

ALLASHARJOITTELUN VAIKUTUS TASAPAINOON POLVEN NIVELRIKOSSA

Saara Koskinen

Liikuntalääketieteen pro gradu -tutkielma

Terveystieteiden laitos

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

Saara Koskinen (2016). Allasharjoittelun vaikutus tasapainoon polven nivelrikossa. Terveystieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto, Liikuntalääketieteen pro gradu - tutkielma, 54s.

Nivelrikko on yleisin nivelsairaus ja erityisesti alaraajojen suurten nivelten nivelrikon vaikutus toimintakykyyn ja elämänlaatuun on huomattava. Nivelrikon aiheuttamat oireet altistavat tasapainohäiriölle ja kaatumisille. Tämän satunnaistetun ja kontrolloidun tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää progressiivisen, altaassa tehtävän vastusharjoittelun vaikutusta tasapainoon polven nivelrikkoa sairastavilla vaihdevuodet ohittaneilla naisilla.

Aineisto kerättiin Jyväskylässä vuosina 2012–2013. Tutkimukseen osallistui 87 polven lievää (Kellgren/Lawrence 1–2) nivelrikkoa sairastavaa naista, joiden keski-ikä oli 63.9 (± 2.4) vuotta. Alkutasomittausten jälkeen vapaaehtoiset satunnaistettiin harjoittelu- (43) ja kontrolliryhmään (44).

Harjoitteluryhmäläiset osallistuivat 16 viikon ajan ryhmämuotoiseen allasharjoitteluun kolmesti viikossa tunti kerrallaan. Kontrolliryhmäläisiä pyydettiin jatkamaan normaaleja päivärutiinejaan. Loppumittaukset suoritettiin 16 viikon kuluttua. Dynaaminen tasapaino mitattiin kahdeksikkojuoksu-testillä ja staattinen tasapaino voimalevyllä. Tilastollisina analyyseinä käytettiin intervention vaikutuksen arviointiin kovarianssianalyysejä (ANCOVA), jossa lähtötilanne oli kovariaattina.

Harjoitteluryhmä paransi staattisen tasapainon mittauksissa yhden jalan seisomatasapainon tuloksia tilastollisesti merkitsevästi ($p < .05$) kahdessa muuttujassa; affektoituneen jalan sivuttaisuuntaisessa huojunnassa (x-nopeus -3.2 mm/s, $p = .012$) ja ei-affektoituneen jalan eteen-taakse -suuntaisessa huojunnassa (y-nopeus -3.5 mm/s, $p = .009$) kontrolliryhmään verrattuna. Muissa yhden jalan seisomatasapainoa mittaavissa tuloksissa harjoitusryhmällä havaittiin viitteitä parantuneesta tasapainosta kontrolliryhmään verrattuna, vaikka tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Myöskään kahden jalan seisomatasapainossa ei havaittu merkitseviä muutoksia. Dynaamisessa tasapainossa ei havaittu eroja ryhmien välillä.

Tämän pro gradu -tutkimuksen mukaan allasharjoittelulla on jonkin verran positiivisia vaikutuksia staattiseen tasapainoon polven nivelrikkoa sairastavilla vaihdevuodet ohittaneilla naisilla. Tutkimustulosten perusteella allasharjoittelua voidaan suositella tasapainoa kehittäväksi harjoittelumuodoksi polven nivelrikkoa sairastaville henkilöille.

Asiasanat: Nivelrikko, polvi, tasapaino, allasharjoittelu, vaihdevuodet

ABSTRACT

Saara Koskinen (2016). Effects of aquatic training on balance in subjects with osteoarthritis of the knee. Department of Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis in Sports Medicine, 54 pages.

Osteoarthritis is the most common articular disease in the world and especially the impact of osteoarthritis of the lower extremities large joints is considerable for functional capacity and quality of life. Symptoms of osteoarthritis predispose to reduced balance and increased risk of falling. The purpose of this randomized and controlled trial was to investigate the effect of water-based exercise on postural and dynamic balance in postmenopausal women with osteoarthritis of the knee.

The data were collected in Jyväskylä in 2012–2013. Participants (N=87) were randomly allocated to intervention (n=43) or control group (n=44). The intervention group participated in progressive aquatic resistance training for 16 weeks, 3 times a week. Control group was asked to continue a normal life.

Postural balance was investigated using force platform tests and dynamic balance with figure-of-eight running test. Measurements were done at the baseline and after 16 weeks of intervention. Statistical analyses were carried out using IBM SPSS Statistics 20 software by covariance analysis (ANCOVA). The baseline measurement was used as a covariate.

After 16 weeks of intervention the exercise group performed significantly better ($p < .05$) in postural balance in one leg stance displaying less body sway with the affected leg on lateral sway (x-speed -3.2 mm/s, $p = .012$) and with the non-affected leg on anteroposterior sway (y-speed -3.5 mm/s, $p = .009$) compared to control group. The results of other one leg stances also tendency towards improved balance albeit nonsignificant. There was no significant difference between the groups in bipedal stance with eyes open and closed or in dynamic balance.

The results of this randomized and controlled study showed that aquatic exercise may have beneficial effects on postural balance in postmenopausal women with osteoarthritis of the knee. Aquatic training can be recommended as one of the training methods to improve postural balance for patients with knee osteoarthritis.

Keywords: Osteoarthritis, knee, aquatic exercise, balance, postmenopausal

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 POLVEN NIVELRIKKO.....	3
2.1 Nivelrikon patofysiologia	3
2.2 Oireet ja diagnostiikka.....	5
2.3 Riskitekijät	7
2.4 Nivelrikko vaihdevuodet ylittäneillä naisilla	8
3 POLVEN NIVELRIKON KONSERVATIIVINEN KUNTOUTUS	10
3.1 Terapeuttinen harjoittelu ja liikuntasuosituksset	10
3.2 Allasharjoittelu	12
4 TASAPAINO.....	13
4.1 Tasapainon säätelyjärjestelmä.....	13
4.2 Iän ja vaihdevuosien vaikutus tasapainoon.....	14
4.3 Nivelrikon yhteys tasapainoon.....	16
4.4 Allasharjoittelun vaikutus tasapainoon polven ja lonkan nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä	17
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	21
6 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT	22
6.1 Tutkimushenkilöt	22
6.2 Harjoitusohjelma	25
6.3 Muuttajat.....	27
6.3.1 Staattisen tasapainon mittaaminen.....	28
6.3.2 Dynaamisen tasapainon mittaaminen	30
6.4 Tilastolliset menetelmät.....	31

7 TULOKSET.....	32
7.1 Staattinen tasapaino.....	33
7.2 Dynaaminen tasapaino.....	36
8 POHDINTA.....	37
8.1 Tulosten tarkastelu suhteessa aikaisempaan kirjallisuuteen	37
8.2 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys.....	42
9 JOHTOPÄÄTÖKSET	44
LÄHTEET	45

1 JOHDANTO

Nivelrikko on yleisin nivelsairaus ja ikääntyvän väestön suurimpia toimintakyvyn heikentäjiä (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014, Johnson & Hunter 2014). Erityisesti alaraajojen suurten nivelten nivelrikon vaikutus toimintakykyyn sekä elämänlaatuun on huomattava (Suri ym. 2012, Hsieh ym. 2013, Cross ym. 2014) ja vaikuttaa kansainvälisen toimintakyvyn, toimintarajoitteiden ja terveyden luokituksen (ICF, international classification of functioning, disability and health) jokaisella tasolla (Dreinhofer ym. 2004). Hitaasti etenevässä koko nivelen sairaudessa nivelrustossa, luussa ja lihaksissa tapahtuvat muutokset aiheuttavat kipua ja jäykkyyttä. Nivelliikkuvuus ja lihasten tuoma dynaaminen stabiliteetti nivelen ympäriltä heikentyvät ja vähitellen päivittäisistä toiminnoista suoriutuminen muuttuu vaikeammaksi (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

Nivelrikosta aiheutuu lähes miljardin euron vuosittaisia kustannuksia yhteiskunnalle ja sitä voidaan kutsua terveydenhuollollisesti isoksi haasteeksi (Heliövaara ym. 2008). Väestön ikääntyessä nivelrikon hoidon tavoitteena on toimivien hoitoketjujen kehittäminen (Hannonen & Airaksinen 2005). Nivelrikolle ei ole tiedettävästi parannuskeinoa. Hoito perustuu kivunhoitoon, painonhallintaan ja terapeuttiseen harjoitteluun sekä liikuntaan. Tekonivelleikkaus tehdään, jos konservatiivisista hoitomuodoista ei saada tarpeeksi apua (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

Suosittelavia liikuntamuotoja polven nivelrikkoa sairastaville henkilöille ovat lajit, joissa niveliin ei kohdistu voimakkaita iskuja, yhtäaikaisia voimakkaita kompressio- ja kiertoliikkeitä ja joissa tapaturmariski on alhainen (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Allasharjoittelua voidaan suositella vaihtoehtoisena harjoitusmuotona erityisesti silloin, kun maalla tehtävä harjoittelu on jostain syystä vaikeaa toteuttaa tai se ei onnistu lainkaan (Batterham ym. 2011). Tutkimusten mukaan allasharjoittelu vähentää kipua ja lisää toimintakykyä sekä elämänlaatua polven nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä (mm. Bartels ym. 2016).

Polven nivelrikko (mm. Hatfield ym. 2016), ikääntyminen (mm. Ersoy ym. 2009) ja vaihdevuodet (Cheng ym. 2009, Cangussu ym. 2012, Rodrigues Barral ym. 2012, Hita-Contreras ym. 2013) altistavat tasapainovaikeuksille. Heikentynyt asennonhallinta ja tasapaino aiheuttavat kaatumisia ja niistä johtuvia loukkaantumisia (Ersoy ym. 2009, Khajal ym. 2014). Terapeuttisen harjoittelun on todettu kehittävän tasapainoa polven nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä (Silva ym. 2012, Silva ym. 2015).

Allasharjoittelua suositellaan yleisesti liikuntamuodoksi polven nivelrikkopotilaille, mutta sen vaikutusta tasapainoon on tutkittu vähän ja tulokset ovat olleet ristiriitaisia (Hinman ym. 2007, Lund ym. 2008, Arnold and Faulkner 2010, Hale ym. 2012). Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää progressiivisen altaassa tehtävän vastusharjoittelun vaikutusta tasapainoon polven nivelrikkoa sairastavilla vaihdevuodet ohittaneilla naisilla.

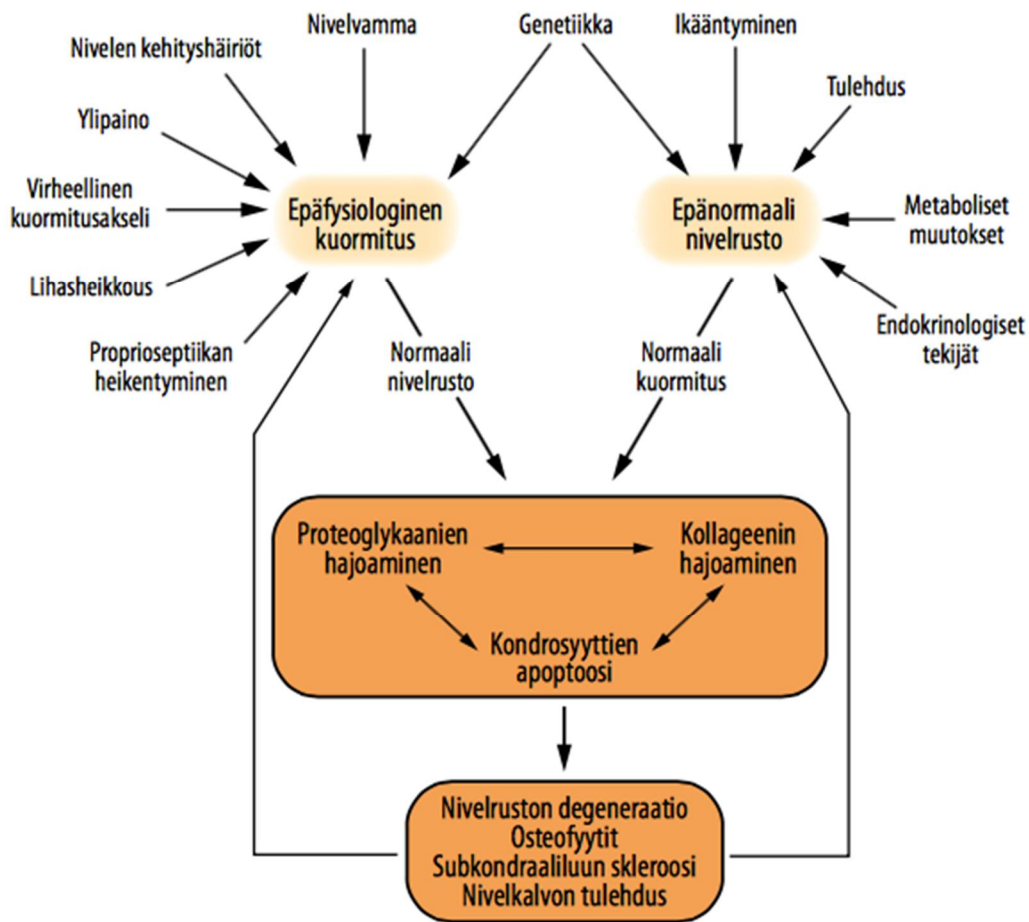
2 POLVEN NIVELRIKKO

Nivelrikko eli artroosi on nivelsairaus, jossa tunnusomaista on nivelruston rappeutuminen ja nivelvälin kaventuminen. Itse rustomuutokset ovat kivuttomia, mutta vähitellen muissa nivelen rakenteissa tapahtuvat muutokset ja niveltulehdus aiheuttavat toimintakykyä haittaavaa kipua. Nivelrikko etenee asteittain ja ruston vaurioituessa se ei enää palaa ennalleen. Tyypillisimmin sitä esiintyy polvissa, lonkissa ja käsissä (Arokoski & Salminen 2015).

Suomessa Terveys 2000 -tutkimuksen mukaan kliininen polven nivelrikon ikävakioitu esiintyvyys on naisilla 8.0 % ja miehillä 6.1 % (Arokoski ym. 2007). Nivelrikko johtaa vuosittain 613 000 lääkäriin käyntiin ja nykyään maksettavista työkyvyttömyyseläkkeistä 6 % on myönnetty nivelrikon perusteella (Heliövaara ym. 2008). Vaikutus nivelrikkoa sairastavien ikäihmisten elämänlaatuun ja itsenäiseen selviytymiseen on huomionarvoista (Viikari-Juntura & Heliövaara 2015). Suomessa nivelrikon tutkimuksesta on kerääntynyt viime vuosina vankkaa näyttöä niin paljon, että tunnistettujen riskitekijöiden avulla suuri osa nivelrikosta olisi ehkäistävissä. Tämä on keskeisenä teemana kansalliselle TULE -ohjelmalle (Suomen Tule ry 2007, Heliövaara ym. 2008).

2.1 Nivelrikon patofysiologia

Nivelrikon perimmäinen syy ei ole tarkkaan tiedossa, mutta geneettisillä, biokemiallisilla ja biomekaanisilla tekijöillä on merkitystä sairauden puhkeamisessa. Nykytietämyksen mukaan poikkeava mekaaninen kuormitus tai normaali kuormitus poikkeavassa nivelrustokudoksessa voi johtaa biokemialliseen tapahtumasarjaan nivelrakenteissa ja myöhemmin nivelrikolle tyypilliseen nivelvaurioon ja kipuun (kuva 1) (Arokoski & Salminen 2015).



KUVA 1. Nivelriikon tunnistettuja riskitekijöitä sekä nivelrikkoon johtava kehitys (Lammi ym. 2008).

Terve nivelkudos on kollageenisäikeistä ja proteoglykaanista koostuvan väliaineen, rustosolujen (2-10 % tilavuudesta) ja veden (70-80 % märkäpainosta) muodostama kimmoisa geeliseos, jossa ei ole hermoja eikä imu- ja verisuonia. (Lammi ym. 2008). Nivelriikon rakenteellinen eteneminen voidaan jakaa kolmeen osaan. Ensimmäisessä vaiheessa nivelessä todetaan pinnallisen kollageenisäikeistön vaurioituminen ja proteoglykaanien pitoisuuden ja aggregaatioasteen pieneneminen. Vähitellen kollageenin muodostama tukiverkko löytyy ja kudoksen vesipitoisuus kasvaa. Toinen vaihe muodostuu korjaavasta vasteesta, jolloin rustosolujen synteesiaktiivisuus sekä väliaineen rakenneosien hajoaminen lisääntyvät ja rusto paksuntuu. Kolmannessa vaiheessa rustosolujen korjaava vaste heikkenee, jolloin väliaineen eli proteoglykaani- ja kollageenipitoisuudet pienenevät. Rustosta irtoaa mikropartikkeleita, mikä johtaa lopulta luuhun asti ulottuvien halkeamien muodostumiseen. Kollageenisen

tukirakenteensa menettänyt rustokudos kuuluu paikoitellen jopa luuhun saakka (Arokoski ym. 2001 Buckwalterin & Mankinin 1997 mukaan).

