

**PERUS- JA NOPEUSVOIMAHARJOITTELUN VAIKUTUS  
LONKKAMURTUMAPOTILAJEN LIKKUMISKYKYYN**

Minna Mård  
Johanna Vaha  
Fysioterapia  
Pro gradu -tutkielma  
Jyväskylän yliopisto  
Terveystieteiden laitos  
Kevät 2007

## TIIVISTELMÄ

### Perus- ja nopeusvoimaharjoittelun vaikutus lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn

Minna Mård, Johanna Vaha

Jyväskylän yliopisto, liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta, terveystieteiden laitos, 2007  
Fysioterapian pro gradu-tutkielma, 32 sivua

---

**Tausta ja tarkoitus:** Lonkkamurtumien määrä on noussut kaikissa länsimaissa. Suomessa lonkkamurtumat ovat nelinkertaistuneet 1970-luvulta 1990-luvun loppuun mennessä. Lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskyky palautuu harvoin murtumaa edeltäneelle tasolle murtumaa seuraavan vuoden aikana. Noin 30 % lonkkamurtumapotilaista kuolee ensimmäisen vuoden aikana murtumasta ja noin 30 % joutuu laitoshoitoon. Alaraajojen lihasvoiman ja voimantuottotehon aleneminen ovat yhteydessä vanhuuden heikkouteen, lisääntyneeseen kaatumisen riskiin ja heikentyneeseen liikkumiskykyyn. Voimantuottoteholla näyttäisi olevan kuitenkin voimakkain yhteys liikkumiskykyyn. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia vaikuttaako kaksi kertaa viikossa tehty, kolme kuukautta kestänyt, perus- ja nopeusvoimaharjoittelu 60–85-vuotiaiden lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn.

**Tutkimusmenetelmät:** Neljäkymmentäkolme tutkittavaa satunnaistettiin harjoitus- (n=23) ja kontrolliryhmään (n=20). Mittaajat olivat sokkoutettuja tutkimusasetelman suhteen. Liikkumiskykyä mitattiin koetulla liikkumiskyvyn muutoksella, TUG-testillä (Timed-Up-and-Go), tuolilta ylösnousulla, porraskävelyllä ja maksimikävelynopeudella. Tulokset analysoitiin intention-to-treat-analyysillä (ITT) ja tehokkuusanalyysillä (efficacy) niiden harjoitusryhmäläisten (n=20) suhteen, jotka harjoittelivat enemmän kuin 50 % tarjotuista kerroista. Analyysimenetelmänä käytettiin ristiintaulukointia, varianssianalyysia (ANOVA) ja kovarianssianalyysia (ANCOVA), jossa alkutilanne oli vakioitu.

**Tulokset:** Harjoitteluryhmään kuuluvat kokivat liikkumiskykynsä parantuneen 3 kk:n harjoittelun seurauksena kontrolliryhmään kuuluviin verrattuna (p=0,002). Harjoittelun jälkeen intention-to-treat-analyysissä TUG-testissä, tuolilta ylösnousussa, porraskävelyssä ja maksimikävelynopeudessa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä. Tehokkuusanalyysi osoitti, että harjoitteluryhmään kuuluvien keskiarvoinen tuolilta ylösnousuaika oli lyhentynyt enemmän kuin verrokkiryhmässä (p<0,05).

**Johtopäätökset:** Perus- ja nopeusvoimatyypisesti tehty lihasvoimaharjoittelu kaksi kertaa viikossa kolmen kuukauden ajan parantaa koettua liikkumiskykyä ja erityisesti lihasvoimaa vaativaa tuolilta ylösnousunopeutta 60–85 -vuotiailla lonkkamurtumapotilailla. Tässä tutkimuksessa harjoittelu ei vaikuttanut yleiseen liikkumiskykyyn. Satunnaistettuja ja kontrolloituja tutkimuksia tarvitaan lisää lonkkamurtumapotilaiden lihasvoima- ja nopeusvoimaharjoittelusta ja sen vaikutuksesta liikkumiskykyyn.

**Asiasanat:** ikääntynyt, lonkkamurtuma, liikkumiskyky, perus- ja nopeusvoimaharjoittelu

## ABSTRACT

### **The Influence of Muscle Strength and Power Training to Hip Fracture Patients Mobility**

**Minna Mård, Johanna Vaha**

University of Jyväskylä, Faculty of Sport and Health Sciences, Department of Health Sciences, 2007

Physiotherapy Masters Thesis, 32 pages

---

**Background and purpose.** The amount of hip fractures is growing in all Western societies. For example in Finland, number of hip fractures has quadrupled from 1970 to 1990. Hip fracture patients mobility does not return to prefracture status year after hip fracture. About 30 % of hip fracture patients die during first year after hip fracture and about 30 % will be institutionalized. Decrease in lower extremity muscle strength and muscle power is associated to frailty, increased risk of falling and mobility. However muscle power seems to be the most significant effect. The purpose of this study was to examine the effect of muscle strength and power training two times per week in three months on mobility among the elderly hip fracture patients.

**Methods.** Forty-three persons was assigned randomly into an exercise (n=23) and a control (n=20) group. Measurers were blinded towards setting. Mobility was assessed by experienced change of mobility, TUG test, chair and stair raise and maximum walking speed. Data was analyzed by intention-to-treat and efficacy analyses. Subjects who trained over 50 % of offered exercises were included to the efficacy analysis (n=20). Chi<sup>2</sup>-test, ANCOVA and ANOVA methods were used to analyze the data.

**Results.** Experienced mobility improved significantly (p=0,002) more in the training group compared with the controls. In the intention to treat analysis there was no significant difference between groups after training. In the efficacy analysis the average speed of chair raise was decreased 7, 4 % in exercise group and 2 % in control group (p=0,005).

**Conclusion.** Muscle strength and power training two times a week during three months period improves experienced change of mobility and speed of chair raise which requires specially muscle strength. In present study training did not affect to general mobility. Randomized and controlled researches are needed to detect whether muscle strength and power training influence to the hip fracture patients mobility.

**Key Words:** *elderly, hip fracture, mobility, strength training, power training*

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1 JOHDANTO .....	1
2 LONKKAMURTUMIEN EPIDEMIOLOGIAA .....	3
3 LONKKAMURTUMAPOTILAIDEN LIIKKUMISKYKY .....	5
4 LIHASVOIMA- JA VOIMANTUOTTOTEHO SEKÄ NIIDEN HARJOITTELU .....	7
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT .....	9
6 MENETELMÄT .....	9
6.1 Tutkimushenkilöt .....	10
6.2 Tutkimuksessa käytetyt mittarit .....	12
Fyysinen aktiivisuus .....	12
Koettu liikkumiskyky .....	12
Timed-up-and-go .....	12
Tuolilta ylösnousu .....	13
Porraskävely .....	13
Maksimikävelynopeus .....	13
6.3 Harjoittelu .....	13
6.4 Analyysimenetelmät .....	16
7 TULOKSET .....	16
8 POHDINTA .....	21
9 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	24
LÄHTEET .....	25

## 1 JOHDANTO

Lonkkamurtumien määrä on noussut viimeisten neljän vuosikymmenen aikana kaikissa länsimaissa. Esimerkiksi Suomessa lonkkamurtumien määrä on nelinkertaistunut vuosien 1970–2000 välillä. (Kannus ym.1999.) Lonkkamurtumien riskitekijöitä on tunnistettu useita, kuten korkea ikä, vähäinen fyysinen aktiivisuus, osteoporoosi, aikaisemmat lonkkamurtumat, matala BMI sekä lihasheikkous (Cummings ym. 1995, Stevens ja Olson 2000, Nguyen ym. 2005). Suomessa yhden lonkkamurtumahoidon välittömät kustannukset ovat ensimmäisen vuoden aikana noin 14 000 euroa. Sekundaariset kustannukset nousevat 35 000 euroon. (Nurmi ym. 2003.)

Ikääntyneiden liikkumiskyvyn heikentymisen on todettu altistavan kaatumisille ja lonkkamurtumille (Dargent-Molina ym. 1996). Heikentyneeseen liikkumiskykyyn vaikuttavat esimerkiksi lihasvoiman (Visser ym. 2005) ja tasapainon (Era P ym. 1997) heikkeneminen sekä näiden yhteisvaikutus (Rantanen ym. 2001). Tutkimusten mukaan lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskyky, fyysinen toimintakyky ja elämänlaatu eivät usein palaudu murtumaa edeltäneelle tasolle murtumaa seuraavan vuoden aikana (Magaziner ym. 2000, Boonen ym. 2003, Magaziner ym. 2003). Fredman ym. (2005) raportoivat, että toimintakyvyn erot säilyivät kahden vuoden seurantajakson ajan. Neljä kuukautta murtuman jälkeen noin 80 % potilaista tarvitsee liikkueessaan apuvälinettä tai toisen ihmisen tukea (Rosell ja Parker 2003, Nevalainen ym. 2004, Osnes ym. 2004) ja noin puolet lonkkamurtumapotilaista ei pysty liikkumaan ulkona itsenäisesti (Boonen ym. 2003, Rosell ja Parker 2003, Van Balen ym. 2003, Osnes ym. 2004).

Lonkkamurtumista 90 % aiheutuu kaatumisten seurauksena (Marks ym. 2002). Morelandin ym. (2004) tekemän systemaattisen katsauksen mukaan alaraajojen lihasheikkous on kliinisesti tärkeä ja tilastollisesti merkitsevä itsenäinen kaatumisten riskitekijä. Lihasvoiman ja voimantuottotehon alenemisella on selvä vaikutus vanhuuden heikkouteen, lisääntyneeseen kaatumisen riskiin ja toimintakykyyn. Tutkimuksissa on todettu, että voimantuottoteho alenee iän myötä nopeammin kuin isometrinen polven ojennusvoima. (Bean ym. 2002, Skelton ym. 2002.)

Sekä lihasvoimalla että voimantuottoteholla on merkitystä ihmisen liikkumiskykyyn, mutta voimantuottoteholla näyttäisi olevan suurempi yhteys. Voimantuottotehon on todettu olevan

merkitsevä fyysisen suorituskyvyn ennustaja iäkkäillä henkilöillä, joilla liikkumiskyky on heikentynyt kohtuullisesti tai lievästi. Ikääntyneillä sekä lihasvoima- että nopeusvoimaharjoittelu näyttää parantavan liikkumiskykyä. (Earles ym. 2001, Bean ym. 2002, Fielding ym. 2002.) Bean ym. (2002) tutkimuksen mukaan voimantuotto teho ennustaa 15–50 % ikääntyneiden välisestä toimintakyvyn vaihtelusta.

