

**VESIVASTUSHARJOITTELUN VAIKUTUS POLVINIVELRIKKOA
SAIRASTAVIEN NAISTEN KÄVELYYN**

Pia Pullinen

Liikuntalääketieteen pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Pullinen, P. 2017. Vesivastusharjoittelun vaikutus polvinivelrikkoa sairastavien naisten kävelyyn. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, liikuntaläketieteen pro gradu -tutkielma, 65 s., 3 liitettä.

Nivelrikko on yleisin nivelsairaus. Nivelrikon perimmäistä syytä ei tiedetä, mutta sen ilmaantuvuus lisääntyy ikääntyessä. Sairautta parantavaa hoitoa ei ole. Polvinivelrikko alentaa työ- ja toimintakykyä sekä heikentää elämänlaatua. Polvinivelrikon oireet, esimerkiksi kipu ja liikerajoitus, vaikuttavat kävelyyn. Tämän pro gradu -tutkielman tarkoituksena oli tutkia progressiivisen vesivastusharjoittelun vaikutusta polvinivelrikkoa sairastavien naisten kävelyyn.

Tutkimus perustuu Jyväskylän yliopiston SQUAREHAB-tutkimusaineistoon, joka kerättiin vuosina 2012–2014. Tutkittavat olivat 60–68-vuotiaita naisia (N=87), joilla oli lievä radiologisesti todettu polvinivelrikko. Tutkittavat oli jaettu satunnaistamalla koe- (n=43) ja kontrolliryhmään (n=44). Koeryhmässä tehtiin vesivastusharjoittelua tunnin ajan kolmesti viikossa 16 viikon ajan. Kontrolliryhmäläiset jatkoivat normaalia elämää. Kävelyn ominaisuuksia mitattiin GAITRite-järjestelmällä alku- ja lopputilanteessa. Kävelyt tehtiin normaali- ja maksimivauhdilla. Kävelystä analysoitiin kävelynopeuden ja kävelyn symmetriaan liittyviä muuttujia. Pääanalyysimenetelmät olivat Wilcoxonin merkkitesti ja kovarianssianalyysi (ANCOVA).

Kun kävelynopeutta verrattiin ryhmittäin alku- ja lopputilanteessa, niin normaalivauhtisessa kävelyssä kävelynopeus parani sekä koe- että kontrolliryhmässä. Maksimivauhdilla tehdyissä kävelyissä ei ollut vastaavaa muutosta. Lopputilanteessa kävelynopeudessa ei ollut eroja ryhmien välillä alkutilanteeseen verrattuna. Tämä osoittaa, että koe- ja kontrolliryhmäläiset kävelivät intervention jälkeen suunnilleen samaa nopeutta. Kun kävelyn symmetrisyyttä verrattiin ryhmittäin alku- ja lopputilanteessa, niin koeryhmäläisillä kävelyn tukivaiheen kesto jalkojen välillä erosi lopputilanteessa enemmän kuin alkutilanteessa. Toisin sanoen tukivaiheen asymmetria oli lisääntynyt. Lopputilanteessa ryhmien välillä kävelyn symmetrisyydessä ei ollut eroja.

Tämän pro gradu -tutkielman tulokset osoittavat, ettei 16 viikon vesivastusharjoittelulla ole kävelynopeutta tai kävelyn symmetriaa parantavaa vaikutusta lievää polvinivelrikkoa sairastavilla naisilla verrattuna kontrolliryhmään. Kuitenkin normaalivauhtisen kävelyn kävelynopeus, askeltiheys ja askelpituus paranivat molemmissa ryhmissä. Vesivastusharjoittelu on sopiva harjoittelumuoto polvinivelrikkoa sairastavalle.

Asiasanat: polvinivelrikko, vesivastusharjoittelu, kävely

ABSTRACT

Pullinen, P. 2017. Effect of therapeutic aquatic exercise on gait in women with knee osteoarthritis. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis in Sports and Exercise Medicine, 65 pp, 3 appendices.

Osteoarthritis is the most common form of arthritis. The exact cause of osteoarthritis is unknown but it is generally associated with ageing. There is no cure for the disease. Osteoarthritis of the knee causes disability and impaired quality of life. The symptoms of the disease such as pain and stiffness in the joints affect gait. The purpose of this study was to investigate the effect of therapeutic aquatic exercise on gait in women with osteoarthritis of the knee.

The data is part of the randomized controlled trial AQUAREHAB and has been collected in 2012–2014 in Jyväskylä. Participants, aged 60–68 years, with a mild radiographically confirmed osteoarthritis of knee (N=87) were randomly assigned to the intervention (n=43) or control group (n=44). Exercise in intervention group was 60 minutes, three times a week for 16 weeks. The control group was asked to maintain normal activities. Data were collected at baseline and at week 16 with GAITRite system. Walking was performed with two different speeds: at normal speed and at maximum speed. Analysed data concerned speed and symmetry. Wilcoxon signed rank test was used to compare baseline and after intervention data within group. Analysis of covariance (ANCOVA) was used to compare groups after intervention.

After intervention both intervention and control group had a better walking speed when walking at normal speed ($p < .05$). There were no similar changes at maximum speed. Both groups had on average the same walking speed after intervention. When comparing gait symmetry after intervention there was no significant difference between groups. Neither there were changes within groups when comparing the baseline with after intervention data except in stance phase. In intervention group stance phase asymmetry was increased after intervention.

The results of this randomized and controlled study show that 16 weeks' therapeutic aquatic exercise does not have a superior effect on gait of women suffering from mild knee osteoarthritis when comparing groups. However the walking speed in both groups improved. Therapeutic aquatic exercise can be recommended as one exercise type for the patients with osteoarthritis of knee.

Key words: knee osteoarthritis, aquatic exercise, gait

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 POLVINIVELRIKKO.....	3
2.1 Etiopatogeneesi.....	3
2.2 Riskitekijät.....	4
2.3 Ennaltaehkäisy.....	6
2.4 Oireet ja diagnostiikka.....	6
2.5 Hoito.....	8
3 KÄVELY JA POLVINIVELRIKKO.....	10
3.1 Kävelyn analysointi.....	10
3.2 Polvinivelrikon vaikutus kävelyyn.....	12
4 TERAPEUTTINEN HARJOITTELU JA LIIKUNTA NIVELRIKOSSA.....	14
4.1 Suositukset terapeuttiseen harjoitteluun.....	14
4.2 Vesivastusharjoittelu.....	15
5 VESIVASTUSHARJOITTELU JA POLVINIVELRIKKO.....	16
6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	19
7 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT.....	20
7.1 Eettisyys.....	20
7.2 Tutkimuksen kulku.....	20
7.3 Tutkittavat.....	22
7.4 Koeryhmä - harjoitusinterventio.....	22
7.5 Kontrolliryhmä.....	24

7.6 Kävelyominaisuuksien mittaaminen.....	25
7.7 Tilastolliset menetelmät.....	26
8 TULOKSET	28
8.1 Kävelynopeus, askeltiheys ja askelpituus.....	28
8.2 Kävelyn symmetrisyys	30
9 POHDINTA.....	33
9.1 Vesivastusharjoittelu ja kävelynopeus	33
9.2 Vesivastusharjoittelu ja kävelyn symmetrisyys.....	35
9.3 Tutkimuksen luotettavuus	35
9.4 Tutkimuksen eettisyys	37
9.5 Jatkotutkimusehdotukset	38
10 JOHTOPÄÄTÖKSET	40
LÄHTEET	41
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Nivelrikko eli artroosi on maailman yleisin nivelsairaus (Sharma & Kapoor 2006). Tällä hetkellä arvioidaan, että länsimaissa yli 60-vuotiaista miehistä noin 10 prosentilla ja naisista 18 prosentilla on nivelrikko (Kannus 2016). Nivelrikkoa esiintyy eniten polvessa, lonkassa, selkärangassa ja käden nivelissä (Arokoski & Kiviranta 2012), joista polvessa eniten (Lu ym. 2015). Nivelrikon ilmaantuvuus lisääntyy ikääntyessä (Arokoski ym. 2001). Suomessa polvinivelrikkoa sairastaa yli 30-vuotiaista miehistä noin 6 prosenttia ja naisista noin 8 prosenttia. Yli 75-vuotiaista miehistä 16 prosenttia ja naisista jo 32 prosenttia kärsii polvinivelrikosta (Arokoski 2012).

Nivelrikon tarkkaa syytä ei tiedetä (Arokoski & Kiviranta 2012). Taustalla voi olla yksi tai useampi riskitekijä (Sharma & Kapoor 2006). Nivelrikko haittaa arjesta selviytymistä. Kipu on yleensä ensimmäinen ja myös merkittävin oire. Sairauden edetessä kivut lisääntyvät ja nivelen virheasennon mahdollisuus kasvaa. Niveltä liikuttavan lihaksiston voima heikentyy ja nivelen liikkuvuus pienenee (Hooper & Moskowitz 2006). Seurauksensa on liikkumisen hankaloituminen ja toimintakyvyn aleneminen (Sharma & Kapoor 2006; Pohjolainen 2016). Tällöin riippuvuus toisista ihmisistä lisääntyy (Hirvensalo 2002, 24), elämänlaatu heikkenee ja tapaturmariski kasvaa (Heikkinen ym. 2013). Polvinivelrikkoa sairastavat ovat alttiimpia kaatumisille ja murtumille kuin terveet (Guideline for the prevention of falls in older persons 2001; Smith ym. 2016).

Polvinivelrikkoa sairastavan ja hänen lähipiirinsä lisäksi polvinivelrikko tuntuu kansantaloudessamme. Suomessa tehdään vuosittain noin 10 000 polven tekonivelleikkausta (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos 2016) ja niiden määrä on kasvussa (Kannus 2016). Nivelrikko näkyy myös sairauspoissaoloissa (Kansaneläkelaitos 2016), lääkärikäynneissä (Terveyspalvelujen käyttö ja sen väestöryhmittäiset erot 2006) sekä työkyvyttömyyseläkkeissä, joista Suomessa noin 6 prosenttia myönnetään nivelrikon perusteella (Eläketurvakeskus & Kansaneläkelaitos 2016). Polvinivelrikkoa voidaan pitää kansanterveysongelmana.

Sairautta parantavaa hoitoa ei ole. Hoidon tavoitteena ovat kivun hallinta ja lieventäminen sekä toimintakyvyn ylläpito ja parantaminen. Nivelrikon hoitomuodot ovat konservatiivinen hoito ja kirurginen hoito (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Terapeuttinen harjoittelu ja liikunta ovat nivelrikon hoidon lähtökohta (Arokoski 2012). Vesivastusharjoittelua suositellaan polvinivelrikon hoidossa (Stitik & Hochberg 2006; Polven ja lonkan nivelrikon fysioterapia 2013). Sen on todettu olevan yhtä vaikuttavaa kuin maalla tapahtuvan harjoittelun (Batterham ym. 2011). Vesivastusharjoittelun tuloksena polven kipu vähenee ja kävely sekä elämänlaatu paranee yhtä lailla kuin maalla tapahtuvan harjoittelun tuloksena (Wang ym. 2011). Vesivastusharjoittelu vaikuttaa positiivisesti myös toimintakykyyn (Cochrane ym. 2005; Fransen ym. 2007).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia vesivastusharjoittelun vaikutusta polvinivelrikkoa sairastavien naisten kävelyyn. Tutkimusaineisto on saatu AQUAREHAB-tutkimuksesta, jonka aineisto on kerätty vuosina 2012–2014. Kävelyn muuttujista tarkastellaan kävelynopeutta, askeltiheyttä ja -pituutta sekä kävelyn symmetriaan liittyen askelparin pituutta sekä heilahdus- ja tukivaiheaikaa.

2 POLVINIVELRIKKO

Polvinivelrikko voi esiintyä eri kohdassa polviniveltä. Yleisintä polvinivelrikko on reisiluun ja sääriluun välisessä nivelessä, ja erityisesti sen mediaalipuolella. Polvinivelrikkoa voi esiintyä myös nivelen lateraalipuolella. Harvemmin sitä esiintyy reisiluun ja polvilumpion välisessä nivelessä (Hooper & Moskowitz 2006; Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Jos vain toisessa polvessa esiintyy nivelrikkoa, niin riski saada nivelrikko myös toiseen polveen on lisääntynyt (Felson ym. 1995). Onkin yleistä, että polvinivelrikkoa on molemmissa polvissa (Metcalf ym. 2012). Kolmasosa sairastuneista, jolla on röntgenkuvassa todettu polvinivelrikko, on oireeton (Pohjolainen 2016).

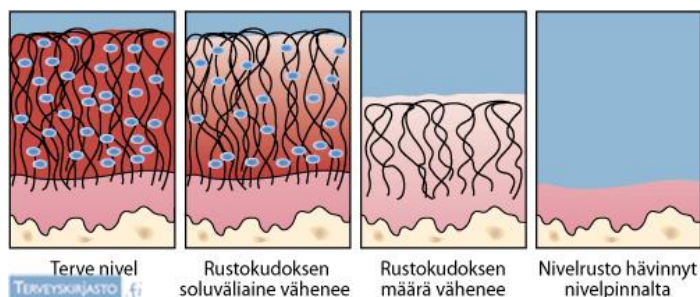
2.1 Etiopatogeneesi

Nivelrikon patofysiologiaa ei tunneta vielä tarkasti. Nykyisen käsityksen mukaan nivelrikossa ei ole kysymys nivelen kulumisesta vaan biokemiallisesta tapahtumasarjasta. Poikkeava mekaaninen kuormitus tai normaali kuormitus poikkeavassa nivelrustokudoksessa voi käynnistää tämän tapahtumasarjan (Poole ym. 2006). Kohdassa 2.2 Riskitekijät on kerrottu enemmän tekijöistä, jotka vaikuttavat polvinivelrikon syntyyn.

Nivelrikossa nivelruston soluväliaineen vaurioituminen ylittää rustoa korjaavat prosessit. Sen tuloksena nivelrustopinta tuhoutuu ja lopulta nivelrusto häviää nivelpinnalta. Seurauksena on nivelraon kaventuminen. Ajan mittaan rustonalaisen luun rakenteiden muutokset sekä niveltulehdus aiheuttavat nivelrikkokivun (Arokoski 2012).

Nivelrikossa nivelruston väliaineen proteoglykaanipitoisuus vähenee ja kollageeniverkostojen muodostama tukirakenne hajoaa. Rustonalainen luu muototuu nivelrikossa uudelleen uudisluunmuodostuksen kiihtyessä ja luu paksunee (Arokoski & Kiviranta 2012). Vielä ei tarkasti tiedetä edeltävätkö luumuutokset nivelruston muutoksia vai päinvastoin. Ne ovat kuitenkin yhteydessä toisiinsa (Poole ym. 2006). Nivelen reunassa luun ja ruston rajapinnassa, nivelkapselin, nivelsiteiden ja jänteiden kiinnittymiskohdissa, kehittyy luun

uudismuodoksen seurauksena osteofyyttejä. Nämä voivat rajoittaa nivelen liikerataa (Arokoski & Kiviranta 2012). Kuvassa 1 esitetään nivelrikon muutokset.



Kuva 1. Nivelrikon rustomuutokset (Terveyskirjasto 2011). Terve nivel: Rustosolut (siniset soikiot), kollageenisäikeet (mustat aaltoviivat) ja proteoglykaaniokkyylit (punainen taustaväri) terveessä nivelessä. Rustokudoksen soluväliaine vähenee: Rustossa vesipitoisuus on kasvanut (haalistunut punainen taustaväri). Kollageenisäikeitä on pilkkoutunut. Proteoglykaanipitoisuus ja rustosolujen määrä ovat alkaneet vähentymään. Pinnallinen rustoväliaine on vaurioitunut. Rustokudoksen määrä vähenee: Rusto ohenee edelleen kollageeni- ja proteoglykaanipitoisuuden vähentyessä. Nivelrusto hävinnyt niveln pinnalta: lopulta nivelrusto häviää nivelpinnalta.

Nivelvelkko ei ole vain nivelruston sairaus. Rustokudoksen ja rustonalaisen luun lisäksi muutoksia esiintyy myös nivelkalvossa ja lihaksissa. Nivelkalvot voivat tulehtua ja niissä voidaan todeta hypertrofiaa (Poole ym. 2006). Nivelsiteet voivat löystyä. Lihaksissa saattaa esiintyä lihasatrofiaa (Felson ym. 2000). Muutokset etenevät yleensä hitaasti vuosien kuluessa (Poole ym. 2006).

2.2 Riskitekijät

Nivelrikolle altistavia riskitekijöitä on lukuisia. Ne voidaan jakaa systeemisiin ja paikallisiin tekijöihin. Tämä jako vastaa nivelrikon luokittelua primaariin (idiopaattiseen) ja sekundaariin tautimuotoon (Arokoski & Kiviranta 2012). Systeemisiä tekijöitä ovat mm. ikä, naissukupuoli ja perimä. Paikallisia tekijöitä ovat mm. liikapaino, nivelvamma ja niveltä kuormittava työ. Tutkimusnäytön mukaan polvinivelrikon vaaraa lisäävät eniten ikääntyminen, naissukupuoli, liikapaino ja polvivamma (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Systeemiset tekijät altistavat nivelruston paikallisille tekijöille. Paikalliset riskitekijät, kuten poikkeava mekaaninen

kuormitus ja nivelvamman paikka, määrittävät nivelrikon sijainnin ja vaikeusasteen (Arokoski ym. 2001).

