

OPINNÄYTETYÖ
Jyri Memonen 2011

**ALASELÄN LIIKKUVUUDEN YHTEYS
MÄKIHYPPYN VAUHTIMÄEN
LASKUASENTOON**



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

FYSIOTERAPIAN KOULUTUSOHJELMA



ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

Terveys- ja liikunta-ala

Fysioterapian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

ALASELÄN LIIKKUVUUDEN YHTEYS MÄKIHYPPYN VAUHTIMÄEN LASKUASENTOON

Jyri Memonen

2011

Toimeksiantaja Finnjumping ry

Ohjaajat Kaisa Turpeenniemi & Anne Rautio

Hyväksytty _____ 2011 _____

Työ on verkkosivuilla kopioitavissa opiskelijakäyttöön



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

Terveys- ja liikunta-ala Opinnäytetyön
Fysioterapian koulutus- tiivistelmä
ohjelma

Tekijä	Jyri Memonen	Vuosi	2011
Toimeksiantaja	Finnjumping ry		
Työn nimi	Alaselän liikkuvuuden yhteys mäkihypyn vauhtimäen laskuasentoon		
Sivu- ja liitemäärä	66 + 1		

Tutkimuksen tavoitteena oli kerätä tietoa mäkihyppääjien alaselän liikkuvuudesta ja alaselän asennosta vauhtimäen laskuasennossa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millainen yhteys alaselän liikkuvuuden sekä laskuasennossa olevan alaselän asennon välillä vallitsee, ja voiko laskuasentoa yhteydestä riippuen muokata fysioterapeuttisin menetelmin.

Tutkimuksessa mitattiin mäkihyppääjien lannerangan liikkuvuutta sekä ilopsoas- ja hamstringlihashsten venyvyyttä. Selkeyden vuoksi edellä mainitut kehon rakenteet sisällytettiin opinnäytetyössä käsitteeseen *alaselkä*. Mäkihypyn vauhtimäen laskuasentoa mitattiin simuloitussa tilanteessa S1- ja Th12-nikamien kohdalta. Työssä käytetty tutkimusaineisto kerättiin Back Pain Monitor -mittarilla ja tutkimusnäytteen kooksi muodostui kymmenen mäkihyppääjää (n=10). Alaselän liikkuvuuden ja vauhtimäen laskuasennon välisiä yhteyksiä tarkasteltiin SPSS-ohjelmalla käyttäen Pearsonin korrelaatiokerrointa.

Tutkimuksessa havaittiin alaselän liikkuvuuden ja vauhtimäen laskuasennon välillä tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä. Lannerangan kokonaisliikkuvuus korreloi mäkihypyn vauhtimäen laskuasennossa olevaan lannerangan flexion määrään ($r=,701^*$, $p=,024$) sekä laskuasennon Th12-nikaman asentoon ($r=-,756^*$, $p=,011$). Laskuasennon Th12-nikaman asento korreloi myös maksimaalisessa extensiossa mitattuun Th12-nikaman asentoon ($r=,646^*$, $p=,024$).

Tulosten mukaan alaselän liikkuvuus näyttäisi olevan yhteydessä mäkihypyn vauhtimäen laskuasentoon, joten laskuasento on todennäköisesti muokattavissa fysioterapeuttisin menetelmin. Havainto on huomattava, koska fysioterapeutit voivat tulosten perusteella päätellä, kuinka alaselän liikkuvuus- tai stabilointiharjoitteet vaikuttavat laskuasentoon. Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää myös silloin, kun mäkihyppääjän laskuasento vaatii korjaustoimenpiteitä. Tuloksia luettaessa on kuitenkin huomioitava, että näytekoon ja tutkimuksessa käytetyn otantamenetelmän vuoksi tutkimustuloksia ei voi yleistää, ja aiheesta tarvitaan vielä jatkotutkimusta.

Avainsanat alaselkä, liikkuvuus, mäkihyppy, vauhtimäen laskuasento

Author	Jyri Memonen	Year	2011
Comissioned by	Finnjumping ry		
Subject of thesis	Correlation between Low Back Range of Motion And The In-Run Position of Ski Jumping		
Number of pages	66 + 1		

The aim of this study was to collect information about ski jumpers' low back range of motion and low back position in the in-run position. The purpose of the study was to clarify if there is any correlation between the low back range of motion and the low back position in the in-run position and, thus, to find out if the in-run position can be adjusted by means of physical therapy.

Ski jumpers' lumbar spine range of motion and iliopsoas- and hamstring flexibility were measured in the study. For the sake of clarity, the parts of the body mentioned above were included in the term *low back*. The in-run position in ski jumping was measured from S1- and Th12-vertebrae in a simulated situation. All the measurements were made with the Back Pain Monitor measuring system. The sample size was 10. Correlations between low back range of motion and the in-run position were examined with the SPSS programme, using Pearson's correlation coefficient.

Results show that there are some statistically significant correlations between the low back range of motion and the in-run position. The overall lumbar spine range of motion correlated significantly with the lumbar spine flexion ($r=, 701^*$, $p=, 024$) and the Th12-vertebra's inclination in the in-run position ($r=, 756^*$, $p=, 011$). The Th12-vertebra's inclination in the in-run position correlated with the Th12-vertebra's inclination during maximal extension ($r=, 646^*$, $p=, 024$), too.

There appears to be a close correlation between the low back range of motion and the in-run position. Therefore, the in-run position can very likely be adjusted by means of physical therapy. The discovery is notable, as it helps physiotherapists to deduce how different types of flexibility and stabilisation exercises will affect the in-run position. Results may also be utilised if a ski jumper's in-run position needs to be modified. Owing to the sample size and the sampling method, the results cannot be directly generalised-, and further research is needed.

Key words low back, range of motion, ski jumping, in-run position

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 MÄKIHYPPY	3
2.1 MÄKIHYPPY- KAPPALEESSA KÄYTTÄMÄNI FYSIIKAN KÄSITTEET.....	3
2.2 YLEISTÄ MÄKIHYPPYSTÄ	3
2.3 VAUHTIMÄEN LASKU.....	4
2.4 PONNISTUS	8
3 LANTION JA ALASELÄN ANATOMIA	10
3.1 YLEISTÄ LANTIOSTA.....	10
3.2 LANTION NIVELET	10
3.3 LONKKANIVEL.....	12
3.4 SELKÄRANKA	13
3.5 ALASELÄN JA LANTION ALUEEN LIHAKSET	16
4 LANTION JA ALASELÄN BIOMEKANIikka	22
4.1 LANTION ASENTO	22
4.1.1 Lantion anteriorinen tiltti	22
4.1.2 Lantion posteriorinen tiltti	23
4.2 LUMBOPELVINEN RYTMi.....	24
5 LIIKKUVUUS	26
5.1 YLEISTÄ LIIKKUVUUDESTA.....	26
5.2 LIIKKUVUUS JA LIHASTASAPAINO URHEILUSSA.....	26
5.3 RISTILUUN LIIKKUVUUS.....	27
5.4 LONKKANIVELEN LIIKKUVUUS.....	28
5.5 LANNERANGAN LIIKKUVUUS.....	29
5.6 LIIKKUVUUDEN MITTAAMINEN.....	31
6 TUTKIMUKSEN TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSON GELMA	32
7 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN	33
7.1 TUTKIMUKSEN KULKU	33
7.2 TUTKIMUSMENETELMÄ.....	33
7.3 TIEDONKERUU.....	34
7.3.1 BPM-esitietolomake	35
7.3.2 BPM-mittaus.....	35
7.4 TUTKIMUSJOUKON ESITTELY.....	39
7.5 ANALYYSIMENETELMÄ	40
7.6 TUTKIMUKSEN LUOTETTAVUUS.....	41
7.7 TUTKIMUKSEN EETTISYYS	43
8 TUTKIMUKSEN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	46
8.1 TUTKIMUSTULOKSET.....	46
8.2 POHDINTAA TUTKIMUSTULOksISTA.....	51
8.3 JOHTOPÄÄTÖKSET	53
9 POHDINTA	55
9.1 POHDINTAA MÄKIHYPPYN VAUHTIMÄEN LASKUASENNNOSTA	55
9.2 POHDINTAA LUOTETTAVUUDESTA.....	56
9.3 POHDINTAA EETTISYYDESTÄ	59
9.4 POHDINTAA TUTKIMUKSEN TEKEMISESTÄ.....	60
9.5 UUDET ESILLE NOUSSEET TUTKIMUSHAASTEET	62
LÄHTEET	63
LIITE	67

Taulukko-, kuva- ja kuvioluettelo

Taulukko 1. Mäkiasennon yhteydet seisoma-asentoon sekä selkärangan liikkuvuuden mittausten maksimikulmiin	49
Taulukko 2. Mäkiasennon yhteydet alaselän liikkuvuuteen	50
Kuva 1. Mäkihyppääjään vauhtimäen suoralla osalla vaikuttavat voimat.....	5
Kuva 2. Janne Ahosen vauhtimäen laskuasento.....	7
Kuva 3. Miehen lantion ligamentit takaapäin.....	12
Kuva 4. Lonkkanivelen ligamentit sivusta	13
Kuva 5. Selkärangan kaaret.....	14
Kuva 6. L4-nikama vasemalta sivusta katsottuna	15
Kuva 7. Lonkankoukistajalihakset	17
Kuva 8. Reiden takaosan lihakset.....	18
Kuva 9. Syvät gluteaalilihakset	20
Kuva 10. Lantion asennot.....	23
Kuva 11. Tutkimustulosten pohdintaa liikkuvuuden yhteydestä vauhtimäen laskuasentoon.....	53
Kuvio 1. Lonkkanivelen koukistajat	16
Kuvio 2. Lonkkanivelen ojentajat.....	17
Kuvio 3. Lonkkanivelen loitontajat.....	18
Kuvio 4. Lonkkanivelen lähentäjät	19
Kuvio 5. Lonkkanivelen ulkokiertäjät.....	19
Kuvio 6. Lonkkanivelen sisäkiertäjät.....	20
Kuvio 7. Asento seisten BPM:n viitearvoihin verraten	46
Kuvio 8. Lannerangan liikkuvuus BPM-mittausjärjestelmän viitearvoihin verraten	46
Kuvio 9. Tunnusluvut verrattuna BPM:n viitearvoihin	47
Kuvio 10. Lihasasapaino BPM-mittausjärjestelmän viitearvoihin verraten ...	47
Kuvio 11. Yhteenvedo tutkimusjoukon Th12-nikaman ja sacrumin asennosta sekä lannerangan flexiosta vauhtimäen laskuasennossa	48
Kuvio 12. Vauhtimäen laskuasennon Th12-nikaman asennon, laskuasennon lannerangan flexiomäärän ja lannerangan kokonaisliikkuvuuden välinen korrelaatio	51
Kuvio 13. Th12-nikaman extensiokulman ja vauhtimäenlaskuasennon Th12-nikaman asennon välinen korrelaatio	51

1 JOHDANTO

Mäkihypy on harrastettu Suomessa pitkään ja maamme on yksi mäkihypyn suurmaista. Tieteellistä tutkimusta lajista on kuitenkin tehty ajan saatossa vaihtelevalla innostuksella sekä vaihtelevilla tieteenaloilla. Tällä hetkellä mäkihypystä ei ole saatavilla yhtään korkeatasoisesti tehtyä ajanmukaista laji-analyysiä, mikä vaikeuttaa lajista tehtävien jatkotutkimusten tekemistä. Mäkihypyn kirjallisten perusteosten puutteen vuoksi lajispesifinen tutkimus eri tieteenaloilta ei tuota sellaista informaatiota, mitä se parhaimmillaan voisi tuottaa.

Osittain perusteosten puutteen ja osittain myös mäkihypyn monimuotoisuuden vuoksi lajin kiinnostavuus on mielestäni jäänyt tutkijoiden parissa vähäiseksi. Tästä johtuen mäkihypyn valmennus perustuu vielä tänäkin päivänä monelta osin arkitietoon eikä tieteellisesti todistettuihin faktoihin, mikä varmasti vaikuttaa urheilijoidemme lajissa menestymiseen. Tämän opinnäytetyön yksi tärkeimmistä päämääristä onkin tuottaa lajia koskevaa tieteellisesti perusteltua tietoa.

Monet urheilulajit vaativat erityistä liikkuvuutta niveliltä ja sidekudoksilta ja jotkin urheilulajit edellyttävät selkärangankin erityistä liikkuvuutta (Ylinen 2010, 7, 23). Vaikka mäkihypyssä vauhtimäen laskuasentoa pidetään hyppysuorituksen kannalta erittäin tärkeänä (Virmavirta 2000, 60), ja hyvällä laskuasennolla on useita eri vaatimuksia täytettävänä (Janura – Cabell – Elfmark - Vaverka 2010, 196, 201; Schwameder 2008, 115; Virmavirta – Kivikäs – Komi 2001, 469), ei laskuasentoa ole nivelkulmien osalta kuvailtu kirjallisuudessa lonkka-, polvi-, ja nilkkakulmia (Ettema – Bråten – Bobbert 2005, 249; Virmavirta 2000, 13) lukuun ottamatta. Myöskään alaselän liikkuvuuden ja laskuasennon välistä yhteyttä ei tietääkseni ole tutkittu, vaikka niiden välillä oletetaan vallitsevan korrelaatio (Hakola – Ruuskanen 2008, 23–24). Tämän tiedonpuutteen sekä aiheen mielenkiintoisuuden vuoksi pyrin opinnäytetyössäni perehtymään kyseisiin asioihin.

Opinnäytetyöni tarkoituksena on selvittää, millainen yhteys alaselän liikkuvuuden sekä laskuasennossa olevan alaselän asennon välillä vallitsee, ja voiko laskuasentoa yhteydestä riippuen muokata fysioterapeuttisin menetel-

min. Mikäli laskuasennon ja liikkuvuuden väliltä löytyy tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä, voidaan laskuasentoa tarpeen vaatiessa muokata fysioterapian keinoin, koska jopa kaikkein kankeimpien ihmisten liikkuvuutta voidaan parantaa harjoittelulla (Saari – Lumio – Asmussen – Montag 2009, 37). Opinnäytetyöstä saatava tieto on hyödynnettävissä myös silloin, kun mäkihyppäjän ominaisuudet vaativat stabilaatio- tai liikkuvuusharjoitteita (Terapeuttinen harjoittelu RF220; Manuaalinen terapia RF230). Tällöin tulosten perusteella voidaan päätellä, kuinka kyseiset harjoitteet tulevat todennäköisesti vaikuttamaan vauhtimäen laskuasentoon.

Haluni perehtyä kyseiseen aihealueeseen lähti osittain työelämälähtöisestä näkökulmasta, osittain myös omasta lajihistoriastani. Entisenä yhdistetyn urheilijana tiedän, että etenkin mielestäni hieman epämääräisen *lantion liikkuvuuden* uskotaan mäkihyppäpiireissä olennaisesti vaikuttavan laskusentoon. Koska olettamusta ei ole kuitenkaan tieteellisesti todistettu, uskon että tämänkaltaisella tutkimustyölle on tilausta. Toivon myös, että opinnäytetyö poikisi hyviä jatkotutkimusaiheita, joiden innoittamana useammat ryhtyisivät tutkimaan mäkihyppyä.

Käytän opinnäytetyössä määrällistä eli kvantitatiivista tutkimusotetta. Fysioterapian termistön- ja kielenkäytön selkeyttämisen vuoksi raportissa esiintyy myös fysioterapianimikkeistön koodeja (esimerkiksi RF220). Mäkihyppyä koskevassa kappaleessa pyrin kuvaamaan lajia aiempien tutkimuksien perusteella, jonka johdosta teksti on melko teoreettista. Tämän vuoksi kappaletta on paikoin elävöittäessä myös kokemusasiantuntijan mielteitä. Opinnäytetyöni otsikossa ja tutkimusongelmissa oleva käsite alaselkä sisältää tässä työssä lannerangan ja lantion. Myös iliopsoas- ja hamstringlihakset sisältyvät käsitteeseen, sillä ne vaikuttavat oleellisesti lantion ja lannerangan toimintaan (Kendall – McCreary – Provance – Rodgers – Romani 2005, 66–68, 72; Koistinen 1998, 180; Sandström – Ahonen 2011, 205). Käsitteet lanneranka, lantio ja iliopsoas- sekä hamstringlihakset selitetään myöhemmin opinnäytetyössä.

2 MÄKIHYPY

2.1 Mäkihyppy- kappaleessa käyttämäni fysiikan käsitteet

Painovoimalla tarkoitetaan maan vetovoimaa, jonka suuruus on $g=9,81 \text{ m/s}^2$. Tukivoima tarkoittaa kosketusvoimaa kahden kappaleen koskiessa toisiinsa. Tukivoima on aina pystysuorassa alustaansa nähden. Keskipakovoima on näennäisvoima, joka johtuu Newtonin jatkuvuuden laista sekä kappaleen aiheuttamasta tukivoimasta. (Sandström – Ahonen 2011, 157, 159–160.) Kappaleeseen kohdistuvan painon vaikutussuora kulkee aina massakeskipisteen eli painopisteen kautta (Lehto – Luoma 1995, 47). Pyörimisliikettä kutsutaan liikemäärämomentiksi tai impulssimomentiksi. Liikemäärämomentti on riippuvainen kappaleen massasta ja pyörimisnopeudesta. (Karttunen 2004, 30.) Aerodynaaminen nostovoima tarkoittaa ilmamassan aiheuttamaa nostovaikutusta suhteessa kappaleeseen. Aerodynaaminen vastusvoima tarkoittaa kappaleeseen vaikuttavaa ilmanvastusta. (Parker 1997, 10.)

2.2 Yleistä mäkihypystä

Mäkihyppy ja yhdistetty ovat olleet olympialajeina aina ensimmäisistä, vuonna 1924 Chamonixissa Ranskassa järjestetyistä, talviolympialaisista lähtien (Müller 2009, 86). Tuosta ajankohdasta mäkihypyn tekniikka on muuttunut huomattavasti, ja mäkihypyn eri vaiheiden kehitystä on sittemmin käsitelty myös useissa eri urheiluhistoriaa koskevissa julkaisuissa (Müller 2009, 86). Viimeisimpänä suurena kehitysaskeleena mäkihypyn tekniikassa pidetään Jan Boklöv'n 1990-luvun alussa kehittämää v-tyyliä (Schwameder 2008, 114). Mäkihypyn tutkimus juontaa juurensa vuoteen 1927, jolloin Straumann julkaisi ensimmäiset tutkimustuloksensa mahdollisimman aerodynaamisesta lentoasennosta (Müller – Schwademer 2003, 684; Müller – Scmölzer 2005, 1056).

Nykyään mäkihypyn maailmancupin kilpailut järjestetään kolmen eri kokoluokan mäissä: normaalimäissä hypätään alle 110 metriä, suurmäissä hypyt kantavat yli 110 metriä ja lentomäissä hypyt ylittävät 185 metriä (Müller 2009, 86). Hyppääminen näin suurista mäistä edellyttää lapsuusiässä aloitetun leikin muuttumista systemaattiseksi ja pitkäjänteiseksi harjoitteluksi (Reichert 1980, 16).

Mäkihyppäyksessä menestyminen johtuu pitkälti hypyn pituudesta (Virmavirta 2000,11). Hypyn eri vaiheet eli vauhtimäenlasku, ponnistus, ilmalento ja alastululo vaikuttavat kaikki hypyn pituuteen (Virmavirta 2000,11), joista aiemmat vaiheet vaikuttavat suoraan seuraavassa vaiheessa onnistumiseen (Schwameder 2008, 115). Lorenzin (1980, 33) mukaan mäkihyppy onkin monimutkainen ja tekninen urheilumuoto, jossa nopeusvoimaominaisuudet ja psyykkiset voimavarat vaikuttavat suuresti suorituksessa onnistumiseen.

2.3 Vauhtimäen lasku

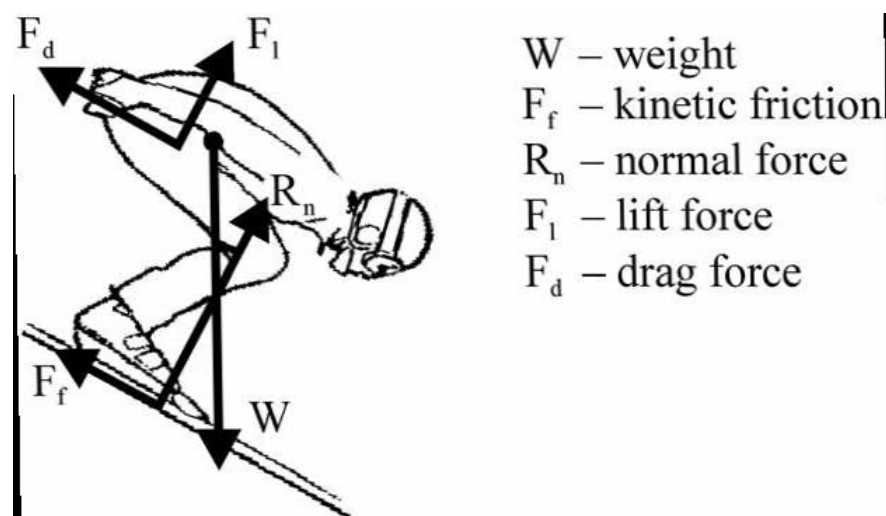
Hyppymäen vauhtimäki koostuu suorasta osasta, jota seuraa kaarre. Viimeinen vauhtimäen osa on suora, mutta noin 10° kulmassa alaspäin. Tätä vauhtimäen osaa kutsutaan hyppyrin keulaksi ja siitä tapahtuu ponnistus. (Schwameder 2008, 115.)

Mäkihyppy asettaa urheilijan keholle kovia vaatimuksia hallita asentoa ja liikettä (Müller 2009, 88). Vauhtimäenlaskun aikana mäkihyppääjään ja hänen suksiinsa kohdistuu useita eri voimia, kuten hyppääjän paino, suksien kitka, aerodynaamiset nosto- ja vastusvoimat sekä tukivoima (Janura ym. 2010, 196–197). Mäkihyppääjän tulisi säilyttää vauhtimäen laskuasentonsa staattisena koko vauhtimäen ajan, sillä vauhtimäenasennon muutokset vaikuttavat lihasrekrytointijärjestykseen ponnistuksessa (Janura ym. 2010, 201). Virmavirran (2000, 60) mukaan tasapainoinen vauhtimäenlaskuasento on yksi hyvän ponnistuksen tärkeimmistä edellytyksistä.

Koska mahdollisimman kova vauhtimäessä saavutettu nopeus on tärkein yksittäinen elementti maksimaalisen hypyn pituuden saavuttamiseksi (Virmavirta ym. 2001, 469), mäkihyppääjä menee heti puomilta irtipäästettyään kyykkyasentoon (Schwameder 2008, 115). Jotta vauhtimäessä saavutettava nopeus olisi mahdollisimman suuri, vauhtimäenlaskuasennon on vastustettava mahdollisimman vähän ilmaa. Epäedullinen laskuasento voi aiheuttaa myös nostovoimaa, joka aiheutuu ilman päästessä ylävartalon alle vauhtimäen laskuasennossa. (Virmavirta ym. 2001, 469.) Aerodynaamisuuksiensa lisäksi kyykkyasennon on oltava myös tasapainoinen (Virmavirta 2000, 60). Siitä tapahtuva ponnistus täytyy voida suorittaa teknisesti oikeaoppisesti (Janura ym. 2010, 196) sekä samalla räjähtävän nopeasti polvet ojentaen (Schwa-

meder 2008, 115). Tällainen vauhtimäenlaskuasento edellyttää lonkkanivelten hyvää liikkuvuutta, jotta mäkihyppääjä saisi ylävartalonsa mahdollisimman pitkälle eteen (Lorenz 1980, 35).

