

**ALARAAJAPAINOTTEISEN KUNTOSALIHARJOITTELUJAKSON AIKANA
HAVAITUT MUUTOKSET YLI 65-VUOTIAIDEN PÄIVÄSAIRAALA-
ASIAKKAIDEN TOIMINTAKYVYSSÄ**

Henna Saikkonen

Gerontologian ja kansanterveyden
pro gradu –tutkielma
Syksy 2014
Terveystieteiden laitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

ALARAAJAPAINOTTEISEN KUNTOSALIHARJOITTELUJAKSON AIKANA HAVAITUT MUUTOKSET YLI 65-VUOTIAIDEN PÄIVÄSAIRAALA-ASIAKKAIDEN TOIMINTAKYVYSSÄ

Henna Saikkonen

Pro gradu –tutkielma

Gerontologia ja kansanterveys

Jyväskylän yliopisto, liikuntatieteellinen tiedekunta, terveystieteiden laitos

Syky 2014

33 sivua

Ikääntymisen myötä lihasvoimassa, lihasmassassa ja lihaksen laadullisissa tekijöissä tapahtuu muutoksia, jotka ovat seurausta mm. hermo-lihasjärjestelmän heikkenemisestä. Alaraajojen lihasvoiman heikkeneminen vaikeuttaa liikkumista ja suoriutumista päivittäisistä toiminnoista, sekä ennustaa myöhemmin ilmaantuvien toiminnanvajavuuksien syntymistä. Kohtalaisen kuormittavalla tai kuormittavalla kuntosaliharjoittelulla voidaan lisätä ikääntyvien lihasvoimaa, joka edesauttaa toimintakyvyn säilymistä hyvänä. Tämän pro gradu-tutkielman tarkoituksena oli selvittää 20 viikkoa kestäneen alaraajapainotteisen kuntosaliharjoittelujakson aikaisia muutoksia yli 65-vuotiaiden päiväsairaala-asiakkaiden toimintakyvyssä.

Tutkimus oli ”yhden ryhmän ennen-jälkeen-asetelma”. Tutkimukseen osallistujat (n=22) koostuivat jyvaskyläläisistä yli 65-vuotiaista kotona asuvista päiväsairaalan asiakkaista, joilla kotona selviytyminen oli vaikeutunut toimintakyvyn heikkenemisen vuoksi. Valinnan harjoitteluun osallistuvista teki päiväsairaalan vastaava lääkäri. Tutkimukseen valittiin päiväsairaala-asiakkaista ne, jotka mahdollisesti hyötyisivät kuntosaliharjoittelusta. Poissulkukriteereinä olivat keskivaikea tai vaikea dementia, akuutit sairaudet ja leikkausoperaatiot sekä alle 65 vuoden ikä. Harjoittelu toteutui tutkimukseen osallistuvien päiväsairaalakäyntien yhteydessä kerran viikossa, yhteensä 20 viikon ajan. Harjoittelussa pyrittiin lisäämään progressiivisesti lihasvoimaa etenkin lonkan ojentajissa, loitontajissa ja lähentäjissä sekä polven ojentajissa ja koukistajissa. Tutkimukseen osallistuville tehtiin polven maksimaalisen isometrisen ojennusvoiman mittausta, 5x tuolilta ylösnousutesti ja maksimaalinen 10 metrin kävelynopeustesti ennen tutkimuksen alkua, 10 harjoittelukerran jälkeen ja 20 harjoittelukerran jälkeen intervention aikaisten toimintakyvyssä tapahtuvien muutosten mittaamiseksi.

Aineistoa tarkasteltiin tunnusluvuin, histogrammein ja parametrisuustestein. Iän, sukupuolen ja harjoittelukertojen lukumäärien keskiarvojen vertailuissa käytettiin Mann-Whitneyn U-testiä ja Wilcoxonin merkittävien sijalukujen testiä, jotka soveltuvat pienelle aineistolle, joka ei ole normaalijakautunut.

Intervention aikana havaittiin tilastollisesti merkitsevät muutokset kaikissa muuttujissa koko tutkimusjoukossa alku- ja loppumittausten välillä. Erityisen merkitsevä muutos oli 5x tuolilta ylösnousussa ($p < 0,001$), jossa tulos parani intervention aikana 42 %, mutta selkeä myös polven isometrisessä ojennusvoimassa (muutosprosentti 13 %, $p = 0,001$) ja maksimaalisessa 10 metrin kävelynopeudessa (muutosprosentti 16 %, $p = 0,007$). Johtopäätöksenä voidaan todeta, että harjoitteluun osallistuneilla alaraajojen lihasvoima ja liikkumiskyky paranivat harjoittelujakson aikana.

Asiasanat: toimintakyky, ikääntyminen, alaraajojen lihasvoima, voimaharjoittelu

ABSTRACT

OBSERVED CHANGES IN THE FUNCTIONAL ABILITY OF DAY HOSPITAL CLIENTS OVER 65 DURING LOWER EXTREMITY GYM TRAINING

Henna Saikkonen

Master's Thesis

Gerontology and public health

University of Jyväskylä, Faculty of Sport and Health Sciences, Department of Health Sciences
Autumn 2014

33 pages

With ageing there will occur changes in muscle strength, muscle mass and in muscle quality in part due to decline in neuromuscular system. Decreasing lower extremity strength makes it difficult to move and to perform activities of daily living, and predicts increasing disability in later life. Moderate or high-intensity resistance training can increase muscle strength in aged people, which helps to maintain functional ability. The purpose of this master's thesis was to find out functional ability changes in clients over 65 who are in a day hospital during 20 week lasting lower extremity resistance training.

The study was "one group pre-post design". Participants (n=22) were over 65-year-old community-dwelling older people living in the city of Jyväskylä. They were day hospital clients having difficulties with living in their private houses because of the decreasing functional ability. The physician-in-charge of the day hospital selected the participants of the training group. Day hospital clients assessed possibly getting benefit of the training were chosen to study. Contraindications for the training were moderate or difficult dementia, acute diseases or surgical operations and age under 65. Training occurred once a week together with the day hospital visit under 20 weeks. The aim of the training was to progressively increase muscle strength in the extensors, abductors and adductors of the hip, and in the extensors and flexors of the knee. All subjects were tested in baseline and after 10 and 20 weeks of exercise to find out the changes in the functional ability which had happen during the intervention.

The material was examined with statistics, histograms and parameter-tests. To compare the mean values of the age, sex and the number of the training sessions the statistical methods used were Mann Whitney's U-test and Wilcoxon's signed rank test applying to the small material not assumed to be normally distributed.

Statistically significant affect was clearly shown during the intervention among all the variables in whole the group between the baseline and final measurements. The change was especially significant in 5x chair-rise ($p < 0,001$), in which the result improved under the intervention 42 %, but clear also in knee isometric extension strength (change percentage 13 %, $p = 0,001$) and 10 meters maximum walking speed (change percentage 16 %, $p = 0,007$). In conclusion, the lower extremity strength and locomotion improved during the training period.

Key words: Functional ability, ageing, extremity muscle strength, resistance training

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	1
2 TOIMINTAKYKY JA SIINÄ TAPAHTUVAT IKÄÄNTYMISMUUTOKSET	3
2.1 Toimintakyky käsitteenä.....	3
3 LUURANKOLIHAKSESSA TAPAHTUVAT IKÄÄNTYMISMUUTOKSET	6
3.1 Muutokset lihaksen rakenteessa ja koossa sekä motorisissa yksiköissä	6
3.2 Muutokset lihasvoimassa	7
4 ALARAAJOJEN LIHASVOIMAN YHTEYS LIKKUMISKYKYYN	10
5 IKÄÄNTYVIEN VOIMAHARJOITTELU	12
5.1 Voimaharjoittelun tavoitteet	12
5.2 Voimaharjoittelun vaikutus alaraajojen lihasvoimaan, toimintakyvyn rajoitteisiin ja toiminnanvajavuuksiin	13
5.3 Harjoittelusta saatavaan hyötyyn vaikuttavia tekijöitä.....	16
6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS	17
7 TUTKIMUSMENETELMÄT	18
7.1 Tutkimusasetelma.....	18
7.2 Tutkittavat.....	18
7.3 Eettisyys	18
7.4 Mittausmenetelmät	19
7.4.1 Polven isometrinen lihasvoima.....	19
7.4.2 Maksimaalinen 10 metrin kävelynopeus	19
7.4.3 Tuolilta ylösnousu 5x.....	19
7.5 Interventio	20
7.6 Tilastolliset menetelmät.....	20
8 TUTKIMUSTULOKSET	21
8.1 Tutkittavien taustatiedot	21
8.2 Harjoittelun toteutuminen	21
8.3 Intervention aikana havaitut muutokset kävelynopeudessa, tuolilta ylösnousussa ja ojennusvoimassa.....	21
9 POHDINTA	23
LÄHTEET	27

1 JOHDANTO

Ikääntyvien osuus väestöstä lisääntyy länsimaissa nopeasti. Hermo-lihasjärjestelmässä iän myötä tapahtuvat toiminnalliset ja rakenteelliset muutokset vaikuttavat mm. lihasvoimaan, lihasmassaan ja lihaksen laadullisiin tekijöihin (Leeuwenburgh & Marzetti 2007). Alaraajojen lihasvoiman alenemisen seurauksena mm. kävely, portaissa kulkeminen ja tuolilta ylösnousu vaikeutuvat, ja päivittäisistä toiminnoista suoriutuminen hankaloituu (Tibaek ym. 2014).

Lihassoima on parhaimmillaan 20 -30-vuotiaana, ja pysyy suhteellisen muuttumattomana 50. ikävuoteen asti, mikäli fyysisessä aktiivisuudessa ja elintavoissa ei tapahdu suuria muutoksia. Tämän jälkeen lihasvoima heikkenee vuodessa n. 1 % (Sipilä ym. 2010; Suominen 2007). Lihasvoiman väheneminen kiihtyy entisestään 65 ikävuoden jälkeen (Macaluso 2004; Leeuwenburgh & Marzetti 2007), kiihtymisvauhdin ollessa 1.5-2 % vuodessa (Sipilä ym. 2010).

Alaraajojen riittävän lihasvoimatason säilyttäminen on tärkeää, jotta ikääntyvä pystyy elämään itsenäisesti ja ylläpitämään fyysistä toimintakykyä (Hardy ym. 2010). Tutkimusten mukaan mm. kävelynopeus, tuolilta ylösnousuun kuuluva aika, tasapaino ja kyky nousta portaita korreloivat luurankolihasvoiman kanssa (Frontera & Bigard 2002). Kohtalaisen intensiivisellä tai intensiivisellä kuntosaliharjoittelulla on tutkimusten mukaan voitu myös iäkkäillä ihmisillä saada aikaan lihasvoiman ja lihaksen koon kasvua sekä vähentää lihaksen sisäisen rasvan määrää (Sipilä & Suominen 1995; Chin A Paw ym. 2005; Porter 2006). Nämä yhdessä edesauttavat fyysisen toimintakyvyn pysymistä hyvänä (Winett & Carpinelli 2001). Tutkimusten mukaan voimaharjoittelulla voidaan myös jonkin verran vaikuttaa jo syntyneisiin toiminnanvajavuuksiin. Tuloksia parantavat voimaharjoittelun yhdistäminen tehtäväspesifeihin harjoitteisiin ja tarkkojen, toimintakyvyssä harjoittelun myötä tapahtuvia muutoksia mittaavien mittareiden käyttäminen (Liu & Latham 2011).

Progressiivinen voimaharjoittelu sopii hyvin iäkkäille, sillä se aktivoi hyvin hermolihaskjärjestelmää (Tibaek ym. 2014). Voimaharjoittelu vähentää lisäksi tutkimusten mukaan moniin sairauksiin ja toiminnanvajavuuksiin liittyviä riskitekijöitä. Se on kustannustehokasta eikä vie kohtuuttomasti aikaa (Winett & Carpinelli 2001). Harjoittelulla 2-3 kertaa viikossa saavutetaan tutkimusten mukaan parhaat tulokset (Seguin ym. 2003; Liu & Latham 2011). Joidenkin tutkimusten mukaan jo kerran viikossa tapahtuvalla harjoittelulla saadaan hyvä harjoitteluvaste (Taaffe ym. 1999).

