

**VESIHARJOITTELUN VAIKUTUS POLVEN NIVELRIKKOA SAIRASTAVIEN
AEROBISEEN KUNTOON**

Titta Rauhala

Pro Gradu -tutkielma
Syksy 2015
Terveystieteiden laitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Titta Rauhala (2015). Vesiharjoittelun vaikutus polven nivelrikkoa sairastavien aerobiseen kuntoon. Terveystieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, Liikuntalääketieteen pro gradu - tutkielma, 36s., 1 liite.

Tutkimuksen tausta ja tarkoitus

Nivelrikko on maailman yleisin nivelsairaus. Pääpaino nivelrikon hoidossa on lääkkeettömässä hoidossa. Nivelrikkopotilailla on todettu olevan alhaisempi aerobinen kunto terveisiin verrattuna. Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia vesiharjoittelun vaikutusta aerobiseen kuntoon polven nivelrikkoa sairastavilla postmenopausaalisilla naisilla.

Tutkimusaineisto- ja menetelmät

Tutkimusaineisto kerättiin Jyväskylässä vuosina 2012-2013. Tutkimusasetelmana oli randomisoitu kontrolloitu tutkimus. Tutkittavat (N=87) satunnaistettiin joko koe- tai kontrolliryhmään, jossa koeryhmäläiset tekivät 16 viikkoa kolme kertaa viikossa progressiivista vedessä tapahtuvaa vastusharjoittelua ohjatusti, kun kontrolliryhmäläiset jatkoivat normaalia elämää.

Aerobista kuntoa tutkittiin 2 km kävelytestillä. Mittaukset suoritettiin ennen ja jälkeen intervention. Tilastolliset analyysit tehtiin IBM SPSS Statistics 20-ohjelmalla kovarianssianalyysillä, Studentin t-testillä sekä Mann-Whitneyn testillä. Ensisijaisina muuttujina olivat kävelyaika (s), kävelyvauhti (km/h), arvioitu VO_{2max} (ml/kg/min) ja kuntoindeksi. Toissijaiset muuttajat olivat paino (kg) ja BMI (kg/m^2).

Keskeisimmät tulokset

Koe- ja kontrolliryhmien alku- ja lopputilanteiden yhdysvaikutusta tutkittaessa saatiin tilastollisesti merkitsevä ero kävelyajan ($p=.013$), kävelyvauhdin ($p=.008$), arvioidun maksimaalisen hapenottokyvyn ($p=.003$), kuntoindeksin ($p=.009$) sekä painon ($p=.002$) ja painoindeksin ($p=.001$) osalta.

Lopputilanteessa verrattaessa koe- ja kontrolliryhmää toisiinsa erosivat ne merkitsevästi kävelyajan ($p<.05$) ja kävelyvauhdin ($p<.05$) osalta.

Johtopäätökset

Alku- ja lopputilannetta verrattaessa kävelyaika ja -vauhti, arvioitu maksimaalinen hapenottokyky, kuntoindeksi sekä paino ja painoindeksi paranivat koeryhmällä kontrolliryhmään verrattuna. Lopputilanteessa koeryhmän kävelyaika ja -vauhti olivat paremmat kuin kontrolliryhmällä. Progressiivinen vedessä tapahtuva vastusharjoittelu paransi polven nivelrikkoa sairastavien aerobista kuntoa ja sitä voidaan suositella yhdeksi harjoitusmuodoksi polven nivelrikkopotilaille.

Avainsanat: Nivelrikko, vesiharjoittelu, aerobinen kunto, 2 km kävelytesti

ABSTRACT

Titta Rauhala (2015). Effects of aquatic training on aerobic fitness in subjects with osteoarthritis of the knee. Department of Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis in Sports Medicine, 36 pages, 1 appendix.

Background and purpose

Osteoarthritis is the most common articular disease. Treatment of osteoarthritis of the knee focuses on non-pharmaceutical methods. Patients with knee osteoarthritis have lower aerobic fitness than healthy ones. The purpose of this study was to investigate the effect of water-based exercise on aerobic fitness in postmenopausal women with osteoarthritis of the knee.

Methods

The data were collected in Jyväskylä in 2012-2013. This was a randomized control trial. Participants (N=87) were randomly allocated to intervention or control group. The intervention group participated in progressive aquatic resistance training for 16 weeks, 3 times a week. Control group continued normal life.

Aerobic fitness was investigated using 2 km walking test. Measurements were done at the baseline and after 16 weeks intervention. Statistical analyses were carried out using IBM SPSS Statistics 20 software by covariance analysis, t-test and Mann-Whitney test. Primary variables were: walking time (s), walking speed (km/h), estimated VO_{2max} (ml/kg/min) and index of the fitness. Secondary variables were weight (kg) and body mass index (kg/m^2).

Results

There were significant differences between pre- and posttest measurements in intervention and control groups in walking time ($p=.013$), walking speed ($p=.008$), estimated VO_{2max} ($p=.003$), index of the fitness ($p=.009$), weight ($p=.002$) and body mass index ($p=.001$).

Comparing the posttest measurements significant difference was observed between intervention and control groups in walking time and speed ($p<.05$).

Conclusion

Progressive aquatic resistance training improves aerobic fitness with people who have knee osteoarthritis. Aquatic resistance training can be recommended as one of the training methods for patients with osteoarthritis.

Keywords: Osteoarthritis, aquatic exercise, aerobic fitness, 2 km walking test

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 POLVEN NIVELRIKKO.....	2
2.1. Esiintyvyys ja kustannukset.....	2
2.2 Taudinkuva ja etiologia	2
2.3 Oireet ja diagnostiikka	4
2.4 Nivelrikko vaihdevuodet ohittaneilla naisilla	5
3 NIVELRIKON LÄÄKKEETÖN HOITO	7
3.1 Liikunta.....	8
3.2 Vesiharjoittelu.....	10
4 AEROBINEN KUNTO JA POLVEN NIVELRIKKO	11
4.1 UKK-instituutin 2 km:n kävelytesti.....	12
4.2 Harjoittelun vaikuttavuus nivelrikkopotilaiden aerobiseen kuntoon	14
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	15
6 TUTKIMUSAINEISTO - MENETELMÄT	16
6.1 Tutkittavat	17
6.2 Harjoitusinterventio	18
6.3 Muuttujat ja mittausmenetelmät	20
6.4 Tilastolliset menetelmät	20
7 TULOKSET	21
8 POHDINTA.....	23
8.1 Tulosten tarkastelu	23
8.2 Luotettavuus ja eettisyys.....	26
9 JOHTOPÄÄTÖKSET	28
LÄHTEET	29
LIITTEET	37

1 JOHDANTO

Nivelrikko eli artroosi on maailman yleisin nivelsairaus (Arden ja Nevitt 2006). Polven nivelrikko yleistyy ikääntyessä. Yli 75- vuotiaista polven nivelrikkoa sairastaa 32 % naisista ja 16 % miehistä (Arokoski 2012c). Nivelrikon oireita yleisimmin ovat niveljäykkyys, kipu ja turvotus (Kannus 2006) sekä nivelen vähentynyt toimintakyky (Felson ym. 2000). Sen syytä ei varmasti tiedetä, mutta erilaisia riskitekijöitä on tunnistettu (Konttinen ym. 2003).

Nivelrikon hoidon pääpaino on lääkkeettömässä hoidossa (Konttinen ym. 2003). Polven nivelrikkopotilaille on todettu olevan hyötyä aerobisesta harjoittelusta sekä vesi- ja/tai lihasvoimaharjoittelusta, samoin kuin painon pudotuksesta (Hochberg ym. 2012). Yleisimpiä suositeltuja liikuntamuotoja ovat muun muassa kuntosali, vesiharjoittelu, hiihto ja pyöräily (Kannus 2011).

Aerobinen kunto on yksi yleisimmin mitatuista fyysisen kunnan ominaisuuksista. Aerobisen kunnan mittarina käytetään usein maksimaalista hapenottokykyä (Keskinen 2005). Maalla tapahtuvan harjoittelun on todettu parantavan fyysistä suorituskykyä polven nivelrikossa (Fransen 2003). Vaikka vesiharjoittelu on yksi yleisimmistä suositelluista liikuntamuodoista polven nivelrikossa, on sen hyödyistä aerobiseen kuntoon kuitenkin vain vähän tutkimuksia (Escalante ym. 2011).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia vesiharjoittelun vaikutusta aerobiseen kuntoon polven nivelrikkoa sairastavilla postmenopausaalisilla naisilla. Tutkimusaineistoni olen saanut Jyväskylän yliopistossa olleesta SQUAREHAB-tutkimuksesta, jossa tutkittiin progressiivisesti etenevän vesiharjoittelun vaikutusta nivelrustoon ja fyysiseen toimintakykyyn polven nivelrikkoa sairastavilla naisilla.

2 POLVEN NIVELRIKKO

Nivelrikko eli artroosi aiheuttaa muutoksia koko nivelessä. Muutokset tapahtuvat yleensä hitaasti, mutta pikku hiljaa heikentävät nivelrikkopotilaan toiminta- ja liikkumiskykyä kivun lisääntyessä ja nivelen liikkuvuuden pienentyessä sekä lihaksiston heikentyessä (Arokoski 2012a). Yleisimmin nivelrikkoa esiintyy polvissa, lonkissa, sormissa ja selkänikamien välisissä nikamissa (Pohjolainen 2015).

2.1. Esiintyvyys ja kustannukset

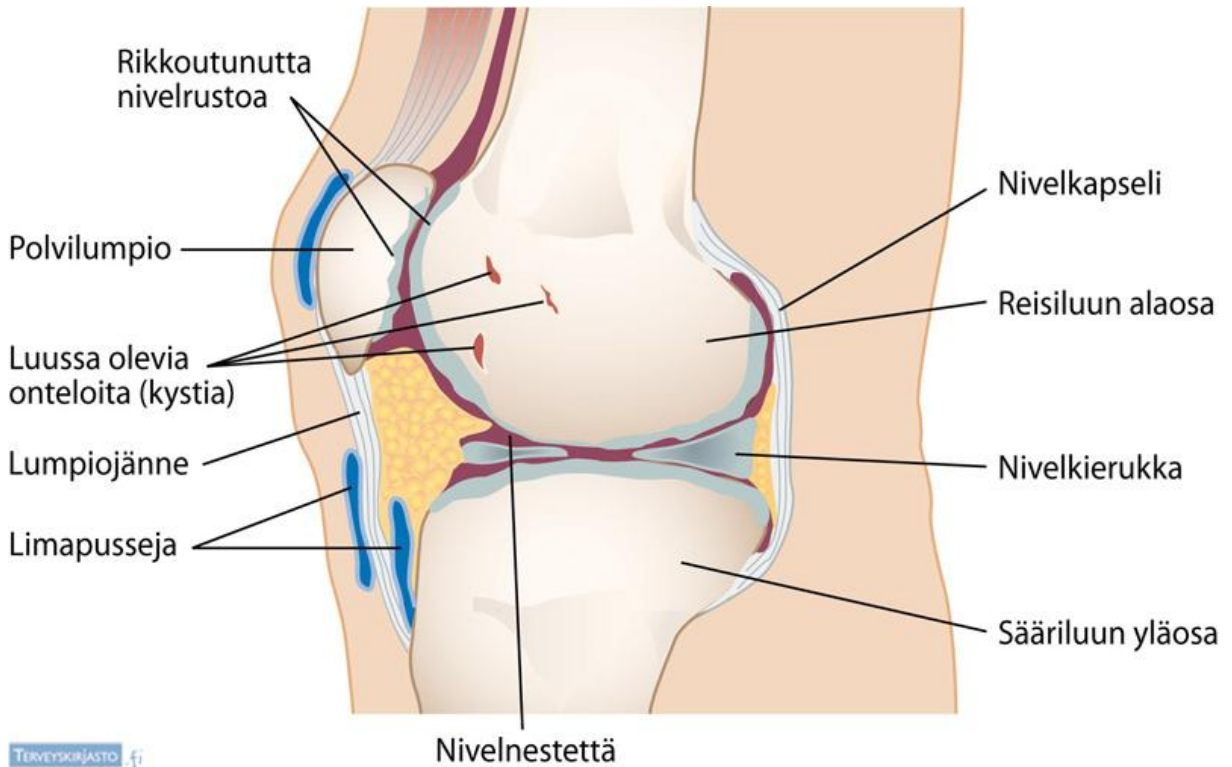
Nivelrikko eli artroosi on maailman yleisin nivelsairaus (Arden ja Nevitt 2006). Polven nivelrikko yleistyy ikääntyessä (Arokoski 2012b). Terveys2000-tutkimuksen mukaan ja sitä sairastaa 75-84 –vuotiaista noin 16 % miehistä ja noin 32 % naisista. Radiologisesti vuosittainen uusien polven nivelrikkojen ilmaantuvuus on yli 55-vuotiaalla noin 1-3 % (Arokoski 2012c). Kuitenkin on todettu, että naisilla polven nivelrikko on alle 75-vuotiailla pienentynyt puoleen 20 vuoden aikana. Miehillä polven nivelrikko on selvästi lisääntynyt 85-vuoden iän jälkeen (Arokoski ym. 2007) .