Vauhtimäen ensimmäisellä eli suoralla osalla mäkihyppääjään vaikuttaa aerodynaaminen nostovoima (lift force), aerodynaaminen vastusvoima (drag force), suksien kitka (kinetic friction), hyppääjän paino (weight) sekä tukivoima (normal force) (Janura ym. 2010, 196) (kuva 1). Ettema ym. (2005, 247–258) tutkivat mäkihyppääjän vauhtimäenlaskuasennon mekaanisia vaatimuksia käyttäen jäykkää mallinukkea, joka laskettiin eri kokoluokan hyppyrimäistä alas ja jonka nivelkulmat pysyivät koko vauhtimäenlaskun ajan muuttamattomina. Niveliin vaikuttaneet voimat mitattiin, ja niitä voidaan pitää samoina, joita mäkihyppääjän pitää vauhtimäenlaskuasennossa vastustaa, jos hän aikoo säilyttää staattisen asennon koko ylämäenlaskun ajan (Ettema ym. 2005, 248). Tutkimuksen mukaan vauhtimäen suoralla osalla vaikuttavista voimista aerodynaaminen vastusvoima ja kitka kasvavat vauhdin kiihtyessä pyrkien aiheuttamaan hyppääjän massakeskipisteen ympäri tapahtuvaa eteenpäin suuntautuvaa rotaatiota (Ettema ym. 2005, 247), sillä molemmat voimista vaikuttavat hyppääjän massakeskipisteen alapuolelle (Ettema ym. 2005, 248). Hyppääjä vastustaa anteriorista rotaatiota aktivoimalla nilkkojen plantaarifleksoreita (Ettema ym. 2005, 247).



Kuva 1. Mäkihyppääjään vauhtimäen suoralla osalla vaikuttavat voimat (Janura ym. 2010, 197)

Kokemusasiantuntija Ollin (2011) mukaan mäkihyppääjä tuntee vauhtimäen ensimmäisellä suoralla osalla suksen ja ladun välisen luiston, vauhdin kiihtymisen sekä kehon painopisteen kohdistumisen suhteessa massakeskipisteeseen. Mikäli painopiste siirtyy eteenpäin suhteessa massakeskipisteeseen, mäkihyppääjä kokee tämän lisääntyvänä paineena jalkapohjan etuosassa (Olli 2011) ja reagoi siihen Etteman ym. (2005, 247) kertomalla tavalla.

Hyppääjän liukuessa vauhtimäen kaarteelle, lisääntyvä keskipakovoima ja sen katoaminen kaarteiden lopussa aiheuttaa hyppääjän hermo-lihasysteemille erityisiä vaatimuksia. (Virmavirta 2000, 11–12). Etteman ym. (2005, 253) tutkimuksen mukaan vauhtimäen kaarteiden vuoksi hyppääjään vaikuttava tukivoima lisääntyy keskipakovoiman vuoksi vauhtimäen suoran osan 0,88G:stä kaarteessa 1,65G:hen. Teoriassa lisääntynyt tukivoima aiheuttaa hyppääjän massakeskipisteen ympäri taaksepäin vaikuttavaa impulsimomenttia ja hyppääjän painopisteen äkillisen siirtymisen jalkaterän etuosalle. Nopeasti tämän jälkeen kasvanut tukivoima siirtyy kuitenkin takaisin lähemmäksi massakeskipistettä lisääntyneen kitkan ja hyppääjän kaarevaan alustaan reagoinnin seurauksena. (Ettema ym. 2005, 253.)

Kaarteiden loputtua hyppääjään kohdistuu kutakuinkin päinvastaiset reaktiot kuin kaarteiden alussa. Teoriassa keskipakovoiman äkillisen vähenemisen myötä kehon tukipiste pyrkii siirtymään äkillisesti jalkaterän takaosalle. (Ettema ym. 2005, 253.) Mikäli vauhtimäenlaskuasento säilyy kaarteiden ajan hyvänä, mäkihyppääjä ei todellisuudessa tunne kaarteiden aikana muuta kuin vauhdin lisääntymisen (Olli 2011). Keskipakovoiman katoamisen mäkihyppääjä kokee Ollin (2011) mukaan eräänlaisena merkinä aloittaa ponnistusvaihe.

Vaikka mäkihyppääjä joutuu vastustamaan vauhtimäen laskun aikana useita erilaisia muuttuvia voimia ja mäkihypyn vauhtimäen laskuasennolla on monia vaatimuksia, ei kirjallisuudessa ole konkreettisesti kuvailtu millainen on optimaalinen laskuasento. Tämä voi johtua aiheen monimuotoisuuden tutkimukselle asettamista haasteista. Myös urheilijoiden erilaiset antropometriset ominaisuudet voivat vaikuttaa kunkin optimaaliseen laskuasentoon. Kuvassa 2

on kuitenkin esitetty, millaisella laskuasennolla on todistetusti saatu menestystä.



Kuva 2. Janne Ahosen vauhtimäen laskuasento

Mäkihypyn vauhtimäen laskuasennossa olevista nivelkulmista sen sijaan löytyy myös kirjallisuudesta tietoa. Ettema ym. (2005, 249) analysoivat tutkimuksessaan laskuasennon nivelkulmia laboratorio-olosuhteissa. Tulosten mukaan nilkkanivelten kulma on laskuasennossa 50° , polvinivelten kulma 77° ja lonkkanivelten kulma 32° . Virmavirta (2000, 13) taas ilmoittaa laskuasennon polvikulmaksi 70° ja lonkkakulmaksi 40° . Selkärangan asennosta, joka olisi ollut hyödyllistä tietää tämän tutkimuksen kannalta, ei löydy aiempaa tietoa.

Lihastoiminnan osalta EMG-tutkimukset ovat osoittaneet, että vauhtimäen ensimmäisellä suoralla osalla tapahtuu hyvin vähän sähköistä aktiiviteettia (Schwameder 2008, 125). Virmavirran (2000, 19, Fig.5) tutkimustulosten mukaan gastrocnemiuksen, tibialis anteriorin, vastus lateralisin ja vastus medialisin lihasaktiivisuus kasvaa selkeästi mäkihyppääjän tullessa vauhtimäen suoralta osalta vauhtimäen kaarteelle. Januran ym. (2010, 196) mukaan tämä johtuu mäkihyppääjän tarpeesta vastustaa lisääntyvää keskipakovoimaa.

2.4 Ponnistus

Ponnistusta pidetään mäkihypyn tärkeimpänä vaiheena, koska se määrittää hypyn pituudelle tärkeät elementit, kuten nopeuden, ponnistuksen suunnan, hyppääjän impulssimomentin ja hyppääjä/sukset-systeemin asennon lentovaiheeseen (Virmavirta 2000, 11). Sen lisäksi, että ponnistus on mäkihypyn tärkein vaihe, on se myös kaikkein vaikein johtuen hyppääjän kovasta eteenpäin suuntautuvasta nopeudesta (jopa 25 m/s) ja ponnistuksen räjähtävyydestä (Schwademer 2008, 115). Koko ponnistus suoritetaan yleensä 0,3 sekunnin aikana (Schwademer 2008, 115), ja sen oikea-aikaisuus vaikuttaa ratkaisevasti hypyn pituuteen (Lorenz 1980, 43). Ollin (2011) mukaan ponnistus on huomattavasti vaikeampaa suorittaa lentomäessä, kuin esimerkiksi keskisuudessa (k-64) mäessä johtuen juuri kovemmasta vauhtimäenlaskunopeudesta.

Mäkihypyn ponnistuksen tarkoituksena on nostaa hyppääjän massakeskipistettä ja saavuttaa eteenpäinsuuntautuva impulssimomentti (Schwademer 2008, 116). Onnistunut ponnistus vaatii vauhtimäessä saavutetun nopeuden säilyttämistä sekä mahdollisimman suuren vertikaalisen nopeuden hankkimista (Virmavirta 2009, 1095). Hyppääjän vaikuttavien voimien suuruus ja suunta ovat avaintekijöitä ponnistuksessa. Koska hyppääjän vertikaalisella asennolla ponnistuksen lopussa on huomattavan suuri merkitys ilmalennon alkuasentoon, hyppääjän tulisi maksimoida kohtisuoraan hyppyrin pöytään nähden tuotettava voima. Tämä pyritään saavuttamaan mahdollisimman voimakkaalla polvien ojennuksella ponnistuksen aikana. (Schwademer 2008, 116–117.)

Ponnistuksen aikana saavutettavan massakeskipisteen ympäri suuntautuvan impulssimomentin tärkeys perustuu siihen, että sillä kompensoidaan alkuiilmalennossa tapahtuvaa taaksepäin suuntautuvaa suksien ja ylävartalon vastusvoiman aiheuttamaa impulssimomenttia (Schwademer 2008, 117–118). Virmavirran ym. (2009, 1099) mukaan hyvän tasapainon saavuttaminen näiden kahden toisistaan vastakkaiseen suuntaan vaikuttavan voimien välille on erittäin tärkeää ajatellen onnistunutta suoritusta. Tutkiessaan vuoden 2006 Olympialaisten normaalimäen kilpailua Virmavirta ym. (2009, 1099) havaitsivat, että ylävartalon asento ponnistuksessa ei vaikuta hypyn pituuteen, vaan

hyvinkin erilaisilla ylävartalon asennoilla voidaan saavuttaa suunnilleen samanpituisia hyppyjä. Vaikka ylävartalon nouseminen sagittaalitasolla ponnistuksen aikana aiheuttaa ilmanvastusta, se ei välttämättä heikennä hypyn pituutta, jos ilmanvastukselle altistuminen ei kestä ajallisesti pitkään (Virmavirta ym. 2009, 1095) ja hyppääjä pystyy tuottamaan ponnistuksen aikana riittävän suuruisen eteenpäinsuuntautuvan impussimomentin (Virmavirta ym. 2009, 1099).

Vaikka ponnistusliike kuulostaa erittäin haastavalta ja monimutkaiselta, itse hyppysuorituksessa se tapahtuu Ollin (2011) mukaan kuitenkin lähes puhtaasti automaattisesti, sillä mäkihyppääjä ei ehdi ponnistuksen aikana ajatella tekemisiään. Tämän vuoksi ponnistus on käytävä mielessä läpi ennen varsinaista mäenlaskua. Ponnistusautomaation taustalla täytyy myös olla vuosia kestänyt ponnistusliikkeen harjoittelu tasamaalla sekä pienemmissä hyppyrimäissä. (Olli 2011.)

Kinemaattisesti mäkihypyn ponnistusta voidaan kuvata polvi- ja lonkkanivelen kulmien vaihtelulla. Lonkkanivelen kulma kasvaa ponnistuksen aikana vauhtimäenlaskuasennon noin 40°:stä noin 140°:een. Polvinivelen kulma kasvaa vauhtimäen laskuasennon noin 70°:stä irtoamishetken 140 asteen. Molemmat edellämainituista nivelkulmista kasvavat vielä hyppyrin pöydän loputtua alkuilmalennossa. (Virmavirta 2000, 13.) EMG-tutkimusten mukaan (Virmavirta 2000, 49) m. vastus lateralis ja m. gluteus maximus ovat pääasialliset ponnistuksen aikaansaavat lihakset. Jäykkä mäkikenkä ja sukien käyttäytyminen mäkihypyn ponnistuksessa eivät salli nilkan plantaarifleksoreiden käyttöä siinä määrin kuin esimerkiksi normaalissa ylöspäinsuuntautuvassa tasahypyssä. Polven ja lonkan ojentajalihaksiston merkitystä mäkihypyn ponnistuksessa korostaa myös se, että hyppääjän tulisi säilyttää paine tasaisesti jakautuneena koko jalkapohjalle mahdollisimman pitkään saavuttaakseen tehokkaan voimantuoton hyppyrin pöytää vasten. (Virmavirta 2000, 61.)

3 LANTION JA ALASELÄN ANATOMIA

3.1 Yleistä lantiosta

Lantio yhdistää selkärangan ja alaraajat (Kapandji 1997b, 54). Sen luut muodostavat vartalon perustan, joka yhdessä voimantuotollisesti vartalon vahvimpien lihaksien kanssa toimii optimaalisessa tilanteessa voimageneraattorina, iskunvaimentimena ja tasapainoisena alustana selkärangalle (Koistinen 1998 153).

Lantio muodostuu kolmesta luisesta osasta, jotka ovat os ilium, os ischium ja os pubis. Lateraalisti kaikkien edeltä mainittujen luiden yhtymäkohdassa sijaitsee konkaavi nivelpinta, nimeltään acetabulum, joka toimii femurin nivelpintana. Ilium, ischium ja pubis muodostavat ihmisen lantion molemmille puolille toistensa peilikuvat, jotka yhdistää os sacrum. Sacrumin yläosa niveltyy lannerankaan, ja sen sisällä kulkee selkäydinkanavan alin osa cauda equina. (Ahonen 2002, 331.) Sacrum niveltyy kaudaalisesti os coggyxiin, joka koostuu neljästä toisiinsa sulautuneesta luunikamasta (Kapandji 1997b, 68).

3.2 Lantion nivelet

Häpyliitos (Symphysis pubica)

Lantion osat kiinnittyvät toisiinsa voimakkaiden nivelsiderakenteiden avulla (Ahonen 2002, 332), jotka ovat tärkeitä tukijoita seisoma-asennossa (Kapandji 1997b, 54). Kaudaalisesti lantionkompleksin vastakkaiset puolet niveltyvät toisiinsa häpyliitoksen avulla. Se on hyvin tiivis, rustoinen ja kireä nivel, jonka välissä on sidekudosrustoista materiaalia eikä siinä tapahdu juuri ollenkaan liikettä. (Ahonen 2002,332; Kapandji 1997b, 68.) Symphysis pubicaa tukee useita paksuja ja vahvojen nivelsiteitä, joiden ansiosta häpyliitos on erittäin vahva nivel. (Kapandji 1997b, 86.)

Risti-häntäluunivel (Articulation sacrococcygeal)

Risti-häntäluunivel on rustoinen, toissijainen nivel. Sen osat ovat kupera risti-luun nivelpinta ja kovera häntäluun nivelpinta. Näitä nivelpintoja yhdistää useat eri ligamentit, joiden ansiosta risti-häntäluunivelessä tapahtuu ainoastaan antero-posterosuuntaista passiivista taivutusliikettä ulostamisen ja synnytyksen yhteydessä. (Kapandji 1997b, 70.)

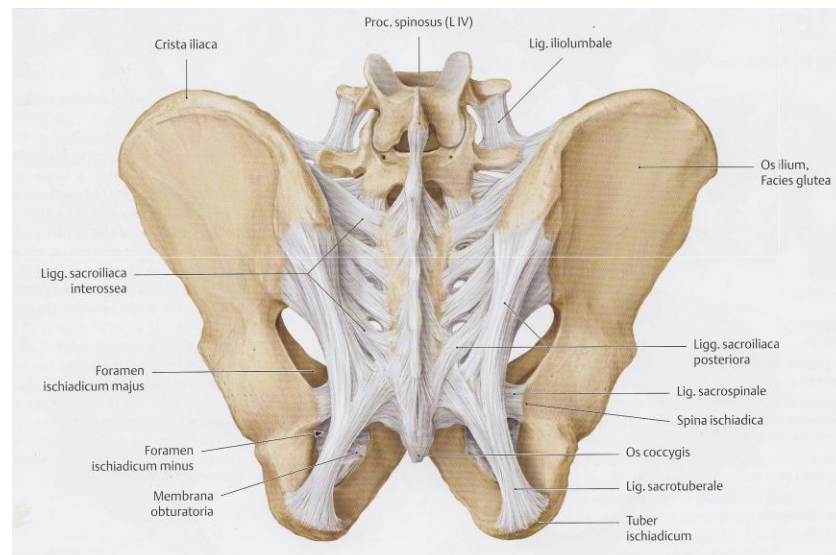
Risti-suoliluunivel (Articulation sacroiliaca)

Sacrum niveltyy sen lateraalireunoistaan molemmilla puolin oleviin iliumeihin (Ahonen 2002, 332). Iliumin nivelpinta on ruston peittämä ja sirpin muotoinen sekä melko epäsäännöllinen. Sacrumin nivelpinta vastaa pintarakenteiltaan sekä muodoltaan iliumin nivelpintaa. Nivelpintojen epäsäännöllisyyden vuoksi horisontaalitasossa otetut poikkileikkauskuvat risti-suoliluunivelestä ovat hyvin erilaisia. Tämän monimutkaisen rakenteen vuoksi yhdestä röntgenkuvasta ei saada kovin kattavaa kuvaa risti-suoliluunivelen rakenteesta. (Kapandji 1997b, 58.) Si-niveltä stabiloivat ligamentit voidaan jakaa primaarisiin ja sekundaarisiin. Primaarisiin kuuluvat anteriorinen sacroiliacaligamentti (Ligg. sacroiliaca anteriora), interosseusligamentti (Ligg. sacroiliaca interossea) ja posteriorinen sacroiliacaligamentti (Ligg. sacroiliaca posteriora). Sekundaarisiin kuuluvat sacrotuberous- ja sacrospinosusligamentit (Lig. sacrotuberale ja Lig. sacrospinale). (Neumann 2002, 305.)

Lanne-ristiluunivel (Lumbosacral junction)

Kraniaalisesti sacrum niveltyy viidenteen lannenikamaan (Kapandji 1997b, 84; Koistinen 1998, 191). Tätä niveltä kutsutaan lanne-ristiluuniveleksi (Kapandji 1997b, 84) tai presakraaliliitokseksi (Koistinen 1998, 191). Lanne-ristiluunivel on toiminnallisesti hyvin tärkeä nivel (Koistinen 1998, 191), mutta samalla erittäin haavoittuva johtuen sacrumin eteenkallistuneesta asennosta (Kapandji 1997b, 84). Tästä johtuen alin lannenikama pyrkii liukumaan alas ja eteenpäin mikä voi johtaa nikamakannaksen (vertebral isthamus) murtumiseen (spondylolysis) ja nikaman eteen ja alas liukumiseen (spondylolistesis) (Kapandji 1997b, 84).

Lantion nivelsiteet takaapäin kuvattuna (kuva 3) voidaan jakaa neljään osaan; iliolumbaali-, sacroiliaca-, sacrospinosus- ja sacrotuberousligamenteihin (Kapandji 1997b, 62).

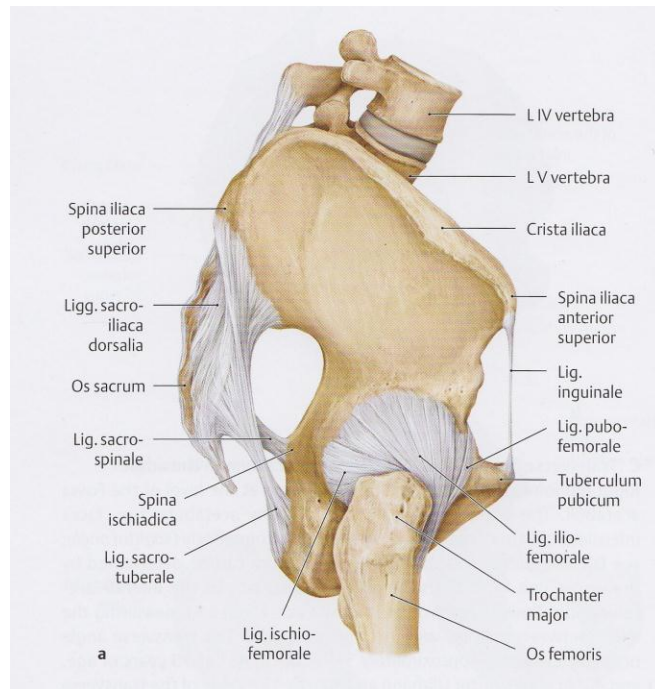


Kuva 3. Miehen lantion ligamentit takaapäin (Lawrence – Edward 2006, 114)

3.3 Lonkkanivel

Lonkkanivel (Art. coxae) on rakenteeltaan pallonivel, joka mahdollistaa liikkeen kaikissa kolmessa liikesuunnassa: sagittaali- frontaali- ja horisontaalitasossa (Kapandji 1997a, 24). Lonkkanivelet yhdistävät lantion ja alaraajat toisiinsa. Lonkkanivelen ylemmän nivelpinnan muodostaa konkaavi acetabulum ja alemman nivelpinnan femurin konvekssi caput femoris jonka muoto vaihtelee yksilöllisesti (Kapandji 1997a, 24). Femurin kaula suuntautuu ylös, keskelle ja eteen, ja se liittyy reisiluun varren reisiluun päähän. Acetabulum eli lonkkamaljakko suuntautuu eteen, sivulle ja alas. (Kapandi 1997a, 24.)

Caput femoris kiinnittyy acetabulumiin ligamentum teresin (Lig. capitis femoris) avulla, jonka tehtävänä on myös parantaa reisiluun pään verisuonitusta. (Kapandji 1997a, 30). Itse lonkkaniveltä peittää paksu nivelkapseli, jota vahvistavat nivelsiteet (Ahonen 2002, 314). Lonkkanivelen peittävä nivelkapseli koostuu neljästä erillisestä sidekudosryhmästä ja se lähtee iliumista sekä kiinnittyy femuriin (Kapandji 1997a, 32). Lonkkanivelen etu-yläosaa vahvistava nivelside on iliofemoraaliligamentti (Lig. iliofemorale) ja etu-alaosaa vahvistava pubofemoraaliligamentti (Lig. pubofemorale) (kuva 4) (Koistinen 1998, 158). Lonkkanivelen takakapselia vahvistavaa nivelsidettä kutsutaan ischiofemoraaliligamentiksi (Lig. ischiofemorale) (kuva 3) (Kapandji 1997a, 36; Koistinen 1998, 158).



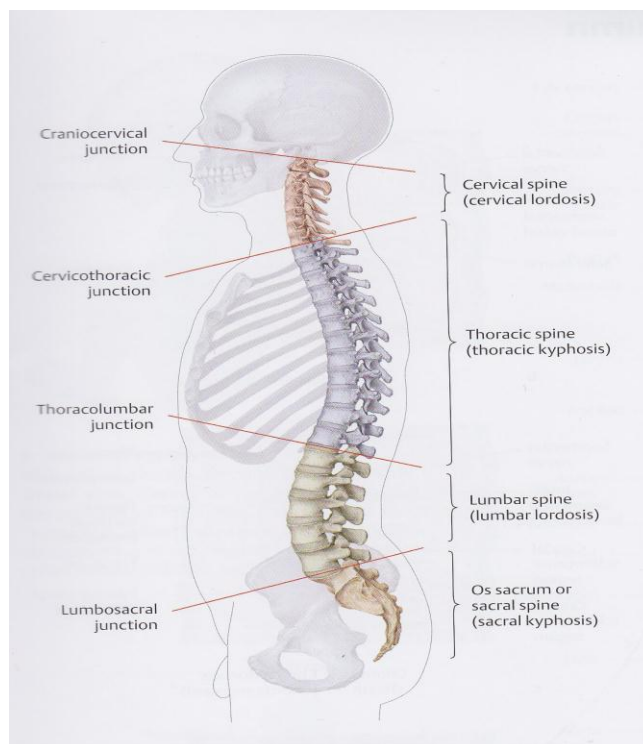
Kuva 4. Lonkkanivelen ligamentit sivusta (Lawrence – Edward 2006, 380)

Pystyasennossa kaikki lonkkaniveltä vahvistavat ligamentit ovat kiristyneinä (Kapandi 1997a, 36; Koistinen 1998, 159). Lonkkanivelen ollessa fleksiossa samat ligamentit taas löystyvät. (Kapandji 1997a, 36; Koistinen 1998, 159). Kuitenkin Neumannin (2002, 400) mukaan ischiofemoraaliligamentin alimmat säikeet, sekä nivelkapselin alaosat kiristyvät lonkkanivelen maksimaalisessa fleksiossa polven ollessa koukussa. Ekstensiossa kaikki ligamentit kiristyvät iliofemoraaliligamentin rajoittaessa ekstensiota eniten (Kapandji 1997a, 36; Koistinen 1998, 159; Neumann 2002, 398). Ilio-femoraaliligamentin vertikaalisten säikeiden vuoksi, sillä on eniten vaikutusta sagittaalitasossa tapahtuvaan lantion kiertoon ns. anterioriseen tiltiin. (Koistinen 1998, 159.) Koistisen (1998, 159) mukaan etukapselin nivelsiteiden tai muiden rakenteiden kireys vähentää lonkkanivelen ekstension määrää ja aiheuttaa lantioon anteriorista tilttiä ja Kapandjin (1997a, 36) mukaan iliofemoraali-ligamentin alempi nivelside rajoittaa lantion kallistumista taaksepäin.