Tämän tutkielman tarkoituksena oli selvittää, voidaanko progressiivisen alaraajojen lihaksiin kohdistuvan kuntosaliharjoittelujakson aikana havaita muutoksia Jyväskyläläisten yli 65-vuotiaiden päiväsaairaala-asiakkaiden toimintakyvyssä, ja lisätä kotona selviytymisen edellytyksiä.

2 TOIMINTAKYKY JA SIINÄ TAPAHTUVAT IKÄÄNTYMISMUUTOKSET

2.1 Toimintakyky käsitteenä

Toimintakyvyssä yhdistyvät yksilön fyysiset, psyykkiset ja sosiaaliset resurssit ja niiden avulla yksilö luo tavoitteet, ja strategiat, joiden avulla tavoitteet voi saavuttaa (Heikkinen 1990, 3.) Ikääntyvän ihmisen toimintakykyä voidaan tarkastella kuvaamalla iän myötä tapahtuvia muutoksia toimintakyvyn eri osa-alueilla, sekä sitä, miten muutokset ennustavat elinaikaa, terveydentilan kehitystä ja yksilön autonomista elämää. Tässä tarkastelutavassa toimintakykyisyys on sidoksissa ikääntymismuutoksiin, ja myös siihen, kuinka yksilö pystyy toiminnan avulla ylläpitämään ja kehittämään toimintakyvyn eri osa-alueita (Heikkinen 1990, 2).

Toimintakyky alkaa heiketä keskimäärin 75. ikävuoden jälkeen. Toimintakyvyn heikkeneminen johtuu osin vanhenemismuutoksista ja osaltaan siihen vaikuttaa sairastavuuden lisääntyminen. Toimintakyky voi kuitenkin olla hyvä huolimatta useista sairauksista ja toisaalta sairauksien puuttumisenkaan ei aina takaa hyvää toimintakykyä. Merkittävä osa eroista toimintakyvyssä iäkkäillä ihmisillä selittyy yksilön elämänhistorian, elämäntavan ja elinolojen kautta. Useimmat toimintakyvyn osa-alueet heikkenevät iän myötä, kuitenkin eri toiminnoissa ja eri yksilöiden välillä on heikkenemisessä suuria eroja (Heikkinen 1990, 4). Yksilöiden välillä on eroja myös siinä, kuinka he pystyvät mukautumaan toimintakyvyssä tapahtuviin muutoksiin ja käyttämään kompensoivia keinoja pystyäkseen suoriutumaan kaikkein tärkeimmistä päivittäisistä aktiviteeteista (Heikkinen 2011).

Fyysinen toimintakyky voidaan yleisesti määritellä havaittavissa olevaksi kyvyksi suorittaa eri toimintoja kuten esimerkiksi kykyä nousta ylös tuolista (Freiberger ym. 2012) tai kyvyksi tehdä lihastyötä. Heikentynyt suorituskyky näkyy väsymisenä ja/tai kipuoireina päivittäisissä toiminnoissa. Fyysinen kunto vaikuttaa fyysiseen suorituskykyyn yhdessä psyykkisten tekijöiden kanssa, ja kuvaa elimistön fysiologisten toimintojen vallitsevaa tilaa tarkasteluhetkellä. (Vuori 1976).

Fyysistä toimintakykyä voidaan arvioida elinjärjestelmän tai -järjestelmien toiminnan kautta. Lihassoima tai hengitysfunktio kertoo yhden elinjärjestelmän toimintakyvystä, kun taas esim.

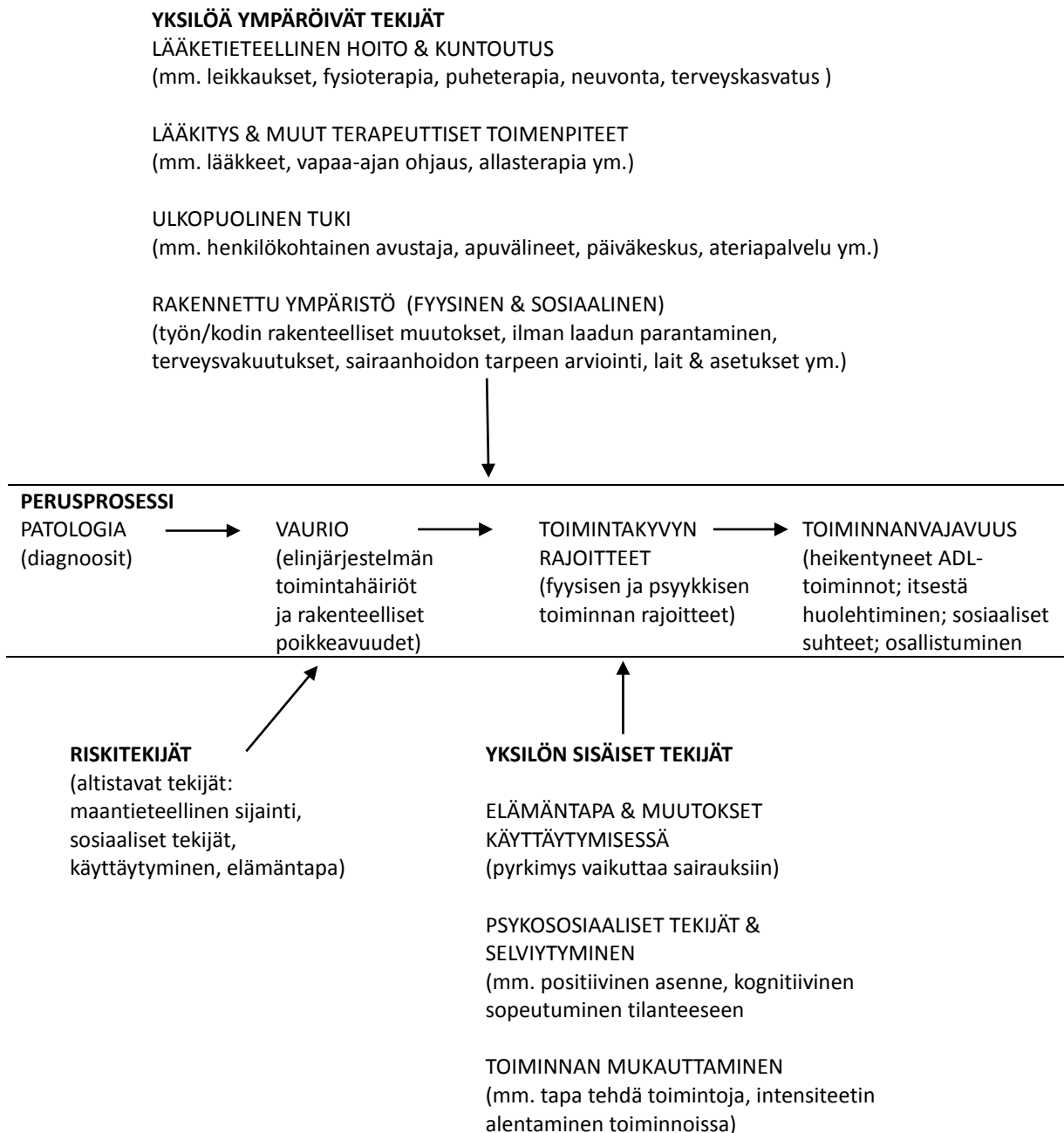
kävelynopeus kertoo elinjärjestelmien laajasta toimintakokonaisuudesta (Laukkanen 1998, 15). Iäkkäillä ihmisillä hyvän fyysisen toimintakyvyn, kuten esimerkiksi riittävän kävelynopeuden, edellytyksenä on kohtuullinen lihasvoimataso. Ikääntymisen myötä elimistössä tapahtuvat fysiologiset muutokset voivat näkyä heikkokuntoisen vanhuksen fyysisessä toimintakyvyssä selvemmin kuin terveellä vanhuksella (Kim ym. 2012).

Toimintakyvyn arvioinnissa on yleisesti käytetty mittarina yksilön kykyä suoriutua päivittäisistä perustoiminnoista (BADL) ja instrumentaalitoiminnoista (IADL). IADL-toiminnot kuvaavat Seidelin ym. (2011) tutkimuksen mukaan BADL-toimintoja paremmin niitä kykyjä, joita yksilö tarvitsee pystyäkseen elämään itsenäisesti. IADL-toiminnoissa syntyvien toiminnanvajavuuksien taustalla on tärkeimpänä yksittäisenä vaikuttavana tekijänä alentunut liikkumiskyky. Heikentynyt näkö- ja kuuloaisti yhdistyneinä liikkumisen ongelmiin vaikeuttavat yksilön selviytymistä entisestään (Seidel ym. 2011). Objektiiiset, fyysistä toimintakykyä mittaavat testit kuten tuolilta ylösnoyutesti ennustavat hyvin toiminnanvajavuuksien syntymistä päivittäisissä perustoiminnoissa (BADL). Sen sijaan toiminnanvajavuuksien syntymisen ennustamisessa instrumentaalitoiminnoissa (IADL) fyysisen toimintakyvyn testien käyttökelpoisuudesta ei ole paljon tutkimuksia (Seidel ym. 2011).

Toiminnanvajavuudet estävät yksilöä toimimasta erilaisissa rooleissa ja tehtävissä sosiokulttuurisessa ja fyysisessä ympäristössä. Kaikki elinjärjestelmässä syntyneet vauriot tai toimintakyvyssä ilmenevät rajoitteet eivät välttämättä aina johda toiminnanvajavuuksien syntymiseen. Eri yksilöillä toiminnanvajavuudet voivat ilmetä eri tavoin huolimatta siitä, että elinjärjestelmän vauriot tai rajoitukset toimintakyvyssä olisivat samankaltaisia. Toisaalta eri yksilöillä toiminnanvajavuudet voivat olla samanlaisia elinjärjestelmässä ja toimintakyvyn rajoitteissa ilmenevistä eroavaisuuksista huolimatta (Jette 2003).

Toiminnanvajavuuksien kehittyminen on prosessi. Verbruggen & Jetten (1994) malli toiminnanvajavuuksista kuvaa kroonisten ja akuuttien sairauksien vaikutuksia yksilön elinjärjestelmiin, fyysisiin ja psyykkisiin toimintoihin sekä päivittäisiin toimintoihin. Mallin mukaan yksilölähtöiset tekijät ja ympäristötekijät voivat nopeuttavaa tai hidastaa toiminnanvajavuuksien syntymistä. Ne voivat altistaa riskitekijöille, jotka aiheuttavat vajaatoimintaa tai olla toimenpiteitä, joiden avulla voidaan välttää, hidastaa tai estää toiminnanvajavuuksien syntymistä. Toiminnanvajavuuksien taustalla on aina kuilu yksilön

toimintakapasiteetin ja ympäristön asettamien vaatimusten välillä (Kuva 1. Verbrugge & Jette 1994). Yksilön selviytymistä ympäristössä voidaan lisätä vaikuttamalla yksilön toimintakykyyn ja tavoitteisiin sekä parantamalla yksilön sosiaalista ja fyysistä elinympäristöä (Heikkinen 2011).



Kuva 1. Toiminnanvajavuuksien kehittyminen. Verbruggen & Jetten (1994) mallin pohjalta muokattu.

3 LUURANKOLIHAKSESSA TAPAHTUVAT IKÄÄNTYMISMUUTOKSET

3.1 Muutokset lihaksen rakenteessa ja koossa sekä motorisissa yksiköissä

Luurankolihasisto on ihmiskehon kudoksista massaltaan kaikkein suurin. Luurankolihasiston plastisuus auttaa ylläpitämään yksilön toiminnallista kapasiteettia läpi elämän (Collino ym. 2013). Iän myötä tapahtuvat rakenteelliset muutokset luurankolihasissa ovat sekä määrällisiä että laadullisia (Lafortuna ym. 2014). Muutokset näkyvät lihasmassan vähenemisenä, sidekudoksen ja rasvan määrän lisääntymisenä lihaksissa sekä lipofuskiinipigmenttien kasaantumisenä lihassoluihin. Lihaksen laadussa tapahtuvat muutokset heikentävät lihaksen suorituskykyä. 70 ikävuoteen mennessä luurankolihasen massa on vähentynyt noin 40 %, ja mm. nelipäisen reisilihasen suurin mahdollinen poikkipinta-ala voi 70-vuotiaalla olla 25 % pienempi kuin 20 -30 -vuotiaalla (Young ym. 1985; Hervonen & Pohjolainen 1991; Lafortuna ym. 2014)).