Nivelrikko vaikuttaa varsinkin ikääntyneen väestön liikuntakykyyn sekä itsenäiseen selviytymiseen. Nivelrikossa korkeimmat kustannukset tulevat toimintakyvyn heikkenemisestä. Nykyään 6% maksettavista työkyvyttömyyseläkkeistä on myönnetty nivelrikon perusteella (Heliövaara ym. 2008). Polven nivelrikosta johtuvia primaarileikkauksia tehdään Suomessa vuosittain 108 jokaista 100 000:ta asukasta kohden. Vuonna 2003 polven primaarileikkauksen kustannukseksi on arvioitu 7730 euroa. Vaikka tekonivelleikkaus on kallis hoitomuoto, se on kaikista huolimatta kustannustehokas ja parantaa muun muassa elämänlaatua huomattavasti (Heliövaara ym. 2008).

2.2 Taudinkuva ja etiologia

Nivelrikko voi vaikuttaa niin nivelrustoon, nivelkapseliin, luuhun kuin lihakseenkin (Arokoski & Kiviranta 2012, kuva1). Nivelrikossa nivelen voiteluominaisuudet heikentyvät ja nivelpinnat hankaavat toisiaan vasten. Syntyy kitkaa ja näin ollen nivelpinnat kuluvat ja pikku hiljaa ohentuvat ja rappeutuvat (Konttinen 2003). Nivelruston pinnalla voidaan nähdä myös

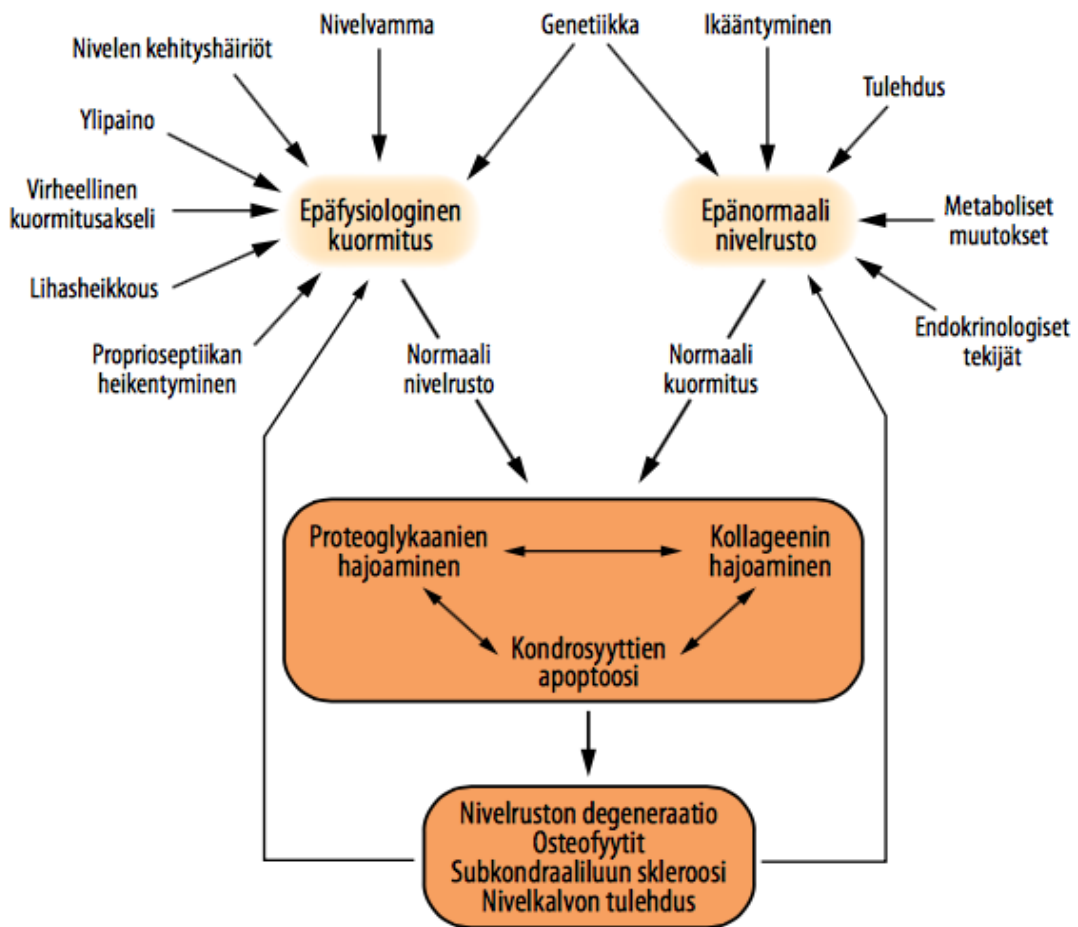
kollageenisäikeiden uudismuodostumista ja uudelleenorganisoitumista sekä rustohalkeamia. Lopulta rusto voi tietyistä kohtaa olla täysin hävinnyt, jolloin puhutaan rustoeroosiosta (Kannus 2006).



KUVA 1. Nivelrikko (Pohjolainen 2015).

Nivelriikon taustalla olevaa perimmäistä syytä ei tiedetä varmasti (Arokoski & Kiviranta 2012). Vallalla oleva käsitys on, että poikkeava mekaaninen kuormitus ja normaali kuormitus poikkeavassa rustokudoksessa voivat aiheuttaa nivelessä biokemiallisen tapahtumasarjan, joka johtaa lopulta nivelvaurioon (Lammi ym. 2008, kuva 2).

Nivelriikon riskitekijät voidaan jakaa systeemisiin ja paikalliseen. Systeemisiä riskitekijöitä ovat muun muassa ikä, sukupuoli ja perinnölliset tekijät, kun taas paikallisia riskitekijöitä ovat erilaiset nivelvammat ja poikkeavat kuormitukset (Konttinen ym. 2003, Lammi ym. 2008). Näiden lisäksi myös lihavuus, nivelen kehityshäiriöt, nivelsairaudet, yleissairaudet ja niveleen kohdistuva toistuva kova liikuntarasitus (Kannus 2006) tai työhön liittyvä nostelu ja kyykistely voivat olla riskitekijöitä (Felson & Zhang 1998). Valdes ym. (2011) ovat myös todenneet, että polven ja lonkan nivelriikon kehityksen taustalla saattaa olla myös useita altistavia geenejä.



KUVA 2. Nivelrikkoon johtava kehitys ja riskitekijät (Lammi ym. 2008).

2.3 Oireet ja diagnostiikka

Nivelriikon diagnostiikka perustuu potilaan oireisiin, kliiniseen tutkimukseen, radiologisiin löydöksiin ja tarvittaessa laboratoriotutkimukseen (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Käytetyimmät luokitukset ovat American Collage of Rheumatologyn kliinis-radiologinen kriteeristö polvinivelrikkosisille, jossa kriteeteinä ovat 1) polvikipu useampana päivänä kuukaudessa, 2) yli 50 vuoden ikä, alle 30 minuuttia kestävä aamujäykkyys ja/tai krepitaatio kliinisessä tutkimuksessa sekä 3) löydöksenä polven röntgenkuvissa osteofyyttejä (Altman ym. 1991). Nivelriikon oireista yleisimpinä ovat niveljäykkyys, kipu ja turvotus (Kannus 2006) sekä nivelen heikentynyt toimintakyky. Oireet vaikuttavat henkilön fyysiseen aktiivisuuteen ja usein rajoittavat henkilön osallistumista eri tilanteisiin ja laskevat näin ollen myös heidän elämän laatua (Felson ym. 2000).

Nivelkipu polvessa on usein jomottavaa, provosoituu liikkussa ja helpottaa levossa. Kipu on usein paikallista, mutta voi myös säteillä säären yläosaan tai tuntua polven alueella epätarkasti. Niveljäykkyyttä esiintyy varsinkin aamuisin ja muun muassa pitkän istumisen jälkeen. Myös erilaisia suoritusrajoitteita pukeutumisessa, peseytymisessä tai liikkumisessa voi esiintyä, esimerkiksi kävely rapuissa ja tasamaalla vaikeutuu sekä liikkeelle lähtö hankaloituu (Hooper & Moscovitz 2007).

Kliinisessä tutkimuksessa katsotaan nivelrikko potilaan liikkumista, nivelen asentoa ja ulkomutoa (Polvi ja lonkka nivelrikko 2014). Polvessa voidaan todeta ojennus- ja koukistusvajetta sekä ojennusvoiman heikentymistä (Liikavainio ym. 2008). Laboratoriotutkimuksia käytetään lähinnä erotusdiagnostiikallisista syistä muihin sairauksiin (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

Radiologisen vaikeusasteen luokittamiseksi polven nivelrikossa käytetään yleisesti Kellgren-Lawrencen luokistusta (taulukko 1). Polven nivelrikon rajana on pidetty useimmissa tutkimuksissa Kellgren-Lawrencen luokkaa 2, asteikon ollessa 0-4 (Schiphof ym. 2008).

TAULUKKO 1. Kellgren-Lawrencen luokitus polvenivelrikossa (Kellgren 1963).

Luokka	Polven nivelrikko
1	Mahdollinen nivelraon kaventuminen ja mahdollinen reunaosteofyytti.
2	Selvät osteofyytit ja mahdollinen nivelraon kaventuminen.
3	Useita kohtalaisia osteofyyttejä, selvä nivelraon kaventuminen ja jonkin verran skleroosia ja mahdollinen luiden päiden deformeetti.
4	Kookkaita osteofyyttejä, merkittävä nivelraon kaventuminen, vaikea skleroosi ja selvä luiden päiden deformeetti.

2.4 Nivelrikko vaihdevuodet ohittaneilla naisilla

Vaihdevuosilla tarkoitetaan elämänjaksoa, jolloin munasarjojen toiminnassa tapahtuu heikkenemistä ja lopulta ne lakkaavat toimimasta. Samalla estrogeenin tuotanto hiipuu (Tiitinen 2013). WHO:n (1981) mukaan vaihdevuodet on saavutettu, kun naisella on kulunut 12 kuukautta viimeisistä kuukautisista.

Estrogeenitasoilla on todettu olevan yhteyttä nivelrikkoon. Estrogeeni vaikuttaa muun muassa nivelkudoksen aineenvaihduntaan (Roman-Blast ym. 2009). Nivelruston, luun, ligamenttien ja nivelkalvon on todettu olevan herkkiä estrogeenille (Snickers ym. 2008). Eläinkokeissa estrogeenin on esimerkiksi todettu vähentävän rustovaurioita. Vaihdevuosien jälkeen estrogeenitasot laskevat ja näin ollen sen vaikutukset niveliin ja niveltä ympäröiviin kudoksiin heikkenevät tai häviävät kokonaan (Roman-Blast ym. 2009). Estrogeenin tuotannon heikentymisen on todettu olevan yhteydessä lihasmassan menetykseen (Sipilä 2003) ja naisilla lihasvoiman heikentymisen ennustavan nivelrikkoa (Roman-Blast ym. 2009). Naisilla nivelrikon esiintyvyys kasvaakin yli 50-vuoden ja vaihdevuosien jälkeen (Roman-Blas ym. 2009) ja sen on todettu olevan yleinen sairaus vaihdevuodet ohittaneilla naisilla (Wright ym. 2008).

3 NIVELRIKON LÄÄKKEETÖN HOITO

Nivelrikon ennaltaehkäisevinä toimenpiteinä voidaan pitää nivelen optimaalista kuormittumista, tuki- ja liikuntaelimestön hyvää kuntoa, vammojen ja tapaturmien välttämistä sekä muuten terveellisiä elämäntapoja (Kujala 2005). Tutkimuksissa on selvitetty useita vaaratekijöitä polvinivelrikkoon, mutta interventoiden tehosta näihin tekijöihin ei ole luotettavaa tietoa. Tasokkaita satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia ei ole julkaistu. Onkin todettu, että satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia pitäisi tehdä enemmän polven nivelrikon vaaratekijöistä, kuten ylipainosta, polvivammoista ja lihasvoimasta. Kun näitä tekijöitä saataisiin vähentymään, myös polven nivelrikko olisi ennaltaehkäistävissä (Zhang 2010).

Nivelrikon hoito tähtää kivun ja jäykkyyden vähentymiseen nivelessä, liikkuvuuden ylläpitoon ja parantamiseen, vähentämään fyysisen toimintakyvyn vajaavuutta, parantamaan elämän laatua, rajoittamaan nivelrikon etenemistä ja välittämään tietoa nivelrikkoisille heidän sairaudestaan ja sen hoidosta (Zhang ym. 2008). Sen hoito jaetaan lääkehoitoon, lääkkeettömään hoitoon ja kirurgiseen hoitoon tai näiden yhdistelmään (Di Domenico ym. 2005).

Parantavaa lääkehoitoa nivelrikkoon ei ole olemassa. Lääkehoidon tavoitteena on inhiboida kipua ja parantaa toimintakykyä. Yleisin käytetty lääke on parasetamoli (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Kirurgisista toimenpiteistä prospektiivisten tutkimusten perusteella polven tekonivelleikkauksen on todettu vähentävän kipua ja parantavan toimintakykyä sekä elämänlaatua (Ethgen ym. 2004, March ym. 1999, Salmon ym. 2001). Lääkkeetöntä hoitoa pidetään nivelrikkossa kuitenkin ensisijaisena hoitomuotona (Konttinen ym. 2003).