Ikääntyminen on nivelrikon merkittävin etiologinen riskitekijä. Ikääntymiseen liittyvän ruston rakenteellisten muutosten, biomekaanisten ominaisuuksien heikkeneminen ja metabolisen aineenvaihdunnan väheneminen altistaa nivelrikolle (Sharma & Kapoor 2006; Arokoski & Kiviranta 2012). Nivelrikkoa ei yleensä esiinny alle 45–50 -vuotiailla (Arokoski ym. 2001; Blagojevic ym. 2010). Polvinivelrikkoa esiintyy naisilla usemmin kuin miehillä (Sharma & Kapoor 2006; Blagojevic ym. 2010). Syy saattaa olla monisyinen ja voi johtua rakenteellisista tekijöistä, hormonitoiminnasta tai elämäntavoista (Hame & Alexander 2013). Suomessa naisten polvinivelrikon esiintyvyys on vähentynyt (Kannus 2016).

Liikapaino on huomattava nivelrikon vaaratekijä. Korkea painoindeksi (BMI) lisää huomattavasti riskiä sairastua polvinivelrikkoon (Felson ym. 1988; Jiang ym. 2012). Jos BMI on suurempi kuin 30, riski sairastua polvinivelrikkoon on seitsemänkertainen verrattuna siihen, jos BMI on alle 25 (Toivanen ym. 2010). Yksi selittävä tekijä on nivelpintaan kohdistuvan kuormituksen lisääntyminen. Polvinivelrikon synnyssä ylipainon ja lihavuuden merkitys korostuu. Kävellessä polviniveleen kohdistuva kuorma on suurempi kuin lonkkaniveleen kohdistuva kuorma (Arokoski ym. 2001; Sharma & Kapoor 2006). Mekaaniset tekijät eivät kuitenkaan yksin selitä liikapainon merkitystä nivelrikon synnyssä, koska liikapaino näyttäisi myös olevan yhteydessä kämmenen alueen nivelrikkoon (Cicuttini ym. 1996). Muita selittäviä tekijöitä saattavat olla liikapainoon liittyvät hormonaaliset ja metaboliset tekijät (Arokoski ym. 2001; Loeser 2003; Pottie ym. 2006).

Polvivamma lisää selkeästi polvinivelrikon riskiä (Blagojevic ym. 2010; Toivanen ym. 2010; Muthuri ym. 2011a). Polvivamman tyyppi vaikuttaa todettuun riskiyhteyteen. Esimerkiksi kierukkavamma lisää polvinivelrikon riskiä enemmän kuin määrittelemätön polvivamma (Muthuri ym. 2011a). Muita polvinivelrikon riskitekijöitä ovat raskas ja polvia kuormittavat fyysinen työ ja liikunta, nivelen epämuodostuma ja kehityshäiriö, perimä, polvinivelkierukan poisto (Sharma & Kapoor 2006) sekä varus- tai valgusvirheasento (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Perimän osuus saattaa olla merkittävä (Kannus 2016).

2.3 Ennaltaehkäisy

Polvinivelrikkoa voidaan ehkäistä. On mahdollista vaikuttaa kolmeen varmaan riskitekijään: liikapainoon, polvivammaan ja raskaan työn aiheuttamaan työkuormitukseen. Arvioidaan, että länsimaissa ylipainon vähentäminen pienentää oireisen polvinivelrikon ilmaantuvuutta 24–30 prosenttia ja lihavuuden vähentäminen 23–50 prosenttia (Muthuri ym. 2011b). Painoindeksin pieneneminen vähintään kahdella yksiköllä voi vähentää sairastumisriskiä jopa 50 prosenttia (Felson ym. 1992).

On arvioitu, että polvitapaturmia välttämällä voidaan oireisen polvinivelrikon ilmaantuvuutta vähentää miehillä 25 prosenttia ja naisilla 14 prosenttia (Arokoski ym. 2001). Polvivamman syntyä voidaan ehkäistä pitämällä polvea ympäröivät lihakset kunnossa, harjoittamalla liikkuvuutta ja välttämällä ylikuormitusta. Huomiota tulee myös kiinnittää hyvään liikuntasuoritustekniikkaan ja sopiviin liikuntavälineisiin (Tis 2016). Säännöllinen liikunta on suositeltavaa, jotta nivel ja sitä ympäröivät lihakset pysyvät kunnossa (Arokoski ym. 2000).

Työkuormituksesta johtuvat biomekaaniset tekijät voivat lisätä polvinivelrikon syntyä jopa 60 prosenttia (McWilliams ym. 2011). Tällaisia ovat työt, joissa joutuu toistuvasti olemaan polvien varassa, polvistumaan, kävelemään portaita, nostamaan tai kantamaan taakkoja. Näissä tilanteissa on hyvä miettiä vaihtoehtoisia työtapoja (Felson & Zhang 1998). Työssä olisi hyvä huomioida toistomäärä ja apuvälineiden käyttö (Arokoski 2012).

Estrogeeni saattaa suojella nivelrikolta. Estrogeenikorvaushoito voi ennaltaehkäistä nivelrikon syntyä (Arokoski ym. 2001; Sharma & Kapoor 2006). Toisaalta, estrogeeni saattaa vaikuttaa negatiivisesti luumassan kehitykseen ja tätä kautta lisätä nivelrikon kehittymistä. Näyttö estrogeenin ja nivelrikon välisestä yhteydestä on ristiriitainen (Sharma & Kapoor 2006).

2.4 Oireet ja diagnostiikka

Tyypillisesti nivelrikon oireet alkavat ilmetä 40 ikävuoden jälkeen ja lisääntyvät tästä eteenpäin hitaasti vuosien kuluessa. Nivelrikon tyypillinen ja ensimmäinen oire on nivelen

kipu (Hooper & Moskowitz 2006). Polvessa nivelrikkokipu tuntuu usein paikallisena polvinivelessä (Arokoski & Kiviranta 2012), mutta voi tuntua myös säären yläosassa ja reidessä aina lonkkaan saakka (Pohjolainen 2016). Aluksi kipu esiintyy nivelen kuormituksessa, mutta vähenee levossa. Sairauden edetessä kipu voi muuttua jatkuvaksi ja sitä voi olla myös levossa. Kivun voimakkuus ei välttämättä ole yhteydessä röntgenkuvassa näkyvän sairauden asteen kanssa (Hooper & Moskowitz 2006).

Usein nivelessä esiintyy myös jäykkyyttä, jota ilmenee varsinkin aamuisin. Tämä lievenee usein noin 30 minuutin jälkeen. Jäykkyyttä saattaa myös ilmetä pidemmän paikallaolon jälkeen, jolloin liikkeelle lähteminen voi olla hankalaa ja aiheuttaa kipua. Lisäksi nivelen liikerata saattaa olla rajoittunut ja propriosesepitiikka alentunut. Nivel voi olla myös kosketusarka ja turvonnut. Nivelen liike voi aiheuttaa krepitaatiota eli ääntä tai tunnusteltavissa olevaa rutinaa. Etureisilihaksen voima voi olla heikentynyt (Hooper & Moskowitz 2006; Liikavainio ym. 2008; Alnahdi ym. 2012), mutta myös takareiden ja lantioseudun lihaksissa on todettu lihasvoiman heikkenemistä (Alnahdi ym. 2012).

Polvinivelriikko aiheuttaa suoritusrajoitteita. Kävely hankaloituu sekä tasamaalla että portaissa (Liikavainio ym. 2008). Rajoittunut polven liikerata muuttaa kävelytekniikkaa. Myös reisilihaksen lihasheikkous vaikuttaa kävelyyn. Kävelyyn saattaa liittyä ontumista (Hooper & Moskowitz 2006). Usein kävelynopeus hidastuu (Hooper & Moskowitz 2006). Lisäksi seisomaannousu, istuutuminen, pukeutuminen, peseytyminen ja varpaankynsien leikkaaminen saattavat vaikeutua (Arokoski & Kiviranta 2012).

Nivelriikon diagnoosi perustuu kuvattuihin oireisiin ja kliinisen sekä radiologisen tutkimusten löydöksiin. Kliiniseen tutkimukseen kuuluvat inspektio ja manuaalinen tutkimus. Inspektiolla arvioidaan liikkumista, nivelen asentoa ja nivelen ulkomuodon muutoksia. Arvioinnissa tarkastellaan mahdollista ontumista ja askelpituuden poikkeavuutta. Inspektiossa arvioidaan myös mahdollinen nivelen turvotus, deformatio tai varus- ja valgusvirheasento. Manuaalisessa tutkimuksessa nivelen liikelaajuus ja niveltä ympäröivien lihasten lihasvoima mitataan. Manuaalisessa tutkimuksessa arvioidaan myös erotusdiagnostiset sairaudet mm. tulehdussairaudet, luu- ja jännevammat ja nivelperäiset syyt. Lisäksi kuunnellaan ja

tunnustellaan mahdollista nivelen liikuttamisesta syntyvää krepitaatiota (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

Röntgenkuva on tavallisin tapa nivelrikon osoittamiseksi. Röntgenkuvauksessa mahdollisia löydöksiä ovat nivelraon kaventuminen, reunaosteofyytit, skleroosi ja kystat (Arokoski & Kiviranta 2012). Nivelrikon vaikeusasteen luokittelussa suositellaan käytettäväksi Kellgren-Lawrence -luokitusta (liite 1). Magneettikuvauksella voidaan täydentää röntgenkuvausta (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

Tieteellisessä kirjallisuudessa on esitetty useampia kriteeristöjä polvinivelrikon diagnosointiin mm. The European League Against Rheumatism (EULAR) suositus (Zhang ym. 2010) ja The American College of Rheumatology (ACR) suositus (Altman ym. 1986). Suomessa suositellaan käytettäväksi ACR:n kriteeristöä (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Tämän mukaan polvinivelrikko voidaan todeta, jos henkilöllä on polvikipua useampana päivänä kuukaudessa, radiologisesti todettu osteofyytteja ja vähintään yksi seuraavista asioista todennettavissa: yli 50 vuoden ikä, nivelen aamujäykkyys (jonka kesto alle 30 min) tai krepitaatiota niveltä liikuttaessa. Vain radiologisesti todetut muutokset eivät yksin riitä diagnoosiin, koska henkilö voi olla oireeton nivelmuutoksista huolimatta ja päinvastoin (Hannan ym. 2000; Peat ym. 2001).

2.5 Hoito

Nivelrikon hoidon tavoitteena on kivun hallinta ja lieventäminen, toimintakyvyn ylläpito (Stitik & Hochberg 2006; Arokoski & Kiviranta 2012), sairauden pahenemisen estäminen (Arokoski & Kiviranta 2012), terveyteen liittyvän elämänlaadun parantaminen ja ylihoidon välttäminen (Stitik & Hochberg 2006). Hoitomuodot tulee valita yksilöllisesti ottaen huomioon hoidon aiheet ja vasta-aiheet (Arokoski & Kiviranta 2012). Optimaalinen hoito sisältää sekä konservatiivisen lääkkeettömän hoidon että lääkehoidon (Zhang ym. 2008; Hochberg ym. 2012).

Hoidon perustana on potilasohjaus, jossa sairastuneelle kerrotaan sairaudesta ja sen itsehoidosta. Lisäksi laihduttaminen (jos ylipainoa), liikunta ja terapeuttinen harjoittelu ovat ensisijaisia hoitomuotoja (Stitik & Hochberg 2006; Zhang ym. 2008). Amerikkainen reumalääkäreiden yhdistys (American College of Rheumatology, ACR) korostaa aerobisen- ja lihasvoimaharjoittelun sekä vesivastusharjoittelun tärkeyttä (Hochberg ym. 2012). Fysikaalisen terapian menetelmiä nivelrikon hoidossa ovat kylmä- ja lämpöhoidot, akupunktio ja sähköhoidot ovat (Stitik & Hochberg 2006; Arokoski & Kiviranta 2012). Lääkkeettömiin hoitomuotoihin kuuluvat myös apuvälineet esimerkiksi kävelykeppi, tukipohjalliset (Zhang ym. 2008) ja ortoosit (Stitik & Hochberg 2006).

Lääkehoidon ensisijainen lääke on parasetamoli. Jos siitä ei ole riittävää apua hoidossa, siirrytään tulehduskipulääkkeisiin, joita voi käyttää myös paikallisesti (Zhang ym. 2008; Hochberg ym. 2012). Jos edellä mainitut lääkkeet eivät auta riittävästi kivun hoidossa tai niitä ei voida käyttää, kipua voidaan hoitaa opioideilla. Niveleen ruiskutettu glukokortikoidi saattaa vähentää kipua tulehdusvaiheessa (Zhang ym. 2008).

Kirurginen hoitomuoto on vaihtoehto, jos konservatiivisista hoidoista ei ole riittävästi apua tai ne eivät ole parantaneet toimintakykyä riittävästi. Kirurgisia hoitomuotoja ovat artroskopia eli puhdistus-huuhteluleikkaus, ostetomia eli luun katkaisu ja artroplastia eli tekonivelleikkaus (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

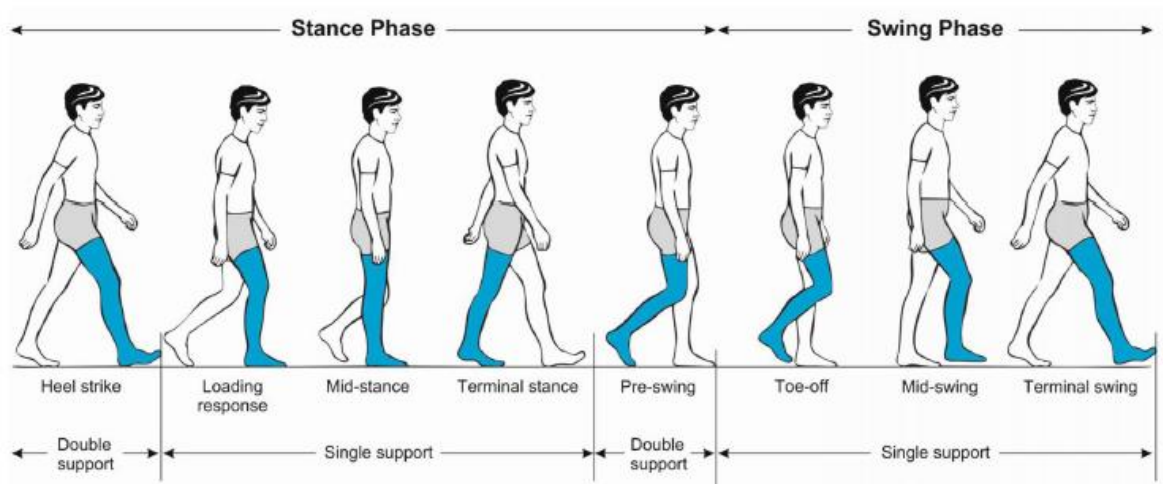
3 KÄVELY JA POLVINIVELRIKKO

Kävely on ihmisen perusliikkumiseen kuuluva ensisijainen kulkemisen ja liikkumisen muoto (Kauranen & Nurkka 2010, 380). Kävelyssä tarvitaan riittävää hermolihaskäytön sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintatasoa. Kävelyyhin vaikuttavat mm. ikä, sairaudet ja mieliala (Pirker & Katzenschlager 2017). Kävelyn on ennustettu heikentyvän 60–69-vuoden iästä eteenpäin. Yli 80-vuotiailla jopa 60 prosentilla on kävelemisen ongelmia (Mahlknecht ym. 2013). Kävelykyvyn ylläpito on tärkeä toiminnallisen itsenäisyyden ja elämänlaadun kannalta ikääntyessä (Mahlknecht ym. 2013; Pirker & Katzenschlager 2017). Polvinivelrikko on yleinen kävelyä heikentävä sairaus (Pirker & Katzenschlager 2017).

3.1 Kävelyn analysointi

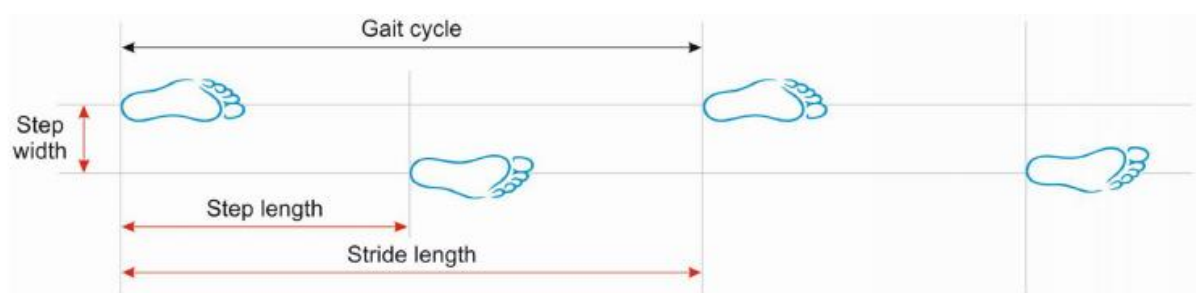
Kävelyanalyysin avulla voidaan tunnistaa kävelyssä ilmenevät poikkeavuudet ja puuttua niihin (Arokoski ym. 2006). Analyysin avulla voidaan myös seurata kuntoutuksen etenemistä ja hoidon tuloksellisuutta. (Schwesig ym. 2011). Kävelyä on mahdollista analysoida eri tavoin ja eri näkökulmista riipuen siitä mitä asiaa halutaan arvioida. Analysointi voi tapahtua kvantitatiivisesti tähän tarkoitettuilla analysointilaitteilla tai kvalitatiivisesti ihmisen aisteilla (Kauranen & Nurkka 2010, 380). Analysointilaitteilla mitataan kinemaattisia ilmiöitä, kuten kävelyn vaiheita, nivelkulmia, temporaalisia ja spatiaalisia muuttujia. Niillä voidaan mitata myös kineettisiä ilmiöitä kuten voiman momentteja ja reaktivoimia. Lisäksi EMG-rekisteröinnillä (elektromyografia) saadaan tietoa lihasten aktivaatiosta kävelyn aikana (Simoneau & Heiderscheit 2015).