Tutkimusten mukaan lihasmassa alkaa vähentyä jo 25 vuoden iässä ja kiihtyy sen jälkeen. Ensisijaisesti lihasatrofia on seurausta erityyppisten lihassolujen määrän vähenemisestä ja toissijaisesti etenkin nopeiden II-tyypin lihassolujen koon pienenemisestä (Lexell ym. 1988; Enoka 1997; Suominen 1997; Kaasik & Scene 2012). Tutkimusten mukaan ilmiön taustalla on useita ikääntymiseen liittyviä mukautumismekanismeja, jotka voivat aiheuttaa muutoksia solujen koossa ja lukumäärässä (Lexell ym. 1988; Suominen 1997). Mm. sarkopenialla, jolla tarkoitetaan iän myötä yleistyvää, progressiivisesti etenevää luurankolihasen voiman ja massan vähenemistä (Cruz-Jentoft ym. 2010), on tutkimusten mukaan yhteyttä II tyypin lihassolujen atrofiaan ja II tyypin solujen määrän vähenemiseen (Snijders ym. 2009).

Sarkopeniasta on seurauksena lihassolujen hajaannusta, solujen muodon muutoksia, järjestäytymättömien lihassolujen kasaantumista yhteen ja solun ulkopuolisen tilan laajenemista (Kaasik & Scene 2012). Lihasatrofia kohdistuu lihaksen supistuvaan massaan ja siksi ikääntyvillä lihakset ovat kooltaan pienempiä, sekä voimantuotoltaan heikompia ja hitaampia kuin nuoremmilla (Lexell ym. 1988; Suominen 1997). Krivickas ym. (2001) havaitsivat tutkimuksessaan nopeiden IIA-tyypin lihassolujen supistumisnopeuden alenevan miehillä ikääntymisen myötä, kun taas hitaissa I-tyypin soluissa alenemista ei havaittu. Naisilla muutos oli päinvastainen; I-tyypin lihassolujen supistumisnopeus väheni, kun taas II-tyypin

lihassoluissa muutosta ei tapahtunut (Krivickas ym. 2001). Lisäksi lihasten kollageenin rakenteessa tapahtuvat muutokset heikentävät lihasten mekaanisia ominaisuuksia; lihasten jäykkyys lisääntyy ja niiden viskositeetti ja plastiset ominaisuudet heikkenevät (Kovanen & Suominen 1989). Agonistilihaksen supistumista vaikeuttaa se, että antagonistilihasta ympäröivät kudokset vastustavat liikesuoritusta passiivisesti (Vandervoort 1992).

Motorisella yksiköllä tarkoitetaan motoneuronia ja sen päätehaarojen hermottamia lihassoluja. (Suominen 1997). Tutkimusten mukaan vanhenemismuutokset hermo-lihas järjestelmässä ilmenevät motoristen yksiköiden määrän vähenemisenä, ja jäljelle jäävien yksiköiden koon kasvuna. Motoristen yksiköiden määrän väheneminen tapahtuu rinnakkain lihasvoiman alenemisen kanssa. Motoristen yksiköiden väheneminen on yhteydessä moniin iän myötä tapahtuviin muutoksiin liikuntakyvyssä, mm. tasapainon ja pystyasennon kontrollin hallintaan (Enoka 1997). Lisäksi motoristen yksiköiden koon ja määrän väheneminen vaikuttaa luurankolihasvoimantuottokykyyn. Mm. selkäytimessä alaraajoja hermottavien motoristen yksiköiden määrä vähenee jopa 25 % alkuperäisestä määrästä iän myötä (Macaluso & De Vito 2004). Jäljelle jäävät motoriset yksiköt pyrkivät sivuhaaroja muodostamalla, sisäisesti järjestäytymällä rekrytoimaan ylimääräisiä lihassoluja uudelleen käyttöön (Enoka 1997).

3.2 Muutokset lihasvoimassa

Ikääntymisen myötä luurankolihasvoimassa tapahtuvat muutokset heikentävät lihasten suorituskykyä. Parhaimmillaan lihasten suorituskyky on 20 -30 vuoden iässä alkaen sen jälkeen vähä vähältä heikentyä. Merkitsevästi lihasvoima alenee kuitenkin vasta 50 -60 ikävuoden jälkeen. 70-vuotiaana miesten maksimivoima on enää noin 80 % ja naisten 65 % 20-vuotiaiden maksimivoimasta. Yksilöiden väliset erot lihasvoiman laskussa ovat kuitenkin suuria (Hervonen & Pohjolainen 1991). Osaltaan yksilöiden välisiä eroja lihasvoimassa selittävät perintö- että ympäristötekijät. Tiainen ym. (2004) tutkimuksen mukaan perintötekijät selittävät yksilöiden välisestä käden puristusvoiman vaihtelusta 14 % ja polven ojennusvoimassa havaitusta vaihtelusta 31 % (Tiainen ym. 2004). Lihasvoiman väheneminen on yhteydessä lihaksen poikkipinta-alan pienenemiseen ja lihaskudoksen korvautumiseen rasvalla ja sidekudoksella (Frontera ym. 2000; Suominen 2007). Lihasvoima vähenee ikääntyvillä suhteessa enemmän kuin lihasmassa, joten lihasvoiman heikkenemisen taustalla vaikuttavat lihasmassan vähenemisen ohella myös muutokset lihaksen laadullisissa tekijöissä (Goodpaster

ym. 2006). Lihasvoiman laskua selittävät osin ikään liittyvät muutokset hermo-lihasjärjestelmässä, proteiinisynteesin heikkeneminen lihaksissa ja motoristen yksiköiden heikentynyt kyky hermottaa lihaksia (Liu & Latham 2011; Kaasik & Seene 2012).

Sekä dynaaminen että isometrinen lihasvoima heikkenevät iän myötä. Myös nopeusvoima heikkenee. Ikääntyessä kyky tuottaa eksentristä voimaa säilyy konsentrista ja isometristä voimantuottokykyä parempana. Lihastyön intensiteetti on ikääntyvillä pienempi eksentrisessä työssä, joten heillä saattaa olla suhteellinen etu käytettäessä lihastyötä, jossa lihakset venyvät (Hervonen & Pohjolainen 1991; Poulin ym. 1992; Porter ym. 1995).

Myös lihasten kestovoimaominaisuudet heikkenevät iän myötä. Kuitenkaan erot eri ikäryhmien välillä eivät ole kovin merkittäviä työskenneltäessä 40 -50 %:n teholla maksimisuorituksesta. Lähellä maksimitasoa työskenneltäessä iäkkäät väsyvät nuorempia nopeammin. Joidenkin tutkimusten mukaan lihasten kestävyyskapasiteetin kannalta tärkeiden aerobisten entsyymien aktiivisuus ilmeisesti myös heikkenee ikääntyessä, tulokset ovat kuitenkin osin ristiriitaisia. (Häkkinen & Häkkinen 1991; Suominen 1997).

Lihasvoima heikkenee iän myötä molemmilla sukupuolilla sekä ylä- että alaraajoissa (Liu & Latham 2011). Naisilla on kuitenkin miehiä heikompi lihasvoima. Skeltonin ym. (1994) tekemässä tutkimuksessa polven isometrinen ojennusvoima suhteutettuna kehon painoon oli naisilla 84 % miesten voimasta, isometrinen kyynärvarren koukistusvoima 61 %, ja käden puristusvoima 60 % miesten voimasta. Lihasvoima -arvot korreloivat merkitsevästi ikään. Naisilla myös voimantuotto on merkitsevästi miehiä alempi. Naiset ikäluokassa 65 -84 vuotta saavuttivat säären voimantuottoehon mittauksissa vain 55 % miesten arvoista, ja kehon painolla standardoituna 61 % miesten arvoista. Ikäluokassa 85 -89 vuotta erot olivat vähemmän merkitseviä (Skelton ym. 1994).

Skeltonin ym. (1994) tutkimuksen mukaan polven ojentajien voimantuotto heikkenee miehillä iän myötä polven isometristä ojennusvoimaa enemmän. Naisilla lasku ei ole yhtä nopeaa ja merkitsevää kuin miehillä (Skelton ym. 1994). Tätä näyttäisi tukevan myös Krivickasin ym. (2001) tekemä tutkimus solumuutoksista ikääntyessä (Krivickas ym. 2001). Lauretanin ym. (2003) tutkimuksen mukaan sekä polven ojentajien voimantuotto että isometrinen ojennusvoima heikkenevät molemmilla sukupuolilla ikääntyessä.

Ojennusvoimantuottotehon lasku vuositasolla on selvästi suurempaa kuin isometrisen voiman heikkeneminen (Lauretani ym. 2003).

Päivittäisten toimien harjoitteluvaikutus lihaksiin ja lihasten rakenteelliset erot vaikuttavat siihen, että esimerkiksi polven ojennusvoima heikkenee iän myötä käden puristusvoimaa enemmän, ja vartalon ojennusvoima säilyy käden puristusvoimaa parempana. Myös kehon paino korreloi lihasvoimaan positiivisesti. Tämän on uskottu johtuvan siitä, että painavampi yksilö kannattelee suurempaa kuormaa kuin kevyempi yksilö, ja kuorma lisää harjoitteluvaikutusta lihasmassaan. Ylipainoisilla ihmisillä lihakset ovat kooltaan isompia sekä miehillä että naisilla. Toisaalta ylipainoisilla naisilla lisääntynyt rasvan osuus kehossa heikentää motorista suorituskykyä. Sekä ylipainoisilla miehillä että naisilla alaraajojen lihasten poikkipinta-ala kuitenkin pienenee iän myötä ylipainosta huolimatta (Viitasalo ym. 1985; Lafortuna ym. 2014).

Iäkkäillä ihmisillä fyysinen inaktiivisuus on yleistä sairaalajaksojen aikana. Pitkittänyt fyysinen inaktiivisuus vähentää iäkkäiden ihmisten kehon rasvattoman kudoksen määrää nuoria ihmisiä enemmän ja vaikuttaa etenkin alavartalon lihaksistoa heikentävästi. Vuodelevon seurauksena lihasten proteiinisynteesi heikkenee, joka osaltaan kiihdyttää lihasmassan vähenemistä ja lihasvoiman laskua. Vuodelepo vaikuttaa myös lihasten voimantuottotehon alenemiseen (English & Paddon-Jones 2010). Kortebeinin ym. (2008) tutkimuksen mukaan jo kymmenen päivää kestänyt vuodelepo terveillä yli 60-vuotiailla miehillä ja naisilla alensi merkittävästi alaraajojen lihasvoimaa, voimantuottotehoa ja aerobista kapasiteettia. Vuodelevosta aiheutuvien haittojen minimoimiseksi ikääntyvän lihaskunnosta ja riittävästä proteiinin saannista tulisi pitää huoli myös sairaalahoitoa vaativien sairauksien aikana (Kortebein ym. 2008; English & Paddon-Jones 2010).

4 ALARAAJOJEN LIHASVOIMAN YHTEYS LIKKUMISKYKYYN

Riittävä lihasvoima on edellytys sille, että yksilö pystyy suoriutumaan päivittäisistä toiminnoista ilman vaikeuksia. Rantasen (2003) mukaan lihasvoiman ollessa alle eräänlaisen minimitason/kynnysarvon, päivittäisistä aktiviteeteista suoriutuminen ei enää onnistu. Yksilöllä tulisi olla ns. reservikapasiteettia reilusti yli sen, mitä kulloisenkin tehtävän suorittaminen vaatii. Reservikapasiteetin olemassa olo auttaa ehkäisemään toiminnanvajavuuksien kehittymistä (Rantanen 2003).

