaudet, aineenvaihdunta-, umpieritys- ja sisäelinsairaudet sekä tuki- ja liikuntaelinsairaudet. Tutkimukseen loppuun asti osallistuneista yhdellä ei ollut lainkaan sairauksia ja kahdella vain yksi sairaus. Enemmän kuin neljä sairautta oli kahdeksallatoista.

Yleisimmät käytössä olevat lääkkeet olivat sydän- ja verenkiertolääkkeet, psyyke- ja unilääkkeet, aineenvaihdunta- ja umpierityslääkkeet sekä kipu-, reuma- ja kuumelääkkeet. Kahdella tutkittavalla ei ollut käytössä mitään reseptilääkettä. Enemmän kuin 4 reseptilääkettä oli käytössä 23 tutkittavalla.

Huimausta koki päivittäin 17 % koeryhmään kuuluneista ja 21 % kontrolliryhmään kuuluneista. Viikoittainen itse ilmoitettu kävelymäärä oli keskimäärin 11,0 km (sd 8,8) koeryhmässä ja kontrolliryhmässä 14,3 km (sd 11,7). Suurin osa harrasti kevyttä liikuntaa tai liikuntaa, jossa vähän hikoili ja hengästyti (koeryhmään osallistuneista 55 % ja kontrolliryhmään osallistuneista 86 %). Tätä kuormittavampaa liikuntaa harrasti koeryhmään osallistuneista 6 % ja kontrolliryhmään osallistuneista 7 %. Vain päivittäisten askareitten yhteydessä liikkui koeryhmästä 38 % ja kontrolliryhmästä 7 %.

Koeryhmästä 61 % ja kontrolliryhmästä 64 % ei käyttänyt mitään apuvälineitä sisällä liikkumisessa. Ulkona liikkueksaan kummankin ryhmän henkilöistä 50 % ei käyttänyt apuvälineitä. Yleisimmät apuvälineet sekä sisällä että ulkona liikkumisessa olivat koe- ja kontrolliryhmässä rollaattori ja keppi. Koe- ja kontrolliryhmät eivät eronneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan iän, pituuden, painon tai painoindeksin suhteen. Sairauksien määrässä ero oli tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,045$ ). Diagnoisoituja sairauksia oli koeryhmässä enemmän (Taulukko 1).



**Taulukko 1.** Tutkimuksessa loppuun asti mukana olleiden tutkittavien taustatiedot tutkimuksen alussa.

Muuttuja	Koeryhmä (n=18)	Kontrolliryhmä (n=14)	p-arvo
Ikä, vuosina	79,7( 7,4)	76,7 (7,9)	0,304
Pituus, cm	158,7(7,6)	161,0 (7,2)	0,399
Paino, kg	71,9(11,4)	72,3 (11,6)	0,923
Sairaudet ▪	7,3 (3,1)	5,0 (2,9)	0,045
Lääkitys ▪ ▪	9,5 (4,6)	6,5 (3,9)	0,074
BMI	28,5 (3,9)	27,9 (4,3)	0,695

keskiarvo ( ± keskihajonta)

- lääkärin diagnosoimien sairauksien lukumäärä
- ▪ lääkärin määräämien lääkkeiden lukumäärä

## **6.2 Intervention vaikutus seisomatasapainoon ja maksimaaliseen lihasvoimaan**

Tilastollisesti merkitsevää eroa koe- ja kontrolliryhmien alkumittauksissa ei ollut sivusuuntaisessa huojuntanopeudessa ( $p=0.321$ ), eteen - taakse huojunnan nopeudessa ( $p=0.243$ ) tai vauhtimomentissa ( $p=0.360$ ), kun tutkittavilla oli silmät auki mittausta suoritettaessa. Erot koe- ja kontrolliryhmän alkumittausten keskiarvojen välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä myöskään silmät kiinni suoritettussa sivusuuntaisen huojuntanopeuden ( $p=0.132$ ), eteen – taakse huojuntanopeuden ( $p=0.615$ ) tai vauhtimomentin ( $p=0.307$ ) mittauksissa. Alkumittauksissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa koe- ja kontrolliryhmien välillä käden puristusvoimassa ( $p=0.166$ ). Polven ojennusvoimassa alkumittauksen ero ryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ( $p=0.039$ ). Koeryhmän keskimääräinen polven ojennusvoima oli kontrolliryhmää pienempi.

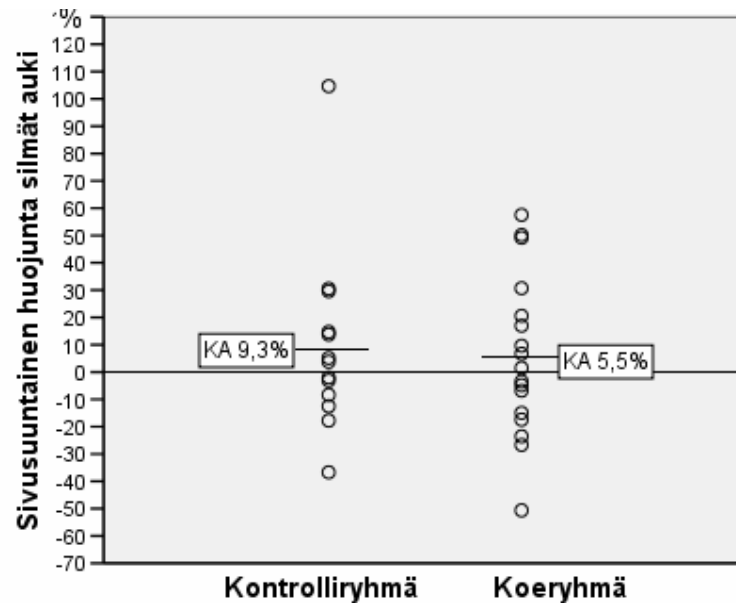
Toistettujen mittausten varianssianalyysin tulosten mukaan interventiolla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta mitattuihin tasapainomuuttujiin tai lihasvoimaan eli merkitseviä yhdysvaikutuksia ryhmän ja mittauskertojen välillä ei ollut. Polven

ojennusvoima parani tutkimuksen aikana koko tutkimusjoukossa ( $p=0,017$ ), mutta ryhmien tulokset eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan (Taulukko 2).

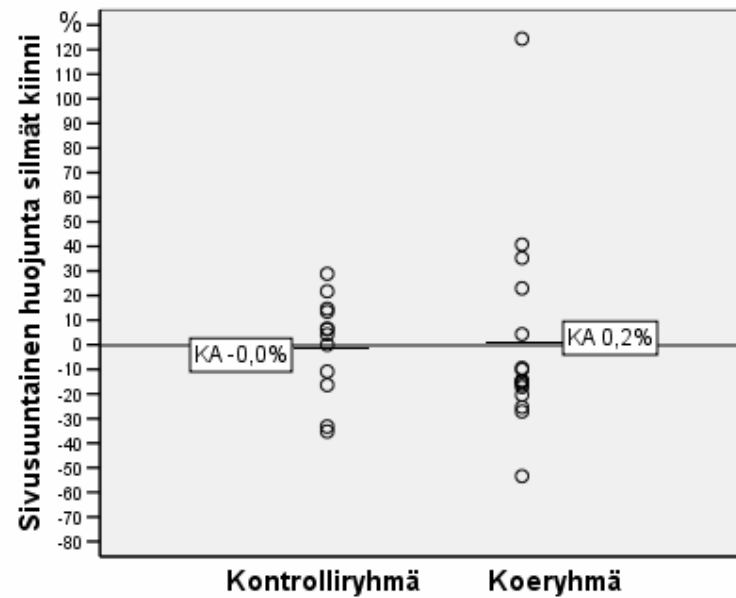
**Taulukko 2.** Intervention vaikutus tasapainoon ja lihasvoimaan.