Lääkkeettömiä hoitoja on useita. Tutkimuksissa on todettu näyttöä aerobisella harjoittelulla sekä vesi- ja/tai lihasvoimaharjoittelulla sekä painon pudotuksella. Ehdollisia lääkkeettömiä hoitoja ovat muun muassa erilaiset apuvälineet, polvi- ja kenkätuet, fysikaaliset hoidot ja manuaalinen terapia yhdistettynä valvottuun harjoitteluun. Myös erilaiset potilasohjaukset ja itseselviytymisohjelmat sekä psykososiaaliset tukitoimet luetaan hoitomuodoiksi (Hochberg ym. 2012). Termisistä hoidoista kylmähoito saattaa lyhytaikaisesti lisätä reiden etuosan lihasten voimaa, polven liikkuvuutta ja vähentää turvotusta polvinivelrikkoisilla (Salo ym.

2012). Lämpöhoidoista taas ultraäänen on todettu ainakin hieman parantavan toimintakykyä ja vähentävän kipua polven nivelrikossa (Salo & Kettunen 2012).

Polvinivelrikkosisille laihtumisen hyödyistä kipuun ja toimintakykyyn on niukkaa näyttöä (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Chirtensenin ym. (2007) tutkimuksessa polven nivelrikkopotilaiden toimintakyvyn on todettu paranevan, kun paino putosi noin viisi prosenttia lähtöpainosta. Kivut taas vähenivät, kun painoa oli tippunut 6,1 kilogrammaa lähtöpainosta. Painonpudotus ei kuitenkaan suoraan ennustanut muutosta kipuun.

Polven nivelrikkopotilaille, joilla on ylipainoa, on todettu eniten olevan hyötyä ohjelmalla, jossa yhdistetään laihdutus- ja liikuntaharjoittelu. Verrattuna pelkästään liike- ja liikuntaharjoitteluun tai ruokavalioohjeistukseen näyttää näistä yhdistetyllä ohjelmalla olevan merkittävin rooli objektiiviseen toimintakykyyn ja subjektiiviseen toiminnanhaittaan (Helminen 2012). Millerin ym. (2006) tutkimuksessa todettiin toimintakyvyn parantuvan eniten niillä, jotka pudottivat painoaan eniten. Painonpudotuksen pysäyttävästä tai parantavasta vaikutuksesta polven nivelrikkoon ei ole tieteellistä näyttöä, mutta se saattaa hyvinkin pienentää sairauden riskiä (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

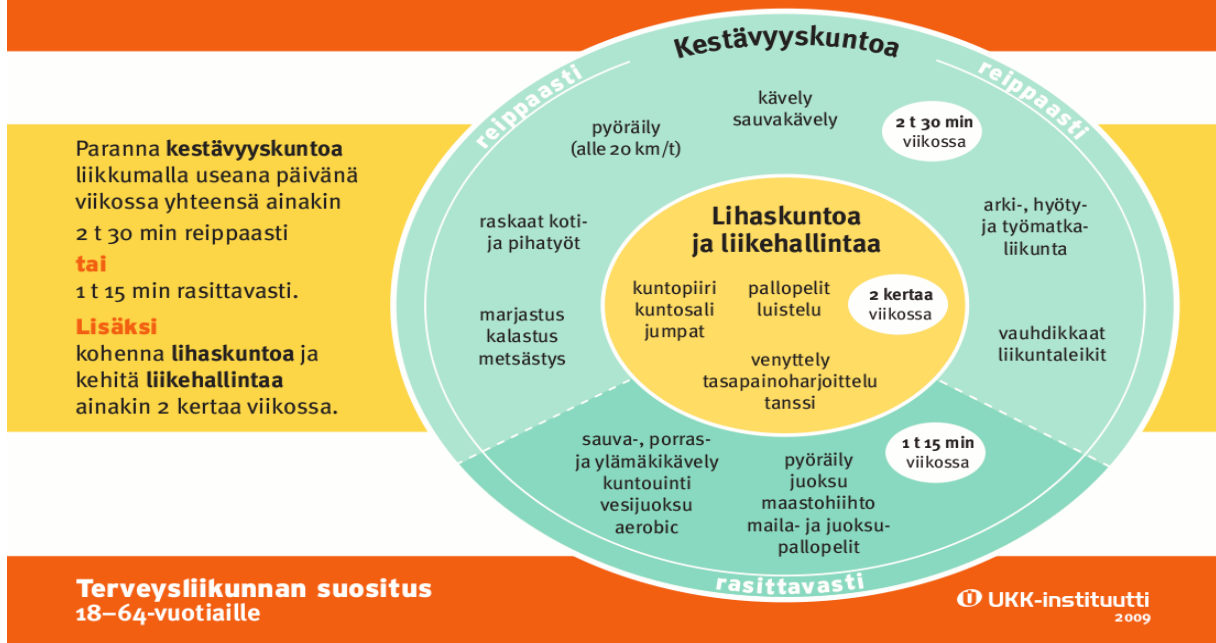
3.1 Liikunta

Yhdysvaltalaisiin liikuntasuosituksiin sisältyy kohtuu kuormittaista liikuntaa ainakin 2,5 tuntia viikossa sekä lihasvoimaa ja -kestävyyttä kahtena päivänä viikossa. (U.S Department of Health and Human Services 2008). Suositusta on pidetty yleisenä liikuntasuosituksena myös suomalaiselle väestölle ja UKK-insituutti on tehnytkin liikuntapiirakan soveltaen siinä näitä suosituksia (Liikunta 2012, kuva 3).

Polven nivelrikkopotilaiden liikuntaohjeet suunnitellaan yksilöllisesti (van Baar ym. 2001) ja käyttäen sovelletusti aikuisten liikuntasuosituksista (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Yli 65-vuotiaille on tehty oma liikuntapiirakka. Ohjeistuksen mukaan yli 65-vuotiaat tarvitsevat aerobista liikuntaa vähintään viitenä päivänä viikossa ja lihasvoimaharjoittelua kahdesti viikossa (U.S Department of Health and Human Services 2008).

Viikoittainen

LIIKUNTAPIIRAKKA



KUVA 3. 18-64 vuotiaiden liikuntapiirakka (Liikuntapiirakka 2014)

Hyviä liikuntamuotoja ovat sellaiset lajit, joissa nivelpintoihin ei kohdistu isku- tai vääntökuormituksia eikä polvien tai alaraajojen päälle terävästi kohdistu koko kehon paino. Kuntosali, vesijuoksu, pyöräily, hiihto tai esimerkiksi rauhallinen tanssi voivat olla hyviä liikuntamuotoja nivelrikkoisille (Kannus 2011). Polven nivelrikkopotilaille kävelyn tai reiden etuosan voimaharjoittelun on todettu yhtä paljon vähentävän kipua sekä parantavana polven toimintakykyä (Roddy ym. 2005). Harjoitteluryhmien ja kontrolliryhmän röntgenkuvissa nivelrikon etenemisestä ei ole myöskään todettu eroja voimaharjoittelua ja aerobista kuntoa kuvaavissa tutkimuksissa (Bennell ym. 2011).

Maalla tapahtuvan harjoittelun on todettu vähentävän kipua ja parantavan polven funktiota polvinivelrikkoisilla (Fransen & McConnell 2008). Terapettisen harjoittelun vaikutuksien on todettu jäävän kuitenkin lyhyeksi interventioiden ollessa lyhyitä. Näyttöä siis harjoittelun pitkäaikaisvaikutuksista uupuu ja näin ollen harjoittelua suositellaankin jatkettavaksi intervention jälkeen (van Baar ym. 1999, Pisters ym. 2007). Myöskään optimaalisesta harjoittelun annostelusta ja muodosta ei ole tieteellistä näyttöä (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Fransenin ja McConnellin (2008) katsauksen perusteella on kuitenkin arvioitu, että harjoituskertoja tulisi olla enemmän kuin 12, jotta polven nivelrikkopotilaiden kivun vähentymisessä ja toimintakyvyn parantumisessa saadaan aikaan vaikutuksia.

3.2 Vesiharjoittelu

Vesiharjoittelu tunnetaan myös nimillä allasterapia tai vesiterapia. Vesiharjoittelussa veden lämpötila on 32-36 asteen välillä ja siihen voi kuulua aerobista harjoittelua, voima-, liikkuvuus- tai venyttelyharjoituksia (Bartels ym. 2007).

Veden hydrodynaamiset ominaisuudet tekevät siitä erilaisen liikkumiselementin verrattuna maalla tapahtuvaan harjoitteluun. Tärkeimmät ominaisuudet ovat hydrostaattinen paine, noste, ja vastus. Nämä ominaisuudet ovat seurausta veden tiheydestä, joka on noin tuhatkertainen ilmaan verrattuna. Vastus vedessä muodostuu tiheyden, turbulenssin, veden virtauksen, raajan pinta-alan ja liikenopeuden yhteisvaikutuksesta. Liikkeen kohdistuessa nostetta vastaan vastus lisääntyy ja vähenee liikkeen ollessa samansuuntainen nosteseen nähden (Pöyhönen 2002).

Mitä syvemmällä vedessä ollaan, sitä suurempi on niin vastus kuin veden omasta painosta johtuva hydrostaattinen paine. Paine lisää laskimopaluuta alaraajoista ja vatsaontelosta rintaonteloon. Noste taas vähentää esimerkiksi tuki- ja liikuntaelimestöön kohdistuvia nivelvoimia (Pöyhönen 2002). Mies painaa rintalastan alaosaan yltävässä vedessä 34 % ja nainen 28 % omasta normaalipainostaan (Harrison ym. 1987). On myös todettu, että lihaksen sähköinen aktiivisuus vedessä vähenee ja refleksien toiminta vaimenee. Vedessä vallitsevat olosuhteet voivatkin paineen, nosteen ja lämpötilan vuoksi olla suotuisat esimerkiksi lihaksen jäykkyydestä tai kireydestä kärsivien henkilöiden kuntoutuksessa (Pöyhönen 2002).

Veden on todettu olevan hyvä elementti nivelrikkopotilaille harjoitella, koska siinä liikkeet ovat usein helpompia ja kivuttomampi tehdä. Veden nosteesta johtuen harjoittelu ei vaadi niin suuria ponnisteluja nivelrikkoisille kuin maalla. Veden noste sallii myös suuremmat liikelaajuudet ja lämpötila voi vähentää kiputunteja, esimerkiksi lämmin vesi rentouttaa ja vähentää lihasspasmeja ja -kireyttä (Konlian 1999).

Vesiharjoittelun hyödyistä polvinivelrikkoisille on vielä rajoitetusti tutkimuksia. Kuitenkin vesiharjoittelusta on todettu olevan lyhytkestoista hyötyä lonkan ja polven nivelrikkopotilaille (Bartels ym. 2007). Vesiharjoittelun on muun muassa todettu vähentävän kipua (Norton ym. 1997, Wyatt ym. 2001) sekä parantavan elämän laatua (Wang ym. 2007, Hinman ym. 2007) ja toimintakykyä (Cochrane ym. 2005) polven nivelrikkopotilailla.

4 AEROBINEN KUNTO JA POLVEN NIVELRIKKO

Kunnolla tarkoitetaan tilaa, jota voidaan tarkastella erilaisten liikuntasuoritusten ominaisuuksien mukaan, kuten aerobinen kunto tai elinjärjestelmittään, kuten hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto (Vuori 2005). Nykyään puhutaan myös terveystunnosta, joka vaikuttaa ihmisten liikuntaelimistön toimintakykyyn. Sen yhtenä ulottovuutena on aerobinen kunto (Oja 2005).

Aerobisen kunnan yksi osatekijä on hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto, josta puhutaan myös nimityksellä kestävyyskunto (Suni ja Vasankari 2011b). Kestävyteen vaikuttavat hengitys- ja verenkiertoelimistön lisäksi lihasten energia-aineenvaihdunta ja hermolihasjärjestelmän toiminta. Kestävyys harjoittelussa käytetään aerobista eli hapen avulla tapahtuvaa energian tuottamista (Keskinen 2005). Aerobinen kunto voidaan vielä jakaa pienempiin osa-alueisiin, kuten maksimaaliseen aerobiseen tehoon (Oja 2005), jota yleisimmin tutkitaan maksimaalisella hapenottokyvyllä (VO_{2max}). Se on tärkein kestävyyskunnan mittari (Kutinlahti 2015).

Hengitys- ja verenkiertoelimistön kykyä kuljettaa happea ja lihasten kykyä käyttää sitä kovassa rasituksessa sanotaan maksimaaliseksi hapenottokyvyksi. Se voidaan ilmaista joko absoluuttisena arvona eli kuinka monta litraa elimistö pystyy käyttämään happea minuutin aikana tai yleisimmin käytössä olevana suhteellisena arvona, jolloin hapenottokyky ilmoitetaan painokiloa kohti. Maksimaaliseen hapenottokykyyn vaikuttaa kestävyysharjoittelu, ikä, sukupuoli ja liikuntalaji. Naisilla usein on miehiin verrattuna matalammat hapenottoarvot pienemmän lihasmassan vuoksi. Liikuntalajeissa, joissa lihaksia on enemmän käytössä, kehittyy maksimaalinen hapenottokyky suuremmaksi – esimerkiksi hiihto ja pyöräily (Kutinlahti 2015).