Alaraajojen lihasvoimalla on yhteys toimintakykyyn ja toiminnanvajavuuksien syntymiseen. Seidelin ym. (2011) tekemässä tutkimuksen mukaan kävelykyvyn ja kävelynopeuden heikkenemisellä oli selkeä yhteys toiminnanvajavuuksien syntymiseen 65-vuotiailla naisilla ja miehillä (Seidel ym. 2011). Rantasen ym. (1999) tutkimuksessa yli 65-vuotiailla naisilla havaittiin, että toiminnanvajavuuksien esiintyminen oli yhteydessä fyysiseen inaktiivisuuteen. Fyysinen inaktiivisuus korreloi tutkimuksen mukaan alentuneen polven ojennusvoiman kanssa, joka puolestaan oli yhteydessä toiminnanvajavuuksien suurempaan määrään tutkittavilla (Rantanen ym. 1999). Lisäksi Rantasen ym. (2001) tutkimuksen mukaan ikääntyvillä, joilla kävelyvaikeuksien ohella esiintyi muita toimintakyvyn rajoitteita, ennuste uusien vakavien kävelyyn liittyvien toiminnanvajavuuksien syntymiselle oli todennäköinen (Rantanen ym. 2001).

Laukkasen (1998) tutkimuksen mukaan alaraajojen heikentynyt lihasvoima vaikeuttaa naisilla miehiä useammin selviytymistä päivittäisistä toiminnoista kuten portaissa kulkemista ja liikkumista yleensä sekä ennustaa myöhemmin ilmaantuvaa toiminnanvajavuutta (Laukkanen 1998). Polven alhainen voimantuottoteho naisilla selittää sukupuolten välistä eroa liikkumisvaikeuksissa myös Rantasen & Avelan (1997) tutkimuksen mukaan. Rantanen & Avela (1997) selvittivät polven voimantuottotehon ja maksimaalisen kävelynopeuden välistä yhteyttä 80- ja 85-vuotiailla miehillä ja naisilla. Tutkimuksessa ilmeni, että maksimaalisen kävelynopeuden ja polven ojentajien voimantuottotehon välillä on merkitsevä yhteys sekä miehillä että naisilla molemmissa ikäryhmissä. Maksimaalinen kävelynopeus on miehillä naisia merkitsevästi parempi ja 80-vuotiailla 85-vuotiaita parempi. Kuitenkin voimantuottotehon intensiteetti riittävän kävelynopeuden saavuttamiseksi on sama miehillä ja naisilla iästä riippumatta (Rantanen & Avela 1997). Hyvin vanhoilla ihmisillä, jotka tarvitsevat apua tuolilta ylösnousuun tai kävelyyn, on erään tutkimuksen mukaan todettu 42 -45 % alhaisempi polven ojentajien voimantuottoteho

kuin niillä, jotka suoriutuvat tehtävistä itsenäisesti (Macaluso & De Vito 2004). Alentunut alaraajojen voimantuotto ja polven ojennusvoima ennustavat myös Lauretanin ym. (2003) tutkimuksen mukaan liikkumisvaikeuksia sekä miehillä että naisilla (Lauretani ym. 2003).

Heikentynyt lihasvoima ja vähentynyt lihasmassa selittänevät eroja liikkumiskyvyssä nuorten ja vanhempien ihmisten välillä. Landersin ym. (2001) tutkimuksessa verrattiin lihasvoiman ja lihasmassan osuutta päivittäisistä toiminnoista suoriutumiseen nuorilla (23 -34- vuotiailla) ja vanhemmilla (60 -75-vuotiailla) naisilla. Vanhemmilla naisilla havaittiin nuoria naisia heikompi polven ojennusvoima ja heille myös tuolilta ylösnousu sekä seisominen tuottivat nuoria enemmän vaikeuksia. Tutkimuksen mukaan lihasmassan väheneminen ilmeisesti selittää ikääntymisen myötä alentunutta lihasvoimaa ja kykyä suoriutua päivittäisistä toiminnoista (Landers ym. 2001). Polven ja lonkan ojentajat osallistuvat lihaksista kaikkein aktiivisimmin tuolilta ylösnousuun, ja siksi niiden riittävä voima on edellytys suorituksen onnistumiseksi (Wretenberg ym. 1994). Toisaalta Mong ym. (2009) havaitsivat aivohalvauspotilaille tehdyssä kontrolloidussa tutkimuksessaan merkitsevän yhteyden 5-kertaa tuolilta ylösnousun ja polven koukistajien lihasvoiman välillä. Ilmeisesti tähän vaikutti se, että polven koukistajalihakset stabiloivat polviniveltä ja avustavat lonkanivelen ojentamista suorituksen aikana (Mong ym. 2009).

Myös Phee ym. (2013) vertailivat tutkimuksessaan nuorten ja ikääntyneiden ihmisten liikkumiskykyyn vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksessa selvitettiin mm. ikääntymismuutosten vaikutusta lihasmassaan, lihaksen supistumisominaisuuksiin ja neuraaliseen kontrolliin, ja mikä yhteys niillä on terveiden, kotona itsenäisesti asuvien 69 -81 -vuotiaiden naisten ja miesten heikentyneeseen liikkumiskykyyn. Vertailuryhmänä tutkimuksessa olivat iältään 18 -30-vuotiaat nuoret. Tutkimuksen mukaan 69 -81-vuotiailla kävelynopeus (6 minuutin testi) oli 20 % hitaampi ja polven ojennusvoima 35 % heikompi kuin 18 -30-vuotiailla. Vaikka nuorempien ja vanhempien tutkittavien välillä ei ollut huomattavia eroja totaalissa lihasmassan koossa, vanhemmilla kuitenkin oli selkeästi enemmän liikkumisvaikeuksia ja lihasheikkoutta verrattuna nuorempiin tutkittaviin. Lihasmassassa ikääntymismuutokset näkyivät kuitenkin selkeästi nelipäisen reisilihaksen poikkipinta-alan pienenemisenä (Mc Phee ym. 2013).

5 IKÄÄNTYVIEN VOIMAHARJOITTELU

5.1 Voimaharjoittelun tavoitteet

Voimaharjoittelu voidaan määritellä hermo-lihasjärjestelmää progressiivisesti kuormittavaksi harjoitteluksi, jossa lihas supistuu voimakasta vastusta vastaan. 1 RM (Repetition Maximum) on suurin mahdollinen kuorma, jonka harjoittelija pystyy nostamaan yhden kerran. Voimaharjoittelun intensiteetti näyttäisi olevan harjoittelussa tärkeää; hermo-lihasjärjestelmää voimakkaasti kuormittavalla harjoittelulla (>70 % 1 RM:sta) lihasvoima kasvaa intensiteetiltään matalaa harjoittelua enemmän (Porter ym. 1995; Latham ym. 2004). Harjoittelun kestolla ei ole yhtä suurta merkitystä voiman lisäyksen kannalta. Voimaharjoittelusta saatava hyöty on suurimmillaan 12 viikon kuluttua harjoittelun aloittamisesta, minkä jälkeen voiman lisäyksessä ei tutkimusten mukaan enää tapahdu merkittäviä muutoksia. Lisäksi harjoittelijan toimintakyvyn rajoitteet voivat vähentää harjoittelusta saatavaa hyötyä (Latham ym. 2004). Tutkimusten mukaan 2-3 kertaa viikossa tapahtuva harjoittelu on tehokasta (Seguin ym. 2003; Liu & Latham 2011), mutta joidenkin tutkimusten mukaan jo kerran viikossa tapahtuvalla harjoittelulla voidaan lihasvoimaa lisätä ja saada aikaan muutoksia hermo-lihasjärjestelmässä (Taaffe ym. 1999).

Intensiivisellä voimaharjoittelulla voidaan ikääntyvien hermo-lihasjärjestelmässä saada aikaan sekä toiminnallisia että rakenteellisia muutoksia, jolloin myös lihasvoima kasvaa (Häkkinen 1990). Voimaharjoittelu stimuloi voimakkaasti lihaksia ja kiihdyttää erityisesti lihaksen supistuvan massan metaboliaa (Kaasik & Scene 2011). Lisäksi voimaharjoittelu lisää lihaksen proteiinisynteesiä ja parantaa lihaksen laadullisia ominaisuuksia (Lauretani ym. 2003). Yleensä voimaharjoittelun tavoitteena on vaikuttaa lihasten kokoon tai lihasvoimaan, kykyyn nostaa painoja tai päivittäisistä toiminnoista suoriutumiseen (Rutherford & Jones 1986). Ikääntyvien voimaharjoitteluun ovat sovellettavissa voimaharjoittelun yleiset periaatteet, kuitenkin huomioiden käytännön toteutuksessa iän mukanaan tuomat rajoitukset, mm. suurentunut loukkaantumisenriski (Häkkinen 1990). Liu & Latham (2010) tutkimuksen mukaan useimmat voimaharjoittelusta aiheutuvat haitat ilmenevät harjoittelijalla luurankolihasien arkuutena tai nivelkipuna, ja saattavat olla yhteydessä siihen, että harjoittelun toteutuksessa ei ole riittävästi huomioitu harjoittelijan terveydentilaa (Liu & Latham 2010).

5.2 Voimaharjoittelun vaikutus alaraajojen lihasvoimaan, toimintakyvyn rajoitteisiin ja toiminnanvajavuuksiin

Tutkimusten mukaan progressiivisella voimaharjoittelulla voidaan ikääntyvän lihasvoimaa lisätä. Varhaisessa vaiheessa voimaharjoittelua lihasvoiman lisäys on seurausta neuraalisen säätelyn paranemisesta (Grimby ym. 1992; Sipilä ym. 1996). Neuraalisen säätelyn paraneminen ilmenee mm. agonistilihaksen lisääntyneenä aktivaatiotasona, joka on seurausta motoristen yksiköiden tehostuneesta käyttöön otosta ja synkronisoitumisesta. Lisäksi synergisti- ja antagonistilihasten parempi koordinaatio sekä hermoston lisääntynyt aktiivisuus vaikuttavat neuraalisen säätelyn paranemiseen (Macaluso & De Vito 2004).

Intensiivisellä voimaharjoittelulla voidaan vaikuttaa lihasvoiman lisäksi myös ikääntyvien lihasten kokoon. Lihaksen koossa tapahtuvat muutokset ilmenevät vasta 8-12 viikon harjoittelun jälkeen (Grimby ym. 1992; Sipilä ym. 1996). Ikääntyvien lihasten koon kasvu on kuitenkin oletettavasti nuoria vähäisempää motoristen yksiköiden vähäisemmästä lukumäärästä johtuen (Hunter ym. 2004).

Tutkimustulokset siitä, *korreloivatko lihasvoima ja lihaksen koon kasvu toisiinsa*, vaihtelevat. Grimbyn ym. (1992) tutkimuksessa havaittiin voimaharjoittelun vaikutuksesta sekä neuraalisen aktivaation että erityisesti eksentrisen lihasvoiman ja lihaksen koon lisääntymistä nelipäisessä reisilihaksessa merkitsevästi 78- ja 84-vuotiailla miehillä. Yhteys lihasvoiman lisääntymisen ja lihaksen koon välillä ei kuitenkaan ollut merkitsevää (Grimby ym. 1992). Brown ym. (1990) tutkivat 60-70-vuotiaiden miesten lihasten mukautumiskykyä mm. alaraajojen progressiiviseen voimaharjoitteluun. Tulokset osoittivat, että 1RM kasvoi merkitsevästi voimaharjoittelun vaikutuksesta sekä vanhemmilla että nuoremmilla miehillä. Lihasvoiman kasvulla oli selkeä yhteys lihaksen ja lihassolujen koon kasvuun. Merkillepantavaa tutkimuksen aikana oli se, että lihasvoima korreloi positiivisesti harjoittelutiheyteen (Brown ym. 1990). Harjoittelutiheydellä on vaikutusta lihasvoiman kasvuun myös Grimbyn ym. vuonna 1992 julkaistun tutkimuksen mukaan (Grimby ym. 1992).