Handoll ym. (2005) ovat tehneet systemaattisen katsauksen lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskyvyn paranemiseen vaikuttavista keinoista. Katsaukseen otettiin mukaan kaikki löydetyt lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyä koskevat RCT-tutkimukset (randomized controlled trial). Tarkoituksena oli selvittää onko eri kuntoutusmuodoilla (fysikaalisilla hoidoilla, kävely- ja kotiharjoittelulla tai intensiivisellä fysioterapialla) vaikutusta lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn. Katsauksen mukaan eri kuntoutusmuodoilla ei ollut selvää vaikutusta lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskyvyn paranemiseen. Johtopäätöksenä katsauksessa todetaan, että lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn vaikuttavasta kuntoutuksesta tarvitaan laadukasta lisätutkimusta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, vaikuttaako kaksi kertaa viikossa tehty ja kolme kuukautta kestänyt perus- ja nopeusvoimaharjoittelu 60–85-vuotiaiden lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn.

## 2 LONKKAMURTUMIEN EPIDEMIOLOGIAA

Lonkkamurtumat kohdistuvat yleisimmin reisiluun proksimaalipäähän ja subtrochanteriin. Näistä murtumista subtrochanterin murtumat ovat usein yhteydessä osteoporoosiin. Pääasiallisina lonkkamurtumien hoitomuoto on leikkaushoito. Reisiluun proksimaalipään murtumat korjataan yleensä naulaamalla ja subtrochanterin murtumat fiksoidaan ruuveilla, levyillä tai luun sisään asetettävien naulojen avulla. (Johnell ym. 2004.)

Suomalaisista eläkeikäisistä noin viisi prosenttia joutuu vuosittain kaatumistapaturman vuoksi lääkärin hoitoon. Näistä käynneistä 40 % johtuu murtumista, joista lonkkamurtumien osuus on lähes puolet. (Hartikainen ja Jäntti 2001.) Vuonna 2000 yli 64-vuotiaiden kaatumisvammojen akuutin avo- ja sairaalahoidon kustannukset olivat 39 miljoonaa euroa. Lonkkamurtumien osuus tästä oli 82 %. (Piirtola ym. 2002.) Yhden lonkkamurtumahoidon välittömät kustannukset ovat ensimmäisen vuoden aikana noin 14 000 euroa ja sekundaariset kustannukset nousevat 35 000 euroon (Nurmi ym. 2003). Lopulliset kustannukset nousevat suuriksi ulkopuolisen avuntarpeen ja laitoshoidon lisääntymisen takia (Hartikainen ja Jäntti 2001). Kotona asuvista iäkkäistä noin puolet tarvitsee ulkopuolista apua (Hartikainen ja Jäntti 2001, Pasco ym. 2005) ja kolmannes päätyy laitoshoitoon (Rosell ja Parker 2003, Osnes ym. 2004).

Lonkkamurtumien määrä nousee koko ajan kaikissa länsimaissa Suomi mukaan lukien. Kannuksen ym. (1999) mukaan vuonna 1970 lonkkamurtumia tapahtui naisilla 292 /100 000 henkilöä kohden ja vuonna 1997 467/100 000. Vastaavat arvot miehillä ovat 112/100 000 ja 233/100 000. Lönnroosin ym. (2006) tutkimuksessa lonkkamurtumien määrä oli kaksinkertaistunut kymmenen vuoden sisällä. Mm. väestön ikääntymisen seurauksena lonkkamurtumien määrän arvioidaan kasvavan edelleen; vuonna 2010 arvioidaan ilmaantuvan yhteensä 10650 ja vuonna 2030 yhteensä 19000 tapausta. Jos lonkkamurtumien määrä pysyisi samalla tasolla kuin vuonna 1997, vastaavat luvut olisivat vuonna 2010 10100 ja vuonna 2030 11900 tapausta. Lonkkamurtumapotilaiden mediaani-ikä on noussut vuosien 1970 ja 1997 välillä 74 vuodesta 81 vuoteen. (Kannus ym. 1999.) Lonkkamurtumien määrän nousemista ei kuitenkaan voida selittää pelkästään väestön ikääntymisellä (Lönnroos ym. 2006).

Kaatumisten ja lonkkamurtumien yleistymisen syyt eivät ole nykytutkimuksen valossa täysin selvillä, vaikka useita arvioita siitä on esitetty. Suurimmaksi syyksi on esitetty ikään liittyvien

vakavien kaatumisten määrän lisääntymistä sekä ikääntymisen aiheuttaman luun mineraalitiheyden ja lujuuden heikentymistä (Kannus ym. 2002). Dargent-Molinar ym. (1996) tutkimuksen mukaan hermolihaskäytön toiminnan häiriintyminen, luun tiheyden väheneminen ja näön tarkkuuden heikentyminen ovat lonkkamurtumille merkitseviä ennustajia. Heidän tutkimuksessaan hitaampi kävelynopeus ja tandem-kävelyn vaikeus sekä pieni pohkeen ympärysmitta aiheuttivat lisääntyneen lonkkamurtuman riskin. Fyysisen aktiivisuuden väheneminen on myös yksi tärkeä lonkkamurtumien riskitekijä, kun taas kohtalaisen fyysisen aktiivisuuden on todettu suojaavan lonkkamurtumilta (Schroll 2002).

Lonkkamurtumista 90 % aiheutuu kaatumisten seurauksena (Marks ym. 2002). Yli 70-vuotiaista kotona asuvista miehistä ja naisista arvioidaan joka toisen kaatuvan ainakin kerran vuodessa (Tinetti ym. 1994). Naiset kaatuvat useammin kuin miehet (Cambell ym. 1990) ja naiset saavat useammin lonkkamurtuman verrattuna miehiin (Lönroos ym. 2006). Kaatumisista noin 1-2 % johtaa lonkkamurtumiin ja 5 % muihin murtumiin (Tinetti ym. 1988). Kaatumisiin altistavat tekijät voidaan jakaa sisäisiin, ulkoisiin ja ympäristötekijöihin. Sisäiset tekijät ovat kaatujaan itseensä liittyviä syitä kuten vanhenemismuutokset ja sairaudet. Ulkoinen syy puolestaan voi olla esimerkiksi polyfarmasia eli neljän tai useamman lääkkeen yhtäaikainen käyttö. Ympäristöön liittyviä tekijöitä ovat esimerkiksi kävelypinnan liukkaus, kynnykset ja huono valaistus. (American Geriatrics Society ym. 2001.) Kaatumisten määrän lisääntymistä on selitetty seuraavilla seikoilla: pituuden lisääntyminen nuoremmilla sukupolvilla, sairauksien sekä lääkkeiden käytön määrän kohoaminen, heikko ravinto ja erityisesti kalsiumin sekä D-vitamiinin puute. Myös alkoholin käyttö ja tupakointi, passiivinen elämäntapa, kaatumisen pelko sekä heikentynyt liikkumiskyky altistavat kaatumisille. (Kannus ym. 1999.) Heikentyneeseen liikkumiskykyyn vaikuttavat esimerkiksi lihasvoiman (Visser ym. 2005) ja tasapainon heikkeneminen (Era ym. 1997) sekä näiden yhteisvaikutus (Rantanen ym. 2001).

Nurmi (2000) tutki kaatumisten vaaratekijöitä laitoshoidossa olevilla vanhuksilla. Kaatumisten riskitekijöiksi nousivat itsenäinen liikkuminen, hypotonia, huimaus, heikentynyt kuulo ja lyhytvaikutteisten unilääkkeiden käyttö. Itsenäisesti liikkuvan pitkäaikaispotilaan kaatumisvaara oli suurempi kuin lyhytaikaispotilaan huolimatta siitä, liikkuivatko potilaat apuvälineen avulla tai ilman. Kaatumisvaara oli vähentynyt puolestaan avustettuna liikkuvilla vanhuksilla. Naiset kaatuivat useimmin lonkalleen ja takamuksilleen, kun taas miehet loukkasivat useimmin päänsä. Naiset saivat lähes kaikki aineistossa todetut lonkkamurtumat, lonkanseudun ruuheet ja muiden alueiden murtumat. Shumway-Cook ym. (2005) ovat puolestaan verranneet



lonkkamurtumapotilaita, jotka ovat kaatuneet kuusi kuukautta lonkkamurtuman jälkeen ja potilaita, jotka eivät ole kaatuneet. Kaatuneilla oli heikompi tasapaino, hitaampi kävelynopeus ja suurempi ADL-toimintojen lasku kuin niillä, jotka eivät kaatuneet. Aikaisempi kaatumishistoria ja apuvälineiden käyttö ennen lonkkamurtumaa ennakoivat uutta kaatumista sairaalasta kotiutumisen jälkeen.

Ennen murtumaa laitoksessa asuvien potilaiden murtuman jälkeinen kuolleisuusriski on merkittävästi suurempi ennen murtumaa kotona asuneisiin verrattuna. Ennen lonkkamurtumaa ADL-toiminnoissa (Activity of Daily Living) itsenäisten henkilöiden ennuste on hyvä. Vain 5 % näistä ikääntyneistä joutuu ensimmäisen vuoden aikana pitkäaikaiseen laitoshoittoon. Ennen murtumaa ADL-toiminnoissa apua tarvitsevista 30 % joutuu puolestaan pitkäaikaiseen laitoshoittoon. (Rosell ja Parker 2003.) Korkea ikä, dementia, ADL-toimintojen heikkeneminen, kipulääkitys sekä leikkauksen jälkeiset komplikaatiot ovat tekijöitä, jotka ennustavat kotiin tai laitoshoittoon siirtymistä akuuttivaiheen jälkeen. Dementia hidastaa kuntoutumista ja pidentää sairaalassaoloaika ja lisää riskiä joutua pitkäaikaiseen laitoshoittoon. (Creen ja Nade 1999, Huusko ja Sulkava 2001.)

Moniammatillisella lähestymistavalla pystytään tehokkaasti ehkäisemään lonkkamurtumia. Väestön tasolla ehkäisytapojen tulee olla edullisia, yleisesti hyväksytyjä ja helposti saatavilla olevia. Liikunta, liiallisen alkoholin käytön vähentäminen ja tupakoinnin lopettaminen tukevat parhaiten näitä vaatimuksia. Myös tarkempia ja kalliimpia metodeja (estrogeenihoito, luun tiheyden mittaaminen) sekundaari- ja tertiääripreventiossa tulisi käyttää ihmisille, joilla on korkea riski saada lonkkamurtuma. (Kannus ym. 1996.) Kannuksen ym. (2005) systemaattisen katsauksen mukaan lihasvoima- ja tasapainoharjoittelulla on vahvin näyttö kaatumisista johtuvien vammojen ehkäisyssä. Myös D-vitamiinin ja kalsiumin lisääminen sekä lonkkasuojainten käyttö ovat katsauksen perusteella hyödyllisiä keinoja murtumien ehkäisyssä. Kehon painon ylläpitäminen, kävelyharrastus sekä näön heikentymisen hoitaminen voivat lisäksi vähentää lonkkamurtuman riskiä (Cummings ym. 1995).