Muuttuja	Ryhmä	n	Alkumittaus		Loppumittaus		ANOVA		
			KA	SD	KA	SD	Ryhmä	Aika	Yhdysvaikutus
Sivusuuntainen huojunta silmät auki (mm/s)	Kontrolli	13	3,8	1,8	4,3	3,4	0,982	0,375	0,388
	Koe	17	4,1	3,3	4,1	2,9			
Sivusuuntainen huojunta silmät kiinni (mm/s)	Kontrolli	12	5,6	4,2	5,2	3	0,537	0,443	0,771
	Koe	16	4,8	2,1	4,7	2,4			
Eteen - taakse huojunta silmät auki (mm/s)	Kontrolli	13	7,5	3,4	8,2	7	0,754	0,518	0,642
	Koe	17	8,5	6,6	8,6	6,7			
Eteen - taakse huojunta silmät kiinni (mm/s)	Kontrolli	12	9,7	4	10,5	4,3	0,346	0,992	0,112
	Koe	16	12,5	6,7	11,8	5,6			
Vauhtimomentti silmät auki (mm <sup>2</sup> /s)	Kontrolli	13	11	7,2	19,5	40,2	0,995	0,256	0,461
	Koe	17	14,4	22,8	16,3	24,7			
Vauhtimomentti silmät kiinni (mm <sup>2</sup> /s)	Kontrolli	12	16,9	12,2	17,2	12,8	0,841	0,946	0,811
	Koe	16	18,4	14,6	17,8	14,6			
Käden puristusvoima (N)	Kontrolli	8	251	94	242	65	0,736	0,749	0,496
	Koe	11	231	87	234	107			
Polven ojennusvoima (N)	Kontrolli	7	330	95	367	130	0,235	0,017	0,764
	Koe	13	277	97	306	96			

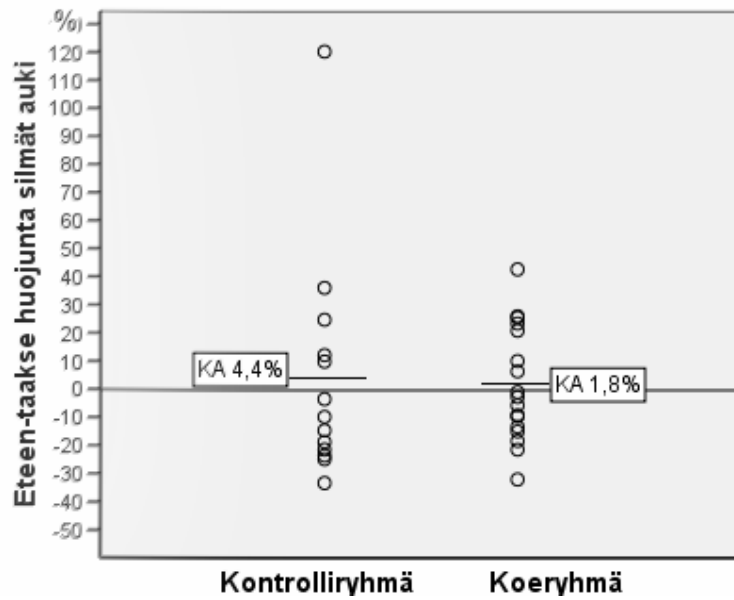
Kuvissa 2 - 9 esitetään intervention aikana tapahtuneet yksilölliset prosentuaaliset muutokset kaikissa mitatuissa muuttujissa. Positiivinen muutos tasapainomittauksissa tarkoittaa tasapainon heikkenemistä.



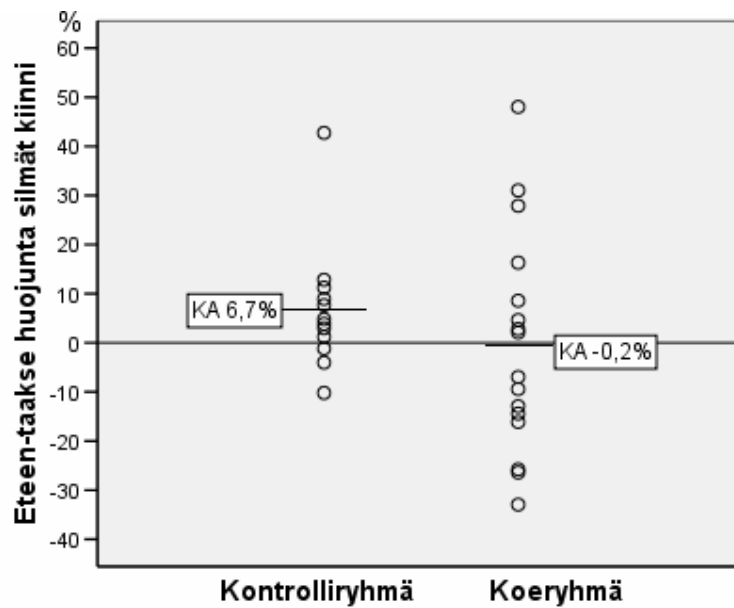
**Kuva 2.** Koe- ja kontrolliryhmän yksilölliset prosentuaaliset muutokset sivusuuntaisessa huojunnassa (silmät auki) intervention jälkeen.



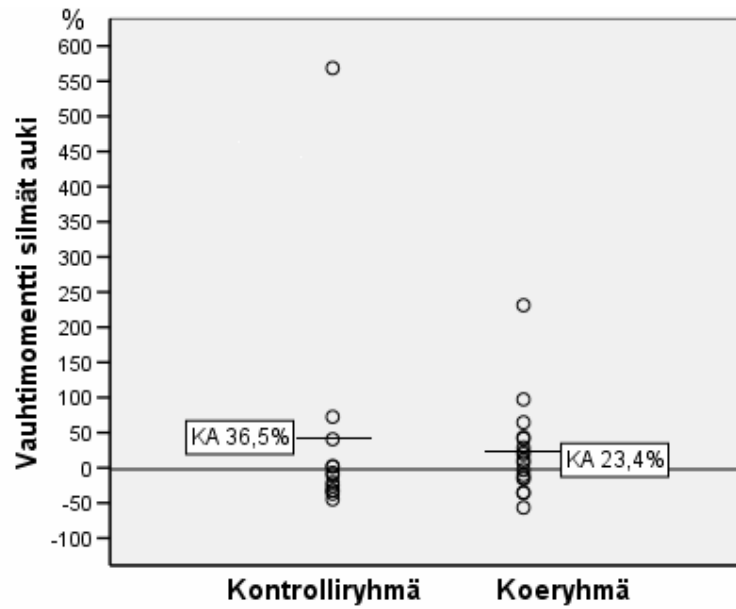
**Kuva 3.** Koe- ja kontrolliryhmän yksilölliset prosentuaaliset muutokset sivusuuntaisessa huojunnassa (silmät kiinni) intervention jälkeen.