Kävely on jatkuvaa syklistä liikettä. Kävelysykli voidaan jakaa kahteen päävaiheeseen, jotka ovat tuki- ja heilahdusvaihe (stance phase ja swing phase). Nämä voidaan edelleen jakaa useampaan osavaiheeseen (kuva 2). Keskimäärin kävelysykli (gait cycle) kestää sekunnin ajan, josta 60 prosenttia kuluu tukivaiheeseen ja loput 40 prosenttia heilahdusvaiheeseen (Vaughan ym. 1999; Simoneau & Heiderscheit 2015). Normaali kävelysykli on symmetristä tai lähes symmetristä (Vaughan ym. 1999; Sadeghi ym. 2000).



Kuva 2. Kävelysyklin vaiheet. Kävelysyklissä on kaksi päävaihetta, jotka ovat tuki- ja heilahdusvaihe. Nämä jakaantuvat vielä pienempiin vaiheisiin (StudyBlue 2015).

Kävelyn kuvailussa voidaan käyttää temporaalisia ja spatiaalisia muuttujia. Temporaalisia eli aikaa kuvaavia muuttujia ovat esimerkiksi askeltiheys (cadence), tukivaiheen kesto (stance time), heilahdusvaiheen kesto (swing time), sekä askeleen ja askelparin ottamiseen kuluva aika (step time ja stride time). Spatiaalisia eli etäisyyttä kuvaavia muuttujia taas ovat esimerkiksi askelparin pituus (stride length), askelpituus- ja leveys (step length ja step width) sekä jalkaterän kulma (toe out/in angle). Kuvassa 3 on esitetty osa spatiaalisista muuttujista. Kävelynopeus (velocity) on spatiaalis-temporaalinen muuttuja (Simoneau & Heiderscheit 2015).



Kuva 3. Kävelyvaiheen spatiaalisia muuttujia. Näitä ovat mm. askelleveys ja -pituus sekä askelparin pituus (StudyBlue 2015).

Yleisin kävelystä analysoitava muuttuja on kävelynopeus (Kauranen & Nurkka 2010, 382). Kävelynopeus muodostuu askelparin pituudesta ja askeltahdista seuraavasti: kävelynopeus = askelparin pituus * askeltiheys. Kävelynopeus lisääntyy joko askelparin pituutta (tai askelta) pidentämällä tai askeltiheyttä lisäämällä (Simoneau & Heiderscheidt 2015). Kävelynopeus ilmaistaan useimmiten yksiköillä m/s tai km/h. Kävelynopeus vaihtelee iän myötä. Se hidastuu ikääntyessä (Arokoski ym. 2006; Pirker & Katzenschlager 2017) ja 60 – 80-vuotiailla se on noin 1,25 m/s, joka vastaa 4,5 kilometrin tuntivauhtia (Kauranen & Nurkka 2010, 381). Kävelynopeus ennustaa hyvin yksilön toiminnallisia rajoituksia yksilön ikääntyessä (Guralnik ym. 1995; Rantanen ym. 2001).

Yleisesti kävelyä pidetään symmetrisenä, jos oikea ja vasen alaraaja näyttävät toimivan kävelyssä samalla tavalla (Sadeghi ym. 2000). Kävelyä voidaan sanoa symmetriseksi, jos epäsymmetrisyyttä ei ole erotettavissa tilastollisin menetelmin. Kävelyn epäsymmetria voi johtua monista eri syistä. Näitä ovat mm. alaraajojen lihasvoiman epätasapaino (Laroche ym. 2012), alaraajojen pituusero (Kaufman ym. 1996) tai sairaus (Plotnik ym. 2007; Heredia-Jimenez ym. 2016; Lauzière ym. 2014). Kävelyn epäsymmetrian on osoitettu kasvavan ikääntymisen myötä (Plotnik ym. 2007). Kävelyn epäsymmetrisyys on yhteydessä kaatumisriskiin (Yogev ym. 2007) ja poikkeavalle nivelkuormitukselle (Hunt ym. 2008). Laskemalla symmetrisyyden suhdeluku (symmetry ratio) tai indeksi (symmetry index) valituille temporaalisille ja/tai spatiaalisille muuttujille, voidaan arvioida kävelyn symmetriaa (Patterson ym. 2010).

3.2 Polvinivelrikon vaikutus kävelyyn

Tutkimusten mukaan polvinivelrikolla on vaikutusta kävelyyn (Kaufman ym. 2001; Chen ym. 2003; Hooper & Moskowitz 2006; Simic ym. 2011; Pirker & Katzenschlager 2017). Kipu ja nivelmuutokset vaikuttavat kävelyyn (Kaufman ym. 2001). Polvinivelrikko hidastaa kävelynopeutta, pienentää askeltiheyttä, lyhentää askelparin pituutta ja lisää tukivaiheen kokonaiskestoa (Al-Zahrani & Bakheit 2002; Gök ym. 2002). Se myös vaikuttaa niveliikkuvuuteen. Polven liikkuvuus saattaa olla rajoittunutta (Messier ym. 1992; Al-Zahrani & Bakheit 2002, Bejek ym. 2006). Myös lonkan ja nilkan liikelaajuus voi olla pienentynyt

(Al-Zahrani & Bakheit 2002). Polvinivelrikko vaikuttaa myös kävelyn voimiin: reaktivoimiin (Gök ym. 2002), voiman momentteihin (Kaufman ym. 2001; Baliunas ym. 2002; Gök ym. 2002) ja lihasten tehontuottoon (McGibbon & Krebs 2002).

Polvinivelrikon ja kävelynopeuden yhteyttä on tutkittu melko paljon. Kävelynopeutta on mitattu lyhyillä, noin 5–15 metrin matkoilla. Melko yhtenäinen näkemys on siitä, että polvinivelrikko hidastaa kävelynopeutta (Kaufman ym. 2001; Chen ym. 2003; Hooper & Moskowitz 2006; Hunt ym. 2010; Zeni ym. 2010). Tutkimuksissa joillakin tutkittavilla sairaus on ollut alkuvaiheessa, joillakin se on pidemmälle edennyt. Mitä suurempi nivelrikon aste on ollut, sitä hitaampaa on ollut myös kävely (Hubley-Kozey ym. 2009; Hunt ym. 2010; Zeni ym. 2010).

Polvinivelrikko saattaa aiheuttaa kävelyn asymmetriaa (Hooper & Moskowitz 2006; Pirker & Katzenschlager 2017). Syynä on ensisijaisti nivelen kipu. Kipu vaikuttaa siihen, miten polvinivelrikkoa sairastava laittaa painoa oireelliselle jalalle. Kivuliaalle jalalle laitetaan vähemmän painoa kuin kivuttomalle (Hurwitz ym. 2000). Tällöin oireellisen jalan tukivaihe on tavallista lyhyempi ja kävely on näyttää ontumiselta (Simoneau & Heiderscheit 2015). Kivun vuoksi henkilö pyrkii kompensoimaan kipeän polven liikettä lonkkanivelen avulla (Arokoski ym. 2006). Myös polvinivelen pienentynyt liikerata vaikuttaa lonkan käyttöön niin, että lanneseutu kuormittuu virheellisesti (Bejek ym. 2006).

Kun kävely muuttuu tavallisesta poikkeavaksi, oireellisen polven nivelkuormitus muuttuu (Hurwitz ym. 2000; Chang ym. 2005). Poikkeava nivelkuormitus saattaa edistää sairauden etenemistä (Miyazaki ym. 2002; Childs ym. 2004; Henriksen ym. 2006), mutta myös hidastaa sen etenemistä (Chang ym. 2005). Poikkeava kävely kuormittaa myös terveen jalan niveliä poikkeavasti (Metcalf ym. 2013). Liikavainion ym. (2007) tutkimuksessa, jossa tutkittiin polvinivelrikon vaikutusta kävelyyn ja lihasaktivaatioon, asymmetriaa esiintyi vain porraskävelyssä, ei tasamaakävelyssä. Terveilläkin ihmisillä asymmetriaa on todettu olevan enemmän porraskävelyssä kuin tasamaakävelyssä (Stacoff ym. 2005).

4 TERAPEUTTINEN HARJOITTELU JA LIIKUNTA NIVELRIKOSSA

Yksilöllinen terapeuttinen harjoittelu ja liikunta ovat nivelrikon ensisijaisia hoitomuotoja. Harjoittelu- ja liikuntaohjauksen suunnittelussa voidaan soveltaa yleisiä liikuntasuosituksia (Polven ja lonkan nivelrikon fysioterapia 2013). Harjoittelun ja liikunnan avulla on mahdollista vähentää kipua ja ylläpitää sekä lisätä liikkumis- ja toimintakykyä (Pedersen & Saltin 2006; Stitik & Hochberg 2006; Zhang ym. 2008) sekä elämänlaatua (Pedersen & Saltin 2006). Liikunta voi olla omatoimista tai ohjattua (Pedersen & Saltin 2006; Stitik & Hochberg 2006). Sekä maalla tapahtuvasta että vedessä tehtävästä harjoittelusta on hyötyä nivelrikkoa sairastavalle (Suomi & Collier 2003; McAlindon ym. 2014, Lu ym. 2015).

4.1 Suositukset terapeuttiseen harjoitteluun

Harjoittelun suositellaan olevan säännöllistä ja jatkuvaa. Sen tulee olla nousujohteista harjoitusvasteiden aikaansaamiseksi (Polven ja lonkan nivelrikon fysioterapia 2013). Harjoittelun on hyvä sisältää aerobista harjoittelua, lihasvoimaharjoittelua, nivelten liikkuvuusharjoittelua (Zhang ym. 2008; McAlindon ym. 2014) sekä lihasvenyttelyä (Stitik & Hochberg 2006; Polven ja lonkan nivelrikon fysioterapia 2013). Lisäksi koordinaatioharjoittelu on myös tärkeä osa polvinivelrikkoa sairastavan liikuntaa. Akuutissa nivelen tulehdusvaiheessa nivelen kuormitusta on vähennettävä tai nivel on pidettävä levossa (Pedersen & Saltin 2006).

Suositteluvia ovat liikuntalajit, joissa niveliin ei kohdistu kovia tärähdyksiä eikä yhtäaikaista voimakkaita kierto- ja kompressioliikkeitä (Pedersen & Saltin 2006) ja joissa tapaturmariski on alhainen (Polven ja lonkan nivelrikon fysioterapia 2013). Näitä ovat mm. vesivoimistelu, vesijuoksu, uinti, kuntopyöräily ja pyöräily, koska niissä ei tule suurta kuormitusta polviniveleen (Pohjolainen 2016). Vältettäviä lajeja ovat mm. jalkapallo, koripallo ja juokseminen kovalla alustalla (Pedersen & Saltin 2006). Harjoittelun suunnittelussa on oleellista huomioida polvinivelrikkoa sairastavan ikä, muut sairaudet ja liikkumiskyky (Stitik & Hochberg 2006). Tarkkoja harjoitteluohjeita ei harjoittelun annostelusta voida antaa, toisin

sanoen harjoittelun useuden, keston tai intensiivisyyden suhteen (Stitik & Hochberg 2006, Fransén ym. 2015).

4.2 Vesivastusharjoittelu

Vesivastusharjoittelu on vedessä tapahtuvaa liikeharjoittelua. Vesivastusharjoittelua kutsutaan myös allasharjoitteluksi, vesiharjoitteluksi (Bartels ym. 2016) tai allasterapiaksi, jos siitä vastaa fysioterapeutti (Australian Physiotherapy Association 2015). Veden lämpötila altaassa on 28–36°C. Veden syvyys voi olla noin 90–150 cm riippuen harjoittelupaikasta (Waller ym. 2014). Veden noste vähentää nivelkuormitusta ja mahdollistaa harjoittelun paremmin, jos alaraajoissa esiintyy kipua. Veden syvyydellä voidaan vaikuttaa nivelkuormituksen määrään. Mitä korkeampi on vedensyvyys, sitä vähäisempää on nivelkuormitus. Vesi antaa myös vastusta liikkeelle (Hinman ym. 2007). Sitä on mahdollista lisätä apuvälinein (Waller ym. 2013). Lämmin vesi ja vedenpaine saattaa vähentää kiputunteja ja turvotusta (Hinman ym. 2007). Vesivastusharjoittelua voidaan usein tehdä sairauden kivuliaammassa vaiheessa tai kuntoutuksen alkuvaiheessa, jolloin maalla tapahtuva harjoittelu ei onnistu tai on vaikeaa (Batterham ym. 2011). Vesivastusharjoittelulla voidaan parantaa kestävyyskuntoa (Bergamin ym. 2012), lisätä lihasvoimaa ja lisätä alaraajojen liikkuvuutta (Bergamin ym. 2013).

5 VESIVASTUSHARJOITTELU JA POLVINIVELRIKKO

Vesivastusharjoittelua suositellaan polvinivelrikon hoidossa (Stitik & Hochberg 2006; Hochberg ym. 2012; Polven ja lonkan nivelrikon fysioterapia 2013; McAlindon ym. 2014). Se saattaa olla erityisen sovelias liikuntamuoto sairauden kivuliaassa vaiheessa (Arokoski 2012) ja kun sairastunut on ylipainoinen (Lim ym. 2010). Polvinivelrikkoa sairastavalle vedessä tapahtuvan harjoittelun on todettu olevan yhtä vaikuttavaa kuin maalla tapahtuvan harjoittelun (Suomi & Collier 2003; Batterham ym. 2011). Vesivastusharjoittelun tuloksena polven kipu vähenee ja liikkuvuus lisääntyy sekä kävelynopeus että elämänlaatu paranevat yhtä lailla kuin maalla tapahtuvan harjoittelun tuloksena (Wang ym. 2011). Myös päinvastaista tutkimustietoa harjoittelujen vertailusta on. Lundin ym. (2008) satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa lihasvoima parani ja kipu väheni vain maalla tapahtuvan harjoittelun jälkeen, mutta ei vesivastusharjoittelun jälkeen verrattuna kontrolliryhmään. Foley ym. (2003) satunnaistetussa kontrolloidussa tutkimuksessa reisilihasten lihasvoima lisääntyi sekä maalla tapahtuvan harjoittelun että vedessä tapahtuvan harjoittelun tuloksena, mutta maalla tapahtuvan harjoittelun tuloksena enemmän. Lun ym. (2015) katsauksessa todetaan vesivastusharjoittelun antavan lyhytkestoisempia tuloksia kuin maalla tapahtuvan harjoittelun ja sitä suositellaan oheisharjoitteeksi polvinivelrikkoiselle.

Vesivastusharjoittelun vaikutusta polvinivelrikkoa sairastavan kävelynopeuteen on tutkittu jonkin verran. Tutkimuksissa kävelymatkat ovat eripituisia. Lyhyemmät kävelymatkat ovat 2,5–15 metriä (Cochrane ym. 2005; Fransen ym. 2007; Silva ym. 2008) ja pidemmät kuuden minuutin tai kahden kilometrin kävelymatkoja (Foley ym. 2003; Hinman ym. 2007; Wang ym. 2007; Wang ym. 2011; Waller ym. 2017). Fransenin ym. (2007) tutkimuksessa polvi- ja lonkkanivelrikkoa sairastavat osallistuivat 12 viikon ajan progressiiviseen vesivastusharjoitteluun kahdesti viikossa tunnin ajan. Kävelynopeutta mitattiin 15 metrin matkalta. Kävelynopeus parani tilastollisesti merkitsevästi ja enemmän kuin tutkimuksessa mukana olleessa taiji-ryhmässä. Myös Silvan ym. (2008) tutkimuksessa arvioitava kävelymatka oli 15 metriä, joka käveltiin sekä normaalilla että nopealla kävelyvauhdilla. Tutkittavilla oli polvinivelrikko ja heidät oli jaettu vesivastus- ja saliharjoitteluryhmään. Harjoittelua tehtiin kolme kertaa viikossa 50 minuuttia kerralla 18 viikon ajan. Kävelynopeus

parani molemmissa ryhmissä molemmilla nopeuksilla tilastollisesti merkitsevästi. Kävelynopeuden on todettu parantuvan vesivastusharjoittelun vaikutuksesta vielä lyhyemmälläkin 2,5 metrin matkalla. Harjoittelua tehtiin vuoden ajan ja tavoitteena oli osallistua vähintään kaksi kertaa viikossa ohjattuun ryhmään (Cochrane ym. 2005).

Foleyn ym. (2003) tutkimuksessa, jossa verrattiin kuuden viikon vesivastusharjoittelun ja kuntosaliharjoittelun vaikutusta polvi- ja/tai lonkkanivelrikkoo sairastavien kävelynopeuteen, kävelynopeus parani molemmissa ryhmissä. Ero kontrolliryhmään oli tilastollisesti merkitsevä. Kävelynopeus laskettiin kuuden minuutin kävelytestistä. Harjoittelua tehtiin kolmesti viikossa puoli tuntia kerralla. Vastaavasti samankaltaisessa 12 viikkoa kestävässä tutkimuksessa (Wang ym. 2007), jossa harjoiteltiin kolmesti viikossa 50 minuuttia kerralla, kävelynopeus parani. Tässäkin tutkimuksessa kävelynopeus laskettiin kuuden minuutin kävelytestistä ja ero kontrolliryhmään oli tilastollisesti merkitsevä. Myös Hinmanin ym. (2007) tutkimuksessa kuuden viikon vesivastusharjoittelun tuloksena polvi- tai lonkkanivelrikkoo sairastavien kävelynopeus parani kuuden minuutin matkalla ja kahdentoista viikon päästä alkumittauksesta vesivastusharjoitteluryhmäläisten kävelymatka oli vielä pidempi kuin kuuden viikon kohdalla. Yksittäisen harjoittelun kesto oli 45–60 minuuttia ja sitä tehtiin kaksi kertaa viikossa.