Kun solu- ja molekyyli-tason hajottavia tapahtumia on korjaavia tapahtumia enemmän, nivelrusto luun pinnasta vähitellen häviää ja subkondraalinen luulevy paksunee. Nivelrennan, luu-rustorajaan ilmestyy luun uudiskasvun seurauksena luupiikkejä eli osteofyyttejä, jotka rajoittavat nivelrennan liikettä (Hannonen & Airaksinen 2005, Arokoski & Salminen 2015). Nivelrennan ympäröivien lihasten poikki-pinta-alan pienenessä nivelrennan asentotunto heikkenee. Nivelkalvossa esiintyy myös paikallista hypertrofiaa ja tulehdusmuutoksia (Lammi ym. 2008).

Nivelrikko voidaan luokitella primaariksi tai sekundaariseksi, riippuen nivelrikon aiheuttajasta. Primaariksi nivelrikkoa kutsutaan silloin, kun anamneesista ei käy ilmi vammaa, infektiota, metabolista oireyhtymää tai muuta vastaavaa syytä. Sekundaarisesta nivelrikosta puhutaan silloin, kun taustalla on esimerkiksi vamma, tulehduksellinen, ravitsemuksellinen tai endokriininen häiriö (Arya & Jane 2013). Molemmissa tapauksissa parantumattomat nivelmuutokset etenevät yleensä hitaasti vuosien kuluessa (Hannonen & Airaksinen 2005).

2.2 Oireet ja diagnostiikka

Polven nivelrikon tyypillinen oire on rasituskipu, joka helpottaa levätessä. Sairauden edetessä kipu saattaa esiintyä myös lepopkipuna. Yleensä kipu esiintyy paikallisesti polvessa, mutta se voi tuntua myös polven alueella diffuusina ja säteillä säären yläosaan. Usein nivelet tuntuvat jäykiltä aamuisin ja liikkeellelähtö on kankeaa. Tasamaa- ja porraskävely sekä istumasta seisomaan nousu ja päinvastoin hankaloituvat. Myös päivittäisten toimintojen suorittaminen kuten pukeutuminen ja peseytyminen voivat vaikeutua (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

Nivelrikon diagnoosi perustuu oireisiin, kliinisen sekä radiologisten tutkimusten löydöksiin ja tarvittaessa tehtäviin erotusdiagnostisiin laboratoriotutkimuksiin (Polvi- ja lonkkanivelrikko

2014). Polven nivelrikon toteamisessa käytetään American College of Rheumatology (ACR) kliiniradiologisia diagnoosikriteerejä, joita ovat 1) nivelkipu useampina päivinä kuukaudessa, 2) ikä yli 50 vuotta ja/tai alle 30 minuuttia kestävä aamujäykkyys ja/tai kliinisessä tutkimuksessa tuntuva krepitaatio sekä 3) polven röntgenlöydöksenä osteofyytit (Altman ym. 1986, Arokoski & Salminen 2015).

Kliinisessä tutkimuksessa kiinnitetään huomiota henkilön toimintakykyyn ja liikkumiseen, nivelen asentoon sekä nivelen ulkomuotoon. Nivelkipu voi aiheuttaa rajoitteita liikkumisessa, jolloin esimerkiksi kävely saattaa olla ontuvaa sekä lyhytaskelista ja kyykistyminen vaikeaa. Polvinivelen ulkomuoto saattaa muuttua osteofyyttien aiheuttamasta nivelen deformatumisesta, varus- tai valgus-virheasennosta tai nivelturvotuksesta (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Polvinivelrikossa esiintyy tyypillisesti ojennus- ja koukistusvajausta, polven ojennusvoiman heikkoutta ja proprioseptiikan eli asento- ja liiketunnon ongelmia (Hassan ym. 2001, Liikavainio ym. 2008).

Polven nivelrikon radiologisen vaikeusasteen luokittamiseen käytetään yleisesti Kellgrenin ja Lawrencen (1957) luokitusta, jonka on todettu korreloivan myös magneettikuvauksessa näkyviin rustopuutoksiin (Arya & Jane 2013, Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Kellgrenin ja Lawrencen luokitus on määritelty asteikolla 0-4, jossa 0 tarkoittaa ”ei radiologisia muutoksia”, 1 tarkoittaa ”mahdollinen nivelraon kaventuminen ja mahdollinen reunaosteofyytti”, 2 tarkoittaa ”selvät osteofyytit ja mahdollinen nivelraon kaventuminen”, 3 tarkoittaa ”useita kohtalaisia osteofyyttejä, selvä nivelraon kaventuminen ja jonkin verran skleroosia ja mahdollinen luiden päiden deformatiivisuus” ja 4 tarkoittaa ”kookkaita osteofyyttejä, merkittävä nivelraon kaventuminen, vaikea skleroosi ja selvä luiden päiden deformatiivisuus” (Kellgren & Lawrence 1957). Tieteellisenä radiologisen nivelrikon rajana on useimmiten käytetty Kellgren ja Lawrencen luokkaa 2. Magneettikuvausta käytetään ensisijaisesti täydentävänä kuvausmenetelmänä (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

2.3 Riskitekijät

Polven nivelrikon riskitekijät voidaan jakaa systeemisiin ja paikallisiin riskitekijöihin. Systeemisiä riskitekijöitä ovat esimerkiksi ikääntyminen, perimä, sukupuoli ja lihavuus. Systeemiset riskitekijät voivat altistaa paikallisille riskitekijöille, joita ovat esimerkiksi nivelvammat, lihavuus, raskas liikunta (voima- ja joukkuelajit), raskas fyysinen työ sekä nivelen virheasennot ja kehityshäiriöt (Suri ym. 2012, Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Merkittävimmät polven nivelrikon riskitekijät ovat ikääntyminen, ylipaino, naissukupuoli sekä aikaisempi polvivamma (Hart ym. 1999, Velandai ym. 2005, Blagojevic ym. 2009, Muthuri ym. 2011, Silverwood ym. 2014). Nivelrikko lisääntyy ikääntyessä (Hart ym. 1999; Blagojevic ym. 2010), mutta ikääntyminen ei ole yksistään syynä sairauden syntyyn (Anderson & Loeser 2010).

Andersonin & Loeserin (2010) mukaan tuki- ja liikuntaelimestön vanhenemiseen liittyvät nivelen ulkoiset sekä sisäiset muutokset altistavat nivelrikolle, jos taustalla on myös muita altistavia tekijöitä. Ikääntymiseen liittyviä nivelen ulkoisia tekijöitä ovat esimerkiksi sarkopenia, heikentynyt proprioseptiikka ja tasapaino sekä lisääntyvä nivelväljyys (Anderson & Loeser 2010). Nivelen sisäiset muutokset liittyvät kudostason solu- ja väliainemuutoksiin. Nivelen rustosolutiheyden muuttuessa harvemmaksi solujen kyky ylläpitää ruston väliainetta heikkenee. Vähitellen ruston vesipitoisuus, proteglykaanien määrä ja rustosolujen vaste kasvutekijöille pienenee. Soluväliaineen muutokset ja metabolisen aktiivisuuden väheneminen huonontavat ruston biomekaanisia ominaisuuksia, minkä seurauksena ruston vaurioitumisriski kasvaa ja korjauskapasiteetti muuttuu heikommaksi (Arokoski ym. 2001).

Sukupuolten väliset sairastavuuserot lisääntyvät selkeästi 55 -ikävuoden jälkeen niin, että erityisesti vaihdevuodet ylittäneillä naisilla esiintyy polvinivelrikkoa miehiä enemmän (Velandai ym. 2005). Terveys 2000 -tutkimuksen mukaan Suomessa polven nivelrikkoa ei juuri esiinny alle 45 -vuotiailla henkilöillä, mutta sen esiintyvyys kasvaa miehillä 55–64 -vuotiaiden ikäryhmässä (esiintyvyys 9.1 %) ja naisilla vasta 65–74 -vuotiaiden ikäryhmässä (esiintyvyys 18.2 %). 75–84 -vuotiaista miehistä 15.6 % ja naisista 32.1 % sairastavat polven

nivelrikkoa. 75 ikävuoden jälkeen sukupuolierot tasoittuvat niin, että 45 % kärsii polven nivelrikosta sukupuoleen katsomatta (Arokoski ym. 2007).

Ylipainoisilla henkilöillä on laskettu olevan kolminkertainen riski sairastua polven nivelrikkoon verrattuna normaalipainoisiin henkilöihin (Blagojevic ym. 2010). Jokaista painokiloa kohden voidaan laskea nelinkertainen kuormitus polven nivelpintaan yhden askeleen aikana (Messier ym. 2005), joten jopa pieni painonpudotus on polvinivelrikon ehkäisyn kannalta merkittävää (Felson ym. 1992). On arvioitu, että nivelrikon esiintyvyys vähenisi jopa 27–53 %, jos painoindeksiin saa varhaisesta aikuisuudesta lähtien pidettyä suositusten rajoissa (painoindeksi < 25 kg/m²) (Helminen ym. 2008).

Aikaisemmin saatu polvivamma ennustaa nelinkertaista riskiä sairastua polven nivelrikkoon myöhemmällä iällä (Blagojevic ym. 2010). Ristiside- ja ligamenttivammojen seurauksena nivelen stabiliteetti heikkenee ja riski nivelrikkoon kasvaa. Myös osittainen tai täydellinen nivelkierukan poisto lisää riskiä myöhemmän iän nivelrikkoon (Anderson & Loeser 2010, Muthuri ym. 2011). Ennaltaehkäisyn kannalta polviin kohdistuvien tapaturmien välttäminen on perusteltua, sillä sen on arvioitu vähentävän oireisen polvinivelrikon ilmaantuvuutta miehillä 25 % ja naisilla 14 % (Arokoski ym. 2001).

2.4 Nivelrikko vaihdevuodet ylittäneillä naisilla

Vaihdevuosien ja munasarjatoiminnan loppumisen on todettu lisäävän riskiä sairastua polven nivelrikkoon (Velandai ym. 2005, Roman-Blas ym. 2009, Stevenson 2011). Vaihdevuosilla tarkoitetaan ajanjaksoa, jolloin kuukautiskierto päättyy lopullisesti. Tällöin munarakkuloiden määrä vähenee, ovulaatiot loppuvat ja estrogeenin tuotanto heikkenee. Suomalaisella naisella vaihdevuodet sijoittuvat tyypillisesti 45–55 ikävuosiin (Tiitinen 2014).

Vaihdevuosien hormonaaliset muutokset ja erityisesti estrogeenitason laskun on esitetty vaikuttavan polven nivelrikon kehittymiseen (Velandai ym. 2005, Roman-Blas ym. 2009).

Tätä selittää estrogeenin suora vaikutus kollageeniin ja sytokiinin sekä entsyymejä hajottavan proteoglykaanin toimintaan (Wluka ym. 2000). Estrogeeni säätelee subkondraaliluun kasvua ja uudelleenmuodostusta sekä osteoblastien kehitystä ja toimintaa. Eläinkokeissa estrogeenin on todettu vähentävän rustovaurioita (Roman-Blas ym. 2009). Estrogeenin tuotannon heikentyminen on myös yhteydessä lihasmassan menetykseen (Sipilä 2003). Naisilla lihasmassan ja erityisesti polven ojennusvoiman heikentyminen on polven nivelrikkoa ennustava tekijä (Roman-Blas ym. 2009).

3 POLVEN NIVELRIKON KONSERVATIIVINEN KUNTOUTUS

Nivelrikon hoidon pääpaino on konservatiivisissa lääkkeettömissä hoidoissa, joissa korostetaan itsehoidon ohjausta, painonpudotusta ylipainoisille sekä sopivaa terapeutista harjoittelua ja liikuntaa (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014, McAlindon ym. 2014). Lääkehoidolla pyritään lievittämään oireita yhdessä konservatiivisen hoidon kanssa. Ensisijaisena lääkehoitona nivelrikkoon suositellaan parasetamolia ja tarvittaessa harkitaan tulehduskipulääkkeitä tai viimeisenä vaihtoehtona opioideja (McAlindon ym. 2014).

Nivelrikon paikallisina hoitokeinoina voidaan käyttää iholle siveltävää tulehduskipulääkettä tai polvinivelen sisäisillä glukokortikoidi- ja hyaluronaattiruiskeilla. Tekonivelleikkausta harkitaan, jos potilaan kipu on hallitsematonta tai nivelen liikevajaus tai virheasento vaikuttavat olennaisesti potilaan toimintakykyyn (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Manuaalinen terapia yhdistettynä harjoitteluun, erilaisen tukien käyttö sekä fysikaalisista hoidosta kylmä, transkutaaninen hermostimulaatio (TENS), ultraääni ja akupunktio saattavat tuoda helpotusta kipuun ja toimintakykyyn (McAlindon ym. 2014).

3.1 Terapeuttinen harjoittelu ja liikuntasuositukset

Terapeuttinen harjoittelu on merkittävä osa polven nivelrikkopotilaan hoitoa. Tutkimusten mukaan harjoittelusta on saatu vahvaa lyhytaikaisnäyttöä kivun lievittymiseen sekä toimintakyvyn ja elämänlaadun parantumiseen (Arokoski & Kiviranta 2012, Fransen ym. 2015). Liikuntamuodoiksi suositellaan lajeja, joissa niveliin ei kohdistu suuria iskuja tai kompression aikana tapahtuvia vääntöjä ja joiden tapaturmariski on pieni (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Harjoittelussa ohjeistetaan liikkuvuus- ja lihasvoimaharjoitteluun sekä aerobiseen harjoitteluun (McAlindon ym. 2014). Lisäksi suositellaan tasapaino- ja koordinaatioharjoittelua. Nivelen tulehtuessa kuormitusta on kevennettävä tulehduksen rauhoittumiseen saakka (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014).

Optimaalisinta harjoittelumuotoa tai annostelua polven nivelrikon hoidossa ei tiedetä, mutta näyttäisi siltä, että yksilöllisellä ohjauksella on suurempi yhteys kivun vähentymiseen ja toimintakyvyn lisääntymiseen kuin ryhmä- tai kotiharjoittelulla (Fransen ym. 2015). Polven nivelrikkopotilaan harjoitteluohjelman laadinnassa sovelletaan aikuisten liikuntasuosituksista (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Aikuisten 18–64 vuotiaiden terveysterveyshuoltoon kuuluu reipasta liikuntaa 150 minuuttia viikossa tai rasittavaa liikuntaa 75 minuuttia viikossa. Lisäksi lihaskuntaa ja liikehallintaa kehittävää harjoittelua suositellaan tehtäväksi kaksi kertaa viikossa (kuva 3). Yli 65 -vuotiaille henkilöille suositellaan lisäämään harjoitteluun liikkuvuutta ja tasapainoa ylläpitävää liikuntaa (kuva 2) (U.S. Department of Health and Human Services 2008).



KUVA 2. Terveysterveyshuoltoon (UKK-instituutti 2015).

3.2 Allasharjoittelu

Polven nivelrikkopotilaiden allasharjoittelun vaikutukset ovat verrattavissa maalla tehtävään harjoitteluun. Vedessä suoritettua ohjatun harjoittelun on todettu lisäävän toimintakykyä sekä elämänlaatua ja vähentävän kipua lyhytaikaisesti (Silva ym. 2008, Batterham ym. 2011, Barker ym. 2014, Waller ym. 2014, Bartels ym. 2016). Allasharjoittelua voidaan suositella vaihtoehtoisena harjoitusmuotona erityisesti silloin, kun maalla tehtävä harjoittelu on jostain syystä vaikeaa toteuttaa tai se ei onnistu lainkaan. Syynä voi olla esimerkiksi merkittävät liikkuvuus- ja toimintakyvyn rajoitukset, jolloin allasterapia mahdollistaa harjoitteluun osallistumisen (Batterham ym. 2011).

Allasharjoitteluun ja polven nivelrikkoon liittyvät tutkimustulokset koostuvat hyvin erilaisista liikuntainterventioista, joten optimaalisinta harjoittelumuotoa tai määrää ei tiedetä (Bennel ym. 2011). Hinman ym. (2007) toteuttivat liikuntainterventiotutkimuksen (n=71), joka koostui ohjatusta, progressivisesta allasharjoittelusta pienryhmissä kaksi kertaa viikossa, kuuden viikon ajan. Yksi harjoituskerta kesti 45–60 minuuttia ja veden lämpötila oli 34 astetta. Koeryhmäläisten tulokset näkyivät parantuneena toimintakykynä, lisääntyneen lihasvoimana ja elämänlaatuna sekä vähäisempinä kiputunteuksina verrattuna kontrolliryhmään (Hinman ym. 2007).