Maksimaalista hapenottokykyä voidaan mitata joko suorasti tai epäsuorasti. Suoria VO_{2max} -testejä tehdään hengityskaasuanalysaattoreilla. Mittaus on kuitenkin aikaa vievää ja siihen tarvitaan erityiskalusto. Tämän vuoksi on kehitetty myös epäsuoria mittausmenetelmiä (Suni ja Vasankari 2011b), joita voidaan käyttää pitkäaikaisen kestävyuden tai submaksimaalisen kestävyuden arvioimiseen. Nämä mittaukset perustuvat usein sydämen sykkeeseen, hengityskaasuihin ja veren laktaattipitoisuuksiin ja ne ovat aina arvioita maksimaalisesta

hapenkulutuksesta (Keskinen 2005). Tulosten vertailua erilaisten epäsuorien testien kesken ei pitäisikään tehdä, mutta tuloksia samalla testillä tehden voi vertailla (Suni ja Vasankari 2011b).

Testauksen helpottumiseksi on myös tehty joitakin kenttätestejä, jotka ovat helppo toteuttaa ja niihin on kehitelty ennustekaavat, joiden avulla voidaan arvioida maksimaalista hapenottokykyä. Tällaisia testejä ovat esimerkiksi Cooperin testi tai UKK-instituutin kahden kilometrin kävelytesti. Nämä testit perustuvat pääasiassa tiettyssä ajassa kuljettuun matkaan tai tietylle matkalla kuluneeseen aikaan (Keskinen 2005). Tässä tutkimuksessa testinä käytettiin UKK-instituutin kahden kilometrin kävelytestiä.

4.1 UKK-instituutin 2 km:n kävelytesti

Kahden kilometrin kävelystestiä on kehitelty systemaattisesti UKK-instituutin puolesta jo vuodesta 1986. Tarkoituksena oli saada passiivisille ja vähän liikkuville luotettava, terveyttä edistävä ja liikuntaa edistävä kuntotesti (Mänttari 2004).

Testiä käytetään arvioimaan maksimaalista hapenottokykyä (VO₂max) sekä mittaamaan kykyä kävellä reippaasti (Suni ym. 2010). Sen on todettu olevan soveltuva mittaamaan hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa ja arvioimaan maksimaalista hapenottokykyä terveillä aikuisilla (Laukkanen ym. 1991, Laukkanen ym. 1992a) sekä ylipainoisilla muuten terveillä henkilöillä (Laukkanen 1992b). Testi on myös todettu tarkaksi arvioimaan maksimaalisen hapenottokyvyn muutoksia terveillä aikuisilla (Laukkanen ym. 2000) sekä ikääntyneillä naisilla (Rance ym. 2005).

Kävelytestissä pyydetään tutkittavaa kävelemään kahden kilometrin matka niin nopeasti kuin pystyy omaa turvallisuutta vaarantamatta ja ilman, että ottaa juoksu askelia. Testiohje kuuluu: *”Kävele mahdollisimman nopeasti tasaisella vauhdilla, terveyttäsi vaarantamatta”*. Testi suoritetaan tasaisella alustalla (Suni ym. 2010).

Laskukaavaa käyttäen arvioidaan maksimaalinen hapenottokyky. Miehille ja naisille on eri laskukaavat. Kaavaan tarvitaan tiedot kävelyajasta, painoindeksistä, iästä ja testin lopussa otettavasta sykelukemasta. Kävelyaika ilmoitetaan minuutteina ja sekunteina (Mänttari 2004).

Miesten laskukaava:

$$\text{VO}_{2\text{max}} (\text{ml} * \text{kg}^{-1} * \text{min}^{-1}) =$$

$$184,9 - 4,65 * \text{aika} - 0,22 * \text{syke} - 0,26 * \text{ikä} - 01,05 * \text{BMI}$$

Naisten laskukaava:

$$\text{VO}_{2\text{max}} (\text{ml} * \text{kg}^{-1} * \text{min}^{-1}) =$$

$$116,2 - 2,98 * \text{aika} - 0,11 * \text{syke} - 0,14 * \text{ikä} - 0,39 * \text{BMI}$$

Maksimaalinen hapenkulutus painokiloa kohden kertoo maksimaalisesta aerobisesta suorituskyvystä (Mänttari 2004). Kahden kilometrin kävelytestin tuloksista voidaan kuitenkin laskea yhtälöiden perusteella myös kuntoluokka tutkittavalle (Suni ym. 2010). Kuntoluokka kertoo kuntotasosta samanikäisiin aikuisiin verrattuna (Mänttari 2004). Kuntoluokkia on neljä, jossa 1 on huonoin ja 4 paras kuntoluokka (Suni ym. 2010, taulukko 2).

Miesten kuntoluokan laskukaava:

$$\{[\text{kävelyaika (min)} * 11,6] + [\text{kävelyaika (s)} * 0,2] + [\text{syke (lyöntiä minuutissa)} * 0,56] + [\text{painoindeksi (kg/m}^2\text{)} * 2,6]\} - [\text{ikä (vuosina)} * 0,2] = \text{tulos}$$

$$420 - \text{tulos} = \text{KUNTOLUOKKA}$$

Naisten kuntoluokan laskukaava:

$$\{[\text{kävelyaika (min)} * 8,5] + [\text{kävelyaika (s)} * 0,14] + [\text{syke (lyöntiä minuutissa)} * 0,32] + [\text{painoindeksi (kg/m}^2\text{)} * 1,1]\} - [\text{ikä (vuosina)} * 0,4] = \text{tulos}$$

$$304 - \text{tulos} = \text{KUNTOLUOKKA}$$

TAULUKKO 2. Kahden kilometrin kävelytestin kuntoluokat (Suni ym. 2010)

Kuntoluokka		Ikä			
		30-39	40-49	50-59	60-69
1	miehet	≥16:08	≥16:32	≥17:29	≥18:14
	naiset	≥17:43	≥18:08	≥18:26	≥20:05
2	miehet	15:29-16:07	15:31-16:31	16:13-17:28	17:08-18:13
	naiset	16:53-17:42	16:47-18:07	17:05-18:25	18:59-20:04
3	miehet	14:30-15:28	14:26-15:30	15:20-16:12	15:59-17:07
	naiset	15:58-16:52	16:01-16:46	15:55-17:04	17:56-18:58
4	miehet	≤14:29	≤14:25	≤15:19	≤15:58
	naiset	≤15:57	≤16:00	≤15:54	≤15:55

4.2 Harjoittelun vaikuttavuus nivelrikkopotilaiden aerobiseen kuntoon

Polven nivelrikkopotilaiden on todettu olevan fyysisesti inaktiivisempia kuin normaaliväestön (Hootman ym. 2003). Tämän vuoksi ilmeisemmin heillä voi olla myös heikompi fyysinen kunto ja vaikeuksia selviytyä päivittäisissä toiminnoissa (Escalante ym. 2010).

Harjoitteluterapialla yleisesti on todettu olevan hyötyvaikutusta polvinivelrikko potilailla kipuun, itse ilmoitettuun ja tutkittuun toimintakykyyn sekä potilaan omaan arviointiin siitä, miten harjoitteluterapia on yleisesti vaikuttanut heidän tilanteeseen (van Baar ym. 1999). Aerobista harjoittelua on pitkään jo pidetty yhtenä hoitomuotona erilaisissa harjoitteluinterventioissa vähentämään kipua ja parantamaan toimintakykyä nivelrikkopotilailla (Brosseau ym. 2014). Minor ym. (1989) tutkimuksessa suositellaan aerobista kuntoharjoittelua potilaille, joilla on nivelrikko tai –reuma. Maalla tapahtuvan harjoittelun on todettu parantavan fyysistä suorituskkyä polven nivelrikossa (Fransen ym. 2003). Kovarin ym. (1992) tutkimuksessa valvotun kävelyharjoittelun on todettu parantavan kuuden minuutin kävelytestin tuloksia ja Ettingerin ym. (1997) tutkimuksessa niin aerobisen- kuin voimaharjoittelunkin parantavan fyysistä suorituskkyä polvinivelrikkoisilla.

Vesiharjoittelun hyödyistä aerobiseen kuntoon on kuitenkin vain vähän tutkimuksia. Harjoittelusta yleisesti polven ja lonkan nivelrikkopotilaille on tehty systemaattinen kirjallisuuskatsaus, jossa todettiin maalla tapahtuvalla thai chi harjoittelulla, maalla tapahtuvalla aerobisella harjoittelulla ja seka-harjoitteluohjelmalla parempia tuloksia kuin vesiharjoittelulla aerobiseen kuntoon polvi- ja lonkkanivelrikkoisilla. Tulokset eivät kuitenkaan olleet täysin selkeitä osittain siksi, että harjoitusohjelmat olivat niin heterogeenisiä (Escalante ym. 2010). Wang ym. (2006) tutkimuksessa kuitenkin saatiin tulokseksi 12 viikon vesiharjoittelun parantavan aerobista kuntoa polvi- ja lonkkanivelrikkopotilailla sekä Minorin ym. (1989) tutkimuksessa saatiin aerobisella kävelyharjoittelulla sekä vesiharjoittelulla parannettua aerobista kuntoa. Brosseau ym. (2014) ovatkin todenneet, että aerobisesta harjoittelusta on enemmän hyötyä nivelrikkopotilaille kuin harjoittelemattomuudesta.

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

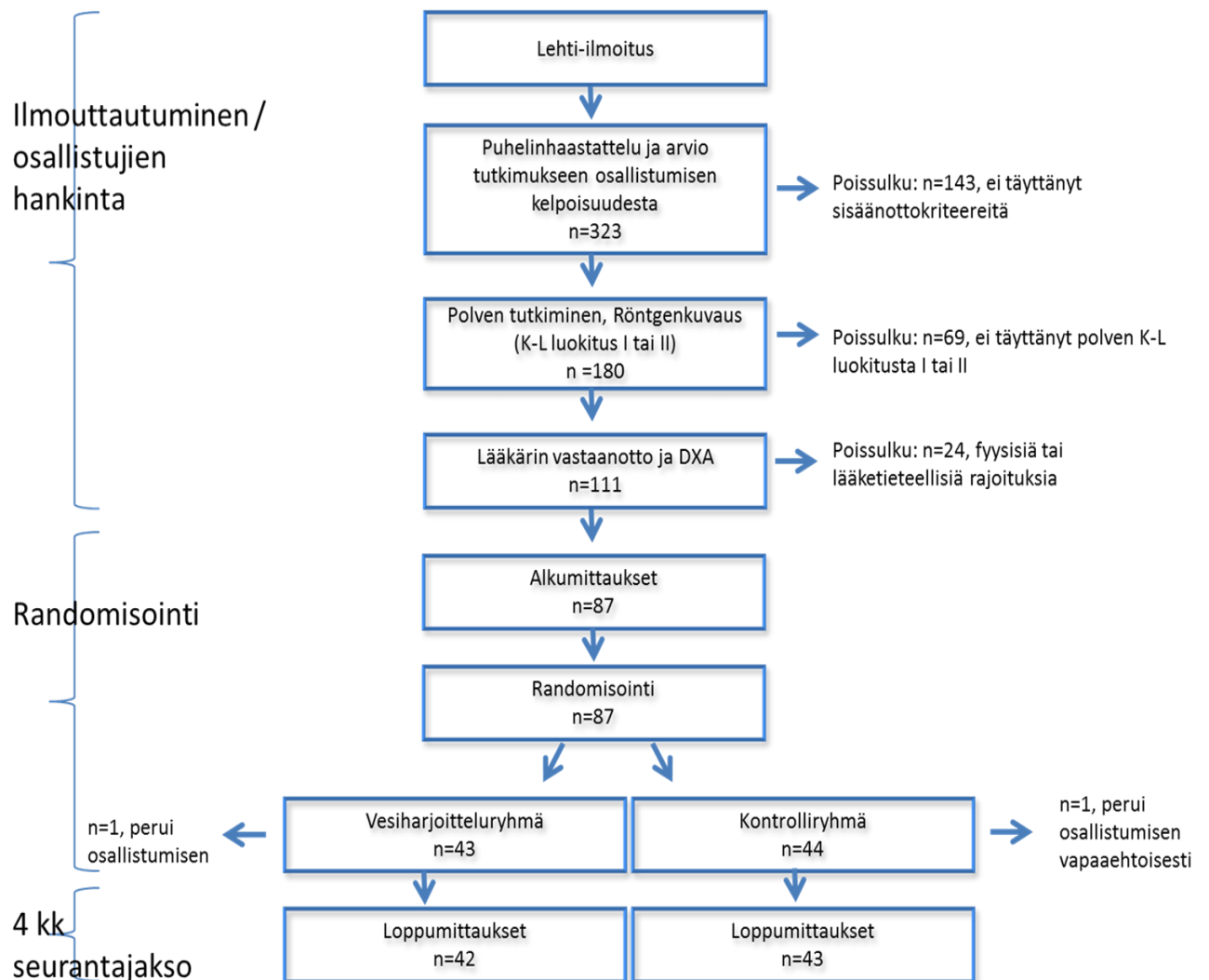
Pro Gradu tutkielmani tarkoituksena oli tutkia vesiharjoittelun vaikutusta aerobiseen kuntoon lievää polven nivelrikkoa sairastavilla postmenopausaalisilla naisilla. Tutkimuksessa koeryhmä harjoitteli vedessä 16 viikon ajan kolme kertaa viikossa. Harjoitusohjelma sisältää vastusharjoittelua ja etenee progressiivisesti. Kontrolliryhmä jatkaa normaalia elämää. Aerobista kuntoa tutkitaan kahden kilometrin kävelytestillä.