Frontera ym. (1988) kumppaneineen tulivat tutkimuksessaan siihen tulokseen, että intensiivisen 12 viikkoa kestävästi eri lihastyötavoilla toteutetun voimaharjoittelun vaikutuksesta 60-72-vuotiaiden miesten luurankolihasissa tapahtunut lihasvoiman kasvu oli

ainakin osittain seurausta lihaksen koon kasvusta (Frontera ym. 1988). Fiataronen ym.(1990) tutkimuksessa heikkokuntoisilla vanhuksilla toteutettu kahdeksan viikon mittainen intensiivinen voimaharjoittelu lisäsi merkittävästi sekä nelipäisen reisilihaksen lihasvoimaa että kokoa, ja lihasvoima korreloi tutkimuksen mukaan positiivisesti lihasmassan kanssa (Fiatarone ym. 1990). Scanlonin ym. (2013) tutkimuksen mukaan jo kuuden viikon progressiivisella voimaharjoittelulla on merkittäviä vaikutuksia alaraajojen lihasvoimaan, lihaksen suhteelliseen laatuun ja lihaksen morfologiaan. Tutkimukseen osallistujat (n=25) koostuivat terveistä yli 60-vuotiaista miehistä ja naisista. Harjoittelu tapahtui kahdesti viikossa kuuden viikon ajan, ja harjoittelun kohteena olivat kaikki alaraajojen pääliharyhmät. Harjoitteluryhmässä lihasvoima (1RM) lisääntyi 31,9 % ja lihaksen suhteellisessa laadussa paranemista tapahtui 31,5 %. Reisilihaksen fysiologinen poikkipinta-ala korreloi merkittävästi lihasvoiman kanssa. M. Vastus medialiksen poikkipinta-ala kasvoi harjoittelun vaikutuksesta 7.4 %, ja muutos korreloi lihasvoimassa tapahtuvien muutosten kanssa (Scanlon ym. 2013). Charetten ym. (1991) tekemän tutkimuksen mukaan 64 -86 vuotiailla tutkimukseen osallistuneilla naisilla lisääntyneen lihasvoiman taustalla vaikuttavat oleellisesti neuraalisen säätelyn paraneminen ja kuormittavasta harjoittelusta aiheutuva lihaksen koon kasvu. Kuitenkin tutkimuksen mukaan epäselväksi jäivät lihasvoiman kasvuun vaikuttaneet mekanismit (Charette ym. 1991).

Voimaharjoittelun vaikutuksesta toimintakyvyn eri osa-alueisiin kuten kävelynopeuteen, tuolilta ylösnousukykyyn ja kykyyn nousta portaita on eri tutkimuksissa saatu hyviä tuloksia (Chin A Paw ym. 2005). Latham ym. (2004) tutkimuksen mukaan intensiivisellä voimaharjoittelulla voidaan lihasvoiman kasvun lisäksi saada aikaan positiivisia vaikutuksia moniin toimintakyvyn rajoitteisiin kuten kävelynopeuteen (Latham ym. 2004). Fiataronen ym. (1990) tutkimuksen mukaan kuormittavalla voimaharjoittelulla oli merkittävä vaikutus kävelynopeuteen myös heikkokuntoisilla vanhuksilla. Tutkimukseen osallistui 10 laitoshoidossa olevaa vanhusta, jotka harjoittelivat kahdeksan viikon ajan. Kävelynopeus parani harjoittelun vaikutuksesta 48 % tutkittavista. Kävelynopeus ei kuitenkaan korreloinut nelipäisen reisilihaksen voiman kanssa (Fiatarone ym. 1990).

Fahlman ym. (2011) tutkivat kontrolloidun, 16 viikkoa kestävä voimaharjoittelun vaikutuksia toimintakykyä mittaaviin muuttujiin 63 -93-vuotiailla itsenäisesti asuvilla naisilla (n=87), joilla oli joitakin toimintakyvyn rajoituksia. Harjoittelu toteutettiin kolmesti viikossa käyttäen Thera

– Band – vastuskuminauhoja. Tutkimuksen mukaan voimaharjoittelun vaikutus tuolilta ylösnousuun (30 sekuntia) ja kävelynopeuteen oli merkitsevä, mutta 9 viikon kuluttua harjoittelun aloittamisesta tulokset eivät enää parantuneet. Harjoittelu ei vaikuttanut merkitsevästi isokiineettisesti mitattuihin polven ojennus- ja koukistusvoimiin (Fahlman ym. 2011).

Alexander ym. (2001) selvittivät tutkimuksessaan, voidaanko tehtäväspesifillä voimaharjoittelulla parantaa tuolilta ylösnousukykyä ja -tekniikkaa. Ohjelmaan sisältyivät tuolilta ylösnousuharjoitukset, joiden vaativuutta lisättiin vähitellen. Tutkimuksen mukaan harjoittelu paransi suorituksia merkitsevästi. Vähäisiä, mutta kuitenkin merkitseviä muutoksia tapahtui harjoitteluryhmässä tuolilta ylösnousun biomekaniikassa. Epäselväksi kuitenkin jäi, missä määrin parantunut suoritus oli seurausta polven ojennusvoiman lisääntymisestä ja missä määrin parantuneesta asennon hallinnasta (Alexander ym. 2001). Taaffen ym. (1999) tutkimuksessa 24 viikkoa kestävä kuormittava voimaharjoittelu lisäsi sekä alaraajojen lihasvoimaa että 5-kertaa tuolilta ylösnousukykyä 65 -79-vuotiailla kotona asuvilla vanhuksilla. Tutkimuksessa 5-kertaa tuolilta ylösnousukyky parani merkitsevästi ja korreloi nelipäisen reisilihaksen voiman kanssa (Taaffe ym. 1999).

Tibaek ym. (2014) selvittivät tutkimuksessaan progressiivisen voimaharjoittelun vaikutuksia eri toimintakyvyn muuttujiin laitoshoidossa olevilla vanhuksilla. Tutkittavat (n=56), joiden keski-ikä oli 79 vuotta, satunnaistettiin koe ja kontrolliryhmiin. Alaraajoihin kohdistuva voimaharjoittelu tapahtui 4 kertaa viikossa 4 kuukauden ajan. Tutkimuksen mukaan voimaharjoittelulla ei ollut merkitsevää vaikutusta tuolilta ylösnousutestiin (30 sekuntia), 10 metrin kävelynopeustestiin, apuvälineen käyttöön, timed up & go eikä Barthelin indeksiin (siirtyminen, kävely, portaiden nousu). Kuitenkin harjoitteluryhmässä tapahtui muutoksia kaikissa toimintakykyä mittaavissa muuttujissa enemmän kuin kontrolliryhmässä, mutta muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (Tibaek ym. 2014).

Voimaharjoittelun vaikutus jo syntyneisiin toiminnanvajavuuksiin ei Liun & Latham (2011) tutkimuksen mukaan ole yhtä selvä kuin harjoittelun vaikutus toiminnan rajoitteisiin. Osin tähän vaikuttaa se, että tutkimuksia voimaharjoittelun vaikutuksesta toiminnanvajavuuksiin on vähän. Kuitenkin tutkimusten mukaan on selvää näyttöä siitä, että voimaharjoittelu vähentää nivelrikkoa sairastavien 65 -85-vuotiaiden iäkkäiden fyysisiä toiminnanvajavuuksia. (Liu & Latham 2011). Voimaharjoittelulla on vaikutusta myös koettuihin toiminnanvajavuuksiin. Edgren ym. (2012) selvittivät tutkimuksessaan, voidaanko kahdesti viikossa toteutuvalla ja

kolme kuukautta kestäväällä progressiivisella voimaharjoittelulla vaikuttaa toiminnanvajavuuksiin kotona asuvilla 65 -85 -vuotiailla, joilla oli taustalla lonkkamurtuma. Tutkimuksen mukaan alaraajojen lisääntynyt lihasvoima vähensi merkittävästi harjoittelijoiden itse koettuja vaikeuksia suoriutua päivittäisistä toiminnoista ($p=0,034$). Suorituksista eniten muutosta parempaan tapahtui vuodesiirtymisissä ja raskaiden taloustöiden tekemisessä (Edgren ym. 2012).

5.3 Harjoittelusta saatavaan hyötyyn vaikuttavia tekijöitä

Voimaharjoittelusta saatavan hyödyn arvioimisessa on huomioitava monia eri tekijöitä. Harjoittelun toteutuksessa huomioitavia asioita ovat mm. harjoitteluun osallistuvan ikä, sukupuoli ja lähtövoimataso, ja se kuinka motivoitunut tutkimukseen osallistuva on harjoitteluun. Harjoitteluohjelman tiiviys, kesto ja kuormittavuus sekä harjoittelussa käytettyjen sarjojen ja toistojen lukumäärä vaikuttavat harjoittelusta saatavaan hyötyyn harjoittelussa käytetyn lihastyötavan ja harjoitettavien lihasryhmien ohella (Rutherford & Jones 1986; Porter ym. 1995). Lisäksi etenkin vanhemmilla koehenkilöillä mittaustilanteessa suoritukseen voivat tuloksiin vaikuttaa motorinen oppiminen ja parantunut koordinaatio, joiden vaikutus pitäisi huomioida tuloksia tulkittaessa (Sipilä ym. 1996).

Harjoittelusta saatavan hyödyn arvioimiseen vaikuttaa myös käytetty mittaustekniikka. Mitattaessa lihasvoimaa yhden maksimitoiston (RM) periaatteella saadaan moninkertaisesti suuremmat lisäykset lihasvoimassa harjoituksen vaikutuksesta kuin käytettäessä isokineettisiä mittauksia. Eri mittaustekniikoilla saatujen tulosten vertailu ei ole tarkoituksenmukaista ilman yksityiskohtaista biomekaanista analyysiä, koska 1 RM mittauksissa ei nopeutta voida standardisoida, eivätkä liikeradan aikana tuotetut liikemallit ole samanlaisia (Frontera ym. 1988; Grimby ym. 1992). Lisäksi tutkimuksissa, joissa kontrolliryhmä puuttuu ja joissa käytetään 1 RM tekniikkaa, tulosten tulkitsemisessä tulisi olla erittäin varovainen (Sipilä ym. 1996).

Voimaharjoittelusta saatava hyöty vaikuttaa vähäiseltä, jos dynaamista voimaharjoittelua arvioidaan käyttäen isometrisiä mittauksia (Sipilä ym. 1996). Dynaamisen harjoittelun hyöty vaikuttaa isometrisissä testeissä olevan vain 20 -50 % siitä, mitä se on käytettäessä 1RM tekniikkaa (Suominen 2007).

6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää alaraajoihin kohdistuvan kuntosaliharjoittelujakson aikaisia toimintakyvyn muutoksia yli 65-vuotiailla jyvaskyläläisillä päiväsaaraala-asiakkailta, joilla kotona selviytyminen oli vaikeutunut.

Tutkimuskysymykset:

1. Lisääntyykö polven isometrinen ojennusvoima harjoittelujakson aikana?
2. Paraneeko liikkumiskyky harjoittelujakson aikana?

7 TUTKIMUSMENETELMÄT

7.1 Tutkimusasetelma

Kyseessä oli interventiotutkimus, jossa hyödynnettiin ”yhden ryhmän ennen–jälkeen”-asetelmaa (one group pre post design). Kontrolliryhmää tutkimuksessa ei siis ollut. Harjoitteluvaikutuksen selvittämiseksi tutkittaville tehtiin alkumittaukset ennen harjoittelun alkua ja loppumittaus viimeisen harjoittelukerran jälkeen. Tutkittavista 68 % osallistui interventioon 20 viikon ajan, 32 % osallistui harjoitteluun ainoastaan 10 viikon ajan.

7.2 Tutkittavat

Tutkittavat koostuivat yli 65-vuotiaista Jyväskyläläisistä päiväsaalan asiakkaista lukuun ottamatta muutamaa tutkittavaa, jotka valikoituivat tutkimukseen terveyskeskuksen kuntouttavalta vuodeosastolta samoin perustein kuin päiväsaalastakin. Valinnan harjoitteluun osallistuvista teki päiväsaalan vastaava lääkäri. Tutkimukseen osallistui yhteensä 22 henkilöä (17 naista, 5 miestä). Tutkimukseen osallistumisen poissulkukriteereitä olivat keskivaikea tai vaikea dementia, akuutit sairaudet, leikkausoperaatiot ja alle 65 vuoden ikä. Kaikki tutkittavat asuivat omissa kodeissaan. Taustalla tutkimukseen osallistuvilla oli fyysisen toimintakyvyn ongelmia, jotka ilmenivät vaikeutena suoritua päivittäisistä toiminnoista.