Nivelrikkoa sairastavalle henkilölle allasharjoittelu on suositeltavaa koska vartaloa ympäröivä hydrostaattinen paine tukee niveliä ja veden noste vähentää niveleen kohdistuvaa kuormaa, mikä saattaa tehdä harjoittelusta kivuttomampaa (Pöyhönen 2002). Vesi on myös turvallisempi ympäristö ajatellen kaatumisriskiä (Hale ym. 2012). Terapia-altaan veden lämpötila saattaa vähentää kiputunteuksia, nivel- ja lihasperäistä jäykkyyttä ja rentouttaa lihaksia (Bartels ym. 2007, Elkayam 1991 mukaan). Veden ominaisuuksista myös vastuksella on suuri merkitys allasharjoittelussa. Veden vastus on liikesuunnan ja nosteen vastainen ja sen suuruuteen vaikuttavat tuotettu voima, liikenopeus, kappaleen muoto sekä vipuvarren pituuden muutos. Lisävastuksen käyttö allasharjoittelussa lisää veden vastusta jopa kolminkertaisesti (Pöyhönen 2002).

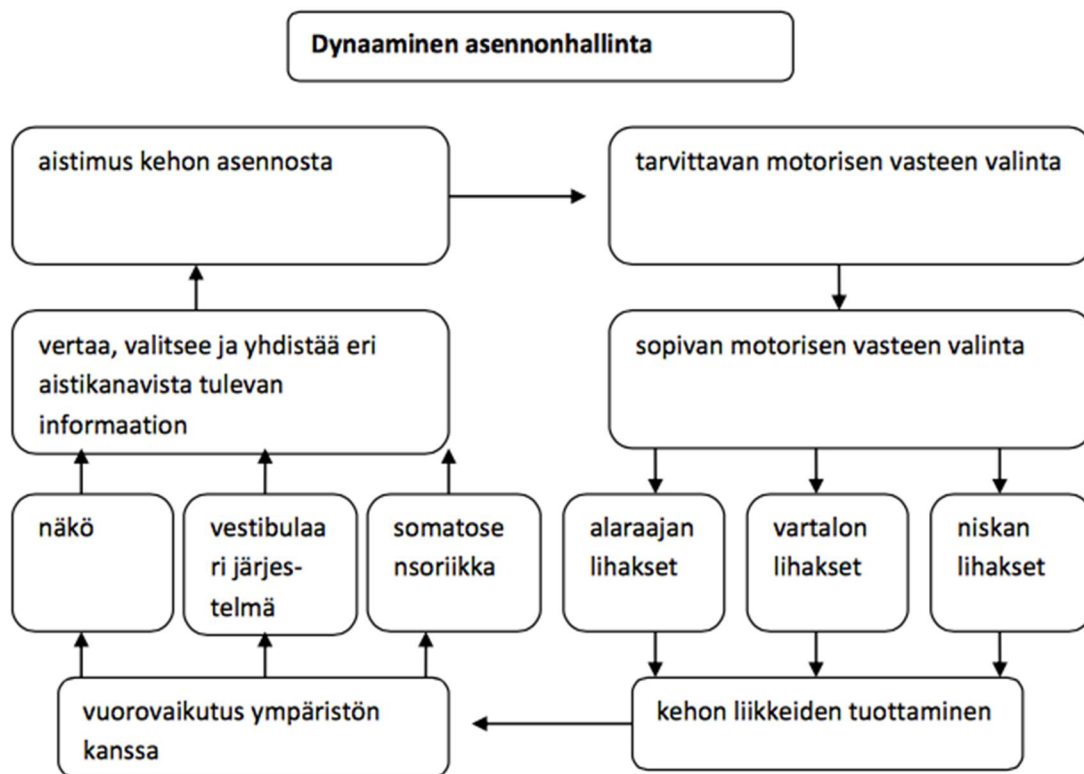
4 TASAPAINO

Tasapaino voidaan määritellä kyvyksi säilyttää kehon massakeskipiste (Center Of Mass, COM) olosuhteiden sallimissa rajoissa, kuten esimerkiksi seistessä, istuessa tai kävellessä (Pollock ym. 2000). Tasapainon perusta muodostuu siitä kehon alueesta tai liikkumisen apuvälineestä, joka on kosketuksessa johonkin muuhun pintaan. Tätä aluetta kutsutaan tukipinta-alaksi (Huxham ym. 2001). Tyypillisesti tasapaino jaetaan staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon. Staattisessa tasapainossa keho pyrkii säilyttämään tasapainotilan tukipinnan ollessa paikallaan, kun vain massakeskipiste liikkuu (huojunta) ja dynaamisessa tasapainossa keho pyrkii säilyttämään tasapainotilan tukipinnan sekä massakeskipisteen liikkua (Shumway-cook & Woollacott 2001, 164–165). Tasapainon hallina on oleellinen osa liikkumis- ja toimintakykyä (Pajala ym. 2008). Riittämätön tai puutteellinen tasapainonhallinta altistavat kaatumisille ja niistä johtuville loukkaantumisille (Berg 1898, Ersoy ym. 2009).

4.1 Tasapainon säätelyjärjestelmä

Asentoa hallitaan säätelyjärjestelmän avulla, joka koostuu sensorisesta järjestelmästä sekä luurankoliikkeen ja keskushermoston yhteistoiminnasta. Sensorinen järjestelmä rakentuu visuaalisesta, vestibulaarisesta ja somatosensorisesta järjestelmästä. Visuaalinen järjestelmä tuo tietoa kehon sijainnista yhteydessä ympäristöön sekä liikkeestä tilassa ja kehonosien liikkeestä toistensa suhteen. Vestibulaarinen järjestelmä, jota kutsutaan myös sisäkorvan tasapainoelimeksi, on keskeisessä osassa asennon hallinnassa, koska se antaa informaatiota kehon asennosta visuaalisista havainnoista riippumatta. Vestibulaarijärjestelmä aistii pään asentoa ja liikettä suhteessa painovoimaan sekä yllättäviä suunnanvaihdoksia pään liikkeissä. Somatosensorisen järjestelmä auttaa meitä liikkeen koordinoinnissa. Järjestelmä aistii lihas-, nivel- ja ihoreseptoroiden avulla tietoa kehon asennosta ja liikkeestä eri ympäristöissä (Schumway-cook ja Woollacott 2001, 57-77). Tasapainonhallinta on jatkuva säätelyä ennakoivien sekä palautetta antavien mekanismien avulla. Sensorisen informaation avulla

hermostollinen ohjaus tuottaa erilaisiin tasapainoa vaativiin tilanteisiin mahdollisimman sopivan motorisen vasteen (kuva 3) (Pajala ym. 2008).



KUVA 3. Asennonhallinnan systeemimalli (Pajala ym. 2008 Allisonin 1995 mukaan).

4.2 Iän ja vaihdevuosien vaikutus tasapainoon

Tasapainomittaukset eri ikäryhmissä ovat osoittaneet, että iän ja kehon huojunnan välillä näyttää vallitsevan U-muotoinen riippuvuussuhde, jossa kehon huojunta on suurempaa lapsilla ja ikääntyneillä kuin keski-ikäisillä henkilöillä. Kehon huojunta alkaa lisääntyä 55-ikävuoden tienoilla (Sihvonen 2004). Ikääntymisen ja liikkumattomuuden seurauksena hermo-lihasjärjestelmässä tapahtuu muutoksia, jotka vaikuttavat liikehallintakyvyn sekä tuki- ja liikuntaelimestön kautta toimintakykyyn. Ennakoivan tasapainon säätelytoiminnot hidastuvat, kun stabiloivien sekä liikkeeseen osallistuvien lihasten aktivoituminen hidastuu.

Myös palautetta antavat, tasapainoa korjaavat reaktiot hidastuvat (Suni & Vasankari 2011). Nivelliikkuvuuden heikentyessä esimerkiksi polvinivelet voivat altistua koukkuasentoon jäykistymiselle eli fleksiokontraktuurille. Ryhtiin liittyvät muutokset ja selkärangan jäykistyminen voivat aiheuttaa kehon massakeskipisteen muuttumisen (Pajala ym. 2008), mikä on yhteydessä lisääntyneeseen asennonhuojuntaan. Lisäksi heikentyneen lihasvoiman on todettu olevan riskitekijä kaatumisille (Hinman ym. 2002, Rubenstein & Josephson 2002.).

Ikääntyessä kehon asentoa ja liikettä aistivien sensoristen reseptorien toiminta heikkenee, jolloin tieto kehon asennon muutoksista muuttuu epätarkemmaksi (Pajala ym. 2008). Optimaalisinta liikestrategiaa tasapainon ylläpitämiseksi on vaikeampaa löytää (Shumway-Cook & Woollacot 2001, 228–30). Näön heikentyessä visuaalisen säätelyjärjestelmän kautta saadun informaation käsittely vähitellen hidastuu (Pajala ym. 2008).

Naisilla vaihdevuosien aiheuttamat hormonaaliset muutokset ja estrogeenitason laskun on katsottu olevan yhteydessä viskeraalisen rasvan lisääntymiseen, luun haurastumiseen sekä lihasmassan ja voiman vähentymiseen (Maltais ym. 2009). Chengin ym. (2009) mukaan vaihdevuosia voidaan pitää itsenäisenä heikentyneen lihaskunnan ja tasapainon ennustajana. Hita-Contrerasin ym. (2013) tutkimus osoitti vaihdevuosiin liittyvän painon lisääntymisen ja asennon hallinnan välille lineaarisen yhteyden. Tutkimuksen mukaan ylipaino (BMI ≥ 25) ja kehon rasvan jakautuminen keskivartalolle (vyötärö-lantio suhde > 0.76) ovat itsenäisiä riskitekijöitä vaihdevuodet ohittaneiden naisten kaatumisille (Hita-Contreras ym. 2013).

Cangussun ym. (2012) tutkimuksessa vaihdevuodet ohittaneiden naisten kaatumisriskin lisääntymistä selitti ikä, tupakointi ja moniteholasien käyttö. Luun mineraalitiheyden vähentymisellä ja kaatumisille ei löytynyt yhteyttä. Lisäksi hormonikorvaushoidolla on huomattiin olevan kaatumisriskiä ehkäisevä vaikutus (Cangussu ym. 2012). Myös Rodrigues Barralin ym. (2012) tutkimuksessa hormonikorvaushoito vähensi kaatumisia ja vaikutti myönteisesti vaihdevuodet ohittaneiden naisten tasapainoon (Rodrigues Barral ym. 2012).

Harjoittelulla voidaan kehittää ikääntyvien henkilöiden tasapainoa (Sihvonen 2004, Cheng ym. 2009, Howe ym. 2011, Granacher ym. 2012, Lesinski ym. 2015). Howen ym. (2011)

tekemä laaja systemaattinen kirjallisuuskatsaus osoitti, että harjoittelu kehittää yli 75-vuotiaiden tasapainoa tilastollisesti merkittävästi. Interventiot jotka sisälsivät askellusta, erilaisia tasapaino- ja liikeharjoituksia sekä lihasvoimaharjoituksia, näyttivät olevan tehokkaimpia tasapainon kehittymisen kannalta. Tasapainon pitkäaikaisvaikutukset näkyivät tutkimuksissa vähäisempinä (Howe ym. 2011).

4.3 Nivelrikon yhteys tasapainoon

Polven nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä on todettu esiintyvän enemmän tasapainovaikeuksia verrattaessa ikävastaaviin verrokkeihin (Hurley ym. 1997, Hassan ym. 2001, Hinman ym. 2002, Masui ym. 2006, Hunt ym. 2010, Hsieh ym. 2013, Khalaj ym. 2014, Hatfield ym. 2016). Tasapaino-vaikeuksien taustatekijänä pidetään heikentymistä polven ojentajalihaksen lihasvoimassa ja lihasaktivaatiossa (Wessel 1996, Fisher & Pendergast 1997, Hurley ym. 1997, Hassan ym. 2001, Hunt ym. 2010) sekä proprioseptiikassa (Koop ym. 2011, Hurley ym. 1997, Hassan ym. 2001) yhdessä ikääntymisen liittyvien fysiologisten muutosten kanssa (Sanchez-Ramirez ym. 2013). Heikentynyt tasapaino altistaa myös kaatumisille (Khalaj ym. 2014). Prieto-Alhambran ym. (2012) pitkittäistutkimus osoitti, että nivelrikkoa sairastavilla vaihdevuodet ohittaneet naiset kokevat 25% enemmän kaatumisia ja heillä on 20% korkeampi riski saada murtuma verrattuna terveisiin henkilöihin.

Polven nivelrikkoon ja tasapainoon liittyvien tutkimusten tutkimusjoukot ja -metodit sekä tasapainon mittaamiseen käytettävät mittarit vaihtelivat runsaasti. Hinman ym. (2002) ja Khalajin ym. (2014) tutkimuksissa todettiin polven nivelrikkoa sairastavien henkilöiden staattisen ja dynaamisen tasapainon olevan heikompaa terveeseen verrokkiryhmään verrattuna. Hinmanin ym. (2002) tutkimuksessa heikentymää esiintyi kahden jalan seisoma-asennossa mitatuissa sivuttaisuuntaisessa huojunnassa (silmät auki), eteen-taakse -suuntaisessa huojunnassa (silmät kiinni) sekä kokonaishuojunnassa (silmät kiinni). Lisäksi nivelrikkoa sairastavilla oli verrokkiryhmään verrattuna huonompi dynaaminen tasapaino step-testissä (Hinman ym. 2002). Khalajin ym. (2014) tutkimuksessa heikentymää esiintyi

staatista tasapainon lisäksi dynaamista tasapainoa mittaavassa Timed Step and Go -testissä (TUG) (Khalaj ym. 2014).

Hassan ym. (2001) raportoivat tutkimuksessaan polven nivelrikkoa sairastavien henkilöiden kehon huojunnan lisääntyneen sivuttaissuunnassa (silmät kiinni). Lisääntynyt huojunta polven nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä oli yhteydessä heikentyneeseen lihasvoimaan, ylipainoon sekä kipuun (Hassan ym. 2001). Asennonhallintaan liittyviä vaikeuksia on todettu myös Masuin ym. (2006) ja Hurleyn ym. (1997) tutkimuksissa, mutta näissä tutkimuksissa huojunnan suuntaa ei oltu tarkemmin määritelty. Hall ym. (2006) puolestaan ei löytänyt yhteyttä polven nivelrikon ja lisääntyneen huojunnan välille. Polven nivelrikon radiologisen vaikeusasteen ja tasapainovaikeuksien välille on löydetty yhteys muutamassa tutkimuksessa niin, että nivelrikon vaikeusasteen kasvaessa tasapainoon liittyvät vaikeudet lisääntyivät (Kulpanza & Berker 2006, Masui ym. 2006).

Harjoittelun on todettu kehittävän tasapainoa polven nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä (Silva ym. 2012, Silva ym. 2015). Tutkimuksissa menetelmät ja annostelut vaihtelivat runsaasti, mutta voimaharjoittelulla (erityisesti polven ojennusvoiman kehittämiseksi), aerobisella harjoittelulla sekä allas-, tasapaino- ja liikkuvuusharjoittelulla näyttäisi olevan edullisia vaikutuksia tasapainoon, toimintakykyyn ja kipuun. Allasterapialla katsottiin olevan suotuisia vaikutuksia veden mekaanisten ja termisten ominaisuuksien vuoksi. Altaassa tehtävä harjoittelu vähensi niveleen kohdistuvaa kuormaa sekä lihasjännitystä, kipua ja fyysistä uupumusta (Silva ym. 2012, Silva ym. 2015).

4.4 Allasharjoittelun vaikutus tasapainoon polven ja lonkan nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä

Allasharjoittelun vaikutusta tasapainoon polven ja lonkan nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä on tutkittu vähän ja tulokset ovat olleet ristiriitaisia. Aikaisempien tutkimusten perusteella vaikuttaa siltä, että allasharjoittelulla on mahdollisesti lieviä positiivisia vaikutuksia tasapainoon (Hinman ym. 2007, Lund ym. 2008, Arnold and Faulkner 2010, Hale ym. 2012).

Hale ym. (2012) tutkimuksessa (N=39) dynaaminen tasapaino parani tilastollisesti merkitsevästi allasharjoitteluryhmällä ($p<0,5$), mutta näin tapahtui myös kontrolliryhmällä, joka käytti saman allasharjoitteluun vievän ajan tietokoneen ääressä istuessa, SeniorNet -tasapainoneuvonnan parissa. Lisäksi Physiological Profile -mittaristolla määritetty kaatumisriski väheni vain kontrolliryhmällä. Lundin ym. (2008) tutkimuksessa (N=79) allasharjoitteluryhmässä tapahtui lievää parannusta staattisessa tasapainossa kuivaharjoitteluryhmään verrattuna ja allasharjoittelijat raportoivat vähemmän epämiellyttäviä tuntemuksia polvissa harjoittelun aikana kuin kuivalla maalla harjoitelleet henkilöt. Kolmen kuukauden seurantamittauksissa tasapainoon liittyviä eroa ryhmien välillä ei enää ollut havaittavissa. Arnold ja Faulkner (2010) tutkimuksessa (N=79) kaatumisriski väheni tilastollisesti merkitsevästi ryhmällä, jossa allasharjoitteluun oli yhdistetty kaatumista ehkäisevää neuvontaa, mutta pelkällä allasharjoittelulla ei saatu esille tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia verrattuna kontrolliryhmään. Hinman ym. (2007) tutkimuksessa (N=71) ei saatu esille tasapainoa parantavia tuloksia.