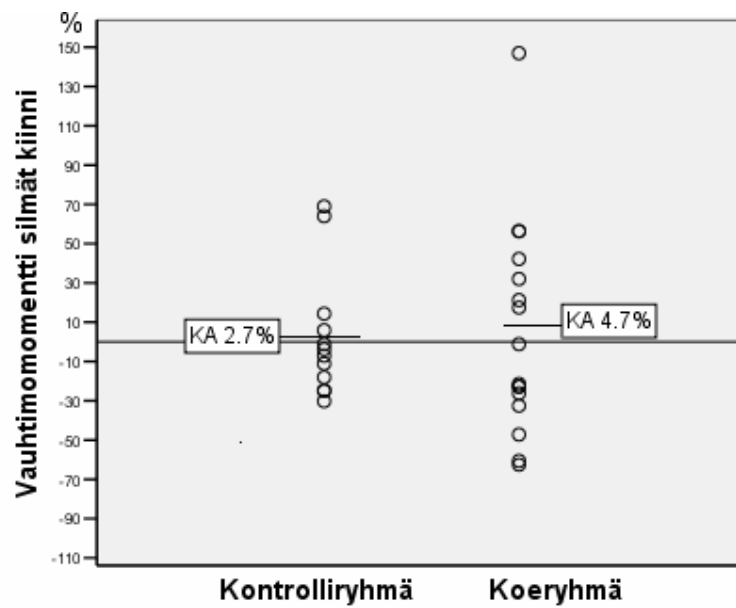
**Kuva 4.** Koe- ja kontrolliryhmän yksilölliset prosentuaaliset muutokset eteen - taakse huojunnassa (silmät auki) intervention jälkeen.



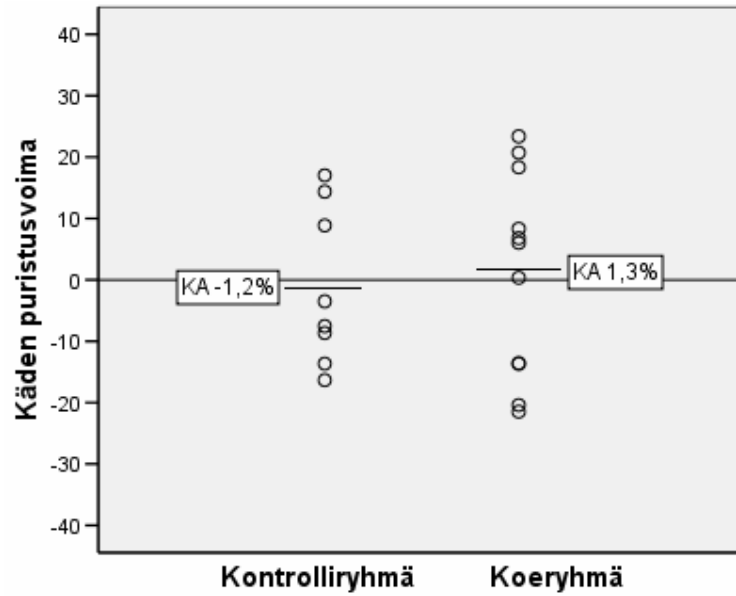
**Kuva 5.** Koe- ja kontrolliryhmän yksilölliset prosentuaaliset muutokset eteen - taakse huojunnassa (silmät kiinni) intervention jälkeen.



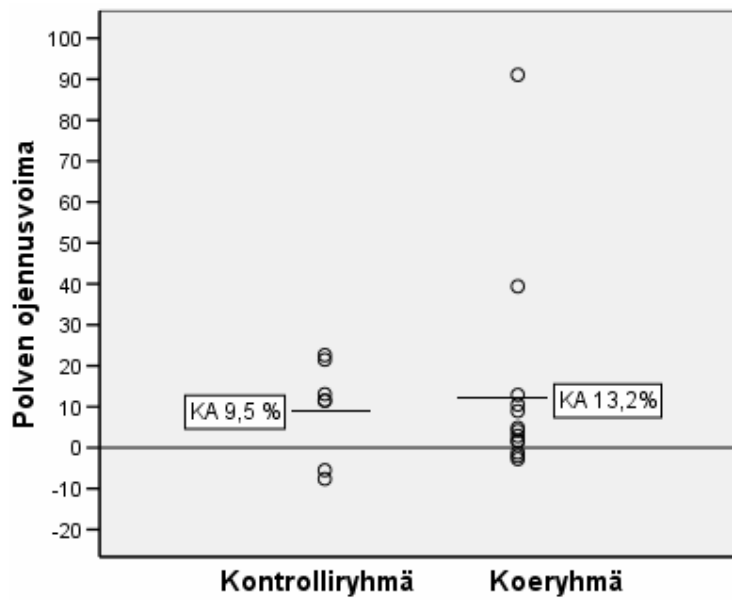
**Kuva 6.** Koe- ja kontrolliryhmän yksilölliset prosentuaaliset muutokset vauhtimomentissa (silmät auki) intervention jälkeen.



**Kuva 7.** Koe- ja kontrolliryhmän yksilölliset prosentuaaliset muutokset vauhtimomentissa (silmät kiinni) intervention jälkeen.



**Kuva 8.** . Koe- ja kontrolliryhmän yksilölliset prosentuaaliset muutokset käden puristusvoimassa intervention jälkeen.



**Kuva 9.** Koe- ja kontrolliryhmän yksilölliset prosentuaaliset muutokset polven ojennusvoimassa intervention jälkeen.

## 7. POHDINTA

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, voidaanko fysioakustisella hoidolla parantaa ikääntyvien henkilöiden seisomatasapainoa ja maksimaalista isometristä lihasvoimaa. Väestön ikääntyessä tarvitaan uusia menetelmiä, joilla voitaisiin parantaa myös toimintakykyä menettäneiden tai toimintakyvyltään rajoittuneiden tasapainoa ja lihasvoimaa. Tasapainon ja lihasvoiman yhteys toiminta- ja liikkumiskykyyn on todistettu aiemmin useilla tutkimuksilla (Era ja Heikkinen 1985, Era ym. 1996, Lin ja Woollacott 2005). Tutkimus oli ainutlaatuinen, koska randomoitua kontrolloitua tutkimusta fysioakustisen hoidon vaikutuksista ikääntyvien henkilöiden lihasvoimaan ja tasapainoon ei ole aiemmin tehty.

Tämän tutkimuksen mukaan fysioakustisella hoidolla ei ollut tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia ikääntyvien henkilöiden seisomatasapainoon ja maksimaaliseen isometriseen lihasvoimaan. Koko ryhmää mitattaessa mittauskerralla oli tilastollisesti merkitsevä positiivinen vaikutus polven ojennusvoiman muutokseen ( $p=0,017$ ), mutta koe- ja kontrolliryhmien tulokset eivät poikenneet toisistaan. Mittauskerran tilastollisesti merkitsevä vaikutus polven ojennusvoimassa saattoi johtua oppimisvaikutuksesta.