7.3 Eettisyys

Tutkimuksen toteuttamiseen liittyvät eettiset arviot tehtiin ennen harjoittelun aloittamista terveyskeskussairaalan ylimmässä hallintoelimessä. Tutkittavilta saatiin sekä suullinen että kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta ja tutkimuksesta saatavien tietojen hyödyntämisessä kliinisessä työssä. Tutkimus toteutui päiväsaalan vastaavan lääkärin valvonnassa turvallisissa olosuhteissa. Tutkimus toteutettiin yleisten fysioterapiakäytäntöjen mukaisesti eikä siihen liittynyt minkäänlaisia harjoittelijoihin kohdistuvia invasiivisia toimenpiteitä.

7.4 Mittausmenetelmät

7.4.1 Polven isometrinen lihasvoima

Polven maksimaalinen isometrinen ojennusvoima mitattiin voimatuolissa dominoivan käden puoleisesta alaraajasta säädettävän dynamometrituolin (Metitur Ltd, Palokka, Suomi) avulla. Polvikulma oli mitattaessa 60 astetta. Lantio stabiloitiin mittausten ajaksi paikoilleen. Mittauksissa tutkittava teki kolme maksimaalista isometristä polven ojennusta. Suoritusten välillä oli 30 -60 sekunnin tauko. Paras suorituksesta kirjattiin tulokseksi.

7.4.2 Maksimaalinen 10 metrin kävelynopeus

Maksimaalista kävelynopeutta mitattiin 10 metrin matkalla ns. lentävällä lähdöllä. Tutkimusten mukaan 10 metrin kävelynopeus ennustaa eliniän pituutta, laitoshoitoon joutumista ja liikkumiskyvyn laskua. Maksimaalinen kävelynopeus on toistettava ja gerontologisessa tutkimuksessa paljon käytetty liikkumiskykyä mittaava testi (Rydvik ym. 2014). Tutkittavan tuli testissä kävellä niin nopeasti kuin turvallisesti pystyy joko ilman apuvälinettä tai apuvälineen kanssa 10 metrin matka. Kävelynopeuden mittaaminen toistettiin kolme kertaa. Suoritusten välissä oli 30- 60 sekunnin tauko. Suorituksesta paras huomioitiin.

7.4.3 Tuolilta ylösnousu 5x

Tuolilta ylösnousua arvioitiin käyttämällä 5x tuolilta ylösnousutestiä. Testiä käytetään yleisesti toimintakykymittauksissa alaraajojen voimantuottotehon mittaamiseen. Se on helposti toistettava, mitattavien välistä eroa ja mitattavassa tapahtuvia muutoksia mittaava testi, jonka reliabiliteetti on tutkimusten mukaan hyvä (Mong ym. 2009).

Tuolin istumakorkeus testattaessa oli 45 cm. Tutkittavaa kehoitettiin nousemaan ylös tuolista ilman käsien apua niin nopeasti kuin mahdollista yhteensä viisi kertaa. Suoritus päättyi siihen, kun tutkittava oli istunut tuoliin 5. ylösnousukerran jälkeen. Suoritus toistettiin kolme kertaa. Suoritusten välissä oli 30 -60 sekunnin tauko. Suoritukseen kulunut aika kirjattiin ylös. Suorituksesta paras huomioitiin.

7.5 Interventio

Ryhmämuotoinen harjoittelu toteutui Kyllön terveysaseman fysioterapiatiloissa päiväsaarialakäyntien yhteydessä kerran viikossa yhteensä 20 viikon ajan. Harjoittelukertoja oli siis yhteensä 20. Useampi harjoittelukerta viikon aikana ei ollut mahdollista käytännön syistä (päiväsaarialakäyntien rajallisuus ja tutkittavien huono kunto). Harjoitteluun varattu aika oli 75 minuuttia. Harjoittelussa käytetyt laitteet (Finn David) olivat ikääntyville suunniteltuja, mikä helpotti laitteisiin siirtymistä. Asiakkaalle sopiva kuormitus testattiin kussakin laitteessa 10 toiston periaatteella (10 RM). Harjoittelussa pyrittiin progressiivisuuteen. Ensimmäisinä harjoittelukertoina kuormitus oli 40 % maksimista, ja tämän jälkeen pyrittiin saavuttamaan kuormitustaso, joka vastaisi 60 % maksimivoimasta.

Harjoittelussa keskityttiin alaraajojen isojen lihasryhmien vahvistamiseen. Harjoitteluun sisältyivät alkulämmittely ja loppuvenyttely harjoiteltaville lihasryhmille. Harjoitettavat lihasryhmät olivat lonkan ojentajat, loitontajat ja lähentäjät sekä polven ojentajat ja koukistajat. Liikesuoritukset eri lihasryhmille toteutettiin dynaamisesti 10 -15 toiston periaatteella. Sarjoja oli kolme. Sarjojen välissä oli 30 -60 sekunnin tauko. Harjoittelun toteutuksesta vastasivat kaksi terveysaseman fysioterapeuttia, jotka toimivat ryhmän ohjaajina.

7.6 Tilastolliset menetelmät

Tilastolliset analyysit toteutettiin SPSS-ohjelmalla. Muuttujia tarkasteltiin frekvenssien, keskiarvojen ja keskihajontojen avulla. Aineiston normaalijakautuneisuutta tarkasteltiin histogrammeilla, Kolmogorov-Smirnovin ja Shapiro-Wilkin testeillä. Kolmogorov-Smirnovin ja Shapiro-Wilkin testit antoivat ristiriitaiset tulokset. Shapiro-Wilkin testin mukaan aineisto oli normaalijakautunut, mutta Kolmogorov-Smirnovin testin ja histogrammien mukaan aineisto ei ollut normaalisti jakautunut. Tästä syystä aineiston analysoinnissa käytettiin ei-parametrisiä testejä. Eri ryhmien (ikä, sukupuoli, harjoittelukertojen määrä) välisiä keskiarvoja vertailtiin Mann-Whitneyn U-testillä ja kahden riippuvan muuttujan välisiä keskiarvoeroja Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testillä. Alku- ja loppumittausten keskiarvojen välistä suhdetta kuvattiin muutosprosentilla, joka ilmoittaa kunkin muuttujan keskiarvon prosentuaalisen muutoksen verrattuna alkumittauksen arvoihin. Muutosprosentti laskettiin vertaamalla alku- ja loppumittauksen välistä erotusta alkumittauksen arvoihin.

8 TUTKIMUSTULOKSET

8.1 Tutkittavien taustatiedot

Tutkittavien keski-ikä oli 80 vuotta (keskihajonta 8,1). Osallistujista 77 % oli naisia. Osallistujista 55 % oli alle 80-vuotiaita. Sukupuolten ja ikäryhmien (alle 80 –vuotiaat vs. 80 -vuotiaat ja sitä vanhemmat) välillä ei lähtötilanteessa ollut tilastollisesti merkitseviä eroja maksimaalisessa 10 metrin kävelynopeudessa, 5x tuoilta ylösnousuun kuluvassa ajassa eikä maksimaalisessa polven isometrisessä ojennusvoimassa.

8.2 Harjoittelun toteutuminen

Harjoittelukertoja oli yhteensä 20. Tutkittavista 15 (68 %) osallistui harjoitteluun 20 kertaa. Yhdelle tutkittavista harjoittelukertoja kertyi 19, yhdelle 12 ja lopuille viidelle (22 %) 10 kertaa. Toteutuneiden harjoittelukertojen lukumäärään vaikuttivat mm. päiväsairaalakäyntien peruuntuminen eri syistä tai jakson loppuminen.

8.3 Intervention aikana havaitut muutokset kävelynopeudessa, tuoilta ylösnousussa ja ojennusvoimassa

Intervention aikana havaittiin tilastollisesti merkitsevät muutokset kaikissa mitattavissa muuttujissa koko tutkimusjoukossa alku- ja loppumittausten välillä. Koko tutkimusjoukkoa tarkasteltaessa kävelynopeus lisääntyi 16 % (taulukko 1) ja 5x tuoilta ylösnousuaika 42 % (taulukko 2).

Taulukko 1. Harjoittelun aikaiset muutokset kävelynopeudessa (m/s). Keskiarvo (keskihajonta) ja muutosprosentti.

Ryhmä (n)	Alkumittaus	Loppumittaus	Muutosprosentti	p-arvo
Kaikki (22)	0,92 (0,32)	1,07 (0,40)	16 %	p=0,001
Naiset (17)	0,93 (0,35)	1,10 (0,42)	18 %	p=0,001
Miehet (5)	0,86 (0,18)	0,94 (0,32)	10 %	p=0,500

p-arvo Wilcoxonin merkittyjen lukujen testi

Taulukko 2. Harjoittelun aikaiset muutokset tuoilta ylösnousussa (s). Keskiarvo (keskihajonta) ja muutosprosentti.

Ryhmä (n)	Alkumittaus	Loppumittaus	Muutosprosentti	p-arvo
Kaikki (22)	24,99 (31,59)	14,47 (8,80)	-42 %	p = 0,000
Naiset (17)	26,76 (35,69)	14,00 (8,95)	-48 %	p = 0,000
Miehet (5)	19,00 (9,30)	16,04 (9,06)	-16 %	p = 0,080

p-arvo Wilcoxonin merkittyjen lukujen testi

Maksimaalinen polven isometrinen ojennusvoima lisääntyi koko tutkimusjoukossa 13 % (taulukko 3). Kun tuloksia tarkasteltiin erikseen miehillä ja naisilla, havaittiin tilastollisesti merkitseviä muutoksia alku- ja loppumittausten välillä vain naisilla. Miehillä muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Taulukko 3. Harjoittelun aikaiset muutokset polven isometrisessä ojennusvoimassa (kg). Keskiarvo (keskihajonta) ja muutosprosentti.

Ryhmä (n)	Alkumittaus	Loppumittaus	Muutosprosentti	p-arvo
Kaikki (21)	21,9 (10,28)	24,7 (10,73)	13 %	p = 0,007
Naiset (16)	20,7 (9,73)	24,0 (10,50)	16 %	p = 0,029
Miehet (5)	25,7 (12,22)	27,1 (12,39)	5 %	p = 0,080

p-arvo Wilcoxonin merkittyjen lukujen testi

9 POHDINTA

Työni tarkoituksena oli selvittää 20 viikkoa kestävästä progressiivisen alaraajoihin kohdistuvan kuntosaliharjoittelun aikana tapahtuvia muutoksia kotona asuvien yli 65-vuotiaiden päiväsaaraala-asiakkaiden toimintakyvyssä. Tutkimustuloksena harjoitteluun osallistuneilla keskeiset liikuntakyvyn indikaattorit paranivat harjoittelun aikana merkitsevästi.

Aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että kuntosaliharjoittelulla voidaan lisätä ikääntyvien ihmisten lihasvoimaa. Harjoitusvasteen saamiseksi harjoittelu tulisi tapahtua 2-3 kertaa viikossa (Seguin ym. 2003). Tässä interventiossa harjoittelu tapahtui kerran viikossa käytännön syistä, mm. siksi, että päiväsaaraalakäynnit rajoittuivat yhteen kertaan viikossa, ja lisäksi harjoittelun toteutus useamman kerran viikossa ei olisi onnistunut henkilöresurssien vuoksi. Siitä huolimatta kuntosaliharjoittelun seurauksena harjoittelijoiden toimintakyky parani merkitsevästi. Tämä tukee Taaffen ym. (1999) tutkimustulosta siitä, että jo kerran viikossa tapahtuvalla harjoittelulla on mahdollista parantaa toimintakykyä.

Intervention aikana havaitut muutokset polven ojennusvoimassa, kävelynopeudessa ja tuolilta ylösnousussa

Maksimaalinen polven isometrinen ojennusvoima oli koko tutkimusjoukossa 13 % suurempi harjoittelun jälkeen kuin ennen sitä. Kuntosaliharjoittelu oli dynaamista harjoittelua, johon ei sisällynyt isometrisiä harjoitteita. Voimamittaukset tehtiin kuitenkin isometrisesti. Voimassa havaittu muutos olisi voinut olla suurempi, jos mittaukset olisi tehty dynaamista suoritustapaa käyttäen (Frontera ym. 1988). Useiden tutkimusten mukaan 1RM:n on kasvanut voimaharjoittelun seurauksena merkitsevästi (Frontera ym. 1988, Brown ym. 1990, Latham ym. 2004, Scanlon ym. 2013). Isometrisen mittausmenetelmän käyttöä puolsi kuitenkin se, että se on tutkimusten mukaan iäkkäille turvallinen, eikä provosoi nivelkipuja nivelongelmaisilla (Sakari-Rantalala 2003).