Jokaisessa tutkimuksessa oli satunnaistettu ja kontrolloitu tutkimusasetelma. Tyypillistä tutkimuksissa oli, että niissä vertailtiin kahta terapiamuotoa keskenään. Vain Hinmanin ym. (2007) tutkimuksessa kontrolliryhmälle ei järjestetty heidän normaalista toiminnastaan mitään poikkeavaa. Lundin ym. (2008) tutkimuksessa allasharjoittelua verrattiin maalla tehtävään harjoitteluun ja Arnoldin ja Faulknerin (2010) tutkimuksessa verrattiin kahta allasharjoitteluryhmään, jossa toiseen oli liitetty kaatumista ennaltaehkäisevää ohjausta ja neuvontaa. Halen ym. (2012) tutkimuksessa kontrolliryhmä osallistui internetin kautta tapahtuvaan ohjaukseen, mikä toteutettiin ajallisesti samoin kun allasryhmäläisten harjoituskerrat. Tutkimusjoukon rajaus oli toteutettu kahdessa tutkimuksessa lonkan nivelrikkoa sairastaviin henkilöihin (Arnold & Faulkner 2010, Hale ym. 2012), yhdessä tutkimuksessa polven nivelrikkoa sairastaviin henkilöihin (Lund ym. 2008) ja yhteen tutkimukseen oli hyväksytty sekä polven että lonkan nivelrikkoa sairastavia henkilöitä (Hinman ym. 2007). Tutkimuksista kolmessa tasapaino oli määritelty sekundaarimuuttujaksi ja vain Arnold ja Faulknerin (2010) tutkimuksessa tasapaino toimi primaarimuuttujana. Kaatumisriski toimi primaarimuuttujana kahdessa tutkimuksessa (Arnold & Faulker 2010, Hale ym. 2012).

Tutkimusten interventiot kestivät kuudesta kahteentoista viikkoa ja jokaisessa tutkimuksessa suoritettiin mittaukset interventiota ennen ja heti sen jälkeen. Lisäksi kahdessa tutkimuksessa tehtiin seurantamittaukset, joista Lundin ym. (2008) tutkimuksessa mittaukset toteutettiin kolme kuukautta intervention loppumisen jälkeen ja Hinmanin ym. (2007) tutkimuksessa kuusi viikkoa intervention loppumisen jälkeen. Hinmanin ym. (2007) tutkimuksen seurantamittaukset toteutettiin vain koeryhmälle, jotka ohjattiin jatkamaan itsenäistä allasharjoittelua viikoilla 6–12 sekä täyttämään harjoituspäiväkirjaa. Jokainen tutkimusinterventio sisälsi harjoittelua kahdesti viikossa ja harjoittelukesto oli keskimäärin 45–60 minuuttia kerrallaan (Hinman ym. 2007). Vain Halen ym. (2012) tutkimuksessa harjoitusaika oli alussa lyhyempi ja kasvoi harjoittelun myötä, niin että 1–3 viikoilla harjoiteltiin 20–25 minuuttia, 4–6 viikoilla harjoiteltiin 30–35 minuuttia ja 7–12 viikoilla harjoiteltiin 45–60 minuuttia.

Halen ym. (2012) tutkimuksen 12 viikon ohjattu harjoitusohjelma koostui alkulämmittelystä, monipuolisista tasapainoharjoituksista sekä loppujäähdyttelystä. Progressiivinen tasapainoharjoittelu varmistettiin esimerkiksi toistomääriä ja harjoitusaikaa vähitellen lisäämällä, teettämällä osan harjoituksista aluksi silmät auki ja myöhemmin silmät kiinni ja käyttämällä erilaisia allasharjoitteluun suunniteltuja apuvälineitä lisäämään veden vastusta liikkeiden aikana (Hale ym. 2012). Lundin ym. (2008) tutkimuksessa kahdeksan viikon harjoitusohjelma toteutettiin mahdollisimman samalla tavalla altaassa ja kuivalla maalla harjoitteleville ryhmille. Ohjelmat koostuivat alkulämmittelystä, voima- ja kestävyysharjoittelusta, tasapainoharjoittelusta sekä venyttelystä. Kuivalla maalla tehtävä voimaharjoittelu suoritettiin kehon omalla painolla, vastuskuminahalla sekä jalkaprässin avulla ja altaassa hyödynnettiin veden vastusta sekä erilaisia apuvälineitä (Lund ym. 2008).

Arnold & Faulkner (2010) 11 viikon harjoitusprotokolla koostui alkulämmittelystä, ala- ja yläraajojen voimaharjoittelusta altaassa käytettävien apuvälineiden ollessa lisävastuksena, keskivartalon tukilihaksia vahvistavasta harjoittelusta, asennonhallinta- ja tasapainoharjoittelusta sekä jäähdyttelystä. Hinmanin ym. (2007) tutkimuksen kuuden viikon ohjatut harjoituskerrat koostuivat alkulämmittelystä, alaraajoille suunnatuista harjoituksista sekä loppujäähdyttelystä.

Tasapainoa mittaavat mittarit vaihtelivat laajalti tutkimusten välillä ja useissa tutkimuksissa tasapainoa mitattiin useammalla eri mittarilla. Dynaamisen tasapainon testauksessa mittarina käytettiin askellustestiä (Step -test) (Hinaman ym. 2007) ja Timed Up and Go -testiä (TUG) (Arnold & Faulkner 2010). Staattista tasapainoa mitattiin huojuuntalevyllä, joka reagoi kehon huojuntaan paikallaan seistessä (Lund ym. 2008). Toiminnallista tasapainoa mitattiin Bergin tasapainotestillä (Arnold & Faulkner 2010). Lisäksi Hale ym. (2012) tutkimuksessa kaatumisriskiä arvioitiin Physiological Profile -mittaristolla, jossa kaatumisriski määritellään viiden tasapainoon vaikuttavan osatekijän mukaan, jotka ovat kontrastiherkkyys, reaktionopeus, huojuunta, proprioseptiikka ja quadriceps -voima.

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Tämän pro gradu -tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, vaikuttaako progressiivinen, altaassa tehtävä vastusharjoittelu radiologisesti tutkittua lievää polvinivelrikkoa sairastavien vaihdevuodet ohittaneiden naisten tasapainoon. Tutkimusasetelmana oli satunnaistettu ja kontrolloitu tutkimus.

Tutkimuskysymys:

1. Onko 16 viikkoa kestäväällä ohjatulla, progressiivisella, altaassa tehtävällä vastusharjoittelulla vaikutusta lievää polvinivelrikkoa sairastavien vaihdevuodet ohittaneiden naisten staattiseen ja dynaamiseen tasapainoon?

6 TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämän tutkimuksen tutkimusasetelmana oli satunnaistettu ja kontrolloitu liikuntainterventiotutkimus. Aineisto kerättiin AquaRehab -polven nivelrikkotutkimuksen yhteydessä Jyväskylässä vuosina 2012–2013. Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta antoi tutkimusprotokollasta puoltavan lausunnon (Dnro 19U/2011) ja se noudattaa ”Helsinki -sopimusta”. Tutkittavat allekirjoittivat kirjallisen, tietoon perustuvan suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta.

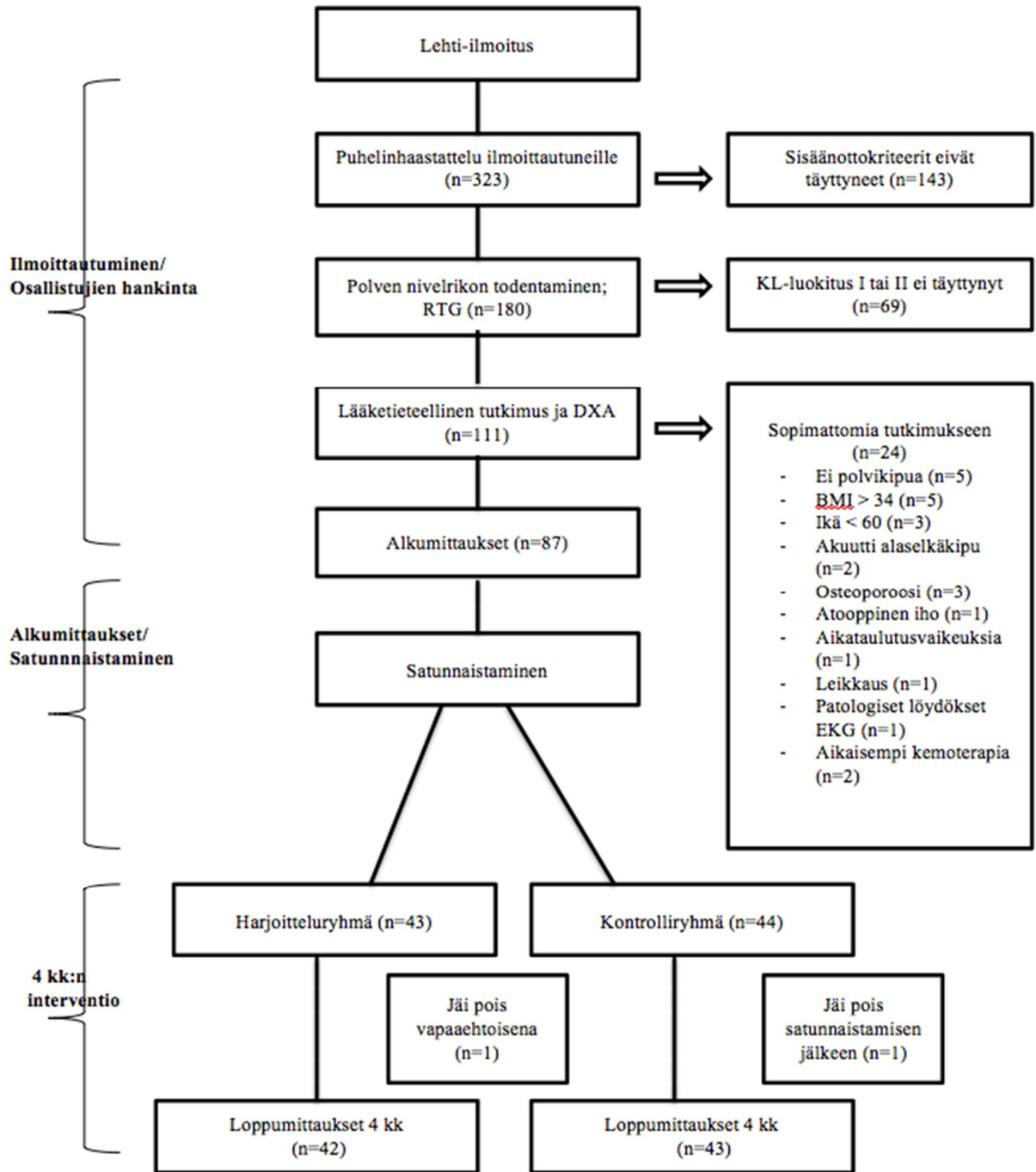
Alkutason mittausten jälkeen vapaaehtoiset satunnaistettiin harjoitus- ja kontrolliryhmään. Harjoitusryhmä osallistui neljän kuukauden ajan ryhmämuotoiseen, ohjattuun, kerrallaan yhden tunnin kestävään altaassa tehtävään vastusharjoitteluun kolme kertaa viikossa. Kontrolliryhmäläiset eivät osallistuneet harjoitteluun, vaan heitä pyydettiin jatkamaan normaaleja päivärutiinejaan. Loppumittaukset suoritettiin molemmille ryhmille neljän kuukauden kuluttua harjoitusintervention alkamisesta.

6.1 Tutkimushenkilöt

Tutkimukseen osallistujat olivat 60–68 vuotiaita vaihdevuodet ylittäneitä naisia, jotka löytyivät Keski-Suomen alueen sanomalehteen laitettun ilmoituksen avulla. Tutkimukseen rekrytoitiin yhteensä 323 henkilöä, joista strukturoidulla puhelinhaastattelulla selvitettyt sisäänottokriteerit eivät täytyneet 143 henkilöllä. Puhelinhaastattelussa kysyttiin esimerkiksi polvikivun astetta, fyysisen aktiivisuuden tasoa sekä sairaushistoriaa. Alkukarsinnan jälkeen toteutettiin molempien polvien röntgenkuvaukset. Kuvien perusteella polven tibia-femoraalinivelen sekä patella-femoraalinivelen nivelrikon aste määriteltiin Kellgren-Lawrence asteikon mukaisesti (KL 0-IV) (Kellgren & Lawrence 1957), joista jatkoon hyväksyttiin K/L 1 (mahdollisia osteofyyttejä) ja K/L 2 (osteofyyttejä, mahdollista niveraon kaventumista) -luokan nivelrikot. Polven nivelrikon todentamiseen osallistui 180 henkilöä, joista 69 henkilöllä vaadittava polven lievä nivelrikon aste ei täytynyt. Jäljelle jääneille 111

henkilölle toteutettiin lääkärin- ja fysioterapeutin tarkastukset sekä DXA -mittaus, jonka jälkeen otoskooksi muodostui 87 henkilöä. Tutkimuksen poissulkukriteereinä olivat: panoindeksi yli 34, polven lepokipu VAS yli 50/100, tieto polvinivelessä olevasta irrallisesta kappaleet, polvinivelen akuutti tulehdus, polven intra-artikulaariset kortisoni-injektiot viimeisen kolmen kuukauden aikana tai suun kautta otettava kortisoni-lääkitys viimeisen 12 kuukauden aikana, meneillään oleva osteoporoosin hoito tai T-arvo reisiluun kaulanmineraalitiheydelle alle -2.5 g/cm^2 , edeltävä syöpä tai sädehoito, diabetes I tai II, sydänsairaus, diagnosoitu reumasairaus (muu kuin polven nivelrikko), polven kirurginen operaatio tai alaraajanelvelten tekonivelleikkaukset.

Tutkimuksen alkumittauksiin osallistui yhteensä 87 naista, joiden ikä-keskiarvo oli 63.9 vuotta (keskihajonta 2.4), pituus 161.6 cm (5.0) ja paino 70.3 kg (10.8). Alkumittausten jälkeen tutkittavat satunnaistettiin harjoitteluryhmään (n=43) ja kontrolliryhmään (n=44). Välittömästi satunnaistamisen jälkeen harjoitteluryhmästä jättäytyi yksi henkilö pois, minkä seurauksena kontrolliryhmästä jättäytyi yksi henkilö pois vapaaehtoisena. Lopulliseen 16 viikkoa kestäneeseen harjoitteluinterventioon sekä loppumittauksiin osallistui 85 henkilöä (kuva 4).



KUVA 4. Tutkimuksen profiili.

6.2 Harjoitusohjelma

Harjoitteluryhmäläiset osallistuivat ohjattuun, progressiiviseen, altaassa tehtävään vastusharjoitteluun kolme kertaa viikossa, neljän kuukauden ajan, yhteensä 48 harjoituskertaa. Harjoittelu toteutettiin pienissä 6–8 hengen ryhmissä terapia-altaassa, jossa vesi oli 32 asteen lämpöistä. Tunnin kestävä harjoittelu sisälsi kolme osiota, jotka olivat lämmittely (15 minuuttia), alaraajoja vahvistava harjoitusosio (35 minuuttia) ja jäähdyttely (10 minuuttia). Harjoittelun intensiteettiä seurattiin jokaisella harjoituskerralla sykemittarin sekä Borgin 6–20 -asteikon avulla. Jokaisesta harjoittelukerrasta vastasivat kaksi fysioterapeuttia, jotka olivat saaneet koulutuksen harjoitusohjelmien ohjaukseen sekä käyneet tutkimusprojektiin sisällytetyn vesipelastuskoulutuksen.

Alkulämmittelyn ja jäähdyttelyn sisällön suunnitteli fysioterapeutti, jolla oli 10 vuoden kokemus tuki- ja liikuntaelimestön vaivoista kärsivien potilaiden allasharjoittelusta. Alkulämmittely sisälsi kymmenen liikerataa ja lihas-hermoaktivaatioita lisäävää harjoitusta, joita toistettiin minuutti/liike, 15 sekunnin tauolla. Alkulämmittelyyn oli yhdistetty myös selkeämpi tasapainoa harjoittava osio, jossa koehenkilöt kävelivät tasapainolaudalla seuraavasti: 1–6 viikkoa ilman käsien apua, 6–12 viikkoa kantaen palloa pään päällä ja 13–16 viikkoa kantaen palloa pään päällä silmät suljettuna. Jäähdyttely sisälsi kevyttä aerobista työtä alaraajoille sekä alaraajojen päälihakryhmien venyttelyt 30 sekunnin pidoin.