Ikääntyvien henkilöiden hoito- ja kuntoutusmenetelmien kehittäminen on tärkeää, jotta voitaisiin turvata toimintakykyinen vanhuus. Sihvonen (2004) on todennut omissa tutkimuksissaan että tasapainokuntoutuksesta hyötyisivät laitoksessa olevat toimintakyvyltään rajoittuneet henkilöt. Muun muassa tästä syystä fysioakustisen hoidon tutkiminen juuri palvelutaloissa ja mahdollisesti toimintakyvyltään rajoittuneilla henkilöillä oli perusteltua. Jos fysioakustisella hoidolla olisi voitu parantaa ikääntyvien lihasvoimaa tai tasapainoa, olisi sillä ollut paljon sovellus- ja käyttömahdollisuuksia tulevaisuudessa, koska hoito on vaivatonta ja miellyttävää ja se soveltuu myös ikääntyville.

Tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia fysioakustisen hoidon vaikutuksesta seisomatasapainoon ja maksimaaliseen isometriseen lihasvoimaan ei voitu verrata aikaisempiin tutkimuksiin, koska vastaavia tutkimuksia ei ole tehty. Fysioakustisen hoidon käytöstä terveydenhuollossa on tehty vain vähän tutkimuksia ja varmoja johtopäätöksiä hoidon fysiologisista vaikutuksista ei voida edelleenkään tehdä. Tässä tutkimuksessa ei fysioakustisella hoidolla saatu puoli vuotta kestäväällä interventiolla tilastollisesti merkitseviä

muutoksia tasapainoon tai lihasvoimaan. Tämän tutkimuksen tulokset eivät näin vastaa tutkimustuloksia, joissa on käytetty mekaanista vibraatiota. Esimerkiksi kuuden kuukauden mittaisessa interventiossa, jossa keski- iän ylittäneet tutkittavat pelkästään seisoivat mekaanisesti värähtelevällä alustalla, lihasvoima parani 5 %. Tutkimuksissa, joissa koeryhmä teki voimaharjoittelutyypisiä liikkeitä (esimerkiksi kyykkyjä) vibraatioalustalla, on iäkkäämpiä henkilöitä tutkittaessa saatu esiin tilastollisesti merkitseviä tuloksia alaraajojen lihasvoiman paranemisesta (Russo ym. 2003, Roelant ym. 2004, Verschueren ym. 2004). Tutkimusta kannattaisikin jatkaa kokeilemalla olisiko fysioakustinen hoito vaikuttavampi, jos siihen lisäisi harjoitteita joko hoidon kanssa samanaikaisesti tai erikseen. Harjoitteiden lisääminen vähentäisi menetelmän käyttömahdollisuuksia kaikkein heikoimpien tai toimintarajoitteisimpien henkilöiden kuntoutuksessa, mutta voisi hyödyttää parempikuntoisia ikääntyviä.

Tutkimusryhmän tasapaino- ja lihasvoimamittausten tulosten keskiarvot olivat samalla tasolla verrattuna aiemmin tehtyihin samanikäisten tasapainomittausten (Era ym. 2006) ja lihasvoimamittausten tuloksiin (Tiainen ym. 2005), joten tutkimukseen hakeutuneet ikääntyneet kuvannevat keskimääräisesti tämänikäisiä suomalaisia. Tutkittavien joukko oli hyvin heterogeeninen, esimerkiksi ikäjakauma oli laaja (62 vuodesta 93 vuoteen) ja tutkimuksessa oli mukana toimintakyvyltään sekä terveydeltään hyvin erilaisia ikääntyneitä. Koska tutkimusryhmään kuului myös monisairaita ikääntyneitä, heidän toimintakykynsä vaihteli päivittäin. Keskiarvoihin vaikutti se, että mittauksissa tuli hyvin poikkeavia yksittäisiä arvoja, jotka ovat havaittavissa yksilöllisissä muutoskuviissa (Kuvat 2-9). Nämä yksittäiset poikkeavat arvot ovat eri tutkittavilta.

Tutkimukseen osallistuneet olivat hyvin iäkkäitä ja tutkimusryhmä oli suhteellisen pieni (n=49). Toistomittausanalyysissä voidaan analysoida vain ne tutkittavat, joilta on saatu tulos molemmilla mittauskerroilla. Osalla tutkittavista toimintakyvyn rajoitukset estivät osallistumisen joihinkin mittauksista. Tämän vuoksi lopulliseen analyysiin voitiin ottaa alkuperäisestä osallistujamäärästä vain osa. Keskeyttämisen todennäköisyys on aiempien tutkimusten perusteella suurempi koeryhmässä, kuin kontrolliryhmässä. Aiemmissä tutkimuksissa on myös todettu, että keskeyttäminen johtuu yleensä terveydellisistä syistä silloin, kun tutkitaan ikääntyneitä (Piirtola ym. 2003). Koska tutkimukseen osallistuneilla oli hyvin paljon sairauksia, varmistettiin koeryhmän riittävyys sillä, että koeryhmään satunnaistettiin suurempi otos (n=30), kuin kontrolliryhmään (n=19). Tässäkin tutkimuksessa



keskeyttäneitä oli yli puolet enemmän koeryhmässä, kuin kontrolliryhmässä ja keskeyttäminen johtui useimmissa tapauksessa terveydellisistä syistä..

Keskeyttäneiden osuus oli suhteellisen suuri (12 koeryhmästä ja 5 kontrolliryhmästä). Koeryhmässä keskeyttäneiden osuutta olisi voitu ehkä vähentää siirtämällä tutkimusajankohta talveen. Monella koeryhmään kuuluvalla oli kesämökki ja he olisivat halunneet oleilla enemmän mökillä tai matkustella kesän aikana, mikä ei ollut intervention vuoksi mahdollista. Tämä tuli esiin myös tutkimuksen loputtua saadussa palautteessa. Keskeyttäneistä yksi henkilö mainitsi keskeyttämisen syyksi tutkimuksen ajankohdan. Todellisuudessa se saattoi olla mukana myös muissa keskeytyksissä osatekijänä, sillä interventio satoi tutkittavia paljon ajallisesti. Tutkimuksen lopussa annetussa palautteessa kuusi henkilöä mainitsi ongelmalliseksi järjestellä aikatauluja intervention mukaan tutkimuksen aikana. Tämä tulee ottaa huomioon järjestettäessä myöhemmin samantapaisia interventioita. Kesän aikana on yleensä kaikilla enemmän harrastuksia ja siksi puoli vuotta kestävä interventio olisi ollut tarkoituksenmukaisempaa järjestää syksystä kevääseen. Verrattaessa kaikkia tutkimukseen osallistuneita (keskeyttäneet mukaan lukien) sekä niitä, jotka osallistuivat interventioon loppuun asti (intention to treat- ja efficacy- analyysit) tulokset vastasivat toisiaan. Tästä voidaan päätellä, ettei keskeyttäminen vaikuttanut ryhmien tuloksiin. Keskeyttämisen yhteys saattoi liittyä interventioon kolmella tutkittavalla, joista yhdellä, jolla oli ollut jo aiemminkin tuki- ja liikuntaelin vaivoja, jalat kipeytyivät entisestään hänen aloitettuaan interventio, yksi koki hengityksensä vaikeutuvan ja yhdelle tuli istunnoissa huono olo. Muiden koeryhmässä olleiden keskeyttämiseen vaikuttivat heidän aiemmat sairaudet tai muut henkilökohtaiset syyt.

