

Mira Piilonen

Soile Ruhtinas

Niko Mannila

ALARAAJOJEN PITUUSERON
VAIKUTUS LANTION ASEENTON JA
TOIMINTAAN SULJETUSSA
KINEETTISESSÄ KETJUSSA

Clifton Bradeley – “The pelvic equilibrium theory”

Opinnäytetyö
Fysioterapia
Jalkaterapia


Syyskuu 2015




MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

	Opinnäytetyön päivämäärä 24.9.2015
Tekijä(t) Niko Mannila Mira Piilonen Soile Ruhtinas	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Fysioterapian koulutusohjelma Jalkaterapian koulutusohjelma Jalkaterapian koulutusohjelma
Nimeke Alaraajojen pituuseron vaikutus lantion asentoon ja toimintaan suljetussa kineettisessä ketjussa. Clifton Bradeley – “The pelvic equilibrium theory”	
Tiivistelmä Alaraajojen pituuserolla tiedetään olevan vaikutusta ihmisen ryhtiin ja kävelyyn, mutta sen tarkkaa vaikutusta lonkkaluuden asentoon ja toimintaan ei ole juurikaan tutkittu. Myöskään alaraajojen pituuseron korjauksen vaikutuksia lantion alueella ei ole aiemmin juurikaan huomioitu sagittaalitasolla. Tavallisimmin vaikutuksia tutkitaan frontaalitasolla. Alaraajojen pituuseron korjaukset pohjallishoitojen avulla lisääntyvät koko ajan ja siksi halusimme tuoda esille uudenlaisen näkökulman aiheeseen. Opinnäytetyömme tarkoituksena oli selvittää alaraajojen pituuseron vaikutusta lantion toimintaan suljetussa kineettisessä ketjussa ja lantion kiertymisen eli torsion yhteyttä pituuseroon. Lisäksi selvitimme, mitä lantion torsiosta voi seurata. Opinnäytetyömme tavoitteena oli esitellä täällä Suomessa englantilaisen toimeksiantajamme kehittämä uusi näkökulma lantion kiertymisen eli torsion tutkimiseen pituuseron kautta. Tavoitteena oli löytää vastaus siihen, miten alaraajojen pituusero vaikuttaa lonkkaluun kiertymään ja päinvastoin sekä tukevatko tutkimusartikkelit Bradeleyn teorian esittämiä kompensatiomekanismeja. Lisäksi tavoitteenamme oli lisätä fysioterapeuttien ja jalkaterapeuttien tietoutta teorian tuomista mahdollisuuksista alaraajojen pituuseroa hoidettaessa. Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Tiedonhaku rajattiin sähköisistä tietokannoista PubMe-diin, jossa rajasimme haun 1993-2015 välisenä aikana julkaistuihin tutkimuksiin ja artikkeleihin. Painettu kirjallisuus on osittain vanhempaakin ja siinä käytimme koulujemme kirjastoista löytynyttä materiaalia. Tähän opinnäytteeseen koottu tieto on peräisin pääosin englanninkielisistä teoksista ja tutkimusartikkeleista. Saamiemme tulosten mukaan alaraajojen pituusero vaikuttaa lonkkaluun kiertymään mutta lonkkaluun kiertymän vaikutuksesta pituuseroon ei tutkimuksistamme löytynyt vastausta. Bradeleyn teorian kaksi tavallisinta kompensatiomekanismia sai tukea löytämistämme tutkimuksista, kun taas kahdelle harvinaisemmalle kompensatiomekanismille ei löytynyt niitä puoltavaa eikä niitä kumoavaa materiaalia. Tämän vuoksi aiheesta kaivattaisiin lisää jatkoselvitystä ja tutkimusnäyttöä.	
Asiasanat (avainsanat) Alaraajojen pituusero, lantion torsio	
Sivumäärä 69 + 6	Kieli Suomi
Huomautus (huomautukset liitteistä)	
Ohjaavan opettajan nimi Anne Henttonen Arja Kiviahho-Tiippana	Opinnäytetyön toimeksiantaja Clifton Bradeley, Biomekaniikkaan erikoistunut urheilujalkaterapeutti, Sub-4-Health, Englanti

DESCRIPTION

	Date of the bachelor's thesis 24.9.2015
Author(s) Niko Mannila Mira Piilonen Soile Ruhtinas	Degree programme and option Degree Programme in Physiotherapy Degree programme in Podiatry Degree programme in Podiatry
Name of the bachelor's thesis The effect of leg length inequality to the function of the pelvis in a closed kinetic chain. Clifton Bradeley - "The pelvic equilibrium theory"	
Abstract <p>Leg length inequality is known to have an effect on human posture and walking, but the exact effect on innominate position and pelvic function has not been studied much. Furthermore, the effects of adjustments of lower limb length difference in pelvic area have hardly been taken into account on the sagittal plane. Usually the adjustments are examined on the frontal plane. However, leg length inequalities are more and more often corrected by a shoe lift and that is why we wanted to bring out a new perspective on the subject.</p> <p>The purpose of our study was to find out the impact of the leg-length discrepancy on pelvic activity in closed kinetic chain and to determine a connection between pelvic torsion and length difference of the lower extremities. In addition, the aim of our thesis was to find out what are the causes and consequences of pelvic torsion.</p> <p>The aim was to introduce our commissioner's new perspective of investigating pelvic torsion through leg length discrepancy. The ambition was to find the answer to how the leg length discrepancy affects the innominate rotation and vice versa, and whether the research articles actually support the four compensation mechanisms described in Bradeley's theory. Moreover, we wanted to increase the physiotherapist's and podiatrist's knowledge about this new theory and the awareness of possibilities which it brings for the treatment of leg length discrepancies.</p> <p>The thesis was carried out as a systematic literature review. The international electronic databases (the research) were narrowed down to PubMed. Search was delimited to studies and articles published during the period of 1993-2015. The printed literature/material which was found at the libraries of our schools is partially older than the electronic material and mostly English. The information put together in this thesis comes mainly from the books and research articles written in English.</p> <p>According to the results, the leg length inequality has an influence on pelvic torsion. However, we failed to find evidence of the effect of pelvic torsion on leg length inequality. The two most common compensation mechanisms of Bradeley's theory were supported in academic studies, whereas neither supportive nor refuting claims were to be found on the two more rare compensation mechanisms. Thus more scientific evidence and further research is required to support this theory.</p>	
Subject headings, (keywords) Leg length inequality, pelvic torsion	
Pages 69 + 6	Language Finnish
Remarks, notes on appendices	
Tutor Anne Henttonen Arja Kiviaho-Tiippana	Bachelor's thesis assigned by Clifton Bradeley, Sports Podiatrist specialised in biomechanics, Sub-4-Health, England

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	ALARAAJOJEN PITUUSERO.....	2
3	KINEETTINEN KETJU	6
3.1	Lantion toiminta suljetussa kineettisessä ketjussa	8
3.2	SI-nivelen toiminta suljetussa kineettisessä ketjussa.....	11
3.2.1	SI-nivelen lukitusmekanismit	11
3.2.2	SI-nivelen liikkeet.....	13
4	LANTION TORSIO.....	18
5	THE `PELVIC EQUILIBRIUM THEORY` - CLIFTON BRADELEY	23
5.1	Neljä kompensatiomekanismia	24
5.2	Digital pelvic inclinometer (DPI)	28
5.3	Bradeleyn kliininen tutkimusprotokolla	31
5.3.1	Staatinnainen tutkimusosio.....	32
5.3.2	Dynaaminen tutkimusosio	34
6	SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS.....	37
6.1	Tiedonhakupolku	39
6.2	Sisäänotto- ja poissulkukriteerit	42
6.3	Laadun arviointi.....	43
6.4	Tutkimusten esittely.....	45
7	TUTKIMUSTULOKSET	50
7.1	Pituuseron ja lonkkaluun kiertymän vaikutus toisiinsa	50
7.2	Bradeleyn teorian kompensatiomekanismit tutkimusten valossa	56
8	POHDINTA	57
8.1	Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	58
8.2	Opinnäytetyöprosessin pohdinta.....	59
8.3	Jatkotutkimusaiheet	62
	LÄHTEET	63

LIITTEET

- 1 Sopimuslomake
- 2 Tutkimuslomake
- 3 Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

1 JOHDANTO

Innostuimme ”The pelvic equilibrium” -teoriasta ollessamme opiskelijavaihdossa Alankomaissa, Eindhovenissa. Pääsimme kuuntelemaan lantion alueen tasapainosta uuden teorian kehittäneen Clifton Bradeleyn luentoja ja osallistumaan hänen toiminnalliseen työpajaansa, jossa saimme aiheeseen käytännön tuntumaa. Teoria on niin uusi, ettei siitä ole vielä olemassa tieteellistä näyttöä. Opinnäytetyöprosessin aikana pääsimme myös seuraamaan Bradeleyn työskentelyä hänen omassa klinikassaan Englannissa, Stoke-on-Trentissä.

Opinnäytetyömme teoreettinen viitekehys sisältää tietoa alaraajojen pituuserosta, kineettisestä ketjusta ja lantion torsioista, jolle löytyy kirjallisuudesta erilaisia määritelmiä. Coopersteinin & Lewn (2009) mukaan sillä tarkoitetaan vasemman ja oikean suoliluun rotatoitumista vastakkaisiin suuntiin häpyliitoksen läpi kulkevalla vaakasuoralla akselilla. Young ym. (2009, 219) puolestaan kuvailevat sen olevan rotationaalista epäsymmetriaa suoliluiden välillä sagittaalitasolla tarkasteltuna. Toisen puolen lantiosta sanotaan olevan siis enemmän anteriorisesti kallistunut kuin toisen ja päinvastoin. Seisoma-asennossa lantiopuoliskojen tulisi olla kallistuneet samaan suuntaan symmetrisesti, jotta lantiokorin toiminta olisi yhtenäistä. (Koistinen 2005, 156.)

Ennen systemaattista kirjallisuuskatsausta on esitelty uusi teoria, uusi kliininen protokolla lantion torsion tutkimiseen ja lantion torsion mittaamiseen tarkoitettu digitaalinen inklinometri. Bradeleyn ajattelutavan mukaan kaikki liike lähtee lantiosta ja lantio on kineettisen ketjun tärkein linkki. Hänen mukaansa lähes kaikilla ihmisillä on jonkinasteinen alaraajojen pituusero (Bradeley 2015a.) Alaraajojen vähäinen pituusero on tavallista ja jopa 70 %:lla väestöstä on alle kahden senttimetrin pituusero. Yli kahden senttimetrin pituusero voi aiheuttaa muun muassa lantion kallistumista, havaittavaa ontumista ja aikuisena mahdollisesti selkäongelmia. Mikäli alaraajat ovat hieman eripituiset, saattaa se näkyä lievänä skolioosina (Jalanko 2009.) Pituuseron seurauksena lantion puoliskot eli lonkkaluut kiertyvät sagittaalitasolla eri suuntiin aiheuttaen kipua ja kineettisen ketjun muutoksia. Korjaamalla alaraajojen pituusero korotuksen avulla frontaalitasolla, korjaantuu sagittaalitasokin muutos. (Bradeley 2015a.)

Monet alaraajojen pituuseron mittaamisessa käytettävät menetelmät ovat luotettavuudeltaan ja tarkkuudeltaan kiistanalaisia (Wild ym. 2014, 1450). Röntgenkuva antaa luotettavimman tuloksen, mutta säteilyn vuoksi sen käyttö on vähäistä (Young ym. 2000, 217). Bradeleyn kliininen tutkimusprotokolla on uusi menetelmä alaraajojen pituuseron ja lantion torsion tutkimiseksi ja määrittämiseksi, joten koimme tarpeelliseksi tuoda esille tämän uuden näkökulman aiheeseen liittyen.

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on kartoittaa tietoa alaraajojen pituuseron ja lantion torsion vaikutuksista toisiinsa ja etsiä tukea tai vastaväitteitä Bradeleyn teorialle. Lantion alueen tasapaino ja pituusero vaikuttavat kineettisessä ketjussa niin ylös kuin alaspäinkin (Koistinen 2005, 153), joten koimme aiheen olevan mielenkiintoinen sekä fysioterapian että jalkaterapian näkökulmasta. Katsauksen avulla halusimme syventää omaa ammattitaitoamme sekä tuoda uutta näkökulmaa asiaan alan ammattilaisille ja opiskelijoille. Työllämme haluamme herättää kiinnostuksen Bradeleyn teoriaa kohtaan, mistä mahdollisesti poikii jatkossa uusia tutkimuksia ja opinnäytetyön aiheita teorian joko tukemiseksi tai kumoamiseksi. Tarkoituksena on tuottaa fysioterapeuteille ja jalkaterapeuteille tietoa uuden teorian tuomista vaihtoehtoista alaraajojen pituuseroa ja lantion torsiota tutkittaessa.

2 ALARAAJOJEN PITUUSERO

Alaraajojen pituusero vaikuttaa tuki- ja liikuntaelimistöön luoden toistuvia ongelmia ja loukkaantumisia. Korotusterapian käytössä ollaan kuitenkin arkoja, koska pituuseron vaikutus kineettiseen ketjuun on monimutkainen ja ymmärrys sen vaikutuksista lantion tasolla on heikkoa. (Bradeley 2015b.) Alaraajojen pituuserolla tarkoitetaan pituuseroa oikean ja vasemman alaraajan välillä. Se on hyvin yleistä ja sitä esiintyy noin 70 %:lla väestöstä. (Knutson 2005a.) Usein oikea alaraaja on vasenta lyhyempi (Juhl ym. 2004; Knutson 2005a). Alaraajojen pituusero näyttää olevan kolmanneksi yleisin juoksuvammojen syy ja sitä esiintyy 60-90 %:lla väestöstä (Caselli & Rzonca, 2002).

Merkittävänä alaraajojen pituuseron rajana pidetään aikuisella ihmisellä kahta senttimetriä (Hurme 2003, 946; Knutson 2005a). Suurimmalla osalla pituusero on alle seitsemän millimetriä (Middleditch & Oliver 2005, 227). Hurme (2003, 949, 952) toteaa

artikkelissaan, että yleensä pieni pituusero ei aiheuta oireita. Hänen mukaansa alle yhden senttimetrin pituuseron korjauksesta ei ole hyötyä ja alle kahden senttimetrin korjaukset ovat harkinnanvaraisia.

Bomarin (2006) mukaan näkemykset tästä asiasta kuitenkin vaihtelevat, sillä joissain tutkimuksissa on havaittu, että jopa 75 %:lla kroonisista alaselkäkivuista kärsivillä on pituuseroa, ja toisissa puolestaan on todettu jo muutamien millimetrin pituuseron johtavan lannerangan degeneratiivisiin muutoksiin. Bomar itse hyödyntää korotusterapiaa jo viiden millimetrin pituuseron jälkeen. Myös Wong (2013) toteaa kirjoituksessaan jo 5-9 millimetrin pituuseron voivan johtaa korkeampaan esiintyvyyteen (insidenssiin) alaselkäkipujen kohdalla. Erityismaininnan hän tekee urheilijoista ja henkilöistä, jotka viettävät huomattavan osan ajastaan jalkojensa päällä. Heidän kohdallaan ainoastaan kolmen millimetrin pituusero voi jo kehittää kroonisia oireita.

Alaraajojen pituusero jaetaan klassisesti kahteen tyyppiin: anatomiseen eli rakenteelliseen ja funktionaaliseen eli toiminnalliseen pituuseroon (Knutson 2005a). Anatominen eli rakenteellinen alaraajojen pituusero voi johtua luuston tai pehmytkudosten synnynäisestä poikkeavuudesta (Middleditch & Oliver 2005, 227) tai luun kasvuhäiriöstä (Hurme 2003, 946). Casellin ja Rzoncan (2002) mukaan anatominen pituusero johtuu todellisesta alaraajan yhden tai useamman luun lyhentymisestä, mikä voi olla seurausta kasvulevyn vauriosta lapsuudessa tai murrosiässä, murtumista sekä geneettisestä tai hankitusta tilasta, mikä vaikuttaa luun kasvuun. Rakenteellinen pituusero voi johtua myös selkärangan skolioosista.

Alaraajojen rakenteellisen pituuseron aiheuttamat oireet ilmenevät yleensä ensin pidemmän alaraajan puolella. Niitä ovat kylkikipu, polven ja lonkan niveltulehdus, lannelihaksen tulehdus, patellajänteen tulehdus, polvilumpioon ja reisiluuhun liittyvä kipuoireyhtymä, jalkapohjan peitinkalvon tulehdus (plantaarifaskiitti), säärtien aitiopaineoireyhtymä ja jalkapöydän kivut. Lyhyemmällä puolella ilmenevät oireet ovat iliotibiaalisen siteen syndrooma (johon liittyy polven lateraalipuolen kipu), sarvennoiseen liittyvän limapussin tulehdus, SI-nivelen kipu, akillesjänteen tulehdus ja kuutioluun syndrooma. Rakenteellinen pituusero ilmenee lantion vinoutena, jolloin lyhyemmän puolen suoliluun harju on matalalla ja nousee korotuksella samalle tasolle. Mikäli suoliluun harju tulee tasaan, kun sitä tarkastellaan alemman nilkkanivelen ollessa ylipronaatiassa, on alemman nilkkanivelen ylipronaatio rakenteellisen pituuseron kompensatio. Tässä

tapauksessa kannan korotus vastakkaisen raajan puolella on tarpeen korjaamaan anatomista epäsymmetriaa samalla, kun vähennetään kompensatorista pidemmän alaraajan subtalaarinivelen ylipronaation määrää. Korotuksen tarkoitus on tasata ristiluun tyvi. Asiakkaan palautteen avulla voidaan päättää lopullinen korotuksen määrä parhaan tuloksen aikaansaamiseksi. (Caselli & Rzonca 2002.)

Lantion asentoa voidaan tarkastella myös istuma-asennossa. Jos kyseessä on alaraajojen rakenteellinen pituusero, suoliluiden harjut palautuvat samalle tasolle. Mikäli suoliluiden harjut ovat istuma-asennossakin eri korkeudella, voidaan puhua lantioperäisestä asentopoikkeamasta. (Timgren 2015.)

Alaraajojen toiminnallisesta eli funktionaalisesta pituuserosta on kyse silloin, kun alaraajat ovat erimittaiset, vaikka niiden luut ovat samanmittaiset. Tässä tapauksessa pituuseron syitä ovat jänteiden, lihasten, nivelsiteiden ja nivelten muutoksista johtuvat toiminnalliset virheasennot lantiossa, lonkassa ja polvessa sekä jossain määrin myös jalkaterässä ja nilkassa. (Middleditch & Oliver 2005, 227.) Levangie & Norkin (2001, 477) mainitsevat esimerkkeinä lihasten halvaantumisen ja kontraktuurat.

Toiminnallinen pituusero esiintyy tavallisesti lantion tai alaraaja-nilkka kompleksin lihasheikkouden tai jäykkyyden seurauksena. Alaraajan toiminnallista lyhenemistä voi aiheuttaa lantion vinous, lonkan lähentymisen tai koukistumisen kontraktuura, pihtipolvet (genu valgum), länkisääret (genu varum) ja polvien yliojentuminen (genu recurvatum), kumpurajalka (equinovarus) ja jalan takaosan pronaatio. Kwonin ym. (2015, 689) mukaan kantaluun eversion tulee olla yli kolme (3) astetta, jotta se aiheuttaa pituuseroa. Pelkässä toiminnallisessa pituuserossa oireet ilmenevät tavallisesti lyhyemmän alaraajan puolella. Niitä ovat plantaarifaskiitti, säären aitiopaineoireyhtymä, patellofemoraa- linen kipusyndrooma, iliotibiaalisen siteen syndrooma, ipsilateraalinen SI-nivelen kipu yhdistettynä kontralateraaliseen alaselkäkipuun ja sekundaarinen psoasiitti. (Caselli & Rzonca, 2002.) Myös kävelyn muutokset, kuten tasapainon heikentyminen, voivat olla pituuseron seurausta (Kwon ym. 2015, 689). Toiminnallinen lyhyt alaraaja, joka on sekundaarinen pronaatiolle, ilmenee lantion vinoutena. Saman puolen suoliluun harju on alempana, mutta tulee samaan tasoon kun alempi nilkkanivel asetetaan neutraaliin asentoon. Tällaisessa tilanteessa asianmukaisella korotuksella varustettu ortoosi on tarpeen korjaamaan pituuseroa. (Caselli & Rzonca, 2002.) Bradeleyn (2015) mukaan toiminnallinen pituusero korjataan vain, jos arviointi antaa siihen aiheutta.

Toinen esimerkki toiminnallisesta alaraajojen pituuserosta voi olla esimerkiksi polven fleksion kontraktuura, joka aiheuttaa alaraajan lyhentymisen samalla puolella. Kun lyhentynyt alaraaja on kuormitusvaiheessa, normaali alaraaja on suhteellisesti liian pitkä heilahtakseen normaalisti. Tällöin kompensatiomekanismi alaraajojen pituuksien tasaamiseksi on tarpeellinen, jotta heilahtava alaraaja mahtuu heilahtamaan osumatta alustaan. Pidemmän alaraajan lyhentäminen voidaan toteuttaa useammalla eri tavalla. Yksi tapa lyhentää alaraajaa on lisätä fleksiota lonkassa, polvessa ja nilkassa enemmän, kuin mitä tavallisesti on tarpeen. Muita tapoja ovat lonkan kohottaminen tai alaraajan tuominen eteen ulkokautta. Alaraajan lyhentämisen sijaan henkilö voi kompensoida tilannetta lantion rotaatiolla tai tiltillä. (Levangie ja Norkin 2001, 477.)

Yksin tai yhdessä edellä mainitut pituuserotyypit voivat aiheuttaa joko suhteellisen tai todellisen alaraajan lyhentymisen (Levangie ja Norkin 2001, 477). Lisäksi Bradeley (2014, 2015a) mainitsee näennäisen alaraajojen pituuseron (apparent leg length discrepancy). Sitä ei korjata korotuksella, vaan manipulaatiolla. Hänen mukaansa tämä harvinaisempi pituuserotyyppi on trauman aiheuttama. Esimerkiksi kaatumisen aiheuttama isku SI-niveleen voi aiheuttaa niveltä tukevien ligamenttien löystymistä, jonka seurauksena saman puoleinen suoliluu voi jäädä eteenpäin kiertyneeseen asentoon (Timgren 2015). Tämä tila näyttää siltä, että henkilöllä olisi pituuseroa, vaikka sitä ei todellisuudessa olisikaan (Bradeley 2015a). Alla oleva taulukko 1 on mukaelma Middleditchin ja Oliverin (2005, 227) taulukosta, jossa on tiivistetty alaraajoissa ilmenevät muutokset, jotka voivat aiheuttaa rakenteellisen tai toiminnallisen pituuseron.

TAULUKKO 1. Muutokset alaraajoissa, jotka voivat aiheuttaa rakenteellisen tai toiminnallisen pituuseron (Middleditch & Oliver 2005, 227)

Lonkka	Polvi	Jalkaterä
Varus & valgus	Varus & valgus	Equinus
Anteversio & retroversio	Fleksion kontraktuura	Jalan etuosan varus & valgus
Fleksion kontraktuurat	Yliojentuminen	Jalan takaosan varus
Osteoartriitti		

Caselli & Rzonca (2002) nostavat esille myös ympäristötekijät, kuten kaltevat juoksupinnat ja kuluneiden kenkien käytön. Ne voivat luoda tilanteen, joka jäljittelee alaraajojen pituuseroa. Nämä ympäristötekijät voivat joko voimistaa tai korjata rakenteellisia ja toiminnallisia pituuseroja riippuen siitä, kuinka henkilö juoksee annetulla pinnalla. Ympäristötekijöistä johtuva epäsymmetria korjataan hankkimalla asianmukaiset jalkineet ja muuttamalla juoksualustaa. Myös Kulmalan (2015, 7) mukaan kengät ovat potentiaalinen tapa vaikuttaa liikkumiseen ja kuormittumiseen. Hän kuitenkin muistuttaa, että jalkineiden vaikutus alaraajoihin ja niiden biomekaniikkaan on yksilöllinen, riippuen yksilön rakenteellisista ja toiminnallisista tekijöistä.

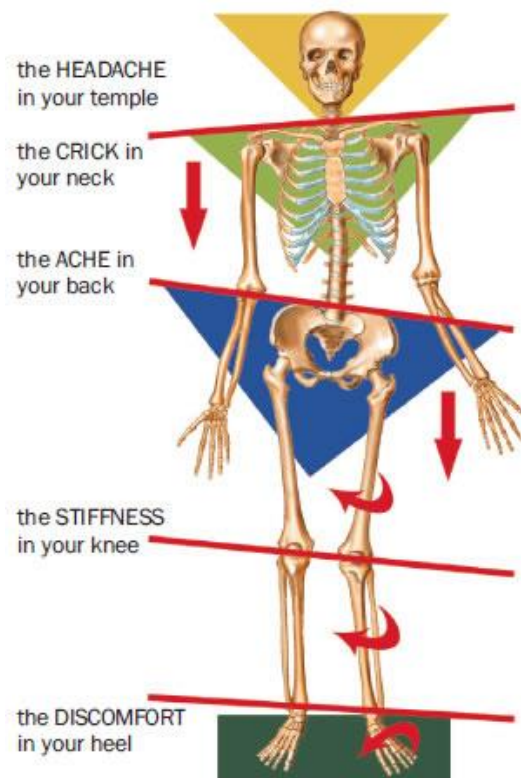
Bradeleyn (2015a) mukaan pituuserotyypit esiintyvät harvoin yksin, sillä esimerkiksi todellisen pituuseron seurauksena pidempään alaraajaan voi kehittyä toiminnallisia muutoksia. Siksi on tärkeää osata erottaa se, mikä pituuserotyypeistä on kaiken taustalla. Sen mukaan määräytyy annettava hoito. Alaraajojen pituuseron hoito riippuu myös siitä, aiheuttaako se asiakkaalle oireita vai ei. Mikäli keho kompensoi pituuseron aiheuttamatta biomekaanista stressiä muille alueille, pituuseron korjaus voi muuttaa asiakkaan kehon biomekaniikan ja aiheuttaa vamman. Mikäli pituusero aiheuttaa oireita, täytyy se korjata, jotta toipuminen pääsee tapahtumaan. (Caselli & Rzonca 2002.) Eri-laisten pituuserotyyppien vaikutusten havainnointi lantion ja alaraajojen monimutkaisten vuorovaikutusten vuoksi voi olla vaikeaa, mikä puolestaan vaikeuttaa korjausmenetelmän valitsemista. Esimerkiksi sakroiliaalinivelen torsio, lantion anatominen epäsymmetrisyys tai lantion yläpuolisten lihasten kireys voivat vaikeuttaa pituuseron vaikutusten havainnointia. (Betsch ym. 2012, 696.)

3 KINEETTINEN KETJU

Alaraajojen pituusero tai virheellinen biomekaniikka voi aiheuttaa ongelmia kineettisessä ketjussa (Betsch ym. 2012, 691; Krawiec ym. 2003, 207). Tässä luvussa esitellään ensin lyhyesti kineettinen ketju. Koska myöhemmin käsiteltävä lantion torsio eli suoliluiden vastakkainen kiertymä tapahtuu SI-nivelissä, olemme käsitelleet tarkemmin lantion ja SI-nivelen toimintaa sekä tuoneet esille oleellisia anatomisia rakenteita. Ristiluun eteen- ja taaksepäin tapahtuvaa liikettä olemme havainnollistaneet tarkoilla esimerkeillä. Tateuchin ym. (2011, 566) mukaan lantion ja SI-nivelen normaalin toiminnan

käsittelyminen kineettisessä ketjussa auttaa hahmottamaan paremmin lantion torsion ilmenemistä ja patologiaa. Heidän mukaansa kineettisen ketjun ymmärtäminen tarjoaa paremman pohjan kehon virheellisten linjausten arviointiin.

Liikkeiden ja liikkumisen suorittaminen vaatii koordinoituja raajojen ja nivelten liikkeitä. Kehon segmenttien ja nivelten täytyy liikkua tietyssä järjestyksessä liikeketjuna tehokkaasti suorituksen takaamiseksi. Näin ollen yhden nivelen liike vaikuttaa koko liikeketjun toimintaan (Kuva1). Liike jalkaterän nivelissä yltää lopulta leukaniveleeseen asti. Kineettinen ketju yhdistää kehon proksimaaliset ja distaaliset osat toisiinsa kuljettaen voimaa ja energiaa ketjua pitkin. (Brukner & Khan 2009, 24; Saarikoski ym. 2012.)