3.4 Selkäranka

Ihmisen selkäranka näyttää tavallisesti edestä ja takaapäin katsottuna suoralta (Kapandji 1997b, 14). Kuitenkin sivusta katsottuna selkärangassa on havaittavissa selviä kaaria (kuva 5). Kaularanka ja lanneranka ovat eteenpäin kaarevia ja rintaranka sekä ristuluu taaksepäin kaarevia. Kaularangan ja la-

nerangan kaaria kutsutaan lordoosiksi, ja rintarangan sekä ristiluun kaaria kyfoosiksi. (Kapandji 1997b, 14; Neumann 2002, 256.) Kapandjin (1997b, 20) mukaan selkärangan kaarien määrä kasvattaa sen kykyä kestää kuormitusta, ja kolmikaarisen taipuisan rangan, kuten selkärangan, kuormituksen kestävyys on kymmenen kertaa suurempi kuin suoran rangan. Selkäranka toimii kahdessa päinvastaisessa tehtävässä: sen pitää pystyä olemaan jäykkä tukiranka mutta samalla sen pitää pystyä myös muovautumaan eri asentoihin (Kapandji 1997b, 10). Tämän lisäksi selkäranka suojaa hermorakenteita sekä käydinkanavassa (Kapandji 1997b, 12).

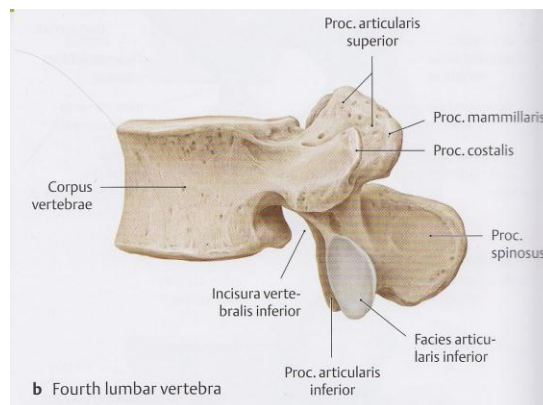


Kuva 5. Selkärangan kaaret (Lawrence – Edward 2006, 79)

Selkäranka voidaan jakaa anatomisesti viiteen eri osaan, joista lanneranka on yksi. Loput neljä osaa ovat kaularanka, rintaranka, ristiluu ja häntäluu. Selkäranka muodostuu nikamista, joita on yhteensä 33. Niistä risti- ja häntäluiden nikamat luutuvat kiinni toisiinsa aikuisiällä. Lannerangassa nikamia on viisi. (Koistinen 1998, 39; Neumann 2002, 256.) Nikamien, lukuunottamatta kallonpohjan (os occiput), ylimmän kaulanikaman (os atlas) ja toiseksi ylimmän kaulanikaman (os axis) välejä sekä risti- ja häntäluuta, välissä on välilevy (diskus) (Koistinen 1998, 39), jonka tehtävänä on toimia kahden nikaman

välisenä nivelenä (Vanharanta 1998, 55; Kapandji 1997b, 30) sekä kompresiovoimien iskunvaimentimena (Vanharanta 1998 55; Neumann 2002, 274).

Selkärangan nikama koostuu kahdesta pääosasta: etuosan nikaman rungosta (*corpus vertebrae*) (kuva 6) ja takaosan nikaman kaaresta (*arcus vertebrae*) nivelulokkeineen. Nikamakaari muodostaa selkäydinkanavan. (Kapandji 1997b, 18; Koistinen 1998, 42.) Nikaman kaari muodostuu kahdesta pedikkelistä (*Pediculus arcus vertebrae*) ja kahdesta laminasta (*Lamina arcus vertebrae*), joista pedikkelit ovat nikamarungon puoleisia. Nikaman kaaresta lähtevät ulokkeet ovat keskilinjassa arcuksen takaosasta lähtevä okahaarake (*processus spinosus*) ja nikamakaaren sivuilta pedikkelien ja laminoiden yhtymäkohdista molemminpuolin lähtevät poikkihaarakkeet (*processus transversus*). (Kapandji 1997b, 18; Koistinen 1998, 43.) Koska pedikkelit eivät ole yhtä korkeita kuin nikamarunko, muodostuu kahden päällekkäisen pedikkelin väliin selkäydinhermon ulostuloaukko. Lisäksi pedikkelien ja laminoiden yhtymäkohdista lähtevät molemmin puolin nivelpinnat (*Prosecces articularis*) ylä- ja alasuuntiin. Nämä nivelpinnat muodostavat nikamien väliin fasettiniivelet (Koistinen 1998, 43.)



Kuva 6. L4-nikama vasemalta sivusta katsottuna (Lawrence – Edward 2006, 88)

Selkärangan nikamia yhdistävät toisiinsa lihakset, nivelsiteet, nivelkapselit ja välilevyt (Kapandji 1997b, 26). Etumainen pitkittäisside (*Lig. longitudinale anterius*) lähtee takaraivon alaosaan ja kulkee sacrumin etupinnalle. Takainen pitkittäisside (*Lig. longitudinale posterius*) lähtee myös takaraivon alaosaan ja kulkee ristiluukanavaan. (Kapandji 1997b, 26; Neumann 2002, 260–267.) Molemmat edellä mainituista ligamenteista kiinnittyvät jokaisen

nikaman tasoon välilevyn kautta (Kapandji 1997b, 26; Neumann 2002, 260–267) ja niiden tehtävänä on stabiloida selkärangaa. Lisäksi etumaisen pitkitäissiteen tehtävänä on rajoittaa rangon ekstensiota ja takimmaisena tehtävänä rajoittaa rangon fleksiota (Neumann 2002, 260–267).

Nikamien kaarten väliset niveletsiteet yhdistävät toistensa päällä olevat nikamat osittain yhteen. Selkärangan fleksion aikana ne kiristyvät ja ekstension aikana löystyvät. (Kapandji 1997b, 26.) Keltaside (Lig. flavum) on paksu ja vahva rakenne (Kapandji 1997b, 26), joka kulkee laminoiden välissä ja rajoittaa rangon fleksiota (Neumann 2002, 260; Koistinen 1998 46). Okahaarakkeiden väliside (Ligg. interspinalia) ja okahaarakkeiden päällysside (Lig. supraspinale) kulkevat C7nikamasta sacrumiin ja ne rajoittavat selkärangan fleksiota (Neumann 2002, 260). Poikkihaarakkeiden väliside (Ligg. intertransversaria) kulkee poikkihaarakkeiden välissä ja rajoittaa selkärangan lateraalifleksiota kontralateraalisele puolelle (Neumann 2002, 260). Fasettivelten välillä kulkee kaksi voimakasta nivelsidettä, etu- (Lig. anterior) ja takaside (Lig. posterior) (Kapandji 1997b, 26; Neumann 2002, 261), jotka antavat nikamien välille kiinteän yhteyden, selkärangalle vahvan mekaanisen kuormituksen sietokyvyn (Kapandji 1997b, 26) ja kiristyvät kaikissa rangon liikkeissä lukuunottamatta ekstensiota (Neumann 2002, 261).

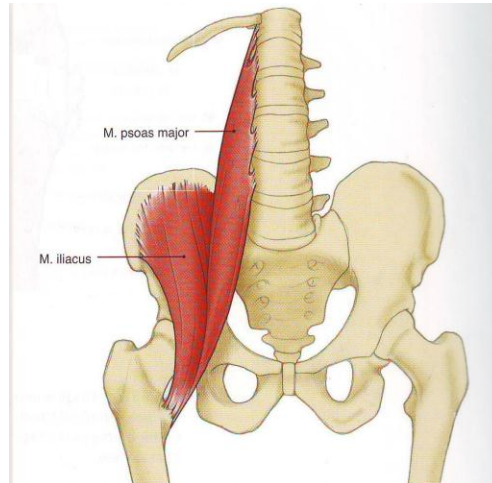
3.5 Alaselän ja lantion alueen lihakset



Kuvio 1. Lonkkanivelen koukistajat (ks. Hislop-Montgomery 2007, 181)

M. psoas major ja m. iliacus (kuva 7) ovat tärkeimmät lonkkanivelen koukistajalihakset (Hislop – Montgomery 2007, 181). Ne kiinnittyvät femurin trochanter minorin yhteisellä jänteellä (Hislop – Montgomery 2007, 181; Kapandji

1997a, 48). Myös m. sartorius on ensisijainen lonkkanivelen koukistajalihas (Kapandji 1997a, 48). M. rectus femoris koukistaa lonkkaniveltä, mutta sen voima lonkan koukistamiseen on riippuvainen polvinivelen asennosta (Kapandji 1997a, 48), koska se kiinnittyy os tibiaen tuberositas tibiaan (Lawrence – Edward 2006, 428). Myös m. tensor fascia latae toimii lonkkanivelen koukistajana. Loput kuviossa mainitut lihakset avustavat lonkan koukistuksessa (kuvio 1) (Hislop-Montgomery 2007, 181).



Kuva 7. Lonkankoukistajalihakset (Sobotta – Putz – Pabst 2006, 312)

Lonkkanivelen ojennus

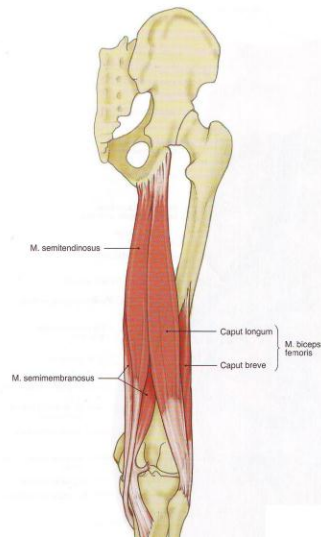
m. gluteus maximus	m. semitendinosus
m. semimembranosus	m. biceps femoris (long head)
m. adductor magnus	m. gluteus medius

Kuvio 2. Lonkkanivelen ojentajat (ks. Hislop-Montgomery 2007, 189)

M. gluteus maximus on tärkein lonkkaniveltä ojentava lihas (kuvio 2). Se on samalla myös kehon voimakkain lihas. (Kapandji 1997a, 50.) Apuna lonkan ojennuksessa toimivat myös m. gluteus medius ja m. gluteus minimuksen takimmaisesta lihassyistä (Kapandji 1997a, 50; Lawrence – Edward 2006, 424).

Pääasiallisten polven koukistajalihasien eli niin sanotun hamstring-ryhmän (kuva 8) toiminta lonkan ojennuksessa riippuu polvinivelen asennosta (Kapandji 1997a, 50). Polvi ojennettuna ne ovat vahvoja lonkan ojentajia, kun

taas polvi koukistettuna niiden työteho on käytetty polven koukistamiseen ja voima lonkkanivelen ojentamiseen on täten heikentynyt (Kapandji 1997a, 14).



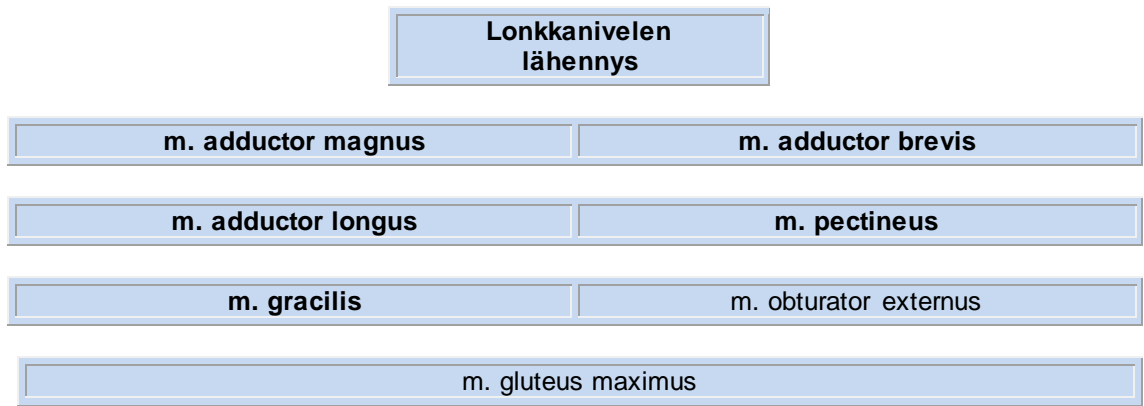
Kuva 8. Reiden takaosan lihakset (Sobotta – Putz – Pabst 2006, 318)

Lonkkanivelen loitunnus

m. gluteus medius	m. gluteus minimus
m. gluteus maximus	m. tensor fascia latae
m. obturator internus	m. gemellus superior
m. gemellus inferior	m. sartorius

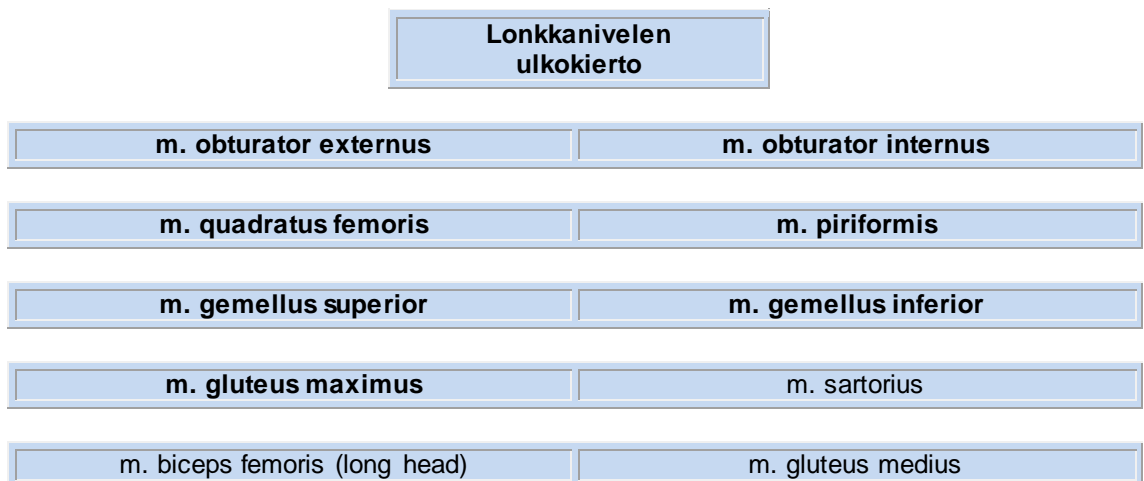
Kuvio 3. Lonkkanivelen loitontajat (ks. Hislop-Montgomery 2007, 198)

M. gluteus medius on tärkein lonkkanivelen loitontajalihas. Myös m. gluteus minimus on pääasiallinen lonkkanivelen loitontaja, mutta sen voima on vain kolmannes m. gluteus mediuksen voimasta. M. tensor fascia lataekin toimii lonkkanivelen loitontajana (Kapandji 1997a, 52; Lawrence – Edward 2006, 424). Sen voima on puolet m. gluteus mediuksen voimasta, mutta sen vipuvarsi on m. gluteus mediuksen vipuvarsta pidempi (Kapandji 1997a, 52). Muut kuviossa esitetyt lihakset avustavat lonkkanivelen loitonnuksessa (kuvio 3) (Hislop-Montgomery 2007, 198).



Kuvio 4. Lonkkanivelen lähentäjät (ks. Hislop-Montgomery 2007, 206)

Lonkkanivelen voimakkain lähentäjälihas on m. adductor magnus (Kapandji 1997a, 58). Muita tärkeitä lonkkanivelen lähentäjiä ovat m. adductor longus, m. adductor brevis, m. pectineus ja m. gracilis. Muut kuviossa mainitut lihakset avustavat lonkkanivelen lähennyksessä (kuvio 4) (Hislop – Montgomery 2007, 206).

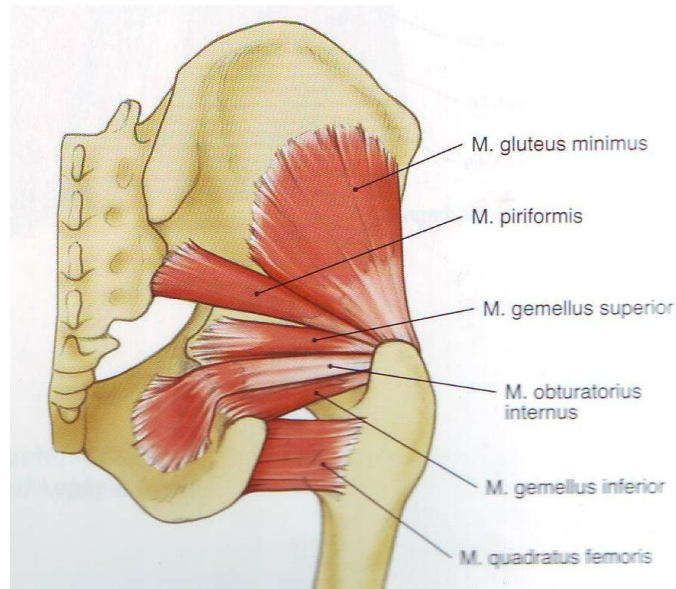


Kuvio 5. Lonkkanivelen ulkokiertäjät (ks. Hislop-Montgomery 2007, 210)

Lonkkaniveltä ulospäin kiertäviä lihaksia on useita (kuva 9; kuvio 5), ja ne ovat voimakkaita (Kapandi 1997a, 62). Ulkokiertäjälihasten suuntautuminen on pääsääntöisesti horisontaalitasossa, joka on optimaalinen ulkokiertovoiman tuottamisen kannalta (Neumann 2002, 423).

Mäkihypyn vauhtimäenlaskuasentoa ajatellen mielenkiintoiseksi lonkkanivelen ulkokiertäjälihaksista tekee sen, että esimerkiksi m. quadratus femoris toimii lonkkanivelen ojennusasennossa ulkokierron lisäksi myös koukistajana, mutta koukistusasennossa siitä tuleekin ojentaja (Kapandji 1997a, 66). Myös

m. piriformis toimii lonkkanivelen ollessa suorassa asennossa lonkkanivelen ulkokiertyjänä, koukistajana ja loitontajana, kun taas lonkkanivelen ollessa voimakkaassa koukistusasennossa piriformis toimii sisäkiertyjänä, ojentajana ja loitontajana (Kapandji 1997a, 68). Tämän vuoksi lihakset voivat ehkäpä rajoittaa lonkkanivelen flexiota vauhtimäen laskuasennossa yhdessä Neumannin (2002, 400) ilmoittamien ischiofemoraaliligamentin alimpien säikeiden sekä nivelkapselin alaosan kanssa.



Kuva 9. Syvät gluteaalilihakset (Sobotta ym. 2006, 318)

Lonkkanivelen sisäkierto

m. gluteus minimus	m. tensor fascia latae
m. gluteus medius	m. semitendinosus
m. semimembranosus	m. adductor magnus
m. adductor longus	

Kuvio 6. Lonkkanivelen sisäkiertyjät (ks. Hislop-Montgomery 2007, 213)

Lonkkanivelen sisäkiertyjiä on huomattavasti vähemmän kuin ulkokiertyjiä ja sisäkiertyjien voima on vain noin kolmannes lonkkanivelen ulkokiertyjien voimasta (Kapandji 1997, 64; Neumann 2002, 415). Tärkeimmät sisäkiertyjät ovat m. tensor fascia latae, m. gluteus minimus ja m. gluteus mediuksen

etumaiset lihassyt (Kapandji 1997a, 64; Hislop – Montgomery 2007, 213). M. adductor magnus ja m. adductor longus avustavat sisäkierrossa lonkkanivelen asennosta riippuen (Hislop – Montgomery 2007, 213), sillä sisäkierroliikkeen aikana niiden asento muuttuu siten, että ne muuttuvat lonkkanivelen sisäkieräjäiksi (Kapandji 1997a, 64). M. semitendinosus ja m. semimembranosus avustavat lonkkanivelen sisäkierrossa (kuvio 6) (Lawrence – Edward 2006, 430; Hislop-Montgomery 2007, 213).

4 LANTION JA ALASELÄN BIOMEKANIikka

Lantio toimii ala- ja ylävartalon välisenä linkkinä välittäen niin ylhäältä kuin alhaalta saapuvia voimia. Optimaalisessa tilanteessa lantio toimii myös iskunvaimentimena sekä tukevana alustana ylävartalon toiminnalle, jolloin vartalon lihasten toiminta on vähäistä. (Ahonen 2002, 330; Koistinen 1998, 153.)

4.1 Lantion asento

Lantion neutraaliasennossa vasemman ja oikean puolen spina iliaca anterior superiorit eli SIAS:it ovat transversaali- eli vaakatasossa samalla korkeudella (Kendall ym. 2005, 173) ja symphysis pubis ja SIAS:it vertikaali- eli pystytasossa samalla tasolla (kuva 9) (Kendall ym. 2005, 173; Magee 2006, 622). Lonkkanivelten kulma ei välttämättä ole tarkka merkki lantion asennosta, sillä lonkkanivelten kulmaan vaikuttavat niin polvinivelten kuin lantion asento. Kun polvet ovat koukussa, lonkkaniveletkin ovat flexiossa, vaikka lantio olisi neutraaliasennossa, ja toisinpäin. (Sahrmann 2002, 122.)

Kun lantio on neutraaliasennossa, lanneranka muodostaa taaksepäin koveran kaaren (lannelordoosin), ja tällöin lannerangan nikamat ovat keskiasennoissaan. Lannerankaa tukevat m.multifidukset toimivat tehokkaimmin, kun lantio on neutraaliasennossa. (Sandström – Ahonen 2011, 192.) Sahramannin (2002, 52) mukaan lannelordoosin määrä nuorilla ihmisillä on normaalisti 25° – 30° ja lannerangan lordoosin määrä on riippuvainen lantion asennosta.

4.1.1 Lantion anteriorinen tiltti

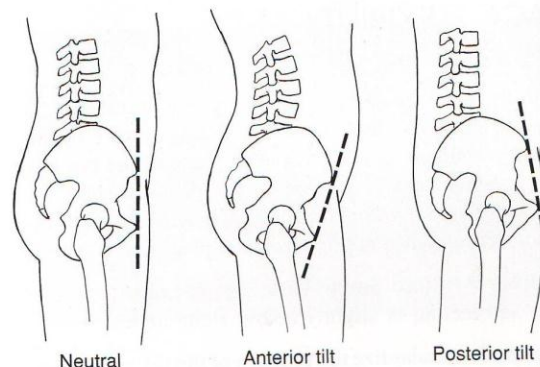
Lantion anteriorisella tiltillä tarkoitetaan lantion eteenpäin suuntautuvaa sagittaalitasoon kiertymistä (Neumann 2002, 404; Koistinen 1998, 182) molemmat lonkkanivelet lävistävän transversaaliakselin (Neumann 2002, 299) ympäri siten, että spina iliaca anterior superiorit molemmin puolin laskeutuvat, ja spina iliaca posterior superiorit nousevat (Koistinen 1998, 182). Lantion anteriorisen tiltin aiheuttavat kaikki lonkan koukistajalihakset sekä selän pinnalliset ojentajat (Sandström – Ahonen 2011, 205). Esimerkiksi m. psoas majorin kireys vetää lannerankaa notkolle jättäen alaselän vamma-alttiiksi (Sand-

ström – Ahonen 2011, 192). Myös reisiluun sisäkiertoasento voi aiheuttaa lantion anteriorisen tiltin (Sandström – Ahonen 2011, 206).

Alaselkäkipuisilla havaitaan useasti lantion asennon kallistuminen anterioriseen tai posterioriseen suuntaan (Middleditch – Oliver 2005, 142). Mikäli lantio on anteriorisessa tiltissä, lannerangan kasvaneen lordoosin seurauksena nikamien takaniveeliin sekä välilevyn takaosaan kohdistuu virheellinen kuormitus. Pystyasennossa tällainen lanneselän asento heikentää välilevyn ja fasettinivelten aineenvaihduntaa, joka taas saattaa johtaa vaikeisiin selkäkipuihin. (Sandström – Ahonen 2011, 192.) Lordoottisessa lannerangassa myös okahaarakkeisiin kohdistuva toistuva kompressiokuormitus aiheuttaa rangan keskiviivaan tai rangan molemmille puolille kohdistuvaa kipua. Ongelmaa kutsutaan *kissing spine*-oireyhtymäksi. (Koistinen 1998, 204.)