Wangin ym. (2011) tutkimus, jossa oli mukana vain polvinivelrikkoo sairastavia henkilöitä, osoittaa myös vesivastusharjoittelun vaikuttavan positiivisesti kävelynopeuteen. Tutkimuksessa verrattiin 12 viikon progressiivisen vesivastusharjoittelun ja saliharjoittelun vaikutusta polvinivelrikkoo sairastavien kävelynopeuteen. Harjoittelua tehtiin kolmesti viikossa puoli tuntia kerralla. Intervention jälkeen kävelymatka oli pidempi molemmissa harjoitteluryhmissä verrattuna alkutilanteeseen. Ero kontrolliryhmään oli tilastollisesti merkitsevä. Kävelynopeus laskettiin kuuden minuutin kävelytestistä. Myös toisessa tutkimuksessa (Waller ym. 2017), jossa oli mukana vain polvinivelrikkoo sairastavia, kävelynopeus parani vesivastusharjoittelun tuloksena. Tutkittavat harjoittelivat 16 viikon ajan kolme kertaa viikossa tunnin ajan. Harjoitteluohjelma oli progressiivinen. Mitattu kävelymatka oli kaksi kilometriä.

Vesivastusharjoittelun vaikutusta polvinivelrikkoa sairastavan kävelyn symmetriaan temporaalisia ja spatiaalisia muuttujia hyväksi käyttäen ei ole tietääkseni tutkittu. Kuitenkin vesivastusharjoittelun vaikutusta kävelyn symmetrisyyteen vaikuttaviin tekijöihin on tutkittu paljon. Vesivastusharjoittelun on todettu vähentävän polvinivelrikkoa sairastavan kipua (Cochrane ym. 2005; Fransen ym. 2007; Hinman ym. 2007; Lim ym. 2010; Wang ym. 2011; Waller 2016). Sen on myös todettu lisäävän alaraajojen lihasvoimaa (Cochrane ym. 2005; Hinman ym. 2007; Wang ym. 2007; Waller 2016). Vesivastusharjoittelulla voidaan myös parantaa nivelliikkuvuutta (Wang ym. 2007; Wang ym. 2011). Näyttää siltä, että vesivastusharjoittelulla voi olla hyödyllisiä vaikutuksia polvinivelrikkoa sairastavan kävelyn symmetriaan.

Lisäksi vesivastusharjoittelun on todettu vaikuttavan positiivisesti monin tavoin polvinivelrikkoa sairastavan elämään. Meta-analyysin (Waller ym. 2014) ja Cochranekatsauksen (Bartels ym. 2016) tulokset viittaavat siihen, että vesivastusharjoittelu parantaa elämänlaatua ja vaikuttaa positiivisesti toimintakykyyn. Vesivastusharjoittelun on todettu parantavan polvinivelrikkoa sairastavan kestävyyskuntoa (Minor ym. 1989; Wang ym. 2007; Waller 2016) ja tasapainoa (Hale ym. 2012).

Vesivastusharjoittelu on turvallista polvinivelrikkoa sairastavalle. Vain harvoin sillä on haittavaikutuksia polvinivelrikkoa sairastavalle. Tutkimusten mukaan lisääntynyt kipu on yleisin oire ja tämäkin ollut vähäistä (Waller ym. 2014; Bartels ym. 2016). Lundin ym. (2008) tutkimuksessa raportoitiin vähemmän haitallisia vaikutuksia vesivastusharjoittelun yhteydessä kuin maalla tapahtuvan harjoittelun yhteydessä. Sitoutuminen vesivastusharjoitteluun on vahvaa (Waller ym. 2014; Bartels ym. 2016) ja voi olla jopa parempaa kuin salilla tehtävään harjoitteluun. Syy tähän voi olla se, että vesivastusharjoittelumahdollisuutta ei ole niin usein saatavilla (Silva ym. 2008).

6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää vaikuttaako progressiivinen vesivastusharjoittelu lievää polvinivelrikkoa sairastavien postmenopausaalisten naisten kävelyyh.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Vaikuttaako vesivastusharjoittelu polvinivelrikkoa sairastavien naisten kävelynopeuteen?
2. Vaikuttaako vesivastusharjoittelu polvinivelrikkoa sairastavien naisten kävelyn symmetrisyyteen?

7 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimus on osa laajempaa Jyväskylän yliopiston terveystieteiden laitoksen satunnaistettua kontrolloitua SQUAREHAB-tutkimusta. SQUAREHAB-tutkimuksen aineisto on kerätty vuosina 2012–2014. Tutkimuksessa tutkittiin vesivastusharjoittelun vaikutusta mm. polven nivelrustoon, kipuun, aerobiseen kuntoon ja fyysiseen toimintakykyyn. Tutkittavat olivat lievää polvinivelrikkoa sairastavia vaihdevuodet ohittaneita naisia. Tutkimuksessa tehtiin alkumittaukset ja neljän kuukauden intervention jälkeen loppumittaukset. Lisäksi 12 kuukauden kuluttua loppumittauksista tehtiin seurantamittaukset. Tämän tutkimuksen aineistossa on mukana alku- ja loppumittaukset.

7.1 Eettisyys

AQUAREHAB-tutkimus sai marraskuussa 2011 Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettiseltä toimikunnalta puoltavan lausunnon (Dnro 19U/2011). Tutkimus tehtiin hyvää tieteellistä käytäntöä ja Helsingin julistusta noudattaen (Declaration of Helsinki). Consolidated Standards of reporting Trials (CONSORT) -ohjeistusta käytettiin tutkimuksen toteutuksessa. Tutkittavia informoitiin tutkimuksesta ja kerrottiin osallistumisen vapaaehtoisuudesta. Tutkittaville kerrottiin myös, että he voivat peruttaa tai keskeyttää osallistumisen milloin vain ilmoittamatta syytä. Kaikki tutkittavat allekirjoittivat informoidun suostumuksen ennen tutkimuksen alkamista.

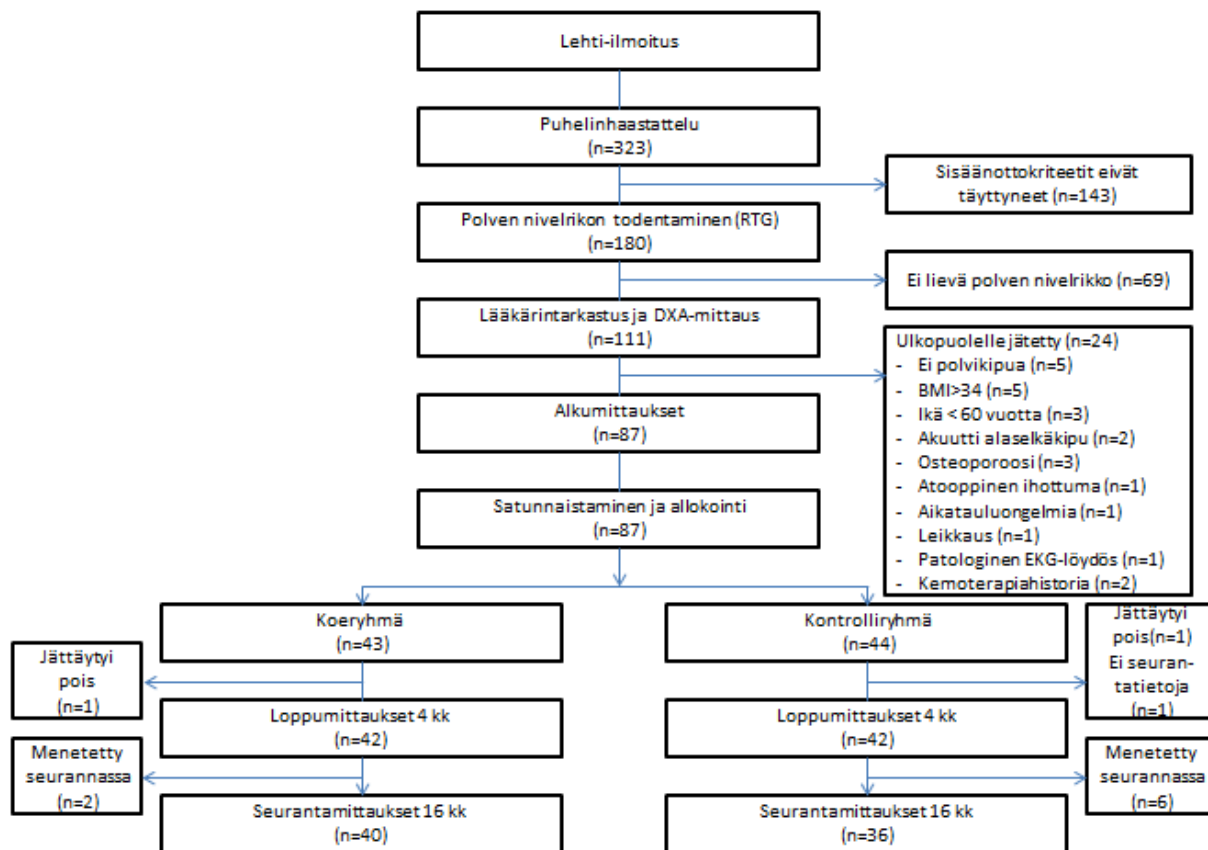
7.2 Tutkimuksen kulku

Tutkittavia etsittiin lehti-ilmoituksilla Keski-Suomen alueella. Ilmoittautuneille (n=323) tehtiin puhelinhaastattelu, jolla arvioitiin tutkimukseen osallistumisen sopivuus. Puhelinhaastattelussa kysyttiin polven kivusta, nivelrikkodiagnoosista, fyysisestä aktiivisuudesta ja lääkityksestä. Puhelinhaastattelun jälkeen polvinivelrikon todentamiseen valikoitui 180 henkilöä. Polvinivelrikko todettiin kuvaamalla molemmat polvet röntgenkuvauksella. Lääkäri arvioi kuvauksen perusteella nivelrikon asteen käyttämällä Kellgren-Lawrence -luokitusta (Kellgren & Lawrence 1957). Henkilö, jolla oli nivelrikon

luokka yksi (mahdollinen nivelraon kaventuminen ja mahdollinen reunaosteofyytti) tai kaksi (selvät osteofyytit ja mahdollinen nivelraon kaventuminen) eli lievä nivelrikko, jatkoi lääkärin tutkimukseen sekä DXA-mittaukseen luuntiheyden määrittämiseksi. Jos molemmissa polvissa oli lievää nivelrikkoa, valittiin tutkittavaksi polveksi se, jossa oli enemmän nivelrikkoon viittaavia muutoksia. Lääkärintarkastuksessa sekä DXA-mittauksessa oli 111 henkilöä, joista sisäänottokriteerit täytti 87 henkilöä.

Sisäänottokriteerit tutkittaville olivat: 1.) on 60–68 -vuotias vaihdevuodet ohittanut nainen, 2.) on polvinivelrikkon aste Kellgren-Lawrence -luokittelun mukaan 1 tai 2, 3.) on ollut polvikipua useampina päivinä viimeisen vuoden aikana, 4.) harrastaa intensiivistä liikuntaa korkeintaan kaksi kertaa viikossa, 5.) ei ole sairastanut syöpää tai ollut kemoterapiassa, 6.) ei ole kontraindikaatiota (lääkinnällinen tai fyysinen) osallistua vesivastusharjoitteluun ja 7.) on kykenevä osallistumaan polven MRI-kuvaukseen.

Alkumittausten jälkeen osallistujat, 87 henkilöä, satunnaistettiin koe- (n=43) ja kontrolliryhmään (n=44). Molemmista ryhmistä jäi pois yksi henkilö. Lopullinen koeryhmän osallistujamäärä oli 42 ja kontrolliryhmän osallistujamäärä 43. Loppumittauksissa kontrolliryhmässä oli 42. Tutkimuksen kulku on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Tutkimuksen kulku

7.3 Tutkittavat

Tutkittavia oli yhteensä 87 ja kaikki olivat naisia. Heidän keskimääräinen ikä oli 64 vuotta, pituus 162 cm ja paino 70 kg. Tutkittavat olivat normaalipainoisia tai hieman ylipainoisia. Noin 10 prosenttia tutkittavista käytti särkylääkkeitä polvikipuun. Saman verran oli glugosamiinin käyttäjiä. Oireellinen polvi oli 70:llä tutkittavasta oikea polvi.

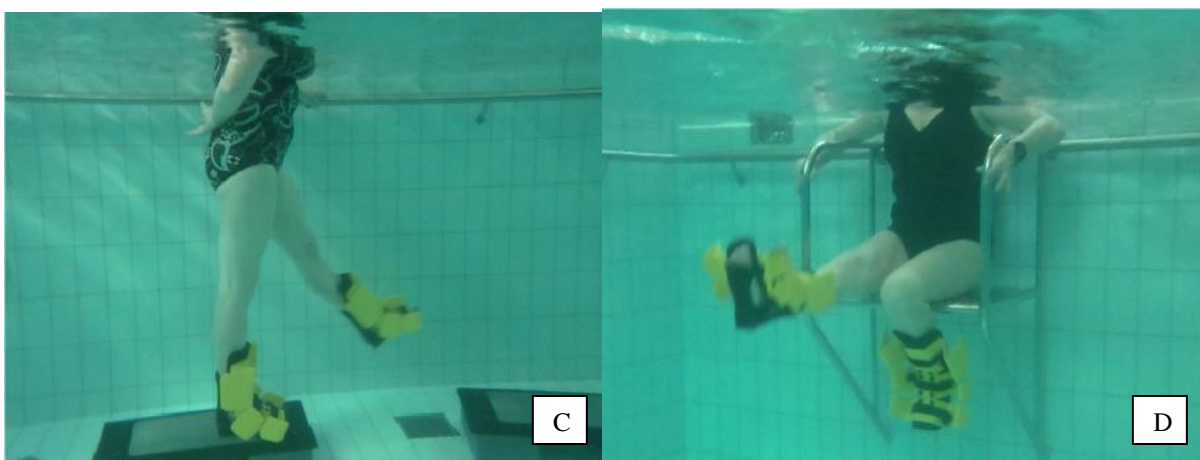
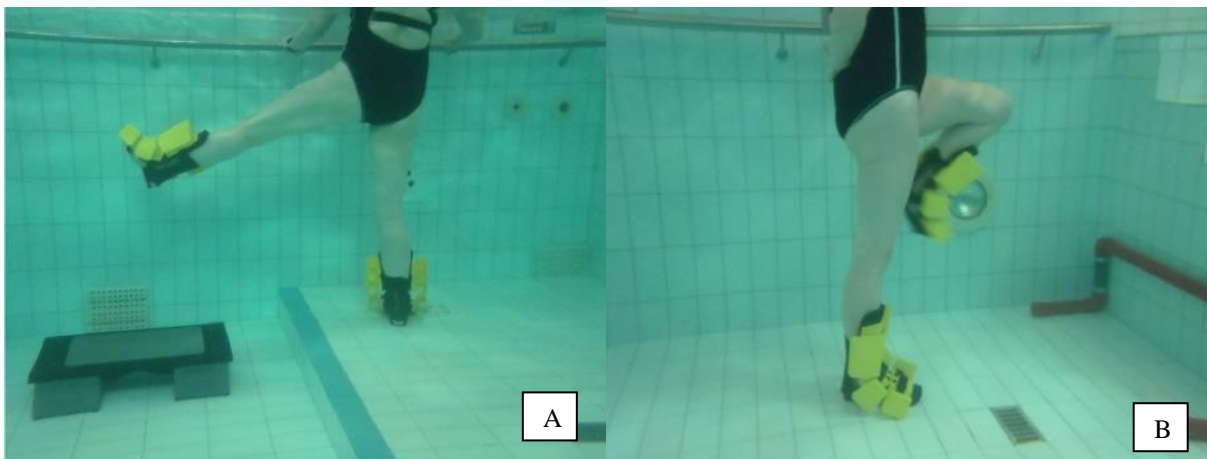
7.4 Koeryhmä - harjoitusinterventio

Koeryhmäläiset osallistuivat ohjattuun vesivastusharjoitteluun. Harjoitusinterventio kesti 16 viikkoa. Koeryhmä harjoitteli kolme kertaa viikossa tunnin ajan. Yhteensä harjoittelukertoja oli 48. Jokainen harjoittelukerta sisälsi noin 15 minuutin alkulämmittelyn, 35 minuutin

intensiivisen harjoitteluosuuden ja noin 10 minuutin jäähdytelyosuuden. Harjoittelu tehtiin altaassa, jossa veden lämpö oli 32 astetta ja veden korkeus 1,3–1,5 metriä. Yksittäisen harjoitteluryhmän koko oli 6–8 henkilöä. Kaikkia harjoittelukertoja ohjasi kaksi fysioterapeuttia, jotka olivat koulutettu ohjaamaan suunniteltua ohjelmaa.

Alkulämmittely sisälsi kymmenen erilaista liikettä, joiden tarkoitus olisi lisätä nivellikkuvuutta ja aktivoida hermolihastoimintaa. Jokaista liikettä tehtiin minuutin ajan. Alkulämmittelyn lopuksi tehtiin sykettä nostavaa harjoittelua.