Tutkimusryhmän satunnaistamisella varmistettiin ryhmien vertailukelpoisuus tutkimusjoukon heterogeenisyyden vuoksi. Tutkittavien taustatiedoista voidaan päätellä, että satunnaistamisessa onnistuttiin hyvin, huolimatta tutkittavan joukon pienuudesta ja heterogeenisyydestä. Koe- ja kontrolliryhmien taustatietojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Merkitsevä ero oli ainoastaan sairauksien lukumäärässä ( $p=0,045$ ). Koeryhmässä oli keskimäärin enemmän sairauksia kuin kontrolliryhmässä.

Fysioakustisessa hoidossa hyväksikäytetyn matalataajuisten ääniaallon korkeus vaihtelee yleensä 27- 113 Hz:n välillä (Ahonen 1993). Oleellista menetelmän kehittäjien mukaan on, että hoitojakson alkuvaiheessa taajuusvaihtelun nopeus eli voimakkuus pidetään

mahdollisimman hitaana ja annetaan keholle aikaa tottua stimulaatioon (Lehikoinen 1997). Interventiossa ei haluttu ottaa mitään riskejä tutkittavien terveydentilan kannalta ja siksi interventiossa käytettiin matalampia taajuuksia (27 -86 Hz) ja pään alueella sijaitseva kaiutin ei ollut käytössä. Kun värähtelyn aiheuttama paine suuntautuu haluttuun suuntaan kaiuttimissa, se aiheuttaa kehon sisään paineaallon, joka fysioakustisen tuolin kehittäjien mukaan aktivoi laskimoverenkiertoa ja lymfanesteen virtausta. Interventioon osallistujien antamassa palautteessa mainittiin jalkojen kivun vähentyneen ja jalkojen keventyneen intervention aikana, mikä saattoi johtua lymfanesteiden virtauksen sekä verenkierron paranemisesta. Samansuuntaisia kokemuksia on havaittu myös aiemmissa pro gradu tutkielmissa ja lissensiaattitöissä (Ala-Ruona 1999, Naukkarinen ym. 1990, Vuorimaa 2000). Tasapainomuuttujien sekä maksimaalisen lihasvoiman lisäksi olisi ollut mielenkiintoista tutkia myös voimantuottonopeutta, koska erityisesti kyky tuottaa lihasvoimaa nopeasti on yhteydessä tasapainoon (Cao ym.1997, Era ym. 2002).

Tutkimuksen lopuksi osallistuneilta kysyttiin kokemuksia, ja saadut palautteet olivat lähes poikkeuksetta myönteisiä. Tutkimukseen osallistuneet olivat kokeneet tutkimuksen mielenkiintoiseksi. He kokivat tarpeelliseksi tutkimuksen, jossa pyrittiin löytämään toimintakykyyn vaikuttavia hoitokeinoja ikääntyneille. Interventioon osallistuneet antoivat runsaasti kiitosta fysioterapeutille, joka huolehti intervention käytännön järjestelyistä. He kokivat intervention sosiaalisesti tapahtumaksi, joka toi heidän arkeensa vaihtelua. Istunnot koettiin rentouttaviksi ja miellyttäviksi. Tutkimuksen yhtenä vahvuutena voidaan pitää tutkittavien hyvää motivaatiota ja sitoutumista tutkimukseen sekä intervention toteutumista, mikä lisää tutkimuksen reliabiliteettia. Tutkimuksen luotettavuutta lisäsi se, että interventiosta huolehti sama koulutettu fysioterapeutti koko tutkimuksen ajan.

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttavat käytetyt mittausmenetelmät. Voimalevyllä suoritettu tasapainon mittaus on todettu aiemmissa tutkimuksissa luotettavaksi mittausvälineeksi tutkittaessa ikääntyvien seisomatasapainoa (Fujita ym. 2005, Pajala 2006). Erityisesti eteen- taakse huojunnan lisääntyminen ennakoii tasapaino – ongelmia ja lisää kaatumisriskiä (Pajala 2006). Voimalevyllä tehdyssä seisomistasapainon tutkimuksessa mitattiin ja merkittiin ylös jalkojen paikat voimalevyllä tavallisessa seisoma-asennossa ensimmäisellä mittauksella. Tutkittavat saivat hakea itselleen sellaisen seisoma-asennon, joka tuntui heistä luonnolliselta ja tämä asento merkittiin muistiin myöhempiä mittauksia varten. Siten saatiin yhtenevät kriteerit ja seisomatukipinta samanlaiseksi jokaisella

mittauskerralla. Tällä varmistettiin, että jalkojen etäisyys voimalevyn keskilinjasta pysyi samana alku- ja loppumittauksissa. Mittaukset suoritti liikuntalaboratoriossa sama henkilö joka mittauskerralla, mikä lisäsi tutkimuksen luotettavuutta. Intervention ja mittaukset teki eri henkilö. Lihaskuivumismittauksissa mitattiin käden puristusvoimaa, joka tutkimusten mukaan kuvaa hyvin ikääntyvien henkilöiden lihasvoimaa (Rantanen ym. 1998) sekä polven ojennusvoimaa, jonka on havaittu olevan merkitsevä ikääntyvien itsenäisen selviytymisen kannalta (Petralla ym. 2004).

Fysioakustisen hoidon tehokas soveltaminen saattaa edellyttää voimakkaampien taajuuksien käyttöä kuin mitä tässä tutkimuksessa voitiin tutkittavien korkean iän ja monien sairauksien vuoksi käyttää. Pitempiaikaisella interventiolla, voimakkaammilla taajuuksilla ja isommalla tutkimusjoukolla olisi saatettu saada aikaan tilastollisesti merkitseviä muutoksia sekä maksimaaliseen isometriseen lihasvoimaan että seisomatasapainoon. Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista tutkia eri alan asiantuntijoiden kanssa fysioakustisen hoidon vaikuttavuutta, koska näinkin lyhyellä, vain puoli vuotta kestäväällä, interventiolla saatiin viitteitä fysioakustisen hoidon myönteisistä vaikutuksista.

## LÄHTEET

Ahonen H. Musiikki - Sanaton kieli. Musiikkiterapian perusteet. 2. korjattu painos. Helsinki: Finn Lectura, 1993.

Anton M, Spirduso WW, Tanaka H. Age-related declines in anaerobic muscular performance: Weightlifting and powerlifting. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 143-147.

Bean N, Bennett KM, Lehmann AB. Habitus and hip fracture revisited: skeletal size, strength and cognition rather than thinness? *Age Ageing* 1995; 24: 481-484.

Bogaerts A, Verschueren S, Delecluse C, Claessens A, Boonen S. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: A 1 year randomized controlled trial. *Gait & Posture* 2006; 6: 309-316.

Brown M, Sinacore D, Ehsani A, Binder E, Hollozy J, Kohrt W. Low intensity exercise as a modifier of physical frailty in older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 960- 965.

Burke M. Effects of physioacoustic intervention on pain management of postoperative gynecological patients. Teoksessa Wigram T, Dileo C (toim.) *Music vibration and health* NJ: Jeffrey books, 1997: 107- 124.

Burke M, Thomas K. Use of physioacoustic therapy to reduce pain during physical therapy for total knee replacements patients over age 55. Teoksessa Wigram T, Dileo C (toim.) *Music vibration and health*. NJ: Jeffrey books, 1997: 99- 106.