4.1.2 Lantion posteriorinen tiltti

Lantion posteriorisessa tiltissä lantio kääntyy sagittaalitasossa taaksepäin siten, että spina iliaca anterior superiorit ovat vertikaalitasossa taaempina kuin symphysis pubis (Kendall ym. 2005, 173). Lantion posteriorisen tiltin aiheuttavat esimerkiksi m. gluteus maximus, hamstring-lihakset, m. adductor magnus ja vatsalihakset (Sandström – Ahonen 2011, 205). Lantion posteriorinen tiltti ohjaa lannerankaa kyfoottiseen suuntaan, jonka seurauksena välilevyihin kohdistuu enemmän kompressiopainetta (Koistinen 1998, 182), selkärankaa tukevat lihakset passivoituvat, niiden hermotus estyy sekä myofaskiaaliset rakenteet ylivenyvät (Sandström – Ahonen 2011, 192). Kuvassa 10 on esitetty aiemmin mainitut lantion asennot.



Kuva 10. Lantion asennot (Kendall ym. 2005 173)

4.2 Lumbopelvinen rytmi

Lumbopelvinen rytmi tarkoittaa selän, lantion ja alaraajojen liikkeiden vaikutusta toisiinsa nähden (Koistinen 1998, 220). Esimerkiksi iliumeiden sagittaalitasoon rotaatio suhteessa femureihin normaalisti muuttaa lannerangan asentoa (Neumann 2002, 404). Yleisimmin lumbopelvistä rytmiä kuvataan vartalon eteentaivutusliikkeessä (Koistinen 1998, 220), mutta lumbopelvinen rytmi esiintyy yhtä lailla myös vartalon ojentuessa (Koistinen 1998, 220; Neumann 2002, 298). Lantion asennon muuttuessa sagittaalitasolla myös lannerangan asento tyypillisesti muuttuu. Liike, missä lantio ja lanneranka kiertyvät samaan suuntaan, tarkoittaa samansuuntaista lumbopelvistä rytmiä. Tällainen lumbopelvinen rytmi maksimoi koko selkärangan mahdollisimman suuren liikkuvuuden suhteessa alaraajoihin (Neumann 2002, 404.)

Eteentaivutuksen yhteydessä lumbopelvinen rytmi on seuraavanlainen: lannelordoosi oikenee, lantio kallistuu lonkista eteenpäin, lanneranka pyöristyy lisää alaselän ojentajalihasten kontrolloidessa selän liikettä ja gluteaali- ja hamstringlihasjen jarruttaessa lantion kallistumista, pohjelihakset ankkuroivat jalkaterän alustaan (Koistinen 1998, 220). Tavallisesti eteentaivutuksessa sacrumin flexio on lannerangan flexiota suurempi (BPM-palvelut Oy 2011b). Mikäli lantion flexio on esimerkiksi lihaskireyden seurauksena rajoittunut, lannerangan flexion määrä (Koistinen 1998, 221) sekä lannerankaan kohdistuva kuormitus kasvavat (BPM-palvelut Oy 2011b). Neumannin (2002 298) mukaan lisääntynyt lannerangan flexio ylivenyttää interspinosusligamenteja, posteriorista longitudinaaliligamenttia, välilevyn annulus fibrosusta, fasettivelten nivelkapseleita sekä thoracolumbaarista fasciaa tai lisää kuormitusta välilevyissä ja fasettivelissä.

Toisaalta lumbopelvisen rytmin häiriö voi näkyä myös lannerangan puutteellisena flexiona. Tällöin syynä saattaa olla alaselän kipu, raajaan säteilevä kipu, lihassuoja, lihasheikkoudet- ja kireydet tai lannerangan nivelten aiheuttama liikerajoitus (Koistinen 1998, 221). Lannerangan puuttellinen flexio saattaa vaatia lisää liikkuvuutta lonkkanivelestä. Tällöin lonkkanivelten extensorilihasjen lisääntynyt voimantuotto lisää kompressiovoimia lonkkanivelissä. Terveillä ihmisillä tämä ei ole yleensä haitallista, mutta kun lonkkanivelissä

on esimerkiksi kulumaa saattaa lisääntynyt kompressio vauhdittaa degeneratiivisia muutoksia. (Neumann 2002, 298.)

Vastakkaissuuntaisessa lumbopelvisessä rytmissä lantio ja lanneranka kiertävät päinvastaisiin suuntiin. Vastakkaissuuntaisen lumbopelvisen rytmin ansiosta lannerangan yläpuolinen selkärangan osa voi pysyä paikoillaan. Vastakkaissuuntainen lumbopelvinen rytmi antaa mahdollisuuden lantiolle ja lannerangan yläpuoliselle selkärangalle toimia toisistaan erillisesti. (Neumann 2002, 404.)

5 LIKKUVUUS

5.1 Yleistä liikkuvuudesta

Liikkuvuudella tarkoitetaan kehon nivelten liikelaajuutta (Mero - Holopainen 2004, 364). Ylisen (2010, 7) mukaan tietynasteinen liikkuvuus on edellytys kaikille aktiivisille liikesuorituksille, ja jotkin urheilulajit edellyttävät selkärangan ja raajojen erityistä liikkuvuutta. Vaikka yksilölliset erot ihmisten nivelten liikkuvuudessa ovat suuria perintötekijöiden vuoksi, liikkuvuutta pidetään tärkeänä fyysisen kunnon osatekijänä, jota voidaan lisätä sidekudosten elastisuuden vuoksi (Ylinen 2010, 7). Jopa kaikkein kankeimpien ihmisten liikkuvuutta voidaan parantaa harjoittelulla (Saari ym. 2009, 37). Perinnöllisiä nivelten liikkuvuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat lihasten, nivelsiteiden ja jänteiden pituus ja venyvyys sekä nivelpintojen muoto (Mero – Holopainen 2004, 364).

Liikkuvuuden heikentyminen voi johtua useista eri tekijöistä. Esimerkiksi vähäinen liikunnan harrastaminen, erilaiset vammat, leikkaukset ja toistuva voimakas kuormitus pienellä liikealueella heikentävät liikkuvuutta. (Ylinen 2010, 8.) Yleisnotkeuden, joka tarkoittaa liikkuvuutta yleisellä tasolla, tai lajikohtaisen notkeuden, joka tarkoittaa jonkin lajin vaatimaa erityisnotkeutta (Mero - Holopainen 2004, 364) muuttuessa aiheutuu tuki- ja liikuntaelimistön biomekaaniseen toimintaan ongelmia. Lihaksen lyhentymisen johtaa rajoittuneeseen liikkeeseen, jota seuraa virheellisten liikeratojen vuoksi poikkeava kuormitus kipuihin ja tulehduksiin. (Ylinen 2010, 8.)

5.2 Liikkuvuus ja lihastasapaino urheilussa

Monet urheilulajit vaativat erityistä liikkuvuutta niveliltä ja sidekudoksilta jotta hyvä suoritus olisi mahdollinen (Ylinen 2010, 23). Riittävä liikkuvuus mahdollistaa laajat liikeradat urheilusuorituksissa, joka taas johtaa usein parempaan lopputulokseen (Mero – Holopainen 2004, 364). Tämä on erityisen tärkeää suurta liikelaajuutta vaativissa lajeissa (Ylinen 2010, 23).

Kaikissa urheililajeissa hyvä liikkuvuus ei ole kuitenkaan tarpeellista (Ylinen 2010, 23), sillä eri urheilulajit vaativat hyvin erilaista liikkuvuutta (Aho 1998, 124). Esimerkiksi lyhyttä liikerataa sekä maksimivoimaa vaativissa la-

jeissa, kuten voimannostossa, tietynlaisesta jäykkyydestä on jopa hyötyä. Painonnostossa taas liikeradat ovat laajoja ja nopea suoritus vaatii liikkuvuutta ylä- ja alaraajoilta. (Ylinen 2010,23.) Tutkimusten mukaan eri urheilulajit vaativat spesifejä notkeusvaatimuksia. Voimistelu ja aerobic vaativa koko keholta hyvää liikkuvuutta, karate lonkkaniveliltä ja uinti olkaniveliltä. Tutkimusten tulokset eivät kuitenkaan kerro, mikä liikkuvuustaso on optimaalinen suorituksen kannalta. (Ylinen 2010, 25.)

Jotta lihakset aktivoituisivat oikeassa järjestyksessä mahdollisimman taloudellisesti aiheuttaen tarkoituksenmukaisen, koordinoitun ja sulavan liikkeen, tulee myös urheilijan lihastasapainon olla hyvä. Tällöin myös luut, nivelet ja lihakset kuormittuvat optimaalisesti. Mikäli urheilijalla on hyvä lihastasapaino, harjoittelusta tulee tehokkaampaa ja urheilijan vamma-riski pienenee. Mittalajeissa voima suuntautuu oikein liikeketjun kantaviin niveliin, joten suoritus tehostuu, kun voima ei karkaa ”harakoille”. (Ahonen – Lahtinen 1998, 281–284.)

Liikesuorituksen aikana vastavaikuttajalihaksen hyvä liikkuvuus antaa vaikuttajalihakselle mahdollisuuden toimia suurimmalla mahdollisella liikenopeudella (Holopainen – Mero 2004, 364). Lihastasapainon häiriintyessä urheilusuoritus tehdään toiminnallisesti epäedullisessa asennossa, jolloin se johtaa lihasten väärään aktivoitumisrytmiin- ja järjestykseen. Seurauksena lihastasapaino järkkyy entisestään ja lihaksista tulee arkoja, jännittyneitä, huonosti reagoivia sekä vamma-alttiita. (Ahonen 1998, 126.)

5.3 Ristiluun liikkuvuus

Puhuttaessa si-nivelten liikkeistä nutaatioksi kutsutaan liikettä, missä osiliumit kiertyvät taaksepäin ja sacrum iliumeihin nähden eteenpäin. Kun taas iliumit kiertyvät eteenpäin ja sacrum iliumeihin nähden taaksepäin, puhutaan vastanutaatiosta. (Neumann 2002, 306; Magee 2006, 621.) Leen (2011, 63) mukaan nutaatio- ja vastanutaatiosanoja tulisi käyttää vain puhuttaessa sacrumin ja iliumin keskinäisestä liikkeestä huolimatta siitä, kuinka lantio liikkuu lannerankaan ja lonkkaniveliin nähden. Esimerkiksi taaksetaivutuksen aikana, kun lantio kääntyy posterioriseen tiltiin, sacrumissa tapahtuu nutaatiota, koska iliumit kiertyvät posteriorisesti. Jos huomio kiinnitettäisiin tässä tapauk-

sessä ainoastaan sacrumiin, voitaisiin virheellisesti ajatella sacrumissa tapahtuvan liikkeen olevan vastanutaatiota. Normaalisti terveellä ihmisellä sacrum on nutaatiossa istuma- ja seisoma-asennoissa ja vastanutaatiossa selinmaakuulla. (Lee 2011, 63.)

Liikelaajuudeltaan si-nivelissä tapahtuva liike, eli nutaatio tai vastanutaatio on kuitenkin hyvin minimaalista rotaatiota ja translatorista liikettä. Tyypilliset raja-arvot liikkeessä ovat rotaation suhteen 0,2–2 mm ja 1–2 mm translatorisen liikkeen suhteen. (Neumann 2002, 306.) Koska si-nivelissä tapahtuva liike on hyvin pientä (Neumann 2002, 306), on sacrumin sagittaalinen asento pääosin riippuvainen iliumeiden sagittaalitasoon asennosta ja päinvastoin (Koistinen 1998, 182; Ahonen 2002, 334). Sacrumin nutaatiota rajoittavat intersosseous- sacrospinosus- ja sacrotuberousligamentit. Sacrumin vastanutaatiota rajoittaa pitkä dorsaalinen ligamentti. (Lee 2011, 66.)

5.4 Lonkkanivelen liikkuvuus

Lonkkanivel on pallonivel, jossa tapahtuu liikettä kaikilla kolmella liiketasolla ja kaikkien kolmen liikeakselien ympäri (Ahonen 2002, 312). Lonkkanivelessä tapahtuva liike voi olla femureiden liikettä suhteessa lantioon tai lantion liikettä suhteessa femureihin (Neumann 2002, 404). Sagittaalitasossa lonkan suositellut liikkeet ovat fleksio-ekstensiossa (Berryman Reese – Bandy 2010, 473) mukaan 120°–0°–20°. Kapandjin (1997a, 12) mukaan polvinivelen ollessa ojennettuna voi lonkkaniveltä koukistaa noin 90° ja polvinivelen ollessa koukistettuna noin 120°.

Polvinivelen asento vaikuttaa myös lonkkanivelen passiiviseen liikelaajuuteen. Polvinivel ojennettuna lonkkanivelen fleksiosuuntainen liikelaajuus on huomattavasti pienempi kuin polvinivel koukistettuna. Polvinivel koukistettuna lonkkanivelen passiivinen fleksio voi ylittää 140°. (Kapandji 1997a, 12.) Polvinivelen asennon vaikutus lonkkanivelen flexioon johtuu hamstringlihaksista, jotka rentoutuvat polven ollessa flexiossa eivätkä näin ollen rajoita lonkan flexiota, kuten polven ollessa suorana (Kapandji 1997a, 12; Neumann 2002, 402). Polven ollessa flexiossa lonkkanivelen flexiota rajoittavat Neumannin (2002, 400) mukaan ischiofemoraaliligamentin alimmat säikeet sekä nivel-

kapselin alaosa. Myös vatsan pehmutkudos voi vastata reiden anterioriseen pintaan rajoittaen lonkan flexiota (Berryman Reese – Bandy, 2010 295).

5.5 Lannerangan liikkuvuus

Selkärangan voidaan ajatella olevan yksi ainoa nivel joka mahdollistaa liikkuvuuden kolmessa eri tasossa. Todellisudessa selkärangan liike tapahtuu kuitenkin nivelittäin, ja kumulatiivisen vaikutuksen vuoksi sen liikkuvuus on todella suuri. (Kapandji 1997b, 44.)

Fasettinivelpintojen suunta vaihtelee selkärangan eri osissa (Koistinen 1998, 44). Merkitykselliseksi tästä tekee sen, että fasettinivelet vastaavat rangon liikkeiden ohjautumisesta (Koistinen 1998, 44) eli fasettinivelpintojen suuntaus vaikuttaa rangon liikkeisiin (Neumann 2002, 273). Presakraalivälissä fasettinivelpinnat ovat keskimäärin 45 asteen kulmassa sagittaali- ja frontaalitasoon nähden, mikä rajoittaa optimaalisesti liikesegmentin flexiota sekä rotaatiota (Koistinen 1998, 192). L1–L4 tasolla fasettinivelpintojen suunta on lähes sagittaalinen (Koistinen 1998, 194), mikä mahdollistaa suuren flexioekstensioliikkeen (Koistinen 1998, 44; Neumann 2002, 292). Neumannin (2002, 292) mukaan esimerkiksi toisen lannenikaman ylempien fasettipintojen asento on 25 astetta sagittaalitasosta. Rintarangassa fasettinivelten suunta muuttuu jälleen frontaalisemmaksi (Koistinen 1998, 194; Neumann 2002, 292).

Lannerangan fasettinivelten suunta mahdollistaa siis parhaiten flexio-estensiosuuntaisen liikkeen. Lannerangan flexio tarkoittaa käytännössä lannelordoosin oikenemistä ja extensio sen lisääntymistä (Koistinen 1998, 203–204.) Flexion aikana välilevyn takaosaan kohdistuva kompressiopaine vähenee ja etuosaan kohdistuva paine kasvaa. Tällöin myös välilevy repeytyy herkimmin. (Koistinen 1998, 204.) Lannerangan flexiota rajoittavat posterior longitudinal ligament, ligamentum flavum (Neumann 2002, 26), supra- ja interspinosusligamentit, fasettinivelten nivelkapselit sekä thoracolumbaalinen fascia ja multifidus-lihakset (Koistinen 1998, 204).

Woolsley ja Norton (2001) (kts. Sahrman 2002, 59) analysoivat tutkimuksia, joissa lannerangan liikkuvuutta mitattiin kulmamittarilla. Tutkimusten mukaan

lannerangan flexioliikkuvuuden keskiarvo on 56,6°. Lawrencen ja Edwardin (2006, 101) sekä Neumannin (2002, 294) mukaan lannerangan flexioliikkuvuuden keskiarvo on 50°. Sahrmannin (2002, 59) mukaan viimeiset asteet lannerangan flexiossa ovat jopa tärkeämpiä kuin koko lannerangan liikkuvuus, sillä L1-nikaman lähtöasento vaikuttaa suuresti lannerangan flexioliikkuvuuteen. Tutkimusten mukaan normaali L1-kulma maksimaalisessa flexiossa (sacrumin flexiomäärä vähennettynä) on 20° – 25°. Kun maksimaalisen flexion L1-kulma ylittää 25° – 30°, on kyseessä liiallinen lannerangan flexio. (Sahrmann 2002, 59.)

Lannerangan extension aikana fasettiniiveliin sekä välilevyn takaosiin kohdistuva kompressiopaine kasvaa etuosan paineen vähentyessä. Joidenkin teorioiden mukaan välilevyn kohdistuva paineen muutos aiheuttaa nukleus pulposusmassan eteenpäin työntymisen. Merkityksellistä tämä on silloin, kun esimerkiksi välilevyn pullistuman yhteydessä massaa yritetään saada liikkumaan anterioriseen suuntaan pois hermojuuren läheisyydestä. (Koistinen 1998, 204.) Lannerangan extensiota rajoittavat anterior longitudinal ligament (Neumann 2002, 260), fasettiniivelet sekä okahaarakkeet, jotka törmäävät extensiossa toisiinsa (Koistinen 1998, 204). Neumannin (2002, 294) mukaan lannerangan extensioliikkuvuuden keskiarvo on 15°, kun taas Buckupin (2004, 3) mukaan sen tulisi olla jopa 30°. Sahrmannin (2002, 60) mukaan lannerangan suuri extensioliikkuvuus ei kuitenkaan ole tarpeellista ajatellen ihmisen päivittäisiä toimintoja, ja runsas selän taakse taivutus saattaa johtaa kasvuikäisellä jopa selkänikaman takakaaren murtumaan (Salminen 2009, 175).

Selkärangan nikamien välinen poikkeava liikkuvuus onkin yleinen selkävaurion aiheuttaja. Koska lanneranka on selkärangan liikkuvin osa, altistuvat välilevyt kovalle rasitukselle. Poikkeavasta liikkuvuudesta johtuen myös selän nivelsiteet ja lihakset voivat aiheuttaa selkäkipua. Tällöin potilas kokee paikallista kipua selässä, selän jäykkyyttä, sietää huonosti rasitusta tai staattisia asentoja ja saattaa menettää jopa yönunsa. (Airaksinen 1998, 236–237.) Päivittäisissä toiminnoissa, kuten esimerkiksi eteentaivutuksessa, lisääntynyt lannerangan flexio kasvattaa lannerangan fasettiniivelten ja välilevyjen kuormitusta tai ylivenyttää fasettiniivelten nivelkapseleita, välilevyn annulus fibrosusta se-

kä esimerkiksi interspinosusligamentteja (Neumann 2002, 298). Merkille pantavaa tämä on siksi, että kaikki nämä rakenteet voivat toimia selkävivun aiheuttajina (Neumann 2006, 296).

5.6 Liikkuvuuden mittaaminen

Nivelliikkuvuutta mitataan (RF120) mahdollisten liikerajoitusten ja yliliikkuvuuksien selvittämiseksi (Salminen – Arokoski 2009, 82). Poikkeava liikkuvuus voi olla esimerkiksi selkävaivojen syy (Airaksinen – Lindgren 2005, 186). Nivelliikkuvuuden mittaaminen (RF120) on hyödyllistä myös potilaan seurannassa (Salminen – Arokoski 2009, 81).

Sacrumin liikkuvuutta voidaan mitata röntgenkuvauksella (Lee 2011, 63). Vaikka sacrumissa tapahtuva liike on hyvin pientä, on se mahdollista myös palpoida (RF120) (Lee 2011, 63).

Lonkkanivelen liikkuvuutta taas mitataan (RF120) yleisimmin potilas kylkimakuulla tai selinmakuulla. Eri mittaustavat vaihtelevat hieman sen mukaan, missä asennossa mittaus suoritetaan, mitä anatomisia merkkejä mittauksessa hyödynnetään, ja kuinka paljon mikäkin mittaustapa kontrolloi lannerangassa tapahtuvaa liikettä. (Berryman Reese – Bandy 2010, 297, 300.) Yleisimmin lonkkanivelen liikkuvuutta mitataan (RF120) goniometrillä tai elektrogoniometrillä (Berryman Reese – Bandy 2010, 298–299).

Selän liikkuvuutta mitattaessa (RF120) esimerkiksi lannerangan osalta liikkuvuus koostuu viiden eri nikaman liikkuvuuden yhteistuloksesta. Tämän vuoksi klinikko ei pysty diagnosoimaan mahdollisia toimintahäiriöitä nivelittäin, vaan esimerkiksi osoittamaan ainoastaan tietyissä selkärangan segmenteissä olevan esimerkiksi niveljäykistymää. (Lawrence – Edward 2006, 101.) Lannerangan liikkuvuutta voidaan mitata (RF120) mittanauhan avulla, goniometrillä ja erilaisilla kulmamittareilla. (Berryman Reese – Bandy 2010, 186–187).

6 TUTKIMUKSEN TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMA

Tutkimuksen tavoitteena oli kerätä tietoa mäkihyppääjien alaselän liikkuvuudesta ja alaselän asennosta vauhtimäen laskuasennossa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millainen yhteys alaselän liikkuvuuden sekä laskuasennossa olevan alaselän asennon välillä vallitsee, ja voiko laskuasentoa yhteydestä riippuen muokata fysioterapeuttisin menetelmin.

Tutkimuksen toimeksiantajana toimii Finnjumping ry.

Tutkimusongelma: Millainen yhteys alaselän liikkuvuudella on alaselän asentoon mäkihypyn vauhtimäen laskuasennossa?

7 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

7.1 Tutkimuksen kulku

Opinnäytetyöprosessi käynnistyi syksyllä 2009 Finnjumping ry:n valmentajien kanssa käydyssä keskustelussa, jolloin päätin opinnäytetyöni koskevan mäkihyppyä. Keväällä 2010 sain toimeksiantajaltani pyynnön tutkia opinnäytetyössä lantion liikkuvuutta ja sen mittaamista. Tämän jälkeen opinnäytetyön suunnittelu käynnistyi tutkimussuunnitelman teolla. Itse opinnäytetyön aloittaminen ja etenkin opinnäytetyössäni käyttämäni menetelmien valitseminen vei minulta kuitenkin huomattavan paljon aikaa. Syy tähän oli ehdottomasti mäkihyppyn lähdekirjallisuuden heikko saatavuus.

Koska olin päättänyt tehdä opinnäytetyöni liittyen lantion ja alaselän liikkuvuuden mittaamiseen, pystyin kuitenkin etenemään opinnäytetyössä kirjoittamalla teoreettista viitekehystä. Opinnäytetyössäni käyttämäni tutkimusmenetelmät selkisivät minulle vasta kesällä 2011, jolloin päätin käyttää Back Pain Monitoria työssäni tiedonkeruuvälineenä liikkuvuuden mittaamiseen. Koska Back Pain Monitor on minulle ennestään tuttu mittari opintojeni vuoksi, ei sen käyttöä tarvinnut liiemmin harjoitella.