KUVA 1. Suljettu kineettinen ketju (Khoshroo 2014)

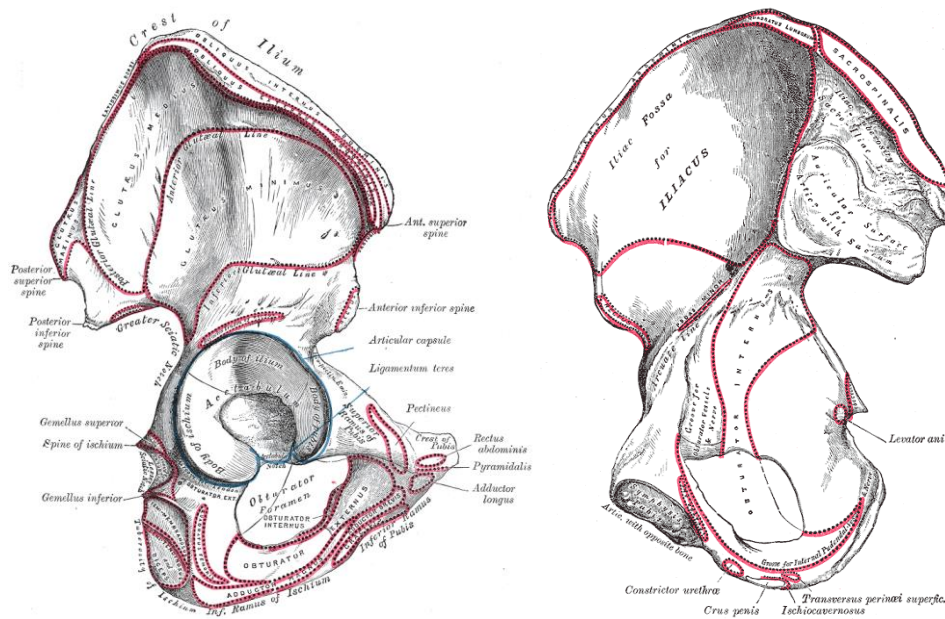
Loukkaantumiset ja adaptaatiot, eli mukautumiset, jossakin kohtaa kineettistä ketjua aiheuttavat paikallisten oireiden lisäksi oireita myös ketjun muissa, usein distaalisisissa osissa. Ne joutuvat kompensoimaan voiman ja energian puutoksen. Tämä ”catch-up” – ilmiö tekee kineettisestä ketjusta tehottomamman. Se altistaa kompensoimaan joutuvat osat liialliselle kuormitukselle ja stressille, jota ne eivät välttämättä pysty käsittelemään turvallisesti. Muutokset liikeketjun toiminnassa altistavat puolestaan sellaisille anatomisille tai biomekaanisille tiloille, jotka voivat muodostua vääränlaisiksi kehon

toimintamalleiksi, alentaa toimintakykyä tai lisätä loukkaantumisen riskiä. (Brukner & Khan 2009, 24.) Kineettisen ketjun toimintoja muuttavia tekijöitä ovat Saarikosken ym. (2012) mukaan lihasten epätasapaino ja kiputilat, alaraajojen poikkeamat (muun muassa pihtipolvet tai lattajalat), nivelvauriot, nivelten liikerajoitukset, yliliikkuvuudet sekä nivelkulumat ja Bradeleyn (2015a) mukana myös alaraajojen pituusero.

Kineettisen ketjun toiminta vaihtelee sen mukaan, onko ketju avoin vai suljettu. Avoimessa kineettisessä ketjussa toimintoa suorittavan kehonosan distaalinen komponentti ei kosketa alustaa tai muuta liikkumatonta objektia. Näin ollen distaalinen segmentti on vapaa liikkumaan. Suljetussa kineettisessä ketjussa distaalinen komponentti on kontaktissa alustan tai liikkumattoman objektin kanssa. Tällöin proksimaalinen segmentti on vapaa liikkumaan. Tämän vuoksi kehon segmenttien vaikutus toisiinsa on pienempi avoimessa liikeketjussa suljettuun liikeketjuun verrattuna. Suljetussa liikeketjussa suoritettavissa liikkeissä stabiloivan lihastyön rooli on myös usein suurempi erityisesti sen nivelen ylä- ja alapuolella, joka suorittaa liikettä. (Koistinen 2005, 24–25; Neumann 2002, 7-8.)

3.1 Lantion toiminta suljetussa kineettisessä ketjussa

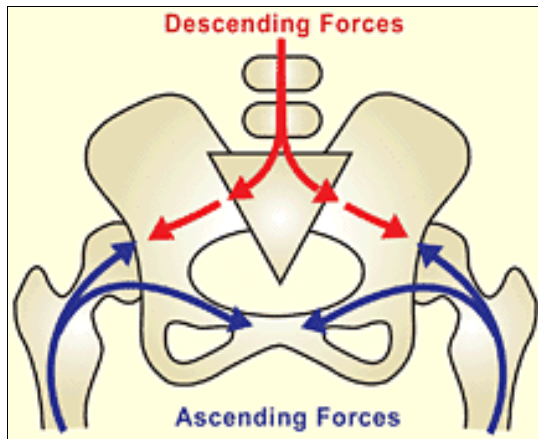
Lantio on tärkeä linkki ylä- ja alavartalon toiminnassa, sekä pystyasennossa että liikkeen aikana (Koistinen 2005, 153). Luinen lantio rengas koostuu kahdesta lonkkaluusta (*ossa coxae*) ja ristiluusta (*os sacrum*). Lonkkaluu (Kuva 2) muodostuu yhteen kasvaneista suoliluusta (*os ilium*), häpyluusta (*os pubis*) ja istuinluusta (*os ischii*) (Oatis 2004, 594). Suoliluun on lonkkaluun superiorinen osa ja muodoltaan viuhkamainen. Suoliluun yläosa on suoliluun harjua (*spina iliaca*), jonka anteriorisesta päästä löytyy SIAS eli suoliluun harjun etuyläkärki (*spina iliaca anterior superior*) ja posteriorisesta päästä SIPS eli suoliluun harjun takayläkärki (*spina iliaca posterior superior*). Näitä ”maamerkkejä” käytetään usein lantion alueen palpaatiossa. Suoliluun harju toimii muun muassa alaraajojen sekä alaselän lihasten ja faskioiden kiinnityskohtana. Istuinluu on lonkkaluun alempi posteriorinen osa, jonka yläpuolella on häpyluu. Lonkkaluut niveltäytyvät toisiinsa anteriorisesti häpyliitoksena (*symphysis pubica*) ja posteriorisesti ne niveltäytyvät ristiluuhen SI-nivelen (*articulatio sacroiliaca*) välityksellä molemmin puolin. (Middleditch & Oliver 2005, 210–212; Schünke ym. 2010, 420, 472; Levine ym. 2012, 3.)



KUVA 2. Oikea lonkkaluu lateraalisesti (vas.) ja mediaalisesti (oik.) (Gray 2000)

Lantio toimii alhaalta ja ylhäältä välittyvien voimien risteyskohtana (Oatis 2004, 594) (Kuva 3) sekä voimageneraattorina, iskunvaimentajana ja tasapainoisena alustana selkärangan toiminnalle, kun sen toiminta on liikekineettisesti optimaalista. Sen varaan voidaan rakentaa tehokas ja vahva vipuvarsisysteemi, mikäli se on dynaamisuuden lisäksi riittävän stabiili ja tasapainoinen. Alustasta tuleva reaktiovoima ja ylhäältä tuleva kehon paino yhdessä ligamenttien kanssa mahdollistavat siis lantion tasapainoisen asennon. Voidaan sanoa, että lantio on liikkeen keskus. Useimmissa arjen toiminnoissa tai urheilusuorituksissa on selän kannalta optimaalista, että toiminta ja liike lähtevät lantiosta. (Koistinen 2005, 142, 153.) Hänen mukaansa voimantuotollisesti tehokas liike alkaa lantion lihasten aktivoitumisesta.

Alustasta välittyä alaraajojen kautta reaktiovoimia, jotka välittyvät lantion kautta selkään. Reaktiovoimat ovat usein suhteellisen suuria. Esimerkiksi kävelyn tukivaiheen aikana lonkkaniveleen kohdistuva reaktiovoima on noin 4-7 kertaa kehon paino (body weight, BW) kun taas heilahdusvaiheessa se on noin 1 BW. Ylhäältä päin tuleva kehon painon muodostama voima välittyy lantion kautta alaraajoihin. Leikkaavia voimia välittyy alaraajojen kautta häpyliitokseen. Ylävartalon painovoimaan vaikuttavat ylävartalon paino, painopisteen sijainti suhteessa lantion tukipisteeseen sekä massan vauhti. (Kapandji 1997, 56; Koistinen 2005, 139, 153–155.)



KUVA 3. Lantion kautta välittyvät voimat (Cohen 2008)

Suurimman kuormituksen kohteeksi joutuvat SI-nivelet sekä lonkkanivelten kantavat nivelpinnat. Alustasta syntyvä reaktiovoima saa aikaan suoliluun kiertymisen taaksepäin. Tähän syynä on reaktiovoiman aikaansaama reisiluun työntyminen acetabulumia vasten, nostaten sen kattoa ylöspäin. Ylhäältä päin tuleva kehon painovoima saa aikaan ristiluussa päinvastaisen liikkeen. Kehon painovoiman vaikutuksesta suoliluu ja ristiluu kiertyvät päinvastaisiin suuntiin toisiinsa nähden SI- nivelen transversaaliakselilla. Suoliluu rotatoituu siis posteriorisesti ja ristiluu anteriorisesti. Oletuksena tälle on, että voimat kulkevat SI-nivelen liikeakselin etupuolella. Myös reisiluun kiertymisellä sisään-päin voi olla merkittävä vaikutus lantion asentoon. Tällöin reisiluusta välittyvä voima saattaa kulkea SI-nivelen liikeakselin takapuolella, jolloin suoliluu pyrkii kiertymään eteenpäin aiheuttaen anteriorisen tiltin. Jos samaan aikaan ylhäältä tuleva kehon painovoiman suunta on liikeakselin etupuolella, niin lannerangan lordoosi korostuu. (Koistinen 2005, 139–142.)

Lantiokorin toimintahäiriöillä ja virheasunnoilla on vaikutusta suljetussa kineettisessä ketjussa sekä ylös- että alaspäin (Koistinen 2005,139). Lantion alueen liikehäiriöt sekä lihasepätasapaino saavat aikaan erilaisia kompensatiomekanismeja. Mikäli kompensatio tai virheellinen toiminta toistuu riittävän usein, se voi aiheuttaa suoran kiputilan tai virheellisen toiminnan toiseen niveleen (Koistinen 2005,155). Esimerkiksi Pool-Goudzwaardin (2003, 16) mukaan lihasten heikkous ja ligamenttien löysyys voi johtaa vähentyneeseen puristukseen SI-nivelessä, vaikuttaen kuorman siirtymiseen negatiivisesti. Puolestaan jatkuva lantion ligamenttien rasitus voi johtaa kipuun.

3.2 SI-niveleen toiminta suljetussa kineettisessä ketjussa

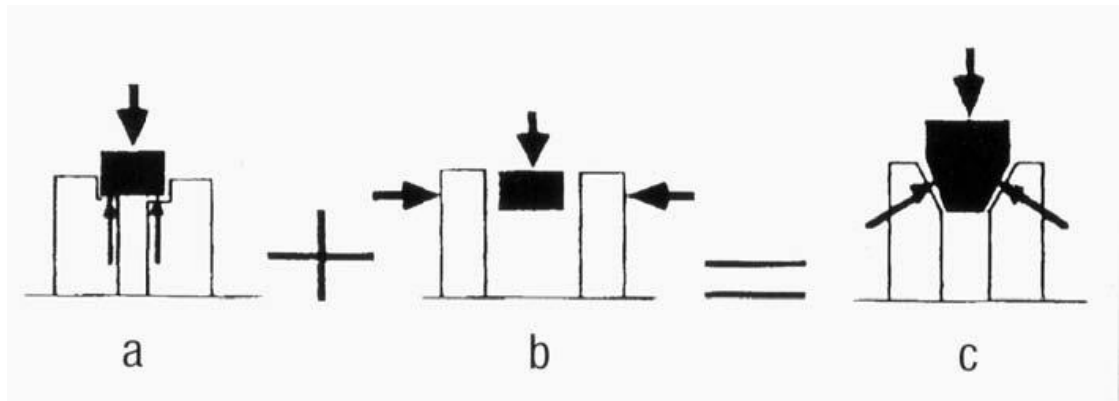
Pystyasennossa tapahtuvan toiminnan aikana SI-niveleen kohdistuu pysty- ja rotaatio-suuntaisia leikkaavia voimia (Koistinen 2005, 170.) SI-nivel eli sakroiliaalinivel muodostuu suoliluun ja ristiluun välisestä synoviaaliliitoksesta (Koistinen 2005, 168) ja se toimii ns. joustosaumana ylhäältä välittyvän kehon painovoiman ja alhaalta välittyvien reaktivoimien välillä. Jousto-ominaisuuden puuttuessa kuormitus lisääntyy alimpien nikamien diskusissa (Koistinen 2005, 170.) Bruknerin & Khanin (2009, 386) mukaan lisääntynyt kuormitus puolestaan lisää iän myötä SI-niveleen nivelpintojen epätasaisuutta. Muutoksia ilmenee jo 20 ikävuoden jälkeen.

Middleditchin & Oliverin (2005, 215) mukaan SI-niveleen päätehtävä on välittää päästä, vartalosta ja yläraajoista tulevia voimia alaraajoihin. Kehon painovoima välittyy L5-nikaman kautta ristiluuhun lumbosakraaliniveleen välityksellä (Oatis 2004, 611) ja siitä eteenpäin istuinkyhmyistä acetabulumiin. Pystysuuntaiset voimat syntyvät reisiluun työntäessä suoliluuta kraniaalisesti ja kehon painovoiman painaessa ristiluuta alaspäin. Nämä suorat pystysuuntaiset voimat stabiloivat SI-nivelteä, sillä ristiluun kiilamaisen rakenteen vuoksi se kiilautuu tiukasti suoliluiden väliin. SI-niveleen kohdistuviin voimiin vaikuttaa lantion alueen lihastasapaino, sillä se vaikuttaa lantion asentoon. (Koistinen 2005, 170.)

3.2.1 SI-niveleen lukitusmekanismit

Kuorman siirtyessä selkärangasta lantioon SI-nivelien kautta on näiden nivelten tehokas stabilisaatio olennaista. Stabiliateetin ylläpitämiseksi tarvitaan lihasten ja ligamenttien aktiivisuutta. SI-niveleen stabilisaatio voi lisääntyä kahdella eri lukitusmekanismilla (Kuva 4). Ensimmäinen keino on lukita nivelpintojen harjut ja urat (Brukner & Khan 2009, 386; Passigli 2008), jolloin ligamentit, luut ja nivelet osallistuvat lukitukseen (Anttila, 2006, 4). Tästä käytetään nimitystä ”form-closure” eli muotolukitus (Kuva 4, a). Se on riippumaton ulkopuolisista voimista. Toinen keino, nimeltään ”force-closure” eli voimalukitus (Kuva 4, b), on lukita nivelet faskiarakenteiden, lihasten ja ligamenttien aiheuttaman puristuksen kautta (Anttila, 2006, 4-5). Voimalukitus tukee SI-nivelten stabiliateettia merkittävästi alueen faskian ja lihasten ristimäisen rakenteen vuoksi. (Brukner & Khan 2009, 386; Passigli 2008; Pool-Goudzwaard 2003, 16.) Vleeming ym.

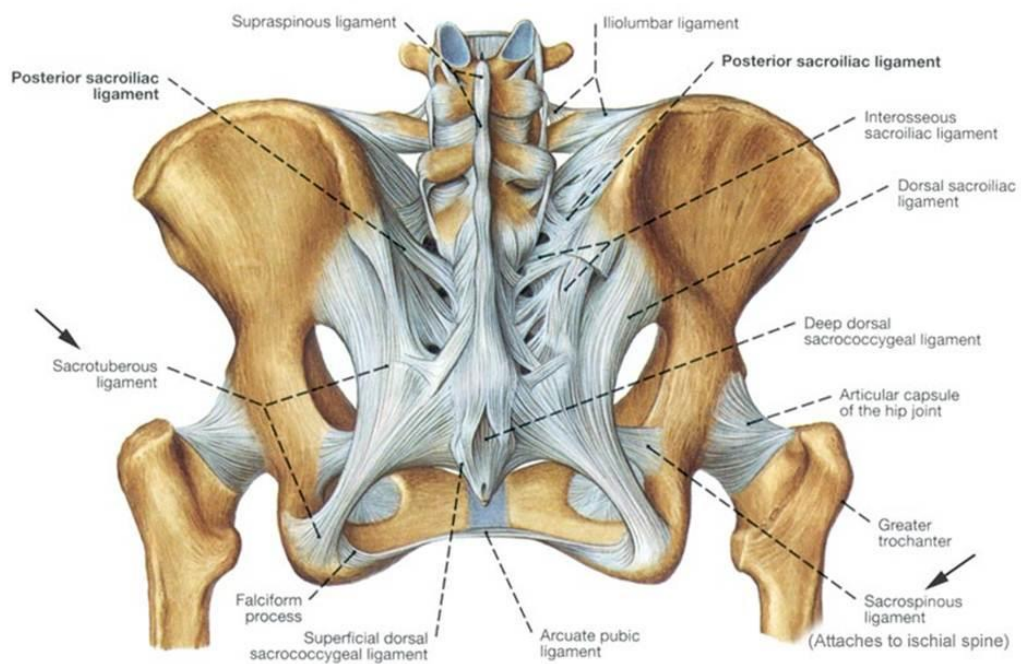
(2007, 195) mukaan motorinen kontrolli ja tuntemukset vaikuttavat kuorman siirtymiseen.



KUVA 4. SI-nivelen stabilointimekanismit; muotolukitus (a) ja voimalukitus (b) (Passigli 2008)

Vleemingin ym. (2007, 210) mukaan yksikään lihas ei liikuta SI-niveltä suoraan, vaan joko lantionpohjan lihasten tai lonkkaluuihin kiinnittyvien lihasten jännittymisen kautta. Kuitenkin lihasten heikkous tai kireys toisaalla voi vaikuttaa SI-niveleen. Vleemingin ym. (2007, 130) mukaan voimalukitukseen osallistuvia lihaksia ovat m. biceps femoris, m. gluteus maximus, m. erector spinae, kontralateraalinen m. latissimus dorsi ja lantionpohjan lihakset, joita ovat Schuenken ym. (2012, 226) ja Mariebin ym. (2013, 344) mukaan useammasta pienestä lihaksesta muodostuva m. levator ani ja m. coccygeus. Pool-Goudzwaardin (2003, 85) ja Middleditchin & Oliverin (2005, 218) mukaan m. transversus abdominiksen ja Vleemingin ym. (2007, 130) mukaan m. multifiduksen supistumisen arvellaan kiristävän merkittävästi SI-niveltä. DonTignyn (2011, 563) mukaan SI-niveltä stabiloivista lihaksista myös m. piriformiksen supistuminen vaikuttaa SI-nivelen liikkeisiin.

Voimalukituksessa avustavat, SI-niveltä stabiloivat ligamentit ovat ihmiskehon vahvimpia. Niihin kuuluvat ristiluun ja suoliluun välinen ristisuoliluuside (*ligamentum interosseus sacroiliaca*), ristiluun-istuinkyhmyside (*ligamentum sacrotuberous*) ja ristiluun-istuinkärkiside (*ligamentum sacrospinale*) (Kuva 5). Muita SI-nivelen stabiloinnista vastaavia ligamenteja ovat anteriorinen ristisuoliluuside (*ligamentum sacroiliaca ventralia*), posteriorinen ristisuoliluuside (*ligamentum sacroiliaca dorsalia*) ja suoliluun-lantieside (*ligamentum iliolumbale*). (Koistinen 2005, 171; Middleditch & Oliver 2005, 213.)



KUVA 5. SI-niveltä stabiloivat ligamentit (Sub-4 Biomechanics Academy 2015)

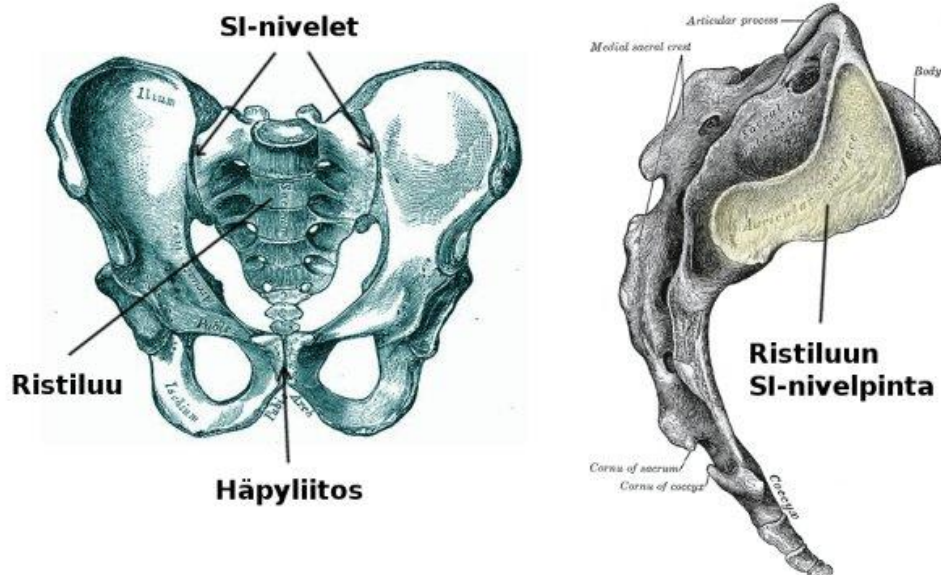
Epänormaali mobiliteetti tai instabiliteetti joko SI-nivelessä tai häpyliitoksessa aiheuttaa usein sekundaarisia stressin aiheuttamia vammoja toisaalle (Oatis 2004, 620). SI-nivelen muoto- tai voimalukituksen toimintahäiriöt voidaan havaita kävelyssä muutoksina, jotka yrittävät vähentää SI-niveleen kohdistuvaa rasitusta. Kompensoimattomassa kävelyssä lantiokori adduktoi liiallisesti tukijalan puolelle ja reisiluu siirtyy lateraalisesti suhteessa jalkaterään niin, että massakeskipiste siirtyy lähemmäksi SI-niveltä, vähentäen vertikaalista leikkausvoimaa. Tämä ilmiö on kompensoimaton Trendelenburgin kävely. Kompensoitu Trendelenburgin kävely voidaan havaita painon siirtyessä lateraalisesti ilmentävän alaraajan puolelle. Tukijalan puoleinen lonkka abduktoituu ja samalla puolella ilmenee lantion lateraalinen tiltti. Tämä toiminta vähentää SI-nivelten läpi kulkevaa vertikaalista leikkausvoimaa. (Middleditch & Oliver 2005, 225–226.)

3.2.2 SI-nivelen liikkeet

Brukner & Khan (2009, 386) kuvaavat SI-nivelen liikkeiden muodostuvan seuraavista liikkeiden yhdistelmästä: fleksio ja ekstensio, superiorinen ja inferiorinen liukuminen, sekä anteriorinen ja posteriorinen siirtyminen. SI-nivelten liike tapahtuu samaan aikaan, kun vartalo taipuu tai ojentuu (Trew, 1997, 189). Askelsyklissä tapahtuu toimintojen

yhdistelmiä, jotka ilmenevät päinvastaisesti oikeassa ja vasemmassa lonkkaluussa, vaikuttaen sekä ristiluuhun että selkärankaan. Lonkkaluun liike suhteessa ristiluuhun on riippuvainen vastakkaisen puolen lonkkaluun liikkeestä (Krawiec ym. 2003, 207.) Askeysklin aikana tapahtuu myös rotaatiomaista liikettä häpyliitoksessa, mikä on keskeistä nivelen normaalin toiminnan kannalta. (Brukner & Khan 2009, 386.)

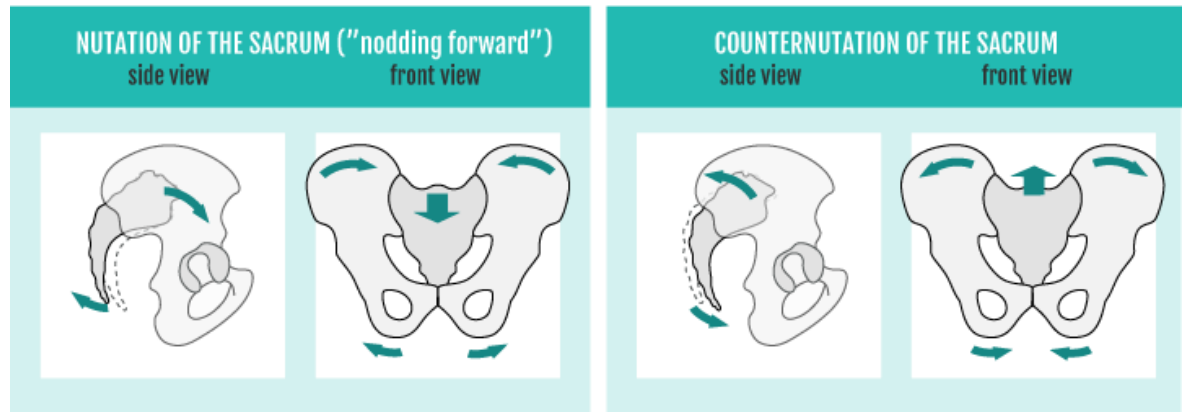
SI-nivelen pääliikkeet tapahtuvat ristiluun välityksellä. Ristiluu (Kuva 6) koostuu viidestä yhteen luutuneesta ristinikamasta ja on muodoltaan kiilamainen anteroposteriorisesti sekä kraniaalis-kaudaalisesti. Sivusta katsottuna ristiluu on bumerangin muotoinen. Ristiluun nivelpinta koostuu hyaliinirustosta, jonka paksuus on noin 1-3 millimetriä. Nivelpinta sijoittuu S1-S3 -tasolle, joista S1 on kraniaalinen segmentti ja S2-S3 kaudaalinen segmentti. S2-S3 -segmentin ollessa laajempi, on siinä Koistisen (2005, 169) mukaan enemmän mobiliteettia ja se on näin ollen toiminnallisesti tärkeämpi. S1 -segmentti on vertikaalisessa ja S2-S3 ovat anteroposteriorisessa linjassa, jolloin nivelpinta näyttää L-kirjaimen muotoiselta. SI-nivelen liikeakseli sijoittuu näiden kahden, kraniaalisen ja kaudaalisen, segmentin väliin (L-kirjaimen kulmaan). Lonkkaluun SI-nivelpinta sijaitsee posterosuperiorisesti lonkkaluun keskustaan nähden ja on ristiluun tavoin L-kirjaimen muotoinen. (Koistinen 2005, 168-169; Middleditch & Oliver 2005, 211; Oatis 2004, 599.)



KUVA 6. Ristiluu (Maaranen 2015)

SI-nivelen pääliikkeitä ovat ristiluun anteriorinen rotaatio sekä posteriorinen rotaatio suhteessa suoliluihin. Ristiluun anteriorisesta rotaatiosta käytetään nimitystä *nutaatio* ja

posteriorisesta rotaatiosta nimitystä *vastanutaatio* (Vleeming ym. 2007, 115) (Kuva 7). Bruknerin & Khanin (2009, 386) sekä Trewn (1997, 189) mukaan nutaatio tarkoittaa ajoittaista pyörivän objektin sisällä kulkevan akselin kaltevuuskulman vaihtelua. Ilmiö on sama kuin maapallon pyörimisakselin kaltevuuskulman muuttuminen.



KUVA 7. Nutaatio ja vastanutaatio (Sutherland 2015)

Schünke ym. (2010, 422) sekä Trew (1997, 189) mainitsevat, että SI-nivelen rotaatioliikkeitä ei tapahdu lihasaktiivisuuden seurauksena vaan silloin, kun mekaaninen voima, joka kuormituksessa kulkee lannerangan läpi, vaikuttaa ristiluun tyveen. Nutaatio ja vastanutaatio esiintyvät kuormitustilanteissa, esimerkiksi kävelyn aikana tai kuormaa kantaessa (Trew 1997, 189.) Kuormitusvaiheen aikana ristiluu rotatoituu eteenpäin vinolla akselilla ja saavuttaa maksimaalisen asennon keskitukivaiheessa (esimerkiksi oikean puolen rotaatio oikealla vinolla akselilla, oikean puolen keskitukivaiheen aikana) ja lopputukivaiheen aikana se alkaa kääntyä vastakkaiseen suuntaan (DonTigny 2011, 563.) Pool-Goudzwaardin (2003, 19) mukaan ristiluun nutaatiota tapahtuu esimerkiksi siirryttäessä makuulta istuma- tai seisoma-asentoon.

Trewn (1997, 189) mukaan lantion anteriorisen ja posteriorisen rotaation laajuus suhteessa ristiluuhun on pieni SI-niveltä tukevien vahvojen ja tiukkojen ligamenttien vuoksi. Levinen ym. (2012, 3) mukaan rotaatiota ilmenee noin 2.5 astetta ja siirtymää 0.7 millimetriä. Trew (1997, 189) mainitsee, että nutaatio on lannerangan fleksion aikana keskimäärin yksi (1) astetta, kun taas vastanutaatio on yksi (1) astetta ekstension aikana. Liikkeen suunta vaihtelee yksilöiden välillä, joissakin tapauksissa fleksion yhteydessä ilmenee nutaatio ja joissakin vastanutaatio. Koistinen (2005, 170) kertoo, että kuormituksen aikana liukuma on noin kaksi (2) millimetriä ja rotaatio noin 2-5 astetta. Liike on hyvin pieni, mutta tärkeä.