Butler C, Butler P. Physioacoustic therapy with cardioac surgery patients. Teoksessa Wigram T, Dileo C (toim.) *Music vibration and health*. Jeffrey books NJ, 1997: 197- 205.

Cao C, Ashton-Miller JA, Schultz AB, Alexander NB. Abilities to turn suddenly while walking: effects of age, gender and available response time. *J Gerontol* 1997; 52A; M88-M93.

Cardinale M, Wakeling J. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med* 2005; 39: 585-589.

Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 1033-41.

de Rekeneire N, Visser M, Peila R, Nevitt M, Cauley J, Tylavsky A, Simonsick F, Harris E, Tamara B. Is a fall just a fall: correlates of falling in healthy older persons. The ABC- study. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 841-6.

Deschenes M. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med* 2004; 34: 809-824.

Downton JH, Andrews K. Prevalence, characteristics and factors associated with falls among the elderly living at home. *Aging Clin Exp Res* 1991;3: 219-228.

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

Era P, Lyyra AL, Viitasalo JT, Heikkinen E. Determinants of isometric muscle strength in men of different ages. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology* 1992; 64:84-91.

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

Era P. Havaintomotoriikka ja kehon asennon hallinta. Teoksessa Era P (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Liikunnan ja kansanterveystyön julkaisuja 108. Jyväskylä: Likes, 1997: 49 -62.

Era P, Avlund K, Jokela J, Gause-Nilsson I, Heikkinen E, Steen B, Schroll M. Postural balance and self-reported functional ability in 75-year-old men and women: A cross-national comparative study. *J Am Geriatr Soc* 1997; 45: 21-29.

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

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

Farmer ME, Harris T, Madans JH, Wallace RB, Cornoni-Huntley J, White LR. Anthropometric indicators and hip fracture. The NHANES I epidemiologic follow-up study. *J Am Geriatr Soc* 1989; 37: 9-16.

Fiatarone MA, O'Neil EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME, Roberts SB, Kehayias JJ, Lipsitz LA, Evans WJ. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med* 1994; 330: 1769-1775.

Fujita T, Nakamura S, Ohue M, Fujii Y, Miyauchi A, Takagi Y, Tsugeno H. Effect of age on body sway assessed by computerized posturography. *J Bone Miner Metab* 2005; 23: 152-156.

Greig C, Botella J, Young A. The quadriceps strength of healthy elderly people remeasured after eight years. *Muscle Nerve* 1993; 16: 6- 10.

Hairo U. Tutkimus fysioakustisen menetelmän soveltuvuudesta katkaisuhoidon. Musiikkikasvatuksen pro gradu -työ. Helsinki Sibelius-Akatemia, 1995.

Hooper J. Is VA therapy, music therapy? Music therapy today (online), October 2002. [viitattu 15.12. 2006].  
[http://musictherapyworld.net/modules/mmmagazine/magazine\\_start.html](http://musictherapyworld.net/modules/mmmagazine/magazine_start.html).

Hue OA, Seynnes O, Ledrole D, Colson SS, Bernard P-L. Effects of physical activity program on postural stability in older people. *Aging Clin Exp Res* 2004; 16: 356-361.

Hughes V, Frontera W, Wood M, Evans W, Dallal G, Roubenoff R, Fiatarone Singh MA. Longitudinal muscle strength changes in older adults influence of muscle mass, physical activity and health. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56: B209-B217.

Janssen I, Heymsfield S, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 889-896.

Joutsenvirta A. Akustiikan perusteet. Sibelius-akatemia musiikkiakustiikan oppimateriaali 2005. [viitattu 25. 2 2007 ]. <http://www2.siba.fi/akustiikka/siniaalto.htm>.

Jäntti P, Pyykkö I. Vanhusten kaatuminen ja tasapainoon vaikuttavat tekijät. *Suomen lääkirilehti* 1996; 51 (5): 415-418.

Kawanabe K, Kawashima A, Sashimoto I, Takeda T, Sato YIwamoto J. Effect of whole-body vibration exercise and muscle strengthening, balance and walking exercises on walking ability in the elderly. *Keio J Med* 2007; 56: 28-33.

Kvam M. The effect of vibroacoustic therapy. *Physiotherapy* 1997; 83: 290-295.

Latham N, Bennett D, Stretton C, Anderson C. Systematic review of progressive resistance strength training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004; 59:48-61.

Laurentiani F, Russo C, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Di Iorio A, Corsi A, Rantanen T, Guralnick J, Ferrucci L. Age-associated changes in skeletal muscles and their effect on mobility: an operational diagnosis of sarcopenia. *J Appl Physiol* 2003; 95: 1851- 1860.

Lawlor D, Patel R, Ebrahim S. Association between falls in elderly women and chronic disease and drug use: cross-sectional study. *BMJ* 2003; 327: 712-717.

Lehikoinen P. The physioacoustic method. Teoksessa Wigram T, Dileo C (toim.) *Music vibration and health*. NJ: Jeffrey books, 1997: 209-215.

Lehikoinen P, Kanstren J. Corporate health care experiment at the Sibelius Academy. A suitability study of the physioacoustic system as a treatment device in preventative corporate health care, 1996.

Lexell J, Taylor C, Sjostrom M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci* 1988; 84: 275-94.

Lin S-I, Woollacott M. Association between sensorimotor function and functional and reactive balance control in the elderly. *Age Ageing* 2005; 34: 358-363.

Lord S, Rogers M, Howland A, Fitzpatrick R. Lateral stability, sensomotor function and falls in older people. *J Am Geriatr Soc* 1999; 47: 1077- 1081.

Luutonen S. Postural hypotension. Väitöskirja. Turku: Annales Universitatis Turkuensis. Ser D 172. 1995.

Marchetti G F, Whitney S L. Older adults and balance dysfunction. *Neurol Clin* 2005; 23: 785-805.

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

Narici M, Maganaris C, Reeves N, Capodaglio P. Effect of aging on human muscle architecture. *J Appl Physiol* 2003; 95: 2229-2234.

Nashner LM, Woollacott M. The organisation of rapid postural adjustments of standing humans: an experimental-conceptual model. Teoksessa Talbott RE, Humphrey Dr (eds): *Posture and movement*. New York: Raven Press, 1979: 243-257.

Naukkarinen H, Lehikoinen P, Paakkari T, Saikkonen N. The Physioacustiv method in the treatment of the psychic anxiety. A Research Paper presented in the 5<sup>th</sup> International Congress of Psychophysiology, Budapest, Hungary, 1990: July 9-13.

Niensted W, Hänninen O, Arstila A, Björkqvist S-E. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY, 2004: 144-146.

Newman A, Haggerty C, Goodpaster B, Harris T, Kritchevsky S, Nevitt M, Miles T, Visser M. Strength and muscle quality in a well- functioning cohort of older adults. The health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc* 2003; 51: 323- 330.

Pajala S. Postural balance and susceptibility to falls in older women. Genetic and enviromental influences in single and dual task situations. University of Jyväskylä. *Studies in sport, Physical Education and Health* 2006: 116.

Petrella J, Miller L, Cress M. Leg extensor power, cognition and functional performance in independent and marginally dependent older adults. *Age Ageing* 2004; 33: 342-348.