Elokuussa 2011 lähestyin tutkimuksen perusjoukon muodostaneita henkilöitä puhelimitse. Sovin jokaisen henkilön kanssa ajan, jolloin liikkuvuuden mittaukset suoritettiin. Mittauspaikkana toimi RAMK:n fysioterapialuokka ja mittaukset suoritettiin elokuun 2011 aikana. Mittaajana toimi opinnäytetyön tekijä itse. Mittausten jälkeen tutustuin kirjallisuuden avulla SPSS for Windows 19.0 -ohjelmaan, jota päätin käyttää tulosten analysoinnin apuna. Viimeisessä työvaiheessa aukaisin ja kirjasin opinnäytetyön tulokset tutkimusraporttiin, analysoin ne sekä suoritin tutkimustulosten pohdinnan.

7.2 Tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyöni on kuvaileva eli deskriptiivinen tutkimus. Heikkilän (2008, 14) mukaan deskriptiivinen tutkimus vastaa kysymyksiin mikä, kuka, millainen, missä sekä milloin ja on osana lähes jokaisessa tutkimuksessa. Holopainen ja Pulkkinen (2008, 21) taas kuvaavat deskriptiivistä tutkimusta tietyn asiantilan esittämisenä tietyinä hetkenä tai pidemmällä aikavälillä. Koska kuvailem

opinnäytetyössäni mäkihyppääjien lannerangan liikkuvuutta, alaselän asentoa seisoma-asennossa, lihasvenyvyyttä sekä alaselän asentoa vauhtimäen laskuasennossa voi työtäni kutsua Heikkilän (2008, 14) ja Holopaisen sekä Pulkkinen (2008, 21) mukaan deskriptiiviseksi tutkimukseksi.

Opinnäytetyöni koskiessa mäkihyppyä pidin tärkeänä tutkimusotetta valitessani, että tutkimus ja sen tulokset olisivat mahdollisimman objektiivisia, sillä mäkihyppy lajina perustuu mielestäni liikaa subjektiivisuuteen. Tämän vuoksi opinnäytetyössäni käytettiin kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusotetta. Kvantitatiivisen tutkimusotteen taustalla on näkemysuuntaus, jonka mukaan todellisuus perustuu objektiivisesti todettavissa oleviin tosiasioihin. Määrällisessä tutkimusotteessa korostetaan yleisesti päteviä syyn ja seurauksen lakeja. (Hirsjärvi – Remes – Sajavaara 2008, 135.) Kvantitatiivisessa tutkimuksessa tuloksia kuvataan numeerisesti (Heikkilä 2008, 16; Holopainen – Pulkkinen 2008, 21), ja niitä voidaan havainnollistaa taulukoiden sekä kuvioiden avulla (Heikkilä 2008, 16). Kvantitatiivista tutkimusotetta käyttämällä aineistosta saatavia tuloksia voidaan tietyin ehdoin yleistää perusjoukkoon tilastollisen päättelyn keinoin, ja sen avulla voidaan kuvata eri asioiden välisiä riippuvuuksia (Heikkilä 2008, 16).

7.3 Tiedonkeruu

Tiedonkeruumenetelmänä tutkimuksessa käytettiin BPM-mittausjärjestelmää. BPM eli back pain monitor on fysioterapeuttiseen tutkimukseen ja arviointiin (RF1) sekä fysioterapiasuunnitelman laatimiseen (RF130) suunniteltu menetelmä (BPM-palvelut 2011a). Back Pain Monitoria on käytetty tieteellisesti korkeatasoisissa tutkimuksissa (ks. Saarni 2009). BPM-mittausjärjestelmän vertailuarvot perustuvat VTT Information Technology -tutkimuslaitoksen analyysiin Suomessa, Ruotsissa ja Saksassa tehdyistä mittauksista sekä muihin tieteellisesti korkeatasoisiin tutkimuksiin. BPM:n viitearvojen perustana on 21 000 mittausta. Viitearvot on jaettu sukupuolen sekä iän mukaan 5 vuoden välein alkaen 10 ikävuodesta ja päättyen 65 vuoteen. (BPM-palvelut 2011b.)

Mittaukset tapahtuivat RAMK:n fysioterapialuokassa elokuun 2011 aikana ja ne suoritti opinnäytetyön tekijä itse. Ennen mittausten suorittamista mittauslaitteiston toimivuus varmistettiin ja sen oikeaoppinen käyttötapa vielä kerrat-

tiin. Mittaukset tapahtuivat BPM-mittausjärjestelmän mittauspöytäkirjan mukaisessa järjestyksessä.

7.3.1 BPM-esitietolomake

Ennen varsinaista mittausta jokainen tutkimusjoukon jäsen täytti BPM-esitietolomakkeen (RF120), joka sisälsi seuraavat kohdat: anamnestiset tiedot, niska- ja selkäoireet, sairaudet, kipuindeksi, ”red flags” -oireet, vireystila, liikunta-aktiiviteetti, mieliala ja työn kuormitus (BPM-palvelut 2011a). Esitietolomakkeen täyttäminen ennen mittauksen suorittamista on välttämätöntä mitausten vasta-aiheiden poissulkemiseksi (BPM-palvelut 2011b).

7.3.2 BPM-mittaus

BPM-mittaus (RF120) sisältää asennon ja ryhdin mittaukset, lihastasapainon mittaukset, selkärangan liikkuvuusmittaukset sekä lihaksiston suorituskyky-mittaukset. Mittaaja voi halutessaan tehdä myös ylimääräisiä mittauksia, ja mittaus voidaan toteuttaa halutessa myös ositettuna. (BPM-palvelut 2011a.)

Opinnäytetyössä käytettiin ositettua BPM-mittausta, jossa mitattiin lantion ja selkärangan asento seisoma-asennossa, lannerangan liikkuvuus, sacrumin flexioliikkuvuus sekä iliopsoas- ja hamstringvenyvyydet. Ositettu mittaus valittiin, koska tässä tutkimuksessa ei oltu kiinnostuneita muista mittarin mittauskohteista kuten rintarangasta ja kaularangasta. BPM-mittausjärjestelmän protokollan ulkopuolisena mittauksena tutkimuksessa mitattiin BPM:n elektrogoniometrillä sacrumin ja lannerangan asento mäkihypyn simuloitussa vauhtimäenlaskuasennossa.

Opinnäytetyössäni käyttämäni BPM-mittauksen osiot ja mittaustavat:

Ennen mitausten aloittamista tutkija merkitsi tussilla mitattavien selän iholle mittauspisteet selkärangan Th12- ja S1-nikamien kohdalle. S1-nikama palpoitiin spina iliaca posterioreiden välistä ja Th12 löydettiin mittaamalla S1:stä 10 cm ylöspäin. Mittaukset suoritettiin edellä mainituista kohdista elektrogoniometrillä. Elektrogoniometrin mittajalkojen ulkomittojen etäisyys toisistaan on 8 cm. Mitatessa elektrogoniometrillä Th12-nikamasta elektrogoniometrin alempi mittajalka asetettiin nikaman päälle. Mitatessa S1-

nikamasta elektrogoniometrasta asetettiin taas ylempi mittajalka nikaman päälle. (Saarni 2009, 36-37.)

Tutkittavan asento seisten (Fyysisen suorituskyvyn arviointi RF122):

Mittauspisteinä Th12-nikama ja S1-nikama. Asento seisten ilmaisee tutkittavan selkärangan asennon seisoma-asennossa. Tutkittava seiso muovisella seisomalaudalla jalat symmetrisesti muovilaudan keskellä olevan muovikapaleen molemmilla puolin kantapäät kiinni laudan takareunassa. Tutkittava katsoi seinässä silmien korkeudella olevaa rastia. Tutkija mittasi ko. nikamien kohdalta selkärangan asennon tutkittavan vasemmalta puolen pitäen elektrogoniometriä oikeassa kädessään. Elektrogoniometrillä oli valittuna vertikaalitaso.

Tutkittavan lihastasapaino (RF122):

Tässä tutkimuksessa lihastasapainolla tarkoitetaan BPM-mittausjärjestelmän mukaisesti sacrumin flexioliikkuvuutta ja iliopsoas- sekä hamstringlihasliikkuvuutta.

Sacrumin flexio ilmaisee sacrumin sagittaalitasoon asennon muutoksen etutaivutuksessa. Mittauksessa ei mitata si-nivelen liikettä, vaan lantion liikettä. Nimi mittaukselle tulee mittauspaikan mukaan. Lähtöarvona mittauksessa toimi seisoma-asennon S1-mittausarvo. Tutkittava seiso edellä kuvatulla tavalla seisomalaudan päällä. Tutkittava suoritti maksimaalisen eteentaivutuksen pitäen leuan rinnassa ja kädet suorina sekä kämmenet yhdessä. Polvien tuli pysyä suorassa koko eteentaivutuksen ajan. Tutkija mittasi S1-nikaman kohdalta asteluvun tutkittavan ollessa maksimaalisessa eteentaivutuksessa. Elektrogoniometrillä oli valittuna vertikaalitaso.

Iliopsoas ilmaisee lonkkanivelen extensioliikkuvuuden. Iliopsoasmittauksessa tutkittava asettui plintin päätyyn ja kallistui selinmakuulle plintille. Tutkittava piti käsillään alaraajaa, jota ei mitattu, sylissään polvi koukussa, ja tutkija mittasi oikean lonkkakulman tälle alaraajalle lonkkakulmaveyllä. Vapaana roikuvan alaraajan asento mitattiin elektrogoniometrillä tensor fascia lataen alakolmannekselta. Elektrogoniometrillä oli valittuna horisontaalitaso. Vasenta alaraajaa mitattaessa tuloksen etumerkintä vaihdettiin päinvastaiseksi

(+/-). Elektrogoniometristä oli valittuna horisontaalitaso. Tulosten analyysiin otettiin mukaan alaraajojen liikkuvuuden keskiarvo.

Hamstring ilmaisee polven koukistajien/lonkan ojentajien venyvyyden. Hamstring-lihasten liikkuvuus mitattiin tutkittavan maassa hoitopöydällä selällään täysin rentona. Tutkija lähti nostamaan mitattavaa alaraajaa ylöspäin tehden samalla pientä nykimisliikettä, jolloin tutkittavan polvi kävi toistuvasti pienessä fleksiossa. Fleksion jälkeinen ojennus polvessa tuntui luisena vasteena, kunnes alaraajaa ylöspäin nostettaessa vaste muuttui. Tämä tarkoitti sitä, että hamstring-lihaksissa tapahtui aktivaatiota ja lihasten kireys otti liikkeessä vastaan. Alaraaja laskettiin viimeisen luisen vasteen tasolle ja elektrogoniometrillä mitattiin lukema säären etuosasta tuberositas tibian alapuolelta. Vasenta alaraaja mitattaessa tuloksen etumerkintä vaihdettiin päinvastaiseksi (+/-). Elektrogoniometristä oli valittuna horisontaalitaso. Tulosten analyysiin otettiin mukaan alaraajojen liikkuvuuden keskiarvo.

Tutkittavan lannerangan liikkuvuus (RF122):

Lannerangan flexio ilmaisee lannerangan flexiomäärän etutaivutuksessa. Lähtöarvona mittauksessa olivat seisoma-asennon S1- ja Th12-mittausarvot. Lannerangan flexio mitattiin samassa yhteydessä sacrumin flexion kanssa mutta Th12-nikaman kohdalta.

Lannerangan ekstenio seisten ilmaisee lannerangan kuormitetun extensioliikkuvuuden Th12-nikaman ja S1-nikaman välillä. Lähtöarvoina olivat seisoma-asennon Th12- ja S1-mittausarvot. Ekstensiota mitattaessa tutkittava seiso jalkalaudalla kuten aiemmin ja säilytti koko mittauksen ajan katseensa seinässä olevassa rastissa. Tutkittava laittoi kätensä lanteille ja piti polviaan pienessä fleksiossa. Tutkittava kippasi lantionsa anterioriseen tiltiin ja taivutti tämän jälkeen selkänsä mahdollisimman taakse. Tutkija mittasi rangan asennon. Elektrogoniometristä oli valittuna vertikaalitaso.

Lannerangan extensio ilmaisee lannerangan kuormittamattoman extensioliikkuvuuden Th12-nikaman ja S1-nikaman välillä. Tutkittava asettui päinmaakuulle plintille ylävartalo paljaana. Tutkittavan jalkaterien tuli ulottua plintin reunojen yli. Tutkittava asetti kätensä olkapäiden tasolle punnerrusasentoon.

Tästä asennosta asiakas taivutti selkänsä mahdollisimman suureen ekstensioon pitäen katseensa vaakatasossa. Tutkittavan SIAS:n ja hoitopöydän väliin sai extension aikana tulla maksimissaan kahden sormen korkuinen rako. Tutkija seiso i tutkittavan vasemmalla puolella ja mittasi asteluvun kyseessä olevista kohdista elektrogoniometrillä. Elektrogoniometrissä oli valittuna horisontaalitaso.

(BPM-palvelut Oy 2009; BPM-palvelut 2011b.)

Lisäksi BPM-mittausjärjestelmä antoi seuraavat tunnusluvut mittaustulosten perusteella diagnostiikan tueksi:

Lannerangan lordoosikulma kertoo Th12:n ja S1:n välisen posteriorisen kulman.

Lannerangan kokonaisliikkuvuus kertoo lannerangan sagittaalitasoon kokonaisliikkuvuuden. Kokonaisliikkuvuutta voidaan verrata erikseen flexioon ja ekstensioon. Flexion ja extension normaali suhde on 3:1.

Ekstensio-fleksioindeksi lasketaan jakamalla lannerangan fleksioliikkuvuus kuormittamattomalla ekstensioliikkuvuudella. Mikäli tunnusluku on 1, merkitsee tämä ekstensioliikkuvuuden suhteellista lisääntymistä kokonaisliikkuvuudessa.

Ekstension vertailuindeksi saadaan jakamalla kuormittamattoman lannerangan ekstension analyysiarvo kuormitetun ekstension vastaavalla. Mikäli kuormittamaton flexio on huomattavasti kuormitettua ekstensiota suurempi, voi kyseessä olla merkittävä lannerangan toiminnanhäiriö tai välilevyperäinen kuormituksensietokykyä heikentävä ongelma.

Lumbo-pelvisindeksi lasketaan jakamalla sacrumin fleksion analyysiarvo lannerangan fleksion vastaavalla. Tavallisesti sacrumin flexio on suurempi kuin lannerangan flexio.

(BPM-palvelut Oy 2009; BPM-palvelut 2011b.)

Lisäksi opinnäytetyössä mitattiin BPM-mittausjärjestelmään kuulumattomana mittauksena:

Vauhtimäenlaskuasento (RF122):

Mäkihypyn vauhtimäen laskuasentoa mitattiin opinnäytetyössä alaselän alueelta. Tutkittava nousi paljain jaloin ylävartalo paljaana 10° kaltevalle tasolle siten, että varpaat osoittivat kaltevilla tasolla alaspäin. Tutkittava meni mäkihypyn vauhtimäen laskuasentoon. Tutkija seisojasi asiakkaan oikealla puolella ja mittasi Th12-nikaman ja S1-nikaman kohdalta rangon asennon elektrogoniometrillä. Elektrogoniometrillä oli valittuna horisontaalitaso. Laskuasennossa oleva lannerangan flexiomäärä laskettiin vähentämällä Th12-nikaman asteluku S1-nikaman asteluvusta.

7.4 Tutkimusjoukon esittely

Tutkimusjoukko hankittiin harkinnanvaraista otantaa käyttäen. Perustutkimuksen toteuttaminen tässä tutkimuksessa oli resurssien puolesta mahdotonta ja todennäköisyyteen perustuvien otantamenetelmien käyttö taas maantieteellisesti ajatellen vaikeaa. Harkinnanvaraisen otantamenetelmän tuloksena syntyneitä osajoukkoja kutsutaan näytteeksi (Holopainen – Pulkkinen 2008, 36). Otoksesta voidaan puhua vain, mikäli kaikilla perusjoukon jäsenillä on yhtä suuri mahdollisuus tulla valituksi otokseen (Holopainen – Pulkkinen 2008, 29).

Vaikka harkinnanvaraisessa otannassa perusjoukon jäsenet poimitaan harkitusti, tulee siinä pyrkiä mahdollisimman tasapuoliseen ja objektiiviseen tulokseen, jolloin menetelmän avulla voidaan saada melko luotettavia tuloksia. (Holopainen - Pulkkinen 2008, 36.) Koska yleensä harkinnanvaraista otantaa käyttämällä ei perusjoukosta kuitenkaan saada edustavaa otosta, ei ole perusteltua yleistää kyseessä olevalla otannalla saatuja tuloksia perusjoukkoon. Harkinnanvaraisen otannan käyttöä suositellaankin esimerkiksi alustavien tulosten hankkimiseen tai esitutkimukseen, jollaisena tätä opinnäytetyötä voidaan mielestäni pitää. (Holopainen – Tenhunen – Vuorinen 2004, 19.)

Tutkimuksen näytteenä toimi kymmenen kansallisen tai kansainvälisen tason mäkihyppääjää. Harkinnanvarainen otanta suoritettiin puhelimen välityksellä

tapahtuneen yhteydenoton avulla elokuun 2011 alussa. Puhelun aikana tutkimuksen jäsenille selvitettiin mittauksen tarkoitus ja siihen vaadittava aika. Henkilöille annettiin myös mahdollisuus kieltäytyä osallistumasta, eikä ketään pakotettu mukaan. Mittauspaikaksi sovittiin RAMK:n fysioterapialuokka. Mittauspaikalla ennen mittausta tutkittaville selitettiin vielä mittausten kulku sekä mihin tarkoitukseen mittaustuloksia tulnaisiin käyttämään. Ennen varsinaista mittausta tutkittava täyttivät BPM-esitietolomakkeen, jonka avulla tarkistettiin, voiko mittaus aiheuttaa henkilöille fyysistä vaaraa. Esitietolomake sisälsi myös kysymyksen, voiko mittaustuloksia käyttää tutkimuskäyttöön. Tähän jokainen mitattu vastasi kyllä. Koska jokainen tutkimusnäytteen jäsen oli tutkimushetkellä yli 15-vuotias, ei heidän vanhemmiltaan tarvinnut pyytää suostumusta tutkimukseen (Vilkka 2007, 94) (ks. Kuula 2006, 149–150). Näytteen kooksi muodostui 10 (n=10) mäkihyppääjää ja heidän keski-ikä tutkimushetkellä oli 19,7 vuotta.

7.5 Analyysimenetelmä

Esitietolomakkeen ja mittausten tulokset dokumentoitiin (RF420) mittausten suorittamisen jälkeen internetin selaimessa toimivaan BPM:n Personnel Screening -palveluun. Palvelu analysoi tulokset ja muodosti niistä henkilö- ja ryhmäkohtaisia raportteja. Yksilöllisiä Personnel Screenin -palvelun muodostamia graafisia raportteja sekä tulosten tekstiraportteja käytettiin tutkimustulosten viitearvoihin vertaamiseen. Mittaustulokset siirrettiin sellaisenaan SPSS 19.0 for Windows -ohjelmaan. Ennen korrelaatiokertoimien laskemista mittausarvot tarkistettiin SPSS-ohjelman Descriptives-toiminnolla. Samalla toiminnolla poimittiin myös eri muuttujien (n=10) minimi-, maksimi-, keskiarvo- ja keskihajontatulokset, jotka siirrettiin Exel 2007 -ohjelmaan. Exel 2007 -ohjelmalla näistä tunnusluvuista muodostettiin tutkimustuloksia kuvaavia kuvia, joita esitetään kappaleessa *tutkimustulokset*.

Muuttujien välisiä riippuvuuksia tarkasteltiin SPSS-ohjelman Correlate-toiminnon avulla. Tutkimusongelmissa määritellyt muuttujat valittiin toimintoon ja SPSS-ohjelma laski muuttujien väliset korrelaatiokertoimet. Korrelaatiokertoimien avulla mitataan muuttujien välistä riippuvutta (Heikkilä 2008, 203; Holopainen - Pulkkinen 2008, 233). Tässä tutkimuksessa muuttujia tutkittiin kahden muuttujan välisesti Pearsonin korrelaatiokertoimella, joka esittää

muuttujien välistä lineaarista yhteyttä ja on käytetyin korrelaatiokertoimista (Heikkilä 2008, 203; Holopainen - Pulkkinen 2008, 233–234). *Tutkimustulokset*-kappaleessa esitetään SPSS-ohjelmalla luodut taulukot liikkuvuuden ja mäkihypyn vauhtimäen laskuasennon välisistä yhteyksistä. Lisäksi tilastollisesti merkitsevistä tutkimustuloksista muodostettiin Excel 2007 -ohjelmalla lineaarista riippuvuutta kuvaavia kuvioita syöttämällä yksittäisiä mittaustuloksia ohjelmaan.

Korrelaatiokerroin voi olla arvoltaan -1–1. Mitä lähempänä tulos on nollaa, sitä heikompi on muuttujien välinen yhteys. (Metsämuuronen 2000a, 45.) Korrelaatiokertoimen p-arvo eli erehtymisriski saadaan lasketuksi testisuurella johon sisällytetään korrelaatiokerroin (r) ja otoskoko (n) (Metsämuuronen 2000a, 46; Holopainen – Pulkkinen 2008, 242–243). P-arvo kertoo siitä riskitasosta, jonka mukaan hypoteesi ei pidä paikkaansa. Esimerkiksi p-arvon ollessa $p < 0.01$, on virheellisen johtopäätöksen riski pienempi tai yhtä suuri kuin 1%. (Metsämuuronen 2000b, 35.) Tilastollinen merkitsevyys raportoidaan yleisesti kolmella eri merkitsevyydellä:

$p < 0,001$ erittäin merkitsevä
 $p < 0,01$ merkitsevä
 $p < 0,05$ melkein merkitsevä
 (Metsämuuronen 2000b, 34)

Tässä tutkimuksessa tilastollisesta merkitsevyydestä puhutaan Metsämuuronen (2000b, 35) toimintatavan mukaisesti, kun $p < 0,05$. Tällöin lukijalle itselleen jää merkitsevyyden arviointimahdollisuus (Metsämuuronen 2000b, 35).

7.6 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimusten luotettavuustarkastelut kuuluvat olennaisena osana tutkimuksen tekoon (Metsämuuronen 2000a, 11), sillä tutkimuksen luotettavuus vaihtelee, vaikka virheitä yritettäisiinkin välttää (Hirsjärvi ym. 2008, 226). Tutkimuksen luotettavuutta kuvataan perinteisesti termeillä reliabiliteetti ja validiteetti. Termien keskeinen sisältö poikkeaa hieman toisistaan. (Metsämuuronen 2000a, 11.) Tutkimuksen reliabiliteetillä tarkoitetaan tutkimuksen toistettavuutta. Mikäli mittaus tai tutkimus suoritettaisiin useita kertoja, tulisi tulosten olla sa-

mankaltaisia reliabiliissä tapauksessa. Validiteetillä taas tarkoitetaan sitä, mitataanko tutkimuksella sitä, mitä on tarkoituskin mitata (Hirsjärvi ym. 2008, 226; Metsämuuronen 2000a, 11). Metsämuuronen (2009, 74) jakaa validiuden vielä sisäiseen ja ulkoiseen validiteettiin. Ulkoisella validiudella tarkoitetaan tutkimuksen yleistettävyyttä. Sisäinen validius tarkoittaa mittarissa tai tutkimuksessa käytettyjen sisältöjen luotettavuutta. (Metsämuuronen 2009, 74.)

Tutkimuksen yleistettävyys eli ulkoinen validiteetti on pääosin riippuvainen otantamenetelmästä (Metsämuuronen 2009, 125). Otannan tulisi olla edustava, jotta tutkimustulokset voitaisiin yleistää koskemaan koko perusjoukkoa (Holopainen – Pulkkinen 2008, 31). Tällöin myös otoskoon tulee olla riittävä (Metsämuuronen 2009, 64), sillä jokaiseen otantatutkimukseen sisältyy virhemahdollisuus, joka on sitä suurempi, mitä pienempää otosta käytetään (Holopainen – Pulkkinen 2008, 38). Käytin tässä tutkimuksessa harkinnanvaraista otantaa, joka vaatii hyvää perusjoukon ja objektiivisuutta näytteen harkinnassa. (Holopainen – Pulkkinen 2008, 36). Metsämuuronen (2009, 61) mukaan satunnaistettu otanta on parempi tutkimuksen luotettavuuden kannalta, joskin Holopaisen ja Pulkkinen (2008, 36) mukaan harkinnanvaraisella otannalla voidaan saavuttaa luotettavia tuloksia. Tehdessäni harkinnanvaraista otantaa, asetin sisäänottokriteereiksi vähintään 16 vuoden iän ja mäkihypyn täysipainoisen harrastamisen. Tutkimuksen otoskoko jäi pienehköksi, eikä perusjoukosta näin ollen välttämättä saatu edustavaa otosta. Joskin on muistettava, että yleisen sarjan SM-kilpailuun osallistui syyskuussa 2011 vain 27 urheilijaa (Jyväskylän Hiihtoseura ry).