### **3 LONKKAMURTUMAPOTILAIEN LIIKKUMISKYKY**

Lonkkamurtumapotilaan selviytymiseen vaikuttavat murtumaa edeltänyt liikkumiskyky ja pitkäaikaissairaudet (Magaziner ym. 2000, Rosell ja Parker 2003). Ennustavia tekijöitä liikkumisen ongelmille lonkkamurtuman jälkeen ovat asumistaso ennen murtumaa (koti tai lai-

toshoito), korkea ikä, matala kognitiivinen taso ja suuri sairauksien määrä (Boonen ym. 2003, Van Balen ym. 2003). Lonkkamurtumapotilailla on lisäksi huonompi terveydentila ja enemmän sairauksia kuin verrokeilla (Van Balen ym. 2003).

Murtuman jälkeisen vuoden kuolleisuus vaihtelee eri tutkimuksissa 14–36 % välillä. (Magaziner ym. 2000, Davidson ym. 2001, Rosell ja Parker 2003, Roche ym. 2005.) Magazinerin (2000) tutkimuksen mukaan lonkkamurtumapotilaista 22–75 % ei palaudu liikkumiskyvyltään murtumaa edeltäneelle tasolle 6–12 kuukautta murtuman jälkeen. On jopa raportoitu, että 20 % lonkkamurtumapotilaista ei pysty liikkumaan vuosi murtuman jälkeen (Miller 1978). Liikkumiskyvyn erot mitattuna normaalilla ja nopealla kävelynopeudella sekä viisi kertaa tuoilta ylösnoousulla säilyivät kahden vuoden seurannassa terveeseen väestöön verrattuna (Fredman ym. 2005). Useat lonkkamurtumapotilaat tarvitsevat jatkuvaa tukea ja palveluja (Magaziner ym. 2000). He ovat myös korkeassa riskissä laitostua (Nevalainen ym. 2004, Osnes ym. 2004) tai saada uusi murtuma (Chapurlat ym. 2003).

Tutkimusten mukaan noin 40 % lonkkamurtumapotilaista pystyy liikkumaan ulkona ilman avustajaa (Boonen ym. 2003, Rosell ja Parker 2003, Van Balen ym. 2003, Osnes ym. 2004). Nevalaisen (2004) tutkimuksen mukaan 81 % potilaista pystyi liikkumaan ulkona yksin tai avustajan kanssa ennen murtumaa, mutta neljä kuukautta murtuman jälkeen tähän pystyi alle puolet potilaista. Myös liikkumisen apuvälineiden tarve lisääntyy lonkkamurtuman jälkeen. Ennen murtumaa kävelynapuvälineitä tarvitsee noin yksi kolmasosa potilaista, kun taas neljä kuukautta murtuman jälkeen noin 80 %:a potilaista (Rosell ja Parker 2003, Nevalainen ym. 2004, Osnes ym. 2004). Liikkumiskyvyn ongelmat ovat yhteydessä yksinkertaisten kotitöiden tekemisen vaikeutumiseen. Näitä ovat esimerkiksi peseytyminen, pukeutuminen ja ruuanlaitto. (Rosell ja Parker 2002.) Esimerkiksi kaksi vuotta murtuman jälkeen lonkkamurtumapotilaista 20 % tarvitsee apua vaatteiden pukemisessa ja 90 % rappukävelyssä (Magaziner ym. 2000).

Kävelyn ja tasapainon suurin palautuminen murtuman jälkeen tapahtuu ensimmäisen puolen vuoden aikana (Magaziner ym. 2000). Ingemarsonin (2003) tutkimuksessa vuoden seurantaajan jälkeen kävelykyky palautui hyvälle tasolle 16 %:lla lonkkamurtumapotilaista. Kohtalaisen kävelykyvyn saavutti 15 % ja alhaisen 69 % potilaista. Kävelynopeus, puristusvoima, siirtymiset vuoteesta, tasapaino ja 10 sekä 30 metrin itsenäinen kävelykyky paranivat merkittävästi vuoden seurannassa. Säännöllinen liikkuminen ulkona ennen murtumaa ja TUG-testin

tulos olivat suurimmat ennustajat liikkumiskyvyille vuosi murtuman jälkeen. (Ingemarsson ym. 2002.) Visserin ym. (2000) tutkimuksen mukaan lonkkamurtumapotilaiden lihasvoiman heikentyminen altistaa heikompaan liikkumiskyvyn palautumiseen vuosi murtuman jälkeen. Krooninen sairaus, sairaalassaolopäivien määrä ja koettu lonkan kipu ennustavat liikkumiskyvyn alenemista.

#### **4 LIHASVOIMA- JA VOIMANTUOTTOTEHO SEKÄ NIIDEN HARJOITTELU**

Ikääntyneiden lihaksistossa tapahtuu lihasmassan vähenemistä eli sarkopeniaa. Ikääntyessä erityisesti II tyyppin eli nopeiden lihassolujen poikkipinta-ala pienenee. Ikääntyminen ei kuitenkaan paljoo vaikuta I tyyppin eli hitaiden lihassolujen kokoon. Lihasmassaa voidaan ylläpitää noin 50-vuotiaaksi saakka. Tämän jälkeen lihasmassan määrä alkaa laskea, mikä johtaa lihasten ja liikkumis- sekä toimintakyvyn heikentymiseen. (Deschenes 2004, Sowers ym. 2005.) Nopeiden lihassolujen pienentymisen seurauksena voimantuottoteho heikkenee ikääntyessä. Tämä altistaa kaatumisille ja murtumille. Sarkopeniaan vaikuttavat mm. hermo- lihasjärjestelmän heikentyminen, alentunut proteiinisynteesi ja hormonitasojen lasku. Sarkopeniaan johtavia syitä ei ole vielä kuitenkaan täysin pystytty selvittämään. (Roubenoff 2003, Deschenes 2004.)

Alaraajojen lihasvoiman ja voimantuottotehon on todettu olevan yhteydessä ikääntyneiden liikkumiskykyyn. Voimantuottoteho ja lihasvoima ovat yhteydessä toisiinsa, mutta voimantuottoteholla näyttäisi kuitenkin olevan suurempi yhteys liikkumiskykyyn. (Suzuki ym. 2001, Bean ym. 2002, Skelton ym. 2002.) Teho tarkoittaa tuotettua lihastyötä jaettuna ajalla ( $P = W / t$ ). Lihasvoima määritellään kyvyksi tuottaa voimaa ( $F = ma$ ) ja voimantuottoteho määritellään kyvyksi tuottaa voimaa nopeasti ( $P = Fv$ ) lineaarisessa liikkeessä. (Bean ym. 2002.) Nopeusvoimaharjoittelu poikkeaa perusvoimaharjoittelusta siten, että liike suoritetaan nopeusvoimaharjoittelussa pienemmällä vastuksella ja nopeammin kuin perusvoimaharjoittelussa (Bean ym. 2002, Fleck ja Kraemer 2004).

Beanin ym. (2002) mukaan voimantuottoteho ennustaa 15–50 % ikääntyneiden liikkumiskyvyn vaihtelusta. Kävelynopeudesta kolmasosa selittyy myös voimantuottoteholla. Voimantuottoteholla saattaa olla suurempi vaikutus porraskävelyssä, tuolista ylösnousussa, tandemkävelyssä ja normaalissa kävelyssä verrattuna lihasvoimaan. Mahdollisimman nopeassa kävelyssä lihasvoimalla ja voimantuottoteholla on kummallakin yhtä paljon merkitystä. Suzuki

ym. (2002) tutkimuksessa nilkan plantaari- ja dorsifleksoreiden voimantuottoteho ennustivat tuoilta ylösnoususta ja porraskävelystä suoriutumista. Nilkan lihaksiston voimantuottoteho onkin heidän mukaansa tärkeä osa ikääntyneiden liikkumiskykyä. Bean ym. (2002) ja Skelton ym. (2002) raportoitujen tutkimusten mukaan voimantuottoteho alenee iän myötä nopeammin kuin isometrinen polven ojennusvoima. Heidän mukaansa lihasvoiman ja voimantuottotehon alenemisella on suuri vaikutus vanhuuden heikkouteen, lisääntyneeseen kaatumisen riskiin ja liikkumiskykyyn.

Skelton ym. (2002) mukaan alaraajojen heikentynyt voimantuottoteho ja voimantuottotehon asymmetria alaraajoissa ennustivat ikääntyneiden kaatumisia. Tapaturmaisesti kaatuneiden heikommassa alaraajassa oli huomattavasti heikompi kehon painoon suhteutettu voimantuottoteho (24 %) verrattaessa verrokkihenkilöihin. Tutkimuksen mukaan kaatuneista 65 % ja verrokeista 26 % jää suositellun voimantuottotehon kynnsarvon alapuolelle. Kaatuneilla ja verrokeilla oli molemmilla eroa alaraajojen voimantuottotehossa, mutta kaatuneiden asymmetria oli suurempaa. Ikääntyneillä, joilla on suuri alaraajojen lihasvoiman asymmetria, on todettu olevan hitaampi kävelynopeus ja heikompi tasapaino (Portegijs ym. 2005).

Ikääntyneiden alaraajojen voimantuottotehoa voidaan parantaa lihasvoimaharjoittelulla (Earles ym. 2001, Fielding ym. 2002, Borst 2004). Fielding ym. (2002) tutkimuksessa lihasvoima- ja nopeusvoimatyypillisesti harjoitteleiden ikääntyvien ryhmien välillä lihasvoiman paranemisessa ei ollut merkittävää eroa. Voimantuottoteho parani 16 viikon harjoittelun jälkeen merkittävästi enemmän nopeusvoimatyypillisesti harjoitteleilla verrattuna hitaammalla nopeudella harjoitteleisiin verrokkeihin. Earles ym. (2001) tutkimuksen mukaan ikääntyvien henkilöiden nopeusvoima- ja kävelyharjoittelua verrattaessa nopeusvoimaharjoittelulla voimantuottoteho parani 22 %, mutta pelkkä kävelyharjoittelu ei vaikuttanut voimantuottoon.

Erilaisilla interventioilla on voitu parantaa lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyä (Mitchell ym. 2001, Hauer ym. 2002, Sherrington ym. 2002, Binder ym. 2004). Kuntosalilla toteutettu progressiivinen lihasvoimaharjoittelu paransi enemmän lonkkamurtumapotilaiden liikumis- ja toimintakykyä ja vähensi koettua toimintakyvyn häiriötä verrattuna matalatehoiseen kotiharjoitteluun (Binder ym. 2004). Sherrington ym. (2002) tutkimuksen mukaan pystyasennossa tapahtunut harjoittelu vaikutti enemmän liikkumiskykyyn kuin makuulla tehty harjoittelu. Progressiivinen lihasvoima- ja toimintakykyharjoittelu taas paransi enemmän alaraajojen lihasvoimaa, toimintakykyä ja tasapainoa sekä vähensi kaatumisen pelkoa verrattuna kontrol-

liryhmään (Hauer ym. 2002). Mitchell ym. (2001) tutkimuksessa kuntosalilla toteutettu, nopeusvoimatyypillisesti tehty, progressiivinen quadriceps-harjoittelu lisäsi merkitsevästi enemmän alaraajojen ekstensoreiden voimantuottoa ja vähensi liikkumiskyvyn ongelmia verrattuna tavanomaista fysioterapiaa saaneeseen kontrolliryhmään. Harjoittelu ei kuitenkaan vaikuttanut TUG-testiin (Timed-Up-and-Go) tai maksimikävelynopeuteen.