Piirtola M, Isoaho R, Kivelä S-L Fyysinen harjoittelu edullista ja tehokasta kaatumisten ja kaatumisvammojen ehkäisyssä. *Duodecim* 2003; 119: 599- 604.

Porter M. Vandervoot A, Lexell J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scand J Med Sci Sports* 1995; 5: 129-42.

Pyykkö I, Schalen L, Magnusson M, Enbom H. Pharmacological treatment ofvertigo. *Acta Otolaryngol*, 1988; 455: 77-81.

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

Pälikkö S, Lehikoinen P. Fysioakustinen hoito. *CP-lehti* 1993; 28: 4-5.

Rantanen T, Masaki K, Foley D, Izmirlan G, White L, Guralnick J. Grip strength changes over 27 yr in Japanese- American men. *J Appl Physiol* 1998; 85: 2047- 2053.

Rehn B, Lidstrom J, Skoglund J, Lindstrom B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. *Scand J Med Sci Sports* 2007; 17: 2–11.

Roelants M, Delecluse C, Verschueren S. Whole-body-vibration training increases knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc* 2004; 52: 901-8.

Rothsten M. Fysioakustisen tuolin vaikutukset ihmisen elimistön palautumiseen submaksimaalisen lihasväsytyksen jälkeen. Biomekaniikan liikuntafysiologian pro gradu -työ. Jyväskylän yliopisto, 2003.

Russo C R, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini C, Guralnik JM, Ferrucci L. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 1854-7.

Schlicht J, Camaione D, Owen S. Effects of intense strength training on standing balance, walking speed and sit to stand performance in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56: M281- M286.

Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control. Theory and practical applications. Philadelphia: Lippincott Williams & Williams, 2001: 163-271.

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

Sihvonen S. Postural balance and aging. Cross-sectional comparative studies and a balance training intervention. University of Jyväskylä. Studies in Sport, Physical Education and Health 2004: 101.

Skille O. Two case studies in vibroacoustic therapy. Teoksessa Wigram T, Dileo C (toim.) Music vibration and health. NJ: Jeffrey books, 1997a: 205- 209.

Skille O. Potential applications of vibroacoustic therapy. Teoksessa Wigram T, Dileo C (toim.) Music vibration and health. NJ: Jeffrey books, 1997b: 49-56.

Stoll T, Huber B, Seifert B, Michel A, Stucki G. Maximal isometric muscle strength: normative values and gender-specific relation to age. *Clin Reum* 2000; 19: 105-113.

Thom J, Morse C, Birch K, Narici M. Tricep surae muscle power, volume and quality in older versus younger healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2005; 60A: 1111- 1117.

Tianen K, Sipilä S, Alen M, Heikkinen E, Kaprio J, Koskenvuo M, Tolvanen A, Pajala S, Rantala T. Shared genetic and enviromental effects on strength and power in older female twins. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 1: 72- 78.

Tinetti ME, Williams TF, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med* 1986; 80: 429-434.



Timonen L, Rantanen T, Ryyänen O, Taimela S, Timonen T, Sulkava R. A randomized controlled trial of rehabilitation after hospitalization in frail older women: effects on strength, balance and mobility. *Scand J Med Sci Sports* 2002; 12: 186-92.

Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen T, Pasanen M, Kontulainen S, Järvinen T, Järvinen M, Oja P, Vuori I. Effect of four –month vertical whole body vibration on performance and balance. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1523- 1528.

Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen T, Pasanen M, Kontulainen S, Nenonen A, Järvinen T, Paakkala T, Järvinen M, Vuori I. Effect of eight – month vertical whole body vibration on bone, muscle performance and body balance. A randomized controlled study. *J Bone Min Res* 2003; 18; 876–884.

Tse S-K, Bailey DM. Tai chi and postural control in the well elderly. *Am J Occup Ther* 1992; 46: 295-300.

Valtioneuvoston periaatepäätös Terveys 2015–kansanterveysohjelmasta. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisuja 2001: 4. Helsinki: sosiaali- ja terveysministeriö, 2001.

Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C, Swinnen S, Vanderschueren D, Boonen S. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res* 2004; 19: 352-9.

Vincent K, Braith R, Feldman R, Magyari P, Cutler R, Persin S, Lennon S, Gabr A, Lowenthal D. Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 1100-7.

San Vicente, Manchola I, Serna T. The use of vibroacoustics in idiopathic Parkinson’s disease. Teoksessa Wigram T, Dileo C (toim.) *Music vibration and health*. NJ: Jeffrey books, 1997: 125-132.

Weerdesteyn V, Rijken H, Geurts AC, Smits-Engelsman BC, Mulder T, Duysens J. A five-week exercise program can reduce falls and improve obstacle avoidance in the elderly. *Gerontology* 2006; 52: 131-141.

Wigram T, Weekes L. Treatment and research into the physiological effect of low frequency sound and music on muscle tone and circulation. *European Journal of Humanistic Psychology* 1990; 2: 6-11.

Wigram A. The effects of vibroacoustic therapy on clinical and non- clinical populations. Thesis submitted for the degree of doctor of philosophy. London University. England, 1996.

Wigram T. Music and sound vibration: testing hypotheses as a series of case studies . Teoksessa Aldridge (ed) *Case study designs in music therapy*. London, England: Kingsley, 2005: 163- 189.

Wolf SL, Barnhart HX, Ellison GL, Coogler Ce. The effect of tai chi quan and computerized balance training on postural stability in older subjects. *Phys Ther* 1997; 77: 371-381.

Woollacott MH. Balance, postural and gait. Teoksessa Birren JE (toim.) Encyclopedia of gerontology age, aging and aged. Volume I. San Diego: Academic Press, 1996: 149-160.

Woollacott MH. Systems contributing to balance disorders in older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci 2000; 55A: M 424-428.

Vuorimaa H. Kolmen psykologisen hoitomenetelmän soveltuvuus kivun hoitoon fibromyalgiaa sairastavilla 13-18 -vuotiailla työillä. Psykologian ammatillinen lisensiaatintutkimus. Tampereen yliopisto, 2000.

### **Julkaisemattomat lähteet**

Ala-Ruona E. Fysioakustisen hoidon kehittämisprojekti Seinäjoen sairaalassa 1995-1999. Etelä Pohjanmaan sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Seinäjoen sairaala. Fysiatria / musiikkiterapia, 1999.

DIUMBA-project

Tutkimus \_\_\_\_\_ Päiväys \_\_\_\_\_

Nimikirjaimet \_\_\_\_\_ Seulontatunniste:

--	--	--	--

Olkaa hyvä vastatkaa seuraaviin kysymyksiin niin tarkasti kuin mahdollista. *Kirjoita vastaus viivoille, tai rastita paras vastausvaihtoehto.*

Syntymäpäivä: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
pp kk vuosi

Nimi: \_\_\_\_\_  
Etunimet Sukunimi

Asuinpaikka: \_\_\_\_\_

Lääkärin toteamat sairaudet tai vammat potilaspapereista. (*Potilaspapereita käydään läpi vähintään vuoden 2005 alusta alkaen. Jatka listaa tarvittaessa kääntöpuolelle.*)

1. sairaus \_\_\_\_\_

2. sairaus \_\_\_\_\_

3. sairaus \_\_\_\_\_

4. sairaus \_\_\_\_\_

5. sairaus \_\_\_\_\_

6. sairaus \_\_\_\_\_

7. sairaus \_\_\_\_\_

8. sairaus \_\_\_\_\_

Käytättekö tällä hetkellä reseptilääkkeitä (lääkärin määräämiä lääkkeitä)?