Alaraajoja vahvistava harjoitusosio sisälsi viisi harjoitusta, jotka valittiin tutkimuksen harjoitusosioon aikaisemman tutkimusnäytön perusteella. Harjoitusten tavoitteena oli lisätä lihasaktivaatiota (Pöyhönen ym. 2001a, 2001b) sekä lihasvoimaa ja toimintakykyä (Pöyhönen 2002, Valtonen ym. 2010, Valtonen ym. 2011). Harjoitukset olivat 1) polven koukistus ja ojennus seisten (kuva 5), 2) potku taakse (kuva 6), 3) lonkan loitonnuks ja lähennys seisten (kuva 7), 4) lonkan koukistus ja ojennus seisten (kuva 8) ja 5) polven koukistus ja ojennus istuen (kuva 9). Harjoittelun progressiivisuuden varmisti vedessä käytettävien erikokoisten vastusjalkineiden käyttö sekä harjoitteiden suoritusajan muuttaminen (taulukko 1). Harjoitteissa tavoiteltiin mahdollisimman puhdasta suoritustekniikkaa täydellä liikeradalla, selän neutraali asento ja keskivartalon lihastuki huomioiden.

TAULUKKO 1. Koeryhmän 16 viikon allasharjoitteluohjelma.

Viikot	Vastustyypit	Sarjat	Toistot	Aika (s)	Tauko (s)	Tavoite intensiteetti (BORG 6-20)
1-2	-	3	25-30	45	30	14-15
3-5	pieni	3	20-25	45	30	15-16
(vuorotellen)	pieni	3	12-15	30	45	16-17
6-8, 12	Pieni/iso	3	14-20	45	30	16-17
9-11, 13-16	iso	3	14-20	45	30	16-18
(vuorotellen)	iso	3	12-15	30	45	16-18



KUVA 5. Polven koukistus ja ojennus seisten.



KUVA 6. Potku taakse.



KUVA 7. Lonkan loitonuus ja lähennys seisten.



KUVA 8. Lonkan koukistus ja ojennus seisten.



KUVA 9. Polven koukistus ja ojennus istuen.

6.3 Muuttujat

Tutkittavien tasapainon ylläpitoa arvioitiin staattista tasapainoa mittaavalla Good Balance -tasapainomittausjärjestelmällä ja dynaamista tasapainoa mittaavalla kahdeksikkojuoksulla. Taustamuuttujat olivat pituus, paino ja kehon painoindeksi (BMI), joka laskettiin pituuteen ja painoon suhteutetulla kaavalla $BMI = \text{paino} / \text{pituus}^2$.

6.3.1 Staattisen tasapainon mittaaminen

Staattisen tasapainon mittaukset suoritettiin Good Balance -voimalevylaitteistolla (Good Balance Metitur Oy, Jyväskylä, Finland), joka on todettu luotettavaksi tavaksi mitata kehon huojuntaa eri seisoma-asennoissa (Sihvonen & Era 1999, Sihvonen ym. 2004, Hyungeun ym. 2014) (kuva 10). Mittausjärjestelmä koostuu kolmion muotoisesta voimalevystä (sivun pituus 800 mm, korkeus 70 mm), tietokoneeseen liitetystä voimavahvistimesta, analogi/digitaalimuuntimesta, tietokoneelle asennetusta ohjelmasta sekä tarvittaessa mitattavan apuna olevista tukikaiteista (kuva 10). Mitattavan seistessä voimalevyn päällä, mittausjärjestelmän voima-anturit aistivat kehon massakeskipisteen sivuttaissuuntaiset (x-akseli) ja eteen-taakse -suuntaiset (y-akseli) koordinaatit. Näiden koordinaattien perusteella lasketaan kehon massakeskipisteen liikkumisen keskinopeus (mm/s). Vauhtimomenti (mm^2/s) on kehon keskipisteen liikkeen peittämä keskimääräinen pinta-ala, mittauksen jokaisen sekunnin aikana (Metitur Oy 2003). Eteen-taakse -suuntaisen huojunnan mittausten välinen reliabiliteetti (ICC: mittaustulosten välinen korrelaatiokerroin) vaihtelee välillä 0,51-0,74 ja sivuttaissuuntaisen huojunnan välillä 0,63-0,83 (Era ym. 2006).

Mittaustilanteessa Good Balance -laite sijoitettiin rauhalliseen paikkaan kahden metrin päähän seinästä ja laite kalibroitiin aina ennen päivän ensimmäistä mittausta. Koehenkilöiden pituus mitattiin ennen varsinaista tasapainomittausta, koska pituus on yhteydessä testin tulokseen. Mittaus suoritettiin paljain jaloin ja pään asento vakioitiin seinään merkatun katseen kiintopisteen avulla. Koehenkilön oli tarkoitus seistä mahdollisimman paikallaan koko mittauksen ajan, koska laite mittaa juuri paikallaan tapahtuvaa huojuntaa. Testauksen aikana koehenkilö ei saanut puhua. Koehenkilö sai pitää pieniä taukoja mittausten välissä niin halutessaan.

Staattista tasapainoa mitattiin kolmessa eri mittaustilanteessa: 1) jalat vierekkäin seisominen silmät auki, 2) jalat vierekkäin seisominen silmät kiinni ja 3) yhdellä jalalla seisominen silmät auki. Kahdessa ensimmäisessä mittaustilanteessa koehenkilön tuli seistä mahdollisimman luonnollisessa asennossa, kädet yhdessä edessä ja suorina 30 sekunnin ajan. Mittaus toistettiin kaksi kertaa. Ennen varsinaista mittausta, koehenkilön jalkojen etäisyys toisistaan mitattiin ja

kirjattiin ylös (vas. kantapään keskikohtaan etäisyys oik. kantapään keskikohtaan ja vas. jalan isovarpaan keskikohtaan etäisyys oik. jalan isovarpaan keskikohtaan).

Kolmannessa mittaustilanteessa, yhdellä jalalla seisominen silmät auki, aloittava jalka arvottiin kolikkoa heittämällä. Mittausaika oli 20 sekuntia ja se toistettiin kahdesti. Ilmassa olevan jalan polven tuli osoittaa eteenpäin ja kantapään tuli olla tukijalan säären keskikohtaan vieressä. Jalka ei saanut koskettaa tukijalkaa ja kädet tuli pitää suorina vartalon sivulla. Mikäli joku mittauksista ei jostain syystä onnistunut (esim. horjahdus), mittaus oli mahdollista keskeyttää ja uusia kerran. Koehenkilön turvallisuuden varmistamiseksi testaja seisoi koehenkilön takana testitilanteen aikana.

Tässä tutkimuksessa staattista tasapainoa tarkasteltiin edellä mainituissa mittausasunnoissa kolmen eri muuttujan avulla: 1) sivuttaissuuntaisen huojunnan nopeus (mm/s, x-akseli), 2) eteen-taakse -suuntaisen huojunnan nopeus (mm/s, y-akseli) ja 3) kokonaishuojunnan nopeus/vauhtimomentti (mm²/s). Yhden jalan seisomatasapaino analysoitiin erikseen affektoituneelle ja ei-affektoituneelle jalalle.

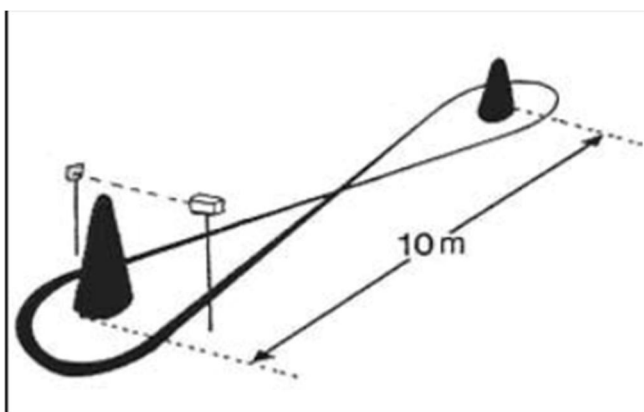


KUVA 10. Tasapainon mittaus
Good Balance -laitteistolla
(Metitur Oy).

6.3.2 Dynaamisen tasapainon mittaaminen

Dynaamista tasapainoa ja ketteryyttä mitattiin standardoidulla kahdeksikkojuoksutestillä (Tegner ym. 1986) (kuva 11). Testi on todettu herkäksi (73.5 %) ja tarkaksi (86.1 %) ketteryyttä mittaavaksi työkaluksi, joka osoittaa tehokkaasti erityisesti motorisen toimintakyvyn negatiiviset muutokset seurantatutkimuksessa (Rinne ym. 2006).

Testitilanne rakennettiin tilaan, johon asetettiin kaksi merkkikeppiä 10 metrin päähän toisistaan sekä toisen kepin viereen yksi yhteinen lähtö- ja maaliviiva. Ajanotto tapahtui valokennojen avulla, jotka mittasivat suorituksen 0,1 sekunnin tarkkuudella. Testisuorituksessa tutkittavaa pyydettiin kävelemään tai juoksemaan kahdeksikon muotoisen kartioilla merkityn radan itselleen luontevaa ja turvallista vauhtia kaksi kertaa ympäri mahdollisimman nopeasti (2 x 20 m). Suorituksessa mitattava käytti tavallisia kenkiään ja tarvittavia apuvälineitä. Ajanotto käynnistyi mitattavan ylittäessä lähtöviivan ja pysähtyi mittaajan käsimerkistä. Mitattava sai opetella suorituksen aluksi ilman ajanottoa. Itse suoritus toistettiin kaksi kertaa tai useammin, jos suoritusajat erosivat toisistaan yli 0.5 sekuntia. Apuvälineet tai muut huomioon otavat seikat kirjattiin mittauslomakkeelle.



KUVA 11. Kahdeksikkojuoksun testirata.

6.4 Tilastolliset menetelmät

Tutkimusaineiston analyysissä käytettiin IBM SPSS Statistics 20 -tilastomenetelmäohjelmaa. Aineiston muuttujien normaalijakauma testattiin Kolmogorov-Smirnovin testillä. Aineiston ryhmien välisiä eroja testattiin alkumittauksessa Studentin t-testillä sekä Mann–Whitney U-testillä. Alku- ja loppumittauksissa muuttujista laskettiin keskiarvot sekä keskihajonnat. Intervention vaikutuksen arviointiin käytettiin kovarianssianalyysia (ANCOVA), jossa lähtötilanne oli kovariaattina. Tilastollisen merkitsevyyden rajana käytettiin $p < .05$. Harjoittelu- ja kontrolliryhmän tuloksista laskettiin myös muutosprosentit alkutilanteeseen verrattuna. Muutosprosentin laskukaava on $[(\text{loppumittauksen tulos} - \text{alkumittauksen tulos}) / \text{alkumittauksen tulos}] \times 100$.

7 TULOKSET

Alkumittauksiin osallistui yhteensä 87 henkilöä. Satunnaistamisen jälkeen harjoitteluryhmästä jättäytyi yksi henkilö pois ja kontrolliryhmästä jättäytyi yksi henkilö pois vapaaehtoisena. Taulukossa 2 on esitetty koehenkilöiden kuvailevat tiedot ikä, pituus, paino ja BMI sekä tutkittava polvi ja polven radiologinen nivelrikon aste Kellgren-Lawrence -luokituksella alkutilanteessa. Ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.

TAULUKKO 2. Koehenkilöiden kuvailu alkutilanteessa, keskiarvo (keskihajonta).

Muuttuja	Koko ryhmä (N=87)	Harjoitusryhmä (n=43)	Kontrolliryhmä (n=44)	p-arvoa
Ikä (v)	63.9 (2.4)	63.8 (2.4)	63.9 (2.4)	.831
Pituus (cm)	161.6 (5.0)	161.7 (5.0)	161.6 (5.0)	.904
Paino (kg)	70.3 (10.8)	69.6 (10.3)	71.0 (11.3)	.532
BMI (kg/m ²)	26.9 (3.7)	26.6 (3.8)	27.1 (3.5)	.518
Tutkittava polvi:				
Oikea	70	36	34	
Vasen	17	7	10	
K/L -aste 1	47	23	24	
K/L -aste 2	40	20	20	

a Ryhmien pituus, paino ja BMI väliset erot testattu Studentin t-testillä, ryhmien ikä-muuttujan erot testattu Mann-Whitneyn testillä, $p > .05$ ei tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä.

Interventio toteutettiin kahdessa osassa (vaihe 1 ja vaihe 2) käytännöllisistä syistä, jotka liittyivät harjoitteluryhmien kokoon ja myös magneettikuvantamisaikatauluihin. Ensimmäisen vaiheen interventio aloitettiin keväällä 2012 ja toisen vaiheen interventio syksyllä 2012. Alkumittaukset suoritettiin pienellä aikavälillä interventioita edeltävästi. Neljäkymmentä kaksi intervention ja 43 kontrolliryhmän tutkittavaa osallistuivat 16 viikon interventiotutkimukseen alusta loppuun asti. Harjoitteluryhmän osallistumisprosentti oli 88 %.

7.1 Staattinen tasapaino

Harjoitteluintervention jälkeen staattisen tasapainon mittauksissa sivuttaissuuntaisessa huojunnassa (mm/s, x-akseli), eteen-taakse -suuntaisessa huojunnassa nopeus (mm/s, y-akseli) tai kokonaishuojuntamomentissa (mm²/s) ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja. Silmät kiinni tehtävissä mittauksissa kontrolliryhmällä tulokset heikkenivät kaikissa mittauksissa, kun harjoitusryhmällä tulokset paranivat tai pysyivät samana (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Ryhmien väliset erot staattisen tasapainon testissä, kahdella jalalla seisoessa, alkutilanteessa ja neljän kuukauden kohdalla, keskiarvo (keskihajonta).

Muuttuja	Harjoitusryhmä		Kontrolliryhmä		p-arvo ^a
	Alku, ka (sd) (N=43)	4 kk, ka (sd) (N=42)	Alku, ka (sd) (N=44)	4 kk, ka (sd) (N=42)	
Silmät auki					
x-nopeus (mm/s)	3.7 (1.5)	3.4 (1.2)	3.3 (0.9)	3.2 (0.8)	.953
y-nopeus (mm/s)	6.2 (1.6)	6.3 (1.7)	6.1(1.4)	6.5 (1.7)	.457
Vauhtimomentti (mm ² /s)	8.0 (4.2)	7.9 (3.4)	7.7 (3.8)	7.4 (3.3)	.619
Silmät kiinni					
x-nopeus (mm/s)	4.6 (1.4)	4.4 (1.5)	4.2 (1.3)	4.3 (1.4)	.157
y-nopeus (mm/s)	11.0 (3.9)	11.0 (3.4)	10.3 (3.6)	10.9 (3.5)	.130
Vauhtimomentti (mm ² /s)	16.1 (8.9)	16.1 (10.5)	14.2 (7.9)	14.4	.788

^a Ei tilastollisesti merkitsevää muutosta ryhmien välillä, $p > .05$.

Staattisen tasapainon mittauksissa yhdellä jalalla seisoessa harjoitteluryhmä paransi tulosta tilastollisesti merkitsevästi kahdessa muuttujassa: affektoituneen jalan sivuttaissuuntaisessa huojunnassa (mm/s, x-akseli, muutos -3.2 mm/s) $p=.012$ ja non-affektoituneen jalan eteen-taakse -suuntaisessa huojunnassa (y-akseli, muutos -3.5 mm/s) $p=.009$. kontrolliryhmään verrattuna. Muissa mittauksissa näkyi myös positiivinen trendi ryhmien välisistä eroista, vaikka tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä (taulukko 4).

TAULUKKO 4. Ryhmien väliset erot staattisen tasapainon testeissä, yhdellä jalalla seisoessa, alkutilanteessa ja neljän kuukauden kohdalla, keskiarvo (keskihajonta).