Rotaatioliikkeiden lisäksi SI-nivelessä tapahtuu liukuliikettä (DonTigny 2001, 561). Middleditchin & Oliverin (2005, 220) mukaan nutaation aikana ristiluu liukuu inferoposteriorisesti nivelpintaan nähden. Nivelpinnan epätasainen muoto, sekä Anttilan (2006, 5) mukaan interosseus- ja sakrotuberaaliligamentit rajoittavat sekä nutaatiota että liukumaa. Vastanutaation aikana ristiluu liukuu nivelpintaan nähden anterosuperiorisesti (Middleditch & Oliver 2005, 220). Näitä liikkeitä rajoittaa posteriorinen sakroilialiligamentti (Anttila 2006, 5). Lantio on suhteellisen epästabili vastanutaation aikana, sillä vahva nivelpintojen välinen interosseus- ligamentti ei ole tällöin tiukalla. Tällöin kuorman siirtämiseen ylävartalosta alaraajoihin vaaditaan hyvää motorista kontrollia. Nutaation aikana SI-nivel on kompressiossa, jolloin kuorman siirtäminen on optimaalisempaa. (Middleditch & Oliver 2005, 220, 223; Schünke ym. 2010, 422.)

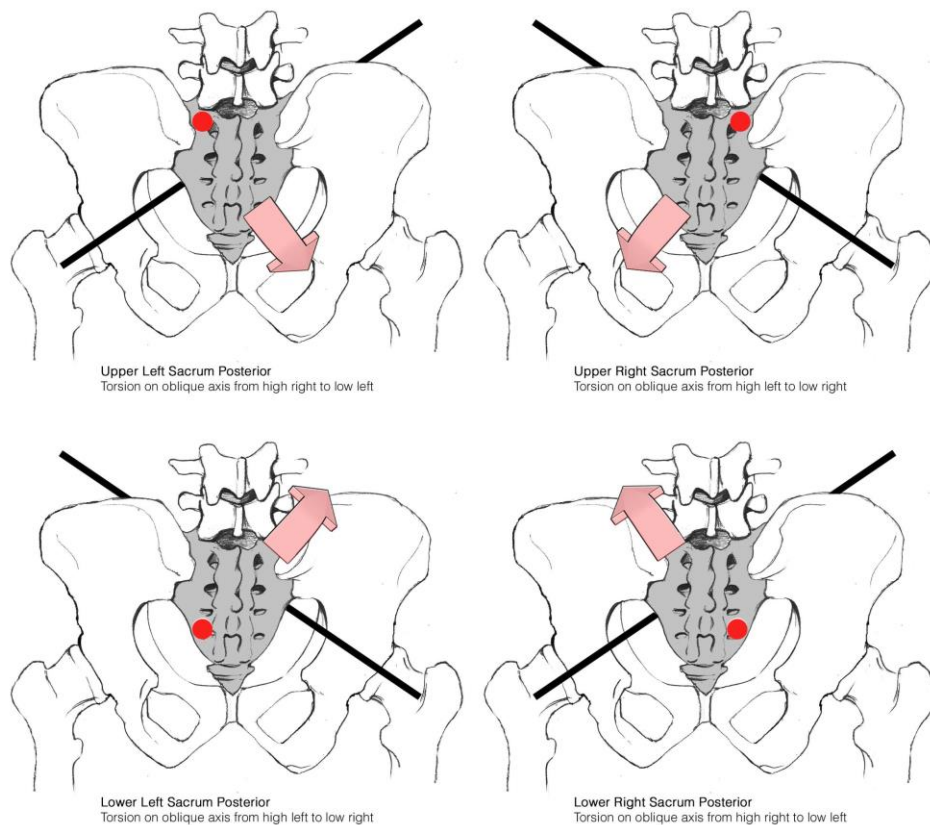
Pystyasennossa voimien suunta suhteessa SI-nivelen liikeakseliin vaikuttaa myös ristiluun ja suoliluiden väliseen liikkeeseen. Kun vartalon painovoimalinja kulkee SI-nivelen liikeakselin etupuolella, pyrkii ristiluu ylhäältä välittyvien voimien seurauksena rotatoitumaan anteriorisesti. Mikäli samaan aikaan alustasta välittyvän reaktivoiman suunta on liikeakselin takapuolella, niin ristiluu pyrkii entistä horisontaalisempaan asentoon lisäten lannerangan lordoosia. (Koistinen 2005, 140.)

Oatoksen (2004, 596) mukaan liike SI-nivelissä on symmetristä tai epäsymmetristä. Lonkan symmetriset liikkeet saavat aikaan symmetrisen liikkeen SI-nivelissä. Symmetrisessä liikkeessä, esimerkiksi molempien lonkkanivelten fleksiossa, suoliluut liikkuvat saman verran samaan suuntaan suhteessa ristiluuhun. Ristiluu nutatoi, mikä aiheuttaa suoliluiden lähentymisen ja istuinluiden välisen etäisyyden kasvamisen. Bilateraalinen lonkan ekstensio taas aiheuttaa SI-nivelessä vastanutaation. Epäsymmetrisessä liikkeessä on kyse suoliluiden vastakkaisesta liikkeestä suhteessa ristiluuhun. Se ilmenee esimerkiksi staattisessa yhden jalan seisonnassa kävelyn aikana. Epätasapainoiset voimat aiheuttavat epäsymmetrisiä ja vastakkaisia liikkeitä SI-nivelissä, aiheuttaen lantion torsiota, johon liittyy aina liike häpyliitoksessa. (Oatis 2004, 618-620.)

DonTigny (2011, 563) esittelee biomekaanisessa tutkimuksessaan kaksi vinoa akselia, joiden ympärillä ristiluu rotatoituu vinosti. Tätä tapahtuu lantion liikkeen ollessa epäsymmetrisiä, esimerkiksi askeleen ottamisen aikana. Tukijalan puoleinen suoliluu kään-

tyy posteriorisesti kääntäen ristiluuta kaudaalisesti, kun taas heilahtavan alaraajan puoleinen suoliluu kääntyy anteriorisesti vaikuttaen ristiluuhun päinvastaisesti. Suoliluiden vastakkainen kiertyminen aiheuttaa ristiluun lateraalisen ”kallistumisen” kohti tukijalan puolta. Tämä luo ristiluuhun sen läpi kulkevan vinon akselin (oblique axis) (Kuva 8), joka on riippuvainen siihen vaikuttavista voimista.

Ristiluu on epävakaata ollessaan vinossa. Painovoiman muodostama linja kulkee vinon akselin etupuolella, joten ristiluu kääntyy vinolla akselilla anteriorisesti S1-segmentin kohdalta heilahtavan alaraajan puolella ja posteriorisesti S3-segmentin kohdalta tukijalan puolella. Tämä aiheuttaa ylävartalon vastakkaisen kiertymisen kuormituksesta aiheutuvien voimien vähentämiseksi tukijalan puolella. Jotta lantio olisi taas symmetrinen keskitukivaiheessa, ristiluun tulee kiertyä takaisin päin kohti normaalia asentoa. Se saadaan aikaan, kun m. piriformis ja m. gluteus maximuksen sakraalinen kiinnityskohta aktivoituvat yhdessä sakrotuberaaliligamentin kanssa. (DonTigny 2011, 563.)



KUVA 8. Sakraaliset torsiot vinolla akselilla. Oikea vinoakseli vasemmalla ylhäällä ja oikealla alhaalla, vasen vinoakseli oikealla ylhäällä ja vasemmalla alhaalla (Haines 2013)

SI-nivelen normaalista poikkeava toiminta voi liittyä alaraajojen pituuseroon ja johtaa lannerangassa ilmeneviin kompensatioihin. Pituusero ja vartalon epäsymmetriat yhdistetään epätasaiseen kuormittumiseen, joka luo pohjan lihasepätasapainon muodostumiselle. Siitä voi seurata muun muassa heikkoutta ja puutumista alaraajoihin sekä määrittelemättömiä kipuja. Useissa eurooppalaisissa koulukunnissa on havaittu pituuseron ja SI-nivelten epänormaalin asennon korjaamisen auttavan selkävaivoihin. (Timgren 2015.)

4 LANTION TORSIO

Tässä luvussa tutustutaan lantion kiertymään eli lantion torsioon, joka on suomenkielellä melko tuntematon käsite. Tiedonhakumme aikana havaitsimme, että lantion kiertymällä tarkoitettiin suomenkielellä usein koko lantiokorin rotaatiota, emmekä löytäneet suoliluiden suhteelliselle vastakkaiselle kiertymiselle tarkoitettua käsitettä. Päätimme sen johtuvan siitä, että tämä liikemalli ei ole Suomessa kovin tunnettu. Käsitettä ”lantion torsio” käytettiin vieraskielisessä kirjallisuudessa tarkoittamaan nimenomaan lonkkaluiden vastakkaista kiertymistä suhteessa toisiinsa sagittaalitasolla. Siksi haluamme käyttää tekstissämme juuri tätä termiä.

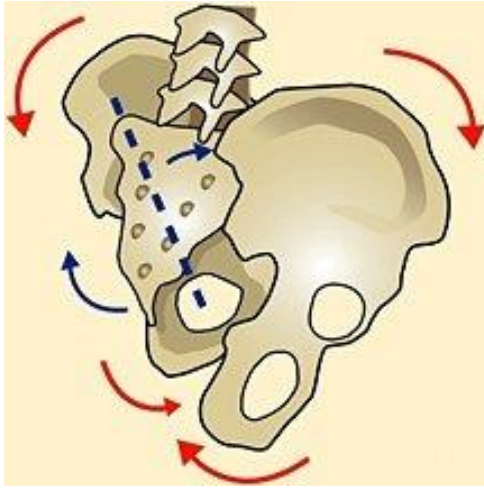
Liiallista lantion liikettä voi tapahtua kaikilla kolmella liikkeen tasolla: sagittaali-, frontaali- ja horisontaalitasolla. Havaittavat, normaalista poikkeavat liialliset tai liian vähäiset liikkeet kertovat lantion epänormaalista toiminnasta. (Perry & Burnfield 2010, 259.) Lantion alueen deviaatioihin liittyvät asentomuutokset arvioidaan suhteessa kehon osan linjaukseen (Trew & Everett 1997, 114-115). Deviaatiolla tarkoitetaan normaalista poikkeavaa rakennetta tai toimintaa (Sanastokeskus TSK ry 2015). MOT Dictionaries (2015) antaa deviaatiolle määritelmät poikkeama, poikkeaminen ja poikkeavuus.

Horisontaalitasolla lantion deviaatiot ovat liiallisia rotaatioita joko eteen- tai taaksepäin. Rotaatio voi olla myös rajoittunut. Normaaliksi rotaation asteluvuksi lasketaan viisi astetta. (Perry & Burnfield 2010, 267-268.) Frontaalitasolla ilmenevistä poikkeamista tunnetaan puolestaan ipsilateraalinen ja kontralateraalinen lantion puoliskon laskeutuminen ja kohoaminen (elevaatio) neutraaliin horisontaalitasoon verrattuna. Tästä tilasta käytetään nimitystä lantion lateraalinen tility. Myös elevaation kohdalla normaaliksi asteluvuksi katsotaan viisi astetta. (Perry & Burnfield 2010, 262-263.)

Sagittaalitasolla tapahtuvista poikkeamista käytetään termejä anteriorinen tiltti ja posteriorinen tiltti, joista anteriorinen tiltti on yleisempi. Tällöin lonkkanivelessä ilmenee tavallista suurempi fleksio, jolloin lantio kallistuu eteenpäin. Sen seurauksena lannerangan normaali kaari korostuu. Posteriorisessa tiltissä lantio kallistuu taaksepäin, jolloin lannerangan normaali kaari puolestaan oikenee. (Perry & Burnfield 2010, 260-262; Kreighbaum 1996, 234-235.)

Kreighbaumin (1996, 234) mukaan lantion linjaus on ideaalinen silloin, kun suoliluun etuyläkäärki (SIAS) ja häpyliitos ovat samassa linjassa frontaalitasolla. Seisoma-asennossa lantiopuoliskojen tulisi olla kallistuneet samaan suuntaan symmetrisesti, jotta lantiokorin toiminta olisi yhtenäistä (Koistinen 2005, 156). Kun koko lantion asento kallistuu sagittaalitasolla joko anteriorisesti tai posteriorisesti, puhutaan lantion tiltistä (Perry & Burnfield 2010, 260-262; Kreighbaum 1996, 234-235). Bradeleyn (2015b) mukaan lantio on neutraalissa asennossa silloin, kun lantio on kallistunut anteriorisesti 8-10 astetta. Hänen mukaansa tämä kallistuskulma on lantiolle hyödyllisin. Perry ja Burnfield (2010, 260) antavat ideaaliseksi asteluvuksi kymmenen astetta normaalin kävelyn aikana. Magee (2014, 656) puolestaan antaa viitearvoksi 11 astetta, joka vaihtelee keskimäärin \pm neljä astetta. Lannerangan lordoosi on normaali silloin, kun SIAS on noin 1-2 sormenleveyden verran alempana kuin suoliluun takayläkäärki (SIPS) (Magee 2014, 566).

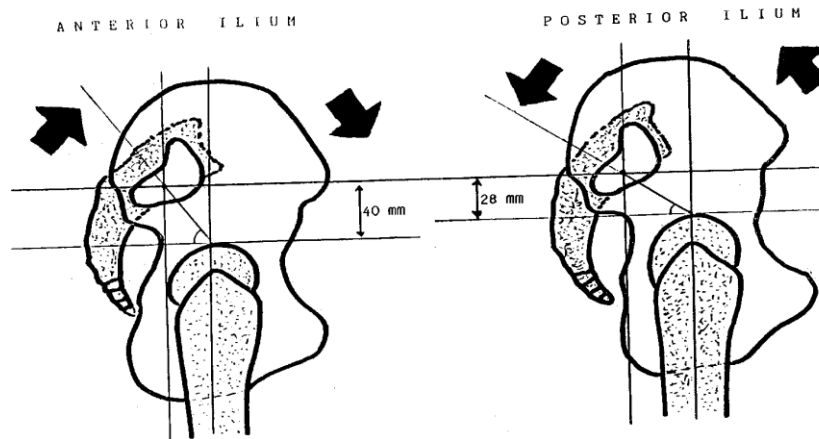
Kun vasemman ja oikean puolen lonkkaluut ovat rotatoituneet vastakkaisiin suuntiin häpyliitoksen läpi kulkevalla vaakasuoralla akselilla, on kyse lantion torsion (Cooperstein & Lew 2009). Young ym. (2000, 219) puolestaan kuvailevat lantion torsion (Kuva 9) olevan suoliluiden välistä rotaationaalista epäsymmetriaa, sagittaalitasolla tarkasteltuna. Toisen puolen lantiosta sanotaan olevan kallistunut enemmän anteriorisesti kuin toisen puolen ja päinvastoin. Schleip (1996) toteaa, että ipsilateraalinen SIAS siirtyy eteen- ja alaspäin sekä usein myös hieman lateraalisesti suoliluun anteriorisen kallistumisen yhteydessä. Posteriorisen kallistumisen yhteydessä liikkeet ovat päinvastaiset. Coopersteinin ja Lewn (2009) mukaan Pitkin ja Pheasant tutkivat tiedettävästi ensimmäisinä lantion torsion ilmenemistä jo vuonna 1936.



KUVA 9. Lantion torsio (LaRochelle 2009)

Knutsonin (2005a, 2005b) mukaan lantion torsio on passiivinen ja rakenteellinen muutos, joka voi ilmetä sagittaalitasolla ja/tai frontaalitasolla. Middleditchin & Oliverin (2005, 221-222) mukaan lonkkaluut rotatoivat molemmin puolin (bilateraalisesti) vartalon fleksion ja ekstension aikana. Tällöin lonkkaluiden välillä ei ole suhteellista liikettä, koska lantio kallistuu kokonaisuutena yksikkönä. Toispuoleinen (unilateraalinen) lonkkaluun rotatoituminen tapahtuu alaraajan fleksion tai ekstension aikana. Alaraajan ollessa ekstensiossa lonkkaluu kääntyy anteriorisesti niin, että lonkkaluun nivelpinta liukuu inferiorisesti lyhyellä ja posteriorisesti ristiluun L-kirjaimen muotoisella pidemmällä nivelpinnalla. Tämä liike tuottaa saman artrokineettisen liikkeen kuin ristiluun vastanutaatio. Alaraajan fleksio kääntää lonkkaluuta posteriorisesti niin, että se liukuu anteriorisesti pitkin ristiluun pidempää ja superiorisesti pitkin sen lyhyttä nivelpintaa. Liike tuottaa artrokineettisesti saman liikkeen kuin ristiluun nutaatio.

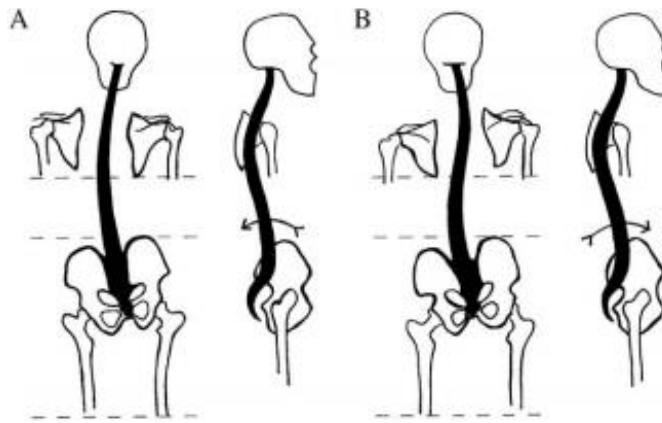
Lantion torsio ei varsinaisesti muuta acetabulummin ja sakroiliaalinivelen välistä etäisyyttä, mutta niiden asento vertikaalisesti suhteessa toisiinsa voi muuttua (Kuva 10). Suoliluun anteriorinen rotaatio lisää SI-nivelen ja reisiluun pään välistä vertikaalista etäisyyttä. Posteriorinen rotaatio puolestaan pienentää tätä etäisyyttä. (Schleip 1996.)



KUVA 10. Suoliluun kallistumisen vaikutus acetabulum ja SI-niveleen vertikaaliseen asentoon suhteessa toisiinsa (Schleip 1996)

On esitetty oletuksia siitä, että tyypillisesti lonkkaluut adaptoituvat anteriorisesti tai posteriorisesti kääntyneeseen asentoon pidentääkseen tai lyhentääkseen toista alaraajaa suhteessa toiseen (Krawiec ym. 2003, 211). Wild ym. (2014) puolestaan totesivat alaraajojen pituuseron aiheuttavan muutoksia lantion torsiossa iästä riippumatta. Coopersteinin ja Lewn (2009) mukaan on tärkeää huomioida mahdollisuus, että lantion torsion suunta voi vaihdella riippuen siitä, onko pituusero alun perin anatominen vai toiminnallinen.

Timgrenin ja Soinilan (2006, 561) mukaan muutamat tutkimukset osoittavat pituuseron ja/tai lantion torsion olevan yhteydessä alaselkäkipuihin. Ristiluu toimii nikamatornin jalustana ja sen kallistuessa selkäranka mukautuu ristiluun liikkeeseen. Suoliluun sekä ristiluun kallistuessa myös alin lannenikama kallistuu, jolloin selkärankaan syntyy asentoa kompensoiva kaari eli skolioosi. Skolioosi voi olla C-muotoinen (kuva 11 A) tai S-muotoinen (kuva 11 B). (Maaranen 2015; Timgren & Soininen 2006.)



KUVA 11. A: C-skolioosi ja B: S-skolioosi (Timgren & Soinila 2006, 562)

Ristiluun kallistuessa kallistuu myös nikamatornin ylin osa, ensimmäinen kaulanikama, atlas. Jos oikea suoliluun harju on koholla, niin silloin atlas on koholla vasemmalta puolelta ja päinvastoin. Tällöin atlaksen ja kallonpohjan väliin jäävä tila pienenee kohonneelta puolelta. Lantion symmetrian palautuessa selkäranka oikenee, mutta atlas jää tästä huolimatta usein kallistuneeseen asentoon ja vaatii kohdistettua mobilisointia symmetrian palauttamiseksi. (Timgren 2015.)

SI-nivelessä on kivulle herkkiä rakenteita. Nivelpintojen välinen poikkeava asento ja venyneet nivelsiteet voivat aiheuttaa kipua alaselkään. Kipu voi myös heijastua esimerkiksi pakarän, nivusen tai alaraajan alueelle. Lantion epäsymmetria ja/tai alaraajojen pituusero saa siis aikaan vääntäviä voimia aina lannerangasta kaularankaan asti. Tämä aiheuttaa toispuolista kuormitusta, joka voi puolestaan aiheuttaa lihasepätasapainoa ja yllirasitukselle tyypillisiä kipuja. (Maaranen 2005; Timgren 2015.) Lantion ollessa torsiossa m. piriformis, psoas-lihakset ja monet muut lihakset rasittuvat ja voivat aiheuttaa lihaskireyttä ja kiputiloja kylkiin, rintarankaan, niskaan, olkapäihin sekä aina pakaraan, reiteen, pohkeeseen ja akillesjänteeseen saakka. (Rintala 2006; Timgren 2015.) Lisäksi voi ilmetä myös raajojen puutumista ja heikkoutta, päänsärkyä tai huimausta, joille ei ole tarkkaa diagnostista syytä. Ristiluun kallistuessa lannerangan alimpien välilevyjen paine lisääntyy toispuolisesti. Näin ollen lantion epätasapaino voi olla altistava tekijä myös diskusprolapsin synnyssä. (Timgren 2015.)

Lantion asennon tasapainottaminen lisäämällä korotusta alaraajan alle helpottaa kipua henkilöillä, joilla on oireita (Timgren & Soinila 2006, 561). Maarasen (2015) mukaan diskusprolapsin aiheuttamat oireet voivat jopa kadota kokonaan, sillä pienikin muutos lantion ja ristiluun asennossa voi vähentää pullistuman aiheuttamaa painetta hermoon.

5 THE `PELVIC EQUILIBRIUM THEORY` - CLIFTON BRADELEY

Tässä luvussa esittelemme Clifton Bradeleyn teorian ja sen mukaisesti neljä erilaista lantion torsion ilmenemismuotoa eli kompensatiomekanismia. Olemme vertailleet teoriaa löytämäämme kirjallisuuteen ja tutkimustietoon. Kirjallisuuskatsauksemme valittujen tutkimusten osalta teoriaa tukevat seikat on kuitenkin esitelty osiossa Tutkimustulokset, otsikon 7.2. alla. Kappaleen lopussa esittelemme Bradeleyn käyttämän uuden lantion digitaalisen kaltevuusmittarin eli inklinometrin (digital pelvic inclinometer, DPI) ja sen avulla suoritettavan kliinisen tutkimusprotokollan.

Clifton Bradeley on entinen huipputasoinen juoksija, jonka ura loppui alaraajojen pituuseron aiheuttaman loukkaantumisen vuoksi. Hänellä on jalkaterapeutina 26 vuoden työkokemus, takanaan 15 000 kliinistä biomekaanista tutkimusta ja arviota liittyen urheiluvammoihin, joiden synnyn hän huomasi seuraavan kerta toisensa jälkeen samaa kaavaa. Näistä kaavoista syntyivät käsitteet ja käsitteistä teoria. (Bradeley 2014.)

Teorian tarkoituksena on tunnistaa lantion alueen kompensatoriset muutokset, jotka voivat luoda vaurioita. Nämä muutokset voivat lisätä loukkaantumisriskiä. Bradeleyn mukaan liike lähtee lantiosta ja lantiokorin kallistuksen asteesta voi päätellä alaraajojen pituuseron. Sen todistamiseksi hän tekee erilaisia tutkimuksia uuden kliinisen protokollan mukaisesti, joka sisältää muun muassa kävelyn analyysin ja korotustestit, joissa tarkastellaan asiakkaan asennonmuutoksia asettamalla erikorkuisia korotuslevyjä vuoroin molempien alaraajojen alle. Usein vastaanotolle tulevalle asiakkaalla on tai on ollut jonkinlainen oire tai vamma, joka toimii lähtökohtana arvioinnille ja sitä seuraavalle tutkimukselle. (Bradeley 2015a.)

Bradeley (2014) määrittelee teoriansa omin sanoin seuraavasti: *“The ‘Pelvic Equilibrium Theory’ focuses on the changes that occur around the innominate bones and sacrum and describes four pelvic adaptations based on forces, which occur around the acetabular and sacral axes. The purpose of these four adaptations is to establish pelvic balance at the expense of symmetry, whilst attempting to maintain a stable upper body CoM.”*

Suomennettuna määritelmä kertoo teorian keskittyvän lonkkaluissa ja ristiluussa ilmeviin muutoksiin ja kuvaavan näihin muutoksiin liittyvää neljää lantion sopeutumismallia, jotka perustuvat acetabularin ja ristiluun akseleilla esiintyviin voimiin. Näiden neljän adaptaation tavoitteena on saada ylävartalon asento optimaaliseksi pystyasennossa. Lantion asennolla, myös torsiolla, siis kompensoidaan alaraajojen pituuseroa, jotta ylävartalo saadaan optimaaliseen asentoon.

5.1 Neljä kompensatiomekanismia

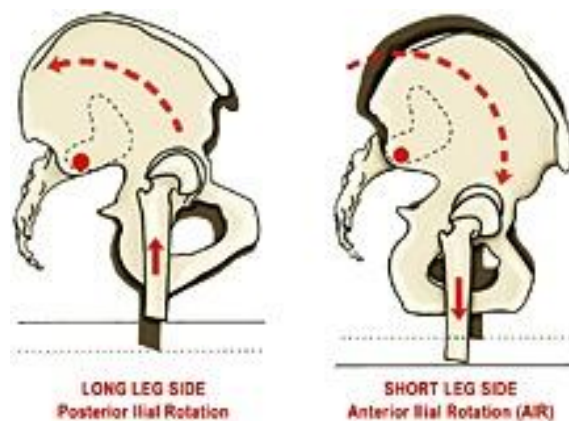
Bradeleyn (2015a) mukaan vammoihin johtavat toiminnalliset polut, jotka kuormittavat kehoa epäsymmetrisesti. Lantio reagoi herkästi alaraajojen pituuseron aiheuttamiin epäsymmetrioihin yrittäen kompensoida niitä. Bradeley käyttää asian yhteydessä ”*essential-T*” - käsitettä. Se tarkoittaa, että keho asettaa etusijalle tasapainon, joka muodostuu kehon massakeskipisteen muodostaman vertikaalisen linjan ja silmien läpi kulkevan horisontaalisen linjan välille.

Koistisen (2005, 142, 153) mukaan alustasta tuleva reaktiovoima ja kehon painovoima vaikuttavat lantion asentoon. Bradeley liittää teoriasa erilaisiin kehotyyppeihin, sillä hän uskoo painovoiman vaikuttavan eri kehotyyppeihin eri tavalla. Tätä ajatusta tukevat Vleeming ym. (2007, 393), joiden mukaan fysiologinen toleranssi kuormituksen kantamiselle on kehotyypistä riippuvaista. He käyttävät näistä kehotyypeistä nimityksiä ektomorfi, endomorfi ja mesomorfi. Ektomorfi on tavallisesti pitkä ja hoikka, endomorfi on ylipainoinen ja yleisesti ottaen voimiltaan heikko, mesomorfi puolestaan on lihaksikas ja vahva. Jokainen kehotyyppi reagoi ja mukautuu painovoimaan eri tavoin. Se johtuu siitä, että erilaisten kehotyyppien lantion asento on erilainen.

Vleeming ym. (2007, 396-397) mainitsevat myös, että epäsymmetrisen kuormituksen korjauksen perustana on ohjata kehonpainon muodostama linja kulkemaan keskeltä kehoa kannan korotuksia käyttäen. Se lisää neuromuskulaarisen järjestelmän voimakkuutta (terveyttä) ja sallii asiakkaan liikkua ja olla aktiivinen samalla suojellen vaurioitunutta aluetta. Heidän mukaansa epänormaalilla biomekaniikalla ja tuki- ja liikuntaelimestössä, etenkin alaselän alueella ennen aikaisesti ilmenevillä rappeuttavilla (degeneratiivisilla) muutoksilla on yhteys. Tämä tukee Bradeleyn (2015b) teoriaa ja kompensatiomekanismien jälkeen esiteltävää uutta kliinistä protokollaa.

Lantion torsio voi ilmetä joko anterosuperiorisesti kääntyneenä lonkkaluuna (A.S ilium) tai posteroinferiorisesti kääntyneenä lonkkaluuna (P.I ilium) (Kuva 12). A.S ilium ilmenee, kun lonkkaluun inkliinaatiokulma on suurempi kuin kymmenen (10) astetta anteriorisesti ($> +10^\circ$). P.I ilium ilmenee, kun lonkkaluun inkliinaatiokulma on pienempi kuin kahdeksan (8) astetta ($< +8^\circ$). Näin ollen P.I iliumin inkliinaatiokulma voi olla sekä positiivinen että negatiivinen, kun taas A.S iliumin inkliinaatiokulma voi olla ainoastaan positiivinen. Bradeley (2015b) pitää oletuksena, että normaali lonkkaluun inkliinaatiokulma on sagittaalitasolla $+8-10$ astetta anteriorisesti. Tällöin ristiluun lumbosakraalinen kulma olisi noin $30-40$ astetta.