Vastusharjoittelu sisälsi viisi erilaista alaraajaharjoitetta. Harjoitteet olivat lonkan abduktio ja adduktio seisten, polven fleksio ja ekstensio seisten, lonkan flexio ja ekstensio seisten, polven fleksio ja ekstensio istuen ja potku taakse (kuva 5). Harjoitteet tehtiin kiertoarjoitteluna.





Kuva 5. Harjoitteet. A) Lonkan abduktio/adduktio seisten, B) Polven fleksio/ekstensio seisten, C) Lonkan flexio/ekstensio seisten, D) Polven fleksio/ekstensio istuen ja E) Potku taakse (Waller ym. 2013).

Progressiivisuus toteutettiin jalkoihin puettavilla vesivastuksilla ja toistojen määrää muuttamalla. Liittessä (liite 2.) on esitetty tarkemmin harjoitteluohjelman intensiteetti ja progressiivisuus. Ohjaajat kannustivat osallistujia harjoittelemaan suurimmalla mahdollisella intensiteetillä: 'as hard and fast as possible'. Intensiteettiä mitattiin sykemittareiden (Polar F6) avulla. Tavoite harjoitussykevälille oli 60–80 prosenttia maksimisykkeestä. Intensiteettiä arvioitiin myös ja Borgin asteikolla (6–20), jota käytettiin harjoituksen jälkeen, kun osallistujilta kysyttiin harjoituksen raskaudesta. Ohjaajat valvoivat harjoittelutekniikkaa ja antoivat tarvittaessa palautetta siitä. Täyden liikeradan (ROM) käyttöä korostettiin.

Jäähdyttely muodostui kevyestä aerobisesta osuudesta ja venyttelystä. Venyttely kohdistui alaraajojen päälihasryhmiin. Yksittäisen venyttelyn kesto oli 30 sekuntia.

7.5 Kontrolliryhmä

Kontrolliryhmäläiset jatkoivat normaalia elämää ja tavallisia aktiviteetteja. Heille tarjottiin mahdollisuus osallistua neljän kuukauden aikana kahdesti tunnin pituiseen ohjattuun venyttely- ja rentoutusharjoitteluun.

7.6 Kävelyominaisuuksien mittaaminen

Kävelyä arvioitiin GAITRite-kävelyanalyysijärjestelmällä (CIR systems, inc. Clifton, NJ 070872). Kävelyanalyysijärjestelmä koostuu matosta ja siihen liitännäisjohdolla liitetystä tietokoneesta (kuva 6). Matto on ulkoisilta mitoiltaan 577 cm pitkä ja 88,5 cm leveä. Maton aktiivinen mitta-alue on 490*61 cm. Matossa on 13 824 paineanturia, jotka aktivoituvat jalkojen synnyttämästä paineesta. Tietokoneessa on ohjelmisto (GAITRite 3.6b), joka ohjaa kävelymaton toimintoja ja laskee mittauksista saatujen tietojen avulla erilaisia kävelyä kuvaavia muuttujia (Metitur 2003). Järjestelmä on todettu validiksi (Bilney ym. 2003; Webster ym. 2005) ja reliaabeliksi tavaksi mitata kävelyä (Bilney ym. 2003; Uden & Besser 2004; Paterson ym. 2008).

Tutkittava kävelee maton päästä päähän. Ohjelmisto muodostaa maton paineantureiden informaation mukaan kuvan jalan pohjasta. Ohjelma jakaa jalan pohjan kolmeen osaan, jotka ovat kantapään alue, jalkapohjan keskiosa ja päkiän alue. Ohjelmisto analysoi eri alueita sekä jalan jälkien sijoittumista toisiinsa ja muodostaa näiden tietojen perusteella kuvauksen kävelystä. Muodostettuja kävelytietoja ovat esimerkiksi kävelynopeus, askelpituus tukivaiheen kesto ja askelten lukumäärä (Metitur 2003).

Kävelytestit suoritettiin Jyväskylän yliopiston Liikuntalaboratoriossa. Tutkittavat suorittivat kävelyn kengät jalassa. Kävely tehtiin kahdella eri nopeudella: normaalilla vauhdilla ja maksimivauhdilla. Molemmilla vauhdeilla suoritettiin ensin yksi harjoituskävely. Tämän jälkeen tehtiin kolme varsinaista suoritusta. Tuloksena käytetään kolmen kävelysuorituksen keskiarvoa. Kävely tehtiin niin sanotulla lentävällä lähdöllä. Kävely aloitettiin merkkiviivalta noin viisi metriä ennen mattoa ja lopetettiin merkkiviivalle noin viisi metriä maton jälkeen. Testiä ohjasi ja valvoi yksi henkilö. Suoritustavasta oli kirjallinen ohje (liite 3), joka luettiin tutkittavalle ennen jokaista suorituskertaa.

Tässä tutkimuksessa kävelyä tarkastellaan seuraavien muuttujien avulla: 1) kävelynopeus (m/s), 2) askeltiheys (askelia/min), 3) oikean ja vasemman jalan askelpituuksien keskiarvo (cm) 4) oireellisen ja oireettoman jalan askelparin pituuden suhde (cm), 5) oireellisen ja

oireettoman jalan heilahduksen suhde (s) ja 6) oireellisen ja oireettoman jalan tukivaiheen suhde (s). Kaikista edellä mainituista arvoista tarkastellaan kahta arvoa: normaalivauhtisen kävelynopeuden arvoa ja maksimivauhtisen kävelynopeuden arvoa.



Kuva 6. GAITRite kävelyanalyysijärjestelmä kahdesta suunnasta.

7.7 Tilastolliset menetelmät

Tutkimuksen tilastolliset analyysit ajettiin IBM SPSS Statistics -ohjelmalla (versiolla 22.0.0.1). Tilastollisen merkitsevyyden rajana käytettiin $p < 0.05$.

Taustatiedot. Aineiston muuttujien normaalisuutta tarkasteltiin ryhmittäin tunnuslukujen ja histogrammin avulla sekä Kolmogorov-Smirnovin ja Shapiro-Wilkin testeillä. Aineisto oli normaalijakautunut muuttujissa pituus, paino ja painoindeksi. Näiden muuttujien suhteen ryhmien välistä eroa tutkittiin riippumattoman otoksen t-testillä. Ryhmien ikä-muuttujan välistä eroa tutkittiin Mann-Whitney U -testillä.

Kävelynopeus- ja kävelysymmetriatiedot. Kävelyn symmetrisyyteen liittyvät suhdeluvut laskettiin kaavalla: oireinen jalka/oireeton jalka. Aineiston muuttujien normalisuutta tarkasteltiin ryhmittäin tunnuslukujen ja kuvioiden avulla sekä Shapiro-Wilkin testillä. Aineisto ei ollut normaalijakautunut kaikkien muuttujien osalta. Ryhmien välistä eroa alkutilanteessa tutkittiin Mann-Whitneyn U-testillä. Kovarianssianalyysillä (ANCOVA) tutkittiin koe- ja kontrolliryhmien välisiä eroja intervention jälkeen verrattuna alkutilanteeseen. Lisäksi Wilcoxonin merkkitestillä arviotiin intervention vaikutusta.

8 TULOKSET

Tutkimuksen alussa tutkittavia oli 87. Näille tehtiin sekä taustatietojen että kävelyn alkumittaukset. Taulukossa 1 on esitetty tutkittavien taustatiedot alkutilanteessa sekä polvinivelrikon aste Kellgren-Lawrence -luokituksella. Koe- ja kontrolliryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

TAULUKKO 1. Tutkittavien taustatiedot alkutilanteessa, keskiarvo (keskihajonta).

Muuttuja	Koeryhmä (n=43)	Kontrolliryhmä (n=44)	p-arvo ^a
Ikä (v)	63.8 (2.4)	63.9 (2.4)	0.831
Pituus (cm)	161.7 (5.0)	161.6 (5.0)	0.904
Paino (kg)	69.6 (10.3)	71.0 (11.3)	0.532
BMI (kg/m ²)	26.6 (3.8)	27.1 (3.5)	0.518
KL-luokka ^b 1	23	24	
KL-luokka ^b 2	20	20	

^a Ryhmien pituus, paino ja BMI väliset erot testattu riippumattoman otoksen t-testillä, ikämuuttujan erot testattu Mann-Whitneyn U-testillä

^b Kellgren-Lawrence -luokitus

8.1 Kävelynopeus, askeltiheys ja askelpituus

Tutkittavien määrä kävelyn alkumittauksissa oli 87. Alkumittausten ja satunnaistamisen jälkeen koeryhmästä jättäytyi pois yksi henkilö. Tämän jälkeen kontrolliryhmästä yksi henkilö ei halunnut jatkaa tutkimusta. Kontrolliryhmässä yhdellä tutkittavalta ei ollut loppumittaustietoja kävelyn osalta ja tämä tutkittava jätettiin pois analyysissä. Tässä työssä käsiteltävien tutkittavien määrä oli siis koeryhmässä 42 ja kontrolliryhmässä 42. Koeryhmäläisten osallistuminen harjoittelukertoihin oli hyvä (88%). Vain kolmella osallistujalla harjoitteluprosentti oli alle 70 prosenttia.

Koe- ja kontrolliryhmien välillä muuttujissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja alkumittauksissa. Harjoitteluintervention jälkeen kävelynopeudessa, askeltiheydessä ja askelpituudessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä alkutilanteeseen verrattuna (taulukko 2). Tämä osoittaa, että koe- ja kontrolliryhmäläiset kävelivät intervention jälkeen suunnilleen samaa nopeutta.

TAULUKKO 2. Ryhmien välinen ero neljän kuukauden intervention jälkeen verrattuna alkutilanteeseen keskiarvo (keskihajonta).

	Koeryhmä		Kontrolliryhmä		p-arvo ^a
	Alku ka (sd) (n=42)	Loppu ka (sd) (n=42)	Alku ka (sd) (n=42)	Loppu ka (sd) (n=42)	
Normaali kävelynopeus					
Kävelynopeus (m/s)	1.41 (17.1)	1.50 (16.7)	1.43 (16.4)	1.50 (15.8)	0.516
Askeltiheys (askelia/min)	124.23 (7.6)	128.81 (8.2)	126.3 (7.7)	128.6 (7.2)	0.170
Askelpituus ^b (cm)	68.1 (5.9)	70.0 (5.6)	67.7 (5.7)	69.8 (5.5)	0.932
Maksimikävelynopeus					
Kävelynopeus (m/s)	2.00 (21.0)	2.03 (22.0)	1.98 (33.0)	1.94 (42.6)	0.231
Askeltiheys (askelia/min)	158.1 (20.0)	156.1 (13.6)	153.4 (15.6)	150.4 (28.8)	0.475
Askelpituus ^b (cm)	76.9 (6.0)	78.1 (5.7)	77.1 (8.0)	75.6 (13.8)	0.211

ka=keskiarvo, sd=keskihajonta

^a Ryhmien väliset erot testattu kovarianssianalyysillä

^b Oikean ja vasemman jalan yhteenlaskettujen askelpituuksien keskiarvo

Normaalivauhtisessa kävelyssä kävelynopeus parani kummassakin ryhmässä. Koeryhmässä normaalivauhtinen kävelynopeus parani 6 prosenttia ja kontrolliryhmässä 5 prosenttia. Myös normaalivauhtisen kävelyn askeltiheys ja -pituus paranivat molemmissa ryhmissä. Taulukossa 3 on esitetty ryhmien alku- ja lopputilanteen kävelynopeus, askeltiheys ja -pituus. P-arvo osoittaa ryhmän sisäistä muutosta.

TAULUKKO 3. Tutkittavien kävelynopeus, askeltiheys ja askelpituus, keskiarvo (keskihajonta) alkutilanteessa ja neljän kuukauden jälkeen lopputilanteessa.

	Alkutilanne	Lopputilanne	p-arvo ^a
Koe (n=42)			
Normaali kävelynopeus			
Kävelynopeus (m/s)	1.4 (17.1)	1.5 (16.7)	<0.001
Askeltiheys (askelia/min)	124.2 (7.6)	128.8 (8.2)	<0.001
Askelpituus ^b (cm)	68.1 (5.9)	70.0 (5.6)	<0.001
Maksimikävelynopeus			
Kävelynopeus (m/s)	2.0 (21.0)	2.0 (22.0)	0.130
Askeltiheys (askelia/min)	158.1 (20.0)	156.1 (13.6)	0.851
Askelpituus ^b (cm)	76.9 (6.0)	78.1 (5.7)	0.132
Kontrolli (n=42)			
Normaali kävelynopeus			
Kävelynopeus (m/s)	1.4 (16.4)	1.5 (15.8)	0.001
Askeltiheys (askelia/min)	126.3 (7.7)	128.6 (7.2)	0.005
Askelpituus ^b (cm)	67.7 (5.7)	69.8 (5.5)	0.001
Maksimikävelynopeus			
Kävelynopeus (m/s)	2.0 (33.0)	1.9 (42.6)	0.465
Askeltiheys (askelia/min)	153.4 (15.6)	150.4 (28.8)	0.631
Askelpituus ^b (cm)	77.1 (8.0)	75.6 (13.8)	0.560

^a Ryhmien sisäinen muutos on arviotu Wilcoxonin merkkitestillä

^b Oikean ja vasemman jalan yhteenlaskettujen askelpituuksien keskiarvo

8.2 Kävelyn symmetrisyys

Koe- ja kontrolliryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja alkumittauksissa. Harjoitteluintervention jälkeen symmetriamuuttujissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä alkutilanteeseen verrattuna (taulukko 4). Tämä osoittaa, että intervention jälkeen koe- ja kontrolliryhmäläisten kävely oli suunnilleen yhtä symmetristä.

TAULUKKO 4. Ryhmien välinen ero neljän kuukauden intervention jälkeen verrattuna alkutilanteeseen keskiarvo (keskihajonta).

	Koe		Kontrolli		p-arvo ^a
	Alku ka (sd)	Loppu ka (sd)	Alku ka (sd)	Loppu ka (sd)	
	(n=42)	(n=42)	(n=42)	(n=42)	
Normaali kävelynopeus					
Askelp.pituussuhde (cm)	1.002 (0.007)	1.001 (0.007)	0.999 (0.007)	1.001 (0.008)	0.943
Heilahdusaikasuhte (s)	0.994 (0.020)	0.992 (0.027)	0.993 (0.029)	0.992 (0.030)	0.848
Tukivaiheaikasuhte (s)	1.003 (0.015)	1.013 (0.042)	1.007 (0.023)	1.005 (0.022)	0.164
Maksimikävelynopeus					
Askelp.pituussuhde (cm)	0.997 (0.031)	1.001 (0.011)	0.998 (0.010)	0.998 (0.006)	0.081
Heilahdusaikasuhte (s)	0.992 (0.048)	1.001 (0.036)	0.994 (0.030)	0.990 (0.031)	0.139
Tukivaiheaikasuhte (s)	1.003 (0.065)	0.995 (0.051)	1.000 (0.041)	1.002 (0.033)	0.396

^a Ryhmien väliset erot testattu kovarianssianalysillä

Kun symmetrisyyttä verrattiin ryhmittäin alku- ja lopputilanteessa, niin koeryhmäläsillä kävelyn tukivaihe jalkojen välillä erosi lopputilanteessa enemmän kuin alkutilanteessa. Toisin sanoen lopputilanteessa oli enemmän tukivaiheen asymmetriaa. Ero oli tilastollisesti merkitsevä. Muissa muuttujissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja. Taulukossa 5 on esitetty ryhmien alku- ja lopputilanteen askelparinpituus-, heilahdusaika- ja tukivaiheaikasuhte. P-arvo osoittaa ryhmän sisäistä muutosta.

TAULUKKO 5. Tutkittavien kävelyn symmetrisyys (keskihajonta).

	Alkutilanne	Lopputilanne	p-arvo ^a
Koe (n=42)			
Normaali kävelynopeus			
Askelp.pituussuhde (cm)	1.002 (0.007)	1.001 (0.007)	0.488
Heilahdusaikasuhte (s)	0.994 (0.020)	0.992 (0.027)	0.630
Tukivaiheaikasuhte (s)	1.003 (0.015)	1.013 (0.042)	0.049*
Maksimikävelynopeus			

Askelp.pituussuhde (cm)	0.997 (0.031)	1.001 (0.011)	0.399
Heilahdusaikasuhde (s)	0.992 (0.048)	1.001 (0.036)	0.253
Tukivaiheikasuhde (s)	1.003 (0.065)	0.995 (0.051)	0.049*
Kontrolli (n=42)			
Normaali kävelynopeus			
Askelp.pituussuhde (cm)	0.999 (0.007)	1.001 (0.008)	0.722
Heilahdusaikasuhde (s)	0.993 (0.029)	0.992 (0.030)	0.587
Tukivaiheikasuhde (s)	1.007 (0.023)	1.005 (0.022)	0.837
Maksimikävelynopeus			
Askelp.pituussuhde (cm)	0.998 (0.010)	0.998 (0.006)	0.935
Heilahdusaikasuhde (s)	0.994 (0.030)	0.990 (0.031)	0.378
Tukivaiheikasuhde (s)	1.000 (0.041)	1.002 (0.033)	0.630

^a Ryhmien sisäinen muutos on arviotu Wilcoxonin merkkitestillä

9 POHDINTA

Tutkimustulosten perusteella 16 viikon progressiivisella vesivastusharjoittelulla ei ole kontrolliryhmään verrattuna parantavaa vaikutusta lievää polvinivelrikkoa sairastavien naisten kävelynopeuteen tai kävelyn symmetriaan. Kuitenkin normaalivauhtinen kävelynopeus, askeltiheys ja askelpituus paranivat harjoittelun tuloksena sekä koe- että kontrolliryhmässä. Kävelyn tukivaiheen asymmetrian lisääntymiseen koeryhmässä on syytä suhtautua hieman varauksella, koska intervention vaikutusta arviotiin parametrittomalla Wilcoxonin merkkitestillä, jota käytettiin aineiston normaalijakaumattomuuden vuoksi. Verrannollisten parien t-testissä ei tätä asymmetrian lisääntymistä ollut.