Lonkkamurtumapotilaiden lihasvoima- ja nopeusvoimaharjoittelua sekä niiden vaikutusta liikkumiskykyyn on tutkittu erilaisilla mittausmenetelmillä ja interventioilla, mutta tutkimusten määrä vaikuttaa toistaiseksi olevan melko vähäinen (Handoll ym. 2005). Tutkimusten perusteella lihasvoima- ja nopeusvoimaharjoittelulla näyttäisi olevan parantavaa vaikutusta terveiden ikääntyvien liikkumiskykyyn. Tarpeellista onkin tutkia, onko lihasvoima- ja nopeusvoimaharjoittelulla vaikutusta myös lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn.

## 5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia vaikuttaako kaksi kertaa viikossa tehty ja kolme kuukautta kestänyt perus- ja nopeusvoimaharjoittelu 60–85-vuotiaiden lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn.

*Täsmennettynä tutkimusongelmana on vaikuttaako perus- ja nopeusvoimaharjoittelu lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn ja koettuun liikkumiskykyyn?*

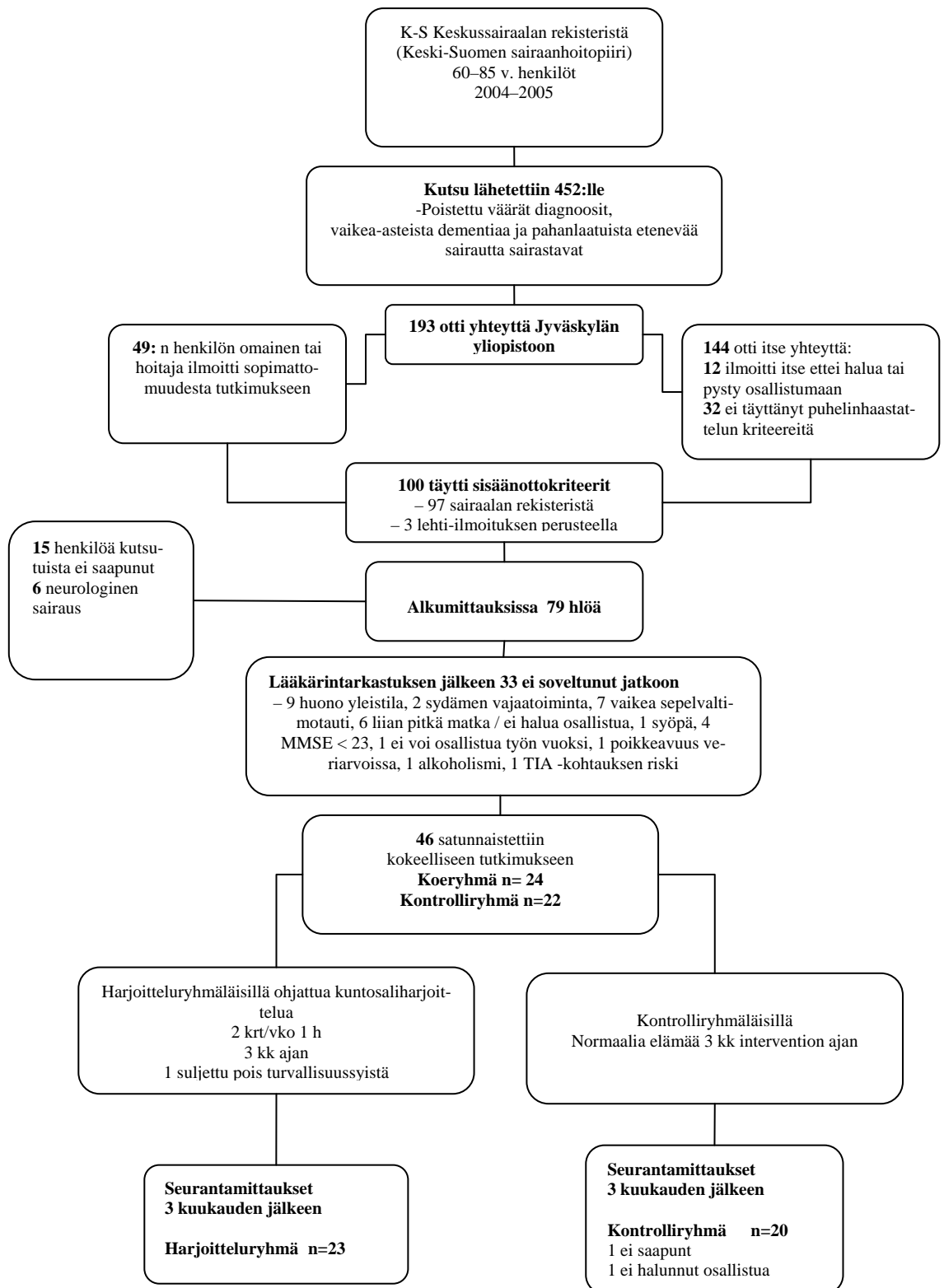
## 6 MENETELMÄT

Tämä tutkimus on osa Jyväskylässä toteutettavaa tutkimusta *Muscle strength and power in old age: special emphasis on lower limb asymmetry, mobility and balance*. Tutkimusaineisto kerättiin kahdessa osassa syksyllä 2004 ja 2005. Tutkimushenkilöt olivat 60–85 –vuotiaita lonkkamurtumapotilaita. Mittaukset tehtiin Jyväskylän yliopiston liikunta- ja terveyslaboratoriossa ennen ja jälkeen harjoittelun. Mittareina käytettiin koettua liikkumiskykyä, TUG-testiä, tuolista ylösnousu testiä, porraskävelyä sekä maksimikävelynopeutta. Mittausten suorittaja oli sokkoutettu tutkimusasetelman suhteen. Tutkimus on satunnaistettu sekä kontrolloitu perus- ja nopeusvoimaharjoittelututkimus ja se on Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan hyväksymä.

## 6.1 Tutkimushenkilöt

Tutkimuksen perusjoukkona oli 60–85-vuotiaat, Keski-Suomen sairaanhoitopiirin alueella asuvat miehet ja naiset, joilla oli ollut lonkkamurtuma  $\frac{1}{2}$ -7 vuoden sisällä ennen tutkimuksen aloituskohtaa. Aineiston keräys tapahtui kahdessa vaiheessa. Syksyllä 2004 lähetettiin kutsukirje 179 henkilölle, joiden tiedot saatiin Keski-Suomen keskussairaalan potilasrekisteristä. Syksyllä 2005 tutkimushenkilöitä koskeva haku laajennettiin koskemaan Keski-Suomen sairaanhoitopiirin aluetta ja lisäksi haku kohdistettiin ihmisiin, jotka eivät olleet vastanneet 2004 lähetettyihin kirjeisiin. Vuonna 2005 rekrytointikirjeitä lähetettiin 379 henkilölle, joista uusia oli 273 tutkittavaa (Kuvio 1). Mukaanottokriteereinä oli, että tutkittavilla oli operoitu lonkkamurtuma, mutta ei neurologisia oireita, muistivaikeuksia (MMSE<23) tai vakavia sairauksia. Kriteerinä oli myös, että tutkittava ei saanut liikkua pyörätuolilla tai toisen henkilön avustamana. Tutkittaville tehtiin terveydenhoitajan- ja lääkärintarkastukset mukaanottokriteerien varmistamiseksi.

Kriteerit täyttäviä ja tutkimukseen suostuvia henkilöitä oli yhteensä 79, joista 46 soveltui tutkimukseen. Osa tutkimushenkilöistä ei saapunut paikalle ja osa karsiutui muistiongelmien, uuden trauman tai akuutin sairauden takia. Soveltuvat henkilöt arvottiin harjoitteluryhmään (n = 24) ja kontrolliryhmään (n = 22). (Kuvio 1.)



**Kuvio 1.** Tutkimushenkilöiden rekrytointiprosessi.

## 6.2 Tutkimuksessa käytetyt mittarit

### Fyysinen aktiivisuus

Fyysistä aktiivisuutta arvioitiin Yale-mittarilla (Dipietro ym. 1993). Yale-mittarissa kysytään tutkittavalta hänen askareistaan kotona, pihatöistään, huoltajana toimimisestaan, liikunnastaan sekä harrastuksistaan. Mittarilla selvitetään kuinka paljon tutkittava on käyttänyt tyypillisenä viikkona kuluneen kuukauden aikana aikaa näihin. Yale mittarista analyysissä käytettiin summamuuttujaa.

### Koettu liikkumiskyky

Liikkumiskyvyn muutosta kysyttiin harjoittelun jälkeen kyselylomakkeessa. Kysymys kuului: ”Onko liikkumiskyvyssä tapahtunut muutosta syksyn 2004/2005 aikana?” Vastausvaihtoehtoina olivat: liikkumiskyky on parantunut, liikkumiskyky on pysynyt samana, liikkumiskyky on heikentynyt.

### Timed-up-and-go

TUG-testi suoritettiin siten, että tutkittavaa pyydettiin nousemaan tuolilta ja kiertämään 2,44 metrin päässä oleva kartio sekä palamaan takaisin istuma-asentoon, niin nopeasti kuin on mahdollista. Aika mitattiin sekuntikellolla. Testissä sai käyttää liikkumisen apuvälinettä, jos sellainen oli normaalisti käytössä. Testi suoritettiin siten, että ei-murtunut alaraaja oli kartion puolella. TUG-testi on todettu reliabiliteetiltaan ja validiteetiltaan hyväksi liikkumiskyvyn arvioinnissa ja sitä voidaan käyttää kliinisten muutosten seurannassa (intra class correlation coefficients ICC 0,97–0,99) (Steffen ym. 2002, Podsiadlo ja Richardson 1991).

Jokaisen liikkumiskykytestin ja mittauskerran jälkeen tutkimushenkilöiltä kysyttiin kivusta tuntuuko kipua vai ei ja jos tuntui, niin missä. Lisäksi selvitettiin rajoittiko mahdollinen kipu suorituksen tekemistä ja jos rajoitti, niin miten. Jokaisen mittauksen yhteydessä kirjattiin ylös myös mahdollinen apuvälineen käyttö.



## **Tuolilta ylösnousu**

Tuolista ylösnousu suoritettiin siten, että tutkimushenkilö nousi istuma-asennosta seisomaan viisi kertaa mahdollisimman nopeasti. Suoritus aika mitattiin sekuntikellolla. Istuma-asennossa selän täytyi koskettaa selkänojaan jokaisella kerralla ja seisoma-asennossa polvien tuli ojentua suoraksi. Ajanotto loppui, kun tutkimushenkilö nousi viidennen kerran seisomaan. Suzukin ym. (2001) tutkimuksessa kymmenen kertaa tuolilta ylösnousutestin ICC oli 0,71 eli se voidaan luokitella hyväksi.