Bradeley (2015a) muistuttaa, että kaikki kompensatiomekanismit syntyvät painovoiman ja alustan reaktivoiman välisistä vaikutuksista. A.S ilium ilmenee usein lyhyemmän alaraajan puolella, kun taas P.I ilium ilmenee usein pidemmän alaraajan puolella. Joskus kehon massakeskipiste voi aiheuttaa variaatioita, riippuen kehon asennosta ja massakeskipisteen sijainnista kehon sagittaaliseen keskilinjaan nähden. Esimerkki tällaisesta poikkeuksesta voisi olla yksi kompensatiomekanismeista, single femoral pathway P.I ilium short limb side. (Bradeley 2015b.)



KUVA 12. Pituuseron vaikutus lonkkaluun asentoon (Dalton 2011)

Single Femoral Pathway, P.I ilium long limb side

Näistä neljästä lantion adaptaatiomekanismista tämä muoto on yleisin. Se voi ilmetä vain, jos SI-nivelen liike on riittävä eikä sen ympärillä olevat lihakset ja ligamentit vastusta liikettä (Bradeley 2015b.) Siinä pidemmän jalan puoleinen lonkkaluu kiertyy

posteriorisesti, jotta tasapaino säilyy ja kehon massakeskipisteen ylläpitäminen on mahdollista. Se siis ”kipaa” taaksepäin. Kompensaation tarkoituksena on madaltaa pidemmän alaraajan puoleista lantion puolisko (Kuva 12, vasen kuva).

Alustasta tuleva reaktiovoima painaa reisiluun tiukasti kiinni acetabulumiin, josta työntävä voima kääntää lonkkaluuta posteriorisesti (Bradeley 2015a). Samalla saman puoleisessa acetabulumissa tapahtuu sisäkierto, jolloin koko alaraaja voi olla sisäkierrossa. (Bradeley 2014, 2015b.) Kehon massakeskipiste on sijoittunut painovoiman muodostaman keskilinjän takapuolelle, painaen ristiluuta vastaanutaatioon. Vaikka P.I ilium on mekanismina toimiva madaltamaan pidemmän alaraajan lantionpuolisko, oletuksena on, että se voi myös luoda tuki- ja liikuntaelimistöön muutoksia ja täten johtaa toistuviin, kroonisiin vammoihin. (Bradeley 2015b.)

Tätä kompensatiota tavataan enemmän ektomorfeilla, mutta sitä on myös muilla somatotyypeillä. Bradeley on tehnyt lisäksi havainnon, että tämä kompensatio on yleisin lantion adaptaatio normaalin väestön keskuudessa ja se voidaan havaita myös nuorilla ihmisillä. On todettu, että lapsuusiässä ilmenevät kompensatiot vaikuttavat myös myöhemmin aikuisuudessa. Bradeley uskoo vahvasti, että ryhdilliset muutokset, jotka aiheuttavat kipua aikuisväestössä, ovat syntyneet lapsuuden aikana vuosia aiemmin ennen kuin ne tulevat kivuliaiksi. (2015c.)

Siksi tutkiminen ja oireiden hoito nuorella iällä voisi olla suotavaa, vaikka nykyään monet klinikot eivät halua käyttää korotusterapiaa hoitokeinona lapsen ollessa vielä kasvuiässä. Kantakorotuksia käytettäessä tulee tietenkin kiinnittää suurta huomiota lapsen kehitykseen ja mahdollisiin asentomuutoksiin. Säännölliset tarkastukset ovat tarpeen, jotta voidaan seurata terapian toimivuutta ja estää sitä aiheuttamasta haitallisia biomekaanisia muutoksia. (Bradeley 2014; 2015a.)

P.I ilium long side on korjattavissa ja tulokset usein hyvin havaittavissa. Se voi kuitenkin olla niin voimakas, että se alkaa vaikuttamaan myös toisella puolella lantiota. Silloin vastakkainen lonkkaluu alkaa myös kiertyä posteriorisesti. Tästä voi seurata *double femoral pathway, P.I. ilium both sides*. (Bradeley 2014.)

Double Femoral Pathway, P.I ilium both sides

Tämä muoto voi ilmetä ainoastaan sen jälkeen, kun henkilöllä on jo ennestään taustalla P.I. single femoral pathway, *PI ilium long limb side* tai *PI ilium short limb side*. Kompensaatio on siis alkanut toiselta puolelta ja esiintyy niin voimakkaana, että se kääntää toisenkin lonkkaluun posterioriseen rotaatioon. Tällöin syntyy lannerangan hypolordoosi ja koko lantio työntyy eteenpäin. Tämä aiheuttaa koko kineettiseen ketjuun toimintahäiriön. Adaptaatiota ilmenee eniten endomorfeilla, mutta jonkin verran myös muilla somatotyypeillä. Se ilmenee vuosien kuluessa ja on yleinen yksilöillä, joilla on yliliikkuvat nivelet. Lapsilla se on harvinainen. (Bradeley 2014, 2015c.)

Single Femoral Pathway, A.S ilium short limb side

Kun kehon massakeskipiste on sijoittunut painovoiman muodostaman keskilinjan etupuolelle, se painaa ristiluun tyveä anteriorisesti aiheuttaen ristiluuhen nutaation. Nutaatio syntyy, jos ristiluu on tavallista enemmän anteriorisesti kallistunut. Alustasta tuleva reaktiovoima on puolestaan sijoittunut posteriorisesti painovoiman muodostamaan keskilinjaan nähden, nostaa ristilua ja auttaa näin nutaation muodostumista. Lonkkaluut seuraavat ristilua liikettä ja kiertyvät eteenpäin. (Bradeley 2015a.)

Cooperstein & Lew (2009) havaitsivat systemaattisessa katsauksessaan, että lyhyemmän alaraajan puoleinen lonkkaluu rotatoi useimmiten anteriorisesti vastakkaiseen lonkkaluuhun verrattuna. Se tukee seuraavaa kompensatiomekanismia, *single femoral pathway, A.S ilium short limb side*. Tässä kolmannessa kompensatiomekanismissa lyhyemmän alaraajan puoleinen lantion puolisko on kiertynyt anteriorisemmin pidemmän alaraajan lantionpuoliskoon verrattuna (Bradeley 2014). Sen tarkoituksena on kohottaa lantiota lyhyemmän alaraajan puolella. Tämä on nähtävissä kuvan 12 oikealla puolella. Kohottamisen yhteydessä se saa aikaan ipsilateraaliseen acetabulumiin ulkokierron.

A.S iliumin ilmeneminen vaatii tietynlaiset morfologiset ominaisuudet, esimerkiksi kasvaneen inkliinaation lonkassa. Sitä tavataan eniten mesomorfeilla ja henkilöillä, joiden massakeskipiste on sijoittunut anteriorisesti, kuten esimerkiksi raskaana olevilla. Tämä kompensatiomekanismi on yleinen myös urheilijoiden parissa. Ristilua ja SI-nivelen joustavuus voivat myös olla kompensaation takana. (Bradeley 2014, 2015b.)

Bradeley (2015a) kertoo, että hän on huomannut lantion liiallisen anteriorisen kiertymisen olevan yhteydessä ristiluun ja SI-nivelen joustavuuteen sekä jalkaterän etuosan equinukseen ja kasvaneeseen sakraalin fleksioon. Voimakkaat lihakset, kuten esimerkiksi m. gluteus maximus, vaikuttavat 2. sakraaliseen akseliin. Vahvat alaraajat lyhentävät askeleen tukivaihetta ja aiheuttavat enneaikaisen kannan nousun. Tämän seurauksena syntyy 3. ja 4. metatarsaaliluihin ylikuormitusta ja jopa niiden murtumia sekä pohjeongelmia. (Bradeley 2014.)

Single Femoral Pathway, P.I ilium short limb side

Tämä viimeinen adaptaatiomuoto on näistä harvinaisin. *Single Femoral Pathway, P.I ilium short limb side* tarkoittaa, että lyhyemmän alaraajan puoleinen lonkkaluu rotatoituu posteriorisesti. Bradeleyn (2014) mukaan tätä kompensatiota ilmenee henkilöillä, joilla ylävartalon kehonpaino on suurempi suhteessa alaraajoihin siten, että kehon massakeskipiste on sijoittunut enemmän lyhyemmän alaraajan puolelle. Yhdessä alustan reaktivoiman kanssa ne pakottavat sen puoleisen lonkkaluun kääntymään posterioriseen asentoon.

Cooperstein & Lew (2009) esittivät katsauksessaan oletuksen, että toiminnallisen pituuseron kohdalla lyhyemmän jalan puoleinen ilium rotatoisi posteriorisesti. Bradeley (2015a) on maininnut, että tämän muodon yhteydessä ilmenee lyhyemmän alaraajan polvinivelen lisääntynyt fleksio. Hän myös mainitsee tämän muodon olevan resistentti korotusterapialle. Heidän huomionsa täsmäävät toisiinsa. Lisäksi kirjallisuudessa on mainittu toiminnallisen pituuseron voivan aiheuttaa biomekaanisia poikkeamia lantioon ja alaraajoihin (Middleditch & Oliver 2005, 227), joita ei voida korjata korotusterapialla. (Bradeley 2015c.)

5.2 Digital pelvic inclinometer (DPI)

Digital pelvic inclinometer (Kuva 13) on Sub-4 Technologies -yrityksen kehittämä kliiniseen biomekaaniseen tutkimukseen tarkoitettu käsimittauslaite. Se on suunniteltu lonkan inkliinaatio- eli kaltevuuskulman mittaamiseen ja vahvistamaan oletusta lantion torsioista. Siinä on kaksi liikuteltavaa, sensorisilla tarttumispinnoilla varustettua siipeä,

jotka lisäävät tutkijan proprioseptiikkaa ja mittaamisen tarkkuutta. Ne kääntyvät keskellä sijaitsevasta päärungosta, jossa on digitaalinen kaltevuusastemittari eli inklinometri sekä vesivaaka eli vatupassi. (Sub-4 Technologies 2015.)

DPI:llä mitataan lantion kaltevuusastetta anteriorisessa ja posteriorisessa tiltissä ja sillä voidaan todentaa lantion torsio. Laite mahdollistaa lantiorenkaan asennon ilmaisemisen astelukuna, sen avulla voidaan kirjata todisteet liikuntaelimestön toimintahäiriöistä ja siten myös todisteet asennon korjaantumisesta hoidon jälkeen. Suomessa yleisesti käytössä oleva vesivaakamittari on vastaavanlainen, mutta se ei anna lukemaa vaan ilmaisee ainoastaan, onko lantio suorassa vai vinossa. Seuraava DPI:n kliininen protokolla auttaa todentamaan, onko pituusero anatominen, ilmeinen vai toiminnallinen. Numeerisen arvon (mittarilukeman) sanotaan olevan +ve (positiivinen), jos SIAS on mittauksen aikana horisontaalitasolla alempana kuin SIPS. Arvon sanotaan olevan -ve (negatiivinen), jos SIAS on horisontaalitasolla korkeammalla kuin SIPS. Kliinisesti normaalin lonkan kaltevuuden on raportoitu olevan 8-10 +ve, vaikka erilaiset kehotyypit ja ikä voivat aiheuttaa poikkeuksen tai vaihtelun näihin lukuihin. (Bradeley 2015b; Sub-4 Technologies 2015.)

Ymmärtämällä lonkan ja ristiluun toiminnan tutkija voi vahvistaa eron anatomisen, ilmeisen ja toiminnallisen pituuseron välillä; suorittaa lantion asennon korjauksen ja ymmärtää ilman skannausta, mikä rooli lantion toiminnalla on kineettisessä ketjussa. DPI tallentaa tiedon pienen kolmikulmaisen kiihtyvyyssmittarin kautta, joka on kiinnitetty pieneen elektroniseen alustaan. Kiihtyvyyssmittari mittaa painovoiman staattista kiihtyvyyttä kolmesta suunnasta. Elektroninen laite käyttää tätä tietoa laskeakseen lantion kaltevuuskulman. Tämä tieto näkyy numeerisessa muodossa nestemäisellä kristallinäytöllä (LCD). (Bradeley 2015b; Sub-4 Technologies 2015.)



KUVA 13. Digitaalinen lantion inklinometri (Oma kuva)

Tutkija asettaa molempien käsien peukalon ja etusormen DPI:n kummankin liikkuvan siiven päässä olevalle kädensijalle niin, että etusormet ottavat palpoidessa tuntuman suoliluun etu- ja takayläkärkiin. Tutkija liikuttaa etusormiaan suoliluun harjujen uloimpien kohtien yli, kunnes tuntee niiden kärjet ja asettaa DPI:n näitä kohtia vasten (Kuva 14). Sitten hän suorittaa mittauksen ja lukee näytöltä inkliinaatiokulman. Ero näiden pisteiden välillä vahvistaa lantion torsion. (Bradeley 2015b; Sub-4 Technologies 2015.)



KUVA 14. Vasemman lonkkaluun inkliinaatiokulman mittaaminen (SIPS-SIAS) digitaalista lantion inklinometriä käyttäen (Bradeley 2015b)

5.3 Bradeleyn kliininen tutkimusprotokolla

Tämän osion tavoitteena on esitellä uutta kliinistä tutkimusprotokollaa. Sen avulla on mahdollista havaita lantion tasolla tapahtuva adaptaatio, joka lisää ymmärrystä lantion toiminnasta. Tavoitteena on korjata virheellinen asento niin, että asiakkaan massakeskipiste kulkisi kehon keskeltä painovoiman vaikuttaessa kehoon tasaisesti, epäsymmetriaa aiheuttamatta. Laittamalla korotus lyhyemmän alaraajan alle korjataan asentoa frontaalitasolla. Samalla korjaantuu lonkkaluiden asento sagittaalitasolla ja lantion torsion pitäisi vähentyä.

Bradeleyn (2015a) mukaan kehoa tulee tarkastella kokonaisuutena, eikä tutkia vain jalkaterässä tapahtuvia biomekaanisia muutoksia. Hänen mukaansa pohjallisilla vaikuteetaan proprioseptiikkaan. Kun jalkojen asento muuttuu, siitä välittyy viesti aivoille. Lihakset, jänteet ja nivelet alkavat adaptoitua uuteen asentoon ja uuteen tapaan liikkua. Kun keho oppii uuteen liikkumistapaan, liikkeestä tulee luonnollinen. Pituuseron ja lantion torsion hoitamisessa ei ole kyse pelkästään jalkaterien asennon muuttamisesta, vaan adaptaatioista koko kineettisen ketjun alueella. Bradeley uskoo, että biomekaanisen arvioinnin ensisijaisena tavoitteena pitäisi olla ristiluun tyven tasaaminen frontaalitasolla.

Vleeming ym. (2007, 393) antaa epäsymmetrisen kuormittumisen onnistuneelle arvioinnille kaksi pääperiaatetta, joista toinen kuuluu seuraavasti: ”Huomio pitäisi kohdistaa ylikuormituksen biomekaniikkaan ja dynamiikkaan liian tarkan kivun ilmenemiskohdan määrittämisen sijaan. ”Pitäisi siis määrittää ne epänormaalit, tai liialliset, usein epäsymmetriset alhaalta tai ylhäältä tulevat kuormat, jotka yhtyvät ja kulkevat vioittuneen alueen läpi aiheuttaen kipua”. Kulmala (2015, 7) puolestaan toteaa kuormituksen pienentämisen liikkumistyyliä muuttamalla voivan olla potentiaalinen keino vähentää vääränlaista kuormitusta ja sen aiheuttamia kiputiloja.

Tiedot tässä osiossa perustuvat vierailuumme Bradeleyn yrityksessä (Sub-4 Health) ja siellä tekemiimme muistiinpanoihin. Kuvaamme tekstissä hänen tekemänsä tutkimusmenetelmät niin kuin vierailumme aikana opimme ja näimme. Varmistaaksemme, että tiedot tässä osiossa ovat oikein, lähetimme tämän osion englanninkielisenä toimeksiantajamme tarkastettavaksi ennen opinnäytteen julkaisua. Lisäksi olemme lisänneet tietoa kirjallisuudesta ja tutkimusartikkeleista tutkimusprotokollan kumoamiseksi ja tukemiseksi.

5.3.1 Staattinen tutkimusosio

Esitiedot ovat oleellisesti osa tutkimustilannetta. Niissä kiinnitettiin huomiota etenkin liikkumiseen, liikunnan harrastamiseen, kipuihin sekä muihin oireisiin tuki- ja liikuntaelimistössä, etenkin alaselän, lantion ja alaraajojen alueella. Usein tarkastettiin myös kenkien kuluminen, mahdolliset aiemmat pohjalliset ja aiemmat havainnot pituuserosta ja muista tuki- ja liikuntaelimistön ongelmista. Kenkien epätasaisesti kulumisesta saa jo vihiä mahdollisesta pituuserosta ja siitä, kumpi puoli on lyhyempi ja kumpi pidempi. (Bradeley 2015a.)

Bradeleyn kliininen tutkimusosio muodostuu kahdesta osasta. Ensin suoritetaan staattinen toiminnallinen osio (static functional trial), jonka jälkeen siirrytään dynaamiseen toiminnalliseen osioon (dynamic functional trial). Niillä pyritään havainnoimaan lantion reaktioita määritelyyn korotukseen nähden. (Bradeley 2015c.)

Pituuseron ja lantion torsion tutkiminen alkoi staattisella osiolla. Ensiksi havainnoitiin asiakkaan **ryhti** asiakkaan ollessa seisoma-asennossa. Bradeley tarkasteli ryhdin sekä edestä, takaa että molemmilta sivuilta. Tätä seurasi palpoinni kehon luisia maamerkkejä apuna käyttäen. Ennen kuin asiakkaan alaraajojen alle asetettiin korotuslevyjä, mitattiin DPI:llä lantion torsio tasaisella alustalla. Ennen jokaista mittausta asiakas ohjattiin seisomaan hartioiden levyiseen seisoma-asentoon, kurkottamaan kolmesti eteenpäin varpaita kohti ja nostamaan sitten kädet rintakehän päälle. Lähtöarvoiksi saadut asteluvut merkittiin ylös tutkimuslomakkeeseen. (Bradeley 2015a.)

Tämän jälkeen ensin asiakkaan toisen alaraajan alle asetettiin yhdeksän (9) millimetrin paksuinen **korotuslevy**. Asiakas toisti eteentaivutukset ja käsien nostot rintakehälle, minkä jälkeen mitattiin DPI:llä asteluvut, jotka merkittiin ylös. Sama toistettiin korotuslevy toisen alaraajan alla. Korotuslevyn paksuudeksi on valikoitunut yhdeksän (9) millimetriä siksi, että sillä saadaan tuotettua riittävän suuri alaraajojen pituusero lantion kompensatiomekanismin havainnoimisen helpottamiseksi. Casellin & Rzoncan (2002) mukaan alaraajojen pituuseron arviointi korotuksella on melko luotettava hyvän toistettavuutensa ja tarkkojen tulosten vuoksi.

Asiakkaan testatessa **korotuspohjallisia** paikallaan seisten häneltä kysytään, tuleeko hänelle tunne eteenpäin, taaksepäin tai sivulle kallistumisesta, vai ei mitään edellä mainituista. Mikäli asiakas tuntee pohjallisten ohjaavan liikettä eteenpäin viittaa se siihen, että pohjallinen täyttää vaatimuksensa dynaamisena, liikettä eteenpäin vievänä apuvälineenä. Sen lisäksi, että pohjalliset korjaavat pystyasentoa seisoma-asennossa, niiden tulisi myös toimia liikkeessä ohjaten liikkumista oikeaan suuntaan (kävellessä ja juostessa siis eteenpäin). Ennen dynaamisiin tutkimuksiin siirtymistä Bradeley suoritti vielä ns. ”intuitiotestin” ja tarvittaessa tarkempia testejä lihaksiin ja muihin kudoksiin liittyen. Muun muassa Brukner & Khan (2009, 387) suosittavat tutkimaan lihaskireyksiä arvioitaessa epäsymmetristä lantiota. Knutsonin (2005b) mukaan lihaskireydet voivat johtaa lantion torsion kehittymiseen. Myös Fitzgeraldin (2010) mukaan lonkkaluun kiertymää selvittäessä voidaan käyttää apuna spesifejä testejä liittyen alaraajojen pituuteen ja pehmytkudosten kireyksiin.

Tutkimukseen kuuluvan ns. **intuitiotestin** tarkoituksena on selvittää, kuinka korkean korotuksen lyhyemmän alaraajan puolelle asiakas valitsisi omaa kehoaan kuunnellen. Testin aluksi tutkija asettaa lattialle jonoon eri paksuisia (2-10 millimetriä) korotuslevyjä, joiden päälle asiakas astuu vuorotellen oletettavasti (aiemmin tehtyjen mittausten ja palpoinnin perusteella) lyhyemmällä alaraajalla. Asiakkaan on tarkoitus seistä jokaisen levyn päällä hetken aikaa ja tunnustella, minkä korkuinen levy tuntuu parhaimmalta. Bradeley poistui tutkimushuoneesta hetkeksi, jotta asiakas sai rauhassa tehdä valintansa ja ettei tutkijan läsnäolo vaikuttaisi päätökseen. Tänä aikana hän teki oman arvionsa mahdollisen korotuksen tarpeesta ja sen mukaan antoi pohjallisten tekijälle ohjeet pohjallisten valmistusta varten.

Bradeleyn mukaan asiakkaan intuition ja tutkijan ammattitaidon tulisi kohdata. Meidän harjoittelumme aikana hänen vastaanotollaan käyneet asiakkaat valitsivat aina tämän testin kohdalla korotuslevyn, joka erosi Bradeleyn arviosta 0-2 millimetriä. Bradeley painottaa yleisen säännön useimpien asiakkaiden kohdalla olevan, että korotus saa olla maksimissaan puolet pituuseron määrästä. Tämä ajatus on Bomarin (2006) mukaan korotusterapian ”kultainen sääntö”. Caselli & Rzonca (2002) jakavat tämän ajatuksen, mutta he neuvovat laittamaan asiakkaan subtalaarinivelen neutraaliin asentoon ennen korotuksen asettamista.

5.3.2 Dynaaminen tutkimusosio

Kävellessä jokaisen askelsyklin aikana lantioon kohdistuvat voimat vaikuttavat siihen epäsymmetrisesti, aiheuttaen epäsymmetristä liikettä (Oatis 2004, 619-620). Bradeleyn (2015a) mukaan kävelyn tutkimisen, eli dynaamisen tutkimisen tulisi olla pituuseron ja lantion torsion tutkimisen perusta. Myös Vleemingin ym. (2007, 396) mukaan kävelyanalyysi on erittäin tärkeä osa lantion alueen tutkimisprosessia. Heidän mukaansa sen toteuttamisen avain on kehittää kolmiulotteinen ymmärrys anatomiasta ja olla kykeneväinen arvioimaan ylikuormituksen syntymistä ylhäältä alaspäin ja alhaalta ylöspäin.

Dynaamiset tutkimukset aloitettiin kävelymatolta. **Kävelymatolla** havainnoitiin kävelyn biomekaniikkaa, etenkin alaraajojen, lantion ja selän linjauksia ja liikettä sekä mahdollisia kompensatioita. Edellä mainittujen lisäksi Bradeley havainnoi pituuseroa asettamalla kätensä asiakkaan pään päälle katsoen, ”pomppaako” asiakas enemmän ylöspäin toisen alaraajan askeleen aikana. Normaalisti esimerkiksi korkeampi kontakti vasemman alaraajan askeleen aikana kertoo, että vasen alaraaja on oikeaa pidempi. Aina ”pomppaus” ei kerro kuitenkaan pidemmästä alaraajasta, vaan se voi olla myös merkki lyhemmän alaraajan ylikompensaatiosta. Lyhempi jalka ponnistaa luonnollisestikin enemmän kävelyn aikana, mutta joskus kompensatio voi olla liian suuri tarpeeseen nähden. Sitä ilmenee enemmän oikealla puolella luultavasti siksi, että suurimmalla osalla väestöstä vasen alaraaja on oikeaa pidempi. (Bradeley 2015a.)

Liikepalpatio (motion palpation) on myös yksi tutkimusmenetelmä, jolla Bradeley haki tukea tekemilleen havainnoille. Se on nivelten liikkeiden tutkimiseen käytetty menetelmä (Muscolino 2011, 88). Bradeley käyttää menetelmää suoliluiden ja SI-nivelten liikkeiden havainnoimiseen asiakkaan kävellessä kävelymatolla. Muscolinon (2011, 88) mukaan liikepalpointia käytetään erityisesti SI-nivelen tutkimiseen, sillä juuri liikkeen tutkiminen on SI-niveltä tutkittaessa avainasemassa. Vleeming ym. (2008, 128) tukevat Muscolinon ja Bradeleyn ajattelutapaa ja kehottavat kiinnittämään huomiota SI-nivelten liikkeitä tutkittaessa liikkeiden keskinäiseen symmetriaan. Krawiec ym. (2003, 207) painottavat suoliluiden liikkeitä ja asentoa tutkittaessa keskittymään siihen, miten toinen suoliluu on asettunut ja miten se liikkuu suhteessa toiseen.

Bradeley palpoo suoliluita sivusuunnasta, asettamalla toisen käden etusormen ja keski-sormen suoliluun etuyläkärjelle (SIAS) ja toisen käden vastaavat sormet takaylökärjelle

(SIPS). Suoliluiden liikettä verratessa anteriorisemmin suuntautunut liike viittaa lyhyempään alaraajaan, posteriorisemmin suuntautunut liike puolestaan pidempään alaraajaan. Samalla tarkkailtaan, ilmeneekö lyhyemmälle alaraajalle tyypillistä polven ojentumista, ennen aikaista kannannousua tai voimakasta ponnistusta. Pidemmälle alaraajalle tyypillisiä piirteitä ovat polven vajaa ojentuminen, kannannousun viivästyminen, usein suurempi pronaatio ja suoliluun korkeus suhteessa vastakkaiseen puoleen. (Bradeley 2015a.)

Tukea Bradeleyn toiminnalle antaa Oatis (2004, 620), jonka mukaan kokenut klinikkovo voi arvioida manuaalisesti ääriasennon, joka on seurausta suoliluun liikkeestä suhteessa toiseen suoliluuun. Hän ei maininnut esimerkissään liikkeen arviointia, vaan hänen mukaansa arviointi tapahtuu palpoimalla suoliluiden etu- ja takayläkärjet ja vertaamalla niiden näkyvyyttä (prominenssia). Esimerkiksi kun vasen SIAS liikkuu ylöspäin, oikea SIAS ja vasen SIPS tuntuvat selvemmin, kun taas vasen SIAS ja oikea SIPS eivät ole enää niin prominentteja.

SI-nivelen liikepalpointiin on puolestaan kaksi tekniikkaa: bilateraalinen SIPS – palpaatio ja SIPS-ristiluun kyhmy – palpaatio (Muscolino 2011, 88). Ensin mainituksessa peukalot asetetaan molempien SI-nivelten kohdalle tukevasti niin, ettei nivelen liike kuitenkaan asiakkaan kävellessä tai paikallaan marssiessa esty. Näin voidaan havainnoida, kumpi nivelistä on korkeammalla, kumpi mahdollisesti edempänä, ja onko nivelten liikkuvuudessa eroja. Jälkimmäisessä toisen käden peukalo asetetaan SI-niveleen ja toinen peukalo ristiluun kyhmyyn. Tämä tehdään molemmille puolille. Näin voidaan hahmottaa tarkemmin yhden SI-nivelen liikettä kerrallaan ja verrata niitä sitten toisiinsa. (Bradeley 2015a.) Bradeley tekee liikepalpaation myös silloin, kun asiakkaan asennonmuutosta tutkitaan kenkään laitettavan korotuspohjallisen avulla.

Yleisimmin liike SI-nivelessä on laajuudeltaan suurempi pidemmän alaraajan puolella, joka on yleensä posteriorisemmin rotatoitunut. Tällöin SI-nivelen ja lonkkaluun välinen muoto- ja voimalukitus vähenee, koska nivelpinnat eivät nivelly toisiaan vasten hyvin. Rajoittunut liike ilmenee lyhyemmän alaraajan puolella, joka on yleensä anteriorisemmin rotatoitunut. Tällöin voima- ja muotolukitus ovat vahvimmillaan, koska nivelpinnat nivELYvät toisiinsa tiivistä. Jos lyhyempää puolta korotetaan, SI-nivelestä tulee liikkuvampi. Jos korotusta laitetaan pidemmän alaraajan alle, vastakkainen SI-nivel muuttuu jäykäksi. Joskus lyhyemmän alaraajan puoleiseen SI-niveleen syntyy jänteiden ja/tai

ligamenttien hermostoperäinen (neuro-ligamentous) lukitus, jolla se pyrkii stabiloimaan saman puoleista SI-niveltä. Tämä on luultavimmin seurausta vastakkaisen, pidemmän alaraajan puoleisen SI-nivelen liiallisesta liikkeestä. (Bradeley 2015a.)