9.1 Vesivastusharjoittelu ja kävelynopeus

Aikaisempien tutkimusten mukaan (Foley ym. 2003; Hinman ym. 2007; Wang ym. 2007; Wang ym. 2011) kävelynopeus on parantunut vesivastusharjoittelun tuloksena. Tämä muutos on näkynyt myös lyhyemmillä 2,5–15 metrin kävelymatkoilla (Cochrane ym. 2005; Fransen ym. 2007; Silva ym. 2008). Tässä tutkimuksessa kävelynopeuden parantuminen normaalivauhtisessa kävelyssä on yhtenäinen aikaisempien tutkimusten kanssa. Tutkimuksessa (Waller ym. 2017), jossa käytettiin samaa tukimusaineistoa kuin tässä työssä, kävelynopeuden todettiin parantuneen 2 kilometrin testissä. Pidempien matkojen kävelynopeuden on todettu olevan yhteydessä lyhyempien matkojen kävelynopeuteen (Graham ym. 2008). Kävelynopeus parani noin 1,4 m/s -> 1,5 m/s. Jo 0,1 m/s parannus saattaa olla merkittävä muutos muun muassa kuntoutuksen näkökulmasta (Bohannon & Glenney 2014). Normaalivauhtinen kävelynopeus, askeltiheys ja -pituus paranivat myös kontrolliryhmässä, kun verrattiin alku- ja lopputilannetta. Kontrolliryhmäläiset saivat neljän kuukauden aikana mahdollisuuden käydä kahdesti tunnin pituisessa ohjatussa venyttely- ja rentoutusharjoittelussa. On mahdollista, että tämä sekä yleensäkin tutkimukseen osallistuminen on innostanut kontrolliryhmäläisiä liikkumaan enemmän. Tämä saattaa olla syy siihen, että myös kontrolliryhmäläiset paransivat kävelynopeuteen liittyviä tuloksia.

Maksimivauhtisessa kävelyssä merkittävää muutosta ei tapahtunut niin kuin Silva ym. (2008) tutkimuksessa tapahtui. Tibaekin ym. (2015) tutkimuksessa 60–69 -vuotiaiden naisten maksimivauhtinen kävelynopeus 10 metrin matkalla oli keskimäärin 1,96 m/s. Lähtötilanteessa tutkittavien maksimivauhtinen kävelynopeus oli vain hieman parempi kuin tämä: koeryhmässä 2,00 m/s ja kontrolliryhmässä 1,98 m/s. On mahdollista, että maksimivauhtista kävelynopeutta oli vaikea parantaa entisestään, kun se jo ennestään oli hyvä. Maksimivauhtisessa kävelyssä tarvitaan alaraajojen lihasten voimantuottoa ja kestävyyskuntoa (Tibaek ym. 2015). Kestävyyskuntoa parani koeryhmässä (Waller 2017), mutta on mahdollista, että alaraajojen lihasten voimantuotto ei parantunut niin, että se olisi vaikuttanut maksimivauhtiseen kävelynopeuteen.

Tutkittavat olivat melko hyväkuntoisia. Tutkittavien normaalivauhtinen kävelynopeus lähtötilanteessa oli noin 1,4 m/s. Tämä on hyvä kävelynopeus 60–68 -vuotiaalle, vaikka normaalivauhtisesta kävelynopeudesta on ristiriitaista tietoa. Steffenin ym. (2002) mukaan normaalivauhtinen 60–69 -vuotiaana kävelynopeus on noin 1,4 m/s. Bohannonin (2008) mukaan se on 1,0 m/s ja Lusardin ym. (2003) mukaan 1,2 m/s. Tutkittavilla oli lievä polvinivelrikko. Kävelyn on todettu hidastuvan nivelrikon asteen suurentuessa (Hubley-Kozey ym. 2009; Hunt ym. 2010). Tämä selittää osittain hyvää kävelynopeutta. Jos tutkittavien sairaus olisi ollut pidemmälle edennyt, toisin sanoen Kellgren-Lawrence -luokituksella 3–4, kävelynopeus olisi todennäköisesti ollut heikompi. Kävelynopeuden parantumista on aikaisemmassa tutkimuksessa (Silva ym. 2008) selitetty kivun vähenemisellä sekä mahdollisella lihasvoiman lisääntymisellä. Tässä tutkimusaineistossa ei kuitenkaan todettu edellä mainittuja muutoksia. Kävelynopeuden parantumista saattaa selittää parantunut hermolihasjärjestelmän toiminta, jota vedessä tehtävä harjoittelu vahvistaa (Waller 2016).

Alentunut kävelynopeus ennustaa heikentynyttä terveyttä, kaatumisriskin kasvua, itsenäisen elämän vähentymistä, alentunutta toimintakykyä ja ennenaikaista kuolleisuutta (Graham ym. 2008). Kävelynopeuden mittaminen on yksinkertainen ja helppo tapa arvioida liikkumista ja ennakoita mahdollisia terveysriskejä. Normaalivauhtinen kävely kertoo yleisestä liikkumiskyvystä, kun taas maksimivauhtinen kävely kertoo enemmänkin fyysisistä voimavaroista (Bridenbaugh & Kressig 2011). Kävelynopeutta mitattaessa voidaan samalla tunnistaa kävelyssä ilmenevät poikkeavuudet ja puuttua niihin (Arokoski ym. 2006).

9.2 Vesivastusharjoittelu ja kävelyn symmetrisyys

Tutkittavien kävely oli lähtötilanteessa lähes täysin symmetristä. Vain hyvin pientä asymmetrisyyttä oli havaittavissa, mikä on normaalia terveilläkin ihmisillä (Sadeghi ym. 2000). Bejkin ym. (2006) tutkimuksessa, jossa verrattiin terveiden, lonkkanivelrikkoisten ja polvinivelrikkoisten kävelyä, todettiin asymmetrian lisääntyvän kävelynopeuden kasvaessa. Näin ei kuitenkaan tapahtunut tässä tutkimuksessa, vaan kävely oli lähes symmetristä myös maksimivauhdilla tehdyissä kävelyissä sekä alku- että loppumittauksissa. Interventio ei tuonut muutosta kävelyn symmetriaan. Jos tutkittavien sairaus olisi ollut pidemmälle edennyt, asymmetrisyyttä olisi voinut ilmetä alkutilanteessa (Pirker & Katzenschlager 2017) ja interventiolla olisi saattanut olla vaikutusta symmetriaan vaikuttaviin tekijöihin: kipuun (Cochrane ym. 2005), lihasvoimaan (Waller 2016) ja nivelliikkuvuuteen (Wang ym. 2007; Wang ym. 2011).

9.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimus oli satunnaistettu kontrolloitu tutkimus, mikä lisää tutkimuksen luotettavuutta. Tutkittavat valittiin huolella. Tutkittavat kävivät läpi lääkärintarkastuksen ja heille tehtiin polvien röntgenkuvaus. Näin varmistettiin, että tutkittavat täyttivät sisäänottokriteerit. Tutkittavien lukumäärä alkumittauksissa oli 87. Otoskoon valinta perustui aikaisempiin tutkimuksiin (Roos & Dahlberg 2005; Cotofana ym. 2010). Otokoko laskettiin voimalaskelmissa riittäväksi päätulosten eli rustomuutosten mittaamisen kannalta (Waller 2016). Melko tuoreessa meta-analyysissä (Waller ym. 2014), jossa tutkittiin vesivastusharjoittelun vaikutusta polvi- ja lonkkanivelrikkoon, otosten koko vaihteli välillä 39–249. Mukana oli 11 tutkimusta ja näistä kolmessa oli enemmän tutkittavia kuin tässä tutkimuksessa. Tämä viittaa otoskoon olleen riittävä myös kävelytuloksia ajatellen. Alkumittausten perusteella ryhmät olivat vertailukelpoisia.

Harjoitteluinterventio perustui aikaisempiin tutkimuksiin (Pöyhönen ym. 2002; Valtonen ym. 2010), joiden harjoitteluohjelmat oli todettu vaikuttaviksi. Harjoittelu oli progressiivista ja yksilöllistä. Harjoitteluohjelman voidaan katsoa olevan osittain yksilöllinen, koska yksittäistä

harjoitetta tehtiin määrätty aika eikä tietty toistomäärä. Myös harjoittelun intensiivisyys oli yksilöllinen. Jokainen harjoitteli omalla harjoitusryhmällä sykemittaria hyväksikäyttäen. Harjoittelun progressiivisuus ja yksilöllisyys ovat keskeisiä tekijöitä, kun puhutaan harjoittelun vaikuttavuudesta (McArdle ym. 2010, 462, 464). Harjoittelua ohjasi aina kaksi harjoitteluohjelman ohjaukseen koulutettua fysioterapeuttia. Nämä valvoivat, että harjoittelu toteutui riittävällä intensiivisyydellä ja että harjoitettavien nivelien liikerata oli mahdollisimman suuri. Osallistuminen harjoitteluun oli hyvä (88%). Vain kolmella koeryhmäläisellä osallistumisprosentti oli pienempi kuin 70 prosenttia.

Tutkimusaineisto kerättiin GAITRite-kävelyanalyysijärjestelmällä, joka on todettu validiksi (Bilney ym. 2003; Webster ym. 2005) ja reliabeliksi tavaksi mitata kävelyä (Bilney ym. 2003; Uden & Besser 2004; Paterson ym. 2008). Testiä ohjasi ja valvoi tehtävään koulutettu henkilö. Testissä käytettiin kirjallista testausprotokollaa. Kävely tehtiin kolme kertaa kummallakin kävelyvauhdilla ja näiden kävelykertojen keskiarvo oli analysoitava tulos. Mitattavia kävelykertoja edelsi yksi harjoituskävely. Toistomittauksen avulla voidaan eliminoida yksittäisen suorituksen mahdollinen poikkeavuus (Salbach ym. 2001). Kolmen kerran toistomittaus lisää tuloksen luotettavuutta (Fritz & Lusardi 2009). Tutkittavalle luettiin suoritusohje (liite 3) ennen jokaista kävelykertaa. Suoritusohjeessa muistutettiin kävelyvauhdista. Huolellinen ja tarkka ohjeistus on osa laadukasta fyysisten ominaisuuksien testausta (ACSM 2009). Mitattava kävelymatka oli lyhyt, hieman alle 5 metriä. Toisaalta lyhyehkö 5–10 metrin matka näyttäisi olevan riittävän pitkä kävelynopeuden arviointiin niin terveillä (Steffen ym. 2002) kuin sairailtakin (Salbach ym. 2001) ihmisillä. Kuuden metrin matkaa on yleisesti käytetty ikääntyneiden kävelynopeuden mittaamisessa (Graham ym. 2008). Lyhyemmät kävelymatkat sopivat alaraajojen toiminnan arviointiin, kun taas pidemmät matkat, esimerkiksi 6 minuutin kävely, mittaavat paremmin kestävyyskuntoa (Graham ym. 2008). Suositeltava matka kävelynopeuden arvioimiseen on 10 metriä (Graham ym. 2008; Fritz & Lusardi 2009). Kävely voidaan tehdä alkukiihdytyksen ja loppuhidastuksen kanssa, jolloin kävely edellyttää noin 20 metrin pituista tilaa (Fritz & Lusardi 2009) tai paikalta tapahtuvalla lähdöllä. Tässä tutkimuksessa käytettiin sekä alkukiihdytystä että loppuhidastamista.

Tutkimusaineisto analysoitiin IBM SPSS Statistics -ohjelmalla, jota käytetään yleisesti tutkimustulosten analysoinnissa (Metsämuuronen 2009). Ohjelman käyttöön oli saatu koulutusta. Käytetyistä muuttujista kaikki eivät olleet normaalijakautuneita, mikä näkyi analyysimenetelmien valinnassa. Analyysimenetelminä käytettiin parametrittomia testejä, kun sellainen vaihtoehto oli mahdollinen. Kovarianssianalyysille ei ole vastaavaa parametritonta analyysimenetelmää, ja koe- ja kontrolliryhmien välisiä eroja intervention jälkeen verrattuna alkutilanteeseen tutkittiin tällä, vaikka se edellyttää normaalijakaumaa. Valittujen analyysimenetelmien sopivuus oli varmistettu yliopiston tilastoneuvonnasta. Kun kävelyn symmetriaan liittyvä aineisto analysoitiin aluksi verrannollisten parien t-testillä ei tuloksissa ollut tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Tulokset siis poikkeavat hieman riippuen siitä käytettiinkö parametrillista vai parametritonta analyysimenetelmää. Kävelynopeuden tarkasteluun valittiin nopeuden lisäksi muuttujat askelpituus ja askeltiheys, jotka vaikuttavat kävelynopeuteen. Näiden muuttujien avulla voidaan vahvistaa kävelynopeus. Kävelyn symmetrisyyttä kuvaavat muuttujat valittiin aikaisempien tutkimusten perusteella, kuten myös symmetrian laskutapa laskemalla suhdeluku (Sadeghi ym. 2000; Patterson ym. 2010; Heredia-Jimenez ym. 2016).

9.4 Tutkimuksen eettisyys

Tutkimuksen aineisto kerättiin SQUAREHAB-tutkimuksen yhteydessä vuosina 2012–2014. Tutkimus oli toteutettu hyvää tieteellistä käytäntöä noudattaen. Tutkimus oli saanut puoltavan lausunnon eettiseltä toimikunnalta ennen tutkimuksen aloittamista ja tutkimus oli toteutettu Helsingin julistusta noudattaen. Tutkimukseen osallistuneet saivat tietoa tutkimuksesta, sen etenemisestä ja tiedonkeruusta. Heille kerrottiin myös osallistumisen vapaaehtoisuudesta ja keskeyttämismahdollisuudesta. Ennen tutkimuksen alkamista tutkittavat allekirjoittivat informoidun suostumuksen. Tutkittavien yksityisyyttä on suojattu käytämällä koodausta, eikä aineistoa ole mahdollista tunnistaa yksittäistä henkilöä. Tutkimustietoja on käsitelty asianmukaisesti. Tutkimustietoja ovat saaneet käsitellä vain siihen luvan saaneet henkilöt. Luvan on saanut allekirjoittamalla tutkimustietoja koskevan säilytys sopimuksen. Tutkimusaineiston tallentamisessa, analysoinnissa ja tulosten esittämisessä on pyritty rehellisyyteen, huolellisuuteen ja tarkkuuteen. Työn raportoinnissa on tavoiteltu avoimuutta ja muiden tutkijoiden työt on huomioitu asianmukaisesti viittaamalla heidän töihin.

Tutkimukseen osallistumisesta ei ollut haittaa tutkittaville, paitsi kahdelle koeryhmäläiselle, jotka ilmoittivat negatiivisista kokemuksista harjoitteluun liittyen. Toisella koeryhmäläisellä polven kipu lisääntyi harjoittelun tuloksena ja kipu kesti kaksi päivää. Tutkittava keskeytti harjoittelun, mutta osallistui loppumittauksiin. Toiselle tutkittavalle tuli hengenahdistusta kesken harjoittelun ja tutkittava ohjattiin lääkäritarkastukseen. Lääkärintarkastuksessa hengenahdistuksen todettiin olevan normaalia hengästymistä ja tutkittava jatkoi koeryhmässä tutkimuksen loppuun. Intervention aikana kontrolliryhmäläisille tarjottiin mahdollisuus osallistua kaksi kertaa tunnin pituiseen ohjattuun venyttely- ja rentoutusharjoitteluun. Heitä, kuten koeryhmäläisiäkin, pyydettiin täyttämään särkylääke- ja liikuntapäiväkirjaa sekä intervention että 12 kuukauden seurannan ajan. Kontrolliryhmäläisten näkemä vaiva suhteessa saatuun hyötyyn oli melko pieni. Kuitenkin tällaista klassista tutkimusasetelmaa pidetään ideaalimallina, kun tutkitaan useita havaintoyksikköjä ja useita mittauksia (KvantiMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto 2009). On mahdollista, että päiväkirjojen täyttäminen aktivoi kontrolliryhmäläisiä liikkumaan enemmän sekä arvioimaan särkylääkkeiden käyttöä kriittisemmin. Voidaan siis ajatella, että myös kontrolliryhmäläiset saattoivat hyötyä tutkimuksesta. Kontrolliryhmäläiset myös saivat tietoa omaan terveyteen liittyen mm. kehon koostumuksesta ja fyysisistä toimintakyvyn mittauksista.

Tutkimusaineisto oli sekundaariaineisto AQUAREHAB-tutkimuksesta. Tämän tutkimuksen takia aineiston keruu ei aiheuttanut ylimääräistä vaivaa tutkittaville. Tutkimuksen aihe on kansanterveydellisestä näkökulmasta perusteltu. Kun polvinivelrikkoisen kävelyn poikkeavuuksista on tietoa, niin niihin voidaan puuttua ennakoivasti. Vaikka tuloksista ei paljastunut uutta tietoa, niin vesivastusharjoittelun vaikuttavuudesta polvivelrikkoa sairastavan kävelyyn saatiin vahvistusta. Mahdolliset jatkotutkimukset saattavat tuottaa uusia tuloksia.