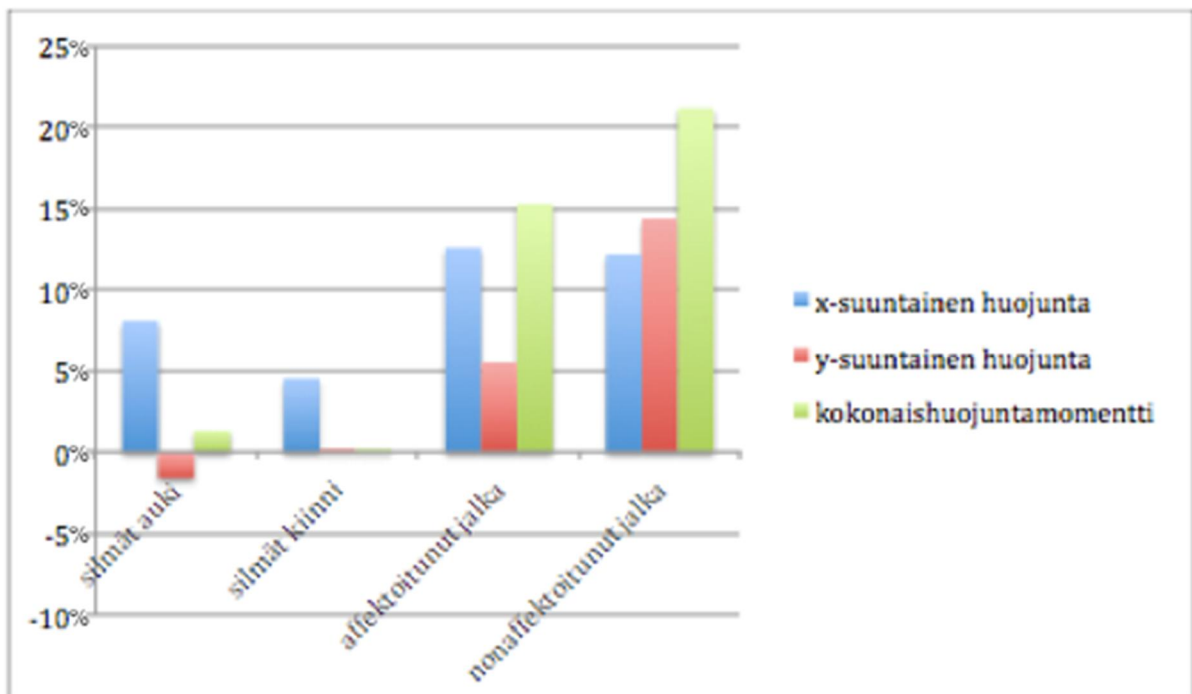
Muuttuja	Harjoitusryhmä		Kontrolliryhmä		p-arvo ^a
	Alku, ka (sd)	4 kk, ka (sd)	Alku, ka (sd)	4 kk, ka (sd)	
Affektoitunut jalka	(N=40)	(N=40)	(N=38)	(N=37)	
x-nopeus (mm/s)	26.1 (6.5)	22.8 (6.4)	25.2 (5.7)	26.2 (6.6)	.012
y-nopeus (mm/s)	21.9 (7.0)	20.7 (6.4)	22.4 (6.0)	22.0 (7.1)	.815
Vauhtimomentti (mm ² /s)	106.5 (45.3)	90.2 (44.1)	100.3 (51.9)	97.5 (41.8)	.667
Non- affektoitunut jalka	(N=39)	(N=39)	(N=36)	(N=38)	
x-nopeus (mm/s)	27.0 (6.1)	23.7 (5.1)	25.3 (4.4)	24.6 (6.3)	.386
y-nopeus (mm/s)	23.5 (5.8)	20.2 (5.5)	21.6 (6.0)	22.4 (5.9)	.009
Vauhtimomentti (mm ² /s)	110.5 (44.5)	87.1 (32.2)	96.4 (35.7)	98.0 (52.0)	.196

^a Tilastollisesti merkitsevä muutos affektoitunut jalka, x-nopeus ja non-affektoitunut jalka y-nopeus -ryhmien välillä, $p < .05$.

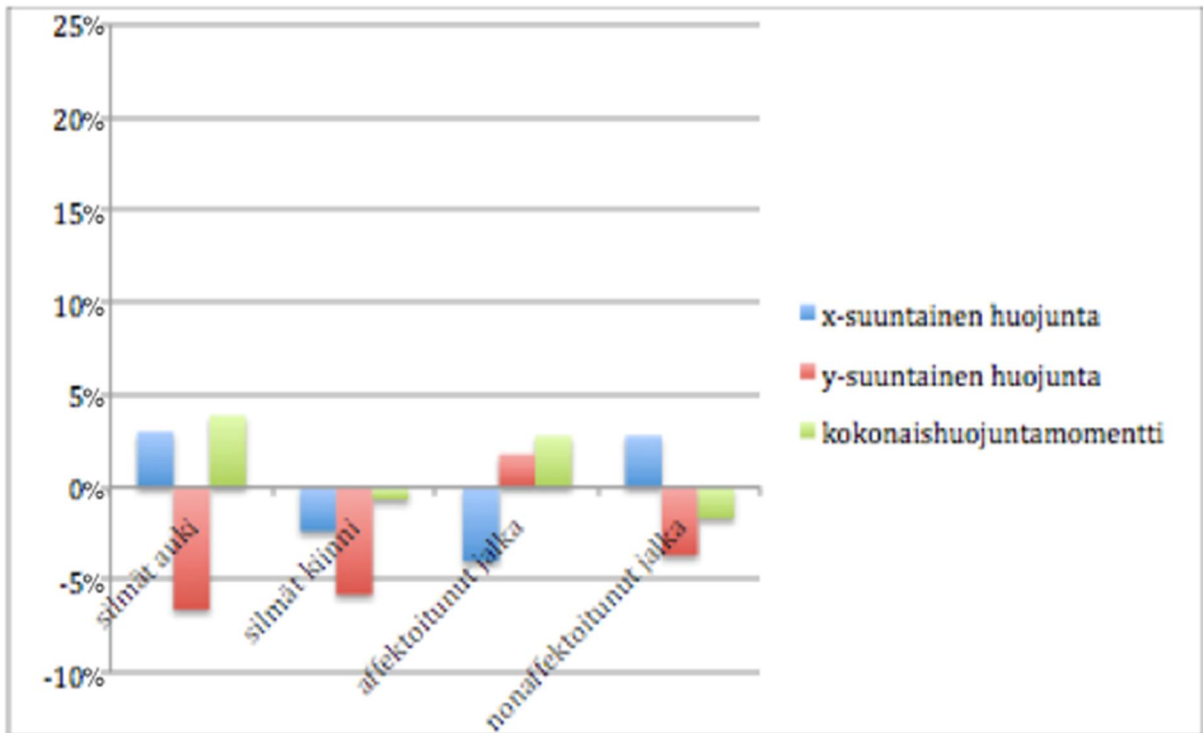
Tarkasteltaessa staattisen tasapainomittausten tuloksia muutosprosenttien kautta, silmät auki tehtävissä mittauksissa sivuttaissuuntainen huojunta väheni harjoitusryhmällä 8% ja vastaavasti lisääntyi koeryhmällä 3%. Eteen-taakse -suuntaisessa huojunnassa muutos oli negatiivista molemmilla ryhmillä (harjoitusryhmä -2%, kontrolliryhmä -7%) ja vauhtimomentin tulos kehittyi enemmän kontrolliryhmällä (4%) kuin harjoitusryhmällä (1%). Silmät kiinni tehtävissä mittauksissa kontrolliryhmällä tulokset heikkenivät kaikissa mittauksissa (sivuttaissuuntainen huojunta -2%, eteen-taakse -suuntainen huojunta -6%, kokonaishuojuntamomentti -1%), kun taas harjoitusryhmässä sivuttaissuuntainen huojunta väheni 4% ja muut arvot pysyivät samana alkutilanteeseen verrattuna (kuva 11, 12).

Yhden jalan seisomatasapainomittauksissa harjoitteluryhmän tulokset erosivat selkeämmin

kontrolliryhmän tuloksista. Affektoituneen jalan seisomatasapainon tulokset kehittyvät harjoitusryhmällä sivuttaissuunnassa 13%, eteen-taakse -suunnassa 5% ja kokonaishuojuntamomentin suhteen 15%. Kontrolliryhmällä vastaava muutos oli vähäisempää tai negatiivista (sivuttaissuuntainen huojunta -4%, eteen-taakse -suuntainen huojunta 2%, kokonaishuojuntamomentti 3%). Non-affektoituneen jalan seisomatasapainon tulokset olivat samansuuntaiset ja kehittyivät harjoitusryhmällä sivuttaissuunnassa 12%, eteen-taakse -suunnassa 14% ja kokonaishuojuntamomentin suhteen 21%. Kontrolliryhmällä vastaava muutos oli edelleen vähäisempää tai negatiivista (sivuttaissuuntainen huojunta 3% , eteen-taakse -suuntainen huojunta -4% sekä kokonaishuojuntamomentti -2%) (kuva 12, 13).



KUVA 12. Harjoitusryhmän prosentuaaliset muutokset staattisessa tasapainossa kahdella ja yhdellä jalalla seisoessa.



Kuva 13. Koeryhmän prosentuaaliset muutokset staattisessa tasapainossa kahdella ja yhdellä jalalla seisoessa.

7.2 Dynaaminen tasapaino

Dynaamisessa tasapainoa testaavassa kahdeksikkojuoksussa molemmat ryhmät paransivat tuloksiaan loppumittauksessa (harjoitusryhmä 3%, kontrolliryhmä 2%) eikä tilastollisesti merkitseviä eroja harjoitus- ja kontrolliryhmän välillä havaittu (taulukko 5).

TAULUKKO 5. Ryhmien väliset erot dynaamisen tasapainon testissä alkutilanteessa ja neljän kuukauden seurannassa, keskiarvo (keskihajonta).

Muuttuja	Harjoitusryhmä		Kontrolliryhmä		p-arvo ^a
	Alku, ka (sd) (N=43)	4 kk, ka (sd) (N=42)	Alku, ka (sd) (N=44)	4 kk, ka (sd) (N=41)	
Kasijuoksu (s)	18.9 (2.1)	18.4 (1.9)	19.8 (3.7)	19.5 (2.2)	.432

^a Ei tilastollisesti merkitsevää muutosta ryhmien välillä, $p > .05$.

8 POHDINTA

Tämän pro gradu -tutkimuksen mukaan ohjatulla progressiivisella allasharjoittelulla on jonkin verran positiivisia vaikutuksia staattiseen tasapainoon polven nivelrikkoa sairastavilla vaihdevuodet ohittaneilla naisilla. Tutkimustulosten perusteella allasharjoittelua voidaan suositella tasapainoa kehittäväksi harjoittelumuodoksi polven nivelrikkoa sairastaville henkilöille.

8.1 Tulosten tarkastelu suhteessa aikaisempaan kirjallisuuteen

Harjoitteluryhmä paransi staattisen tasapainon mittauksissa yhden jalan seisomatasapainon tuloksia tilastollisesti merkitsevästi kahdessa muuttujassa; affektoituneen jalan sivuttaisuuntaisessa huojunnassa ja ei-affektoituneen jalan eteen-taakse -suuntaisessa huojunnassa kontrolliryhmään verrattuna. Myös muut yhden jalan seisomatasapainoa mittaavat tulokset osoittivat lievää huojunnan vähenemistä kontrolliryhmään verrattuna, vaikka tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kahden jalan seisomatasapainossa ei havaittu vastaavaa kehitystä. Myöskään dynaamista tasapainoa mittaavissa tuloksissa ei havaittu eroja harjoitus- ja kontrolliryhmän välillä, joten allasharjoittelun vaikutus dynaamiseen tasapainoon oli vähäinen.

Tasapainon hallinta on yksi turvallisen liikkumisen perusedellytyksiä ja se vaikuttaa olennaisesti henkilön kykyyn selviytyä itsenäisesti elämässä. Tasapaino-ongelmien on todettu olevan polven nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä yleisempiä kuin ikävastaavilla terveillä henkilöillä. Heikentynyt asennonhallinta ja tasapaino aiheuttavat kaatumisia ja niistä johtuvia loukkaantumisia (mm. Hatfield ym. 2016). Prieto-Alhambran ym. (2012) tutkimuksen mukaan polven nivelrikkoa sairastavat vaihdevuodet ohittaneet naiset kaatuilevat 25% enemmän ja heillä on 20% korkeampi riski saada murtuma verrattuna terveisiin verrokkeihin (Prieto-Alhambran ym. 2012).

Harjoittelun on todettu kehittävän tasapainoa polven nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä. Tutkimusten väliset menetelmät vaihtelevat runsaasti, mutta ainakin voimaharjoittelulla (erityisesti polven ojennusvoiman kehittämiseksi), aerobisella harjoittelulla sekä tasapaino- ja liikkuvuusharjoittelulla näyttäisi olevan edullisia vaikutuksia tasapainoon, toimintakykyyn ja kipuun (Silva ym. 2012, 2016).

Aikaisemman tutkimustiedon perusteella allasharjoittelun vaikutukset ovat verrattavissa maalla tehtävään harjoitteluun polven nivelrikkoa sairastavien henkilöiden ryhmässä. Kuten maalla tehtävän harjoittelun, myös allasharjoittelun on todettu lisäävän toimintakykyä sekä elämänlaatua ja vähentävän kipua lyhytaikaisesti (Silva ym. 2008, Batterham ym. 2010, Barker ym. 2014, Waller ym. 2014, Bartels ym. 2016). Allasharjoittelu on suositeltava harjoitusmuoto erityisesti silloin kun maalla tehtävä harjoittelu on jostain syystä vaikeaa toteuttaa tai se ei onnistu lainkaan (Batterham ym. 2010). Vesi mahdollistaa tehokkaan harjoittelun turvallisessa ympäristössä (Roper ym. 2013).

Aikaisempia satunnaistettuja ja kontrolloituja tutkimuksia allasharjoittelun vaikutuksesta tasapainoon polven tai lonkan nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä on hyvin niukasti ja tulokset ovat olleet ristiriitaisia. Lundin ym. (2012) tutkimuksessa allasharjoitteluryhmässä tapahtui lievää parannusta staattisessa tasapainossa verrattuna maalla harjoittelevaan ryhmään, mutta tulos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Huomionarvoista kuitenkin oli, että allasharjoittelijat raportoivat vähemmän epämiellyttäviä tunteita polvissa harjoittelun aikana kuin kuivalla maalla harjoitelleet. Hale ym. (2012) tutkimuksessa dynaaminen tasapaino parani tilastollisesti merkitsevästi allasharjoitteluryhmällä sekä kontrolliryhmällä, joka käytti allasharjoitteluun vievän ajan tietokoneen ääressä istuessa, SeniorNet -ohjelman parissa. Lisäksi Physiological Profile -mittaristolla määritetty kaatumisriski väheni vain kontrolliryhmällä. Tutkijoiden mukaan tulokseen saattoi vaikuttaa se, että kontrolliryhmäläiset kävelivät itse SeniorNet- tapaamisiin, joten heidän toimintakyky kehittyi kävelyaktiivisuuden lisääntymisen myötä (Hale ym. 2012).

Arnold ja Faulknerin (2010) tutkimuksessa kaatumisriski väheni tilastollisesti merkitsevästi ryhmällä, jossa allasharjoitteluun oli yhdistetty kaatumista ehkäisevää neuvontaa, mutta

pelkällä allasharjoittelulla ei saatu esille tilastollisesti merkitseviä vaikutuksia verrattuna kontrolliryhmään. Voidaan siis olettaa, että kaatumista ehkäisevällä neuvonnalla oli suurempi vaikutus kaatumisriskin vähentymiseen kuin allasharjoittelulla (Arnold ja Faulkner 2010). Hinmanin ym. (2007) tutkimuksessa allasharjoittelu ei kehittänyt dynaamista tasapainoa kontrolliryhmään verrattuna. Aikaisemmista tutkimuksista vain Hinmanin ym. (2007) ja Lundin ym. (2008) tutkimuksien kontrolliryhmille ei järjestetty heidän normaalista toiminnastaan mitään poikkeavaa toimintaa. Tässä tutkimuksessa kontrolliryhmäläisiä pyydettiin jatkamaan normaaleja päivärutiinejaan, jotta allasterapian vaikutukset saadaan selkeästi ja luotettavasti esille.

Tämän tutkimuksen tulosten vertaaminen aikaisempiin vastaaviin tutkimuksiin on haasteellista tutkimusmetodien suuren vaihtelevuuden vuoksi. Vaikuttaisi kuitenkin siltä, että tässä tutkimuksessa allasharjoittelun vaikutukset staattiseen tasapainoon tulivat selkeämmin esille kuin aikaisemmissa tutkimuksissa. Syynä voi mahdollisesti olla tämän tutkimusintervention pidempi kesto (16 viikkoa) verrattuna aikaisempiin tutkimuksiin (6–12 viikkoa). Suositusten mukaan harjoittelun tulisi kestää vähintään 12 viikkoa, jotta harjoitusvaikutukset saadaan tehokkaasti esille (Polvi- ja lonkkanivelrikko 2014). Tämä kriteeri täyttyi aikaisemmista tutkimuksista vain Halen ym. (2012) tutkimuksessa. Tasapainon kehittyminen saattaa vaatia harjoittelua pidemmältä aikaväliltä, jotta tulokset näkyvät selkeämpinä.

Tässä tutkimuksessa harjoitteluryhmäläiset osallistuivat progressiiviseen altaassa tehtävään tunnin mittaiseen vastusharjoitteluun kolme kertaa viikossa. Lämmittelyn yhteydessä tehtiin muutamia tasapainoharjoituksia. Aikaisemmat tasapainoa mittaavat allasinterventiot sisälsivät ohjattua harjoittelua 45–60 minuuttia vain kaksi kertaa viikossa (Hinman ym. 2007, Lund ym. 2007, Arnold and Faulkner 2010, Hale ym. 2012). Tulosten perusteella vaikuttaisi siltä, että kolmella harjoittelukerralla viikossa on positiivisempia vaikutuksia staattiseen tasapainoon kuin harjoittelulla kaksi kertaa viikossa.