Kävelytolla tapahtunutta liikkeiden dynaamista havainnointia seurasi **kävelyn tutkiminen tasaisella alustalla**. Asiakkaan omiin kenkiin laitettiin vuorotellen yhdeksän (9) millimetrin korotus. Asiakas käveli kahdesta kolmeen kertaan tutkimushuoneen päästä päähän korotus oikean alaraajan alla, jonka jälkeen hän pysähtyi ja teki eteen- taivutukset sekä nosti kädet ristiin rintakehälle. Tämä tehtiin siksi, että keho ehti tottua uuteen korotuksella aiheutettuun asentoon ja hakea uuden tasapainon. Bradeley mittasi lantion torsion ja kirjasi asteluvut ylös tutkimuslomakkeeseen. Sitten korotus vaihdettiin vasemmalle puolelle ja edellinen toistettiin. Lisäksi asiakkaille tehtiin staattinen ja dynaaminen painemattotutkimus painon jakautumisen havainnoimiseksi. (Bradeley 2015a.)

Tässä kohti Bradeleyn toimintatapaa tukevat Vleeming ym. (2007, 396), jotka toteavat kävelyn analysoinnin paljastavan usein eroja tutkittaessa liikettä ilman korjausta ja korjauksen kanssa. Korotuksen kanssa havaitaan tasaisempi, vähemmän jyrkkä liike puolelta toiselle tapahtuvan painonsiirron aikana. Tasaisempi liike havaitaan etenkin sellaisten asiakkaiden kohdalla, jotka jo seisoma-asennossa tapahtuvan arvioinnin aikana kuvailevat korotuspalan lisäävän mukavuutta. Toisin sanoen epätasainen kuormittuminen näkyy kävelyssä lantion liiallisena tai epätasaisena liikehdintänä tukivaiheen aikana frontaalitasolla. Tämä puolestaan lisää riskiä vammojen synnylle.

Bradeleyn kehittämä ja käyttämä **tutkimuslomake** itsessään toimii eräänlaisena kaavi- oina, josta voidaan laskea lantion torsion lisäksi molempien suoliluiden liikkuvuudet (innominate range) vertailemalla eri tilanteissa mitattuja astelukuja. Bradeleyn (2015a) mukaan naisilla suoliluiden normaali liikkuvuus sagittaalitasolla on 4-8 astetta ja miehillä 3-7 astetta. Liikkuvuus voi olla suurempi SI-nivelen ollessa epävakaa tai yliliik- kuva. Tutkimuslomakkeesta nähdään myös, miten lantio käyttäytyy pituuseroa aiheut- tamalla ja mihin neljästä edellä mainitusta kompensatiomekanismista asiakas lukeu- tuu. Saatuja astelukuja verrataan lantion kallistuman ”normaalina” pidettyyn arvoon, joka on Bradeleyn mukaan anteriorisesti +8-10 astetta. Suurin arvo, joka poikkeaa nor-

mista, määrittää kompensatiomekanismin. Tähän asti Bradeley on onnistunut lokeroimaan jokaisen kohtaamansa asiakkaan tämän tutkimusprotokollansa avulla. Tutkimuslomake löytyy liitteenä (liite 2) opinnäytetyön lopusta.

6 SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tutkimusmenetelmä, jolla pyritään tiivistämään johonkin tiettyyn aihepiiriin kuuluvien tutkimusten olennainen sisältö (Salminen 2011, 3). Johansson (2007, 4) taas sanoo sen olevan sekundaaritutkimus tarkasti valikoituihin ja rajattuihin olemassa oleviin tutkimuksiin. Salmisen (2011, 3) mukaan systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tekemiselle on useita perusteluja. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan kehittää jo olemassa olevaa teoriaa ja mahdollisesti rakentaa jopa uutta teoriaa. Sen avulla teoriaa voidaan myös arvioida ja kuvata teorian kehitystä historiallisesta näkökulmasta. Kirjallisuuskatsaus antaa mahdollisuuden muodostaa kokonaiskuvan tietystä asiakokonaisuudesta. Se saattaa myös paljastaa aiemmin tehtyjen tutkimusten puutteita ja sitä kautta tuoda esille uusia tutkimustarpeita. (Salminen 2011, 3, 9.)

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen päämäärä on koota yhteen olemassa olevaa tutkimustietoa valitusta aiheesta ja tehdä niiden pohjalta mahdollisimman kattava synteesi. (Pudas-Tähkä ym. 2007, 46). Metsämuuronen (2009, 47) sanoo systemaattisella kirjallisuuskatsauksella olevan kolme selkeää tavoitetta. Ensimmäinen tavoite on minimoida tiedon valikoitumisesta aiheutuva harha keräämällä riittävästi alkuperäistutkimuksia. Toinen tavoite on arvioida kriittisesti alkuperäistutkimusten menetelmien laatua. Kolmantena tavoitteena on päästä hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti ja selkeästi olemassa olevia tutkimustuloksia. Tähän tavoitteeseen päästään kun tutkimustuloksia yhdistellään.

Muiden tieteellisten tutkimustöiden tavoin, systemaattisen kirjallisuuskatsauksen laatiminen edellyttää tarkkaa tutkijaotetta. Kirjallisuuskatsauksen prosessi on suunniteltava ja kuvattava niin, että se voidaan toistaa kuvauksen perusteella. (Metsämuuronen, 2009, 47.) Prosessi voidaan jakaa useampaankin eri vaiheeseen, mutta ne voidaan myös jaotella karkeasti kolmeen vaiheeseen. Ensimmäiseen vaiheeseen kuuluu kirjallisuuskatsauksen suunnittelu, joka ohjaa kirjallisuuskatsauksen etenemistä. Toinen vaihe sisältää katsauksen tekemisen hakuineen, analysointineen sekä synteeseineen. Kolmas on katsauksen raportointi. (Johansson 2007, 5.)

Suunnitteluvaiheessa kartoitetaan olemassa olevia tutkimuksia valitusta aiheesta, arvioidaan katsauksen tarve sekä tehdään tutkimussuunnitelma. Tutkimussuunnitelmasta tulee ilmetä mahdollisimman selkeät tutkimuskysymykset, joita voi olla yhdestä kolmeen. (Johansson 2007, 6.) Täsmällisten tutkimuskysymysten avulla systemaattinen kirjallisuuskatsaus saadaan rajattua riittävän kapealle alueelle, jolloin aiheen kannalta keskeinen kirjallisuus ja tutkimukset tulee huomioitua mahdollisimman kattavasti (Pudas-Tähkä ym. 2007, 47). Tutkimuskysymysten määrittelyn jälkeen valitaan menetelmä kirjallisuuskatsauksen tekoon. Menetelmillä tarkoitetaan tässä tapauksessa esimerkiksi hakutermien sekä tietokantojen valintaa (Johansson 2007, 6). Tutkimusten valinnan avuksi määritellään tarkat sisäänotto- ja poissulkukriteetit, joilla pyritään valikoimaan katsaukseen mukaan mahdollisimman edustava joukko luotettavia tutkimuksia (Metsämuuronen 2009, 47). Nämä kriteerit voivat kohdistua esimerkiksi tutkimuksen kohdejoukkoon, menetelmiin, tuloksiin tai tutkimusasetelmaan (Johansson 2007, 6). Täsmälliset kriteerit ehkäisevät systemaattisia virheitä (Pudas-Tähkä ym. 2007, 48). Katsauksen teon toisessa vaiheessa sisäänotto- ja poissulkukriteereitä apuna käyttäen valitaan tutkimuskysymyksiin vastaavat tutkimukset ensin otsikoiden, seuraavaksi abstraktien, ja sitten kokotekstien perusteella. Katsaukseen valitut tutkimukset analysoidaan laadukuuden mukaan sekä sisällöllisesti tutkimuskysymysten mukaisesti. Viimeisessä vaiheessa raportoidaan katsauksen tulokset, tehdään johtopäätökset ja mahdolliset suositukset. (Johansson 2007, 6-7.) Jos kirjallisuuskatsauksella ei saada vastauksia tutkimuskysymyksiin, voidaan tämä tulkita tulokseksi tutkimustiedon riittämättömyydestä (Johansson 2007, 6).

Olemme hyödyntäneet tutkimuskysymysten määrittämisessä PICO-mallia, josta oli apua myös sisäänottokriteerien määrittämisessä (Taulukko 2). PICO-menetelmällä voidaan tarkentaa kirjallisuuskatsauksen kohdetta: mikä on potilasryhmä tai tutkittava ongelma (P), mikä on tutkittava interventio (I), mihin tai miten interventiota verrataan (C) ja mikä on kiinnostuksen kohteena oleva tulos (O). (Hovi ym. 2011, 37.)

TAULUKKO 2. PICO-menetelmä (mukaelma Pudas-Tähkä ym. 2007, 47-48)

Patient/Problem	Intervention	Comparison	Outcome
P	I	C	O
Kohderyhmä tai tutkittava ilmiö	Tutkittava interventio	Interventioiden vertailu	Lopputulokset tai tulosmuuttujat
Kuka/Mikä?	Mikä/Kuinka?	Mihin/Miten?	Millainen?
Lantion kiertymä	Pituusero (anatominen / korotuspa-loilla aiheutettu)	Pituuseron / korotuksen määrä suhteessa kiertymään	Vaikuttaako pituusero / korotuslantion kiertymään?

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksemme tutkimuskysymyksiksi valikoituivat seuraavat kaksi kysymystä:

1. Miten alaraajojen pituusero vaikuttaa lonkkaluun kiertymään ja päinvastoin?
2. Tukevatko tutkimusartikkelit Bradeleyn teorian esittämiä kompensatiomekanismeja?

6.1 Tiedonhakupolku

Tiedonhaun tarkoituksena on tunnistaa kaikki katsauksen kannalta oleelliset tutkimukset. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tuloksellisuuden kannalta on tärkeää, että tiedonhakupolku dokumentoidaan huolellisesti prosessin mukaisesti, jotta tapahtumat voidaan toistaa myös jonkun toisen tutkijan toimesta. Tällöin kirjallisuuskatsausta voidaan pitää tieteellisesti pätevänä. (Pudas-Tähkä ym. 2007, 50.)

Haku suoritettiin käyttämällä lähinnä Google Scholar ja PubMed-tietokantoja. Teimme aluksi kokeilumielessä hakuja myös seuraavista elektronisista tietokannoista: Academic Search Elite, Science Direct, Cinahl sekä NELLI-tiedonhakuportaali. Parhaimmat hakutulokset saimme käyttämälle PubMed-tietokantaa. Sen kautta pääsimme verkkosivuille, joissa oli linkit tutkimusten koko teksti versioihin.

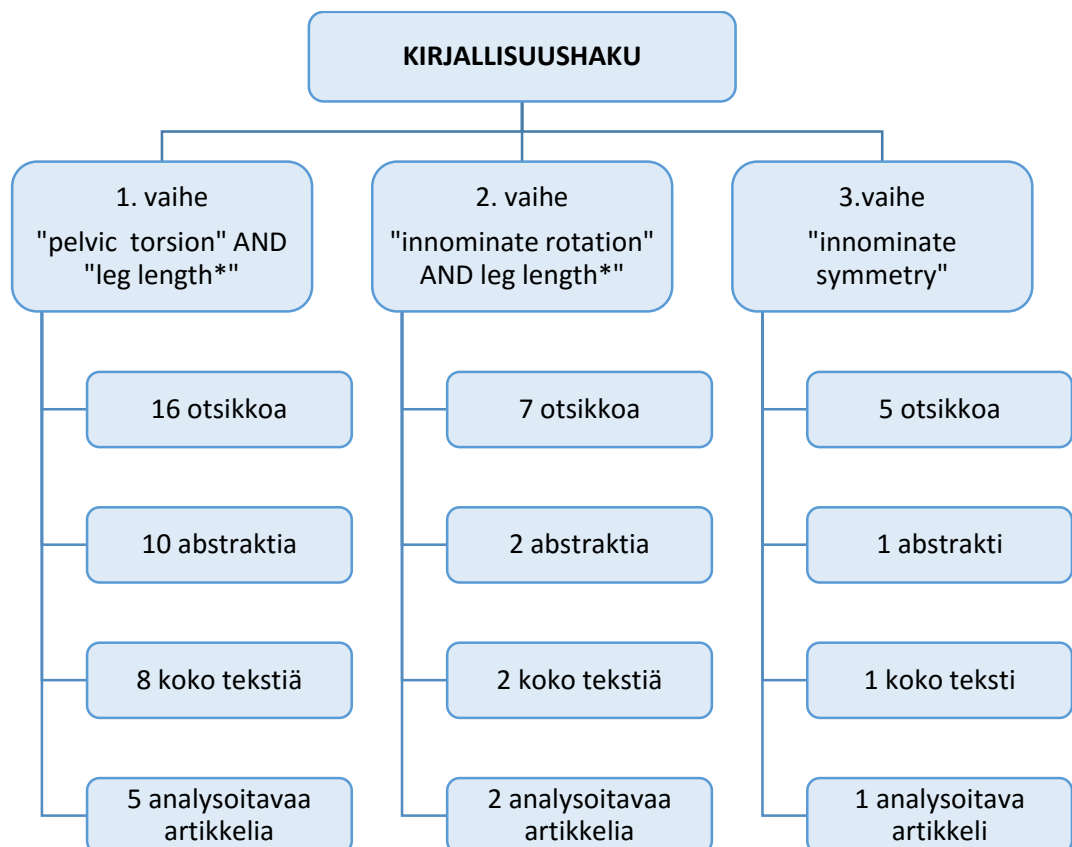
Hakusanojen määrittämisen apuna käytimme Pudas-Tähkän ym. (2007, 49) suosittellemaa PICO-formaattia. Sen sisältämän neljän formaatin avulla katsauksen laatija voi kohdentaa hakutermit tutkimuskysymyksiin (Pudas-Tähkä 2007, 49). Ennen varsinaista tiedonhakua on hyvä koota paperille mahdollisimman laajasti aiheeseen liittyviä hakutermejä (Tähtinen 2007, 18). Laadimme paperille seuraavia hakutermejä: functional leg length discrepancy, leg length discrepancy, functional leg length inequality, leg length inequality, innominate bone rotation, innominate rotation, innominate torsion, pelvic, pelvic torsion, pelvic symmetry ja innominate symmetry. Teimme näillä hakusanoilla alustavia tiedonhakuja ja päädyimme käyttämään tässä kirjallisuuskatsauksessa seuraavia hakusanoja: “pelvic torsion”, “innominate rotation”, “innominate symmetry” sekä “leg length*”. Kirjallisuudessa esiintyi pääasiassa kaksi eri pituuseron käsitettä: leg length inequality ja leg length discrepancy. Hakusanan “leg length” perään lisäsimme *-merkin, jonka avulla saimme haettua yhdellä kertaa molempia käsitteitä sisältäviä artikkeleja.

PubMedista löytyi hakusanalla “pelvic torsion” 659 osumaa. Tarkensimme hakua yhdistämällä tähän hakusanan “leg length*” (“pelvic torsion AND leg length*”), jolloin osumia tuli 16. Kävimme tutkimukset läpi otsikoittain ja niiden perusteella valitsimme näistä jatkotarkasteluun kymmenen (10) tutkimusartikkelia. Otsikon perusteella hylkäsimme kuusi (6) tutkimusta. Ne, joissa ei käsitelty lantion torsiota (2) sekä tutkimukset, jotka käsittelivät polven nivelrikkoa (1), skolioosia (2) tai kuvantamismenetelmää (1). Tämän jälkeen siirryimme lukemaan kymmenen (10) tutkimuksen abstraktit, joista jatkotarkasteluun valitsimme kahdeksan (8). Hylkäsimme kaksi tutkimusta, joiden abstraktit eivät käsitelleet pituuseron vaikutusta lantion asentoon. Hyväksyimme siis kahdeksan (8) tutkimusta loppukäsittelyyn ja näistä koko tekstit luettuamme valitsimme kirjallisuuskatsauksemme analysoitavaksi viisi (5) tutkimusartikkelia. Hylkäsimme kolme (3) tutkimusta, sillä ne olivat kirjallisuuskatsauksia sekä niiden arviointeja. Loppukäsittelyyn valittujen viiden (5) artikkelin koko tekstit olivat saatavilla joko suoraan PubMedistä (3) tai Science Directista (2). Yhden (1) koko tekstiä ei ollut saatavilla, joten tilasimme sen koulumme kirjaston kautta luettavaksi.

Hakusanalla “innominate rotation” saimme 56 osumaa. Rajasimme hakua sisäänotto-kriteerien mukaisesti vuosiin 1993–2015, jolloin osumia tuli 39. Tarkensimme hakua vielä lisäämällä hakusanan “leg length*” (“innominate rotation” AND “leg length*”), jonka jälkeen osumien määrä oli seitsemän (7). Näistä otsikoista haimme vastaavuutta

hakutermeille ja jatkotarkastelusta hylkäsimme viisi (5) tutkimusta seuraavin perustein: urologiaan (1), lonkkaproteeseihin (1), jalkaterän pronaatioon (1) ja kasvuhäiriöihin liittyvät artikkelit (1) sekä jo aiemmin hylätyt tutkimusartikkelit (1). Luimme jäljelle jääneet kaksi (2) abstraktia ja päädyimme lopulta valitsemaan ne koko tekstit luettuumme analysoitavaksi kirjallisuuskatsauksemme. Koko tekstit eivät olleet kuitenkaan suoraan saatavilla PubMedistä, sillä toinen oli saatavilla Science Directin kautta ja toinen löytyi pdf-tiedostona google-haun kautta otsikon nimellä haettaessa.

Hakusanalla “innominate symmetry” saimme ainoastaan viisi (5) hakutulosta. Näistä ainoastaan kaksi (2) valikoitui jatkotarkasteluun. Hylkäysperusteita muille tutkimusartikkeleille olivat amputointiin (1), SI-nivelen kivunhoitoa (1) tai sydämen kuvantamiseen (1) liittyvät aiheet. Luettuumme kahden (2) tutkimuksen abstraktit, huomasimme toisen näistä olevan jo valittuna analysoitavaksi katsauksemme. Päädyimme lukemaan jäljelle jääneen tutkimusartikkelin koko tekstin, joka lopulta täytti sisäänottokriteerimme.



KUVIO 1. Hakupolku ja tutkimusten valinnan eteneminen

Yllä olevassa kuviossa (Kuvio 1) on nähtävissä yhteenveto jo aiemmin esitetystä hakupolusta ja haun edistymisestä. Kaikkiaan haku tapahtui siis kolmessa vaiheessa kolmea eri hakusanayhdistelmää käyttämällä. Vaikka osasimme odottaa, että opinnäytteemme aiheeseen liittyen ei ole tehty suurta määrää tutkimuksia, olisimme silti kaivanneet niitä muutaman lisää.

6.2 Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Lukiessamme systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valitsemiemme tutkimusten abstrakteja tai koko tekstejä käytimme apuna määrittelemiämme sisäänotto- ja poissulkukriteereitä. Ne on kuvattu alla olevassa taulukossa 3. Niiden perusteella valitsimme systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen kahdeksan (8) alkuperäistutkimusta (Barakatt ym. 1996, Beaudoin ym. 1999, Betsch ym. 2012, Cummings ym. 1993, Krawiec ym. 2003, Kwon ym. 2015, Wild ym. 2014 & Young ym. 2000).

TAULUKKO 3. Tutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Tutkimuksesta ilmenee pituuseron ja lantion torsion välinen yhteys	Tutkimuksesta ei käynyt ilmi pituuseron ja lantion torsion välinen yhteys
Julkaisusta saatavilla ilmainen kokoteksti	Tutkimuksesta saatavilla vain abstrakti, ei saatavilla ilmaista kokotekstiä
Englanninkieliset tutkimukset Alkuperäistutkimus	Muut kuin englanninkieliset tutkimukset
Julkaisuvuosi 1993–2015	Tutkimukset, jotka on tehty ennen vuotta 1993
Tutkimus saa laadunarvioinnista vähintään 6/12 pistettä	Tutkimus saa laadunarvioinnista alle 6/12 pistettä

Opinnäytetyömme aihe on uusi ja siitä tehtyjä tutkimuksia löytyi melko vähän. Siksi koimme tärkeäksi arvioida kriteerien perusteella valitsemiemme tutkimuksien laatua tarkemmin vielä ennen niiden sisällön perusteellisempaa analysointia.

6.3 Laadun arviointi

Käytimme alkuperäistutkimusten laadun arviointiin Van Tulderin menetelmää, joka so-
pii hyvin kvantitatiivisten tutkimusten laadun arviointiin. Laadun arviointi lisää kirjallisuuskatsauksen yleistä luotettavuutta. Laadun arvioinnissa tulee päättää minimilaatu-
taso tutkimuksilta, jotka valitaan mukaan katsaukseen. (Kontio ym. 2007, 101, 104.)
Van Tulderin menetelmä pitää sisällään 12 arviointikriteeriä (Taulukko 4). Pisteytimme
valitsemamme tutkimukset arviointikriteerien mukaan ja systemaattiseen kirjallisuus-
katsaukseen valikoituivat ne alkuperäistutkimukset, jotka saivat laadun arvioinnista vä-
hintään 6/12 pistettä. Tämä pistemäärä merkitsee tutkimuksen luotettavuutta ja vähen-
tää tutkimusharhan riskiä. (Furlan ym. 2009, 1932-1934.)

TAULUKKO 4. Kvantitatiivisen tutkimuksen laatuksiteerit (mukailtu Furlan ym. 2009, 1934)

Arviointikriteerit	Esiintyy / Ei esiinny
1. Sisältää voima-analyysin	1 piste / 0 pistettä
2. Koehenkilöiden hankinta raportoitu	1 piste / 0 pistettä
3. Hypoteesit on esitetty	1 piste / 0 pistettä
4. Satunnaistaminen on suoritettu	1 piste / 0 pistettä
5. Kaikki satunnaistetut osallistujat ovat mukana	1 piste / 0 pistettä
6. Sokkouttaminen on suoritettu	1 piste / 0 pistettä
7. Keskeyttäneiden osallistujien raportointi	1 piste / 0 pistettä
8. Ryhmät lähtökohdiltaan samanlaisia	1 piste / 0 pistettä
9. Keskiarvot ja keskihajonnat raportoitu	1 piste / 0 pistettä
10. Mittaukset tehty kaikissa ryhmissä samanaikaisesti	1 piste / 0 pistettä
11. Mittaukset samanlaisia ryhmien välillä	1 piste / 0 pistettä
12. Tutkimukseen osallistuminen hyväksyttävää	1 piste / 0 pistettä

Arviointikriteereissä mainittu termi hypoteesi tarkoittaa yleensä teoriaan pohjautuvaa olettamusta tutkittavasta asiasta (Tilastokeskus 2015). Voima-analyysi on toimenpide, joka tehdään tutkimuksen tilastollisen merkittävyyden määrittämiseksi. Tutkimuksissa tämä tilastollinen voima näkyy p-arvoina. Tilastollinen voima on todennäköisyys saada p-arvo, joka on vähemmän kuin 0.05 ($p < 0.05$) (Creech 2015).

Tyypillisesti mitä pienempi otoskoko on, sitä suuremmat on oltava erot ryhmien välisissä pisteissä, jotta saavutetaan tilastollinen merkittävyys. Tilastollinen voima-analyysi on joukko menettelyjä ja kaavoja, joiden avulla voimme määrittää, kuinka todennäköisesti saavuttaisimme tilastollista merkittävyyttä tietyn otoskoon kohdalla. Jos todennäköisyys on hyvä ($\geq 80\%$), otoskokoa pidetään riittävänä. (Creech 2015.)

Satunnaistaminen eli randomisaatio toteutetaan jakamalla tutkittavat henkilöt tutkimusryhmiin sattumalla. Sen tavoitteena on estää harhan syntyminen vaiheessa, jossa tutkittavat määrättyvät tutkimusryhmiin. (Turku Clinical Research Centre 2015.) Sokkouttamisella puolestaan pyritään siihen, että tutkijan tai tutkittavan ennakkokäsitykset eivät vaikuta tutkimiseen ja tutkimustuloksiin. Jos tutkija tietää tutkittavan henkilön taustatiedot, esimerkiksi valitsemissamme tutkimuksissa tutkittavan henkilön pituuseron ja sen vallitsevan puolen, tutkijan odotukset ja asenteet voivat vääristää tutkimustulosta. Tutkittavan sokkouttaminen tapahtuu esimerkiksi niin, että hänelle ei kerrota, mihin tutkimusryhmään hän kuuluu. Jos tutkimuksessa selvitettävä muuttuja on kuitenkin objektiivisesti mitattavissa, sokkouttamisen merkitys on pienempi. (Komulainen ym. 2014; Turku Clinical Research Centre 2015.)

TAULUKKO 5. Yhteenveto valittujen alkuperäistutkimusten laadun arvioinnista Van Tulderin menetelmää käyttäen

Tutkimus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pisteitä yht.
Barakatt ym. 1996	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	9/12
Beaudoin ym. 1999	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	8/12
Betsch ym. 2012	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	11/12
Cummings ym. 1993	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	9/12
Krawiec ym. 2003	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	9/12
Kwon ym. 2015	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	8/12
Wild ym. 2014	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	9/12
Young ym. 2000	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	7/12

Taulukossa 5 on esitetty sisäänotto- ja poissulkukriteerien perusteella valitut tutkimukset ja niiden saamat pistemäärät laadun arvioinnista. Yläpalkissa olevat numerot 1-12 vastaavat yllä olevan taulukon 4 arviointikriteereitä. Taulukon perusteella tutkimukset läpäisivät laadun arvioinnin. Kirjallisuuskatsaukseen hyväksyttiin siis kaikki kahdeksan alkuperäistutkimusta. Seuraavaan kappaleeseen olemme avanneet arvioinnin läpäisseistä tutkimuksista lyhyesti niiden tavoitteet, tutkimusjoukon sekä käytetyn tutkimusmenetelmän.

6.4 Tutkimusten esittely

Vanhin tutkimuksistamme on **Cummingsin** ym. vuonna 1993 tekemä tutkimus, jonka tarkoituksena oli tutkia alaraajojen pituuseron säätelyn vaikutusta lantion symmetriaan. He asettivat tutkimuskysymyksikseen seuraavat kysymykset: (1) Johtaako alaraajojen pituusero vasemman ja oikean lonkkaluun epäsymmetriseen rotaatioon? (2) Jos pituusero johtaa lantion epäsymmetriaan, niin missä suunnassa se tapahtuu? (3) Onko epäsymmetriassa yksilöllisiä eroja? (4) Kuinka suuri pituuseron täytyy olla, jotta saadaan aikaan kyseinen vaikutus? ja (5) Onko pituuseron vaikutus lantion symmetriaan jatkuva tai jaksottainen jonkin kriittisen pituuseron suuruuden jälkeen?

Tutkimusjoukko koostui kymmenestä (10) naispuolisesta yliopisto-opiskelijasta, joilla ei ollut alaraajojen pituuseroa eikä selän tai lantion toimintahäiriöitä. Lantion asennon ja liikkeen mittaamiseen käytettiin kolmiulotteista WATSMART™ -mittausjärjestelmää (Waterloo Spatial Motion and Recording Technique), jolla saatiin määritettyä lantion asennon astelukuja. Pituuseron säätelyyn käytettiin 3,175 millimetrin (1/8 tuuman) korkuisia pleksilasilevyjä vuoroin oikean ja vasemman alaraajan alla. Korotuslevyjä käytettiin molempien alaraajojen alla 2-7 kappaletta, eli mittaukset tehtiin kuuden (6) eri korotuksen kanssa. Lantion kallistuma määriteltiin horisontaalitasoon ja SIPS-trochanter major -välille muodostuvan linjan välisenä kulmana.

Kolme vuotta myöhemmin, vuonna 1996 **Barakatt** ym. tekivät tutkimuksen, jonka tavoitteena oli: (1) selvittää, onko selkävuttomien henkilöiden lonkkaluiden välinen liike symmetrinen asentoa muutettaessa, (2) arvioida lonkkaluiden symmetriaa seistessä ja (3) selvittää, onko lonkkaluiden välisen liikkeen laajuudessa eroa useammin liikkuvuusharjoittelua tekevien ja muun väestön välillä.

Tutkimukseen osallistui 34 henkilöä, joista puolet oli voimistelijoita, kahdeksan (8) miestä ja yhdeksän (9) naista ja puolet ei-voimistelijoita, kahdeksan (8) miestä ja yhdeksän (9) naista. Heidät arvioitiin seisten ja kolmessa muussa molemminpuolisessa asennossa, joita olivat muunnettu seisonta eli korotus jalan alla, muunnettu istunta eli korotus istuinluun alla ja toispolviasento eli puolikyky. SIAS ja SIPS koordinaattien seuraamiseksi jokaisessa asennossa käytettiin Metrecom Skeletal Analysis System -laitetta.

Lähtötilanteessa eli seisomisasennossa tutkittava seiso jalkaterät suoraan eteenpäin, 15,8 senttimetriä erillään toisistaan, hänen rintakehänsä sidottiin kehon huojumisen estävään kehikkoon ja häntä pyydettiin pitämään jalat suorina. Sitten tutkija digitalisoi kummankin luisen ulokkeen (SIAS ja SIPS) molemmin puolin viisi peräkkäistä kertaa. Näiden viiden mittauksen keskiarvo laskettiin ja tallennettiin ja sillä määritettiin kunkin luisen ulokkeen koordinaatit, joihin muiden mittausasentojen lukuja sitten verrattiin. Mittaukset toistettiin ja kirjattiin erilliseen kansioon.