## **Porraskävely**

Porraskävelyssä tutkittava nousi kymmenen porrasta mahdollisimman nopeasti, mutta juoksematta. Testissä huomioitiin nousuun kuluva aika ja nousutyylillä. Suoritus aika mitattiin sekuntikellolla. Nousutyylissä arvioitiin alaraajojen tasa- tai vuorotahtisuutta sekä kaiteen käyttöä. Tutkimushenkilö sai käyttää tarvittaessa kaidetta tai apuvälinettä tukena. Porraskävelyn toistettavuus on erinomainen (ICC 0,96) (Suzuki ym. 2001).

## **Maksimikävelynopeus**

Maksimikävelynopeus mitattiin 10 metrin matkalta lentävällä lähdöllä ja suoritus aika mitattiin valokennoilla. Tutkimushenkilö aloitti suorituksen noin kolme metriä ennen valokennoja ja jatkoi kävelyään niin nopeasti kuin mahdollista seuraaville valokennoille. Suoritus lopetettiin noin kolme metriä valokennojen jälkeen. Maksimikävelynopeuden toistettavuus on todettu erinomaiseksi (ICC 0,94–0,96) (Steffen ym. 2002, Sherrington ja Lord 2005).

## **6.3 Harjoittelu**

Harjoittelu toteutettiin AaltoAlvarin seniorikuntosalilla Jyväskylän uimahallilla fysioterapeutin ohjauksessa kaksi kertaa viikossa kolmen kuukauden ajan. Tavoitteena oli lisätä alaraajojen lihasvoimaa ja voimantuottoa perusvoima- sekä nopeusvoimaharjoittelulla. Harjoittelu suoritettiin paineilmalaitteilla (HUR, Kokkola). Näillä laitteilla voitiin suorittaa ennalta määrättyllä tavalla liikkeit sekä konsentrisesti että eksentrisesti. Myös liikelaajuus oli säädettävissä. Kuntosaliharjoittelukerta kesti noin 90 minuuttia sisältäen istuen tehdyn alkulämmittelyn (10 min.) ja loppuvenyttelyn (5 min.).

Harjoitusohjelma on esitetty taulukossa 1. Harjoitteluliikkeinä käytettiin jalkaprässiä (perusvoima sekä nopeusvoima), nilkan plantaarifleksio painoliiveillä (perusvoima sekä nopeusvoima), lonkan abduktiota ja adduktiota (perusvoima) sekä polven fleksiota (perusvoima). Molemmat alaraajat harjoiteltiin erikseen, näin voitiin ottaa huomioon mahdollinen alaraajojen lihasvoiman puoliero. Poikkeuksena oli nopeusvoimatyypisesti tehtävä nilkan plantaarifleksio, joka suoritettiin molemmilla alaraajoilla samanaikaisesti.

Alaraajojen lihasvoimien ja voimantuottotehojen puolierot mitattiin ennen harjoittelun alkua. Yli 5 % ero alaraajojen voimien välillä määriteltiin huomioitavaksi eroksi. Alaraaja nimettiin heikommaksi, jos ainakin kahdessa mittauksessa toisella alaraajalla oli heikommät tulokset verrattuna toiseen alaraajaan. Jos eroa ei ollut useammasta mittauksesta huolimatta, heikommaksi alaraajaksi määriteltiin yhden mittauksen perusteella heikompi alaraaja.

Kontrolliryhmä ei osallistunut harjoitteluun. Kontrolliryhmään kuuluvia pyydettiin jatkamaan elämäänsä kuten aikaisemmin.

**Taulukko 1** Harjoitteluryhmäläisten 12 viikon ohjelma

2004 - 2005	Viikot 0-1	Viikko 2		Viikot 3-4		Viikot 5-6		Viikot 7-8.1 Laboratoriotestit		Viikot 8.2-9		Viikot 10-12	
		Heikko*	Vahva**	Heikko*	Vahva**	Heikko*	Vahva**	Heikko*	Vahva**	Heikko*	Vahva**	Heikko*	Vahva**
<b>Nopeusvoima</b> Jalkaprässi	Harjoituslaitteisiin, ohjeisiin ja oikeisiin suoritustekniikoihin tutustuminen matalilla vastuksilla	RM	RM	40% 3 x 12	40% 2 x 12	40% 3 x 12	40% 2 x 12	40% 3 x 12	40% 2 x 12	40 - 50% 3-4 x 12	40% 3 x 12	40 - 50% 3-4 x 12	40% 3 x 12
<b>Nopeusvoima</b> Plantaarifleksio		Kehonpaino, molemmat jalat, 2 x 12		Kehonpaino, molemmat jalat, 2 x 12		Kehonpaino, molemmat jalat, 2 x 12		Painoliivi (~10%), molemmat jalat 2 x 12		Painoliivi (~10%), molemmat jalat 3 x 12		Painoliivi (~10%), molemmat jalat 3 x 12	
<b>Voima</b> jalkaprässi, polven fleksio ja lonkan abduktio ja adduktio		RM	RM	60% 2 x 8	50% 1 x 10	60-70% 2 x 8	50-60% 1 x 10	70% 2 x 8 <sup>^</sup>	60% 1 x 10 <sup>^</sup>	70% 2-3 x 8 <sup>^</sup>	60% 1-2 x 10 <sup>^</sup>	70-80% 3 x 6-8 <sup>^</sup>	60-70% 2 x 8-10 <sup>^</sup>
<b>Voima</b> plantaarifleksio		Kehonpaino, yksi jalka kerrallaan		Kehonpaino, yksi jalka kerrallaan		Kehonpaino, yksi jalka kerrallaan		Painoliivi (~10%), yksi jalka kerrallaan		Painoliivi (~10%), yksi jalka kerrallaan		Painoliivi (~15%), yksi jalka kerrallaan	
		2 x 8	1 x 10	2 x 8	1 x 10	2 x 8	1 x 10	2 x 8	1 x 10	2-3 x 8	1-2 x 10	3 x 8	2 x 10
		RM mittaukset, harjoittelun aloitus		Viikko 3 RM mittausten uusinta		Viikko 5 vastuksen lisäys, viikko 6 toisten RM mittausten aloitus, viikolla 6.2 painoliivin käyttöönotto (~10% kehonpainosta)		RM mittaukset (1-2 kerrallaan) uudet vastukset, viikko 8 jalkaprässiharjoite vain kerran viikossa		Viikolla 8.2 sarjojen lisäys voimaharjoitteluun, viikolla 9.1 sarjojen lisäys nopeusvoimaharjoitteluun, viikko 9 laboratoriotestien tulosten implementointi		viikko 10 painoliivi ~15% kehonpainosta, vastuksen lisäys	

<sup>^</sup> jalkaprässiharjoite vain kerran viikossa

\* Heikompi alaraaja \*\* Vahvempi alaraaja

## 6.4 Analyysimenetelmät

Tulokset analysoitiin SPSS 13.0 ohjelmalla. Alkutilanteessa taustamuuttujien jakautumista ryhmissä tarkasteltiin riippumattomien ryhmien t-testillä. Tilastollisina analyysinä käytettiin kovarianssianalyysia (analysis of covariance, ANCOVA) hoitoaikeen mukaisen analyysin (intention-to-treat, ITT) periaatteen mukaan. Tämän jälkeen tehtiin tehokkuusanalyysi (efficacy), jossa analyysistä poistettiin vähemmän kuin puolet (50 %) suunnitellusta ohjelmasta harjoitelleet. Koettua liikkumiskykyä ja sen merkitsevyyttä analysoitiin ristiintaulukoinnilla.

Kovarianssianalyysissa tarkasteltiin oliko lopputilanteessa ryhmien välillä eroa. Alkutilannetta käytettiin kovariaattina eli selittävänä muuttujana ja lopputilannetta selitettävänä eli riippuvana muuttujana. Jokaiselle tutkimushenkilölle ja muuttujalle laskettiin lisäksi muutosprosentit alku- ja loppumittauksista. Tämän jälkeen muutosprosentteista laskettiin keskiarvot tutkimus- ja kontrolliryhmille erikseen sekä 95 % luottamusvälit varianssianalyysillä (ANOVA).

## 7 TULOKSET

Taustamuuttujat ryhmien välillä on esitetty taulukossa 2. Ryhmien välillä ei ollut alkutilanteessa tilastollisesti merkitsevää eroa, poikkeuksena oli murtuman hoitotapa ( $p=0,001$ ). Harjoitteluryhmässä murtuma oli hoidettu ruuvaamalla tai naulaamalla seitsemällä tutkimushenkilöllä ja lonkkaproteesi oli laitettu 16 henkilölle. Vastaavat luvut kontrolliryhmässä olivat 16 ja neljä. Harjoitteluryhmässä oli kahdeksan miestä ja viisitoista naista, kontrolliryhmässä vastaavasti miehiä oli kuusi ja naisia neljätoista.

**Taulukko 2** Alkutilanteen taustamuuttajat 60–85-vuotiailla lonkkamurtumapotilailla (ka, SD)

	<b>Harjoitteluryhmä</b> n=23	<b>Kontrolliryhmä</b> n =20	<b>p-arvo<sup>^</sup></b>
Ikä (v)	74 (6)	74 (7)	0,89
Paino (kg)	71 (11)	73 (13)	0,58
Pituus (cm)	163 (9)	165 (9)	0,37
BMI	27 (4)	27 (4)	0,87
Fyysinen aktiivisuus (pst)	40 (20)	43 (19)	0,68
Sairauksien lukumäärä	3 (1)	2 (1)	0,09
Lääkkeiden lukumäärä	4 (3)	3 (3)	0,18
Aika murtumasta (v)	3,5 (2)	3,5 (2)	0,99

<sup>^</sup> Anova

Tutkimuksen kato oli kolme henkilöä. Yhtä harjoitteluryhmään kuuluvaa henkilöä pyydettiin lopettamaan harjoittelu turvallisuussyistä. Yksi kontrolliryhmään kuuluva henkilö poistettiin, koska hän ei saapunut loppumittauksiin ja yksi kontrolliryhmään kuuluva ei halunnut jatkaa tutkimuksissa alkumittausten jälkeen.

Harjoittelukerrat toteutuivat 87 % (SD 24) suunnitellusta harjoittelun määrästä. Harjoittelun määrän vaihteluväli oli 0-100 %. Kaksi henkilöä harjoitteli keskimäärin alle 50 % suunnitellusta harjoittelusta. Tämä tarkoittaa, että harjoittelua kertyi keskimäärin vähemmän kuin keran viikossa. Nämä henkilöt poistettiin tehokkuusanalyysistä. Lisäksi yksi tutkimushenkilö ei ollut mukana tehokkuusanalyysissä alaraajojen rakenteellisista syistä johtuen (patelat puutuivat molemmista alaraajoista). Nämä kolme tutkimushenkilöä olivat kuitenkin mukana ITT-analyysissä. Tehokkuusanalyysissä mukana oli 20 harjoitteluun osallistunutta henkilöä ja 20 kontrollihenkilöä.