Tässä tutkimuksessa ohjattu harjoittelu sisälsi kolme osiota, jotka olivat alkulämmittely, alaraajoja vahvistava harjoitusosio ja jäähdyttely. Aikaisemmissa tutkimuksissa

harjoituskertojen rakenne muistutti tätä tutkimusta ja harjoittelu koostui tyypillisesti alkulämmittelystä, lihasvoima- sekä tasapainoharjoittelusta sekä jäähdyttelystä (Hinman ym. 2007, Lund ym. 2007, Arnold and Faulkner 2010, Hale ym. 2012). Toisaalta tulokseen voi vaikuttaa myös harjoitteluintensiteetti ja -laatu, joiden vertailu osoittautui hyvin hankalaksi.

Hatfield (ym. 2016) katsauksen mukaan yleisimmin käytetyt ja herkiksi tasapainon mittaamiseen todetut testit ovat step -testi, Bergin tasapainotesti, yhdellä jalalla seisonta -testi ja kurkotustesti. Tässä tutkimuksessa staattisen tasapainon mittaukset suoritettiin Good Balance -voimalevyllä ja dynaamista tasapainoa mitattiin kahdeksikkojuoksupöydällä. Molemmat testit on todettu herkiksi ja luotettaviksi tasapainon mittaamiseen (Sihvonen & Era 1999, Sihvonen ym. 2004, Rinne ym. 2006, Hyungeun ym. 2014).

Aikaisemmissa tutkimuksissa dynaamisen tasapainon mittarina käytettiin askellustestiä (Step -test) (Hinman ym. 2007) , Timed Up and Go -testiä (TUG) (Arnold & Faulkner 2010) ja Bergin tasapainotestiä (Arnold & Faulkner 2010). Staattista tasapainoa mitattiin huojuntalevyllä, joka reagoi kehon huojuntaan paikallaan seistessä (Lund ym. 2008). Lisäksi Hale ym. (2012) tutkimuksessa kaatumisriskiä arvioitiin Physiological Profile -mittaristolla, jossa kaatumisriski määritellään viiden tasapainoon vaikuttavan osatekijän mukaan, jotka ovat kontrastiherkkyys, reaktionopeus, huojunta, proprioseptiikka ja quadriceps -voima. Tulevaisuudessa tasapainon luotettavien arviointi- ja seurantamenetelmien kehittäminen ja yhtenäistäminen olisi tärkeää, jotta näyttöön perustuvia toimintamalleja kaatumisen ehkäisemiseksi saataisiin käytäntöön.

Tasapainovaikeuksien taustatekijänä polven nivelrikkoa sairastavilla henkilöillä pidetään heikentymistä polven ojentajalihaksen lihasvoimassa ja lihasaktivaatiossa sekä proprioseptiikassa (mm. Hassan ym. 2001) yhdessä ikääntymiseen liittyvien fysiologisten muutosten kanssa (Sanchez-Ramirez ym. 2013). Myös vaihdevuosisia voidaan pitää itsenäisenä heikentyneen tasapainon ennustajana (Cheng ym. 2009). Vaihdevuosien aiheuttamat hormonaaliset muutokset ja estrogeenitason laskun on katsottu olevan yhteydessä viskeraalisen rasvan lisääntymiseen, luun haurastumiseen sekä lihasmassan ja voiman vähentymiseen (Maltais ym. 2009). Yhteyttä vaihdevuodet ohittaneiden naisten

tasapainovaikeuksiin voidaan selittää juuri lihasmassan ja voiman vähenemisellä (Maltais ym. 2009) sekä painon lisääntymisellä (Hita-Contreras ym. 2013).

Tässä tutkimuksessa alaraajoja vahvistava harjoitusosio sisälsi viisi harjoitusta, jotka valittiin harjoitusosioon aikaisemman tutkimusnäytön perusteella. Harjoitusten tavoitteena oli lisätä lihasaktivaatiota, lihasvoimaa ja toimintakykyä (Pöyhönen ym. 2001a, 2001b, 2002, Valtonen ym. 2010, 2011). Kaksi harjoitusta kohdistuivat selkeästi polven ojennus- ja koukistusvoiman kehittämiseen (istuen ja seisten tehtävä polven ojennus-koukistus -liike), mutta toisaalta myös lonkan liikeharjoitteiden aikana etureiden lihas jännittyi isometrisesti. Harjoittelun progressiivisuuden varmisti vedessä käytettävien erikokoisten vastusjalkineiden käyttö sekä harjoitteiden suoritusajan muuttaminen.

Tutkimuksessa käytetty aineisto on osa laajempaa AquaRehab -polven nivelrikkotutkimusta, jossa tutkittiin progressiivisen allasharjoittelun vaikutusta nivelrustoon ja fyysiseen toimintakykyyn polven nivelrikkoa sairastavilla naisilla (Munukka ym. 2016). Munukan ym. (2016) tutkimuksen mukaan toimintakykyyn liittyvistä sekundaarimuuttujista merkittävää kehitystä tapahtui aerobisessa kunnossa. Polven isometrisessä ojennus- ja koukistusvoimassa tai subjektiivista toimintakykyä ja oirekuva arvioivassa KOOS -kyselyssä (The Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score) (Koli ym. 2011) ei löytynyt harjoitus- ja kontrolliryhmien välisiä eroja.

Tämän ja Munukan ym. (2016) tutkimuksen perusteella vaikuttaisi siltä, että tämän tutkimuksen tuloksia ei voida perustella polven ojennusvoiman kehittymisellä. Staattinen tasapaino kehittyi todennäköisesti muiden tekijöiden vaikutuksesta. Yksi selittävä tekijä tasapainon kehittymiselle voi olla harjoitusryhmän tilastollisesti merkitsevä painonpudostus kontrolliryhmään verrattuna (Rauhala 2016). Hita-Contrerasin ym. (2013) tutkimuksen mukaan ylipaino (BMI \geq 25) ja kehon rasvan jakautuminen keskivartalolle ovat itsenäisiä riskitekijöitä vaihdevuodet ohittaneiden naisten kaatumisille.

8.2 Tutkimuksen luotettavuus ja eettisyys

Tämä tutkimus on tehty eettisiä periaatteita ja hyviä tieteellisiä käytänteitä noudattaen (Jyväskylän yliopisto 2012). Tutkimuksen vahvuutena on satunnaistettu ja kontrolloitu tutkimusasetelma. Harjoitusintervention 16 viikon pituus, suhteellisen suuri otos koko (N=87) sekä harjoitusintervention osallistumisprosentti (88%), lisäävät tulosten luotettavuutta.

Tässä tutkimuksessa staattista tasapainoa mitattiin voimalevyllä, joka on todettu luotettavaksi tavaksi mitata kehon huojuntaa eri seisoma-asennoissa (Sihvonen & Era 1999, Sihvonen ym. 2004, Hyungeun ym. 2014). Voimalevyn eteen-taakse -suuntaisen huojunnan mittausten välinen reliabiliteetti (ICC: mittaustulosten välinen korrelaatiokerroin) vaihtelee välillä 0,51-0,74 ja sivuttaissuuntaisen huojunnan välillä 0,63–0,83 (Era ym. 2006). Laite kalibroitiin aina ennen päivän ensimmäistä mittausta.

Dynaamista tasapainoa ja ketteryyttä mitattiin standardoidulla kahdeksikkojuoksutestillä. Testi on todettu herkäksi (73.5 %) ja tarkaksi (86.1 %) ketteryyttä mittaavaksi työkaluksi, joka osoittaa tehokkaasti erityisesti motorisen toimintakyvyn negatiiviset muutokset seurantatutkimuksessa (Rinne ym. 2006). Tasapainomittauksia tehneet henkilöt olivat kaikki koulutettuja fysioterapeutteja, jotka oli perehdytetty testiprotokollaan. Mittauksien kulku oli kuvattu kirjallisissa ohjeissa, joita noudatettiin tarkasti mittaustilanteissa.

Tutkimuksen alaraajoja vahvistava harjoitusosio suunniteltiin aikaisemman tutkimusnäytön perusteella (Pöyhönen ym. 2002, Valtonen ym. 2010, Valtonen ym. 2011). Alkulämmittelyn ja jäähdyttelyn sisällön suunnitteli fysioterapeutti, jolla oli 10 vuoden kokemus tuki- ja liikuntaelimistön vaivoista kärsivien potilaiden allasharjoittelusta. Jokaisesta harjoittelukerrasta vastasivat kaksi fysioterapeuttia, jotka olivat saaneet koulutuksen harjoitusohjelmien ohjaukseen ja käyneet tutkimusprojektiin sisällytetyn vesipelastuskoulutuksen.

Tutkimusaineiston analyysissä käytettiin IBM SPSS Statistics 20 -tilastomenetelmäohjelmaa. Aluksi tasapainomittauksista saadut tulokset syötettiin Microsoft officen excel -taulukon,

josta tiedot siirrettiin SPSS -ohjelmaan analysoitavaksi. Tutkimustuloksia käsittelevät henkilöt olivat joko AquaRehab -tutkimuksen parissa työskenteleviä henkilöitä tai SPSS -ohjelmaan koulutettuja tietotekniikan asiantuntijoita. Tilastollisena menetelmänä käytettiin harjoitusvaikutuksen tutkimiseen sopivaa kovarianssianalyysia (ANCOVA), jossa lähtötilanne oli kovariaattina.

Aineisto kerättiin AquaRehab -polven nivelrikkotutkimuksen yhteydessä Jyväskylässä vuosina 2012–2013. Keski-Suomen sairaanhoitopiirin eettinen toimikunta antoi tutkimusprotokollasta puoltavan lausunnon (Dnro 19U/2011) ja se noudattaa ”Helsinki -sopimusta”. Tutkittavat allekirjoittivat kirjallisen, tietoon perustuvan suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta. He olivat tietoisia siitä, että tutkimuksen sai keskeyttää missä vaiheessa tahansa. Tutkimustetoja käsiteltäessä tutkittavien yksityisyydensuoja huomioitiin. Tutkimuksen teoriaviittauksissa on käytetty alan luotettavaksi arvioituja julkaisuja, joista lähdetiedot on koottu huolellisesti tutkimuksen loppuun.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tasapainovaikeudet sekä niistä johtuvat kaatumiset ja loukkaantumiset ovat ikääntyvän väestön kasvava kansanterveydellinen ongelma. Polven nivelrikon ja vaihdevuosien on todettu olevan yhteydessä heikompaan tasapainoon ja altistavan kaatumisille (Cheng ym. 2009, Hatfield ym. 2016). Asennonhallinnan vaikeudet lisäävät vaikeuksia selvitä itsenäisesti päivittäisestä elämästä ja vaikuttavat negatiivisesti elämän laatuun (Hsieh ym. 2013). Tasapainon harjoittamiseen liittyviä hoitolinjoja on syytä kehittää, jotta kaatumisen riskiryhmässä olevat henkilöt tunnistettaisiin tarpeeksi ajoissa ja osattaisiin ohjeistaa oikeanlaiseen harjoitteluun.

Tämän satunnaistetun ja kontrolloidun tutkimuksen mukaan allasharjoittelua voidaan suositella staattista tasapainoa kehittäväksi harjoittelumuodoksi polven nivelrikkoa sairastaville henkilöille. Erityisesti harjoittelu näytti kehittävän yhden jalan seisomatasapainoa. Tämän tutkimuksen tuloksia voi todennäköisesti soveltaa myös muihin potilasryhmiin, joilla on esimerkiksi vaikeuksia harjoitella kuivalla maalla.

Satunnaistettuja ja kontrolloituja tutkimuksia tarvitaan lisää, jotta luotettavia suosituksia allasharjoittelun vaikutuksesta tasapainoon polven nivelrikkoa sairastaville henkilöille voidaan antaa. Harjoittelun pitkäaikaisvaikutuksia tulisi myös tutkia enemmän, koska tällä hetkellä näyttö perustuu lähinnä lyhyen aikavälin vaikutuksiin.

LÄHTEET

- Altman R., Asch D., Bloch D., Bole G., Borenstein D., Brandt K., Christy W., Cooke T., Greenwald R., Hochberg M., Howell D., Kaplan D., Koopman W., Longley S., Mankin H., McShane D., Medsger T., Meenan Jr., Mikkelsen W., Moskowitz R., Murphy W., Rothschild B., Segal M., Sokoloff M. & Wolfe F. 1986. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. *Arthritis and Rheumatism* 29(8), 1039–49.
- Anderson A. & Loeser R. 2010. Why is osteoarthritis an age-related disease? *Best Pract Res Clin Rheumatol* 24(1), 15–26. doi:10.1016/j.berh.2009.08.006.
- Arnold C.M. & Faulkner R.A. 2010. The Effect of aquatic exercise and education on lowering fall risk in older adults with hip osteoarthritis. *Journal of Aging and Physical Activity* 18, 245-60.
- Arokoski J. & Kiviranta I. 2012. Nivelrikko. Teoksessa I. Kiviranta & M. Järvinen (toim.) *Ortopedia*. Helsinki: Kandidaattikustannus Oy, 125–36.
- Arokoski J., Lammi M., Hyttinen M., Kiviranta J., Parkkinen J., Jurvelin J., Tammi M. & Helminen H. 2001. Nivelriikon etiopatogeneesi. *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 117(16), 1617–1626.
- Arokoski J., Manninen P., Kröger H., Heliövaara M., Nykyri E. & Impivaara O. 2007. Hip and knee pain and osteoarthritis. Teoksessa L. Kaila-Kangas (ed.). *Musculoskeletal disorders and diseases in Finland. Publications of the National Public Health Institute. Results of the Health 2000 Survey 2007*, B25.
- Arokoski J. & Salminen J. 2015. Kliininen tutkiminen. Teoksessa Arokoski J., Mikkelsen M., Pohjolainen T. & Viikari-Juntura E. (toim.). *Fysiatría*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 65.
- Arya R. & Jane V. 2013. Osteoarthritis of the knee joint: an overview. *JIACM* 14(2), 154–62.
- Barker A.L., Talevski J., Morello R.T., Brand C.A., Rahmann A.E. & Urquhart D.M. 2014. Effectiveness of aquatic exercise for musculoskeletal conditions: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 95(9), 1776–86. doi: 10.1016/j.apmr.2014.04.005.
- 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.

- Cochrane Database Syst Rev 3, CD005523. doi:10.1002/14651858.CD005523.pub3.
- Bartels E.M., Lund H., Hagen K.B. Dagfinrud H., Christensen R. & Danneskiold-Samsøe N. 2007. Aquatic exercise for the treatment of knee and hip osteoarthritis. *Cochrane Database Syst Rev* 17(4), CD005523.
- Batterham S., Heywood S. & Keating J. 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.
- 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, 24–33. doi:10.1016/j.joca.2009.08.010.
- Bennell K.L. & Hinman R.S. 2011. A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee. *J Sci Med Sport* 14, 4–9. doi:10.1016/j.jsams.2010.08.002.
- Berg K. 1989. Balance and its measure in the elderly: A review. *Physiotherapy Canada* 41(5), 240–6.
- Cangussu L.M., Nahas-Neto J., Nahas P., Rodrigues Barral A.B., Nuttros Dde A. & Uemura G. 2012. Evaluation of postural balance in postmenopausal women and its relationship with bone mineral density -a cross sectional study. *Menopause* 16(5), 892–6. doi:10.1097/gme.0b013e3181a0e091.
- Cheng M.H., Wang S.J., Yang P.H. & Fuh, J. L. 2009. Menopause and physical performance – a community-based cross-sectional study. *Menopause* 16(5):892 6. doi: 10.1097/gme.0b013e3181a0e091.
- Cross M., Smith E., Hoy D., Nolte S., Ackerman I., Fransen M., Bridgett L., Williams S., Guillemin F., Hill C., Laslett L., Jones G., Cicuttini F., Osborne R., Vos T., Buchbinder R., Woolf A. & March L. 2014. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the global burden of disease 2010 study. *Ann Rheum Dis* 73(7),1323–30. doi:10.1136/annrheumdis-2013-204763.
- Dreinhofer K., Stucki G., Ewert T., Huber E., Ebenbichler G., Gutenbrunner C, Kostanjsek N. & Cieza A. 2004. ICF core sets for osteoarthritis. *J Rehabil Med* 36(44), 75–80.
- Era P, Sainio P, Koskinen S, Haavisto P, Vaara M. & Aromaa A. 2006. Postural Balance in a Random Sample of 7,979 Subjects Aged 30 Years and Over. *Gerontology* 52(4):204-13.