Meitä eniten kiinnostavassa osuudessa eli muunnetussa seisonnassa tutkittava seisoi kuten edellä, 3,8 senttimetrin korotus vuoronperään kummankin jalan alla, häntä pyydettiin pitämään jalat suorina ja lisäämään 40–60 % painostaan korotetulle puolelle (tämä varmistettiin vaa'an avulla). Sitten mitattiin luisten ulokkeitten koordinaatit kahteen kertaan tutkittavan pysytellessä paikoillaan. Testi toistettiin ja lukuja verrattiin seisomisasennossa saatuihin lukuihin.

Jälleen kolme vuotta myöhemmin **Beaudoin** ym.(1999) toteuttivat tutkimuksen, jossa tutkittiin kengän korotuksen aiheuttamia välittömiä asentomuutoksia lantiossa, vartalossa, lapaluun seudulla ja pään asennossa. Heidän asettamansa tutkimuskysymykset olivat seuraavat: (1) Aiheuttaako kengän korotus lantion tiltin? (2) Tapahtuuko lantiossa yhtäaikaista asennon ja suunnan muutoksia? (3) Vaikuttaako se muihin kehon osiin (lapaluun alue, vartalo ja pää)?

Tutkimukseen osallistui 20 miestä, joiden pystyasentoa arvioitiin asentamalla 36 anatomiseen maamerkkiin heijastavat merkit. Tutkimusmenetelmänä oli käytetty 3D-liikkeenanalyysijärjestelmää. Kahdeksalla videokameralla kuvattiin näiden merkkien sijainti

ilman kengän korotusta, korotuksen ollessa oikeassa kengässä ja korotuksen ollessa vasemmassa kengässä. Jokaisen tutkittavan jalan asennon standardisoimiseksi ja stabiilin pystyasennon ja tutkimuksen uusittavissa olemisen takaamiseksi tutkijat käyttivät jalkasabluunaa. Tutkittavaa pyydettiin seisomaan rennosti mallisabluunassa, loitontamaan kevyesti käsivarsiaan ja katsomaan seinään merkittyä viivaa. Jokainen tilanne toistettiin kaksi kertaa.

Vuonna 2000 tehdyssä **Youngin** ym. tutkimuksessa tavoitteena oli tutkia korotuspalalla aiheutetun alaraajojen keinotekoisien pituuseron säätelyn, sekä siitä syntyneen lantion lateraalisen tiltin vaikutusta lantion torsioon. Tutkimusjoukko koostui 29 terveestä, 18–28 -vuotiaasta henkilöstä, joista miehiä oli seitsemän (7) ja naisia 22. Poissulkukriteereinä olivat skolioosi, SI-nivelen toimintahäiriö sekä epäsymmetriat nilkoissa ja jalkaterissä. Kahdeksalla (8) henkilöistä oli ennestään lantion tilttiä 1,8 astetta tai enemmän. Kuudella (6) oli ennestään oikea ja kahdella (2) vasen suoliluun harju ylempänä.

Havainnointi tapahtui tutkittavien seisoessa 15 senttimetriä leveässä haara-asennossa, lantion koskettaessa kevyesti edessä poikittain olevaa puomia. Mittaukset tehtiin neljässä eri tilanteessa: (1) koko oikean alaraajan alle laitettiin vähintään 15 millimetrin korotus ja tuotettiin vähintään 1,2 astetta lateraalista tilttiä, (2) edellä mainittu toistettiin vasemmalla puolella, (3) niille kahdeksalle, joilla oli entuudestaan lateraalista tilttiä, asetettiin koko alaraajan alle korotusta niin, että lateraalinen tiltti väheni alle 0,5 asteen ja (4) ilman korotusta. Korotuksen suuruus vaihteli 15–24 millimetrin välillä. Tutkittavilta mitattiin inklinometrillä lateraalinen tiltti sekä lonkkaluiden inkliinaatiokulma (SIAS-SIPS). Mittaukset tehtiin kolme kertaa, ja niiden keskiarvoa käytettiin pääanalyysissä.

Krawiecin ym. (2003) tekemän tutkimuksen tarkoitus oli arvioida staattista lonkkaluiden epäsymmetriaa sagittaalitasolla, alaraajojen pituuseroa sekä staattisen lonkkaluun rotaation ja pituuseron suhdetta yliopistourheilijoilla. Lisäksi tutkittiin eroa lonkkaluiden asennon epäsymmetriassa miesten ja naisten välillä. Tutkimusjoukko koostui 44 terveestä, 18–20 -vuotiaasta opiskelijasta, joista miehiä oli 24 ja naisia 20.

Lonkkaluun asennon mittaamiseen sagittaalitasolla tutkijat käyttivät PALM-mittaria (palpation meter) eli inklinometriä (caliper-inclinometer instrument), millä mitattiin lonkkaluiden inkliinaatiokulmaa (SIAS-SIPS). Mittaus suoritettiin tutkittavan seistessä

paikallaan. Positiivinen mittaustulos merkitsi lonkkaluun anteriorista rotaatiota ja negatiivinen posteriorista rotaatiota. Mittaus suoritettiin kolme kertaa molemmille puolille. Mittauksista laskettiin oikean ja vasemman lonkkaluun rotaatioiden väliset erot ja keskiarvot molempien puolien lonkkaluiden rotaatioille. Pituusero mitattiin tutkittavan ollessa selinmakuulla ja mittaamiseen käytettiin mittanauhaa. Mitta otettiin suoliluun harjun etuyläkärjestä (SIAS) mediaalimalleoliin ja sitten lateraalimalleoliin. Jokainen mitaus suoritettiin kolme kertaa molemmille puolille. Pituusero laskettiin vähentämällä vasemman alaraajan pituuden keskiarvo oikean alaraajan pituuden keskiarvosta. Tutkimuksessa tutkittiin myös tutkijan sisäistä luotettavuutta (intraclass correlation coefficients, ICC) sekä lantion torsion että pituuseron mittaamisessa.

Betschin ym. vuonna 2012 julkaisemassa tutkimuksessa oli selvitetty korotuspaloilla tuotetun alaraajojen pituuseron välitöntä vaikutusta selkärangan ja lantion asentoon terveillä ihmisillä. Tutkimukseen osallistui 115 tervettä henkilöä, joista 34 oli miehiä ja 81 naisia. Tutkimusjoukko jaettiin kahteen ryhmään sen mukaan, oliko heillä vasen vai oikea ”hymykuoppa” neutraaliasennossa korkeammalla. Toisessa ryhmässä korotus laitettiin vasemmalle ja toisessa oikealle puolelle. Korotukset olivat suuruudeltaan viisi (5), kymmenen (10) ja 15 millimetriä ja samalla tarkkailtiin painon jakautumista, jotta molemmilla alaraajoilla olisi yhtä paljon painoa. Selkärangan ja lantion asentoa tutkittiin ja mitattiin rasterstereografisella laitteella (Diers formetric 4D®). Lantion asennon tutkimisessa käytettiin maamerkkeinä alaselän hymykuoppia, sillä niiden sijainti on vahvasti yhteydessä suoliluiden takayläkärkiin (SIPS). Ne auttavat myös tehtäessä päätelmiä transversaaliakselilla tapahtuvasta lantion torsionesta.

Kaksi vuotta myöhemmin, vuonna 2014 **Wild** ym. tekivät tutkimuksen tavoitteenaan tutkia ikään liittyviä eroja pituuseron vaikutuksista selkärangan ja lantion asentoihin (selkärangan lateraalinen deviaatio, rotaatio, kyfoottiset ja lordoottiset kulmat, lantion vinous ja lantion torsio). Tutkimusjoukko koostui 107 koehenkilöstä, jotka jaettiin kolmeen ikäryhmään: 20–39 -vuotiaat, 40–59 -vuotiaat ja ≥ 60 -vuotiaat. Tutkittavat seisoivat alustan päällä, jonka korkeus oli säädettävissä. Painon jakautuminen tasaisesti molemmille jaloille varmistettiin alustan avulla, joka näytti painon jakauman. Sekä vasempaan että oikeaan alaraajaan aiheutettiin kymmenen (10), 20 ja 30 millimetrin pituuserot. Muutokset lantion ja selkärangan asennossa mitattiin rasterstereografisesti. Kaikki koehenkilöt seisoivat ennen mittausta 60 sekunnin ajan jokaisen korotuksen

kohdalla, jotta keho olisi sopeutunut pituuseroon. Mittaukset tehtiin kunkin korotuksen kohdalla kahdesti ja näistä laskettiin keskiarvo

Viimeisin ja uusin tutkimuksistamme on **Kwonin** ym. tänä vuonna (2015) tekemä tutkimus, jossa he tutkivat niin ikään alaraajojen pituuseron vaikutusta lantion ja selkärangan asentoon rasterstereografian (rasterstereographic device formetric 4D) avulla. Tutkimukseen osallistui 20 henkilöä, joilla mahdollinen pituusero oli alle 0,5 senttimetriä, eikä heillä ollut patologisia ongelmia nilkka-, polvi-, lonkkaniveleen tai selkään liittyen. Koehenkilöt seisoivat simuloidulla alustalla niin, että oikean alaraajan alle asetettiin vuoroin erikorkuinen korotus (+1-4 senttimetriä). Painon jakautumista alaraajojen välillä tarkkailtiin, jotta molemmille saataisiin yhtä paljon kuormitusta. Henkilöt seisoivat kaksi minuuttia ennen mittausten ottoa, ja mittausten välissä he kävelivät viiden minuutin ajan palatakseen rentoutuneeseen asennon. Tämä tutkimus on tutkimuksistamme ainoa, jossa korotusta laitettiin vain toisen alaraajan alle molempien sijaan. Selitystä sille, miksi tutkimuksessa korotettiin juuri oikeaa puolta, ei ollut mainittu.

Kaikki edellä mainitut tutkimukset olivat kvantitatiivisia tutkimuksia. Tutkimusten taustalla oli hypoteesi, joiden tukemana tutkimukset tehtiin. Tutkimusten otoskoot vaihtelivat suuruudeltaan kymmenestä osallistujasta 115 osallistujaan. Kuudessa tutkimuksessa tutkimusjoukon koko oli alle 45 ja kahdessa tutkimuksessa yli 100. Kaikkiin tutkimuksiin osallistuneet koehenkilöt olivat terveitä ja kivuttomia. Kohderyhmänä oli kaikissa tutkimuksissa nuoret. Yhdessä tutkimuksessa oli mukana myös yli 40 -ja 60-vuotiaita.

Tutkimuksissa käytettiin viittä erilaista tutkimusmenetelmää: rasterstereografia (3), inklinometri (2), WATSMART™ (1), Metrecom skeletal analysis system (1) ja 3D-liikeanalyysijärjestelmä (1). Rasterstereografia oli useimmiten käytetty tutkimusmenetelmä. Se on noninvasiivinen, kontaktiton, luotettava ja monien tutkimusten mukaan tarkka metodi pituuseron vaikutusten havainnoimisessa selkärangan ja lantion alueella (Betsch ym. 2012, 691; Kwon ym. 2015, 690). Krawiecin ym. (2003) tutkimuksessa tutkimusmenetelmänä oli käytetty pituuseron määrittämiseen mittanauhaa ja lantion torsion määrittämiseen inklinometriä. Inklinometrin luotettavuudesta lantion asennon määrittämisessä on tehty useampia tutkimuksia (Azevedo ym. 2014; Crowell ym. 1994), joiden mukaan sillä mittaaminen on luotettavaa.

Kaikkien tutkimusten tavoitteena oli tutkia korotuksen ja/tai pituuseron aiheuttamaa vaikutusta lantion alueen asentoon ja toimintaan. Yhdessä tutkimuksessa (Kwon ym. 2015) korotusta oli käytetty vain oikean puolen mittaamiseksi. Yhdessä tutkimuksessa (Betsch ym. 2012) kahteen osaan jaetun ryhmän toisen puolen tutkittavilta korotettiin vasen alaraaja ja toisen puolen tutkittavilta oikea alaraaja. Joissakin tutkimuksissa oli etukäteen määritelty tutkittavan lähtötilanne lantion tiltin, suoliluun harjujen korkeuseron ja alaraajojen mahdollisen pituuseron suhteen.

Lisäksi kaikki tutkimukset olivat eettisesti hyväksytyjä. Kaikissa tutkimuksissa tutkimusjoukko koostui vapaaehtoisista henkilöistä, joilla oli halutessaan oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen. Kaikissa tutkimuksissa mittaaminen suoritettiin jollakin mittalaitteella. Mittareiden sekä mittausmenetelmien validiteettia sekä reliabiliteettia oli pohdittu melko laajasti ja kaikissa tutkimuksissa mittausmenetelmät olivat tarkoituksenmukaisia ja luotettavia. Analyysimenetelminä oli käytetty pääasiassa varianssianalyysia (ANOVA, analysis of variance). Tätä menetelmää käytetään usein tutkimuksissa, joissa tutkitaan, eroavatko kahden tai useamman ryhmän keskiarvot tilastollisesti toisistaan (KvantiMOTV 2002).

Kaikki tutkimukset on avattu ja koottu yhteen taulukkoon opinnäytetyön loppuun (liite 3). Siinä on kerrottu tutkimusten tekijä(t), julkaisupaikka ja vuosi, tutkimuskohde, otoskoko, tutkimusmenetelmä sekä keskeiset tulokset. Tutkimusten esittely taulukkomuodossa helpottaa tutkimusten käsittelyä (Stolt & Routasalo 2007, 63).

7 TUTKIMUSTULOKSET

7.1 Pituuseron ja lonkkaluun kiertymän vaikutus toisiinsa

Avaamissamme tutkimuksissa alaraajojen pituuserolla todettiin olevan vaikutusta lantion torsioon. **Cummings** ym. (1993) havaitsivat, että korotetun alaraajan puoleiseen suoliluuhun syntyi posteriorista tilttiä ja kontralateraalille puolelle anteriorista tilttiä. Lantion torsio kasvoi lineaarisesti suhteessa korotuksen määrään. Jo pienellä korotuksella (6,35 millimetriä, eli 2/8 tuumaa) oli selvä vaikutus lantion puoliskojen väliseen kiertymiseen. Yksilöllisiä eroja todettiin olevan myös, etenkin korotetun alaraajan puolella. Esimerkiksi yhdellä koehenkilöllä vasen suoliluu kallistui päinvastaiseen suuntaan verrattuna muuhun koeryhmään riippumatta siitä, kummalla puolella korotus oli.

Tutkijat spekuloiivat, että hänen vasemmassa SI-nivelessään saattoi olla epänormaali nivelpinta.

Barakattin ym. (1996) tutkimustulokset osoittivat myös, että jokaisella tutkittavalla korotetun (3,8 senttimetriä) alaraajan puolen suoliluu rotatoitui posteriorisesti vastakkaisen puolen suoliluuhun nähden. Sitä vastoin vastakkainen suoliluu oli rotatoitunut anteriorisesti korotetun puolen suoliluuhun nähden. Oikean ja vasemman puolen korotuksen aiheuttama lantion torsio oli symmetrinen molemmin puolin. Vasemman alaraajan korotus aiheutti torsiota $-11,2^\circ$ ja oikean alaraajan korotus 11° . Negatiivinen arvo tarkoittaa, että oikea suoliluu on rotatoitunut posteriorisesti suhteessa vasempaan.

Beudoinin ym. (1999) tutkimuksessa kaikilla tutkittavilla havaittiin välittömiä pystyasennon muutoksia, jotka ilmenivät pääasiallisesti lantion lateraalisenä tilttinä, oikean ja vasemman suoliluun välisenä epäsymmetriana ja lantion lateraalisenä siirtymänä. Vasemman ja oikean suoliluun välisen asennon ero oli yhteydessä lantion tilttiin. Asentoon liittyvien adaptaatioiden huomattiin vaihtelevan tutkittavien välillä lantion alueen rotaatioissa ja postero-anteriorisessa siirtymässä. Oikean puolen korotus sai aikaan oikean suoliluun kallistumisen posteriorisesti ja vasemman suoliluun kallistumisen anteriorisesti, kun taas vasemman puolen korotus sai aikaan vasemman suoliluun kallistumisen posteriorisesti ja oikean suoliluun kallistumisen anteriorisesti.

Tekemässään tutkimuksessa **Krawiec** ym. (2003) totesivat 42:lla tutkittavista (95 %) olevan jonkinasteinen staattinen lonkkaluiden epäsymmetria ja 32:lla tutkittavista (73 %) oikea lonkkaluu oli enemmän anteriorisesti rotatoitunut kuin vasen. Naisilla oikean lonkkaluun anteriorinen rotaatio oli hieman suurempi kuin miehillä ($0,9^\circ$), mutta sitä ei kuitenkaan katsottu merkittäväksi. 24:llä tutkittavista (54,5 %) lonkkaluiden asentojen välinen ero oli suurempi kuin kaksi (2) astetta, suunnasta riippumatta. Vain kahdella tutkittavista ei havaittu eroa oikean ja vasemman lonkkaluun välisessä rotaatioissa.

42:lla (95 % tutkittavista) oli alaraajojen pituusero ja näistä 68 %:lla vasen alaraaja oli oikeaa pidempi. Suurimmalla osalla pituusero oli alle yksi (1) cm, vain kuudella (6) mediaalimalleolista (MM) mitattuna ja viidellä (5) lateraalimalleolista (LM) mitattuna oli pituuseroa enemmän kuin yksi (1) senttimetri. Mitattaessa SIAS -mediaalimalleoli

väliä oli 30:llä (68 %) vasen alaraaja pidempi ja mitattaessa SIAS -lateraalimalleoli väliä oli 24:llä (54,5 %) vasen alaraaja pidempi.

Lantion torsiota esiintyi siis usein ja useimmiten oikea lonkkaluu rotatoi anteriorisemmin, vasemman alaraajan ollessa useammin pidempi. Lyhemmän alaraajan puoleinen lonkkaluu rotatoi anteriorisesti pyrkien pidentämään lyhempää alaraajaa ja pidemmän alaraajan puolen lonkkaluu rotatoituu posteriorisesti lyhentääkseen pidempää alaraajaa. Kuitenkin korrelaatio pituuseron ja lonkkaluiden epäsymmetrian määrän välillä oli heikko. Tutkimuksessa saadut korkeat ICC-arvot (0.99 sekä lantion torsion että pituuseron mittauksista) antavat luotettavuutta tutkimuksen löydöksille.

Betschin ym. (2012) tutkimuksessa lantion lateraalista tilttiä oli arvioitu alaselän hymykuoppien korkeuserojen perusteella. Lantion lateraalista tilttiä esiintyi keskimäärin 4,02 millimetriä ja lantion torsiota 0,35 astetta alustan ollessa neutraalissa korkeudessa. Alustan korkeutta lisätessä lantion lateraalinen tiltti kasvoi. Ryhmässä, jossa oikea puoli oli alun perin korkeammalla, lantion asento muuttui merkittävästi nolla (0) ja +15 millimetrin korotuksia verrattaessa. Ryhmässä, jossa vasen puoli oli alun perin korkeammalla, tapahtui merkittäviä muutoksia kaikkien korotuksien kohdalla (+5, +10, +15 millimetriä). Lantion torsio kasvoi korotuksen kasvaessa. Tässäkin tutkimuksessa korotetun puolen lonkkaluu kallistui posteriorisesti ja lyhyemmän puolen lonkkaluu anteriorisesti. Selkärangan asennon muutokset (frontaalideviaatio, lateraalideviaatio ja rotaatio) eivät olleet merkittäviä. Tämän tutkimuksen mukaan pituusero aiheuttaa merkittäviä muutoksia lantion alueella, eikä niinkään selkärangan alueella.

Wildin ym. (2014) tekemässä tutkimuksessa korotuspaloilla aiheutettu pituusero johti merkittäviin muutoksiin lantion ja selkärangan alueilla. Nuorilla (20-39-vuotiaat) ja keski-ikäisillä (40-60-vuotiaat) jo 20 millimetrin pituusero kasvatti merkittävästi lantion torsiota. Iäkkäiden (yli 60-vuotiaat) ryhmässä torsion lisääntyminen taas ei ollut tilastollisesti merkittävää. Vasemman jalan 30 millimetrin korotuksella oli kuitenkin merkittäviä eroja ikäryhmien välillä. Nuorilla lantion torsiota oli 2.5° , keski-ikäisillä noin 4° ja iäkkäiden ryhmässä noin 4.6° . Oikean jalan korotuksissa ei ryhmien välillä ollut merkittäviä eroja. Kaikissa ryhmissä lantion lateraalinen tiltti sekä selkärangan rotaatio ja lateraalinen deviaatio kasvoivat pituuseron kasvaessa. Huolimatta tunnetuista ikään liittyvistä muutoksista, eri ikäryhmien välillä ei kuitenkaan havaittu merkittäviä eroja tässä tutkimuksessa. Tutkijat mainitsevat vielä, että vanhemmilla ihmisillä lonkan

nivelrikko ja siitä johtuva lonkan ojennusvajaus voivat olla yhteydessä lantion kineettiin muutoksiin. Puutteena tutkimuksessa oli se, että iäkkäitä osallistujia ei kuvannettu nivelrikon poissulkemiseksi.

Kwon ym. (2015) saivat tutkimustulokseksi, että lantion asennossa näkyi merkittäviä muutoksia pituuseron yhteydessä. Muutokset näyttivät myös kasvavan pituuseroa lisätessä. Selkärangassa ei havaittu merkittäviä muutoksia eri pituuserojen kohdalla. Tämä antaa viitteitä siitä, että pituuseron kompensatio tapahtuisi ensisijaisesti lantion alueella. Lantion torsio kasvoi eniten, kun pituusero lisääntyi nolasta (0) senttimetrinä yhteen (1) senttimetriin. Se kasvoi myös muiden korotusten kohdalla, mutta ei enää niin voimakkaasti kuin ensimmäisen senttimetrin aikana. Heidän mukaansa kompensatio tapahtuu suuremman pituuseron kohdalla ennemminkin lantion tilitin kuin torsion kautta.

Kwonin ym. (2015) tutkimuksen löydökset ovat samankaltaisia kuin **Youngin** ym. vuonna 2000 tekemässä tutkimuksessa, jossa 1,5 senttimetrin pituusero lisäsi merkittävästi lantion lateraalista tilitä ja torsiota. Heidän mukaansa korotuspalkan lisääminen alaraajan alle kohotti sen puolen suoliluun harjua ylöspäin sekä lisäsi lonkkaluiden kiertymistä vastakkaisiin suuntiin. Vastakkaisen puolen lonkkaluu kallistui enemmän anteriorisesti verrattuna korotetun puolen lonkkaluuhun.

TAULUKKO 6. Yhteenveto todellisen ja keinotekoisesti aiheutetun pituuseron vaikutuksesta lonkkaluun kiertymään tutkimustulostemme mukaan

Tutkimus	Todellinen/ aiheutettu pituusero	Pituuseron/ korotuksen/ kiilauksen määrä	Vaikutus lonkkaluun kiertymään
Cummings ym. 1993	Aiheutettu	Korotus 3,2– 22,2 mm (1/8- 7/8 tuumaa)	Posteriorisen rotaation lisääntyminen korotetulla puolella ja anteriorisen rotaation lisääntyminen vastakkaisella puolella
Barakatt ym. 1996	Aiheutettu	38 mm	Posteriorisen rotaation lisääntyminen korotetulla puolella ja anteriorisen rotaation lisääntyminen vastakkaisella puolella
Beaudoin ym. 1999	Todellinen ja aiheutettu	Korotus 15 mm	Posteriorisen rotaation lisääntyminen korotetulla puolella ja anteriorisen rotaation lisääntyminen vastakkaisella puolella
Young ym. 2000	Aiheutettu	Korotus 15–24 mm	Vastakkaisen puolen anteriorisen rotaation lisääntyminen korotettuun puoleen nähden
Krawiec ym. 2003	Todellinen	± 10 mm	Posteriorisen rotaation lisääntyminen korotetulla puolella ja anteriorisen rotaation lisääntyminen vastakkaisella puolella
Betsch ym. 2012	Aiheutettu	5-15 mm	Posteriorisen rotaation lisääntyminen korotetulla puolella ja anteriorisen rotaation lisääntyminen vastakkaisella puolella
Wild ym. 2014	Aiheutettu	10–30 mm	Lantion torsion todettiin lisääntyvän korotuksen lisääntyessä, lonkkaluiden kiertymisen suuntaa ei määritelty
Kwon ym. 2015	Aiheutettu	0-40 mm	Lantion torsion todettiin lisääntyvän korotuksen lisääntyessä (eniten 0-10mm korotuksen aikana), lonkkaluiden kiertymisen suuntaa ei määritelty

Taulukon 6 perusteella voidaan päätellä, että lähes jokaisessa tutkimuksessa korotetun alaraajan puoleisen lonkkaluun todettiin kiertyvän posteriorisesti ja vastakkaisen anteriorisesti. Taulukosta nähdään myös, että korotuksen/pituuseron myötä myös lantion torsio lisääntyy. Lantion käyttäytymisessä suhteessa korotukseen/pituuseroon havaittiin yksilöllistä eroja (Betsch ym. 2012).

Kahdesta tutkimuksesta saatiin tarkempaa tutkimustietoa lantion torsion lisääntymisestä erikorkuisten korotusten aikana (Cummings ym. 1993 & Kwon ym. 2015). Niissä oli kuvattu numeerisen taulukon avulla, miten paljon tietyn korkuinen korotus/pituusero

tai sen vaihtelu lisäsi asteina lantion torsiota. Cummingsin tutkimuksessa torsion lisääntyminen on eritelty erikseen molempien suoliluiden osalta, kun Kwonin tutkimuksessa torsion määrää oli käsitelty yhtenä astelukuna.

Cummingsin ym. (1993) tutkimuksesta oli havaittavissa, että aina korotetun alaraajan puolella suoliluun posteriorinen rotaatio oli pienempi kuin vastakkaisen suoliluun anteriorinen rotaatio. Tämä toistui kaikkien alle 12 millimetrin korotusten kohdalla riippumatta, oliko korotus vasemman vai oikean alaraajan alla. Suurempien korotusten kohdalla myös korotuksen puoleisessa suoliluussa tapahtui enemmän kiertymistä. Lantion torsion määrä kasvoi lineaarisesti korotuksen kasvaessa. Esimerkiksi jo 6,35 millimetrin korotus vasemman alaraajan alla aiheutti 1.62° torsion, oikealla puolella vastaava luku oli 2.11° . Noin 9,52 millimetrin korotus vasemmalla aiheutti 2.4° torsion, vastaava luku oikealla oli 2.9° . Heidän tutkimuksessaan jo noin 3,2 millimetrin muutos korotuksessa lisäsi torsion määrää vasemmalla 0.78° ja oikealla 0.79° .

Kwonin ym. (2015) tutkimuksesta lantion torsion lisääntymisen todettiin olevan suurinta yhden (1) senttimetrin korkuisen korotuksen aikana Lähtötilanne nollan (0) senttimetrin kohdalla oli $2.2 \pm 1.4^\circ$ lantion torsiota, yhden (1) senttimetrin korotuksen jälkeen vastaavat luvut olivat $3.3 \pm 1.9^\circ$. Torsio lisääntyi myös suurempien korotusten kohdalla, muttei enää yhtä voimakkaasti. Esimerkiksi lantion torsio kasvoi yhden (1) senttimetrin korotuksen muuttuessa kahden (2) senttimetrin korotukseen 0.7° , sama toistui siirryttäessä kahden (2) senttimetrin korotuksesta kolmen (3) senttimetrin korotukseen. Wild (2014) puolestaan totesi merkittävien muutoksien näkyvän lantion torsiossa vasta, kun korotus/pituusero oli yli kaksi (2) senttimetriä.

Betschin ym. (2012) tutkimuksessa oli pohdittu, vastaavatko keinotekoisesti aiheutetun pituuseron avulla saadut vaikutukset todellisen pituuseron vaikutuksia lantion alueella. Vertasimme heidän tutkimustuloksiaan todellisen pituuseron avulla tehtyjen tutkimusten (Krawiec ym. 2003 & Beaudoin ym. 1999) tuloksiin. Tulokseksi saimme, että kaikissa tutkimuksissa oli päädytty samaan tulokseen pituuseron tyypistä riippumatta.

Korotuksen aiheuttaman lantion lateraalisen tiltin todettiin lisäävän lantion torsiota. Koehenkilöillä, joilla lateraalista tilttiä oli entuudestaan, korotuksen aikaansaamat muu-

tokset eivät kuitenkaan olleet niin merkittäviä (Young ym. 2000.) Missään tutkimuksessa ei ollut tutkittu aihetta niin päin, että vaikuttaako lonkkaluun kiertymä alaraajojen pituuseron muodostumiseen.