Maksimaalinen 10 metrin kävelynopeus oli tutkimukseen osallistuneilla 16 % suurempi harjoittelun jälkeen kuin ennen sitä. Alkumittauksissa kävelynopeus oli keskimäärin 0.92 m/s, ja loppumittauksissa 1,07 m/s. Alkutilanteessa tutkittavien kävelynopeus oli Smidtin (1990) sanallisen luokituksen mukaan kohtalaisen hidas (0.7-1.0 m/s) ja lopputilanteessa jo kohtalainen (1.01 -1.3 m/s). Havaittu kävelynopeuden muutos on merkittävä ja tulos tukee aikaisempien kontrolloitujen tutkimusten tuloksia (Fiatarone ym. 1994; Latham ym 2004; Fahlman ym. 2011) Mm. Fiataronen ym. (1994) tutkimuksessa kävelynopeus lisääntyi voimaharjoittelun seurauksena 12 %. Heikentynyt kävelynopeus ennustaa tutkimusten mukaan toiminnanvajavuuksien syntymistä (Laukkanen 1998; Rantanen 2003; Seidel ym. 2011), joten siihen vaikuttaminen eri interventioin on tärkeää. Kävelynopeuden tulisi olla vähintään 1.22 m/s, jota kadun ylittäminen liikennevaloissa olisi turvallista (Rantanen ym. 1999).

Tuolilta ylösnousuun kuluva aika oli interventiossa 42 % parempi harjoittelun jälkeen kuin ennen sitä. Aikaisemmissa kontrolloiduissa interventiotutkimuksissa on havaittu samankaltaisia muutoksia (Fiatarone ym. 1994; Taaffe ym. 1999; Alexsander ym. 2001; Fahlman ym. 2011). Tulokseen vaikuttaa osaltaan se, että yhdellä harjoittelijoista tuolilta ylösnouseminen tuotti alkutilanteessa erityisiä vaikeuksia ja siksi suoritukseen kului aikaa 159 sekuntia. Loppumittauksissa henkilö oli parantanut suoritustaan 75 %. Keskimääräinen 5x tuolilta ylösnousuun kulunut aika oli koko tutkimusjoukossa alkumittauksissa 19.1 s ja loppumittauksissa 13.3 s. Muutos oli merkitsevä. Guralnikin ym. (1994) tutkimuksessa keskimääräinen tuolilta ylösnousuun x5 kuluva aika oli yli 80-vuotiailla miehillä ja naisilla 15-16 s ja 71-79-vuotiailla 13-14 s.

Tässä tutkimuksessa ei havaittu, että harjoittelukertojen määrä olisi vaikuttanut interventiolla saavutettuihin tuloksiin. Tulos tuki aikaisempia tutkimustuloksia siitä, että harjoittelusta saatava hyöty on suurimmillaan muutama kuukausi harjoittelun aloittamisen jälkeen. Latham ym. (2004) tutkimuksen mukaan voimaharjoittelusta saatu hyöty on suurimmillaan 12 viikon kuluttua harjoittelun aloittamisesta, jonka jälkeen lihasvoimassa tapahtuvat muutokset ovat vähäisiä. Harjoittelua tulisi kuitenkin jatkaa, ja sen tulisi olla säännöllistä, jotta siitä saatava hyöty ei jäisi väliaikaiseksi. Grimbyn ym. (1992) tutkimuksen mukaan voimaharjoittelusta saatava hyöty menetetään jo reilun puolen vuoden kuluttua harjoittelun lopettamisesta.

Interventiossa ei havaittu sukupuolten välisiä eroja alkumittauksissa maksimaalisessa polven isometrisessä ojennusvoimassa. Myöskään eroja 5x tuoilta ylösnousussa eikä maksimaalisessa 10 metrin kävelynopeudessa ei sukupuolten välillä alkumittauksissa ollut. Miesten vähäinen määrä tutkimusjoukossa heikensi sukupuolten välisten erojen luotettavaa tarkastelua.

Tutkielman heikkoudet ja vahvuudet

Tässä interventiossa haluttiin antaa kaikille osallistujille yhtäläinen mahdollisuus osallistua harjoitteluun, koska tiedettiin, että harjoittelulla on positiivinen vaikutus toimintakyvyn keskeisiin osa-alueisiin, lihasvoimaan ja liikkumiskykyyn. Hankkeessa ei siis ollut verrokkiryhmää eikä näin ollen myöskään satunnaistamista tutkimusryhmiin. Valittu tutkimusasetelma oli heikko osoittamaan käytetyn intervention vaikutuksia. Lisäksi tutkimukseen osallistuvien määrä oli melko pieni (n=22) eikä tutkittavan ryhmän kokoa arvioitu etukäteen. Myös sukupuolten osalta ryhmä oli epätasaisesti jakautunut, mikä vaikeutti sukupuolten välisten erojen tarkastelua. Kuitenkin harjoittelun aikana havaitut muutokset olivat niin suuria, että luonnollinen muutos eri toimintakyvyn osa-alueissa harjoittelun aikana ei olisi todennäköisesti ollut mahdollista.

Heikkoutena tutkimuksessa oli myös se, että harjoittelun aikana tapahtuvia apuvälineiden käytön tarpeessa tapahtuvia muutoksia ei kirjattu systemaattisesti. Kuitenkin yksittäiset harjoittelijat kuvasivat harjoittelusta saatua hyötyä joko kävelyn apuvälineen käytön tarpeen vähenemisenä tai mahdollisuutena käyttää kevyemmin tukea antavaa apuvälinettä liikkuessa. Nämä palautteet vahvistivat käsitystä kuntosalitoiminnan hyödyllisyydestä.

Vahvuutena tutkimuksessa olivat käytetyt toimintakykymittarit, joiden luotettavuus on tutkitusti hyvä. Lisäksi maksimaalinen 10 metrin kävelynopeus ja 5x tuoilta ylösnousu ovat yksinkertaisia mittareita, joiden toistettavuus on hyvä. Mittaukset suoritti kaikille tutkimukseen osallistuville sama henkilö, joten mittaustuloksiin vaikuttavaa tekijää, joka aiheutuisi mittaajien välisistä eroista, ei ollut. Tämä osaltaan lisäsi mittausten luotettavuutta. Vahvuutena tutkimuksessa oli myös se, että ohjaajat kuntosaliharjoittelun aikana olivat samat koko tutkimuksen ajan. Ohjaajilla oli mahdollisuus oppia tuntemaan harjoittelijat, ja huomioimaan harjoittelussa mm. osallistujien nivelkivut ja rajoitteet nivelliikkuvuuksissa.

Tulosten merkitys ja tulevaisuuden haasteet

Syntyneet toiminnanvajavuudet vaikeuttavat ikääntyvän ihmisen mahdollisuuksia liikkua kodin ulkopuolella ja osallistua eri aktiviteetteihin. Siksi olisi tärkeää pystyä tavoittamaan etenkin ne ikääntyvät ihmiset, jotka vielä pystyvät itsenäisesti liikkumaan kodin ulkopuolisessa ympäristössä ja osallistumaan harjoitteluun. Tämä interventio osaltaan vahvisti aiempia tutkimustuloksia siitä, että kohtuukuormitteinen voimaharjoittelu lisää ikääntyvien alaraajojen lihasvoimaa ja toimintakykyisyyttä. Jatkohaasteena olisikin pystyä tarjoamaan voimaharjoittelua arjesta selviytymisen tueksi mahdollisimman monien ihmisten käyttöön erilaisissa ympäristöissä.

LÄHTEET

- Alexander, N. B., Galecki, A. T., Grenier, M. L., Nyqvist, L. V., Hofmayer, M. R., Grunawalt, J. C., Medell, J. L. & Fry-Welch D. 2001. Task-specific resistance training to improve the ability of activities of daily living-impaired older adults to rise from the bed and from the chair. *Journal of the American Geriatric Society* 49, 1418-1427.
- Brown, A., McCartney N. & Sale D. 1990. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *Journal of Applied Physiology* 69, 1725 -1733.
- Carmeli, E., Reznick, A.Z., Coleman, R. & Carmeli, V. 2000. Muscle Strength and Mass of Lower Extremities in Relation to Functional Abilities in Elderly Adults. *Gerontology. International Journal of Experimental and Clinical Gerontology* 46, 249-257.
- Charette, S., McEvoy L., Pyka, G., Snow-Harter, C., Guido, D., Wiswell, R. & Marcus, R. 1991. Muscle hypertrophy response to resistance training in older women. *Journal of Applied Physiology* 70, 1912-1916.
- Chin A Paw, M. J. M., Poppel, M. N. M., Twisk, J. W. R. & Mechelen, W. 2005. Once a week not enough, twice a week not feasible?: A randomised controlled exercise trial in long-term facilities. *Patient Education and Counselling* 63 (1-2), 205-214.
- Collino, S., Martin, F-P., Karagounis, L. G., Horcajada, M. N., Moco, S., Franceschi, C., Kussmann, M. & Offord, E. 2013. Musculoskeletal system in the old age and the demand for healthy ageing biomarkers. *Mechanisms of Ageing and Development* 134 (11-12), 541-547.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J-P., Rolland, Y., Schneider, S. M., Topinkova, E. & Vande Woude, M. Z. 2010. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39, 412-423.
- Edgren, J., Rantanen, T., Heinonen, A., Portegijs, E., Alen, M., Kiviranta, I., Kallinen, M. & Sipilä, S. 2012. Effects of progressive resistance training on physical disability among older community-dwelling people with history of hip fracture. *Aging Clinical and Experimental Research* 24 (2), 171-175.
- English, K. J. & Paddon-Jones, D. 2010. Protecting muscle mass and function in older adults during bed rest. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care* 13 (1), 34-39.
- Enoka, R. M. 1997. Neural strategies in the control of muscle force. *Muscle & Nerve* 20 (5), 66-69.

- Fahlman, M. M., McKevin, N., Boardley, D., Morgan, A. & Topp, R. 2011. Effects of Resistance Training on Functional Ability in Elderly Individuals. *American Journal of Health Promotion* 25 (4), 237-241.
- Fiatarone, M. A., Marks, E. C., Ryan, N. D., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A. & Evans, W. J. 1990. High-Intensity Strength Training in Nonagenarians. Effects on Skeletal Muscle. *JAMA* 263 (22), 3029-3034.
- Fiatarone, M. A., O'Neil, E. F., Ryan N. D. 1994. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *New England Journal of Medicine*, 330, 1770-1775.
- Freiberger, E., Vreede, P., Schoene, D., Rydviik, E., Mueller, V., Frändin, K. & Hopman-Rock, M. 2012. Performance-based physical function in older community-dwelling persons: a systematic review of instruments. *Age and Ageing* 41, 712-721.
- Frontera, W., Meredith, C., Ó Reilly, K., Knuttgen, H. & Evans, W. 1988. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improvement function. *Journal of Applied Physiology* 64, 1038-1044.
- Frontera, W. R., Hughes, V. A., Fielding, R. A., Fiatarone, M. A., Evans, W. J. & Roubenoff, R. 2000. Aging of skeletal muscle. A 12-yr longitudinal study. *Journal of Applied Physiology* 88 (4), 1321-1326.
- Frontera, W. R. & Bigard, W. 2002. The benefits of strength training in the elderly. *Science & Sports* 17, 109 -16.
- Goodpaster, B. H., Park, S. W., Harris, T. R., Kritchevsky, S. B., Nevitt, M., Schwartz. A. V., Simonsick, E. M., Tylavsky, R. A., Visser, M. & Newman, A. B. 2006. The Loss of Skeletal Muscle Strength, Mass, and Quality in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *Journal of Gerontology series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 61 (10), 1059-1064
- Grimby, G., Aniansson, A., Hedberg, M., Henning, G.-B., Grangård, U. & Kvist, H. 1992. Training can improve muscle strength and endurance in 78- to 84-yr-old men. *Journal of Applied Physiology* 73, 2517 -2523.
- Guralnik, J. M., Simonsick, E. M., Ferrucci, L., Glynn, R.J., Berkman, L. F., Blazer, D. G., Scherr, P. A. & Wallace, R. B. 1994. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Fundtion: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *Journal of Gerontology* 49 (2), 85-94.