Kyllä \_\_\_\_\_

En \_\_\_\_\_

Tutkimus \_\_\_\_\_ Päiväys \_\_\_\_\_

Nimikirjaimet \_\_\_\_\_ Seulontatunniste:

--	--	--	--

Jos kyllä, mitä? (Lääkkeiden nimet ja annostukset, tarkista potilaspapereista, resepteistä tai lääkepurkeista. Jatka listaa tarvittaessa kääntöpuolelle.)

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_
6. \_\_\_\_\_
7. \_\_\_\_\_
8. \_\_\_\_\_
9. \_\_\_\_\_
10. \_\_\_\_\_

Onko teillä huimauksen tai tasapainon menettämisen tuntemuksia?

Ei koskaan \_\_\_\_\_

Harvoin (pari kertaa kuukaudessa) \_\_\_\_\_

Melko usein (pari kertaa viikossa) \_\_\_\_\_

Usein (päivittäin) \_\_\_\_\_

Esiintyykö Teillä rintakipua?

Ei \_\_\_\_\_ Kyllä \_\_\_\_\_ Jos kyllä, miten oireet ilmenevät?

Oireita suuremmassa ponnistelussa

(ylämäen kävely, portaiden nousu, lumityöt ym.) \_\_\_\_\_

Oireita tavallisissa päivän askareissa

(lattian lakaisu, ruuanlaitto, imurointi jne) \_\_\_\_\_

Oireita vähäisessäkin fyysisessä toiminnassa tai levossa

(pukeutuminen, peseytyminen, vuoteesta nouseminen) \_\_\_\_\_

Tutkimus \_\_\_\_\_ Päiväys \_\_\_\_\_

Nimikirjaimet \_\_\_\_\_ Seulontatunniste:

--	--	--	--

Onko Teillä ollut kuumetta tai infektiosairauksia viimeisimmän viikon aikana?

Kyllä \_\_\_\_\_ Ei \_\_\_\_\_

Oletteko joskus käyttänyt hormonikorvaushoitoa ja sitten lopettanut?

Kyllä  Ei

Jos kyllä, minkälaista? \_\_\_\_\_

Jos kyllä, kuinka monta vuotta? \_\_\_\_\_ vuotta.

Mikä seuraavista kuvaa parhaiten liikunta harrastuksianne

\_\_\_\_\_ En harrasta liikuntaa enempää kuin päivittäiset askareet vaativat.

\_\_\_\_\_ Harrastan kevyttä liikuntaa.

\_\_\_\_\_ Harrastan liikuntaa, jossa hikoilen ja hengästyn.

\_\_\_\_\_ Harrastan liikuntaa, joka aiheuttaa voimakasta hikoilua ja hengästymistä.

Kuinka monta kilometriä viikossa kävelette? (*Mitä tahansa kävelyä, myös kauppamatkat jne.*)

Mitä liikkumisen apuvälineitä tavallisesti käytätte ulkona liikkuessanne?

En mitään \_\_\_\_\_

Käytössäni on: \_\_\_\_\_

Mitä liikkumisen apuvälineitä tavallisesti käytätte sisällä liikkuessanne?

En mitään \_\_\_\_\_

Käytössäni on: \_\_\_\_\_

Tutkimus \_\_\_\_\_ Päiväys \_\_\_\_\_

Nimikirjaimet \_\_\_\_\_ Seulontatunniste:

--	--	--	--

*PALAUTELOMAKE (vain tuoli-istuntoihin osallistuneille)*

Miltä tuolissa istuminen Teistä tuntuu?

Erittäin miellyttävää \_\_\_\_\_

Miellyttävää \_\_\_\_\_

Ei miellyttävää eikä epämiellyttävää \_\_\_\_\_

Epämiellyttävää \_\_\_\_\_

Erittäin epämiellyttävää \_\_\_\_\_

Tuleeko Teille istunnon aikana tai pian sen jälkeen joitakin tuntemuksia, esim. tunneteko virkistyväne tai väsyväne?

Ei \_\_\_\_\_

Kyllä \_\_\_\_\_, mitä? \_\_\_\_\_

Jos vastasitte edelliseen kysymykseen kyllä, niin kuinka usein näitä tuntemuksia tulee?

Joka istunnon yhteydessä \_\_\_\_\_

Yksi tai useampia kertoja viikossa, \_\_\_\_\_

ei kuitenkaan joka kerta \_\_\_\_\_

Harvemmin kuin viikottain \_\_\_\_\_

Onko tuoli-istunnoilla mielestänne ollut hyviä tai haitallisia vaikutuksia päivittäiseen elämäänne?

Ei vaikutuksia \_\_\_\_\_

Kyllä, hyviä vaikutuksia \_\_\_\_\_, millaisia? \_\_\_\_\_

Kyllä, haitallisia vaik. \_\_\_\_\_, millaisia? \_\_\_\_\_

Onko jotakin muuta tuoli-istuntoihin liittyvää mitä haluaisitte kertoa?

---



---



---

## **Laitevalmistajan suunnittelema interventio ohjelma**

### Ohjelma 1:

Mieto rentoutusohjelma, taajuusalue 27,5 - 48 Hz. Alaraajapainotteinen ohjelma.

### Ohjelma 2:

Yhdistelmäohjelma, mieto, taajuusalue 27 - 60 Hz. Alkuosa rentoutus, loppuosassa 8 min aktivointi. Alarajapainotteinen ohjelma.

### Ohjelma 3:

Aktivoiva ohjelma, voimakkuus keskitasoa, taajuusalue 27 - 44 Hz. Alaraajapainotteinen ohjelma.

### Ohjelma 4:

Pienten lihasten aktivointi, voimakkuudeltaan keskitasoa, taajuusalue 34 - 64 Hz. Alaraajapainotteinen ohjelma.

### Ohjelma 5:

Kuten 4, mutta korkeammilla taajuuksilla välillä 48 - 86 Hz, lopussa jakso matalaa 27 Hz:n taajuutta. Ohjelma teholtaan hyvin mieto alaraajapainotteinen ohjelma.

### Ohjelma 6:

Koko kehon yhdistelmäohjelma, jossa alkuosassa rentoutusta ja loppuosassa stimuloiva ohjelma. Taajuusalue 27 - 68,5 Hz. Teholtaan keskitasoa. Alaraajapainotteinen ohjelma.

### Ohjelma 7:

Hierontaohjelma, taajuusalue 27 - 45 Hz. Teholtaan mieto alaraajapainotteinen ohjelma.

### Ohjelma 8:

Yhdistelmä ohjelma jossa alkuosassa 8 minuutin rentoutus, loppuosassa aktivoiva, taajuusväli 28 - 60 Hz. Teholtaan mieto alaraajapainotteinen ohjelma.

### Ohjelma 9:

Rentoutusohjelma, taajuusväli 27 - 50 Hz. Teholtaan keskitasoa. Alaraajapainotteinen ohjelma.