9.5 Jatkotutkimusehdotukset

Vesivastusharjoittelun vaikutusta polvinivelrikkoa sairastavan kävelynopeuteen on tutkittu jonkin verran, enemmän pidempiä matkoja käyttäen. Lisätutkimuksia tarvitaan lyhyemmiltä 10 metrin matkoilta. Tutkimuksia tarvitaan myös niistä sairastuneista, joilla sairaus on

edennyt pidemmälle ja kävelyongelmat ovat todennäköisesti suuremmat. Lisäksi aihetta tulisi tutkia porraskävely mukaan lukien, koska polvinivelrikkoa sairastavan kävelyn muutokset saattavat näkyä ensin porraskävelyssä (Liikavainio ym. 2007). Kävelyä olisi hyvä tutkia myös paikalta tapahtuvalta lähdöllä, jolloin tilanne vastaisi arkitilanteita esim. kadun ylitystä liikennevaloissa (Graham ym. 2008). Vesivastusharjoittelun vaikutusta polvinivelrikkoa sairastavan kävelyn symmetriaan ei ole tietääkseni tutkittu. Tutkimuksia tästä aiheesta tarvitaan. Kuten kävelynopeutta tutkittaessa, olisi hyvä tutkia henkilöitä, joilla on eri sairauden aste. Lisäksi kävelyä tulisi mitata sekä tasamaalla että portaissa. Kävelyn symmetrisyyttä arvioidessa olisi hyvä käyttää monipuolisemmin symmetrisyyttä kuvaavia muuttujia sekä laskentatapoja, jotta symmetrisyyttä voitaisiin tarkastella laajemmin.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen tulokset osoittavat, ettei 16 viikon vesivastusharjoittelulla kontrolliryhmään verrattuna ole kävelynopeutta tai kävelyn symmetriaa parantavaa vaikutusta lievää polvinivelrikkoa sairastavilla naisilla. Kuitenkin normaalivauhtisen kävelyn nopeus parani molemmissa ryhmissä. Kävelyn symmetriaan interventiolla ei ollut vaikutusta muuten kuin kävelyn tukivaiheeseen, jonka symmetrisyys väheni koeryhmässä. Tulosten perusteella vesivastusharjoittelua voidaan suositella polvinivelrikkoa sairastavalle kävelynopeuden parantamiseksi ja yleiseksi harjoittelumuodoksi.

LÄHTEET

- ACSM. 2009. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 8. painos. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Al-Zahrani, K. S. & Bakheit, A. M. O. 2002. A study of the gait characteristics of patients with chronic osteoarthritis of the knee. *Disability and Rehabilitation* 24 (5), 275–280.
- Alnahdi, A. H., Zeni, J. A & Snyder-Mackler, L. 2012. Muscle impairments in patients with knee osteoarthritis. *Sports Health* 4 (4), 284–292.
- Altman, R., Asch, E., Bloch, D., Bole, G., Borenstein, D., Brandt, K., Christy, W., Cooke, T. D., Greenwald, R., Hochberg, M., Howell, D., Kaplan, D., Koopman, W., Longley, S., Mankin, H., McShane, D. J., Medsger, T. Jr., 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. *Arthritis and Rheumatism* 29 (8), 1039–1049.
- Arokoski, J. P. A., Jurvelin, J. S., Väättäinen, U. & Helminen, H. J. 2000. Normal and pathological adaptations of articular cartilage to joint loading. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 10 (4), 186–198.
- Arokoski, J. P. A., Lammi, M. J., Hyttinen, M. M., Kiviranta, I., Parkkinen, J. J., Jurvelin, J. S., Tammi, M. I. & Helminen, H. J. 2001. Nivelrikon etiopatogeneesi. *Duodecim* 117 (16), 1617–1626.
- Arokoski, J., Liikavainio, T., Pitkänen, K. & Tarkka, I. 2006. Kävely ja sen häiriöiden tutkiminen. *Fysioterapia* 8, 15–22.

- Arokoski, J. 2012. Polvi- ja lonkkanivelriikko (artroosi). Käyvän hoidon potilasversiot. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 13.1.2017. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/potilaalle/suositus?id=khp00064>.
- Arokoski, J. & Kiviranta, I. 2012. Nivelriikko. Teoksessa I. Kiviranta & M. Järvinen (toim.) Ortopedia. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 125–136.
- Australian Physiotherapy Association. 2015. Australian guidelines for aquatic physiotherapists working in and/or managing hydrotherapy pools. Second edition. Viitattu 24.4.2017. <http://www.physiotherapy.asn.au>.
- Baliunas, A. J., Hurwitz, D. E., Ryals, A. B., Karrar, A., Case, J. P., Block, J. A. & Andriacchi, T. P. 2002. Increased knee joint loads during walking are presented in subjected with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage* 10 (7), 573–579.
- Bartels, E. M., Juhl, C. B., Christensen, R., Hagen, K. B., Danneskiold-Samsøe, B., Dagfinrud, H. & Lund, H. 2016. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis (review). *Cochrane Database of Systematic Reviews* 3, CD005523.
- Batterham, S. I., Heywood, S. & Keating, J. L. 2011. Systematic review and meta-analysis comparing land and aquatic exercise for people with hip or knee arthritis on function, mobility and other health outcomes. *BMC Musculoskeletal Disorders* 12 (123). doi: 10.1186/1471-2474-12-123.
- Bejek, Z., Paróczai, R., Illyés, A. & Kiss, R. 2006. The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: official journal of the ESSKA* 14 (7), 612–622.
- Bilney, B., Morris, M. & Webster, K. 2003. Concurrent related validity of the GAITRite walkway system for quantification of the spatial and temporal parameters of gait. *Gait and Posture* 17 (1), 68–74.

- Bergamin, M., Zanuso, S., Alvar, B. A., Ermolao, A. & Zaccaria, M. 2012. Is water-based exercise training sufficient to improve physical fitness in the elderly. *European Review of Aging and Physical Activity* 9 (2), 129–141.
- Bergamin, M., Ermolao, A., Tolomio, S., Berton, L., Sergi, G. & Zaccaria, M. 2013. Water-versus land-based exercise in elderly subjects: effects on physical performance and body composition. *Clinical Interventions in Aging* 8, 1109–1117.
- Blagojevic, M., Jinks, C., Jeffery, A. & Jordan, K. P. 2010. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage* 18 (1), 24–33.
- Bohannon, R. W. 2008 Population representative gait speed and its determinants. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 31 (2), 49–52.
- Bohannon, R. W. & Glenney, S. S. 2014. Minimal clinically important difference for change in comfortable gait speed of adults with pathology: a systematic review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice* 20 (4), 295–300.
- Bridenbaugh, S. A. & Kressig, R. W. 2011. Laboratory review: the role of gait analysis in seniors' mobility and fall prevention. *Gerontology* 57 (3), 256–264.
- Chang, A., Hayes, K., Dunlop, D., Song, J., Hurwitz, D., Cahue, S. & Sharma, L. 2005. Hip abduction moment and protection against medial tibiofemoral osteoarthritis progression. *Arthritis and Rheumatism* 52 (11), 3515–3519.
- Chen, C. P. C., Chen, M. J. L., Pei, Y-C., Lew, H. L., Wong, P-Y. & Tang, S. F. T. 2003. Sagittal plane loading response during gait in different age groups and in people with knee osteoarthritis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation / Association of Academic Physiatrists* 82 (4), 307–312.

- Childs, J. D., Sparto, P. J., Fitzgerald, G. K., Bizzini, M. & Irrgang, J. J. 2004. Alterations in lower extremity movement and muscle activation patterns in individuals with knee osteoarthritis. *Clinical Biomechanics* 19 (1), 44–49.
- Cicutini, F. M, Baker, J. R. & Spector, T. D. 1996. The association of obesity with osteoarthritis of the hand and knee in women: a twin study. *The Journal of Rheumatology* 23 (7), 1221–1226.
- Cochrane, T., Davey, R. C. & Edwards, S. M. M. 2005. Randomised controlled trial of the cost-effectiveness of water-based therapy for lower limb osteoarthritis. *Health Technology Assessment: HTA / NHS R&D HTA Programme* 9 (31), iii-iv, ix-xi, 1–114.
- Cotofana, S., Ring-Dimitriou, S., Hudelmaier, M., Himmer, M., Wirth, W., Sanger, A. M. & Eckstein, F. 2010. Effects of exercise intervention on knee morphology in middle-aged women: a longitudinal analysis using magnetic resonance imaging. *Cells, Tissues, Organs* 192 (1), 64–72.
- Elaketurvakeskus ja Kansanelakelaitos. 2016. Tilasto Suomen elakkeensaajista 2015. Viitattu 14.3.2017.http://www.etk.fi/wp-content/uploads/Tilasto_suomen_elakkeensaajista_2015-1.pdf.
- Felson, D. T., Anderson, J. J., Naimark, A., Walker, A. M. & Meenan, R. F. 1988. Obesity and knee osteoarthritis. The Framingham Study. *Annals of Internal Medicine* 109, 18–24.
- Felson, D. T., Zhang, Y., Anthony, J. M., Naimark, A. & Anderson, J. J. 1992. Weight loss reduces the risk for symptomatic knee osteoarthritis in women: The Framingham study. *Annals of Internal Medicine* 116 (7), 535–539.

- Felson, D. T., Zhang, Y., Hannan, M. T., Naimark, A., Weissman, B. N., Aliabadi, P. & Levy, D. 1995. The incidence and natural history of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham osteoarthritis study. *Arthritis and Rheumatism* 38 (10), 1500–1505.
- Felson, D. T. & Zhang, Y. 1998. An update epidemiology of knee and hip osteoarthritis with a view to prevention. *Arthritis and Rheumatism* 41 (8), 1343–1355.
- Felson, D. T., Lawrence, R. C., Dieppe, P. A., Hirsch, R., Helmick, C. G., Jordan, J. M., Kington, R. S., Lane, N. E., Nevitt, M. C., Zhang, Y., Sowers, M., McAlindon, T., Spector, T. D., Poole, A. R., Yanovski, S. Z., Ateshian, G., Sharma, L., Buckwalter, J. A., Brandt, K. D. & Fries, J. F. 2000. Osteoarthritis: New Insights Part 1: The disease and its risk factors. *Annals of Internal Medicine* 133 (8), 635–646.
- Foley, A., Halbert, J., Hewitt, T. & 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 Diseases* 62 (12), 1162–1167.
- Fransen, M., Nairn, L., Winstanley, J., Lam, P. & Edmonds, J. 2007. Physical activity for osteoarthritis management: a randomized controlled clinical trial evaluating hydrotherapy or Tai Chi classes. *Arthritis and Rheumatism* 57 (3), 407–414.
- Fransen, M., McConnell, S., Harmer, A. R., Esch, M. Van der, Simic, M. & Bennell, K. L. 2015. Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 1, CD004376.
- Fritz, S. & Lusardi, M. 2009. White paper: Walking speed: the sixth vital sign. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 32 (2), 46–49.
- Graham, J. E., Ostir, G. V., Fischer, S. R. & Ottenbacher, K. J. 2008. Assessing walking speed in clinical research: a systematic review. *Journal of Evaluation in Clinical Practice* 14 (4), 552–562.

- Guideline for the prevention of falls in older persons. 2001. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society, and American Academy of Orthopaedic Surgeons Panel on Falls Prevention. *Journal of the American Geriatrics Society* 49 (5), 664–672.
- Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Simonsick, E. M., Salive, M. E. & Wallace, R. B. 1995. Lowerextremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. *The New England Journal of Medicine* 332 (9), 556–561.
- Gök, H., Ergin, S. & Yavuzer, G. 2002. Kinetic and kinematic characteristics of gait in patients with medial knee arthrosis. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 73 (6), 647–652.
- Hale, L. A., Waters, D. & Herbison, P. 2012. A Randomized controlled trial to investigate the effects of water-based exercise to improve falls risk and physical function in older adults with lower-extremity osteoarthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 93 (1), 27–34.
- Hame, S. L. & Alexander, R. A. 2013. Knee osteoarthritis in women. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* 6 (2), 182–187.
- Hannan, M. T., Felson, D. T. & Pincus, T. 2000. Analysis of the discordance between radiographic changes and knee pain in osteoarthritis of the knee. *The Journal of Rheumatology* 27 (6), 1513–1517.
- Heikkinen, E., Kauppinen, M. & Laukkanen, P. 2013. Iäkkäiden ihmisten selviytyminen päivittäisistä toiminnoista. Teoksessa E. Heikkinen, J. Jyrkämä, T. Rantanen (toim.) *Gerontologia*. 3. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim, 291–302.
- Henriksen, M., Simonsen, E. B., Alkjær, T., Lund, H., Graven-Nielsen, T., Danneskiold-Samsøe, B. & Bliddal, H. 2006. Increased joint loads during walking - A consequence of pain relief in knee osteoarthritis. *The Knee* 13 (6), 445–450.

- Heredia-Jimenez, J., Orantes-Gonzalez, E. & Soto-Hermoso, V. M. 2016. Variability of gait, bilateral coordination, and asymmetry in women with fibromyalgia. *Gait and Posture* 45, 41–44.
- 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.
- Hirvensalo, M. 2002. Liikuntaharrastus iäkkäänä: yhteys kuolleisuuteen ja avuntarpeeseen sekä terveydenhuolto liikunnan edistäjänä. Jyväskylän yliopisto. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 183.
- 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), 465–474.
- Hooper, M. M. & Moskowitz, R. W. 2006. Osteoarthritis: Clinical presentations. Teoksessa R. W. Moskowitz, R. D. Altman, M. C. Hochberg, J. A. Buckwalter & V. M. Goldberg *Osteoarthritis : Diagnosis and Medical/Surgical Management*. 4. painos. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 139–145.
- Hubley-Kozey, C. L., Hill, N. A., Rutherford, D. J., Dunbar, M. J. & Stanish W. D. 2009. Co-activation differences in lower limb muscles between asymptomatic controls and those with varying degrees of knee osteoarthritis during walking. *Clinical Biomechanics* 24 (5), 407–414.
- Hunt, M. A., Birmingham, T. B., Bryant, D., Jones, I., Giffin, J. R., Jenkyn, T. R. & Vandervoort, A. A. 2008. Lateral trunk lean explains variation in dynamic knee joint load in patients with medial compartment knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage* 16 (5), 591–599.

- Hunt, M. A., Wrigley, T. V., Hinman, R. S. & Bennel, K. M. 2010. Individuals with severe knee osteoarthritis (OA) exhibit altered proximal walking mechanics compared with individuals with less severe OA and those without knee pain. *Arthritis Care & Research* 62 (10), 1426–1432.
- Hurwitz, D. E., Ryals, A. R., Block, J. A., Sharma, L., Schnizer, T. J. & Andriacchi, T. P. 2000. Knee pain and joint loading in subjects with osteoarthritis of the knee. *Journal of Orthopaedic Research* 18 (4), 572–579.
- Jiang, L., Tian, W., Wang, Y., Rong, J., Bao, C., Liu, Y., Zhao, Y. & Wang, C. 2012. Body mass index and susceptibility to knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Joint Bone Spine* 79 (3), 291–297.
- Kansaneläkelaitos. 2016. Kelan sairausvakuutustilasto 2015. Suomen virallinen tilasto. Kansaneläkelaitos. Viitattu 3.5.2017.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/167041/Kelan_sairausvakuutustilasto_2015.pdf.
- Kannus, P. 2016. Liikunta ja nivelrikko. *Terveysliikuntauutiset*, 9–11.
- Kaufman, K. R., Miller, L. S. & Sutherland, D. H. 1996. Gait asymmetry in patients with limb-length inequality. *Journal of Pediatric Orthopedics* 16 (2), 144–150.
- Kaufman, R. K., Hughes, C., Morrey, B. F., Morrey, M. & An K-N. 2001. Gait characteristics of patient with knee osteoarthritis. *Journal of Biomechanics* 34 (7), 907–915.
- Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. *Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille*. Helsinki: Liikuntatieteellinen seura.
- Kellgren, J. H. & Lawrence, J. S. 1957. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases* 16 (4), 494–502.

KvantiMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. 2009. Tutkimusasetelma. Tampere:

Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 3.5.2017

<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>.

Laroche, D. P., Cook, S. B. & Mackala, K. 2012. Strength asymmetry increases gait asymmetry and variability in older women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 44 (11), 2172–2181.

Lauzière, S., Betschart, M., Aissaoui, R. & Nadeau, S. 2014. Understanding spatial and temporal gait asymmetries in individuals post stroke. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 2: 201. doi:10.4172/2329-9096.1000201.

Liikavainio, T., Isolehto, J., Helminen, H. J., Perttunen, J., Lepola, V., Kiviranta, I., Arokoski, J. P. A. & Komi, P. 2007. Loading and gait symmetry during level and stair walking in asymptomatic subjects with knee osteoarthritis: importance of quadriceps femoris in reducing impact force during heel strike? *The Knee* 14 (3), 231–238.

Liikavainio, T., Lyytinen, T., Tyrväinen, E., Sipilä, S. & Arokoski, J. P. 2008. Physical function and properties of quadriceps femoris muscle in men with knee osteoarthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 89 (11), 2185–94.

Lim, J-Y., Tchai, E. & Jang, S-N. 2010. Effectiveness of aquatic exercise for obese patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation* 2 (8), 723–731.

Loeser, R. F. 2003. Systemic and local regulation of articular cartilage metabolism: where does leptin fit in the puzzle? *Arthritis and Rheumatism* 48 (11), 3009–3012.

Lu, M., Su, Y., Zhang, Y., Zhang, Z., Wang, W., He, Z., Liu, F., Li, Y., Liu, C., Wang, Y., Sheng, L., Zhan, Z., Wang, X. & Zheng, N. 2015. Effectiveness of aquatic exercise for

treatment of knee osteoarthritis: Systematic review and meta-analysis. *Zeitschrift für Rheumatologie* 74 (6), 543–552.