Sisäisen validiteetin tarkastelussa paneudutaan siihen, onko tutkimuksessa mitatut asiat samoja kuin sen teoriaosiossa käsitellään (Holopainen - Pulkkinen 2008, 186). Tutkimuksen tavoitteena oli kerätä tietoa mäkihyppääjien alaselän liikkuvuudesta ja alaselän asennosta mäkihypyn vauhtimäenlaskuasennossa. Tiedonkeruuvälineenä tutkimuksessa käytettiin Back Pain Monitoria. Mittaukset suoritti oppinnäytetyön tekijä itse. Back Pain Monitorin vertailuarvot perustuvat 21 000 mittaukseen (BPM-palvelut 2011b) ja sitä on käytetty samankaltaiseen tarkoitukseen myös väitöskirjassa (ks. Saarni 2009). Mäkihypyn vauhtimäen laskuasennon mittaaminen tutkimuksessa

tapautui simuloitussa tilanteessa, missä mäkihyppääjä meni vauhtimäen laskuasentoon vauhtimäen keulaa vastaavalle kulmalle ilman mäki-varusteita mahdollisimman luonnollisesti.

Edellä mainittujen muuttujien välisiä yhteyksiä tutkimuksessa tarkasteltiin SPSS for Windows 19.0 -ohjelmalla jota käytetään yleisesti tilastotieteellisen päättelyn apuvälineenä. Metsämuurosen (2009, 410) mukaan yhteyksiä tarkasteltaessa tulisi tietää, kuinka eri ilmiöt ovat yhteydessä toisiinsa. Tällaisen syy-seuraussuhteen osoittaminen saattaa kuitenkin olla erittäin haastavaa (Metsämuuronen 2009, 410) ja vaatii loogista päättelykykyä sekä salapoliisi-maista toimintaa (Metsämuuronen 2009, 415).

7.7 Tutkimuksen eettisyys

Pohdin eettisyyden totetutumista opinnäytetyössäni kappaleessa *10.2 Pohdintaa eettisyydestä*. Tässä kappaleessa keskityn kuvaamaan niitä eettisyyden kannalta merkittäviä asioita, joita olen opinnäytetyöprosessin aikana pyrkinyt huomioimaan.

Etiikka on osana tutkimusta aina sen alkuvaiheista tutkimuksen raportointiin asti (Vilkkä 2009, 29). Hirsjärven ym. (2008, 24) mukaan jo erimerkiksi tutkimusongelman muodostaminen voi olla eettinen ratkaisu, sillä siinä saatetaan joutua pohtimaan valitako helposti totetuttava, mutta merkitykseltään ei niin tärkeä aihe vai toisinpäin. Koska tutkimuksen toteuttamisen täytyy olla avointa, tutkija on vastuussa myös tutkimusprosessin loppuvaiheessa tutkimuksen ja tutkimustulosten julkistamisesta (Vilkkä 2009, 37).

Eettisesti hyvin tehty tutkimus noudattaa hyvää tieteellistä käytäntöä (Hirsjärvi ym. 2008, 24; Vilkkä 2007, 90), joten pyrin noudattamaan sitä työssäni mahdollisimman perusteellisesti. Toimiessaan hyvän tieteellisen käytännön mukaan tutkija huolehtii, ettei tutkimuksen eri osa-alueet, kuten aineiston kerääminen ja tulosten esittäminen, loukkaa tutkimuksen kohderyhmää, tiedeyhteisöä ja hyvää tieteellistä käytäntöä (Vilkkä 2007, 90). Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu muun muassa huolellisuus ja tarkkuus tutkimuksen toteutusvaiheessa, tulosten analysoinnissa sekä muiden tekemien tutkimusten arvioinnissa. Tutkimus tulee suunnitella, toteuttaa ja raportoida asiaan-

kuuluvalla tavalla ja muille tutkijoille tulee antaa heille kuuluva kunnia heidän tekemästään työstä. (Hirsjärvi ym. 2008, 24.) Hyvään tieteelliseen käytäntöön kuuluu myös, että tutkija on avoin tutkimuksen tuloksia julkaistessaan (Hirsjärvi ym. 2008, 24) ja ottaa huomioon voimassa olevan lainsäädännön (Vilka 2007, 91).

Hirsjärven ym. (2008, 25) mukaan eettisessä tutkimuksessa epärehellisyyttä on vältettävä jokaisessa tutkimuksen vaiheessa, ja vilppi sekä piittaamattomuus ovatkin jokaisen tutkijan selätettävissä (Vilka 2009, 31). Tämän vuoksi pyrin kiinnittämään työssäni erityistä huomiota epärehellisyyden välttämiseksi. Erityistä huomiota vaativia asioita aiemmin mainittujen lisäksi ovat plagionnin välttäminen, tulosten yleistämiseen liittyvät seikat ja raportoinnin laatu (Hirsjärvi ym. 2008, 26–27). Tavoitteenani onkin tuottaa eettisesti hyvä tutkimus, jossa on huomioitu myös nämä tekijät ja jossa tiedon kerääminen ja aineiston käsittely tapahtuu Vilkan (2007, 91) kuvaamalla tavalla luottamuksellisesti.

Tutkimuksen tiedonhankinnassa tulee kunnioittaa ihmisen itsemääräämisoikeutta antamalla ihmisellä päätösvalta osallistumisestaan tutkimukseen (Hirsjärvi ym. 2008, 24). Vilkan (2007, 94) (ks. Kuula 2006, 149–150) mukaan 15-vuotiaalta ei vaadita vanhempien suostumusta tutkimukseen osallistumisesta, mutta alle 12-vuotiaan tutkimusjäsenen kohdalla on jo suotavaa hankkia vanhemman suostumus. Ennen tutkimukseen osallistumispäätöstä henkilöä tulee perehdyttää tutkimuksen aiheuttamista riskeistä sekä muista tekijöistä. Mikäli henkilö edelleen haluaa osallistua tutkimukseen, on sen oltava vapaaehtoista, ja henkilön on pystyttävä tekemään kypsiä arvioita päätettäessään osallistumisestaan. (Hirsjärvi ym. 2008, 25.)

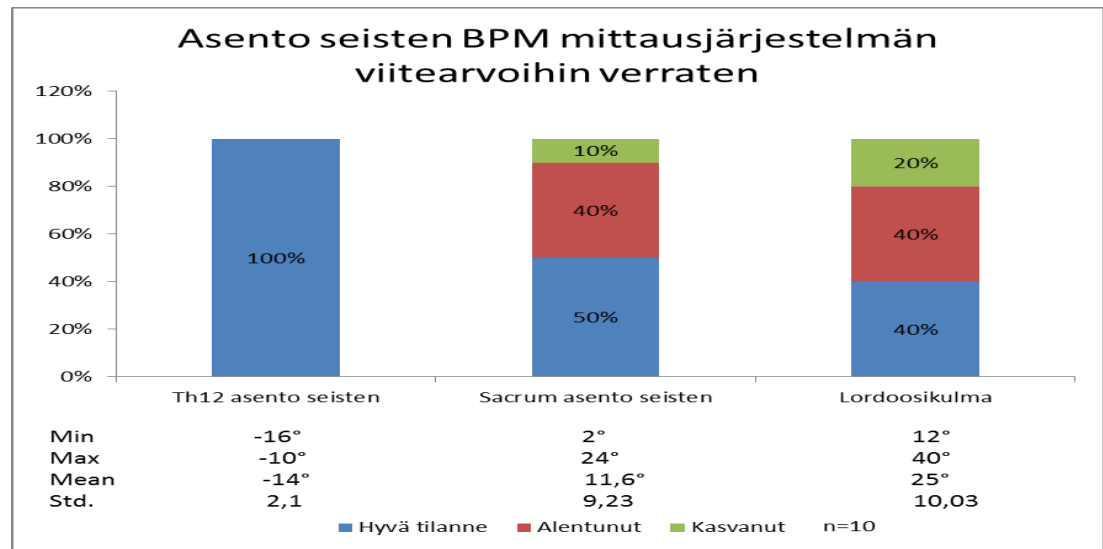
Tutkimusaineiston keräämistä, käyttöä ja säilyttämistä säädellään lainsäädännöllä (Vilka 2007, 95). Tutkija on velvollinen huolehtimaan, ettei tutkittavien anonymiteetti tule tutkimukseen osallistumisen vuoksi uhatuksi (Vilka 2007, 95). Tämän vuoksi olen pyrkinyt ja pyrin salaamaan tutkimusnäytteen jäsenten henkilöllisyyden parhaani mukaan. Tutkimusaineiston arkistointiin liittyvät seikat kuuluvat myös tutkimuksen etiikkaan (Hirsjärvi ym. 2008, 27;

Vilka 2009, 34) ja tutkimusaineistoa on säilytettävä niin, että asiattomat eivät pääse tutkimusaineistoon käsiksi (Vilka 2009, 35).

8 TUTKIMUKSEN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

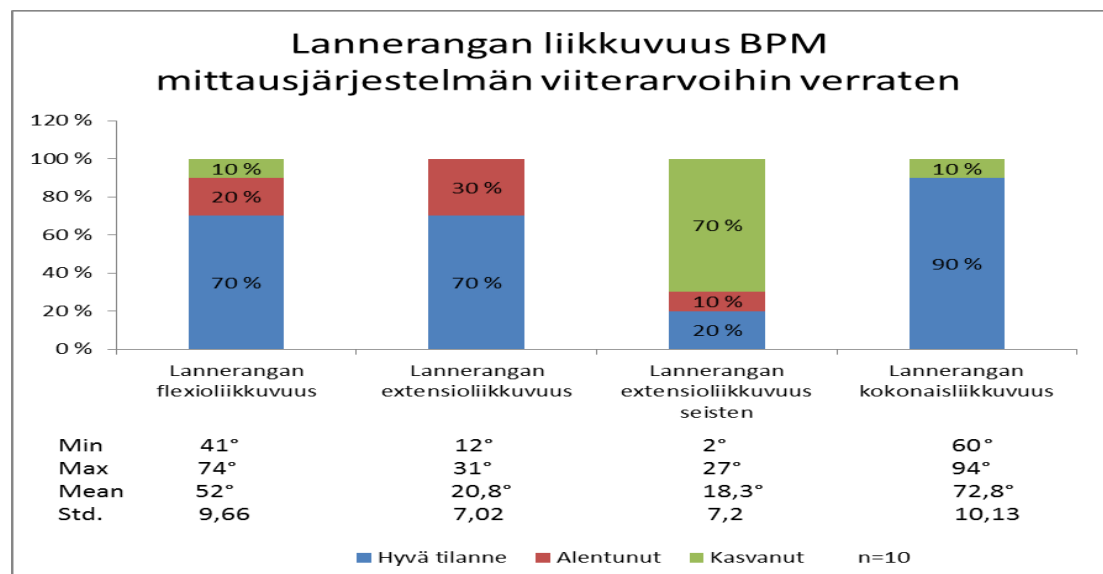
8.1 Tutkimustulokset

Lannerangan ja sacrumin liikkuvuuden mittauksissa lähtöarvoina toimivat seisoma-asennossa mitatut rangan asennot. Viitearvoihin verratuna Th12-nikaman asento seisten oli hyvä kaikilla tutkimusnäytteen jäsenillä (kuvio 7). Sen sijaan sacrumin asennossa ja lannerangan lordoosikulmassa oli viitearvoista poikkeavia tuloksia noin puolella tutkimusjoukosta (kuvio 7).



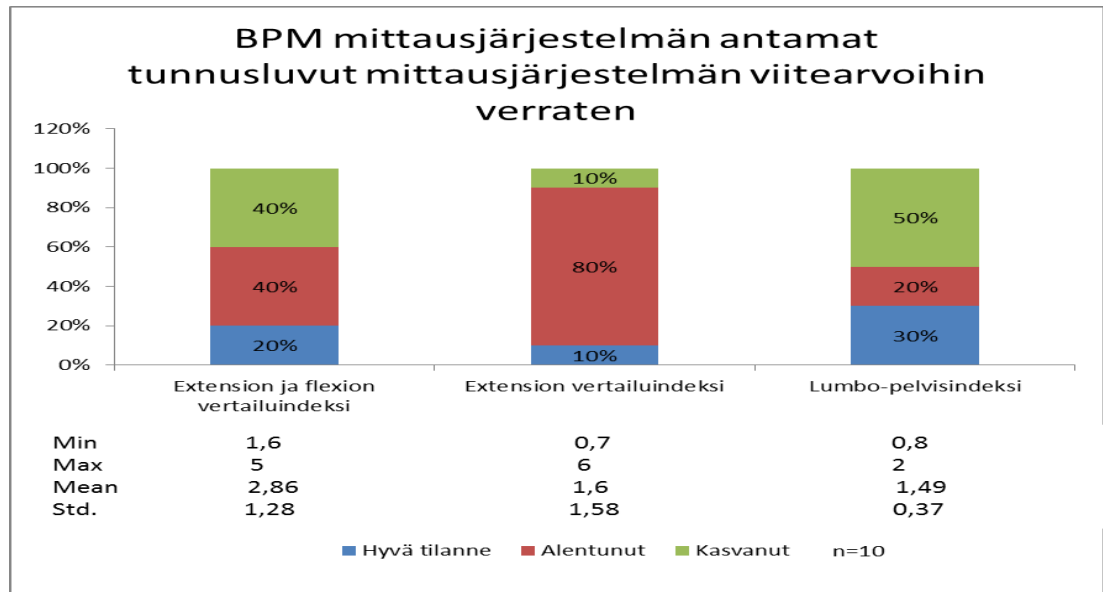
Kuvio 7. Asento seisten BPM:n viitearvoihin verraten

Tutkimuksessa lannerangan liikkuvuutta mitattiin seisoma-asennossa sekä päinmakuulla. Huomattavaa tuloksissa oli lannerangan seisten mitatun extensioliikkuvuuden kasvu 70%:lla näytteestä (kuvio 8).



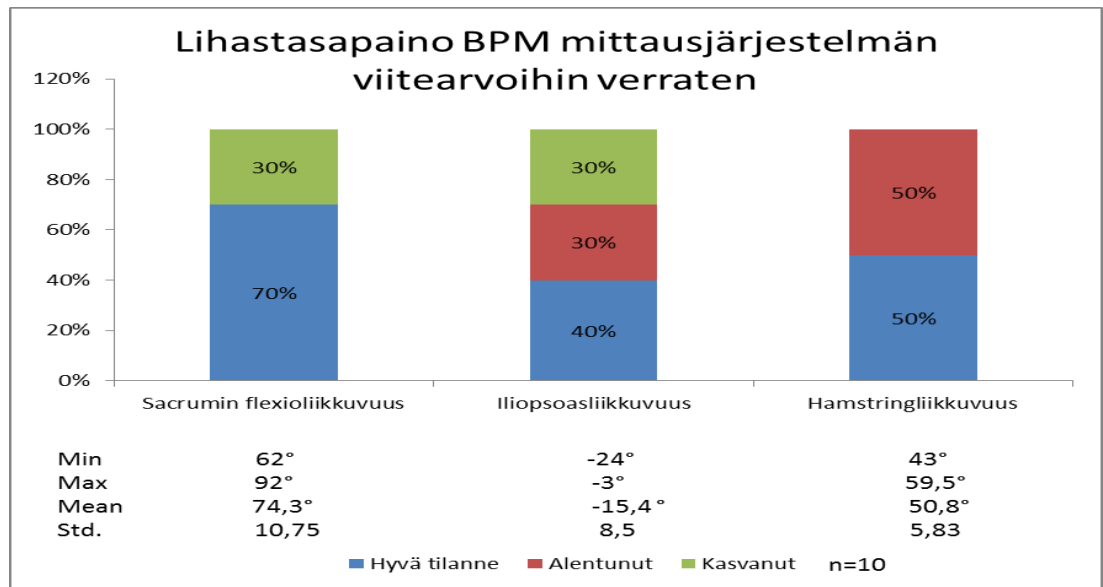
Kuvio 8. Lannerangan liikkuvuus BPM-mittausjärjestelmän viitearvoihin verraten

BPM-mittausjärjestelmän antamissa tunnusluvuissa oli tutkimustulosten mukaan huomattavasti viitearvoista poikkeavia tuloksia (kuvio 9).



Kuvio 9. Tunnusluvut verrattuna BPM:n viitearvoihin

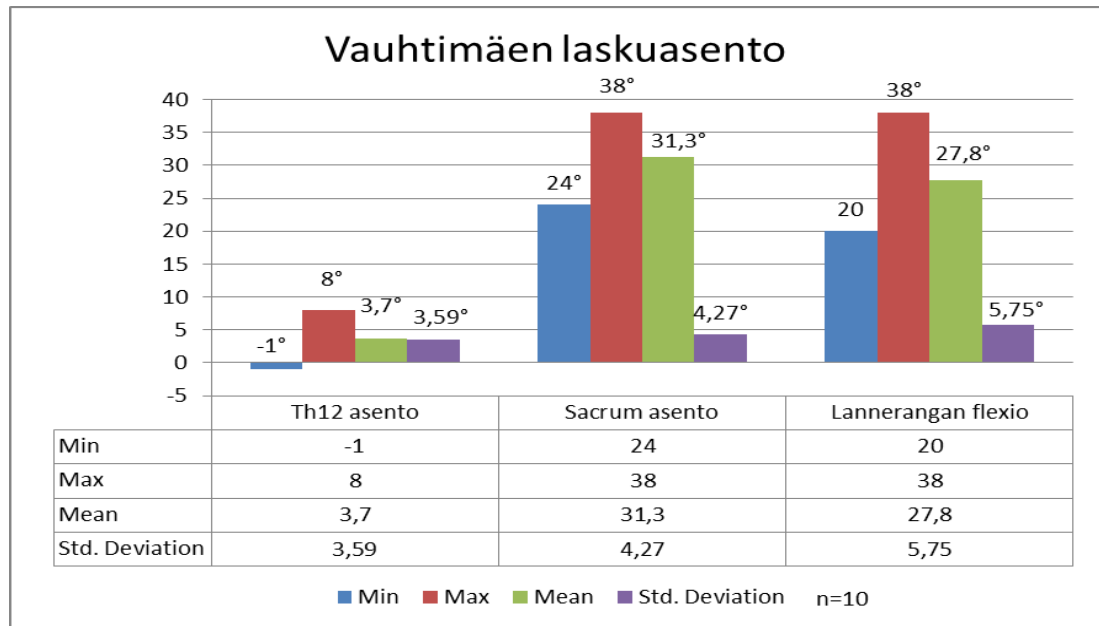
Lihastasapainolla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa BPM-mittausjärjestelmän mukaisesti iliopsoas- ja hamstringliikkuvuutta sekä sacrumin flexioliikkuvuutta eteentaivutuksessa. Tulosten mukaan sacrumin flexioliikkuvuus oli hyvä tai kasvanut koko tutkimusjoukolla. Sen sijaan iliopsoas- ja hamstringliikkuvuudessa oli myös viitearvoihin verraten alentuneita tuloksia (kuvio 10).



Kuvio 10. Lihastasapaino BPM-mittausjärjestelmän viitearvoihin verraten

Tutkimustuloksissa ilmeni mäkihypyn vauhtimäenlaskuasennon selkärangan asennossa suuria eroja eri henkilöiden välillä. Tulosten mukaan sacrumin

asennossa oli 14 asteen ero suurimman ja pienimmän mittausravon välillä. Lannerangan flexiomäärässä ero oli jopa 18°. (kuvio11)



Kuvio 11. Yhteenveto tutkimusjoukon Th12-nikaman ja sacrumin asennosta sekä lannerangan flexiosta vauhtimäen laskuasennossa

Alaselän liikkuvuuden ja mäkihypyn vauhtimäen laskuasennon välisiä yhteyksiä tarkasteltiin SPSS-ohjelman Correlate-toiminnolla. Tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä havaittiin selkärangan extensiossa mitatun Th12-nikaman kulman ja vauhtimäen laskuasennon Th12-nikaman kulman välillä (taulukko1; kuvio 13). Myös lannerangan kokonaisliikkuvuuden ja mäkiaseennon Th12-nikaman kulman sekä mäkiaseennossa olevan lannerangan flexion välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhteys (taulukko 2; kuvio 12).

Jatkotutkimuksia ajatellen, huomioon otettavaa on myös laskuasennossa olevan lannerangan flexion välinen yhteys Th12nikaman extensiokulmaan ($p = ,062$) ja lannerangan extensioliikkuvuuteen ($p = ,067$). Muita tällaisia tuloksia ovat mäkiaseennon Th12-nikaman kulman yhteys Th12-nikaman flexiokulmaan ($p = ,159$) ja lannerangan flexioliikkuvuuteen ($p = ,166$) sekä mäkiaseennon sacrumin kulman yhteys S1-nikaman flexiokulmaan ($p = ,125$), S1-nikaman extensiokulmaan ($p = ,168$), sacrumin flexioliikkuvuuteen ($p = ,166$) sekä hamstringliikkuvuuteen ($p = ,177$) (ks. taulukot 1 ja 2).