Tutkimuskysymykseksi muodostui:

- 1) Miten vesiharjoittelu vaikuttaa polven nivelrikkoa sairastavien aerobiseen kuntoon?

6 TUTKIMUSAINEISTO - MENETELMÄT

Tämä tutkimus on osa laajempaa Jyväskylän yliopistossa meneillään olevaa satunnaistettua kontrolloitua ”Vesikuntoutus polven nivelrikossa” –tutkimusta (AquaRehab), jossa tutkittiin neljä kuukautta kestävänsä progressiivisesti etenevän vesiharjoittelun vaikutusta nivelrustoon ja fyysiseen toimintakykyyn lievää polven nivelrikkoa sairastavilla naisilla. Tutkimuksessa on tehty alkumittaukset ennen neljän kuukauden interventiota ja loppumittaukset intervention jälkeen. Lisäksi 12 kuukauden kuluttua loppumittauksista tehtiin seurantamittaukset. AquaRehab-tutkimus toteutettiin 2012-2014 välisenä aikana kahdessa eri otoksessa. Tämä tutkimus käsittelee syksyn 2012 ja kevään 2013 aikana tehtyjä alku- ja loppumittauksia aerobisen kunnan osalta. Tutkimuksen kulku on näkyvissä kuvassa 4.



Kuva 4. Tutkimuksen kulku

6.1 Tutkittavat

Tutkittavia haettiin lehti-ilmoituksella, jonka jälkeen vapaaehtoisesti ilmoittautuneille tehtiin puhelinhaastattelulla arvio tutkimukseen osallistumisen kelpoisuudesta (N=232). Molemmille polville tehtiin röntgenkuvaus, jonka avulla lääkäri arvioi polven nivelrikon asteen Kellgren-Lawrencen luokitusta käyttäen. Kellgren-Lawrence luokituksen ollessa I tai II eli jos tutkittavalla todettiin lievä polven nivelrikko, tehtiin tutkittaville vielä DXA (Dual-energy X-ray absorptiometry) -mittaus luuntiheyden määrittämiseksi sekä kliininen tarkastus sisäänotto- ja poissulkukriteerien toteamiseksi lääkärin toimesta. Jos molemmissa polvissa oli lievää nivelrikkoa valittiin tutkittavaksi polveksi se, josta löytyi enemmän nivelrikkoon viittaavia muutoksia.

Osallistujat, jotka täyttivät sisäänottokriteerit oli yhteensä 87 henkilöä. Heidät jaettiin satunnaisesti koe- (n=43) ja kontrolliryhmään (n=44). Koeryhmästä yksi henkilö perui osallistumisensa vielä satunnaistamisen jälkeen, minkä vuoksi kontrolliryhmästä myös yksi jäi pois vapaaehtoisesti. Koeryhmän osallistujamäärä oli siis loppujen lopuksi 42 ja kontrolliryhmän 43.

Sisäänottokriteerit. Vapaaehtoiset postmenopausaalinaiset, ikä 60-68-vuotta, polven nivelrikko Kellgren-Lawrence luokituksella I tai II, BMI < 34, polven lepokipu < 50/100.

Poissulkukriteerit. BMI > 34, polven lepokipu > 50/100, tieto polvessa olevasta irrallisesta kappaleesta, akuutti tulehdus polvinivelessä, polveen laitettu intra-artikulaarinen kortisoni-injektio kolmen edellisen kuukauden sisällä tai suun kautta otettava kortisoni lääkehoito viimeisen 12 kuukauden aikana, osteoporoosilääkitys / -hoito tai reisiluun kaulan mineraalitiheyden T-arvo alle $-2,5 \text{ g/cm}^2$, tyypin I tai II diabetes, aiemmin sairastettu syöpä tai saanut sädehoitoa, sydänperäiset sairaudet, muu reumaattinen sairaus kuin nivelrikko, kirurgiset toimenpiteet polvelle tai tekonivelleikkaukset alaraajoille, elektroniset tai magneettiset implantit kehossa (estävät MRI-tutkimuksen) tai kreatiiniarvot alle normaalin.

6.2 Harjoitusinterventio

Kontrolliryhmä jatkoi normaalia elämää ja piti liikuntapäiväkirjaa. Koeryhmä teki 16 viikon aikana altaassa tapahtuvaa progressiivista vastusharjoittelua ohjatusti kolme kertaa viikossa. Yksi kerta kesti noin 45-60 minuuttia. Ohjaajina toimivat koulutetut fysioterapeutit, joita oli paikalla aina kaksi. He olivat saaneet tarkan ohjeistuksen harjoitusohjelman läpi viemiseksi. Harjoitusohjelman oli laatinut vesiharjoitteluun perehtynyt fysioterapeutti.

Harjoitukseen sisältyi jokaisella kerralla alkulämmittely altaassa tehden kymmentä erilaista liikettä, jotka aktioivat nivelten liikkuvuutta ja paransivat hermolihaskiväilyä, esimerkiksi tasapainoharjoituksia. Jokaista liikettä tehtiin minuutin ajan. Lisäksi harjoituskerta sisälsi itse vastusharjoittelun ja loppuvenyttelyt. Vastusharjoitukset tehtiin kiertoarjoitteluna tehden samoja liikkeitä eri pituisina jaksoina ja eri kokoisin vastuksin (liite 1). Harjoitusliikkeissä painotettiin oikeaa tekniikkaa ja ohjaajat antoivat palautetta harjoitusten aikana, jos esimerkiksi liikeradassa tai keskivartalon tuessa oli korjaamista. Harjoitusliikkeet näet kuvista 5-8.

Harjoituksen intensiteettiä pyrittiin pitämään yllä kannustamalla tutkittavia tekemään suurimmalla mahdollisella intensiteetillä, mihin kunakin päivänä pystyivät. Harjoituksen intensiteettiä mitattiin myös jokaisella kerralla sykevöillä (Polar F6) sekä harjoituksen jälkeen omalla arviolla harjoituksen raskaudesta Borgin asteikkoa käyttäen (asteikko 6-20).



Kuva 5. Kickback ja lonkan abduktio / adduktio seisoen.



Kuva 6. Polven fleksio / ekstensio seisten.



Kuva 7. Lonkan fleksio / ekstensio seisten.



Kuva 8. Polven fleksio / ekstensio istuen.

6.3 Muuttujat ja mittausmenetelmät

Pro gradu -tutkielmassani käytettiin kahden kilometrin kävelytestin tuloksia arvioimaan kävelyaikaa ja -vauhtia, arvioitua maksimaalista hapenottokykyä sekä kuntoindeksiä. Ensisijaisina muuttujina olivat kävelyaika (s), kävelyvauhti (km/h), arvioitu maksimaalinen hapenottokyky (ml/kg/min) ja kuntoindeksi. Toissijaiset muuttajat olivat paino (kg) ja BMI eli painoindeksi (kg/m^2). BMI laskettiin laskukaavalla paino jaettuna pituuden neliöllä.

Kahden kilometrin kävelytesti tehtiin tutkimuksen alussa ja 16 viikon vesiharjoittelun jälkeen loppumittauksissa. Kävelytesti toteutettiin Jyväskylän Hipposhallilla tasaisella alustalla kengät jalassa. Sykettä testin aikana mitattiin Polar F6 sykeväöillä. Testiä valvoivat ja pitivät koulutetut fysioterapeutit.

6.4 Tilastolliset menetelmät

Tilastolliset analyysit tehtiin IBM SPSS Statistics 20-ohjelmalla. Analyyseissa käytettiin 0,05 merkitsevyystasoa. Tämä tarkoittaa, että nollahypoteesi hylätään p-arvon ollessa pienempi kuin 0,05 (Metsämuuronen 2006, 424-5). Alkutilanteessa ja lopputilanteessa verrattiin koe- ja kontrolliryhmien välisiä taustamuuttujia toisiinsa Studentin t-testillä, jossa muuttujina olivat pituus, paino ja painoindeksi. Edellä mainitut muuttujat olivat normaalisti jakautuneita ja otoskoko oli tarpeeksi suuri, joten t-testiä voitiin käyttää (Muuronen 2006, 374). Muuttujat kävelyaika, kävelyvauhti, arvioitu $\text{VO}_{2\text{max}}$ ja kuntoindeksi testattiin Mann-Whitneyn testillä, jota käytetään, jos t-testin oletukset eivät toteudu eli ei oleteta mitään taustajakaumaa (Metsämuuronen 2006, 370).

Kovarianssianalyysillä (ANCOVA) vertailtiin koe- ja kontrolliryhmien välisiä eroja intervallijakson jälkeen verrattuna alkutilanteeseen. Kovarianssianalyysi sopii parhaiten tilanteeseen, jossa selittäviä ja ryhmitteleviä muuttujia on yksi tai useampi sekä jokin ryhmittelevää muuttujaa korreloiva muuttuja (Metsämuuronen 2006, 738). Tässä tutkimuksessa kovarianttina toimi lähtötilanne. Metsämuuronen (2006, 738) toteaaakin alkumittauksen olevan niin hyvä kovariantti kuin ylipäättänsä on mahdollista.

7 TULOKSET

Tutkimukseen osallistui 87 henkilöä. Randomisoinnin jälkeen yksi tutkittavista perui osallistumisensa koeryhmään ja kontrolliryhmästä jäi myös näin ollen yksi vapaaehtoisesti pois, jotta ryhmät pysyisivät suurin piirtein samankokoisina. Koeryhmässä tutkittavia oli siis randomisoinnin ja alkumittausten jälkeen 42 ja kontrolliryhmässä 43. Taulukossa 3 näkyy taustamuuttujat ikä, pituus, paino ja BMI sekä Kellgren-Lawrencen I ja II-asteen luokituksen jakautuminen koko ryhmässä sekä koe- ja kontrolliryhmässä alkutilanteessa. Ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja eli koe- ja kontrolliryhmät eivät poikenneet toisistaan alkutilanteessa.

TAULUKKO 3. Koe- ja kontrolliryhmän alkutilanne, keskiarvo (keskihajonta).

	Koko ryhmä (n=87)	Kontrolliryhmä (n=44)	Koeryhmä (n=43)	p-arvo ^a
Ikä (v)	63.9 (2.4)	63.9 (2.4)	63.8 (2.4)	.831
Pituus (cm)	161.6 (5.0)	161.6 (5.0)	161.7 (5.0)	.904
Paino (kg)	70.3 (10.8)	71.0 (11.3)	69.6 (10.3)	.532
BMI (kg/m ²)	26.9 (3.7)	27.1 (3.5)	26.6 (3.8)	.518
K/L -aste 1	47	24	23	
K/L -aste 2	40	20	20	

^a ei tilastollisesti merkitsevää eroa kontrolli- ja koeryhmien välillä

Koeryhmä teki 16 viikon progressiivisen vesiharjoitusohjelman ja kontrolliryhmä jatkoi normaalia elämää. Tutkimuksen harjoitusintervention osallistumisprosentti oli 88%. Harjoitusohjelma toteutettiin suunnitellusti.

Taulukossa 4 on vertailtu koe- ja kontrolliryhmässä alku- ja lopputilanteen yhdysvaikutusta muuttujien paino (kg), BMI (kg/m²), kävelyaika (s), kävelyvauhti (km/h), arvioitu VO_{2max} (ml/kg/min) sekä kuntoindeksi osalta. Kaikissa näissä muuttujissa tulos oli tilastollisesti merkitsevä (p<0,05). Voidaan siis todeta, että koe- ja kontrolliryhmä erosivat merkitsevästi toisistaan verrattaessa alku- ja lopputilannetta.

TAULUKKO 4. Kontrolli- ja koeryhmien alku- ja lopputilanteen yhdysvaikutus, keskiarvo (keskihajonta).

	Alkutilanne		Lopputilanne		p-arvo
	Kontrolli (n=40)	Koe (n=42)	Kontrolli (n=40)	Koe (n=42)	
Paino (kg)	71.1 (11.6) ^a	69.6 (10.4)	71.2 (11.4) ^a	68.6 (10.5)	.001*
BMI (kg/m ²)	27.1 (3.6) ^a	26.6 (3.8)	27.1 (3.6) ^a	26.2 (3.9)	.001*
Kävelyaika (s)	1176.2 (126.2)	1156.0 (100.9)	1150.5 (121.2)	1101.3 (102.4)	.006*
Kävelyvauhti (km/h)	6.2 (.6)	6.3 (.5)	6.3 (.6)	6.6 (.6)	.005*
Arvioitu VO _{2max} (ml/kg/min)	23.5 (6.7)	24.5 (5.6)	24.6 (7.0)	27.1 (5.6)	.002*
Kuntoindeksi	90.3 (19.4)	93.1 (15.9)	93.8 (20.0)	100.3 (15.5)	.007*

^a Ryhmien paino ja BMI muuttujissa kontrolliryhmässä n=42

* p<.05, kontrolli- ja koeryhmä eroavat tilastollisesti merkitsevästi toisistaan alku- ja lopputilanteita verrattaessa

Tarkasteltaessa vain loppumittausten tuloksia koe- ja kontrolliryhmän välillä saatiin tilastollisesti merkitseviä eroja (p<0,05) muuttujien kävelyaika ja kävelyvauhti suhteen. Tämä kertoo koeryhmäläisten loppumittauksissa kävelleen nopeammin kahden kilometrin kävelytestissä kuin kontrolliryhmäläisten (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Koe- ja kontrolliryhmän lopputilanne, keskiarvo (keskihajonta).