Koetussa liikkumiskyvyssä tapahtuneet muutokset ovat esitetty taulukossa 3. Harjoittelu- ja kontrolliryhmien välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero koetussa liikkumiskyvyssä harjoitteluryhmän hyväksi ( $p=0,002$ ) (Taulukko 3).

Taulukossa 4 on esitetty TUG-testin, tuoilta ylösnousu- ja porraskävelytestin sekä maksimikävelynopeuden ryhmien väliset erot. Kuviossa 2 on havainnollistettu TUG-testin, tuoilta ylösnousu- ja porraskävelytestin sekä maksimikävelynopeuden muutosprosentit ja 95 % luottamusvälit ryhmien välillä. *ITT-analyysissa* harjoittelun jälkeen liikkumiskyvyn muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ryhmien välillä missään mitatuissa muuttujissa (Taulukko 4).

*Tehokkuusanalyysissa* tuoilta ylösnousu oli parantunut merkitsevästi enemmän ( $p=0,005$ ) harjoitteluryhmällä kuin kontrolliryhmällä (Taulukko 4). Kuviossa 2 on esitetty *tehokkuusanalyysin* TUG-testin, tuoilta ylösnousu- ja porraskävelytestin sekä maksimikävelynopeuden muutosprosentit ja 95 % luottamusvälit.

Fyysisessä aktiivisuudessa ei ollut merkitsevää eroa lopputilanteessa ryhmien välillä ( $p=0,28$ ). Kivun kokemisessa, apuvälineiden käytössä tai porraskävelyn aikana ei tapahtunut muutosta harjoittelu- ja kontrolliryhmien välillä harjoittelun jälkeen.

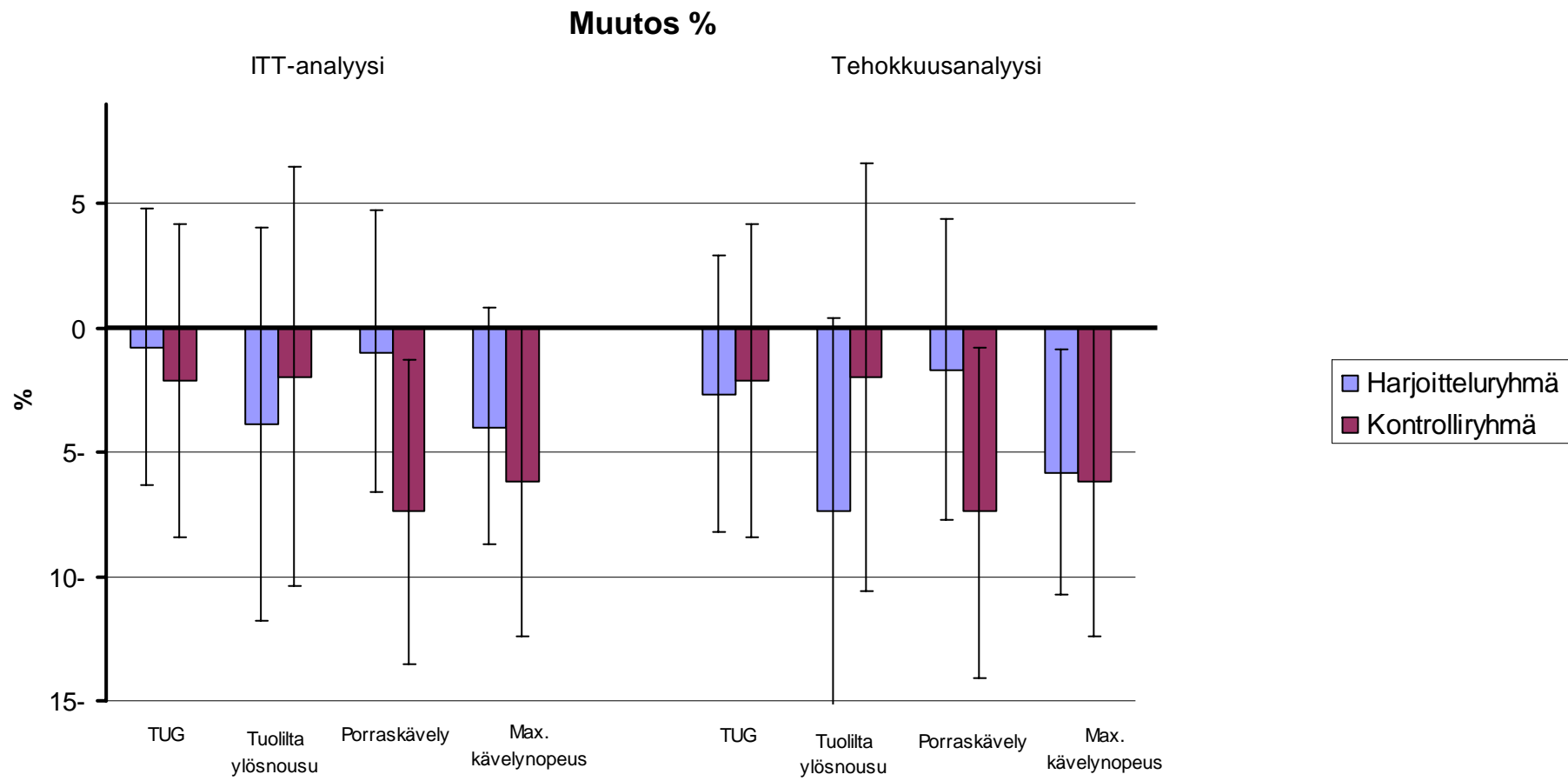
**Taulukko 3** Koetun liikkumiskyvyn muutokset harjoittelu- ja kontrolliryhmissä harjoittelun jälkeen

	Harjoitteluryhmä n=23	Kontrolliryhmä n=20
Parantunut	14	2
Pysynyt samana	6	15
Heikentynyt	3	3

Chi-Square test  $p=0,002$

**Taulukko 4** Voimaharjoittelun vaikutus TUG testiin, tuoilta ylösnousu- ja porraskävelytestiin sekä maksimikävelynopeuteen 60–85-vuotiailla lonkkamurtumapotilailla (ka, SD) intention-to-treat ja tehokkuusanalyseillä

	Harjoitteluryhmä		Kontrolliryhmä		Muutoksen välinen ero	95 % luottamusväli	p-arvo
	Alku	Loppu	Alku	Loppu			
<b>ITT-analyysi</b>	(n =23)		(n=20)				
TUG (s)	7,9 (2,2)	7,9 (2,7)	9,3 (3,4)	8,9 (2,5)	0,14	(-0,7; 1)	0,74
Tuolilta ylösnousu (s)	13,7 (4,9)	12,6 (3,7)	16,9 (8,0)	15,7 (4,4)	1,48	(-3,1; 0,15)	0,07
Porras- kävely (s)	5,9 (1,7)	5,9 (1,8)	7,2 (2,9)	6,4 (1,8)	0,33	(-0,3; 0,9)	0,27
Maksimi- kävelynopeus (s)	7,3 (2,5)	7,0 (2,4)	7,7 (2,8)	7,0 (1,9)	0,27	(-0,3; 0,8)	0,36
<b>Tehokkuusanalyysi</b>	(n=20)		(n=20)				
TUG (s)	7,8 (2,3)	7,6 (2,8)	9,3 (3,4)	8,9 (2,5)	0,04	(-0,9; 0,8)	0,93
Tuolilta ylösnousu (s)	13,4 (4,8)	11,9 (2,9)	16,9 (8,0)	15,7 (4,4)	2,21	(-3,7; -0,7)	0,005
Porras- kävely (s)	5,8 (1,8)	6,2 (0,2)	7,2 (2,9)	6,4 (1,8)	0,25	(-0,4; 0,9)	0,43
Maksimi- kävelynopeus(s)	7,2 (2,6)	6,8 (2,5)	7,7 (2,8)	7,0 (1,9)	0,09	(-0,5; 0,7)	0,76



**Kuvio 2** Voimaharjoittelun vaikutus TUG testiin, tuolilta ylösnousu- ja porraskävelytestiin sekä maksimikävelynopeuteen 60–85-vuotiailla lonkkamurtumapotilailla. Lopputilanteen muutosprosentit ja 95 %:n luottamusvälit



## 8 POHDINTA

Tämä tutkimus osoitti, että perus- ja nopeusvoimaharjoittelu voi lisätä lonkkamurtumapotilaiden koettua liikkumiskykyä. Lisäksi harjoittelu paransi alaraajojen lihasvoimaa ja staattisen tasapainon hallintaan henkilöillä, jotka harjoittelivat yli puolet suunnitellusta ohjelmasta. Sen sijaan harjoittelu ei tässä tutkimuksessa vaikuttanut kävelykykyyn, dynaamisen tasapainoon, alaraajojen lihasvoimaan ja kestävyYTEEN.

Aikaisemmissa tutkimuksissa lonkkamurtumapotilaiden koetun liikkumiskyvyn on todettu parantuneen lihasvoimaharjoittelun seurauksena (Mitchell ym. 2001, Hauer ym. 2002, Binder ym. 2004). Tämä tutkimus tuki näitä tuloksia. Harjoittelun seurauksena tutkimushenkilöt voivat kokea, että he pystyvät liikkumaan paremmin ja tämän takia liikkumisen varmuus sekä uskallus paranevat. Koetun liikkumiskyvyn paraneminen voi lisäksi ylläpitää harjoittelumotiivaatiota ja vähentää kaatumisen pelkoa.

Joissain aikaisemmissa tutkimuksissa harjoittelu on parantanut lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn liittyvää suoriutumista (Hauer ym. 2002, Sherrington ym. 2002, Binder ym. 2004). Kuitenkin on myös tutkimuksia, joissa harjoittelulla ei ole ollut vaikutusta lonkkamurtumapotilaiden liikkumiskykyyn (Mitchell ym. 2001, Sherrington ym. 2002). Omassa tutkimuksessamme vain lonkkamurtumapotilaiden tuoilta ylösnousuaika parantui perus- ja nopeusvoimaharjoittelun jälkeen.