Taulukko 1. Mäkiasennon yhteydet seisoma-asentoon sekä selkärangan liikkuvuuden mittausten maksimikulmiin

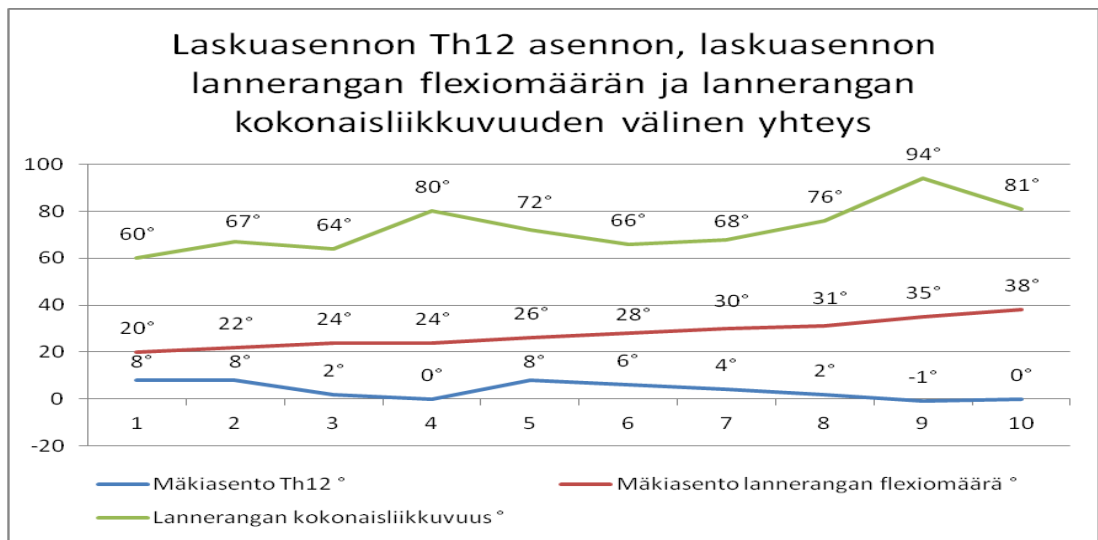
		Correlations		
		Mäkiasento Th12- nikaman Kulma	Mäkiasento Sacrum Kulma	Mäkiasento Lannerangan Flexio
MäkiasentoTh12-nikaman kulma	Pearson Correlation	1	-,073	-,579
	Sig. (2-tailed)		,841	,080
	N	10	10	10
Mäkiasento sacruminKulma	Pearson Correlation	-,073	1	,084
	Sig. (2-tailed)	,841		,817
	N	10	10	10
Mäkiasento lannerangan flexio	Pearson Correlation	-,579	,084	1
	Sig. (2-tailed)	,080	,817	
	N	10	10	10
TH12-nikaman kulma seisten	Pearson Correlation	-,205	,074	,055
	Sig. (2-tailed)	,569	,839	,880
	N	10	10	10
Sacrumin kulma seisten	Pearson Correlation	,130	-,160	-,157
	Sig. (2-tailed)	,720	,658	,666
	N	10	10	10
Lannerangan lordoosikulma	Pearson Correlation	,083	-,112	-,112
	Sig. (2-tailed)	,819	,759	,759
	N	10	10	10
Th12-nikaman flexiokulma	Pearson Correlation	-,481	-,253	-,096
	Sig. (2-tailed)	,159	,480	,792
	N	10	10	10
S1-nikaman flexiokulma	Pearson Correlation	,001	-,518	-,386
	Sig. (2-tailed)	,998	,125	,271
	N	10	10	10
Th12-nikaman Eextensiokulma	Pearson Correlation	,646*	-,433	-,608
	Sig. (2-tailed)	,043	,211	,062
	N	10	10	10
S1-nikaman extensiokulma	Pearson Correlation	,364	-,472	-,222
	Sig. (2-tailed)	,301	,168	,538
	N	10	10	10
Th12-nikaman extensiokulma seisten	Pearson Correlation	,327	-,266	,010
	Sig. (2-tailed)	,356	,458	,978
	N	10	10	10
S1-nikaman extensiokulma seisten	Pearson Correlation	,205	-,437	,255
	Sig. (2-tailed)	,569	,206	,478
	N	10	10	10

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Taulukko 2. Mäkiasennon yhteydet alaselän liikkuvuuteen

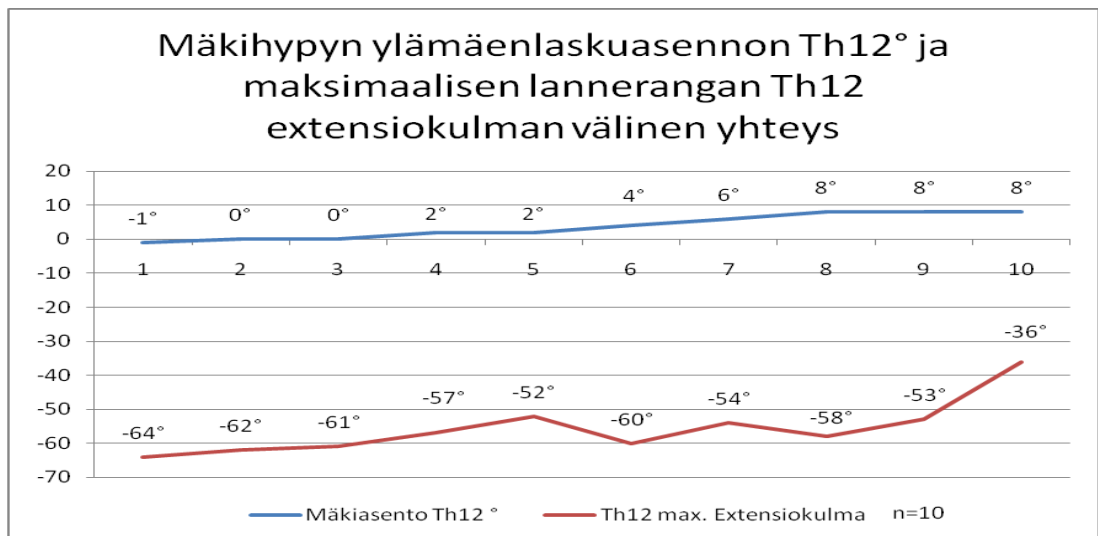
		Correlations		
		Mäkiasento Th12- nikaman Kulma	Mäkiasento Sacrum Kulma	Mäkiasento Lannerangan Flexio
Sacrumin fleksioliikkuvuus	Pearson Correlation	-,101	-,474	-,312
	Sig. (2-tailed)	,781	,166	,381
	N	10	10	10
Lannerangan extensioliikkuvuus	Pearson Correlation	-,439	,113	,599
	Sig. (2-tailed)	,204	,755	,067
	N	10	10	10
Lannerangan fleksioliikkuvuus	Pearson Correlation	-,474	,299	,300
	Sig. (2-tailed)	,166	,401	,400
	N	10	10	10
Lannerangan extensioliikkuvuus seisten	Pearson Correlation	-,306	-,018	,227
	Sig. (2-tailed)	,390	,961	,528
	N	10	10	10
Lannerangan kokonaisliikkuvuus	Pearson Correlation	-,756*	,364	,701*
	Sig. (2-tailed)	,011	,302	,024
	N	10	10	10
Extension ja fleksion vertailuindeksi	Pearson Correlation	,224	-,065	-,365
	Sig. (2-tailed)	,533	,859	,299
	N	10	10	10
Extension vertailuindeksi	Pearson Correlation	,319	-,178	-,107
	Sig. (2-tailed)	,370	,624	,768
	N	10	10	10
Lumbo-pelvisindeksi	Pearson Correlation	,259	-,445	-,333
	Sig. (2-tailed)	,470	,197	,347
	N	10	10	10
Iliopsoas liikkuvuus	Pearson Correlation	,318	,074	,086
	Sig. (2-tailed)	,371	,839	,814
	N	10	10	10
Hamstring liikkuvuus	Pearson Correlation	-,099	-,464	-,276
	Sig. (2-tailed)	,786	,177	,440
	N	10	10	10

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).



Kuvio 12. Vauhtimäen laskuasennon Th12-nikaman asennon, laskuasennon lannerangan flexiomäärän ja lannerangan kokonaisliikkuvuuden välinen korrelaatio

Tutkimustuloksen mukaan Th12-nikaman kohdalla selkäranka on mäkihypyn vauhtimäen laskuasennossa sitä horisontaalisemmassa asennossa mitä enemmän henkilö pystyi taivuttamaan selkärankaansa extensioon liikkuvuuden mittauksissa (kuvio 13).



Kuvio 13. Th12-nikaman extensiokulman ja vauhtimäenlaskuasennon Th12-nikaman asennon välinen korrelaatio

8.2 Pohdintaa tutkimustuloksista

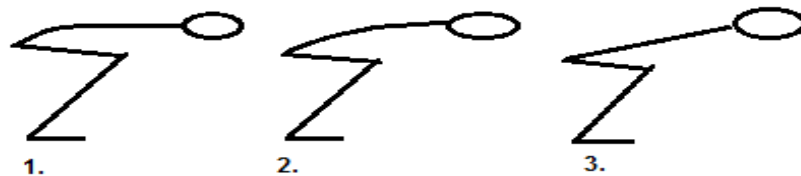
Tutkimuksessa havaittiin kolme tilastollisesti merkitsevää yhteyttä alaselän liikkuvuuden ja laskuasennon välillä. Mäkihypyn vauhtimäen laskuasennon Th12-nikaman asento korreloi maksimaalisessa extensiossa mitattuun Th12-nikaman asentoon ($r = 0,646^*$, $p = 0,043$). Tuloksen mukaan Th12-nikaman kul-

ma oli vauhtimäen laskuasennossa sitä horisontaalisempi, mitä enemmän lanneranka taipui liikkuvuuden mittauksissa extensioon. Lisäksi tutkimustulosten mukaan lannerangan kokonaisliikkuvuus korreloi laskuasennon Th12-nikaman asentoon ($r = -,756^*$, $p = ,011$) sekä vauhtimäen laskuasennossa olevaan lannerangan flexion määrään ($r = ,701^*$, $p = ,024$) tilastollisesti merkitsevästi.

Tutkimustulosten mukaan vauhtimäen laskuasennon Th12-nikaman asento, joka voi periaatteessa kertoa mihin suuntaan selkä on kaarella kyseisen nikaman kohdalla, korreloi maksimaalisessa extensiossa mitattuun Th12-nikaman asentoon ($p = ,043$). Tulos tarkoittaa, että lannerangan maksimaalista extensiota lisäämällä vauhtimäen laskuasennon Th12-nikaman asentoa voidaan muuttaa horisontaalisemmaksi, jolloin selkä suoristuu vauhtimäen laskuasennossa jo lannerangan yläosasta. Tutkimuksessa mittarina käytetyn BPM:n viitearvoista ei löydy maksimaalisen extensiokulman vertailuarvoja, mutta extensioliikkuvuuden osalta tutkimusnäytteen liikkuvuus oli heikentynyt 30%:lla ja 70%:lla liikkuvuus oli hyvä. Heikentynyttä selkärangan liikkuvuutta voidaan parantaa kohdistamalla liikettä rajoittaviin kudoksiin venytystä. Tämä onnistuu esimerkiksi terapeuttisen harjoittelun (RF220) avulla, jolloin niveltä viedään ääriasentoon useita kymmeniä kertoja kevyttä vastusta vasten. (Koistinen 1998, 487.) On kuitenkin muistettava, että runsas selän taakse taivutus saattaa varsinkin kasvuikäisillä johtaa jopa selkänikaman takakaaren murtumaan (Salminen 2009, 175).

Mäkihypyn vauhtimäen laskuasennon Th12-nikaman asennon ja lannerangan kokonaisliikkuvuuden välinen negatiivinen korrelaatio ($p = ,011$) tarkoittaa käytännössä, että mitä parempi kokonaisliikkuvuus lannerangassa ilmeni mittauksissa, sitä horisontaalisempi oli henkilön Th12-nikaman asento laskuasennossa. Toisin sanoen, tutkimustuloksen mukaan lisäämällä myös lannerangan kokonaisliikkuvuutta voidaan Th12-nikaman asentoa muuttaa vauhtimäen laskuasennossa horisontaalisemmaksi. Fysioterapeuttisin menetelmin tämä on mahdollista esimerkiksi terapeuttisella harjoittelulla (RF220) tai fysioterapeutin ohjaamalla omatoisilla nivelten mobilisaatioharjoitteilla (RF232) (Koistinen 1998, 487–488).

Kolmas tutkimuksessa havaittu tilastollisesti merkitsevä yhteys koskee myös lannerangan kokonaisliikkuvuutta. Havainnon mukaan hyppääjän lanneranka oli vauhtimäen laskuasennossa sitä suurempi, mitä huonompi kokonaisliikkuvuus hänellä oli lannerangassa ($p=,024$). Löydös on hieman hämmentävä ajatellen aiemmin esitettyä havaintoa. Asiaa voidaan kuitenkin pyrkiä selittämään seuraavilla tavoilla (kuva 11): 1) henkilöillä, joilla on iso kokonaisliikkuvuus lannerangassa, selkärangan flexio laskuasennossa kohdistuu pääosin lannerangan alueelle, Th12-nikaman kohdalta selkäranka on jo melko horisontaalisessa asennossa ja rintarangan alueella ei enää juurikaan ole flexiota, 2) hyppääjillä, joiden lannerangan kokonaisliikkuvuus on heikompi, selkärangassa oleva flexio sijoittuu vasta rintarangan alueelle lannerangan flexion ollessa pienempi tai 3) selkäranka on koko pituudeltaan horisontaalistasosta poikkeavassa pystyasennossa.



Kuva 11. Tutkimustulosten pohdintaa liikkuvuuden yhteydestä vauhtimäen laskuun

Joka tapauksessa koska 90%:lla tutkimuksen näytteestä lannerangan kokonaisliikkuvuus oli BPM:n viitearvoihin nähden hyvä ja vain 10%:lla kasvanut, en näkisi missään tapauksessa oikeaksi toimenpiteeksi ryhtyä heikentämään lannerangan kokonaisliikkuvuutta, jotta lanneranka saataisiin laskuasennossa suoraksi. Toisaalta lannerangan kokonaisliikkuvuudessakaan ei näyttäisi olevan kovin paljon kasvattamisen varaa, sillä yhdelläkään tutkimusjoukon ($n=10$) jäsenellä kokonaisliikkuvuus ei ollut heikentynyt verrattuna viitearvoihin.

8.3 Johtopäätökset

Mäkihypyn vauhtimäen laskuasentoa pidetään hyppysuorituksen kannalta erittäin tärkeänä (Virmavirta 2000, 60), ja hyvällä laskuasennolla on useita eri vaatimuksia täytettävänä (Janura ym. 2010, 196, 201; Schwameder 2008, 115; Virmavirta ym. 2001, 469). Ylisen (2010, 7, 23) mukaan monet urheilula-

jit vaativat erityistä liikkuvuutta niveliltä ja sidekudoksilta, ja liikkuvuutta voidaan tarvittaessa lisätä sidekudosten elastisuuden vuoksi. Liikkuvuuden yhteyttä mäkihypyn laskuasentoon ei ole kuitenkaan vielä selvitetty, joten opinäytetyöni tarkoituksena oli tutkia, onko alaselän liikkuvuuden ja laskuasennon välillä yhteyttä, ja voidaanko laskuasentoa siten muokata fysioterapeuttisin menetelmin.

Tutkimustulosten mukaan alaselän liikkuvuus näyttäisi tietyiltä osin olevan yhteydessä mäkihypyn vauhtimäen laskuasentoon. Koska alaselän liikkuvuutta voidaan lisätä fysioterapeuttisin menetelmin (Koistinen 1998, 487), on mäkihypyn laskuasento näin ollen muokattavissa fysioterapian keinoin. Tässä tutkimuksessa käytetyn otantamenetelmän ja näytekoon (n=10) pienuuden vuoksi tarvitaan tutkimuksessa havaittujen yhteyksien vahvistamiseksi kuitenkin vielä jatkotutkimusta. Tästä huolimatta fysioterapeutit voivat tutkimustulosten ansiosta ennen uusien tutkimustulosten julkaisua päätellä, millä alaselän liikkuvuuden osa-alueilla voi olla yhteyttä laskuasentoon, ja mitkä tekijät eivät ehdottomasti ole yhteydessä laskuasentoon. Käyttökelpoisena tällaista tietoa voidaan pitää silloin, kun mäkihyppääjien liikkuvuus vaatii joko sen lisäämistä tai nivelten stabilointia. Tällöin fysioterapeutti tutkimustulosten perusteella tietää, kuinka liikkuvuuden muokkaaminen tulee todennäköisesti vaikuttamaan laskuasentoon.

Tuloksia voidaan mahdollisesti hyödyntää myös silloin, kun mäkihyppääjän laskuasento vaatii korjaustoimenpiteitä. Tutkimuksen perusteella on kuitenkin tarpeellista todeta, että tällöin liikkuvuuden lisäämisen on tapahduttava fysioterapeutin ohjaamana, koska mäkihyppääjät näyttäisivät ainakin tämän tutkimusnäytteen osalta kärsivän yli- ja aliliikkuvuusongelmista. Tämän vuoksi fysioterapeutin tehtäväksi tulee varmistaa, ettei liikkuvuuden lisäämisestä (RF220; RF230) aiheudu urheilijalle ainakaan lisää yliliikkuvuutta, ja että urheilijan lihastasapaino säilyy hyvänä. Ehdottoman tärkeän asiasta tekee se, että poikkeava liikkuvuus ja lihastasapainon häiriintyminen voivat aiheuttaa henkilölle erittäin vakaviakin kiputiloja (Ahonen 1998, 126; Airaksinen 1998, 236–237; Neumann 2006, 296; Salminen 2009, 175).

9 POHDINTA

9.1 Pohdintaa mäkihypyn vauhtimäen laskuasennosta

Tutkimuksen sivutuotteena saatiin mielestäni melko hyödyllistä tietoa mäkihyppääjien liikkuvuuksista sekä lannerangan ja sacrumin asennosta mäkihypyn vauhtimäen laskuasennossa. Erityisesti tutkimuksessa saadut tulokset kehon asennosta mäkihypyn vauhtimäen laskuasennossa täydentävät hienosti Virravirran (2000, 13) ja Etteman ym. (2004, 249) esittämiä tietoja kyseessä olevasta aiheesta. Mäkihypyn vauhtimäen laskuasennossa olevasta selkärangan asennosta ei ole raportoitu aiemmin, joten tässä tutkimuksessa ilmoitetut tulokset ovat todennäköisesti ensimmäiset lajiaan.

Tutkimuksissa havaittu ylämäen laskuasennon sacrumin selvästi horisontaalisesta poikkeava asento ($x= 31,3^\circ$) (kuvio 11) johtuu todennäköisesti vauhtimäen laskuasennon lonkkakulmasta, joka on kirjallisuuden mukaan $32^\circ\text{--}40^\circ$ (Ettema ym. 2005, 249; Virravirta 2000, 13). Tällöin lonkkanivel on passiivisesti maksimaalisessa flexiossa, joka on mahdollista vain polvi koukussa (Kapandi 1997a, 12). Sacrumin asennon muutos vauhtimäen laskuasennossa on mielestäni mahdollista saada aikaan polvikulmaa muuttamalla, jolloin femurin linjaus muuttuu joko kohti pysty- tai vaakatasoa. Esimerkiksi takapuolta laskiessa femurin linjaus muuttuu horisontaalisemmaksi. Tällöin lonkkaniveleen kulman ($32^\circ\text{--}40^\circ$) (Ettema ym. 2005, 249; Virravirta 2000, 13) säilyessä ennallaan sacrumin asento muuttuu vertikaalisemmaksi vaikuttaen myös selkärangan asentoon.

Mikäli sacrumin vertikaalinen asento ei kuitenkaan johdu matalasta laskuasennosta ja femurin horisontaalisesta linjauksesta vaan lonkkaniveleen huonosta liikkuvuudesta, on asiaan mahdollista puuttua tarvittaessa fysioterapeuttisin menetelmin. Tällöin huomion keskipisteenä täytyvät olla lonkkaniveleen ichiofemoraaliligamentti- sekä nivelkapseli, koska ne rajoittavat lonkkaniveleen maksimaalista flexiota polvien ollessa flexiossa (Neumann 2002, 404). Myös tässä tutkimuksessa havaitut suuntaa antavat yhteydet laskuasennon sacrumin asennon ja alaselän liikkuvuuden välillä (taulukot 1 ja 2) on hyvä huomioida, sillä suuremmalla otoskoollla näistäkin yhteyksistä olisi voinut muodostua tilastollisesti merkitseviä (Metsämuuronen 2000a, 46).

Tutkimuksen näytteen Th12-nikaman keskiarvoasento oli tutkimustulosten mukaan vauhtimäen laskuasennossa $3,7^\circ$ (kuvio 11). Mielestäni Th12-nikaman asento voi suunnilleen kertoa, onko selkärangan korkein kohta lannerangassa vai ylempänä selkärangassa sekä sen, mihin suuntaan selkä on suuntautumassa kyseisen nikaman kohdalla. Esimerkiksi yhdellä tutkimusjoukon jäsenellä Th12-nikaman kulma oli vauhtimäenlaskuasennossa -1° , jolloin selkäranka on suuntautumassa Th12-nikaman kohdalla jo alaspäin. Toisaalta kolmella tutkimusjoukon jäsenellä Th12-nikaman kulma on vauhtimäenlaskuasennossa 8° , joka mielestäni kertoo selkärangan korkeimman kohdan olevan ylempänä selkärangassa ja selkärangan suuntautuvan vielä Th12-nikaman kohdalla ylöspäin. Mikäli Th12-nikama on selvästi horisontaalisesta poikkeavassa asennossa, on selkäranka todennäköisesti selvässä flexiossa rintarangan alueella tai se suuntautuu koko matkaltaan hieman etuyläviistoon. Tutkimustulosten mukaan laskuasennossa olevaa Th12-nikaman asentoa voidaan muuttaa muokkaamalla lannerangan kokonaisliikkuvuutta ja maksimaalista Th12-nikaman extensiokulmaa (taulukot 1 ja 2).

Tutkimusnäytteen lannerangan flexiomäärä oli vauhtimäen laskuasennossa ($x= 27,8^\circ$) (kuvio 11). Koska sacrum on laskuasennossa horisontaalisesta selvästi poikkeavassa asennossa ($x= 31,3^\circ$) ja sacrum niveltyy viidenteen lannenikamaan (Kapandji 1997b, 84), on mahdotonta, että selkäranka olisi laskuasennossa täysin suora ja täyttäisi samalla Virmavirran ym. (2001, 469) asettamat vaatimukset laskuasennon aerodynaamisyydestä. Laskuasennossa olevaa flexion määrää voidaan tutkimustulosten mukaan kuitenkin tarvittaessa muuttaa muokkaamalla lannerangan kokonaisliikkuvuutta (taulukko 2).

9.2 Pohdintaa luotettavuudesta

Tutkimuksen näytteen kooksi muodostui 10 mäkihyppääjää ($n=10$). Otoskoko jäi pieneksi aikataulun sekä opinnäytetyön tekijän resurssien puutteen vuoksi. Tutkimuksen luotettavuuden kannalta tämä on ongelma, koska jokaiseen otantatutkimukseen sisältyy virhemahdollisuus, joka on sitä suurempi, mitä pienempää otosta käytetään (Holopainen – Pulkkinen 2008, 38). Myöskään otantamenetelmä ei ollut paras mahdollinen. Harkinnanvaraista otantaa käy-

tettäessä perusjoukko on tunnettava hyvin, jolloin tutkimustuloksista voidaan saada melko luotettavia (Heikkilä 2008, 36). Koska mielestäni tunnen perusjoukon hyvin, voidaan tutkimuksen tuloksia pitää suuntaa antavina. Kuitenkin, tutkimuksen ulkoista validiteettia ajatellen, ei tutkimustuloksia voi yleistää perusjoukkoon tutkimuksessa käytetyn otantamenetelmän ja näytekoon vuoksi.

Tutkimuksen tuloksia ajatellen Metsämuurosen (2000a, 46) mukaan korrelaation merkitsevyyteen vaikuttavat korrelaatio ja otoskoko. Mikäli otoskoko on pieni, voi olla, että suurikaan korrelaatio ei ole tilastollisesti merkitsevä (Metsämuuronen 2000a, 46). Tästä syystä tulevissa tutkimuksissa kannattaa mielestäni tutkia myös tässä opinnäytetyössä havaittuja suuntaa antavia tuloksia ($p < 0,2$), koska tutkimuksen otoskoko jäi pieneksi ($n=10$).

On myös muistettava, että korrelaatiokertoimen avulla ei voida todistaa muuttujien välistä syy-seuraussuhdetta (Holopainen – Tenhunen – Vuorinen 2004, 175), sillä merkitsevyyden arviointi perustuu ainoastaan matematiikkaan ja logiikkaan (Metsämuuronen 2000b, 39). Tämän vuoksi, esimerkiksi tutkimuksessa havaitun mäkihypyn vauhtimäen laskuasennossa olevan flexiomäärän ja lannerangan kokonaisliikkuvuuden välinen tilastollisesti merkitsevä yhteys ($p = 0,24$) voi tarkoittaa myös, että kasvattamalla laskuasennossa olevaa lannerangan flexiota voidaan lisätä henkilön lannerangan kokonaisliikkuvuutta. Tutkimustulosten ja johtopäätösten suhteen lähtökohtana tässä tutkimuksessa pidettiin kuitenkin sitä, että liikkuvuuden muutokset vaikuttavat laskuasentoon eikä päinvastoin, sillä esimerkiksi Koistisen (1998, 487) mukaan vain nivelliikkuvuuden äärialueelle viety liike venyttää liikettä rajoittavia kudoksia. Koska tutkimuksessa lannerangan flexiomäärän keskiarvoksi laskuasennossa havaittiin $27,8^\circ$ (kuvio 11), on mielestäni epätodennäköistä, mutta toki mahdollista, että sitä kasvattamalla voitaisiin lisätä lannerangan kokonaisliikkuvuutta ($x = 72,8^\circ$) (kuvio 8).