- Ersoy Y., MacWalters R.S., Durmus B., Altay Z.E. & Baysal O. 2009. Predictive effects of different clinical balance measures and the fear of falling on falls in postmenopausal women aged 50 years and over. *Gerontology* 55(6), 660–5. doi:10.1159/000235652.
- 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 *Ann Intern Med* 116, 535–39.
- Fisher N.M. & Pendergast D.R. 1997. Reduced muscle function in patients with osteoarthritis. *Scand J Rehabil MeD* 29, 213–21.
- Fransen M., McConnell S., Harmer A.R., Van der Esch M., Simic M. & Bennell K.L. 2015. Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Sys Rev* 1, CD004376. doi:10.1002/14651858.CD004376.pub3.
- Granacher U., Muehlbauer T. & Gruber M. 2012. A Qualitative review of balance and strength performance in healthy older adults: Impact for Testing and Training. *Journal of Aging Research* 2012, 708905. doi:10.1155/2012/708905.
- Hale L.A., Waters D. & Herbison P.A. 2012. 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. *Arch Phys Med Rehabil* 93, 27–34. doi:10.1016/j.apmr.2011.08.004.
- Hall M.C., Mockett S.P. & Doherty M. 2006. Relative impact of radiographic osteoarthritis and pain on quadriceps strength, proprioception, static postural sway and lower limb function. *Ann Rheum Dis* 65(7), 865–70.
- Hannonen P. & Airaksinen O. 2005. Nivelrikko. Teoksessa K. Lindgren (toim.). *TULES Tuki- ja liikuntaelinsairaudet*. Helsinki: Duodecim, 217–220.
- Hart J., Doyle D. & Spector T. 1999. Incidence and risk factors for radiographic knee osteoarthritis in middle-aged women: the Chingford Study. *Arthritis Rheum* 42, 17–24. doi:10.1002/1529-0131.
- Hassan B., Mockett S. & Doherty M. 2001. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. *Am Rheum Dis*:60:612–618. doi:10.1136/ard.60.6.612.
- Hatfield G.L., Morrison A., Wenman M., Hammond C.A. & Hunt MA. 2016. Clinical tests of standing balance in the knee osteoarthritis population: systematic review and meta-analysis. *Phys Ther* 96(3), 324–37. doi:10.2522/ptj.20150025.

- Heliövaara M., Slätis P. & Paavolainen P. 2008. Nivelrikon esiintyvyys ja kustannukset. *Duodecim* 124, 1869–74.
- Helminen H., Hyttinen M. & Arokoski J. 2008. Nivelrikon ehkäisy on mahdollista! *Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim* 124(16), 1863–5.
- Hinman R.S., Bennell K.L., Metcalf B.R. & Crossley K.M. 2002. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests. *Rheumatology* 41, 1388–94.
doi:10.1093/rheumatology/41.12.1388
- 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. *Phys Ther* 87, 32–43. doi:10.2522/ptj.20060006.
- Hita-Contreras F., Martinez-Amat A., Lomas-Vega R., Alvarez P., Mendoza N., Romero Franco N. & Aranega A. 2013. Relationship of body mass index and body fat distribution with postural balance and risk of falls in Spanish postmenopausal women. *Menopause* 20(2), 202–8. doi:10.1097/gme.0b013e318261f242.
- Howe T.E, Rochester L., Jackson A., Banks P.M.H. & Blair V.A. 2011. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev* 9(11), CD004963. doi:10.1002/14651858.CD004963.pub3.
- Hsieh R., Lee W., Lo M. & Liao W. 2013. Postural stability in patients with knee osteoarthritis: Comparison with controls and evaluation of relationships between postural stability scores and international classification of functioning, disability and health components. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 94, 340–346. doi:10.1016/j.apmr.2012.09.022.
- Hunt M.A., McManus F.J., Hinman R.S. & Bennell K. L. 2010. Predictors of single-leg standing balance in individuals with medial knee osteoarthritis. *Arthritis care & research* 62(4), 496–500. doi:10.1002/acr.20046.
- Hurley M.V., Scott DL, Rees J. & Newham D.J. 1997. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 56:641–8. doi:10.1136/ard.56.11.641.
- Huxham F., Goldie P. & Patla A. 2001. Theoretical considerations in balance assessment. *Aust J Physiother.* 47(2), 89–100.

- Hyungeun H, Kihun C, Wanhee L. 2014. Reliability of good balance system for postural sway measurement in poststroke patients. *J Phys Ther Sci* 26(1):121-124.
- Johnson V & Hunter D. 2014. The epidemiology of osteoarthritis. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 28 (1), 5–15. doi:10.1016/j.berh.2014.01.004.
- Jyväskylän yliopisto. 2012. Eettiset periaatteet. Viitattu 15.6.2016.
www.jyu.fi/hallinto/strategia/periaatteet/eettiset_periaatteet.
- Kellgren J.H. & Lawrence J.S. 1957. Radiological assessment of osteoarthrosis. *Ann Rheum Dis* 16(4), 494–502.
- Khalaj N., Abu Osman NA., Mokhtar AH., Mehdikhani M. & Abas WAB. 2014. Balance and risk of fall in individuals with bilateral mild and moderate knee osteoarthritis. *PLoS ONE* 9(3), e92270. doi:10.1371/journal.pone.0092270.
- Koli J., Multanen J., Häkkinen A., Kiviranta I., Kujala U. & Heinonen A. 2011. Reliability of the Finnish version of WOMAC and KOOS forms for knee osteoarthritis. *Physiotherapy* 97, S203–4.
- Koop J., Steultjens M.P., van der Leeden M., van der Esch M., Trochtersson C.A. Roodra L.D Lems W.F. & Dekker J. 2011. Proprioception in knee osteoarthritis: a narrative review. *Osteoarthritis Cartilage* 19(4), 381–8. doi: 10.1016/j.joca.2011.01.003.
- Kulmala J.P., Korhonen M.T., Kuitunen S., Suominen H., Heinonen A., Mikkola A. & Avela J. 2016. Whole body frontal plane mechanics across walking, running, and sprinting in young and older adults. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* Early View (Online Version of Record published before inclusion in an issue) Version of Record online: 12 JUN 2016 | doi:10.1111/sms.12709 (tarkistan)
- Kul-Panza E. & Berker E. 2006. Pedobarographic findings in patients with knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil* 85(3):228–33.
- Lammi M., Arokoski J., Vuolteenaho K. & Moilanen E. Nivelrikon välittäjäaineet. *Duodecim* 2008;124:1876–84.
- Lesinski M., Hortobágyi T., Muehlbauer T., Gollhofer A. & Granacher U. 2015. Effects of balance training on balance performance in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 45(12), 1721–38. doi:10.1007/s40279-015-0375-y.
- Liikavainio T., Lyytinen T., Tyrväinen E., Sipilä S. & Arokoski J. 2008. Physical function and properties of quadriceps femoris in men with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 89(11):2185–94. doi:10.1016/j.apmr.2008.04.012

- 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. *J Rehabil Med.* 40, 137–44. doi: 10.2340/16501977-0134.
- 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., Kwoh K., Lohmander S., Rannou F., Roos E.M. & Underwood M. 2014. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 22(3), 363–88. doi:10.1016/j.joca.2014.01.003.
- Maltais M.L., Desroches J. & Dionne I.J. 2009. Changes in muscle mass and strength after menopause. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 9(4), 186–97.
- Masui T., Hasegawa Y., Yamacuchi J., Kanoh T., Ishiguro N. & Suzuki S. 2006. Increasing postural sway in rural-community-dwelling elderly persons with knee osteoarthritis. *J Orthop Sci* 11:353–8.
- Messier S., Gutkunst D., Davis C. & DeVita P. 2005. Weight loss reduces knee-joint loads in overweight and obese older adults with knee osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*, 52, 2026–2032. doi:10.1002/art.21139.
- Metitur Oy. 2003. Good Balance, Käyttäjän opas. Versio 2.59.
- Munukka M., Waller B., Rantalainen T., Häkkinen A., Nieminen M.T., Lammentausta E., Kujala U.M., Paloneva J., Sipilä S., Peuna A., Kautiainen H., Selänne H. Kiviranta I. & Heinonen A. 2016. Efficacy of progressive aquatic resistance training for tibiofemoral cartilage in postmenopausal women with mild knee osteoarthritis: a randomised controlled trial. Article in press. *Osteoarthritis and Cartilage* xxx (2016), 1–10. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joca.2016.05.007>
- Muthuri S.G., McWilliams D.F., Doherty M. & Zhang W. 2011. History of knee injuries and knee osteoarthritis: a meta-analysis of observational studies. *Osteoarthritis and Cartilage* 19(11), 1286–93. doi:10.1016/j.joca.2011.07.015.
- Pajala S., Sihvonen S. & Era P. 2008. Asennonhallinta ja havaintomotorinen kyvykkyys. Teoksessa E. Heikkinen & T. Rantanen (toim.) *Gerontologia. 2. uudistettu painos.* Helsinki: Duodecim, 136–157.
- Pollock A.S., Durward B.R. & Rowe P.J. 2000. What is balance? *Clin Rehabil* 4(4), 402–6.

- Polvi- ja lonkkanivelrikko. 2014. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseura Duodecimin ja Suomen Ortopediyhdistyksen asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 25.8.2015. www.kaypahoito.fi.
- Prieto-Alhambra D., Nogues X., Javaid M. K., Wyman ., Arden N. K., Azagra R., Cooper C., Adachi J. B., Boonen S., Chapurlat R. D., Compston J. E., Gehlbach S. H., Greenspan S. L., Hoove F. H., Netelenbos J. C., Pfeilschifter J., Rossini M., Sambrook P. N., Silverman S., Siris E. S., Watts N. B. & Diez-Perez A. 2012. An increased rate of falling leads to a rise in fracture risk in postmenopausal women with self-reported osteoarthritis: a prospective multinational cohort study (GLOW). *Annals of the Rheumatic Diseases* 72(6), 911–7. doi:10.1136/annrheumdis-2012-201451.
- Pöyhönen T., Kyrolainen H., Keskinen K.L., Hautala A., Savolainen J. & Malkia E. 2001a. Electromyographic and kinematic analysis of therapeutic knee exercises under water. *Clin Biomech* 16(6), 496–504.
- Rauhala T. 2015 Vesiharjoittelun vaikutus polven nivelrikkoa sairastavien naisten aerobiseen kuntoon. Jyväskylän yliopisto. Terveystieteiden laitos. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 15.6.2016. <https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/48470/URN%3ANBN%3Afi%3Aju-201601261287.pdf?sequence=1>.
- Pöyhönen T., Keskinen K.L., Kyrolainen H., Hautala A., Savolainen J. & Malkia E: 2001b. Neuromuscular function during therapeutic knee exercise under water and on dry land. *Arch Phys Med Rehabil* 82(10), 1446–1452.
- Pöyhönen T. 2002. Neuromuscular function during knee exercises in water with special reference to hydrodynamics and therapy. Jyväskylän yliopisto. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 86.
- Rinne M.B., Pasanen M.E., Vartiainen M.V., Lehto T.M., Sarajuuri J.M. & Alaranta H.T. 2006. Motor performance in physically well-recovered men with traumatic brain injury. *J Rehabil Med* 38(4), 224–229.
- Rodrigues Barral A.B., Nahas E.A., Nahas-Neto J., Cangussu L. M. & Buttros Dde. A. 2012. Effect of hormone therapy on postural balance in postmenopausal women. *Menopause* 19(7):768–75. doi:10.1097/gme.0b013e18240fc36.
- Roman-Blas J.A., Castaneda S., Largo, R. & Herrero-Beaumont G. 2009. Osteoarthritis associated with estrogen deficiency (Review). *Arthritis Research & Therapy* 11(5), 241. doi:10.1186/ar2791.

- Roper J.A., Bressel E. & Tillman M.D. 2013. Acute aquatic treadmill exercise improves gait and pain in people with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 94(3), 419–25. doi:10.1016/j.apmr.2012.10.027.
- Rubenstein L.Z. & Josephson K.R. 2002. “The epidemiology of falls and syncope,” *Clinics in Geriatric Medicine*, 18 (2), 141–58.
- Sanchez-Ramirez D.C., van der Leeden M., Knol D.L., van derEsch M., Roorda L.D., Verschueren S., van Dieen J., Lems W.F. & Dekker J. 2013. Association of postural control with muscle strength, proprioception, self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis. *J Rehabil Med* 45(2), 192–7. doi:10.2340/16501977-1087.
- Shumway-Cook A & Woollacott M. 2001. *Motor Control-Theory and practical applications*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Sihvonen S. 2004. Postural balance and aging – Cross-sectional comparative studies and a balance training intervention. Jyväskylän yliopisto. *Studies in Sport, Physical Education and Health* 101.
- Sihvonen S. & Era P. 1999. Test-retest reliability of easy and more demanding balance tests in young, middle-aged, and elderly participants. *JAPA* 7(3):312.
- Sihvonen S., Sipilä S. & Era P.A. 2004. Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: a randomized controlled trial. *Gerontology* 50(2):87-95.
- Silva A., de Mello M.T., Gávea Junior S.A., de Queiroz S.S., Tufik S. & Mattiello S.M. 2015. Therapeutic modalities and postural balance of patients with knee osteoarthritis: systematic review. *Fisioter Mov.* 28(3), 605–16. doi:http://dx.doi.org.10.1590/0103-5150.028.003.AR01.
- Silva A., Serrão P.R.M., Driusso P. & Mattiello S. M. 2012. The effects of therapeutic exercise on the balance of women with knee osteoarthritis: a systematic review. *Rev Bras Fisioter* 16(1), 1–9.
- Silva L.E., Valim V., Pesanka A. P., Oliveira L. M., Myamoto S., Jones A. & Natsur J. 2008. Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee: a randomized controlled trial. *Phys Ther* 88, 12–21.
- Silverwood V., Blagojevic-Bucknall M., Jinks C., Jordan J., Protheroe J. & Jordan K. 2014. Current evidence of risk factors for knee osteoarthritis in older adults: a systematic

- review and meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage* 23, 507–15.
doi:10.1016/j.joca.2014.11.019.
- Sipilä S. 2003. Body composition and muscle performance during menopause and hormone replacement therapy (review). *Journal of Endocrinological Investigation* 26(9), 893–901.
- Stevenson J. C. 2011. A woman's journey through the reproductive, transitional and postmenopausal periods of life: impact on cardiovascular and musculo-skeletal risk and the role of estrogen replacement. *Maturitas* 70(2), 197–205.
- Suni J. & Vasankari T. 2011. Liikuntaelimityn kunto ja fyysinen toimintakyky, Liikeshallintakyvyn merkitys liikuntaelimityn toimintakyvylle, Notkeuden, lihasvoiman ja lihaskestävyyden merkitys liikuntaelimityn toimintakyvylle. Kirjassa: Fogelholm M., Vuori I. & Vasankari T. (toim.) *Terveysliikunta*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim, 38.
- Suomen TULE ry. 2007. Kansallinen TULE-ohjelma. Helsinki: Rakennuspaino oy. Viitattu 5.6.2016. www.suomentule.fi.
- Suri P., Morgenroth D. & Hunter D. 2012. Epidemiology of osteoarthritis and associated comorbidities. *PM R* 4(5), 10–9. doi:10.1016/j.pmrj.2012.01.007.
- Tegner Y, Lysholm J, Lysholm M, Gillquist J. 1986. A performance test to monitor rehabilitation and evaluate anterior ligament injuries. *Am J Sports Med* 14:156-59.
- Tiitinen A. 2014. *Vaihdevuodet*. Lääkärikirja Duodecim. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 11.09.2015. www.terveyskirjasto.fi.
- UKK-instituutti. 2015. Liikuntapiirakka. Viitattu 8.6.2016. www.ukkinstituutti.fi/liikuntapiirakka.
- U.S. Department of Health and Human Services. 2008 *Physical Activity Guidelines for Americans*. Be Active, Healthy, and Happy! ODPHP Publication No. U0036. Viitattu 8.6.2016. www.health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf.
- Valtonen A, Pöyhönen T, Sipilä S, Heinonen A. 2010. Effects of aquatic resistance training on mobility limitation and lower-limb impairments after knee replacement. *Arch Phys Med Rehabil* 91(6), 833–39.
- Valtonen A, Pöyhönen T, Sipilä S, Heinonen A. 2011. Maintenance of aquatic training-included benefits on mobility and lower-extremity muscles among persons with unilateral knee replacement. *Arch Phys Med Rehabil* 92(12):1944-1950.

- Velandai K., Srikanth V., Fryer J., Zhai G., Winzenberg T., Hosmer D. & Jones G. 2005. A Meta-Analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *OsteoArthritis and Cartilage* 13, 769–81. doi:10.1016/j.joca.2005.04.014.
- Viikari-Juntura E. & Heliövaara M. 2015. Tuli- ja liikuntaelinten sairauksien epidemiologia ja ehkäisy. Teoksessa J. Arokoski, M. Mikkelsen, T. Pohjolainen & E. Viikari-Juntura (toim.) *Fysiatría*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim, 33.
- Waller B., Ogonowska-Slodek 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. *Phys Ther* 94(10), 1383–1395. doi:10.2522/ptj.20130417.
- Wessel J. 1996. Isometric strength measurements of knee extensors in women with osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 23, 328–31.
- Wluka A., Cicuttini F. & Spector T. 2000. Menopause, oestrogens and arthritis. *Maturitas* 35, 183–199.