Lund, H., Weile, U., Christensen, R., Rostock, B., Downey, A., Bartels, E. M., Danneskiold-Samsøe, B. & Bliddal, H. 2008. A randomized controlled trial of aquatic and land-based exercise in patients with knee osteoarthritis evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Journal of Rehabilitation Medicine* 40 (2), 137–144.

Lusardi, M. M., Pellecchia, G. L. & Schulman, M. 2003. Functional Performance in Community Living Older Adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy* 26 (3), 14–22.

Mahlknecht, P., Kiechl, S., Bloem, B. R., Willeit, J., Scherfler, C., Gasperi, A., Rungger, G., Poewe, W. & Seppi, K. 2013. Prevalence and burden of gait disorders in elderly men and women aged 60–97 years: a population-based study. *PloS one* 8 (7), e69627. doi: 10.1371/journal.pone.0069627.

McAlindon, T. E., Bannuru, R. R., Sullivan, M. C., Arden, N. K., Berenbaum, F., Bierma-Zeinstra, S. M., Hawker, G. A., Henrotin, Y., Hunter, D. J., Kawaguchi, H., Kwok, K., Lohmander, S., Rannou, F., Roos, E. M. & Underwood, M. 2014. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage* 22 (3), 363–388.

McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 2010. *Exercise physiology nutrition, energy and human performance*. 7. painos. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.

McGibbon, C. A. & Krebs, D. E. 2002. Compensatory gait mechanics in patients with unilateral knee arthritis. *The Journal of Rheumatology* 29 (11), 2410–2419.

McWilliams, D. F., Leeb, B. F., Muthuri, S. G., Doherty, M. & Zhang, W. 2011. Occupational risk factors for osteoarthritis of the knee: a meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage* 19 (7), 829–839.

- Messier, S. P., Loser, R. F., Hoover, J. L., Semble, E. L. & Wise, C. M. 1992. Osteoarthritis of the knee: effects on gait, strength, and flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 73 (1), 29–36.
- Metcalfe, A. J., Andersson, M. L. E., Goodfellow, R. & Thorstensson, C. A. 2012. Is knee osteoarthritis a symmetrical disease? Analysis of a 12 year prospective cohort study. *BMC Musculoskeletal Disorders* 13 (153). doi: 10.1186/1471-2474-13-153.
- Metcalfe, A. J., Stewart, C., Postans, N., Dodds, A. L., Holts, C. A. & Roberts, A. P. 2013. The effect of osteoarthritis of the knee on the biomechanics of other joints in the lower limbs. *The Bone & Joint Journal* 95-B (3), 348–353.
- Metitur Oy. 2003. GAITRite Käyttöohje versio 3.4. Jyväskylä.
- Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. 1. painos. Helsinki: International Methelp Oy.
- 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 (11), 1396–1405.
- Miyazaki, T., Wada, M., Kawahara, H., Sato, M., Baba, H. & Shimada, S. 2002. Dynamic load at baseline can predict radiographic disease progression in medial compartment knee osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases* 61(7), 617–622.
- Muthuri, S. G., McWilliams, D. F., Doherty, M. & Zhang, W. 2011a. History of knee injuries and knee osteoarthritis: a meta-analysis of observational studies. *Osteoarthritis and Cartilage* 19 (11), 1286–1293.
- Muthuri, S. G., Hui, M., Doherty, M. & Zhang, W. 2011b. What if we prevent obesity? Risk reduction in knee osteoarthritis estimated through a meta-analysis of observational studies. *Arthritis Care & Research* 63 (7), 982–990.

- Paterson, K. L., Hill, K. D., Lythgo, N. D. & Maschette, W. 2008. The reliability of spatiotemporal gait data for young and older women during continuous overground walking. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 89 (12), 2360–2365.
- Patterson, K. K., Gage, W. H., Brooks, D., Black, S. E. & McIlroy, W. E. 2010. Evaluation of gait symmetry after stroke: a comparison of current methods and recommendations for standardization. *Gait and Posture* 31, 241–246.
- Peat, G., McCarney, R. & Croft, P. 2001. Knee pain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Annals of the Rheumatic Diseases* 60 (2), 91–97.
- Pedersen, P. K & Saltin, B. 2006. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport* 16 (S1), 3–63.
- Pirker, W. & Katzenschlager, R. 2017. Gait disorders in adults and the elderly - A clinical guide. *Wiener klinische Wochenschrift* 129 (3), 81–95.
- Plotnik, M., Giladi, N. & Hausdorff, J. M. 2007. A new measure for quantifying the bilateral coordination of human gait: effects of aging and Parkinson's disease. *Experimental Brain Research* 181 (4), 561–570.
- Pohjolainen, T. 2016. Polven nivelrikko. Duodecim Terveyskirjasto. Viitattu 3.3.2017. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01081.
- Polven ja lonkan nivelrikon fysioterapia - Hyvä fysioterapiakäytäntö - suositus. 2013. Suomen fysioterapeutit - Finlands Fysioterapeuter ry:n asettama työryhmä. Viitattu 6.3.2017. http://www.terveysportti.fi/dtk/sfs/avaa?p_artikkeli=sfs00001#s7.
- Polvi- ja lonkanivelrikko. 2014. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin ja Käypä hoito -johtoryhmän asettama työryhmä. Helsinki: Lääkäriseura

Duodecim. Viitattu 13.1.2017. Suomalainen

<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50054>

- Poole, A. R., Guilak, F. & Abramson, S. B. 2006. Etiopathogenesis of osteoarthritis. Teoksessa R. W. Moskowitz, R. D. Altman, M. C. Hochberg, J. A. Buckwalter & V. M. Goldberg *Osteoarthritis: Diagnosis and Medical/Surgical Management*. 4. painos. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 27–49.
- Pottie, P., Presle, N., Terlain, P., Netter, P., Mainard, D. & Berenbaum, F. 2006. Obesity and osteoarthritis: more complex than predicted! *Annals of the Rheumatic Diseases* 65 (11), 1403–1405.
- Pöyhönen, T., Sipilä, S., Keskinen, K. L., Hautala, A., Savolainen, J. & Mälkiä, E. 2002. Effects of aquatic resistance training on neuromuscular performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34 (12), 2103–2109.
- Rantanen, T., Guralnik, J. M., Ferrucci, L., Penninx, B. W. J. H., Leveille, S., Sipilä, S. & Fried, L. P. 2001. Coimpairments as predictors of severe walking disability in older women. *Journal of the American Geriatrics Society* 49 (1), 21–27.
- Roos, E. L. & Dahlberg L. 2005. Positive effects of moderate exercise on glycosaminoglycan content in knee cartilage: a four-month, randomized, controlled trial in patients at risk of osteoarthritis. *Arthritis and Rheumatism* 52 (11), 3507–3514.
- Sadeghi, H., Allard, P., Prince, F. & Labelle, H. 2000. Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review. *Gait and Posture* 12 (1), 34–45.
- Salbach, N. M., Mayo, N. E., Higgins, J., Ahmed, S., Finch, L. E. & Richards, C. L. 2001. Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 82 (9), 1204–1212.

- Schwesig, R., Leuchte, S., Fischer, D., Ullmann, R. & Kluttig, A. 2011. Inertial sensor based reference gait data for healthy subjects. *Gait and Posture* 33 (4), 673–678.
- Sharma, L. & Kapoor D. 2006. Epidemiology of osteoarthritis. Teoksessa R. W. Moskowitz, R. D. Altman, M. C. Hochberg, J. A. Buckwalter & V. M. Goldberg *Osteoarthritis : Diagnosis and Medical/Surgical Management*. 4. painos. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 3–26.
- Silva, L. E., Valim, V., Pessanha, A. P. C., Oliveira, L. M., Myamoto, S., Jones, A. & Natour, J. 2008. Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee: a randomized clinical trial. *Physical Therapy* 88 (1), 12–21.
- Simic, M., Hinman, R. S., Wrigley, T. V., Bennell, K. L. & Hunt, M. A. 2011. Gait modification strategies for altering medial knee joint load: a systematic review. *Arthritis Care and Research* 63 (3) 405–426.
- Simoneau, G. G. & Heiderscheit, B. C. 2015. Kinesiology in walking. Teoksessa Neumann, D. A *Kinesiology of the musculoskeletal system Foundations for rehabilitation*. 3. painos. St. Louis, Missouri: Elsevier, 653–705.
- Smith, T. O., Higson, E., Pearson, M. & Mansfield, M. 2016. Is there an increased risk of falls and fractures in people with early diagnosed hip and knee osteoarthritis? Data from the Osteoarthritis Initiative. *International Journal of Rheumatic Diseases*. doi: 10.1111/1756-185X.12871.
- Suomi, R. & Collier, D. 2003. Effects of arthritis exercise programs on functional fitness and perceived activities of daily living measures in older adults with arthritis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 84 (11), 1589–1594.

- Stacoff, A., Diezi, C., Luder, G., Stüssi, E. & Kramers-de Quervain, I. A. 2005. Ground reaction forces on stairs: effects of stair inclination and age. *Gait and Posture* 21 (1), 24–38.
- Steffen, T. M., Hacker, T. A. & Mollinger, L. 2002. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Physical Therapy* 82(2), 128–137.
- Stitik, T. & Hochberg, M. C. 2006. Baseline program. Teoksessa R. W. Moskowitz, R. D. Altman, M. C. Hochberg, J. A. Buckwalter & V. M. Goldberg *Osteoarthritis: Diagnosis and Medical/Surgical Management*. 4. painos. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 257–265.
- StudyBlue. 2015. Studyblue Inc. Viitattu 13.3.2017.
<https://www.studyblue.com/notes/n/gait/deck/16020893>.
- Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. 2016. Tekonivelrekisteri. Viitattu 13.1.2017.
<https://www.thl.fi/far/#index>.
- Terveyskirjasto. 2011. Nivelrikko rustomuutos. Viitattu 13.1.2017.
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ldk00525.
- Terveyspalvelujen käyttö ja sen väestöryhmittäiset erot. 2006. *Terveys 2000 -tutkimus. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B: 10/2006*. Viitattu 14.3.2017.
<https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/78803/2006b10.pdf?sequence=1>.
- Tibaek, S., Holmestad-Bechmann, N., Pedersen, T. B., Bramming, S. M. & Friis, A. K. 2015. Reference values of maximum walking speed among independent community-dwelling Danish adults aged 60 to 79 years: a cross-sectional study. *Physiotherapy* 101 (2), 135–140.

- Tis, L. 2016. Basic knee injury prevention. American college of sports medicine Public information articles. Viitattu 23.2.2017. <http://www.acsm.org/public-information/articles/2016/10/07/basic-knee-injury-prevention>.
- Toivanen, A. T., Heliövaara, M., Impivaara, O., Arokoski, J. P. A., Knekt, P., Lauren, H. & Kröger, H. 2010. Obesity, physically demanding work and traumatic knee injury are major risk factors for knee osteoarthritis - population-based study with a follow-up of 22 years. *Rheumatology* 49 (2), 308–314.
- Uden, C. J. T. van & Besser, M. P. 2004. Test-retest reliability of temporal and spatial gait characteristics measured with an instrumented walkway system (GAITRite). *BMC Musculoskeletal Disorder* 5 (13). doi: 10.1186/1471-2474-5-13.
- Valtonen, A., Pöyhönen, T., Sipilä, S. & Heinonen, A. 2010. Effects of aquatic resistance training on mobility limitation and lower-limb impairments after knee replacement. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 91(6), 833–839.
- Vaughan, C. L., Davis, B. L. & O'Connor, J. C. 1999. Dynamics of human gait. 2. painos. Cape Town: Kiboho Publishers.
- Waller, B., Munukka, M., Multanen, J., Rantalainen, T., Pöyhönen, T., Nieminen, M. T., Kiviranta, I., Kautiainen, H., Selänne, H., Dekker, J., Sipilä, S., Kujala, U. M., Häkkinen, A. & Heinonen, A. 2013. Effects of a progressive aquatic resistance exercise program on the biochemical composition and morphology of cartilage in women with mild knee osteoarthritis: protocol for a randomised controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 14 (82). doi: 10.1186/1471-2474-14-82.
- Waller, B., Ogonowska-Slodownik, A., Vitor, M., Lambeck, J., Daly, D., Kujala, U. M. & Heinonen, A. 2014. Effect of therapeutic aquatic exercise on symptoms and function associated with lower limb osteoarthritis: systematic review with meta-analysis. *Physical Therapy* 94 (10), 1383–1395.

- Waller, B. 2016. The effect of aquatic exercise on symptoms, function, body composition and cartilage in knee osteoarthritis. Jyväskylän yliopisto. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 250.
- Waller, B., Munukka, M., Rantalainen, T., Lammentausta, E., Nieminen, M. T., Kiviranta, I., Kautiainen, H., Häkkinen, A., Kujala, U. M. & Heinonen, A. 2017. Effects of high intensity resistance aquatic training on body composition and walking speed in women with mild knee osteoarthritis: a 4-month RCT with 12-month follow-up. *Osteoarthritis and Cartilage*. doi: 10.1016/j.joca.2017.02.800.
- Wang, T-J., Belza, B., Thompson, F. E., Whitney, J. D. & Bennet, K. 2007. Effects of aquatic exercise on flexibility, strength and aerobic fitness in adults with osteoarthritis of the hip or knee. *Journal of Clinical Nursing* 57 (2), 141–152.
- Wang, T-J., Lee, S-C., Liang, S-Y., Tung, H-H., Wu, S-F. V. & Lin, Y-P. 2011. Comparing the efficacy of aquatic exercises and land-based exercises for patients with knee osteoarthritis. *Journal of Clinical Nursing* 20 (17-18), 2609–2622.
- Webster, K. E., Wittwer, J. E. & Feller, J. A. 2005. Validity of the GAITRite walkway system for the measurement of averaged and individual step parameters of gait. *Gait and Posture* 22 (4), 317–321.
- Yogev, G., Plotnik, M., Peretz, C., Giladi, N. & Hausdorff, J. M. 2007. Gait asymmetry in patients with Parkinson's disease and elderly fallers: when does the bilateral coordination of gait require attention? *Experimental Brain Research* 177 (3), 336–346.
- Zeni, J. A., Rudolph, K. & Higginson, J. S. 2010. Alterations in quadriceps and hamstrings coordination in persons with medial compartment knee osteoarthritis. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 20 (1), 148–154.
- Zhang, W., Moskowitz, R. W., Nuki, G., Abramson, S., Altman, R. D., Arden, N., Bierma-Zeinstra, S., Brandt, K. D., Croft, P., Doherty, M., Dougados, M., Hochberg, M.,

Hunter, D. J., Kwoh, K., Lohmander, L. S. & Tugwell, P. 2008. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis and Cartilage* 16 (2), 137–162.

Zhang, W., Doherty, M., Peat, G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., Arden, N. K., Bresnihan, B., Herrero-Beaumont, G., Kirschner, S., Leeb, B. F., Lohmander, L. S., Mazières, B., Pavelka, K., Punzi, L., So, A. K., Tuncer, T., Watt, I. & Bijlsma, J. W. 2010. EULAR evidence-based recommendations for the diagnosis of knee osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases* 69 (3), 483–489.

Liite 1. Polvinivelriikon röntgenkuvaan perustuva radiologinen Kellgren-Lawrencen -luokitus
(lähde: Käypä hoito).

Luokka	Polvinivelrikko
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

Liite 2. Koeryhmän harjoitteluohjelma.

Viikko	Vastus	Sarja- lkm	Toisto-lkm	Aika sek	Lepo sek	PRE*** tavoite	Harj. aika min	Kokonais toisto- lkm
1-2	Jalat	3	25-30	45	30	14-15	30	750-900
3-5*	Pienet**	3	20-25	45	30	15-16	30	600-750
	Pienet**	3	12->15	30	45	16-17	26	288-360
6-8 ja 12	Pienet/Isot**	3	14-20	45	30	16-17	30	420-600
9-11 ja 13-16*	Isot**	3	14-20	45	30	16-18	30	420-600
	Isot**	3	12->15	30	45	16-18	26	288-360

* vaihdellen

** pienet tai isot vastussaappaat

*** Perceived rate of exertion, Borgin asteikko 6-20

Liite 3. Tutkittavalle luettava suoritusohje kävelyyn.

KÄVELYTESTI GAITRITE MATOLLA

Suoritetaan n. 20 m pituisessa tilassa gaitrite matolla lentävällä lähdöllä. Kävelymatka on 10 metriä. (Koehenkilö lähtee kävelemään n. 5 m gaitrite matosta sijaitsevalta viivalta ja pysähtyy n. 5 m maton päättymisen jälkeen sijaitsevalla viivalla. Aloitus- ja lopetuskohdat merkitään esim. teipillä.

NORMAALIVAUHTINEN KÄVELY

Ensin suoritetaan yksi harjoituskävely koehenkilön normaalia kävelyvauhtia, jonka jälkeen kolme kisasuoritusta.

OHJEISTUS: ”Lähde lähtöviivan takaa, kävele normaalia vauhtia lopetusviivalle. Voit lähteä liikkeelle, kun sanon nyt. Nyt”.

MAKSIMIVAUHTINEN KÄVELY

Ensin suoritetaan yksi harjoituskävely koehenkilön maksimaalista kävelyvauhtia, jonka jälkeen kolme kisasuoritusta.

OHJEISTUS: ”Lähde lähtöviivan takaa, kävele lopetusviivalle niin nopeaa kävelyä kuin pystyt turvallisuuttasi vaarantamatta. Voit lähteä liikkeelle, kun sanon nyt. Nyt”.