Omien ja aikaisempien tutkimustulosten (Mitchell ym. 2001, Hauer ym. 2002, Sherrington ym. 2002, Binder ym. 2004) eroja voi selittää tutkimuksen aloitusajankohta lonkkamurtuman jälkeen, mikä eroaa tutkimusten välillä. Aikaisempien tutkimusten harjoittelu alkoi viimeistään 16 viikkoa tutkimushenkilöiden lonkkamurtumasta (Binder ym. 2004), kun omassa tutkimuksessamme harjoittelu aloitettiin keskimäärin kolme ja puoli vuotta murtuman jälkeen. Tutkimusasetelmat ja käytetyt mittausmenetelmät erosivat myös tutkimusten välillä (Mitchell ym. 2001, Hauer ym. 2002, Sherrington ym. 2002, Binder ym. 2004). Aikaisemmissa tutkimuksissa (Mitchell ym. 2001, Hauer ym. 2002, Sherrington ym. 2002, Binder ym. 2004) ei ole vertailtu puhtaasti perusvoima- tai nopeusvoimaharjoittelun vaikutusta kontrolliryhmään, joka ei harjoitellut tai saanut mitään fysioterapiaa. Lisäksi tutkimuksessamme harjoiteltiin sekä perus- että nopeusvoimatyyppisesti, kun taas muissa tutkimuksissa (Hauer ym. 2002,

Sherrington ym. 2002, Binder ym. 2004), yhtä tutkimusta (Mitchell ym. 2001) lukuun ottamatta, harjoiteltiin perus- tai kestovoimatyypillisesti.

Liikkumiskykymittarit mittaavat alaraajojen lihasvoimaa ja kestävyyttä, tasapainoa sekä kävelykykyä (Guralnik ym. 1994). Esimerkiksi TUG-testi mittaa erityisesti kävelykykyä ja dynaamista tasapainoa (Podsialdo ym. 1991, Ingemarsson ym. 2003), kun taas tuolilta ylösnousu mittaa alaraajojen lihasvoimaa ja staattisen tasapainon hallintaa (Schenkman ym. 1996). Koska viisi kertaa tuolilta ylösnousu mittaa enemmän lihasvoimaa kuin muut liikkumiskykymittarit, tässä tutkimuksessa havaittu harjoitteluvaikutus näkyi mahdollisesti sen vuoksi vain tuolilta ylösnousutestissä. Vaikka tutkimushenkilöiden koettu liikkumiskyky parantui, harjoittelun vaikutusta ei kuitenkaan havaittu päivittäiseen suoriutumiseen yhteydessä olevilla mittareilla, jotka mittaavat kävelykykyä, dynaamista tasapainoa, alaraajojen lihasvoimaa ja kestävyyttä. Nämä testit voivat myös olla liian helppoja kotona asuville hyväkuntoisille tutkittaville, jolloin harjoitusvaikutusta ei juurikaan havaita.

Tuolilta ylösnousutesti poikkeaa TUG-testistä, porraskävelystä ja maksimikävelynopeudesta siten, että se on suljetun kineettisen ketjun suoritus. Tuolilta ylösnousutestissä tutkimushenkilön alaraajat pysyvät koko ajan maassa samassa asennossa, joten testi voi muistuttaa harjoittelussa käytettyä jalkaprässiharjoitetta. Suljetun kineettisen ketjun harjoittelussa EMG:llä mitattuna quadriceps-lihakset aktivoituvat tasapainoisemmin ja nopeammin verrattuna avoimen kineettisen ketjun harjoitteluun (Stensdotter ym. 2003). Tuolilta ylösnousutestissä tarvitaan enemmän staattisen tasapainon hallintaa, kun taas muut liikkumiskykytestit vaativat dynaamista tasapainoa (Guralnik ym. 1994, Schenkman ym. 1996). Nämä tekijät voivat osaltaan selittää em. testissä näkyvän harjoitteluvaikutuksen niillä henkilöillä, jotka harjoittelivat säännöllisemmin. Tuolilta ylösnousun paraneminen on kliinisesti merkittävä toiminto jokapäiväisen selviytymisen kannalta. Bensen ym. (2005) tutkimuksen mukaan kykenemättömyys nousta tuolilta ilman yläraajojen apua on vahva lonkkamurtumaa ennustava tekijä.

Aikaisemmissa tutkimuksissa (Hauer ym. 2002, Sherrington ym. 2002, Binder ym. 2004), Mitchell ym. (2001) tutkimusta lukuun ottamatta, harjoittelu toteutui vähintään kolme kertaa viikossa. Tässä tutkimuksessa harjoiteltiin kaksi kertaa viikossa. Säännöllisen harjoittelun vaikutus tutkimuksessamme saatiin esille tehokkuusanalyysillä, johon otettiin mukaan vähintään puolet suunnittelusta ohjelmasta harjoitelleet. Toisaalta kerran viikossa tapahtuva harjoittelu voi myös lisätä lihasvoimaa merkittävästi (McArdle ym. 2001). Meidän tutkimuksemme

samme alle 50 % harjoittelun (harjoittelua kerran viikossa tai vähemmän) ei puolestaan oletettu vaikuttavan liikkumiskykyyn. Odotettavaa on, että säännöllisen harjoittelun vaikutus on selvempi.

Harjoitteluun ei kuulunut yhtään liikkumiskyvyn harjoittelua, mikä oli toisaalta hyödyllistä, koska tällöin voidaan arvioida pelkästään lihasvoimaharjoittelun vaikutuksia. Harjoittelu suoritettiin pohjeliikettä lukuun ottamatta istuen, mutta liikkumiskykymittaukset tapahtuvat pääasiassa seisten. McArdlen ym. (2001) mukaan hankittu lihasvoima siirtyy harvoin kokonaan muihin liikkeisiin kuin harjoiteltuihin, vaikka aktivoitaisiin samoja lihaksia. Maksimaalinen hyöty voimaharjoittelusta saataisiin, jos harjoiteltaisiin spesifisti voimaa, nopeutta ja tehoa mitattavien testien kaltaisesti. Tämä voi selittää sitä, että lihasvoimaharjoittelun vaikutusta ei ehkä havaittu liikkumiskykymittareilla. Liikkumiskykyä voisi parantaa enemmän harjoittelemalla pystyasennossa ja toiminnallisilla harjoitteilla (Sherrington ym. 2002). Asian voi huomioda esimerkiksi tekemällä toiminnallisia harjoituksia alku- ja loppuverryttelyssä.

Tässä tutkimuksessa liikkumiskykymittaukset suoritettiin alku- ja loppumittauksissa ainoastaan kerran. Tulosten keskiarvojen perustella näytti siltä, että molemmat ryhmät paransivat suoritusajansa. Suoritusajan nopeutumiseen voi vaikuttaa erityisesti kontrolliryhmässä motorinen oppiminen ja aikaisempi kokemus testistä eikä niinkään lihasvoiman paraneminen. Jos ensimmäisellä mittauskerralla testisuoritus on mitattavalle henkilölle uusi, toisen mittauserän tulos on todennäköisesti ensimmäistä kertaa parempi (Shumway-Cook ja Wollacott 2000). Oppimisen vaikutusta olisi voinut vähentää mittaamalla testit useampaan kertaan, jolloin oppimisen vaikutus olisi tullut ilmi jo alkumittauksissa. Porraskävelymittauksen reliabiliteettia olisi lisäksi voinut parantaa valokennojen avulla.

Tutkimuksen heikkoutena voidaan pitää suhteellisen pientä tutkimusjoukkoa ( $n = 43$ ), mutta tutkimuksella oli selviä vahvuuksia. Vahvuutena voidaan pitää satunnaistettua ja kontrolloitua tutkimusasetelmaa. Kaikilla perusjoukkoon kuuluvilla ja sisäänottokriteerit täyttävillä henkilöillä oli mahdollisuus päästä mukaan tutkimukseen. Tutkimuksen vahvuutena oli myös liikkumiskykytestien suorittamiseen koulutettujen fysioterapeuttien sokkouttaminen. Alku- ja loppumittaukset suoritti aina sama henkilö. Vahvuutena voidaan myös pitää sitä, että suunniteltu harjoittelu toteutui määrällisesti hyvin ja tutkittavien kato oli pieni. Tutkimuksen tuloksia ei kuitenkaan voi yleistää kaikkiin lonkkamurtumapotilaisiin, koska tutkittavat olivat alkuti-

lanteessa suhteellisen hyväkuntoisia sekä kotona asuvia ja siksi he pystyivät osallistumaan intensiiviseen perus- ja nopeusvoimaharjoitteluun.

## **9 JOHTOPÄÄTÖKSET**

Johtopäätöksenä tässä tutkimuksessa on, että perus- ja nopeusvoimatyypisesti tehty lihasvoimaharjoittelu, kaksi kertaa viikossa kolmen kuukauden ajan, parantaa koettua liikkumiskykyä ja tuoilta ylösnousuun liittyvää alaraajojen lihasvoimaa ja staattisen tasapainon hallintaan 60–85 -vuotiailla lonkkamurtumapotilailla. Satunnaistettuja ja kontrolloituja tutkimuksia tarvitaan lisää lonkkamurtumapotilaiden lihasvoima- ja nopeusvoimaharjoittelusta ja sen vaikutuksesta liikkumiskykyyn erityisesti nopeusvoimaharjoittelun osalta.

## LÄHTEET

American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel and Fall Prevention. Guideline for the prevention of falls on older adults. *JAGS*;49:664-672.

Bean J, Kiely D, Herman S, Leveille S, Mizer K, Frontera W, Fielding R. The Relationship between Leg Power and Physical Performance in Mobility-Limited Older People. *JAGS* 2002;50:3:461-467.

Bensen R, Adachi J, Papaioannou A, Ioannidis G, Olszynski W, Sebalt R, Murray T, Josse R, Brown J, Hanley D, Petrie A, Puglia M, Goldsmith C, Bensen W. Evaluation of easily measured risk factors in the prediction of osteoporotic factors. *BMC Musculoskelet Disord* 2005;5:47:1-9.

Binder E, Brown M, Sinacore D, Steger-May K, Yarasheski K, Schechtman K. Effects of extended outpatient rehabilitation after hip fracture. *JAMA* 2004;292:7:837-846.

Boonen S, Autier P, Barette M, Vanderschueren D, Lips P, Haentjens P. Functional outcome and quality of life following hip fracture in elderly women: a prospective controlled study. *Osteoporos Int* 2004;15:87-94.

Borst S. Systematic review. Interventions for sarcopenia and muscle weakness in older people. *Age and Ageing* 2004;33:6:548-555.

Cambell A, Spears G, Borrie M. Examination by logistic regression modelling of the variables which increase the relative risk of elderly woman falling compared to elderly men. *J Clin Epidemiol* 1990;43:12:1415-1420.

Chapurlat R, Bauer D, Newit M, Stone K, Cummings S. Incidence and risk factors for a second hip fracture in elderly women. The study of osteoporotic fractures. *Osteoporos Int* 2004;14:130-136

Creen A, Nade S. How to predict return to the community after fractured proximal femur in the elderly. *Aust. N.Z. J. Surg.* 1999;69:723-725.

Cummings S, Nevitt M, Browner W, Stone K, Fox K, Ensrud K, Cauley J, Black D, Vogt T. Risk factors for hip fracture in white women. *N Engl J Med* 1995;332:12:767-773.

Curry L, Hogstel M, Davis G. Functional status in older women following hip fracture. *J Adv Nurs* 2003;42:347-354.