7.2 Bradeleyn teorian kompensatiomekanismit tutkimusten valossa

Tutkimuksista löytyi Bradeleyn teoriaa tukevia seikkoja. Sellaisia väitteitä, jotka olisivat täysin teoriaa vastaan, ei löytynyt. Yksikään löytämämme ja opinnäytetyössä käyttämämme tutkimus ei ollut tutkinut lantion asentoa niin, että se antaisi suoranaisesti tukea Bradeleyn teorian kahdelle harvinaisemmalle kompensatiomekanismille P.I ilium both sides- tai P.I ilium short limb side -kompensaatiolle. Vaikkakaan P.I ilium both sides ja P.I ilium short limb side eivät saaneet tukea tutkimuksista, niitä ei kuitenkaan kumottu missään. Alla olevassa taulukossa 7 on yhteenveto siitä, miten tutkimukset tukevat Bradeleyn kompensatiomekanismeja.

TAULUKKO 7. Yhteenveto siitä, ovatko tutkimukset Bradeleyn teorian kompensatiomekanismeja tukevia (T), vastaan (V) vai eivät ota kantaa (E)

Kompensaatio	P.I ilium long	A.S ilium short	P.I ilium short	P.I ilium both
Tutkimus	limb side	limb side	limb side	sides
Cummings	T	T	E	E
Barakatt	T	T	E	E
Beaudoin	T	T	E	E
Young	T	T	E	E
Krawiec	T	T	E	E
Betsch	T	T	E	E
Wild	E	E	E	E
Kwon	E	E	E	E

Taulukosta 7 on nähtävissä, että niin Cummingsin ym. (1993), Barakattin ym. (1996), Beaudoinin ym. (1999) sekä Betschin ym. (2012) että Youngin ym. (2000) tutkimukset tukevat Bradeleyn teoriaa siitä, että korotuksella saadaan aikaan lantion torsion lisääntyminen niin, että aina korotetun alaraajan puolella lonkkaluu rotatoituu posteriorisesti (P.I ilium long limb side) ja lyhyemmän alaraajan puolella anteriorisesti (A.S ilium

short limb side). Krawiecin ym. (2003) tutkimuksessa koehenkilöillä oli todellista alaraajojen pituuseroa ja tulokset olivat samat kuin edellä mainituissa tutkimuksissa. Ainoana näistä Youngin ym. (2000) tutkimuksessa kerrottiin korotuksella saatavan aikaan lantion eri puoliskojen välinen symmetrinen tila, mitä Bradeleyn teorian mukaan korotuksella nimenomaan tavoitellaan ja saadaan aikaan.

Krawiecin ym. (2003) tutkimuksessa 95 %:lla tutkittavista oli todellinen alaraajojen pituusero sekä suurimmalla osalla jonkin asteista lantion torsiota. Se tukee Bradeleyn ajattelutapaa siitä, että lähes kaikilla on pituuseroa sekä lantion torsiota. Kuitenkin heidän tutkimuksessaan niiden välinen korrelaatio oli heikko. Muissa tutkimuksissa taas korotukset ja lantion torsio korreloivat keskenään.

Kwonin ym. (2015) ja Betschin ym. (2012) tutkimuksissa kummassakaan ei ollut määritelty lonkkaluiden kiertymisen suuntaa, vaan ainoastaan lantion torsion lisääntymistä pituuseron kasvaessa. Tältä osin voidaan todeta, että lantion torsion osalta heidän tutkimuksensa tukevat Bradeleyn teoriaa. Lonkkaluiden kiertymisen suunnan suhteen ne eivät tue eivätkä myöskään kumoa teoriaa. Useimmissa tutkimuksissa ei ollut eritelty kumpaakaan alaraajaa lyhyemmäksi tai pidemmäksi. Kuitenkin todettiin, että korotus työntää saman puolen lonkkaluuta posteriorisesti ja vastakkaisen puolen lonkkaluuta anteriorisesti, oli se kummalla puolella tahansa.

8 POHDINTA

Lantion torsiota on tutkittu jo vuosikymmenien ajan erilaisin keinoin ja mielenkiintoista on se, että eri aikakausina tehdyistä tutkimuksista on silti saatu samankaltaisia tuloksia. Terminä lantion torsiota ei kuitenkaan kuule kovin usein puhuttavan. Ehkä taustalla on se, että sen ilmenemiseen ei ole aina yksiselitteistä syytä, eikä sen yhteydestä esimerkiksi alaselkäkipuun ole täysin varmaa näyttöä. Osa tutkijoista on sitä mieltä, että alaraajojen pituuseroon liittyvä lantion torsio aiheuttaa alaselkäkipuja ja muita suljetun kiineettisen ketjun ongelmia, toiset ovat enemmän kyseenalaistavalla kannalla.

Mielestämme Bradeleyn teoria vaikuttaa loogiselta anatomisesta ja biomekaanisesta näkökulmasta tarkasteltuna. Alaraajojen pituusero aiheuttaa epäsymmetristä kuormitusta ja saa painovoiman vaikuttamaan epätasaisesti eri puolille kehoa. On luonnollista, että

lantio yrittää kompensoida tilannetta, jotta ylävartalon massakeskipiste pysyy tasapainossa. Uusi kliininen protokolla puolestaan tarjoaa uuden tärkeän näkökulman siihen, miten pituuseroa ja lantion aluetta voidaan tutkia. Bradeley ei huomioi ainoastaan jalkaterän ja nilkan alueella tapahtuvia virheasentoja, vaan keskittyy ylempänä ketjussa tapahtuviin kompensatorisiin muutoksiin. Staattinen ja dynaaminen tutkiminen yhdessä korotuspalojen kanssa antaa monipuolisen käsityksen kehon toiminnasta ja kompensatioista, joita muuttuva alaraajojen pituus aiheuttaa.

Tätä aihetta olisi hyvä tuoda Suomessa enemmän esille, sillä lantion torsio vaikuttaa SI-niveleihin, jotka puolestaan vaikuttavat muun muassa lannerankaan ja alaselkäkipuihin. Mielestämme tämä aihe on ehdottoman tärkeä henkilöille, jotka korjaavat alaraajojen pituuseroa etenkin pohjallisten ja ortoosien, mutta myös muiden menetelmien avulla.

8.1 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Monet tutkimuksen aikana tehdyt ratkaisut ovat merkittäviä eettisestä näkökulmasta tarkasteltaessa. Tutkimuksiin liittyvät eettiset kysymykset voidaan jakaa kahteen luokkaan. Ensimmäinen luokka pitää sisällään tiedonhankintaan ja tutkittavien suojaan liittyvät kysymykset. Toiseen luokkaan kuuluu tutkijan vastuu tulosten sovellutuksesta. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Lähteiden käyttöön liittyen on erityisen tärkeää, ettei tutkija plagioi toisen tuottamaa tekstiä. Käytettyjen lähteiden kirjoittajille on annettava tunnustusta käyttämällä selkeitä viittaus- ja lähdemerkintöjä. (Hirsjärvi ym. 2009, 26, 349.)

Olemme käyttäneet työssämme Mikkelin Ammattikorkeakoulun ohjeiden mukaisia lähdemerkintöjä- ja viittauksia. Olemme tuottaneet synteisiä useista lähteistä omin sanoin ja näin välttyneet plagioinnilta. Opinnäytetyömme eettisyyttä lisää se, että hyväksymimme tutkimuksiin osallistuneet ihmiset olivat vapaaehtoisia. Lisäksi valitsemisemme tutkimusartikkeleissa oli yhtä lukuun ottamatta raportoitu jonkin eettisen toimikunnan hyväksyntä tutkimukselle.

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen luotettavuuden kannalta oleellista on, että sen tekoon osallistuu vähintään kaksi tutkijaa. Tällöin olemassa olevien tutkimusten valinnan ja käsittelyn katsotaan olevan pitävä. (Johansson 2007, 6.) Lisäksi systemaattisen kirjallisuuskatsauksen on oltava toistettavissa ollakseen luotettava (Pudas-Tähkä ym.

2007, 50). Tulosten relevanttiuden ja katsauksen onnistumisen osoittamiseksi on siis tärkeää kirjata tarkasti kaikki vaiheet (Johansson 2007, 6).

Runsas englanninkielisten artikkeleiden käyttö on voinut vähentää tämän opinnäytetyön luotettavuutta, sillä käännösvaiheessa on voinut tapahtua virheitä, jotka ovat voineet vääristää tuloksien luotettavuutta. Tämä sama on voinut tapahtua jo alkuperäisartikkelien hakuvaiheessa, jolloin mahdollisesti joku oleellinen artikkeli on jäänyt pois sen vuoksi, että lukija ei ole ymmärtänyt sitä oikein. Myös rotaation ja kallistumisen sekoittuminen englanninkielisessä materiaalissa on voinut johtaa tähän. Tiedostimme tämän riskin koko opinnäytteen tekemisen ajan, minkä vuoksi pyrimme kiinnittämään käännöksiin erityisen tarkasti huomiota. Pyrimme hakemaan tietoa pääosin englanninkielisistä artikkeleista, sillä suomenkielistä materiaalia ei juuri ole saatavilla.

Stoltin & Routasalon (2007, 62) tekstiin nojaten voimme sanoa, että pituuseron ja lantion torsion yhteydestä on olemassa vahvaa tutkimusnäyttöä. Aiheesta on tehty useita menetelmällisesti (rasterstereografia, inklinometri) tasokkaita tutkimuksia ja tutkimustulokset näiden välillä ovat samansuuntaisia. Tosin ainoastaan kolmessa tutkimuksessa käytettiin satunnaistettua tutkimusasetelmaa.

8.2 Opinnäytetyöprosessin pohdinta

Opinnäytteen teko osoittautui haastavaksi mutta antoisaksi. Uudesta aiheesta tekeminen lisäsi omat haasteensa työstövaiheeseen, eikä tiukka aikataulu ollut tässä kohtaa eduksi. Mielestämme selvisimme tästä rutistuksesta kuitenkin hyvin ja saimme työllämme vastauksia niihin kysymyksiin, joihin oli tarkoituskin. Ehdottoman tärkeäksi tueksi aiheemme ymmärtämiselle ja suomentamiselle koimme vierailumme Englannissa toimeksiantajamme luona, joka perehdytti meitä aiheeseen erittäin hyvin.

Työn tekovaiheessa huomasimme, että löydetyn tiedon suhteen on oltava hyvin kriittinen ja tiedonhaussa järjestelmällinen. Tiedonhakua meidän aiheemme kohdalla vaikeutti se, että saman ilmiön kuvaamiseksi oli lähteissä käytetty erilaisia termejä, kuten *pelvic torsion*, *pelvic rotation*, *innominate torsion* sekä *innominate rotation*. Usein torsio ja rotaatio oli selitetty tarkoittamaan samaa asiaa. Täytyi olla tarkkana, jotta erotimme, kummasta missäkin tutkimuksessa oli todella kysymys. Joissain tutkimuksissa

nämä termit tarkoittivat koko lantion kiertymistä, mutta osassa taas lonkkaluiden kiertymistä. Välillä näin opiskelijana on aika vaikea lähteä kyseenalaistamaan jo julkaistuja tutkimuksia, vaikka huomasimme, että välillä siihen oli esimerkiksi väärin käytettyjen termien puolesta aihetta. Joistain tutkimuksista ei termien vuoksi meinannut saada selvää, että mitä niissä todellisuudessa oli tutkittu. Tämä tuotti jonkin verran ongelmia tutkimusten rajaamisvaiheessa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen osalta.

Tutkimusten rajaamisvaiheessa jouduimme pohtimaan erityisen paljon myös sitä, että minkä vuosiluvun asettaisimme takarajaksi tutkimusten julkaisuvuoden suhteen. Aluksi päätimme rajata tutkimukset vuoteen 2000, mutta huomasimme, ettei tutkimuksia löytynyt tarpeeksi katsaustamme varten. Lähes kaikissa löytämässämme tutkimuksissa oli viitattu Cummingsin ym. vuonna 1993 tekemään tutkimukseen, joten päätimme selvittää, täyttääkö se muut sisään- ja poisottokriteerimme. Tutkimus osoittautui niin arvokkaaksi, että päätimme rajata tutkimukset ajallisesti sen mukaan.

Ammattitaidon lisäämisen ja syventämisen lisäksi opinnäytetyön tekeminen on parantanut huomattavasti meidän englannin kielen taitoamme ja kykyämme lukea sekä tulkita vieraskielistä materiaalia. Asioiden lukeminen usealla eri kielellä johti asian käsittelyyn monessa eri ympäristössä, jolloin sen ymmärtämisestä tuli helpompaa ja moniulotteisempaa. Tiedon syventyminen avasi myös ovia aivan uusiin ajattelutapoihin ja toi meille sellaista tietoa ja taitoa, jota emme olisi välttämättä ilman tätä projektia saaneet.

Aiheen ympäriltä heräsi meille koko prosessin ajan valtava määrä kysymyksiä. Esimerkiksi naisten SI-nivelten todettiin olevan kaksi kertaa miesten SI-niveliä liikkuvampia. Näin ollen olisi voinut olettaa, että lonkkaluiden kiertyminen suhteessa toisiinsa olisi naisilla miehiä suurempaa. Avaamiemme tutkimusten mukaan lonkkaluiden kiertymisessä ei naisten ja miesten välillä kuitenkaan todettu merkittäviä eroja. Havaitsimme myös, että lähes kaikissa tutkimuksissamme sanottiin oikean alaraajan olevan vasenta lyhempi. Tyypin kaksi sakraalisen torsion sanottiin myös ilmenevän enemmän oikealla puolella. Jäimme pohtimaan, voisiko näillä asioilla olla toisiinsa biomekaaninen yhteys? Eräässä tutkimuksessa puolestaan koehenkilöillä, joilla ei ollut pituuseroa, todettiin lannerangassa skolioosi. Ajattelimme, että voisiko se olla merkki jo tapahtuneesta kompensatiosta?

Monesti lantion alueen deviaatioiden aiheuttajista puhuttaessa nousi esille rakenteellisten poikkeamien lisäksi lihasepätasapaino tai lihasheikkous. Pohdimme, että olisiko jalkaterapeuttien ja fysioterapeuttien mahdollista keskittyä entistä enemmän ennaltaehkäisevässä mielessä lantion alueen tutkimiseen? Voitaisiinko näin välttää lantion alueen rakenteellisten tai toiminnallisten poikkeamien aiheuttamien virheasentojen ja kiputilojen muodostumista?

Pituuserosta jäi yleisesti mietityttämään kaksi senttimetriä ”merkittävänä” pituuseron rajana. Tutkimustemme perusteella pituuseron ei tarvitse olla muutamaa millimetriä suurempi, jotta se voi aiheuttaa virheasentoja tai virheellistä toimintaa lantion alueella. Tosin pituusero ei aina aiheuta oireita eikä siihen aikaisempien käsitysten mukaan ole ollut tarvetta puuttua. Mutta mitä pieni pituusero voi aiheuttaa pitkällä aikavälillä? Ajatellaan tilanne, että lonkkaluut ovat kiertyneet liiallisesti pienen anatomisen pituuseron seurauksena vuosikymmenien ajan, jonka seurauksena alkaa ilmetä alaselkäkipuja. Lantion alueeseen vaikuttavat lihakset ovat kompensoineet rakenteellista tilannetta pitkään ja tehneet näin ilmiöstä osittain myös toiminnallisen. Herää kysymys, että olisiko kyseiset toiminnalliset oireet ja kiputilat voitu ennaltaehkäistä korjaamalla se pieni pituusero silloin kuin se on havaittu, vaikka se ei aiheuttanutkaan alkuvaiheessa merkittäviä oireita? Voisiko ainakin anatomista pituuseroa ajatella merkittävänä jo ennen kuin se ylittää kaksi senttimetriä?

Koska avaamissamme tutkimuksissa lonkkaluiden kiertymää oli aiheutettu korotuksilla tai kiilauksilla, pohdimme paljon myös pohjallisten merkitystä pituuseron hoidossa. Esimerkkinä yleinen ajatus, että pronaatio korjataan kiilaamalla, jolloin saadaan subtalaarinivel neutraaliin asentoon. Tottahan se on, mutta tapoja sen tekemiseksi on muitakin kuin kiilaus. Usein pronaatio on toiminnallisen pituuseron kompenzaatio, pidemmän alaraajan puolella. Visuaalisesti helposti havaittavissa tapauksissa, joissa alaraajojen pituusero on esimerkiksi sen kaksi senttimetriä, on luonnollista, että lyhyemmän alaraajan alle laitetaan korotus, jolloin luultavasti myös pidemmän alaraajan pronaatio oikenee. Kuitenkaan usein niihin pienempiin, ”ei-merkittäviin” pituuseroihin ei kiinnitetä huomiota, vaan korjataan pelkästään pronatoituneen jalkaterän asento, kiilaamalla. Kineettisessä ketjussa tämä tarkoittaa sitä, että pronaation avulla luonnollisesti ”lyhennetty” alaraaja pitenee kiilauksen vaikutuksesta, jolloin vääntö lisääntyy SI-nivelissä ja lannerangassa.

8.3 Jatkotutkimusaiheet

Opinnäytetyömme aihe on uusi, joten siihen liittyen voisi tehdä monta uutta opinnäytettä. Lantion torsioon mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä ovat pituuseron ohella esimerkiksi lonkkaluiden epäsymmetria, sakroiliaalinivelen liikelaajuus ja hypertonisit lantion yläpuoliset lihakset (Knutson 2005a, 2005b). Timgren (2015) mainitsee lisäksi vielä SI-nivelen toimintahäiriön ja virheasennon. Tästä voisi kehkeytyä mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita. Lisäksi pituuserolla on tutkitusti merkittävä yhteys lantion alueen asentomuutoksiin: se joko aiheuttaa niitä tai on itse asentomuutosten seurausta. Aina ei kuitenkaan ole varmuutta, onko taustalla anatominen vai toiminnallinen pituusero. Vallitsevan pituuserotyypin määrittäminen vaikuttaa merkittävästi käytettäviin hoitomenetelmiin. Mielestämme korotusterapian käyttöä ja toimivuutta anatomisen ja toiminnallisen pituuseron yhteydessä olisi hyvä kartoittaa lisää.

Ehdottaisimme jatkotutkimusaiheina seuraavia aiheita:

- Lantion yläpuolisten lihasten hypertonisuuden vaikutus lantion asentoon
- Kehon massakeskipisteen vaikutus lonkkaluiden ja SI-nivelen asentoon
- Lantion torsion hoitomenetelmät fysioterapian tai jalkaterapian keinoin
- Lantion torsion mittaamisen luotettavuus
- Lantion torsion ja lannerangan skolioosin välinen yhteys
- Lantion torsion ja SI-nivelen artroosin välinen yhteys.

LÄHTEET

Anttila, Pekka 2006. Tohtori Andry Vleeming Levillä 9.-13.4.2006. Manuaali-lehti, 4-5. Mediterapia. WWW-dokumentti. <https://www.yumpu.com/fi/document/view/19994191/pekka-anttilan-kirjoitus-manuaali-lehdessa-mediterapia/2> Ei päivytystietoja. Luettu 27.5.2015.

Azevedo, Daniel Camara, Santos, Henrique, Luiz, Carneiro, Ricardo Luiz & Andrade, Guilherme Trivellato 2014. Reliability of sagittal pelvic position assessments in standing, sitting and during hip flexion using palpation meter. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 18(2): 210-214. PDF-dokumentti. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360859213001174> Ei päivytystietoja. Luettu 10.5.2015

Barakatt, Edward, Smidt, Gary L., Dawson, Jeffrey D., Wei, Shun-Hwa & Givens Heiss, Deborah 1996. Interinnominate Motion and Symmetry: Comparison Between Gymnasts and Nogymnasts. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 23, number 5, pages 309-319. PDF-tiedosto. <http://www.jospt.org/doi/pdf/10.2519/jospt.1996.23.5.309> Ei päivytystietoja. Luettu 25.6.2015.

Beaudoin, L., Zabjek, K.F., Leroux, M.A., Coillard, C., Rivard, C.H. 1999. Acute systematic and variable postural adaptations induced by an orthopaedic shoe lift in control subjects. *Eur Spine J* (1999) 8 :40-4. PDF-tiedosto. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3611129/pdf/586_1999_Article_90080040.586.pdf Ei päivytystietoja. Luettu 3.4.2015.

Betsch, Marcel, Wild, Michael, Große, Birgit, Rapp, Walter & Horstmann, Thomas 2012. The effect of simulating leg length inequality on spinal posture and pelvic position: a dynamic rasterstereographic analysis. *Eur Spine J* (2012) 21:691-697. PDF-tiedosto. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3326121/pdf/586_2011_Article_1912.pdf Ei päivytystietoja. Luettu 16.4.2015.

Bomar, John R. 2006. The Lowdown of Short Legs. *Dynamic Chiropractic*, February 27, 2006, Vol. 24, Issue 05. WWW-dokumentti. <http://www.dynamicchiropractic.com/mpacms/dc/article.php?id=51091> Päivitetty 27.2.2006. Luettu 19.4.2015.

Bradeley, Clifton 2014. The 'Pelvic Equilibrium Theory'. Fontys University of Applied Sciences 8.12.2014. Luentomateriaali.

Bradeley, Clifton 2015a. Muistiinpanot. Ajalta 16.3.–24.3.2015. Englanti, Stoke-on-Trent.

Bradeley, Clifton 2015b. Posterior Inferior Ilium Compensation Mechanism on the Longer Limb side, and the Resultant Kinetic Chain Pathway to Injury: A Case Study. *Podiatry now*. The society of chiropodists and podiatrists. Vol. 18, number 3, March 2015, pages 16-21.

Brukner, Peter & Khan, Karim with colleagues 2009. *Clinical Sports Medicine*. Australia: The McGraw-Hill Companies.

- Caselli, Mark A. & Rzonca, Edward C. 2002. Detecting And Treating Leg Length Discrepancies. *Podiatry Today*. Volume 15. Issue 12. December 2002. WWW-dokumentti. <http://www.podiatrytoday.com/article/1035?page=2#sthash.DPUX-KMUy.dpuf> Ei päivitystietoja. Luettu 02.03.2015.
- Cohen, Sarah 2008. Sacroiliac Joint Syndrome. WWW-dokumentti. <http://scohenlmt.livejournal.com/12098.html> Päivitetty 30.10.2008. Luettu 8.9.2015. Kuva 3.
- Cooperstein, Robert & Lew, Makani 2009. The relationship between pelvic torsion and anatomical leg length inequality: a review of the literature. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2009; 8(3): 107-118. WWW-dokumentti. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2732247/#N0x1cfa500N0x2ade050> Päivitetty 2009. Luettu 19.1.2015.
- Creech, Steve 2015. Statistically Significant Consulting. Statistics tutorial. Power Analysis. WWW-dokumentti. www.statisticallysignificantconsulting.com/PowerAnalysis.htm Ei päivitystietoja. Luettu 1.7.2015.
- Crowell, R.D., Cummings, G.S., Walker, J.R. & Tillman L.J. 1994. Intratester and intertester reliability and validity of measures of innominate bone inclination. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 1994 Aug; 20(2): 88-97. PDF-dokumentti. http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.1994.20.2.88?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&#.VfF3Ifntmko Ei päivitystietoja. Luettu 10.5.2015.
- Cummings, G., Scholz, J.P. & Barnes, K. 1993. The Effect of Imposed Leg Length Difference on Pelvic Bone Symmetry. March 1993-volume18-issue3-ppg368-373. PDF-tiedosto. <http://dorn-therapie-methode.de/pdf/Theeffectofimposedleglengthdifferenceonpelvicbonesymmetry.pdf> Päivitetty 1993. Luettu 19.4.2015.
- Dalton, Erik 2011. Short leg syndrome part 2. Dalton myoskeletal. WWW-dokumentti. <http://erikdalton.com/media/published-articles/short-leg-syndrome-part-1/> Ei päivitystietoja. Luettu 12.2.2015. Kuva 12.
- DonTigny, Richard L. 2011. Sacroiliac 101: Form and Function – A Biomechanical Study. *Journal of Prolotherapy* 2011; 3 (1): 561-567.
- Fitzgerald, David 2010. Pelvic Asymmetry and Leg Length Difference. *Physio Digest*. WWW-dokumentti. <http://www.physiodigest.com/5091/pelvic-asymmetry-and-leg-length-difference/> Päivitetty 24.2.2010. Luettu 11.3.2015.
- Furlan, Andrea D., Pennick, Victoria, Bombardier, Claire & Van Tulder, Maurits 2009. 2009 Updated Method Guidelines for Systematic Reviews in the Cochrane Back Review Group. *Spine* Vol 34, number 18; 1929-1941. Lippincott Williams & Wilkins. PDF-tiedosto. http://www.researchgate.net/profile/Maurits_Tulder/publication/26741385_2009_updated_method_guidelines_for_systematic_review_in_the_Cochrane_Back_Review_Group/links/00b4951a6ebcc1d32a000000.pdf Ei päivitystietoja. Luettu 27.5.2015.
- Gray, Henry 1918. 6c. The Bones of the Lower Extremity. 1. The Hip Bone. <http://www.bartleby.com/107/57.html> Ei päivitystietoja. Luettu 26.2.2015. Kuva 2.

Haines, Steve 2013. New Model of Assessing the Position of The Sacrum: Hesch Method. WWW-dokumentti. <http://cranialintelligence.com/2013/10/> Päivitetty 10.10.2015. Luettu 8.9.2015. Kuva 8.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja Kirjoita. Helsinki: Kustannus-osakeyhtiö Tammi.

Hurme, Timo 2003. Alaraajojen pituuserot ja niiden korjaaminen. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2003; 119(10): 946-953. PDF-tiedosto. <http://www.terveysportti.fi/xmedia/duo/duo93578.pdf> Ei päivitystietoja. Luettu 15.3.2015.

Jalanko, Hannu 2009. Tuki- ja liikuntaelimet. 100 kysymystä lastenlääkärille. Terveyskirjasto. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. WWW-dokumentti. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=skl00038 Päivitetty 2015. Luettu 30.3.2015.

Johansson, Kirsi 2007. Kirjallisuuskatsaukset – Huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen. – Teoksessa Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen (toim. Johansson, Kirsi, Axelin, Anna, Stolt, Minna & Ääri, Riitta-Liisa), 3-9. Turun yliopiston hoitotieteen laitoksen julkaisuja, Tutkimuksia ja raportteja, sarja A:51/2007. Turku: Turun yliopisto.

Juhl, John Henry, Ippolito, Tonya M. & Russel, Georg 2004. Prevalence of Frontal Plane Pelvic Asymmetry – Part 1. JAOA, Vol. 104, No 10, October 2004, 411. <http://www.drjuhl.com/files/5213/5285/2609/PPA-JAOAv110410-Oct2004pp411-22.pdf> Ei päivitystietoja. Luettu 26.2.2015.

Kapandji, I.A. 1997. Kinesiologia III: Selkärangan, rintakehän ja lantion nivelten toiminta. Laukaa: Medirehab® kirjakustannus.

Khoshroo, Soroush 2014. Custom Orthotics & Foot Related Conditions: Kinetic Chain. WWW-dokumentti. <http://chiropractornorthshore.com/custom-orthotics/> Ei päivitystietoja. Luettu 8.9.2015. Kuva 1.

Knutson, Gary A. 2005a. Anatomic and functional leg-length inequality: A review and recommendation for clinical decision-making. Part I, anatomic leg-length inequality: prevalence, magnitude, effects and clinical significance. Chiropractic & Osteopathy 2005; 13:11. WWW-dokumentti. <http://www.biomedcentral.com/1746-1340/13/11> Päivitetty 20.7.2005. Luettu 25.1.2015.

Knutson, Gary A. 2005b. Anatomic and functional leg-length inequality: A review and recommendation for clinical decision-making. Part II, the functional or unloaded leg-length asymmetry. Chiropractic & Osteopathy 2005; 13:12. WWW-dokumentti. <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1746-1340-13-12.pdf> Päivitetty 20.7.2005. Luettu 26.1.2015.

Komulainen, Jorma, Vuorela, Piia & Malmivaara, Antti 2014. Satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen periaatteita ja sudenkuoppia. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2014; 130 (14): 1439-44. WWW-dokumentti. http://www.duodecimlehti.fi/web/guest/uusinumero;jsessionid=39F455DD008B0EFA3E705FB26091B256?p_p_id=Article_WAR_DL6_Article

portlet&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_viewType=viewArticle&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_tunnus=duo11759&_Article_WAR_DL6_Articleportlet_member=JPPpRX9**SdU Päivitetty 2014. Luettu 30.6.2015.

Krawiec, C.J., Den gar, C.R., Hertel, J., Salvatera, G.F. and Buckley, W.E. 2003. Static innominate asymmetry and leg length discrepancy in asymptomatic collegiate athletes. *Manual Therapy* 8, 207-213. PDF-tiedosto. http://ac.els-cdn.com/S1356689X03000122/1-s2.0-S1356689X03000122-main.pdf?_tid=3748c28c-fc94-11e4-8fbd-00000aacb361&acdnat=1431867604_82db7a4663baddeae4d642cfd5d72cf1 Päivitetty 31.10.2002. Luettu 25.6.2015.

Kreighbaum, Ellen & Barthels, Katharina M. 1996. *Biomechanics. A Qualitative Approach for Studying Human Movement*. Fourth Edition. Massachusetts: Ally & Bacon.