- Hardy, R., Cooper, R., Shah, I., Harridge, S., Guralnik, J. & Kuh, D. 2010. Is chair rise performance a useful measure of leg power? *Aging Clinical and Experimental Research* 22, 412-418.
- Heikkinen, E. & Heikkinen, R-L., Kauppinen M., Laukkanen, P., Ruoppila, I., Suutama, T. 1990. Iäkkäiden henkilöiden toimintakyky, Ikivihreät projekti. Osa 1. Sosiaali- ja terveystieteellinen tutkimus. Helsinki.
- Heikkinen, E. 2011. A life course approach: research orientations and future challenges. *European Review of Aging and Physical Activity* 8, 7-12.
- Hervonen, A. & Pohjolainen, P. 1991 *Gerontologian ja geriatrian perusteet*. Tampere: lääketieteellinen oppimateriaalikustantamo Oy.
- Hunter, G. R., McCarthy, J. P. & Bamman, M. M. 2004. Effects of Resistance Training on Older Adults. *Sports Medicine* 34 (5), 329-348.
- Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Vaikutusmekanismit, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi. Gummerus Oy, Jyväskylä.
- Häkkinen, K. & Häkkinen, A. 1991. Muscle cross-sectional area, force production and relaxation characteristics in women at different ages. *European Journal of Applied Physiology* 62, 410-414.
- Jette, A. M. 2003. Assessing disability in studies on physical activity. *American Journal of Preventive Medicine* 25 (3), 122-128.
- Kaasik, P. & Scene, T. 2012. Muscle weakness in the elderly: role of sarcopenia, dynapenia, and possibilities for rehabilitation. *European Review of Aging and Physical Activity* 9, 109-117.
- Kim, K-E., Jang, S-N., Lim, S., Park, Y. J., Paik, N-J., Kim, K. W., Jang, H. C. & Lim, J-Y. 2012. Relationship between muscle mass and physical performance: is it the same in older adults with weak muscle strength? *Age and Ageing* 41 (6), 799-803.
- Kortebein, P., Symons, T. B., Ferrando, A., Paddon-Jones, D., Ronsen, O., Protas, E., Conger, S., Lombeida, J., Wolfe, R. & Evans, W. J. 2008. Functional Impact of 10 Days of Bed Rest in Healthy Older Adults. *The Journal of Gerontology series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 64 (10), 1076-1081.
- Kovanen, V. & Suominen, H. 1989. Age- and training-related changes in the collagen metabolism or rat skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology* 58, 765-771.

- Krivickas, L.S., Suh, D., Wilkins, J., Hughes, V.A., Roubenoff, R. & Frontera, W.R. 2001. Age- and Gender-Related Differences in Maximum Shortening Velocity of Skeletal Muscle Fibers. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* Vol. 80, No. 6, 447-455.
- Lafortuna, C. L., Tresoldi, D. & Rizzo, G. 2014. Influence of body adiposity on structural characteristics on skeletal muscle in men and women. *Clinical Physiology & Functional Imaging* 34 (1), 47-55
- Landers, K.A., Hunter, G. R., Wetzstein, C. J., Bamman, M. M. & Weinsier, R. L. 2001. The Interrelationship Among Muscle Mass, Strength, and the Ability to Perform Physical Tasks of Daily Living in Younger and Older Women. *Journal of Gerontology series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 56 (10), B443-B448.
- Latham, N. K., Bennett, D. A., Stretton, C. M. & Anderson, C. S. 2004. Systematic Review of Progressive Resistance Strength Training in Older Adults. *Journal of Gerontology: MEDICAL SCIENCES* 59A (1), 48-61.
- Laukkanen P. 1998. Iäkkäiden henkilöiden selviytyminen päivittäisistä toiminnoista. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 56.
- Lauretani, F., Russo, C. R., Bandinelli, S., Bartali, B., Cavazzini, C., Di Iorio, A., Corsi, A-M., Rantanen, T., Guralnik, J. & Ferrucci, L. 2003. *Journal of Applied Physiology* 95, 1851-1860.
- Leeuwenburgh, C & Marzetti, E. 2007. Skeletal muscle apoptosis, sarcopenia and frailty at old age. *Experimental Gerontology. Annual Review in Biogerontology* 41 (12), 1234-1238.
- Lexell, J., Taylor, C.C. & Sjöström, M. 1988. What is the cause of ageing atrophy? *Journal of the Neurological Sciences* 84, 275-294.
- Liu, C. J. & Latham, N. 2010. Adverse Events Reported in Progressive Resistance Strength Training Trials in Older Adults: 2 Sides of a Coin. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 91 (9), 1471-1473.
- Liu, C. J. & Latham, N. 2011. Can progressive resistance strength training reduce physical disability in older adults? A meta-analysis study. *Disability and Rehabilitation* 33 (2), 87-97.
- Macaluso A. & De Vito, G. 2004. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *European Journal of Applied Physiology* 91 (4), 450-472.

- McPhee, J., Hogrel, J-Y., Maier, A. B., Seppet, E., Seynnes, O. R., Sipilä, S., Bottinelli, R., Barnouin, Y., Bijlsma, A. Y., Gapeyeva, H., Maden-Wilkinson, T. M., Meskers, C. G., Pääsuke, M., Sillanpää, E., Stenroth, L., Butler-Browne, G., Narici, M. V. & Jones, D. A. 2013. Physiological and functional evaluation of healthy young and older men and women: design of the European Myo Age study. *Biogerontology* 14, 325-337.
- Mong, Y., Teo, T. W. & NG, S. S. 2009. 5-Repetition Sit-to-Stand Test in Subjects with Chronic Stroke: Reliability and Validity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 91 (3), 407-413.
- Porter M. M., Vandervoort A. A. & Lexell, J. 1995. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 5, 129-142.
- Porter, M. M. 2006. Power training for older adults. *Applied Physiology, Nutrition & Metabolism* 31 (2), 87-94.
- Poulin, M. J., Vandervoort, A. A., Paterson, D. H., Kramer, J. F. & Cunningham, D. A. 1992. Eccentric and Concentric Torques of Knee and Elbow Extension in Young and Old Men. *Canadian Journal of Sport Sciences* 17, 3-7.
- Rantanen, T., Sipilä, S. & Suominen, H. 1993. Muscle strength and history of heavy manual work among elderly trained women and randomly chosen sample population. *European Journal of Applied Physiology* 66, 514-517.
- Rantanen, T., Era, P. & Heikkinen, E. 1996. Maximal isometric knee extension strength and stair-mounting ability among 75- and 80-year-old men and women. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 28, 89-93.
- Rantanen, T. & Avela, J. 1997. Leg extension power and walking speed in very old people living independently. *Journals of Gerontology; Medical Sciences*, 52.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Sakari-Rantala, R., Leveille, S., Sionsick, E., Ling, S. & Fried, L. 1999. Disability, Physical Activity, and Muscle Strength in Older Women: The Women's Health and Aging Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 80, 130-135.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Leveille, S. & Fried, L. P. 1999. Co impairments: Strength and balance as predictors of severe walking disability. *The Journals of Gerontology* 54.4, M172-6.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Penninx, B. J. H., Leveille, S., Sipilä, S. & Fried, L. P. 2001. Co impairments as a Predictors of severe walking Disability in Older Women. *Journal of the American Geriatrics Society* 49 (1), 21-27.

- Rantanen, T. 2003. Muscle strength, disability and mortality. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 13, 3-8
- Rutherford, O. & Jones, D. 1986. The Role of learning and coordination in strength training. *European Journal of Applied Physiology* 55, 100-105.
- Rydvik, E., Bergland, A. & Forsen, L. 2014. The reliability and validity of the measurement of elderly people's clinical walking speed: A systematic review. *Electronic Journals Service (EBSCO)* 28 (3), 238.
- Sakari-Rantala, R. 2003. Iäkkäiden ihmisten liikunta- ja kuntosaliharjoittelu. Iäkkäiden ihmisten terveystieteiden tutkimustyö tuoteistuksen tukena hanke. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 142. Liikunnan ja kansanterveyden edistämisyhteistyö LIKES: Jyväskylä.
- Scanlon, T. C., Fragala, M. S., Stout, J. R., Emerson, N. S., Beyer, K. S., Oliveira, L. P. & Hoffman, J. R. 2014. Muscle architecture and strength: Adaptations to short-term resistance training in older adults. *Muscle & Nerve* 49 (4), 584-592.
- Seguin, R & Nelson, A. E. 2003. The Benefits of strength training for older adults. *American Journal of Preventive Medicine* 25 (3), 141 -149.
- Seidel, D., Brayne, C. & Jagger, C. 2011. Limitations in physical functioning among older people as a predictor of subsequent disability in instrumental activities of daily living. *Age and Ageing* 40, 463-469.
- Sipilä, S. & Suominen, H. 1995. Effects of strength training and endurance training on thigh and leg muscle mass and composition in elderly women. *Journal of Applied Physiology* 78, 334-340.
- Sipilä, S., Multanen, J., Kallinen, M., Era, P. & Suominen, H. 1996. Effects of strength and endurance training on isometric muscle strength and walking speed in elderly women. *Acta Physiologica Scandinavica* 156, 457 -464.
- Sipilä, S., Rantanen, T. & Tiainen, K. 2010. Lihasvoima. Teoksessa Heikkinen, E. & Rantanen, T. (toim.) *Gerontologia*. 2-3. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 109-119.
- Skelton, D., Graig, G., Davies, J. & Young, A. 1994. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age and ageing* 23, 371-377.
- Smidt, G. L. 1990. Gait in rehabilitation, *Clinics in physical therapy*. USA: Churchill Livingstone.
- Snijders, T., Verdijk, L. B. & Van Loon, L. J. C. 2009. The impact of sarcopenia and exercise training on skeletal muscle satellite cells. *Ageing Research Reviews* 8, 328-338.

- Suominen, H. 1997. Kehon rakenteen ja fyysisen suorituskyvyn muutokset vanhetessa. Teoksessa Era, P. (toim.) Ikääntyminen ja liikunta. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 108. Jyväskylä: LIKES, 17 - 45.
- Suominen, H. 2007. Physical activity and health: Musculoskeletal issues. *Advances in Physiotherapy* 9, 65-75.
- Taaffe, D. R., Duret, C., Wheeler, S. & Marcus, R. 1999. Once-weekly resistance exercise improves muscle strength and neuromuscular performance in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society* 47 (10), 1208-1214.
- Tibaek, S., Andersen, C. W., Pedersen, S. F. & Rudolf, K. S. 2014. Does progressive resistance strength training as additional training have any measured affect on functional outcomes in older hospitalized patients? A single-blinded randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation* 28 (4), 319-328.
- Tiainen, K., Sipilä, S., Alen, M., Heikkinen, E., Kaprio, J., Koskenvuo, M., Tolvanen, A., Pajala, S. & Rantanen, T. 2004. Heritability of maximal isometric muscle strength in older female twins. *Journal of Applied Physiology* 96, 173-180.
- Vandervoort, A. A. 1992. Effects of ageing on human neuromuscular function: implications for exercise. *Canadian Journal of Sport Sciences* 17, 178-184.
- Verbrugge, L. M. & Jette, A. M. 1994. The disablement process. *Social Science & Medicine* 38 (1), 1-14.
- Viitasalo JT., Era P., Leskinen A-L. & Heikkinen E. 1985. Muscular strength profiles and anthropometry in random samples of men aged 31-35, 51-55 and 71-75 years. *Ergonomics* 28, 1563 -1574.
- Vuori, I. 1976. Fyysinen suorituskyky ja kunto. Teoksessa I. Vuori (toim.) Fyysisen kunnan mittaaminen. Helsinki: Suomen kuntourheiluliitto, 10-19.
- Winett, R. A. & Carpinelli, R. N. 2001. Potential Health-Related Benefits of Resistance Training. *Preventive Medicine* 33, 503 -513.
- Wretenberg, P. & Arborelius, U. P. 1994. Power and work produced in different leg muscle groups when raising from a chair. *European Journal of Applied Physiology* 68, 413-417
- Young, A., Stokes, M. & Crowe, M. 1985. The size and strength of the quadriceps muscle in old and young men. *Clinical Physiology* 5 (2), 145-154.