Dargent-Molina P, Grandjean H, Baudoin C, Hausherr E, Maunier P, Breart G. Fall-related factors and risk of hip fracture: the EPIDOS prospective study. *Lancet* 1996;348:145-149.

Davidson C, Merrilees M, Wilkinson T, McKie J. Hip fracture mortality and morbidity--can we do better? *NZ Med J.* 2001;114:329-332.

Deschenes M. Effects of ageing on muscle fibre type and size. *Sports Med* 2004;34:12:809-824.

Dipietro L, Caspersen C, Ostfeld A, Nadel E. A survey for assessing physical activity among older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1993;628-642.

Earles D, Judge J, Gunnarson O. Velocity Training Induces Power-Specific Adaptations in Highly Functioning Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:872-878.

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. *JAGS* 1997;45:1:21-29.

Fleck S, Kraemer W. *Basic Principles of Resistance Training and Exercise Prescription.* Teoksessa *Designing Resistance Training Programs.* Human Kinetics, 3<sup>rd</sup> Edition 2004;3-12.

Fielding R, LeBrasseur N, Cuoco A, Bean J, Mizer K, Singh A. High-Velocity Resistance Training Increases Skeletal Muscle Peak Power in Older Women. *JAGS* 2002;50:655-662.

Fredman L, Magaziner J, Hawkes W, Hebel R, Fried L, Kasper J, Guralnik J. Female hip fracture patients had poorer performance-based functioning than community-dwelling peers over 2-year follow-up period. *J Clin Epidemiol* 2005;58:1289-1298.

Guralnik J, Simonsick E, Ferrucci L, Glynn R, Bergman L, Blazer D, Scherr P, Wallace R. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association with Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *J Gerontol* 1994;49:2:85-94.

Handoll H, Sherrington C, Parker M. Mobilisation strategies after hip fracture surgery in adults. *The Cochrane Database Syst Rev* 2005;1.

Hartikainen S, Jäntti P. Iäkkäiden kaatumiset ja huimaus. Teoksessa Tilvis R, Hervonen A, Jäntti P, Lehtonen A, Sulkava R. (toim.). *Geriatrics*. Kustannus Oy Duodecim, Hämeenlinna: Karisto Oy 2001;281–292.

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

Huusko T, Sulkava R. Lonkkamurtumapotilaan kuntoutuksen erityispiirteet. Teoksessa Tilvis R, Hervonen A, Jäntti P, Lehtonen A, Sulkava R. (toim.). *Geriatrics*. Kustannus Oy Duodecim, Hämeenlinna: Karisto Oy 2001;356-367.

Ingermarsson A, Frändin K, Mellström D, Möller M. Walking ability and activity level after hip fracture in the elderly - a follow-up. *J Rehabil Med* 2003;35:76-83.

Johnell O, Kanis J. Epidemiology of osteoporotic fractures. *Osteoporosis Int* 2004;16:2:3-7

Kannus P, Niemi S, Parkkari J, Palvanen M, Heinonen A, Sievänen H, Järvinen T, Khan K, Järvinen M. Why Is the Age-Standardized Incidence of Low-Trauma Fractures Rising in Many Elderly Populations? *J Bone and Miner Res* 2002;8:1363-1367.

Kannus P, Niemi S, Parkkari J, Palvanen M, Vuori I, Järvinen M: Hip fractures in Finland between 1970 and 1997 and predictions for the future. *Lancet* 1999;353:6:802–805.

Kannus P, Parkkari J, Sievänen H, Heinonen A, Vuori I, Järvinen M. Epidemiology of Hip Fractures. Supplement. *Bone* 1996;18:1:57–63.

Kannus P, Sievänen S, Palvanen P, Järvinen T, Parkkari J. Prevention of falls and consequent injuries in elderly people. *Lancet* 2005;366:26:1885-1893.

Lönnroos E, Kautiainen H, Karppi P, Huusko T, Hartikainen S, Kivaranta I, Sulkava R: Increased incidence of hip fracture. A population based-study in Finland. *Bone* 2006;5.

Magaziner J, Fredman L, Hawkes W, Hebel J, Zimmerman S, Orwig D, Wehren L. Changes in Functional Status Attributable to Hip Fracture. A Comparison of Hip Fracture Patients to Community-dwelling Aged. *Am J Epidemiol* 2003;157:1023-1031.

Magaziner J, Hawkes W, Hebel J, Zimmerman S, Fox K, Dolan M, Felsenthal G, Kenzora J. Recovery From Hip Fracture in Eight Areas of Function. *J Gerontol A Biol Sci Medl Sci* 2000;55: 498-507.

Marks R, Allegrante J, MacKenzie C, Lane J. Hip Fractures among Elderly: causes, consequences and control. *Ageing Res Rev* 2003;2:57-93.

McArdle W, Katch F, Katsc V. Muscular Strength. Training Muscles to Become Stronger. Teoksessa *Exercise Physiology. Energy, Nutrition and Human Performance* 2001;5<sup>th</sup> edition: 500-547.

Miller C. Survival and ambulation following hip fracture. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60:7:930-934.

Mitchell S, Scott D, Martin B, Grant S. Randomized controlled trial of quadriceps training after proximal femoral fracture. *Clin Rehabil* 2001;15:282-290.

Moreland J, Richardson J, Goldsmith C, Clase C. Muscle Weakness and Falls in Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAGS* 2004;52:1121–1129.



Nevalainen T, Hiltunen L, Jalovaara P. Functional ability after hip fracture among home-dwelling at the time a fracture. *Cent Eur Public Health* 2004;12:4:211-216.

Nguyen N, Pongchaiyakul C, Center J, Eisman J, Nguyen T. Identification of high-risk individuals for hip fracture: a 14-year prospective study. *J Bone Miner Res* 2005;20:1921-1928.

Nurmi I. Yli 60-vuotiaiden kaatumistapaukset laitoshoidon aikana. Vaaratekijät, kustannukset ja selviytyminen. Väitöskirjat 2: Helsingin yliopisto, Yleislääketieteen ja perusterveydenhuollon osasto 2000;118–120.

Nurmi I, Tanninen S, Narinen A, Luthje P. Cost analysis of hip fracture treatment among the elderly for the public health services: a 1-year prospective study in 106 consecutive patients. *Arch Orthop Trauma Surg* 2003;23:10:551-554.

Osnes E, Lofthus C, Meyer H, Falch J, Nordsletten L, Cappelen I, Kristiansen I. Consequences of hip fracture on activities of daily life and residential needs. *Osteoporos Int*. 2004;15:567-574.

Pasco J, Sanders K, Hoekstra F, Henry M, Nicholson G, Kotowich M. The human cost of fracture. *Osteoporos Int* 2005;16:12:2046-2052.

Piirtola M, Akkanen J, Sintonen H, Isoaho R, Ryyänen O, Kivelä S. Iäkkäiden kaatumisvammojen akuuttihoidon kustannukset. *Suomen lääkirilehti* 2002;47:4841-4848.

Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go". A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *JAGS* 1991;39:142-148.

Portegijs E, Sipilä S, Alen M, Kaprio J, Koskenvuo M, Tiainen K, Rantanen T. Leg Extension Power Asymmetry and Mobility Limitation in Healthy Older Women. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86:1838-1842.

Rantanen T, Guralnik J, Ferrucci L, Penninx B, Leveille S, Sipilä S, Fried L. Difficulties in mobility among elderly people and their association. *JAGS* 2001;49:21-27.

Roche J, Wenn R, Sahota O, Moran C. Effect of comorbidities and postoperative complications on mortality after hip fracture in elderly people: prospective observational cohort study. *BMJ* 2005;331:1374-1379.

Rosell P, Parker M. Functional outcome after hip fracture. A 1-year prospective outcome study of 275 patients. *Injury* 2003;34:7:529-532.

Roubenoff R. Sarcopenia: Effects on Body Composition and Function. *Journal of Gerontology* 2003;58:11:1012–1017.

Schenkman, M, Hughes M, Samsa G, Studenski S. The relative importance of strength and balance in chair rise by functionally impaired older individuals. *J Am Geriatric Soc* 1996;44:12:1441-1446.

Schroll M. Physical activity in an ageing population. *Scand. J Med Sci Sports* 2003;13:63-69.

Sherrington C, Lord S. Reliability of simple portable tests of physical performance in older people after hip fracture. *Clin Rehabil* 2005;19:496-504.

Sherrington C, Lord S, Herbert R. A randomized controlled trial of weight-bearing versus non-weight-bearing exercise for improving physical ability after usual care for hip fracture. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;85:5:710-716.

Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control. Theory and practical applications. Baltimore. Williams & Wilkins. 2000;85-97.

Shumway-Cook A, Ciol M, Gruber W, Robinson C. Incidence of and Risk Factors for Falls Following Hip Fractures in Community-Dwelling Older Adults. *Phys Ther* 2005;85:7:648-655.

Skelton D, Kennedy J, Rutherford O. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. *Age Ageing* 2002;31:119-125.

Sowers M, Crutchfield M, Richards K, Wilkin M, Furniss A, Jannausch M, Zhang D, Gross M. Sarcopenia Is Related to Physical Functioning and Leg Strength in Middle-Aged Women. *Journal of Gerontology* 2005;60:4:486-490.

Steffen T, Hacker T, Mollinger L. Age- and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up&Go Test and Gait Speeds. *Phys Ther* 2002;82:2:128-137.

Stensdotter A-K, Hodges P, Mellor R, Sundelin G, Häger-Ross C. Quadriceps Activation in Closed and in Open Kinetic Chain Exercise. *Med Sci Sports Exers* 2003;35:12:2043-2047.

Stevens J, Olson S. Reducing falls and resulting hip fractures among older women. *MMWR Recomm Rep* 2000;March:31:3-12.

Suzuki T, Bean J, Fielding R. Muscle Power of the Ankle Flexors Predicts Functional Performance in Community-Dwelling Older Women. *JAGS* 2001;49:1161-1167.

Tinetti M, Speechley M, Ginter S. Risk factors for falls among elderly persons living in community. *N Engl J Med* 1988;319:1701-1707.

Tinetti M, Baker D, Mc Avay G, Claus E, Garret P, Gottschalk M, Koch M, Trainor K, Horwitz R. A Multifactorial Intervention to Reduce the Risk of Falling among Elderly People Living in the Community. *N Engl J Med* 1994;331:821-827.

Van Balen R, Essink-Bot M, Steyberg E, Cools H, Habbema D. Quality of life after hip fracture: a comparison of four health status measures in 208 patients. *Disabil Rehabil* 2003;25:10:507-519.

Visser M, Goodbaster B, Kritchevsky S, Newman A, Nevitt M, Rubin S, Simonsik E, Harris T. Muscle mass and muscle strength and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons. *J Gerontol* 2005;60:3:324-333.

Visser M, Harris T, Fox K, Hawkes W, Hebel J, Yahiro J, Michael R, Zimmerman S, Magaziner J. Change in Muscle Mass and Muscle Strength After a Hip Fracture. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;55:434-440.