	Kontrolli (n=40)	Koe (n=42)	p-arvo
Paino (kg)	71.2 (11.4) ^a	68.6 (10.5)	.27
BMI (kg/m ²)	27.1 (3.6) ^a	26.2 (3.9)	.26
Kävelyaika (s)	1150.5 (121.2)	1101.3 (102.4)	.039*
Kävelyvauhti (km/h)	6.3 (.6)	6.6 (.6)	.034*
Arvioitu VO _{2max} (ml/kg/min)	24.6 (7.0)	27.1 (5.6)	.11
Kuntoindeksi	93.8 (20.0)	100.3 (15.5)	.13

^a Ryhmien paino ja BMI muuttujissa kontrolliryhmässä n=42

* p<.05, lopputilanteessa kontrolli- ja koeryhmässä merkitsevä ero

8 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia vesiharjoittelun vaikutusta aerobiseen kuntoon lievää polven nivelrikkoa sairastavilla postmenopausaalisilla naisilla. Vesiharjoittelu toteutettiin progressiivisena vastusharjoitteluna 16 viikon aikana kolme kertaa viikossa. Aerobista kuntoa tutkittiin kahden kilometrin kävelytestillä.

8.1 Tulosten tarkastelu

Tämän pro gradu – tutkielman tulosten mukaan koe- ja kontrolliryhmä erosivat merkitsevästi toisistaan verrattaessa alku- ja lopputilannetta kävelyajan, kävelyvauhdin, arvioidun maksimaalisen hapenottokyvyn, kuntoindeksin, painon ja painoindeksin osalta. Verrattaessa taas koe- ja kontrolliryhmän tuloksia pelkästään lopputilanteessa todettiin koeryhmän kävelyajan ja –vauhdin eroavan kontrolliryhmästä. Koeryhmä käveli siis kontrolliryhmää nopeammin kahden kilometrin kävelytestissä loppumittauksissa.

Tulosten pohjalta voidaankin todeta, että progressiivinen vastusharjoittelu vedessä parantaa aerobista kuntoa lievää polven nivelrikkoa sairastavilla potilailla. Aikaisemmat tutkimukset ovat todenneet myös samanlaisia tuloksia (Hinman ym. 2007, Wang ym. 2007, Foley ym. 2003, Wang ym. 2011), mutta interventiot niissä ovat olleet lyhyempiä, 6-12 viikkoon. Tässä tutkimuksessa interventiojakso oli 16 viikkoa. Interventiojakson pituus vaikuttaa aerobisen kunnan kehittymiseen ja ylläpysymiseen, mutta optimaalista harjoittelun tai annostelun määrää polven nivelrikkoon ei tiedetä (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

Hinman ym. (2007) ja Wang ym. (2007) tutkimuksista on käynyt ilmi, että kuuden harjoitteluinterventioviikon kohdalla koeryhmäläisten tulokset olivat parantuneet huomattavasti alkutilanteeseen verrattuna. Verrattaessa taas kuuden ja 12 viikon aerobisen kunnan mittaustuloksia toisiinsa, ei merkitsevää eroa ollut. Siis jo kuuden viikon harjoittelulla voidaan parantaa aerobista kuntoa polven nivelrikkopotilailla ja tämän jälkeen ylläpitää harjoittelun tuomaa vaikutusta. Heidän tutkimuksissaan vedessä tapahtuvaa vastusharjoittelua oli tehty kahdesta kolmeen kertaan viikossa.

Pisters ym. (2007) ovatkin todenneet intervention jälkeisen harjoittelun pitävän yllä suotuisaa vaikutusta. Tässä tutkimuksessa harjoiteltiin vedessä kolme kertaan viikkoon ja välimittauksia

intervention aikana ei tehty. Voidaankin esittää, että aerobinen kunto nousee progressiivisella vastusharjoittelulla, kun sitä tehdään kahdesta kolmeen kertaan viikossa vähintäänkin kuusi viikkoa perustuen tämän pro gradu -tutkielman, Hinmanin ym. (2007) sekä Wangin ym. (2007) tuloksiin. Tarvitaan kuitenkin enemmän tutkimuksia harjoittelun vaikutuksista ja hyödyistä aerobiseen kuntoon intervention jälkeen.

Roddy ym. (2004) ovat todenneet kirjallisuuskatsauksessaan, että molemmat aerobinen kävelyharjoittelu ja vastusharjoittelu maalla vähentävät kipua ja toimintakyvyttömyyttä polven nivelrikkopotilailla. Tässä tutkimuksessa aerobisen kunnan kohenemista ei verrattu polven kipuun, mikä olisi ollut kenties mielekäästä. Vesiharjoittelusta polven kipuun on tutkimuksia, missä vesiharjoittelun on todettu vähentävän kiputuntemuksia (Norton ym. 1997, Wyatt ym. 2001). Kovarin ym. (1992) tutkimuksessa on todettu kävelymatkan parantuneen ja polvikipujen vähentyneen koeryhmäläisillä, jotka tekivät kahdeksan viikon valvotun kävelyharjoittelun maalla. Samanlaisia tuloksia saatiin tässä tutkimuksessa, jossa pelkästään loppumittaus tuloksia katsoessa koeryhmä käveli kahden kilometrin kävelytestin nopeammin kuin kontrolliryhmä. Voidaan siis olettaa, että polvikipua oli vähemmän koeryhmässä kuin kontrolliryhmässä. Brosseau ym. (2014) ovatkin todenneet aerobisen harjoittelun toimivan yhtenä hoitomuotona vähentämään kipua nivelrikkopotilaille.

Nopeampaan kävelyvauhtiin ja aikaan saattoi myös vaikuttaa motivaatio. Motivaatioon vaikuttaa tilannesidonnaisuus, jossa sisäiset ja ulkoiset motiivit luovat tavoitteeseen suuntaavaa toimintaa (Motivaatio 2011). Loppumittauksissa koeryhmän motivaatio saattoi olla parempi kontrolliryhmään verrattuna, koska he olivat osallistuneet harjoitusryhmään ja halusivat niin sanotusti näyttää, että ovat edistyneet ja kenties toivoivat parempia tuloksia kuin alkumittauksissa. Myös on mahdollista, että tutkittavat olivat harjoitelleet testin tekemistä.

Kahden kilometrin kävelytestin tuloksiin on voinut vaikuttaa myös lihasvoima. Vesiharjoittelun, johon kuului niin aerobista kuin vastusharjoittelua, on todettu parantavan polven ojentajien ja koukistajien lihasvoimaa (Tsourlou ym. 2006) ja reiden etuosan lihasvoimien olevan vahvasti yhteydessä kiputuntemuksiin. Tutkimuksessa polvikipua oli vähemmän niillä, joiden polven etuosan lihasvoima oli parempi (O'Reilly ym. 1998). Vastusharjoittelun maalla onkin todettu parantavana toimintakykyä ja vähentävän kipua polven nivelrikkopotilailla (Roddy ym 2004). Tässä tutkimuksessa tehtiin vastusharjoittelua

vedessä. Lihusvoiman vaikutusta aerobiseen kuntoon ei tutkittu, mutta lihasvoima on voinut vaikuttaa muun muassa kipuun ja näin ollen kahden kilometrin kävelytestin tuloksiin. Jos oletetaan, että tässä tutkimuksessa kipua on ollut vähemmän koe- kuin kontrolliryhmällä, voidaan sanoa lihasvoiman vaikuttaneen suotuisasti koeryhmän kävelyaikaan ja -vauhtiin.

Tämä tutkimus osoittaa, että polven nivelrikkopotilaiden aerobinen kunto kohoaa progressiivisella vedessä tapahtuvalla vastusharjoittelulla. Tutkimuksessa koeryhmän kuntoindeksi ja VO_{2max} oli parantunut huomattavasti kontrolliryhmään verrattuna. Kestävyyskunto vaikuttaa hengitys- ja verenkiertoelimistöön. Hengitys- ja verenkiertoelimistön huono kunto voi johtaa muun muassa sydän- ja verisuonitauteihin (Suni & Vasankari 2011a). Aerobisen kunnan on todettu olevan huonompi nivelrikkopotilailla ja sen vaikuttavan myös elämänlaatuun (Escalante ym. 2010). Tässä tutkimuksessa kävi ilmi, että progressiivisella vedessä tapahtuvalla vastusharjoittelulla voidaan kohentaa polven nivelrikkopotilaiden aerobista kuntoa. Tutkimuksessa ei tutkittu, miten aerobisen kunnan koheneminen vaikuttaa elämänlaatuun, mutta voidaan olettaa sen parantavan sitä. Progressiivista vedessä tapahtuvaa vastusharjoittelua voidaankin suositella yhdeksi harjoitusmuodoksi nivelrikkopotilaiden hoidossa aerobisen kunnan kohentamiseksi.

Harjoitusohjelmassa aluksi lämmiteltiin erilaisin tasapainoa vaativin harjoituksin, jonka jälkeen nostettiin sykettä hetkellisesti parin minuutin ajan. Vastusharjoittelun ajan sykettä pidettiin yllä myös kannustamalla. Koeryhmäläisiä ohjeistettiin tekemään niin monta toistoa laadullisesti oikein kuin vain pystyivät tietyssä ajassa. Tässä tutkimuksessa sykearvoja tai Borg-asteikko arvoja ei tutkittu, mutta niiden kautta vesiharjoittelun intensiteetistä olisi voinut saada lisätietoa ja kenties enemmän selittäviä tekijöitä aerobisen kunnan paranemiselle. Syketaajuuksilla ei kuitenkaan liene eroa polven nivelrikkopotilaiden toimintakykyyn ja kiputunteuksiin. Tästä on kuitenkin vain niukasti näyttöä (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Jatkotutkimuksia siis tarvitaan progressiivisen vastusharjoittelun intensiteetistä aerobisen kunnan, toimintakyvyn ja kivun parantamiseksi polven nivelrikkopotilaille.

Koeryhmäläisillä paino putosi ja painoindeksi parani merkittävästi verrattuna kontrolliryhmään intervention aikana. Painonpudotus tukee polven nivelrikkopotilaan toimintakykyä ja elämänlaatua (Helminen 2012). Voidaankin todeta, että vedessä tapahtuva vastusharjoittelu kohentaa polven nivelrikkopotilaiden toimintakykyä sekä myös elämänlaatua. Painonpudotus voi myös ehkäistä polven nivelrikkoa (Polvi- ja lonkkanivelrikko), joten

ylipainoon olisi yhteiskunnallisesti syytä puuttua. Ennaltaehkäisevässä mielessä painonpudotuksella säästettäisiin kustannuksissa, jotka polven nivelrikossa tulevat suurimmalta osalta toimintakyvyttömyydestä ja työkyvyttömyyseläkkeistä (Heliövaara ym. 2008).

8.2 Luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida validiteetilla ja reliabiliteetilla. Validiteetilla viitataan siihen, että tutkitaan varmasti sitä mitä on tarkoituskin tutkia ja reliabiliteetilla tutkimuksen toistettavuutta (Metsämuuronen 2006, 64). Tässä tutkimuksessa käytetty aineisto on kerätty vuosina 2012-2013 Jyväskylän yliopistossa meneillään olleesta SQUAREHAB-tutkimuksesta, jossa tutkittiin progressiivisesti etenevän vesiharjoittelun vaikutusta nivelrustoon ja fyysiseen toimintakykyyn polven nivelrikkoa sairastavilla naisilla. Tutkimuksen aineistosta käytin kahden kilometrin kävelytestin tuloksia mittaamaan aerobista kuntoa postmenopausaalisilla polven nivelrikkoa sairastavilla naisilla. Kahden kilometrin kävelytestin on todettu reliabeliksi arvioimaan aerobista kuntoa terveillä aikuisilla (Laukkanen ym. 1991, Laukkanen ym. 1992) sekä maksimaalisen hapenottokyvyn muutoksia ikääntyneillä naisilla (Rance ym. 2005). Testi on tarkoitettu väestötasoiseen terveyskunnan mittaamiseen. Tällaista testiä ennen UKK-instituutin kävelytestiä ei ole ollut normaali- ja heikkokuntoisille (UKK-instituutti 2014).

Tämä tutkimus on satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. Metsämuuronen (2006, 38) mukaan painojärjestyksessä ensimmäisenä on kokeelliset satunnaistetut tutkimukset. Tutkittavat jaettiin koe- ja kontrolliryhmiin satunnaisotannalla, mikä lisää tutkimuksen luotettavuutta (Metsämuuronen 2006, 51). Henkilöt, jotka lehti-ilmoituksen kautta hakeutuivat tutkimukseen osoittivat mielenkiintoa tutkimusta kohtaan. He kaikki täyttivät sisäänottokriteerit.