Kulmala, Juha-Pekka 2015. Liikkumistyyllillä keskeinen vaikutus nivelkuormitukseen – iäkkäiden kannattaa vahvistaa nilkkoja. *Podoprintti* 2/2015, 6-7.

KvantiMOTV 2002. Varianssianalyysi. WWW-dokumentti. <http://www.fsd.uta.fi/metelmaopetus/varianssi/anova.html>. Päivitetty 12.3.2002. Luettu 11.9.2015.

Kwon, Yu-Jeong, Song, Minyoung, Baek Il-Hun & Lee, Taesik 2015. The effect of simulating a leg-length discrepancy on pelvic position and spinal posture. *Journal of Physical Therapy Science*. Vol. 27 (2015) No. 3 March p. 689-691. PDF-tiedosto. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4395693/> Päivitetty 15.10.2014. Luettu 7.5.2015.

LaRochelle, Carole 2009. Is Rolfing® Structural Integration the Same as Deep Tissue Massage and Myofascial Release? WWW-dokumentti. <http://redwoodempirerolfing.com/is-rolfing-structural-integration-the-same-as-deep-tissue-massage-and-myofascial-release/> Päivitetty 29.7.2009. Luettu 8.9.2015. Kuva 9.

Levangie, Pamela K. & Norkin, Cynthia C. 2001. *Joint structure and function. A comprehensive analysis*. Third edition. Canada: F.A. Davis Company.

Levine, David, Richards, Jim & Whittle, Michael W. 2012. *Whittle's Gait Analysis*. Churchill Livingstone Elsevier.

Maaranen, Mika 2015. Lantio ja SI-nivelet. WWW-dokumentti. <http://www.kunto-netti.org/?sivu=11> Ei päivitystietoja. Luettu 8.9.2015. Kuva 6.

Magee, David J. 2014. *Orthopedic physical assessment*. Sixth edition. Canada: Elsevier Inc.

Marieb, Elaine N. & Hoehn, Katja 2013. *Human Anatomy and Physiology*. Ninth Edition. USA: Pearson Education, Inc.

Metsämuuronen, Jari 2009. *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Middleditch, Alison & Oliver, Jean 2005. Functional anatomy of the spine. Edinburgh: Elsevier Ltd.

MOT Dictionaries 2015. Kielikone OY. Deviation. <https://mot.kielikone.fi.ezproxy.mikkeli.amk.fi/mot/mamk/netmot.exe?motportal=80> Päivitetty 2015. Luettu 15.01.2015.

Muscolino, Joseph E. 2011. Body Mechanics: Motion Palpation assessment of the Sacroiliac Joint. PDF-tiedosto. http://www.learn-muscles.com/MTJ_WI11_BodyMechanics.pdf Ei päivitystietoja. Luettu 22.3.2015.

Oatis, Carol A. 2004. Kinesiology: The Mechanics & Pathomechanics of Human movement. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Passigli, Samuele 2008. Fisiologia articolare del cingolo pelvico. WWW-dokumentti. <http://www.fisiobrain.com/web/2008/fisiologia-articolare-del-cingolo-pelvico> Päivitetty 26.8.2008. Luettu 11.3.2015.

Perry, Jacquelin & Burnfield, Judith M. 2010. Gait analysis. Normal and Pathological Function. Second edition. USA: SLACK Incorporated.

Pool-Goudzwaard, Annelies 2003. Biomechanics of the Sacroiliac Joints and the Pelvic floor. A.L. Pool-Goudzwaard.

Pudas-Tähkä, Sanna-Mari & Axelin, Anna 2007. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajaus, hakutermit ja abstraktien arviointi. – Teoksessa Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen (toim. Johansson, Kirsi, Axelin, Anna, Stolt, Minna & Ääri, Riitta-Liisa), 46-70. Turun yliopiston hoitotieteen laitoksen julkaisuja, Tutkimuksia ja raportteja, sarja A:51/2007. Turku: Turun yliopisto.

Rintala, Toni 2006. SI-nivelen eli risti-suoliluunivelen eli sakroiliakanivelen kivusta ja diagnosoinnista. PDF-dokumentti. <http://www.selkasivut.fi/selka/pdf/sidiagnosointi.pdf> Päivitetty 6.1.2006. Luettu 15.9.2015.

Saaranen-Kauppinen, Anita & Puusniekka, Anna 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. WWW-dokumentti. <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/>. Ei päivitystietoja. Luettu 15.9.2015.

Saarikoski, Riitta, Stolt, Minna & Liukkonen, Irmeli 2012. Liikeketju. WWW-dokumentti. http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=jal00030 Päivitetty 10.12.2012. Luettu 11.2.2015.

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan Yliopisto. PDF-tiedosto. http://www.uva.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf Ei päivitystietoja. Luettu 11.5.2015.

Sanastokeskus TSK ry 2015. TEPA – Sanastokeskus TSK: n termipankki. Poikkeama. WWW-dokumentti. <http://www.tsk.fi/cgi-bin/netmot.exe?UI=figr&height=159&qfind=Poikkeama> Ei päivitystietoja. Luettu 3.7.2015.

Schleip, Robert 1996. Pelvic Torsion and Structural Alignment in the Gravitational Field. Rolf Lines. WWW-dokumentti. <http://www.somatics.de/artikel/for-professionals/2-article/98-pelvic-torsion-and-structural-alignment-in-the-gravitational-field> Päivitetty 15.1.2015. Luettu 15.1.2015.

Schuenke, Michael, Schulte, Erik & Schumacher, Udo 2013. Atlas of Anatomy. Latin nomenclature. Second Edition. New York, Stuttgart: Thieme Medical Publishers, Inc.

Schünke, Michael, Schulte, Erik & Schumacher, Udo 2010. Anatomische atlas. Prometheus. Algemene anatomie en bewegingsapparaat. Houten: Bohn Stafleu van Loghum.

Stolt, Minna & Routasalo, Pirkko 2007. Tutkimusartikkelien valinta ja käsittely. - Teoksessa Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen (toim. Johansson, Kirsi, Axelin, Anna, Stolt, Minna & Ääri, Riitta-Liisa), 58-70. Turun yliopiston hoitotieteen laitoksen julkaisuja, Tutkimuksia ja raportteja, sarja A:51/2007. Turku: Turun yliopisto.

Sub-4 Biomechanics Academy 2015. The Sacroiliac Joint Mechanics & Assessment. PDF-dokumentti. <https://sub4blog.files.wordpress.com/2015/05/sij-mechanics-assessment.pdf> Päivitetty 31.5.2015. Luettu 8.9.2015. Kuva 5.

Sub-4 Technologies 2015. Information Sheet. Esite.

Sutherland, Tom 2015. Traveling Yogaman: Principle Of Practice – 13. Coiling. WWW-dokumentti. <http://www.travelingyogaman.com/thedailystretch/coiling> Päivitetty 15.2.2015. Luettu 8.9.2015. Kuva 7.

Tateuchi, Hiroshige, Wada, Osamu & Ichihashi, Noriaki 2011. Effects of calcaneal eversion on three dimensional kinematics of the hip, pelvis and thorax in unilateral weight bearing. Human Movement Science 30 (2011) 566–573. Elsevier. PDF-tiedosto. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016794571100011X> Päivitetty 2.4.2011. Luettu 27.1.2015.

Tilastokeskus 2015. Tietoa tilastoista. Käsitteet ja määritelmät. Hypoteesi. WWW-dokumentti. <http://www.stat.fi/meta/kas/hypoteesi.html> Ei päivitystietoja. Luettu 1.7.2015.

Timgren, Jussi 2015. Lantion vino asento. Liittyy usein ala- tai yläselän oireisiin. WWW-dokumentti. http://personal.fimnet.fi/vastaanotto/fysiatri_Timgren/LANTIO.html Ei päivitystietoja. Luettu 4.9.2015.

Timgren, Jussi & Soinila, Seppo 2006. Reversible pelvic asymmetry: An overlooked syndrome manifesting as scoliosis, apparent leg-length difference, and neurologic symptoms. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. 2006, 29(7): 561-565. PDF-dokumentti. http://ac.els-cdn.com/S0161475406001734/1-s2.0-S0161475406001734-main.pdf?_tid=3785374e-5969-11e5-922a-00000aacb362&acdnat=1442074594_4f92fde985c3ec5804d761497d2f9332 Ei päivitystietoja. Luettu 13.9.2015.

Trew, Marion & Everett, Tony 1997. Human movement. An introductory text. Third edition. New York: Churchill Livingstone.

Turku Clinical Research Centre 2015. Ohjeisto. Terveystieteellisen tutkimuksen suunnittelu ja käytännön toteuttaminen. Tutkittavien satunnaistaminen ja sokkouttaminen sekä koodien säilytys. WWW-dokumentti. <http://www.turkucrc.fi/index.phtml?s=65> Ei päivitystietoja. Luettu 30.6.2015.

Vleeming, Andry, Mooney, Vert & Stoeckart, Rob 2007. *Movement, Stability & Lumbopelvic Pain: Integration of Research and Therapy*. Paris: Churchill Livingstone.

Wild, Michael, Kühlmann, Britta, Stauffenberg, Anna, Jungbluth, Pascal, Hakimi, Mohssen, Rapp, Walter & Betsch, Marcel 2014. Does age affect the response of pelvis and spine to simulated leg length discrepancies? A rasterstereographic pilot study. *European Spine Journal* July 2014, Volume 23, Issue 7, pp 1449-1456. PDF-tiedosto. <http://link.springer.com/article/10.1007/s00586-013-3152-3> Päivitetty 2014. Luettu 18.4.2015.

Wong, Kevin M. 2013. To Heel Lift or Not to Heel Lift? That is the Question. *Dynamic Chiropractic* April 15, 2013, Vol. 31, Issue 08. WWW-dokumentti. <http://www.dynamicchiropractic.com/mpacms/dc/article.php?id=56452> Ei päivitystietoja. Luettu 19.4.2015.

Young, Rebecca S., Andrew, Paul D. & Cummings, Gordon S. 2000. Effect on simulating leg length inequality on pelvic torsion and trunk mobility. *Gait and Posture* 11 (2000): 217-223. PDF-tiedosto. <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.mikkeli.fi:2048/science/article/pii/S0966636200000485#> Päivitetty 2000. Luettu 19.1.2015.

Sopijaosapuolet:

Opinnoitytyön tilaaja: Clifton Bradeley & Mikaeli (Matti) Rönkä (Matti Korkeakoulu)

ja lisäksi ammattikorkeakouluun _____ laitoksen _____
ja fysioterapian _____ (ouhutusohjelman ohjaajia) Sara Manninen (M)
Soile Ruttinas (JR) ja Mira Hälönen (M).

Opinnoitytyön aihe: The 'New & Equilibrium theory' - Uusi näkökulma lasten toimien rakentamiseen.

Opinnoitytyön ohjaajat:

Ohjaava opettaja: Piiri Kerkkonen & Tiia Sainio Tiippana

Työohjaaja: Clifton Bradeley

Opinnoitytyön arviointivaihtumisaika: marrasku 2015

Opinnoitytyön TML-tavoitteet:

***K-TAVOITTEET:** Tutkimus- ja kehittämissäntoimilla (R&D) tarkoitetaan systemaattista toimintaa tiedon lisäämiseksi tiedon käyttämisestä uuden sovelluksen löytämiseksi. Tavoitteena on, että toiminnan tulokset näkyvät ja otetaan huomioon. Tutkimus- ja kehittämissäntoimilla tarkoitetaan tutkimusta, jota tehdään jatkuvasti ja joka on suunniteltu jatkuvasti. Tutkimus- ja kehittämissäntoimilla tarkoitetaan tutkimusta, jota tehdään jatkuvasti ja joka on suunniteltu jatkuvasti. Tutkimus- ja kehittämissäntoimilla tarkoitetaan tutkimusta, jota tehdään jatkuvasti ja joka on suunniteltu jatkuvasti.

Mikaelin ammattikorkeakouluun tehdyn opinnoitytyön julkaisusta _____ on toteutettu korkeakoulun tiloissa ja ammattikorkeakoulun yhteydessä julkaisujaksossa. Tavoitteena on, että tutkimus- ja kehittämissäntoimilla tarkoitetaan tutkimusta, jota tehdään jatkuvasti ja joka on suunniteltu jatkuvasti.

Muu sopimusohje: _____

Aika: ja paikka

24.08.2015

Opiskelijan allekirjoitus


Soile Ruttinas

Opinnoitytyön ohjaajan allekirjoitus





Pathway Assessment Form

Patient Name: _____

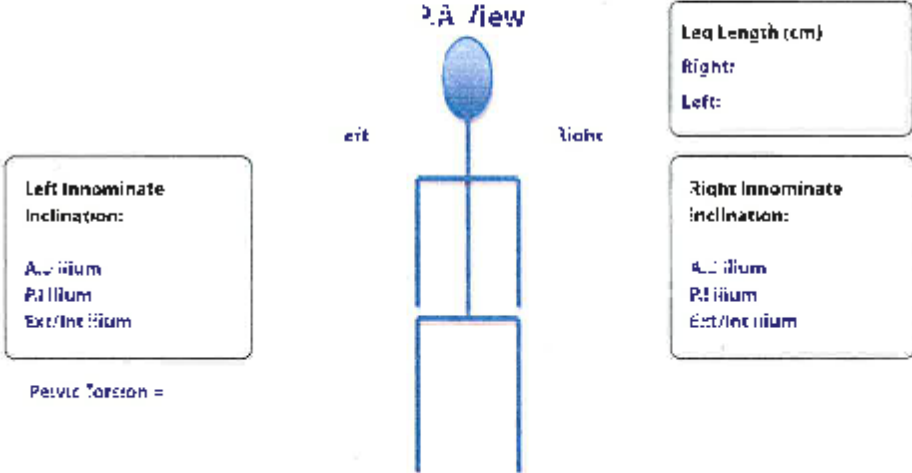
Referral from: _____ Date: _____

Weight (kg): _____ Age: _____

Right Heel Lift (%): _____ OOB: _____

Left Heel Lift (%): _____ LUL: _____

Shoe Size: _____



Functional Trial (With 2mm EVA board)	Right	R	=	Torsion
	Left	L	=	Torsion
Dynamic Functional Trial (9mm in-heel raise)	Right	R	=	Torsion
	Left	L	=	Torsion
Therefore, Innominate Range		L	R	

Of the "FUNCTIONAL PATHWAYS TO INJURY" look at the highest and lowest reading from the R to L D⁺-ve Normal range of inclination

HIGHEST READING (from the R⁺-ve) = _____ The largest range from the normal helps to determine the pathway:

LOWEST READING (from the R⁺-ve) = _____

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

SYSTEMAATTINEN KIRJALLISUUSKATSAUS				
Tutkimuksen bibliografiset tiedot	Tutkimuskohde	Otoskoko & menetelmä	Keskeiset tulokset	Oma intressi opinnäytetyön kannalta
Cummings, G., Scholz, J.P. & Barnes, K. 1993. The Effect of Imposed Leg Length Difference on Pelvic Bone Symmetry. March 1993-volume18-issue3-ppg368-373.	Tarkoituksena tutkia jalkojen pituuseron säätelyn vaikutusta lantion symmetriaan ja saada vastaukset seuraaviin kysymyksiin: 1. Johdaako jalkojen pituusero vasemman ja oikean lonkkaluun epäsymmetriseen rotaatioon? 2. Jos pituusero johtaa lantion epäsymmetriaan, niin missä suunnassa? 3. Onko epäsymmetriassa yksilöllisiä eroja? 4. Kuinka suuri pituusero täytyy tuottaa, jotta saadaan aikaan kyseinen vaikutus? 5. Onko pituuseron vaikutus lantion symmetriaan jatkuva tai jaksottainen jonkin kriittisen pituuseron suuruuden jälkeen?	10 naispuolista yliopisto-opiskelijaa, joilla ei ollut alaraajojen pituuseroa eikä selän sekä lantion toimintahäiriöitä. Lantion asennon ja liikkeen mittaamiseen käytettiin kolmiulotteista WATSMART™-mittausjärjestelmää (Waterloo Spatial Motion and Recording Technique), jolla saatiin määritettyä lantion asennon aste-lukuja. Pituuseron säätelyyn käytettiin 3,175 mm:n (1/8 tuuman) korkuisia pleksilasilevyjä vuoroin oikean ja vuoroin vasemman jalan alla. Korotuslevyjä käytettiin molempien jalkojen alla 2-7 kpl eli mittaukset tehtiin 6 eri korotuksen kanssa. Lantion kallistuma määriteltiin horisontaalitason ja SIPSin sekä trochanter majorin muodostaman linjan välisenä kulmana.	Korotetun jalan lonkkaluuhun syntyi posteriorista tilttiä ja kontralateraalille puolelle syntyi anteriorista tilttiä. Lantion torsio kasvoi lineaarisesti suhteessa korotuksen suuruuteen. Jo pienellä korotuksella (6,35 mm, 2/8 tuumaa) oli selvä vaikutus mo-lempien lantion puolisko-kojen väliseen tilttiin. Yksilöllisiä eroja todettiin olevan myös, etenkin korote-tun jalan puolella. Yhdellä koehenkilöistä vasen lonkka-luu kallistui päinvastaiseen suuntaan verrattuna muuhun koeryhmään riippu-matta siitä, kummalla puolella korotus oli. Tutkijat spekuloivat, että hänen vasem-massa SI-nivelessä saattaa olla epänor-maali nivel-pinta.	Lähes jokaisessa käyttämässämme tutkimuksessa viitattiin tähän kyseiseen tutkimukseen. Tulokset tukevat Clifton Bradel-eyn teoriaa.
Barakatt, Edward, Smidt, Gary L., Dawson, Jeffrey D., Wei, Shun-Hwa & Heiss, Deborah Givens 1996. Internominate Motion and Symmetry: Comparison Between Gymnasts and Nongymnasts. JOSPT * Volume 23 - Number 5 * May 1996.	Tavoitteena oli selvittää, onko selkävuttomien henkilöiden lonkkaluiden välinen liike symmetrinen eri asennoissa, arvioida lonkkaluiden symmetriaa seistessä ja selvittää onko lonkkaluiden välisen liikkeen laajuudessa eroa useammin joustavuusharjoituksia tekevien ja muun väestön välillä.	Tutkimukseen osallistui kolmekymmentä neljä (34) henkilöä, joista puolet oli voimistelijoita, kahdeksan (8) miestä ja yhdeksän (9) naista ja puolet ei-voimistelijoita, kahdeksan (8) miestä ja yhdeksän (9) naista. Heidät arvioitiin seisten ja kolmessa muussa mo-lemminpuolisessa asennossa: muunnettu seisonta eli korotus jalan alla, muunnettu istunta eli korotus istuinluun alla ja tois-	Jokaisella tutkittavalla korotetun raajan puolen lonkkaluun rotatoitui posteriorisesti vastakkaisen puolen lonkkaluuhun nähden.	Tutkimus tukee opinnäytetyössä esitettyä teoriaa korotuksen vaikutuksesta saman puolen lonkkaluun kallistumiseen posteriorisesti.

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

		polviasento eli puoli- kyykky. SIAS ja SIPS koordinaattien seu- raamiseksi jokaisessa asennossa käytettiin Metrecomn Skeletal Analysis System -lai- tetta.		
Beaudoin, L., Zabjek, K.F., Leroux, M.A., Coillard, C., Rivard, C.H. 1999. Acute systematic and variable postural adap- tations in- duced by an orthopaedic shoe lift in control sub- jects. Eur Spine J (1999) 8:40–4.	Tämän tutkimuk- sen tarkoitus oli määrittää kengän korotuksen ai- heuttamia/seu- rauksena pysty- asennossa tapah- tuvia kolmiulot- teisia muutoksia lantion, vartalon, lapaluun seudun ja pään alueella.	Tutkimukseen osallis- tui 20 19–24 vuoti- asta naista. Heillä ei ollut ortopedisiä eikä neurologisia toiminta- häiriöitä. Pystyasentoa arvioi- tiin liikeanalyysisys- teemillä kolmessa sa- tunnaisessa tilassa: kontrolli, oikean ja vasemman puolen kengän korotus. Ko- rotuksena käytettiin 15 mm:n korotusta. Kahdeksaa kameraa käytettiin 36 anatomi- sen, heijastavilla mer- keillä merkatun maa- merkin 3D koordi- naattien laskemiseksi, joista sitten laskettiin asennon muutokset.	Akuutit pystyasennon muutokset huomattiin kaikilla tutkittavilla. Pääsääntöisesti ne il- menivät lantion tilt- tinä, vasemman ja oi- kean lonkkaluun väli- senä epäsymmetriana ja lantion sekä lapa- luun alueen lateraali- sena siirtymänä Oikean ja vasemman lonkkaluun välinen asentoero liittyi lan- tion tilttiin. Oikean puolen koro- tus aiheutti oikean- puolen lonkkaluun posteriorisen kallistu- misen ja vasemman puolen anteriorisen kallistumisen. Kun taas vasemman puo- len korotus aiheutti vasemman puolen lonkkaluun poste- riorisen kallistumisen ja vastakkaisen puo- len anteriorisen kal- listumisen.	Tutkimus tukee Bradeleyn teo- riaa korotuksen aiheuttamasta muutoksesta ki- neettisessä ket- jussa.
Young, Re- becca S., An- drew, Paul D. & Cummings, Gordon S. 2000. Effect of simulating leg length ine- quality on pel- vic torsion and trunk mo- bility. Gait and Posture 11, 217-223.	Jalkojen keino- kaisen (korotus- palalla aiheute- tun) pituuseron säätelyn ja siitä syntyneen lantion lateraalisen tiltin vaikutus lantion torsioon.	Tutkimusjoukko 29 tervettä hloä; miehiä 7, naisia 22. Ikä 18 – 28 vuotta. 3 kertaa suoritettut ha- vainnoinnit 4 eri asennon aikana; osassa korotus toisen jalan alla, osassa il- man korotusta. Korotuksen suuruus vaihteli 15–24 mm. Tutkittavilta mitattiin lat. tiltti että ant.post. tiltti (SIAS suhteessa SIPSiin). Näistä laskettiin kes- kiarvo.	Korotuspalan lisää- minen jalan alle ko- hotti sen puolen suo- liluun harjua ylös- päin, jolloin toisella puolella lantion torsio kasvoi merkittävästi korotettuun puoleen nähdän.	Tutkimus tukee opinnäyte- työssä käytettä- vää teoriaa.
Krawiec, C.J., Den gar, C.R., Hertel, J., Sal- vatera, G.F. and Buckley,	Tarkoitus oli tut- kia lonkkaluun epäsymmetriaa sagittaalitasolla,	Tutkimukseen osallis- tui 44 yliopisto urhei- lijaa, joista 24 oli miehiä ja 20 naisia.	42 tutkittavalla (95) oli jonkinasteinen lonkkaluun epä-sym- metria (static innomi- nate asymmetry). 32	Tutkimus tukee opinnäytetyön teoriaa pituus-

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

<p>W.E. 2003. Static innominate asymmetry and leg length discrepancy in asymptomatic collegiate athletes. <i>Manual Therapy</i> 8, 207-213.</p>	<p>alaraajojen pituuseroa ja lonkkaluun rotaation ja pituuseron välistä suhdetta oireettomilla collegiate athletes.</p>	<p>Lonkkaluun epäsymmetriaa mitattiin mitaharpilla / inklinometrillä ja pituusero mitattiin teipin avulla käyttäen normaalia kliinistä mittaustekniikkaa.</p>	<p>tutkittavalla (73 %) oli oikea lonkkaluun anteriorisempi rotaatio kuin vasen lonkkaluun. Lähes kaikilla tutkittavilla oli alaraajojen pituusero ja 30 heistä (68 %) vasen alaraaja oli hieman pitempi kuin oikea. Korrelaatio pituuseron ja lonkkaluun epäsymmetrian välillä oli heikko. Tästä pääteltiin, että epäsymmetria ja pituusero ovat tavallisia oireettomilla collegiate athletes.</p>	<p>eron ja epäsymmetrian tavallisuudesta.</p>
<p>Betsch, Marcel, Wild, Michael, Große, Birgit, Rapp, Walter & Horstmann, Thomas 2012. The effect of simulating leg length inequality on spinal posture and pelvic position: a dynamic rasterstereographic analysis. <i>Eur Spine J</i> (2012) 21:691–697.</p>	<p>Korotuspaloilla tuotetun alaraajojen pituuseron vaikutus selkärangan ja lantion asentoon terveillä ihmisillä.</p>	<p>115 tervettä henkilöä, joista miehiä oli 34 ja naisia 81. Tutkimusjoukko jaettiin kahteen ryhmään. Toisessa ryhmässä korotus oli vasemmalla puolella ja toisessa oikealla. Asentoa tutkittiin 5, 10 ja 15 mm korotuksilla. Selän ja lantion asentoa tutkittiin/mitattiin rasterstereografisella laitteella (Diers formetric 4D®). Lantion asennon tutkimiseen käytettiin maamerkkeinä ”hymykuoppia”, jotka ovat vahvasti yhteydessä SIPSeihin.</p>	<p>Lantion tilittiä (tässä tutkimuksessa ”hymykuoppien korkeusero”) oli keskimäärin 4,02 mm ja lantion torsiota 0,35 astetta. Selän asennon muutokset (frontaalideviaatio, lateraalideviaatio ja rotaatio) eivät olleet merkittäviä. Tutkimus osoitti, että rasterstereografialla on mahdollista tutkia alaraajojen pituuseron vaikutusta lantion ja selän asentoon.</p>	<p>Tutkimuksessa käytetty erilaista menetelmää lantion ja selän asennon tutkimiseen. Silti siitä saadut tulokset tukevat käsitystä, jolle olemme perusteita etsimässä.</p>
<p>Wild, Michael, Kühlmann, Britta, Stauffenberg, Anna, Jungbluth, Pascal, Hakimi, Mohssen, Rapp, Walter & Betsch, Marcel 2014. Does age affect the response of pelvis and spine to simulated leg length discrepancies? A rasterstereographic pilot</p>	<p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tutkia eri-ikäisillä koehenkilöillä simuloitujen pituuserojen vaikutusta selkärangan ja lantion asentoihin (selkärangan lateraalinen deviaatio, rotaatio, kyfoottiset ja lordoottiset kulmat; lantion vinous ja lantion torsio).</p>	<p>107 henkilöä jaettuna kolmeen ikäryhmään: ryhmä 1 20–39 v., ryhmä 2 40–59 v., ryhmä 3 ≥ 60 v. Arvioitiin iän vaikutusta pituuseron vaikutuksiin. Simulaatioalustalla molemmille puolille simuloidut pituuserot: 10, 20 ja 30 mm. Muutokset lantion ja/tai selkärangan asennossa mitattiin rasterstereografisella systeemillä.</p>	<p>Kaikissa 3 ikäryhmässä lisääntynyt pituusero johti merkittäviin muutoksiin lantion asennossa lantion vinoutta ja torsiota mitattaessa. Kaikissa ryhmissä selkärangan rotaatio ja lat. deviaatio kasvoivat pituuseron kasvaessa. Ikäryhmien välillä ei kuitenkaan havaittu merkittäviä eroja. Pituusero johti merkittäviin muutoksiin lantion sekä selkärangan alueilla. Huolimatta tunnetuista</p>	<p>Tutkimuksesta selviää, että simuloitu pituusero aiheuttaa merkittäviä muutoksina lantion vinoutta ja lantion torsiota iästä riippumatta. Tämä vahvistaa Bradeleyn ajatusmallia. Hänen mukaansa jo lapsuudessa havaitut biomekaaniset poikkeamat näkyvät myös vanhemmalla iällä.</p>

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus

<p>study. European Spine Journal July 2014, Volume 23, Issue 7, pp 1449-1456.</p>			<p>ikään liittyvistä muutoksista, merkittäviä eroja em. parametreissa ei ilmennyt iäkkäällä tässä tutkimuksessa.</p>	
<p>Kwon, Yu-Jeong, Song, Minyoung, Baek Il-Hun & Lee, Taesik 2015. The effect of simulating a leg-length discrepancy on pelvic position and spinal posture. Journal of Physical Therapy Science. Vol. 27 (2015) No. 3 March p. 689-691.</p>	<p>Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia miten alaraajojen pituusero vaikuttaa lantion asentoon ja selkärangan asentoon/ryhtiin.</p>	<p>Tutkimusjoukko: 20 henkilöä, 10 miestä ja 10 naista. Heitä tutkittiin alustalla, jolle luotiin keinotekoisesti pituuseroja (0-4) cm. Lantion tiltti ja torsio sekä selkärangan sagittaalitasoin deviaatio mitattiin käyttämällä rasterstereografia (Formetric 4D).</p>	<p>Tutkimuksen mukaan Muutokset alustan korkeudessa johtivat lisääntyneeseen lantion tilttiin ja lantion torsioon. Selkärangan asennossa ei havaittu muutoksina pituuseron muuttuessa. Tutkimus osoitti, että pituusero voi aiheuttaa lantion deviaatioita ja torsioa, mutta ei välttämättä johda kyfoosiin ja lordoosiin. Pituuserolla on siis suurempi/merkittävämpi vaikutus lantion kuin selkärangan asentoon.</p>	<p>Tukee muita tutkimuksia, on tueksi Bradeleylle.</p>