Otoskoko alkutilanteessa oli kontrolliryhmässä 44 ja koeryhmässä 43. Hävikkiä molemmissa ryhmissä oli yksi osallistuja. Lopputilanteessa kontrolliryhmässä osallistujia oli 43 ja koeryhmässä 42. Otoskoko molemmissa ryhmissä tukee tutkimuksen luotettavuutta. Satunnaisissa kontrolloiduissa tutkimuksissa otoskoon luotettavuuden alarajana on yleisesti pidetty 30 osallistujaa, jolloin saadaan luotettava kuva perusjoukosta (Taanila 2013). Tutkimusjoukko kuvastaakin hyvin perusjoukkoa, jolloin tutkimustulokset voidaan yleistää postmenopausaalinaisten polven nivelrikkopotilaita koskeviksi ainakin pohjoismaissa.

Mittauksia tehneet henkilöt olivat pääsääntöisesti samat ennen interventiota ja sen jälkeen tehdyissä testeissä. Kaikki olivat koulutettuja fysioterapeutteja. Ohjeistukset mittauksiin oli kirjoitettu paperille ja henkilöt perehdytetty testiprotokollaan. Myös harjoitusohjelman ohjaajille annettiin tarkat ohjeistukset harjoitusten kulusta ja esimerkiksi harjoituksen aikasesta kannustamisesta. Tutkimuksen harjoitusintervention osallistumisprosentti oli 88%, mikä puolestaan lisää tutkimuksen luotettavuutta.

Aineisto analysointiin SPSS Statitics 20-ohjelmalla. Osan kahden kilometrin kävelytestin tuloksista syötti SPSS-ohjelmaan koulutettu henkilö, joka työskenteli SQUAREHAB-tutkimuksen parissa. Osan tuloksista syötti tämän tutkimuksen tehnyt henkilö. Virheitä pyrittiin minimoimaan tarkastelemalla aineiston tunnuslukuja useampaan kertaan ja huomioimalla mahdollisia poikkeavia havaintoja. Tämän tutkimuksen tehneen henkilön aineiston syötöt tarkastettiin myös SPSS-ohjelmaan koulutetun henkilön toimesta. Tilastolliset analyysimenetelmät valittiin usean pohdinnan jälkeen. Aluksi tilastolliset ajot tehtiin yksisuuntaisella toistettujen mittausten varianssianalyysillä, mutta päädyttiinkin lopulta kovarianssianalyysiin, jossa kovariantiksi saatiin alkutilanne. Tulokset menetelmien kesken olivat yhtenäiset.

Tutkimuksessa on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä ja eettisyyttä (Jyväskylän yliopisto 2012). Tutkimuksen protokollan on hyväksynyt Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta noudattaen eettisille toimikunnille koskevia säädöksiä ja asetuksia. Tutkittavat allekirjoittivat myös kirjallisen suostumuksen tutkimukseen vapaaehtoisesti. He saivat lopettaa tai keskeyttää tutkimuksen, missä vaiheessa tahansa. Raportointi vaiheessa tutkittavien yksityisyyden suoja on huomioitu niin, ettei koehenkilö ole mahdollista tunnistaa. Tietopohjana käytettiin luotettaviksi arvioituja artikkelija ja alan kirjallisuutta. Lähteet on merkitty tekstiin hyvien tutkimuskäytänteiden mukaisesti ja koottu lähdeluetteloksi tutkimuksen loppuun.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Alku- ja lopputilannetta verrattaessa kävely aika ja -vauhti, arvioitu maksimaalinen hapenotto kyky, kunto indeksi sekä paino ja paino indeksi paranivat koeryhmällä kontrolliryhmään verrattuna. Lopputilanteessa koeryhmän kävely aika ja -vauhti olivat paremmat kuin kontrolliryhmällä. Vedessä tapahtuva progressiivinen vastusharjoittelu paransi polven nivelrikkoa sairastavien aerobista kuntoa ja sitä voidaan suositella yhdeksi harjoitusmuodoksi polven nivelrikkopotilaille. Harjoitusohjelmassa edettiin pikku hiljaa pienemmistä vastuksista isompiin. Koeryhmä harjoitteli 16 viikkoa kolme kertaa viikossa yhden harjoituskerran kestäessä 45-60 minuuttiin. Lisää tutkimuksia kuitenkin tarvitaan vedessä tapahtuvan vastusharjoittelun vaikutuksista aerobiseen kuntoon varsinkin pidemmällä aikavälillä sekä vedessä tapahtuvan vastusharjoittelun intensiteetistä ja sen vaikutuksista kestävyys.

LÄHTEET

- Arden, N. & Nevitt, M. C. 2006. Osteoarthritis: epidemiology. *Best Practice and Research Clinical Rheumatology* 20 (1), 3-25.
- Altman, R., Asch, E., Bloch, D., Bole, B., Borestein, D., Brandt, K., Christy, R., Cooke, T. D., Greenwald, R., Hochberg, M., Howell, D., Kaplan, D., Koopman, W., Longley, S., Mankin, H., McShane, D. J., Medsger Jr. T., Meenan, R., Mikkelsen, W., Moskowitz, R., Murphy, W. Rothschild, B., Segal, M., Sokoloff, L. & Wolfe, F. 1986. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and therapeutic criteria committee of the american rheumatism association. *Arthritis Rheumatism* 29, 1039-49.
- Arokoski, J. 2012a. Polvi- ja lonkkanivelrikko (artroosi). Käyvän hoidon potilasversiot. Viitattu 1.11.2015. www.kaypahoito.fi.
- Arokoski, J. 2012b. Polvinivelrikon esiintyvyys. Näytönastekatsaus. Viitattu 1.11.2015. www.kaypahoito.fi.
- Arokoski, J. 2012c. Polvinivelrikon ilmaantuvuus. Näytönastekatsaus. Viitattu 1.11.2015. www.kaypahoito.fi.
- Arokoski, J. & Kiviranta, I. 2012. Nivelrikko. Teoksessa Kiviranta I. & Järvinen M. (toim.) *Ortopedia*. 3. painos. Helsinki: Kandidaattikustannus, 125-36.
- Arokoski, J. Manninen, P., Kröger, H., Heliövaara, M., Nykyri, E. & Impivaara O. 2007. Hip and knee pain and osteoarthritis . Teoksessa Kaila-Kangas, L. *Musculoskeletal Disorders and Diseases in Finland. Results of the Health 2000 Survey*. Helsinki: Kansanterveyslaitos, 37-41.
- Bartels, E.M., Lund, H., Hagen, K.B., Dagfinrud, H., Christensen, R. & Danneskiold-Samsøe, B. 2007. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Database of Systematic Review* 17 (4), CD005523.
- Bennell, K., Hinman, R. S., Wrigley, T. V., creaby, M. W & Hodges, P. 2011. Exercise and osteoarthritis: Cause and Effects. *Comprehensive Physiology* 1, 1943-2008. doi: 10.1002/cphy.c100057.
- Brosseau, L., Pelland, L., Wells, G., Macleay, L., Lamothe, C., Michaud, G., Lambert, J., Robinson, V. & Tugwell, P. 2004. Efficacy of Aerobic Exercises For Osteoarthritis (part II): A Meta-analysis. *Physical Therapy Reviews* 9 (3), 125-45. doi: 10.1179/108331904225005061.

- Chirstensen, R., Bartels, E., Astrup, A. & Bliddal, H. 2007. Effect of weight reduction in obese patients diagnosed with knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Annals of the Rheumatic Diseases* 66 (4), 433-9.
doi:10.1136/ard.2006.065904.
- Cochrane, T., Davey, R. C., Matthes, E. 2005. Randomised controlled trial of the cost-effectiveness of water-based therapy for lower limb osteoarthritis. *Health Technology Assessment* 9, iii-iv, ix-xi, 1-114.
- Di Domenica, F., Sarzi-Puttini, P., Cazzola, M., Atzeni, F., Cappadonia, C., Caserta, A., Galleti, L., Volonte, L. & Mele, G. 2005. Physical and rehabilitative approaches in osteoarthritis. *Seminars in Arthritis and Rheumatism* 34 (6):2:62-9.
- Escalante, Y., Garcia-Hermoso, A. & Saavedra, J. M. 2010. Effects of exercise on functional aerobic capacity in lower limb osteoarthritis: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport* 14 (3), 190-98.
- Ethgen, O., Bruyère, O., Richey, F., Dardennes, C. & Reginster, J.,2004. Health-related quality of life in total hip and total knee arthroplasty. A qualitative and systematic review of the literature. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American* volume 86-A (5), 963-74.
- Ettinger, W. H., Burns, R., Messier, S. P., Applegate, W., Rejeski, W. J, Morgan, T., Shumaker, S., Berry, M.J., O'Toole, M., Monu, J. & Craven T. A. 1997. Randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis. The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST). *Journal of the American Medical Association* 277, 25–31.
- Fransen, M. & McConnell S. 2008. Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Systematic Review* (4), CD004376.
- Fransen, M., McConnell, S. & Bell, M. 2003. Exercise for osteoarthritis of the hip or knee. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* (3), CD004286.
- Felson, D., Lawrence, R., Dieppe, P., Hirsch, R., Helmick, C., Jordan, J., Kington, R., Lane, N., Nevitt, M., Zhang, Y., Sowers, M., McAlindon, T., Spector, T., Poole, A., Yanovski, S., Ateshian, G., Sharma, L., Buckwalter, J., Brandt, K. & Fries, J. 2000. Osteoarthritis: New Insights. Part 1: The Disease and Its Risk Factors. *Annals of Internal Medicine* 133, 635-46.
- Felson, D. & Zhang, Y. 1998. An update on the epidemiology of knee and hip osteoarthritis with a view to prevention. *Arthritis Rheumatism* 41, 1343–55.

- Foley, A., Halbert, J. & Crotty, M. 2003. Does hydrotherapy improve strength and physical function in patients with osteoarthritis—a randomised controlled trial comparing a gym based and a hydrotherapy based strengthening programme. *Annals of the Rheumatic Disease* 62, 1162-67.
- Harrison, R. & Bulstrode, S. 1987. Percentage weight-bearing during partial immersion in the hydrotherapy pool. *Physiotherapy Practice* 3, (2), 60-63.
- Helminen, E-E. Näytönastekatsaus. Yhdistetyn laihdutus- ja harjoitteluohjelman merkitys ylipainoisilla polvinivelrikkopotilailla. 2012. Viitattu 12.12.2015.
www.kaypahoito.fi.
- Heliövaara, M., Pär, S. & Paavolainen, P. 2008. Nivelrikon esiintyvyys ja kustannukset. *Duodecim* 124, 1869–74.
- Hinman, R.S., Heywood, S.E. & Day, A. R. 2007. Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: results of a single-blind randomized controlled trial. *Physical Therapy* 87 (1), 32-43.
- Hochberg, M. C., Altman, R. D., April, K. T., Benkhalti, M. ,Guyatt, G., McGowan, J., Towheed, T., Welch, V., Wells, G. & Tugwell, P. 2012. American College of Rheumatology 2012 Recommendations for the Use of Nonpharmacologic and Pharmacologic Therapies in Osteoarthritis of the Hand, Hip, and Knee. *Arthritis Care & Research* 64 (4), 465–74.
- Hooper, M. M. & Moskowitz, R.W. 2007. Osteoarthritis: clinical presentations. Teoksessa: Moskowitz, R. W., Altman, R. D., Hochberg, M.C., Buckwalter, J. A. & Goldberg, V. M. Osteoarthritis. Diagnosis and medical/surgical management. 4. painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 139-45.
- Hootman, J. M., Macera, C. A., Ham, S. A., Helmick, C. G. & Sniezek, J. E. 2003. Physical Activity Levels Among the General US Adult Population and in Adults With and Without Arthritis. *Arthritis & Rheumatism* 49 (1), 129-135.
- Jyväskylän yliopisto. 2012. Eettiset periaatteet. Viitattu 16.11.2015.
www.jyu.fi/hallinto/strategia/periaatteet/eettiset_periaatteet.
- Kannus, P. 2006. Nivelrikko. Teoksessa Fogelholm M, Vuori I. Terveysliikunta – Fyysinen aktiivisuus terveyden edistämässä. 1.-2. painos. Helsinki: Duodecim, 135–39.
- Kannus, P. 2011. Nivelrikko. Teoksessa Fogelholm M, Vuori I, Vasankari T (toim.) Terveysliikunta. 2. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim, 161–65.
- Kellgren, J. H. 1963. The epidemiology of chronic rheumatism. Atlas of standard radiographs of osteoarthritis. 2.painos. Philadelphia, PA: F.A. Davis G., 1-13.

- Keskinen, K. 2005. Fyysinen kunto ja sen testaaminen. Teoksessa Vuori I, Taimela S, Kujala U. Liikuntalääketiede. 3. painos. Helsinki: Duodecim, 102-19.
- Konttinen, Y. T., Lindroos, L., Ruuttila, P., Lähdeoja, T., Lassus, J., Nordström, D. C. E. & Santavirta, S. 2003. Nivelriikon kliininen kuva ja hoito. Duodecim 119, 1537-44.
- Kovar, P. A., Allegrante, J. P., MacKenzie, C.R., Peterson, M.G., Gutin, B. & Charlson, M.E. 1992. Supervised fitness walking in patients with osteoarthritis of the knee. A randomized, controlled trial. *Annals of Internal Medicine* 116, 529–34.
- Kujala, U. 2005. Nivelriikko ja nivelreuma. Teoksessa Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. Liikuntalääketiede. 3. painos. Helsinki: Duodecim, 303-09.
- Kutinlahti, E. 2015. Maksimaalinen hapenotto- ja kestävyyskunnan mittarina. Viitattu 12.12.2015. www.terveyskirjasto.fi.
- Lammi, M. J., Arokoski, J., Vuolteenaho, K. & Moilanen, E. 2008. Nivelriikon välittäjäaineet. Duodecim 124, 1876–84.
- Laukkanen, R. M., Kukkonen-Harjula, T.K., Oja, P., Pasanen, M. E. & Vuori, I M. 2000. Prediction of change in maximal aerobic power by the 2-km walk test after walking training in middle-aged adults. *International Journal Sports Medicine*. 21 (2), 113-6.
- Laukkanen, R., Oja, P., Ojala, K., Pasanen, M. & Vuori I. 1992a. Feasibility of a 2-km walking test for fitness assessment in a population study. *Scandinavian Journal of Social Medicine* 20 (2), 119-26.
- Laukkanen, R., Oja, P., Pasanen, M. & Vuori, I. 1992b. Validity of a two kilometre walking test for estimating maximal aerobic power in overweight adults. *International Journal of obesity and related metabolic disorder* 16 (4), 263-8.
- Liikavainio, T., Lyytinen, T., Tyrväinen, E., Sipilä, S. & Arokoski, J. 2008. Physical function and properties of quadriceps femoris muscle in men with knee osteoarthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 89, 2185-94. doi: 10.1016/j.apmr.2008.04.012.
- Liikunta. 2012. Käypä hoito –suositus. Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin ja käypä hoito –johtoryhmän asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 2.11.2015. www.kaypahoito.fi.
- Liikuntapiirakka. 2014. UKK-instituutti. Viitattu 8.11. 2015. www.ukkinstituutti.fi/liikuntapiirakka.

- March, L., Cross, M., Lapsley., Brnabic, A., Tribe, K., Bachmeier, C., Courtenay, B. & Brooks, P. 1999. Outcomes after hip or knee replacement surgery for osteoarthritis. A prospective cohort study comparing patients' quality of life before and after surgery with age-related population norms. *The Medical Journal of Australia* 171 (5), 235-8.
- Miller, G., Nicklas, B., Davis, C., Loeser, R., Ilenchik, L. & Messier, S. 2006. Intensive weight loss program improves physical function in older obese adults with knee osteoarthritis. *Obesity* 14 (7). 1219-30.
- Minor, M. A., Hewett, J. E., Webel, R. R., Andersin, S. K. & Kay, D. R. 1989. Efficacy of physical conditioning exercise in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Arthritis Rheumatology* 32 (1), 1396-405.
- Metsämuuronen, J. 2006. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä 2. 4. painos. Helsinki: International Methelp Ky.
- Motivaatio. 2011. Suomen Terveysliikuntainstituutti Oy. Viitattu 13.12.2015. www.terveysverkko.fi/tietopankki/tyoikaisille/motivaatio.
- Mänttari, A. 2004. UKK-instituutin 2km:n kävelytesti. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, H. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. Helsinki: Liikuntatieteellisen Seuran julkaisuja 156, 104-8.
- Norton, C. O., Hoobler, K., Welding, A. B. & Jensen, G.M. 1997. Effectiveness of aquatic exercise in the treatment of women with osteoarthritis. *Journal of Aquatic Physical Therapy* 5 (3), 8–15.
- Oja, P. 2005. Terveystunti ja sen mittaaminen. Teoksessa Vuori I, Taimela S, Kujala U. *Liikuntalääketiede*. 3. painos. Helsinki: Duodecim, 92-101.
- Oja, P., Laukkanen, R., Pasanen, M., Tyry, T. & Vuori I. 1991. A 2-km Walking Test for Assessing the Cardiorespiratory Fitness of Healthy Adults. *International Journal Sports Medicine* 12(4) : 356-362. doi: 10.1055/s-2007-1024694.
- O'Reilly, S., Jones, A., Muir, K., Doherty, M. 1998. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. *Annals of the Rheumatic Diseases* 57, 588-594. doi:10.1136/ard.57.10.588.
- Pisters, M. F., Veenhof, C., van Meeteren, N. L. Ostelo, R. W., de Bakker, D.H., Shchellevis, F. G. & Dekker, J. 2007. Long-term effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review. *Arthritis Rheumatology* 57, 1245-53.

- Pohjolainen, T. 2015. Nivelrikko (artroosi). Viitattu 31.10.2015.
www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00673.
- Polvi- ja lonkkanivelrikko. 2014. Käypä Hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin ja Suomen Ortopediyhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 7.11.2015. www.kaypahoito.fi.
- Pöyhönen, T. 2002. Neuromuscular function during knee exercises in water with special reference to hydrodynamics and therapy. Jyväskylän yliopisto. Studies in Sport, Physical Education and Health 86.
- Rance, M., Boussuqe, P.Y., Lazaar, N., Bedu, M., Van Praagh E., Dabonneville, M. & Duché, P. 2005. Validity of a V.O2 max prediction equation of the 2-km walk test in female seniors. *International Journal Sports Medicine* 26 (6), 453-6.
- Roddy, E., Zhang, W. & Doherty, M. 2005. Aerobic walking or strengthening exercise for osteoarthritis of the knee? A systematic review. *Annals of the Rheumatism Diseases* 64, 544-8.
- Roman-Blas, J. A., Castaneda, S., Largo, R. & Herrero-Be aumont, G. 2009. Osteoarthritis associated with estrogen deficiency (Review). *Arthritis Research & Therapy*11(5):241. doi: 10.1186/ar2791.
- Salmon, P., & Hall, G., Peerbhoy, D., Shenkin, A. & Parker, C. 2001. Recovery from hip and knee arthroplasty: Patients' perspective on pain, function, quality of life, and well-being up to 6 months postoperatively. *Archives of physical medicine and rehabilitation* 82 (3), 360-6. <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2001.21522>.
- Salo, P. & Kettunen, J. Näytönastekatsaus. Terapeuttisen ultraäänien vaikutus toimintakykyyn polven nivelrikossa. 2012. Viitattu 12.12.2015. www.kaypahoito.fi.
- Salo, P., Multanen, J. & Kettunen, J. 2012. Näytönastekatsaus. Kylmähoidon vaikuttavuus voimaan, liikkuvuuteen ja turvotukseen polven nivelrikossa. Viitattu 12.12.2015. www.kaypahoito.fi.
- Schiphof, D., Boers, M. & Bierma-Zeinstra, S.M. 2008. Differences in descriptions of Kellgren and Lawrence grades of knee osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Disease* 67, 1034-6. doi: 10.1136/ard.2007.079020.
- Sipilä, S. 2003. Body composition and muscle performance durin gmenopause and hormone replacement therapy (review). *Journal of Endocrinological Investigation*26(9):893-901.

- Sniekers, Y. H., Weinans, H., Bierma-Zeinstra, S. M., van Leeuwen J. P. T. M. & van Osch G. J. V. M. 2008. Animal models for osteoarthritis: the effect of ovariectomy and estrogen treatment -a systematic approach. *Osteoarthritis and Cartilage* 16:533-541. doi:10.1016/j.joca.2008.01.002.
- Suni, J., Husu, P., Rinne, M. & Taulaniemi, A. 2010. Kuntoa terveydeksi: Aikuisten ALPHA-FIT terveystutkimustestistö 18–69 -vuotiaille. Tampere: Euroopan Unioni, DG SANCO & UKK-Instituutti, 27-28.
- Suni, J. & Vasankari, T. 2011a. Hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto ja fyysinen toimintakyky. Kestävyyskunnan yhteys terveyteen. Teoksessa Fogelholm, M., Vuori, I., Vasankari, T. (toim.) *Terveysliikunta*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim, 34—35.
- Suni, J. & Vasankari, T. 2011b. Terveystunto ja fyysinen toimintakyky. Teoksessa Fogelholm, M., Vuori, I. & Vasankari, T. (toim.) *Terveysliikunta*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim, 32–42.
- Taanila, A. 2013. Akin menetelmäblogi: Otoskoko. Viitattu 15.11.2015.
www.tilastoapu.wordpress.com/2012/03/01/otoskoko/.
- Terveys 2000 -tutkimuksen perustulokset. Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet. 2002. Tuki- ja liikuntaelinsairauksien työryhmä. Kansanterveyslaito. Viitattu 1.11.2015.
www.terveys2000.fi/perusraportti/7.3.html.
- Tiitinen, A. 2013. Vaihdevuodet. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 10.11.2015. www.terveyskirjasto.fi.
- Tsourlou, T., Benik, A., Dipla, K., Zafeiridis, A. & Kellis, S. 2006. The effects of a twenty-four--week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *Journal of Strength & Conditioning Research* 20 (4), 811-8.
- UKK-instituutti. 2014. Ukk-kävelytesti – työkalu terveyden edistämiseen. Viitattu 20.11.2015.
www.ukkinstituutti.fi/kavelytesti.
- U.S. Department of Health and Human Services. 2008. Physical Activity Guidelines for Americans. Be Active, Healthy, and Happy! Viitattu 15.11.2015.
www.health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf.
- Valdes, A. M. & Spector, T. D. 2011. Genetic epidemiology of hip and knee osteoarthritis. *Nature Reviews Rheumatology* 7, 23-32.

- Van Baar, M. E., Assendelft, W. J., Dekker, J., Oostendorp, R. A. & Bijlsma, J. W. 1999. Effectiveness of exercise therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee: A systematic review of randomized clinical trials. *Arthritis&Rheumatism* 42(7), 1361-9.
- van Baar, M. E., Dekker, J., Oostendorp, R. A., Bijl, D., Voorn, T. B. & Bijlsma, J.W. 2001. Effectiveness of exercise in patients with osteoarthritis of hip or knee: nine months' follow up. *Annals of the Rheumatic Disease* 60, 1123-30. doi:10.1136/ard.60.12.1123.
- Vuori, I. 2005 Liikunta, kunto ja terveys. Teoksessa Vuori I, Taimela S, Kujala U (toim.) Liikuntalääketiede. 3. painos. Helsinki: Duodecim, 16-29.
- Wang, T-J., Belza, B., Thompson, F. E., Whitney, J. D. & Bennett, K. 2007. Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee. *Journal of Advanced Nursing* 57, 141-52.
- Wang, T-J., Lee, S. C., Liang, S. Y., Tung, H. H., Wu, S. F. & Lin Y. P. 2011. Comparing the efficacy of aquatic exercise and land-based exercise for patients with knee osteoarthritis. *Journal of Clinical Nursing* 20, 2609-22.
- World Health Organization. 1981. Research on the menopause. Viitattu 10.11.2015. www.apps.who.int/iris/bitstream/10665/41526/1/WHO_TRS_670.pdf?ua=1.
- Wright, N. C., Riggs, G. K., Lisse, J. R. & Chen, Z. 2008. Self-reported osteoarthritis, ethnicity, body mass index, and other associated risk factors in postmenopausal women results from the Women's Health Initiative. *Journal of the American Geriatrics Society* 56(9):1736-43. doi:10.1111/j.1532-5415.2008.01812.x.
- Wyatt, F. B., Milam, S., Manske, R. C. & Deere, R. 2001. The effects of aquatic and traditional exercise programs on persons with knee osteoarthritis. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15(3), 337-40.
- Zhang W. 2010. Risk factors of knee osteoarthritis--excellent evidence but little has been done. *Osteoarthritis Cartilage* 18, 1-2. doi: 10.1016/j.joca.2009.07.013.

LIITTEET

Liite 1. Koeryhmän 16 viikon vesiharjoitteluohjelma.

Viikko 1	ma 22.10	No boots	2 x 30		Viikko 9	ma 17.12	Large	3 x 45
	ke		2 x 45			3 x 30		
	pe		3 x 45			3 x 45		
Viikko 2	ma 29.10	No boots	3 x 45		Viikko 10	Su 23.12	Large	3 x 30
	ke		3 x 30			3 x 45		
	pe		3 x 45			3 x 30		
Viikko 3	ma 5.11	Small boots	3 x 45		Viikko 11	ma 31.12	Large	3 x 45
	ke		3 x 30			3 x 45		
	pe		3 x 45			3 x 45		
Viikko 4	ma 12.11	Small boots	3 x 30		Viikko 12	ma 07.01	No boots	3 x 45
	ke		3 x 45			Small	3 x 45	
	pe		3 x 30			Large	3 x 45	
Viikko 5	ma 19.11	Small boots	3 x 45		Viikko 13	ma 14.01	Large	3 x 45
	ke		3 x 45			3 X 30		
	pe		3 x 45			3 X 45		
Viikko 6	ma 26.11	Small boots	S 3 x 45		Viikko 14	ma 21.01	Large	3 X 45
	ke	Large	L 3 x 45			3 X 30		
	pe	Small boots	S 3 x 45			3 X 45		
Viikko 7	ma 3.12	Large	L 3 x 45		Viikko 15	ma 28.01	Large	3 X 45
	ke	Small boots	S 3 x 45			3 X 30		
	pe	Large	L 3 x 45			3 X 45		
Viikko 8	ma 10.12	Large	L 3 x 45		Viikko 16	ma 4.02	Large	3 X 45
	ke	Small boots	S 3 x 45			3 X 45		
	pe	Large	L 3 x 45			3 x 30		