Myös tutkimustulosten lievähköä epämääräisyyttä tulee tarkastella kriittisesti. Esimerkiksi koska lannerangan flexio- tai extensioliikkuvuus ei korreloinut Th12-nikaman asentoon tilastollisesti merkitsevästi ($p > 0,05$), on mielenkiintoista, kuinka näiden yhteenlaskettu summa korreloi kuitenkin tilastollisesti

merkitsevästi ($p < 0,05$) laskuasennon Th12-nikaman asentoon. Myöskään laskuasennossa oleva lannerangan flexiomäärä ei korreloinut tutkimustulosten mukaan tilastollisesti merkitsevästi flexio- tai extensioliikkuvuuteen ($p > 0,05$), mutta kuitenkin lannerangan kokonaisliikkuvuuteen ($p = 0,024$). Tässä tapauksessa kuitenkin lannerangan extensioliikkuvuuden ja mäki-asennon lannerangan flexion välillä näyttäisi vallitsevan suuntaa antava yhteys ($p = 0,67$), joten on oletettavaa, että juuri lannerangan extensioliikkuvuudella on suurempi vaikutus laskuasennossa olevaan lannerangan flexioon kuin flexioliikkuvuudella.

Tutkimuksessa tiedunkeuvälineenä käytettiin Back Pain Monitoria. Mielestäni BPM oli tutkimuksen tarkoitukseen kohtalaisen hyvin soveltuva mittari. Sen lisäksi BPM on melko reliabili tarkkojen mittaushjeiden vuoksi. Mäkihyppymäen laskuasentoa ja mittarin validiteettia ajatellen mittarista puuttui kuitenkin lonkkanivelen- tai sacrumin flexion mittaus siten, että tutkittavalla olisi ollut mittaushetkellä polvet koukussa kuten mäkihyppymäen laskuasennossa on. Nyt sacrumin flexiota mitattiin polvet suorana, jolloin liikettä rajoittavat pääasiassa hamstring-lihakset (Kapandji 1997a, 12; Neumann 2002, 402). Mäkihyppymäen laskuasennossa polvinivelet ovat flexiossa ja lonkkanivelen liikettä rajoittavat ischiofemoraaliligamentti ja nivelkapselin alaosa (Neumann 200, 400) sekä mahdollisesti m. quadratus femoris ja m. piriformis (Kapandji 1997a, 66, 68).

Vauhtimäen laskuasentoa tutkittiin opinnäytetyössä simuloitussa olosuhteissa. Mäkihyppääjillä ei myöskään ollut mäki-varusteita yllään mittaushetkellä. Nämä seikat heikentävät tutkimuksen validiteettia, koska simuloitu tilanne ei täysin vastaa todellista. Tästä huolimatta uskon laskuasennon mittauksen antavan ainakin suuntaa siitä, millainen mäkihyppääjien laskuasento on todellisuudessa. Lisäksi koska tutkimuksessa tutkittiin liikkuvuuden yhteyttä laskuasentoon, voidaan mielestäni tällainen yhteys selvittää myös käytetyn tapaisella menetelmällä. Tulevaisuudessa, mikäli asiaa tutkitaan enemmän, voisi ajatella että selkärangan asento mitattaisiin hyppymäen keulalla sukset ja mäkimonot jalassa, tosin ilman vauhtia.

SPSS -ohjelmaa en ollut käyttänyt ennen tutkimusprosessia ja opettelin sen käytön tutkimuksen analysointivaiheessa. Tutkimuksen toistettavuutta ajatellen tässä näyttäytyy selvä riskitekijä, sillä saattahan olla, että käytin SPSS:ää väärin. Uskon kuitenkin että ohjelman käyttö onnistui oikeaoppisesti ja tutkimuksen analysointi on täten luotettavaa. Apunani SPSS:n käytön opettelussa oli lähdekirjallisuutta. Reliabiliteetin kannalta ongelmana voidaan pitää myös sitä, että työssä tehdyt mittaukset suoritti opinnäytetyön tekijä itse. Kuitenkin koska mittaukset tehtiin Back Pain Monitor -ohjelman yksityiskohtaisten tarkkojen ohjeiden mukaan, uskon tulosten olevan näin ollen hyvin luotettavia.

9.3 Pohdintaa eettisyydestä

Koska mäkihyppyä koskevia tutkimuksia fysioterapian näkökulmasta ei ole juurikaan tehty, en joutunut tutkimusongelmaa pohtiessa painimaan eettisten kysymysten parissa (ks. Hirsjärvi ym. 2008, 24). Tutkimuksen edetessä jouduin hieman yksinkertaistamaan tutkimusongelmaa, jotta tutkimuksen toteuttamisesta tuli ylipäättään mahdollista.

Koska hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen kuuluu eettisesti hyvin tehtyyn tutkimukseen (Hirsjärvi ym. 2008, 24; Vilkka 2007, 90), olen pyrkinyt noudattamaan sitä kaikissa tutkimuksen vaiheissa. Mielestäni myös onnistuin siinä hyvin. En tietääkseni ole loukannut ketään ja toivon, että myöskään opinnäytetyön raportti ei saa ketään tuntemaan oloaan loukatuksi. Tutkimuksen eri tehtävissä olen pyrkinyt huolellisuuteen ja tarkkuuteen ja tehnyt parhaani myös tutkimuksen raportoinnissa. Hirsjärven ym. (2008, 26–27) mukaan raportissa on huomioitava tutkimuksen puutteet, ja tutkimusmenetelmät on selostettava läpinäkyvästi. Näihin olen ottanut kantaa raportin eri osissa ja uskon myös onnistuneeni niissä melko hyvin. Lähdeviittauksiin halusin jo oman oppimisenikin kannalta kiinnittää erityistä huomiota raporttia tehdessä.

Hirsjärven ym. (2008, 25) mukaan eettisessä tutkimuksessa epärehellisyyttä on vältettävä jokaisessa tutkimuksen vaiheessa. Tässä työssä epärehellisyys syyllistyminen olisi ollut helppoa esimerkiksi mittausten tuloksia syöttäessä ja niitä analysoidessa. En kuitenkaan nähnyt tällaista toimintaa missään suhteessa järkeväksi, ja olenkin prosessin aikana pyrkinyt mahdollisimman läpinäkyvään sekä rehelliseen työhön. Eettisyyden kannalta erityisen tärkeis-

tä huomioon otettavista asioista (Hirsjärvi ym. 2008, 26–27) olen välttänyt kuin ruttoa plagiointia sekä tulosten kritiikitöntä yleistämistä. Kuten kappaleessa 10.2 *Pohdintaa luetettavuudesta* mainitaan, ei tämän työn tutkimustuloksia voi yleistää perusjoukkoa koskevaksi

Tutkimuksen tiedonhankinnan välineenä opinnäytetyössä käytettiin BPM-mittausjärjestelmää (RF120). Tutkimusnäytteen jäsenet pyydettiin tutkimukseen mukaan puhelimen välityksellä tapahtuneen yhteydenoton avulla. Puhelimen välityksellä sekä vielä tutkimuspaikalla tutkittaville selitettiin mittausten tarkoitus. Tutkittaville selitettiin myös, että mittaukseen osallistuminen on vapaaehtoista. BPM-esitietolomakkeessa (RF120) kysyttiin, saako mittaustuloksia käyttää tutkimustarkoitukseen. Tähän jokainen mittaukseen osallistunut merkitsi myöntävän vastauksen. Koska jokainen tutkimusnäytteen jäsen oli tutkimushetkellä yli 15-vuotias, ei heidän vanhemmiltaan ollut tarpeellista pyytää suostumusta tutkimukseen osallistumisesta (Vilkkä 2007, 94) (ks. Kuula 2006, 149–150).

Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden anonymiteetti on pyritty salaamaan tutkimuksen raportissa, eikä tutkimustuloksista voi päätellä, keitä tutkimukseen osallistui. Tosin mäkihypyn harrastajamäärä on Suomessa melko pieni ja laji-ihmiset varmasti pystyvät arvaamaan ainakin osan tutkituista henkilöistä, mutta tutkimustuloksista itsestään tutkittavien henkilöllisyyttä ei voi päätellä. Tutkimusaineiston säilyttämisen osalta olen ajatellut, että arkistoin aineiston, mikäli tarvitsen sitä vielä joskus. Säilytys tapahtuu kuitenkin sellaisessa tilassa, etteivät asiattomat pääse aineistoon käsiksi (ks. Vilkkä 2009, 35). Mikäli lukija haluaa nähtäväksi tutkimuksessa käytetyn BPM-esitietolomakkeen, saa sellaisen nähtäväksi BPM-palvelut Oy:ltä sekä myös tarvittaessa opinnäytetyön tekijältä.

9.4 Pohdintaa tutkimuksen tekemisestä

Tutkimuksen tekeminen osoittautui yllättävän mielekkääksi. Jo ennen fysioterapiaopintojen aloitusta minua painoi ajatus opinnäytetyön tekemisestä. Mietin myös työn merkityksellisyyttä ammatillista oppimista ajatellen. Kuitenkin nyt kun opinnäytetyö on miltei valmis, voin rehellisesti sanoa että koko opinnäytetyöprosessi on ollut erittäin opettava, vaikka sa-

malla erittäin haastava ja aikaa vievä tehtävä. Työtäni on alusta alkaen vauvannut tietynlainen selkeyden puute, ja se näkyy varmasti lopullisessa tuotoksessa.

Olen oppinut paljon uusia asioita opinnäytetyötä tehdessä. Tärkeintä prosessin aikana oppimaani asiaa en pysty nimeämään, mutta haluan nostaa kuitenkin muutamia asioita esille. Päällimmäisenä mieleeni tulee lähdekriittisyys sekä fakta- ja arkitiedon erottaminen. Koska mäkihypyn saralta lähdemateriaalia ei ole kovinkaan paljon saatavilla, olen joutunut kaivamaan sitä niin sanotusti melkein kiven takaa. Tätä tehdessäni olen huomannut, kuinka mäkihyppy lajina perustuu edelleen hyvin pitkälti niin sanottuun arkitietoon eikä tieteellisesti todistettuihin väittämiin. Sen vuoksi suhtaudun nykyään huomattavasti kriittisemmin melkeinpä kaikkiin asioihin, en vain mäkihypyn, vaan myös esimerkiksi fysioterapian suhteen. Fysioterapian suhteen kriittisyys on uskoakseni ainakin hyvästä, sillä tällä alalla tutkimustietoa on vielä melko vähän. Uusiin muoti-ilmiöihin ei pidä uskoa päättömästi, vaan niiden tehokkuutta tulee analysoida kriittisesti ja järjestelmällisesti. Myös asioiden tarkoituksenmukaisuutta tulee pohtia hyvin tarkasti, esimerkiksi vaikkapa suunniteltaessa liikkuvuusharjoitteiden lisäämistä jo muutenkin täynnä olevaan huippumäkihyppääjän kalenteriin.

Edellä mainittujen seikkojen lisäksi ymmärrän opinnäytetyöprosessin aikana saatujen kokemusten vuoksi myös tieteen etenemistapaa aiempaa huomattavasti paremmin. Uutta asiaa voidaan yrittää pohtia, mutta sen tulee pohjautua aiemmin tieteellisesti todistettuihin tosiasioihin. Tässä suhteessa tutkimusongelmani oli hieman haastava, sillä työn tekemistä olisi helpottanut yksityiskohtainen ajanmukainen lajiansalyysi, johon pohjata tätä tutkimusta. Toisaalta, niin sanotusti uutta asiaa tutkittaessa on aloitettava jostakin, ja mielestäni opinnäytetyöni onnistui vastaamaan tutkimusongelmaan käytettävissäkin olleiden lähteiden avulla.

Hieman konkreettisempänä asiana tutkimusprosessin aikana oppimistani asioista voisin mainita erilaisiin tutkimusmenetelmiin perehtymisen. Metodologian kirjoissa tuntui riittävän myös sellaista mielenkiintoista asiaa, joka ei tarkalleen ottaen koskenut tätä työtä. Opinnäytetyön ehkäpä tärkein anti oli-

kin se, että kiinnostuin kovasti tutkimisesta. Prosessin aikana havahtuin myös opiskelun aikana useasti toistettuun asiaan, jonka mukaan fysioterapia-ala on vähän tutkittu ja kaipaa ennen kaikkea laadullisesti hyvin tehtyjä tutkimuksia. Havaitsin myös, että mäkihypyn parissa on hurjasti kysyntää tieteelliselle tutkimukselle.

9.5 Uudet esille nousseet tutkimushaasteet

Mäkihypyistä tehdään ja on tehty Suomessa sekä maailmalla erittäin korkeatasoista ja uraa uurtavaa tutkimustyötä. Mäkihypyistä olisi kuitenkin mielestäni tarpeellista tehdä ajanmukainen korkeatasoinen lajianalyysi, jollaista ei tällä hetkellä ole saatavilla. Fysioterapian puolelta tärkeää olisi tehdä mäkihypyn tyyppivammojen kartoituksesta alkaen TRIPP-mallin (ks. Finch 2006, 3–9) mukainen tutkimussarja.

Tämän opinnäytetyön tuloksista nousseita uusia tutkimushaasteita on tutkia alaselän liikkuvuuden ja laskuasennon yhteyksiä hieman suuremmalla otoskolla kuin tässä tutkimuksessa. Tällöin tutkimuksessa tulisi huomioida ainakin tässä tutkimuksessa havaitut tilastollisesti merkitsevät yhteydet ($p < 0,05$) sekä myös suuntaa antavat tulokset ($p < 0,2$) (taulukot 1 ja 2). Tulevaisuudessa mitattavana tulisi olla myös lonkkanivelen tai sacrumin flexio polvet koukussa mitattuna. Mielenkiintoista olisi tutkia myös selän asennon vaikutusta aerodynaamisen vastusvoiman määrään sekä ponnistuksen tehokkuuteen, sillä se, millainen vaikutus selän asennolla on mäkihypyn ponnistukseen, on tietääkseni vielä selvittämättä.

LÄHTEET

- Ahonen, J. 1998. Kehon rakenne, toiminta ja lihashuolto 5. painos. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Ahonen, J. – Lahtinen, T. 1998. Lihastasapaino ja ryhti. – Teoksessa Kehon rakenne, toiminta ja lihashuolto 5. painos (toim. J. Ahonen). Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Ahonen, J. 2002. Alaraajojen rakenne, toiminta ja kävelykoulu. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Airaksinen, O. 1998. Tutkimustietoa selkä- ja niskavaivoista. – Teoksessa Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus (toim. J. Koistinen). Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Berryman Reese, N – Bandy, W. 2010. Joint Range of Motion and Muscle Length Testing, Second edition. St. Louis: Saunders Elsevier.
- BPM-palvelut Oy 2009. Koulutusmateriaali.
- BPM-palvelut Oy 2011a. Bpm-mittausjärjestelmä. Osoitteessa: <http://www.pronet.fi/?op=body&id=16>, 15.8.2011.
- BPM-palvelut Oy 2011b. Opetusmateriaali.
- Buckup, K. 2004. Clinical tests for the musculoskeletal system. Stuttgart: Thieme.
- Ettema, G. J. C. – Bråten, S. – Bobbert, M. F. 2005. Dynamics of the in-run in ski jumping: A simulation study. J Appl Biomech 3/2005, 247–259.
- Finch, C 2006. A new framework for research leading sports injury prevention. Journal of Science and Medicine in Sport. 5/2006, 3–9.
- Hakola, L – Ruuskanen, J-M. 2008. Lajitekniikan harjoitteluopas mäkipöytäurheilijoille. Opinnäytetyö. Suomen Urheiluopisto: Liikunnanohjauksen perustutkinto.
- Heikkilä, T. 2008. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita.
- Hirsjärvi, S. – Remes, P. – Sajavaara, P. 2008. Tutki ja kirjoita. 13–14., osin uudistettu painos. Helsinki: Tammi.
- Hislop, H. J. – Montgomery, J. 2007. Daniels and worthingams's muscle testing techniques of manual examination, 8th edition. St. Louis: Saunders/Elsevier.
- Holopainen, M. – Tenhunen, L. – Vuorinen, P. 2004. Tutkimusaineiston analysointi ja SPSS. Järvenpää: Yrityssanoma Oy.

- Holopainen, M. – Pulkkinen, P. 2008. Tilastolliset menetelmät. Porvoo: WSOY Oppimateriaalit.
- Janura, M. – Cabell, L. – Elfmark, M. – Vaverka, F. 2010. Kinematic characteristics of the ski jump inrun: A 10-year longitudinal study. *Journal of Applied Biomechanics* 2/2010, 196–204.
- Jyväskylän Hiihtoseura ry 2011. Tulokset. Osoitteessa: <http://www.jhs.fi/jaostot/makijaosto/kesa-sm-kisat-24-25-9-2011/tulokset/>, 7.11.2011.
- Kapandji, I. A. 1997a. Kinesiologia II. Alaraajojen nivelten toiminta. Laukaa: Medirehab kirjakustannus.
- Kapandji, I. A. 1997b. Kinesiologia III. Selkärangan, rintakehän ja lantion nivelten toiminta. Laukaa: Medirehab kirjakustannus.
- Karttunen H. 2004. Fysiikka. Helsinki: Tähtitieteellinen yhdistys Ursa.
- Kendall, F. – McCreary, E. – Provance, P. – Rodgers, M. – Romani, W. 2005. *Muscles. Testing and function with posture and pain*, 5th edition. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Koistinen, J. 1998. Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus. Lahti: VK-Kustannus Oy.
- Kuntaliitto 2009. Fysioterapianimikkeistö. Osoitteessa: <http://91.202.112.142/codeserver/classification-action.do?action=find&key=45>, 22.8.2011.
- Lawrence, M. – Edward, D. 2006. *Atlas of anatomy. General anatomy and musculoskeletal system. Latin nomenclature*. Stuttgart: Thieme.
- Lee D. 2011. *The pelvic girdle an integration of clinical expertise and research*. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone.
- Lehto, H. – Luoma, T. 1995. *Fysiikka 3 mekaniikka; lämpö ja energia*. 1. –3. painos. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Lorenz, S. 1980. Mäenlasku . – Teoksessa *Hiihtourheilu* (toim. F, Reichet). Vaasa: Valmennuskirjat Oy.
- Magee D. J. 2006. *Orthopedic physical assessment*. St. Louis, Missouri: Elsevier Saunders.
- Mero, A. – Holopainen, M. 2004. Notkeus. – Teoksessa *Urheiluvalmennus* (toim. A. Mero, A. Nummela, K. Keskinen ja K. Häkkinen). Gummerus: Jyväskylä.
- Metsämuuronen, J. 2000a. *Tilastollisen kuvauksen perusteet*. Helsinki: Methelp.

- Metsämuuronen, J. 2000b. Tilastollisen päättelyn perusteet. Helsinki: Methelp.
- Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä, 4. painos. International Methelp Oy: Helsinki.
- Middleditch, A. – Oliver, J. 2005. Functional anatomy of the spine. Second edition. Edinburgh: Butterworth-Heinemann.
- Müller, W. 2009. Determinants of ski-jump performance and implications for health, safety and fairness. *Sports Med* 2/2009, 85–106.
- Müller, E. – Schwameder, H. 2003. Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping. *J Sports Sci* 9/2003, 679–692.
- Müller, E. – Schmölzer, B. 2005. Individual flight styles in ski jumping: Results obtained during olympic games competitions. *J Biomech* 5/2005, 1055–1065.
- Neumann, D. 2002. Kinesiology of the musculoskeletal system. Foundations for physical rehabilitation. St. Louis: Mosby, Inc.
- Olli, H. 2011. Ex-mäkihyppääjän, nykyisen mäkialentajan haastattelu sähköpostin välityksellä. 6.9.2011.
- Parker, S. 1997. McGraw-Hill dictionary of physics, second edition. Berkeley (CA): McGraw-Hill.
- Pohjolainen, T. – Karppinen, J. – Malmivaara, A. 2009. Aikuisten alaselkäsairaudet. – Teoksessa *Fysiatría* 4. painos (toim. J. Arokoski, H. Alaranta, T. Pohjolainen, J. Salminen ja E. Viikari-Juntura). Helsinki: Duodecim.
- Reichert, F. 1980. Hiihtourheilu. Vaasa: Valmennuskirjat Oy.
- Saari, M. – Lumio, M. – Asmussen, P.D. – Montag, H-J. 2009. Käytännön lihashuolto, warm up, cool down, venyttely, hieronta, urheiluhieronta ja teippaus. Lahti: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Saarni, L. 2009. Kontrolloitu interventiotutkimus koulutyöpaikoiden vaikutuksista koululaisten tuki- ja liikuntaelinten terveyteen. Väitöskirja. Terveystieteen laitos. Tampereen lääketieteellinen tiedekunta. Osoitteessa: <http://acta.uta.fi/teos.php?id=11171>, 16.8.2011.
- Sahrmann, S. A. 2002. Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes. St. Louis: Mosby, Inc.
- Salminen, J. 2009. Kasvuikäisen selkäsairaudet. – Teoksessa *Fysiatría* 4. painos (toim. J. Arokoski, H. Alaranta, T. Pohjolainen, J. Salminen ja E. Viikari-Juntura). Helsinki: Duodecim.

- Salminen, J. – Arokoski, J. 2009. Kliininen tutkiminen. – Teoksessa Fysiatria 4. painos (toim. J. Arokoski, H. Alaranta, T. Pohjolainen, J. Salminen ja E. Viikari- Juntura). Helsinki: Duodecim.
- Sandström, M. – Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen. Aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-Kustannus.
- Schwameder, H. 2008. Biomechanics research in ski jumping, 1991–2006. *Sports Biomechanics* 1/2008, 114–136.
- Sobotta, J. – Putz, R. – Pabst, R. 2006. Sobotta atlas of human anatomy: Vol. 2. trunk, viscera, lower limb. 14 painos. Munich: Urban & Fischer.
- Vanharanta, H. 1998. Välilevyn merkitys selkävivussa. – Teoksessa Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus (toim. J. Koistinen). Lahti: VK-Kustannus Oy
- Vilka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.
- Vilka, H. 2009. Tutki ja kehitä. Helsinki: Tammi.
- Virmavirta, M. 2000. Limiting factors in ski jumping take-off. Jyväskylä, University of Jyväskylä.
- Virmavirta, M. – Kivekäs, J. – Komi, P. 2001. Take-off aerodynamics in ski jumping. *Journal of Biomechanics* 4/2001, 465–470.
- Virmavirta, M. – Isolehto, J – Komi, P – Schwameder, H – Pigozzi, F – Masazza, G. 2009. Take-off analysis of the Olympic ski jumping competition (HS-106 m). *Journal of Biomechanics* 8/2009, 1095–1101.
- Woolsey, N. – Norton, B. 2001. Measurement of lumbar range of motion with an inclinometer. *Physiotherapy*.
- Ylinen, J. 2010. Venytystekniikat lihas-jännesysteemi : Manuaaliseen terapiaan ja urheilijoiden lihashuoltoon. Lihas-jännesysteemi, 4. Painos. Muurame: Medirehabook

LIITE



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences

TOIMEKSIANTOSOPIMUS

Lomake A3

Toimeksi- antaja	Nimi (esim. yritys) FINNJUMPING RY Yhteystiedot (yhteyshenkilö, puhelin, sähköposti) Kari Patari	
	Työn aihe Lonkan, lantion ja alaselän liikkuvuuden merkitys väämään laskuasentoon ja lihasrekrytointijärjestykseen.	
Tekijä	Nimi Jyri Memonen	Opiskelijanumero 0800885
	Katuosoite Sepankamutka 3	Postinumero 96440
	Puhelin 0503202316	Postitoimipaikka Rovaniemi
	Koulutusala ja -ohjelma FYSIOTERAPIA	Sähköpostiosoite Jyri.memonen@edu.ramk.fi
Ohjaaja	Nimi Anne Rautio	Ryhätunnus 705 F08
	Toimipaikka ja osoite RAMK SOTE Porokatu 35 96400 Rovaniemi	Oppiarvo ja tehtävänimike KM Lehtori
	Puhelin 020 7985647	Sähköpostiosoite Anne.Rautio@ramk.fi
Toimeksiantosopimuksen ehdot		
Ohjaus	Ohjaava opettaja valvoo työtä ammattikorkeakoulun puolesta ja antaa työn edellyttämiä ohjeita ja neuvoja. Ammattikorkeakoulu ja opettaja eivät ole konsulttivastuussa työstä.	
Dokumen- tointi	Ammattikorkeakoulun opinnäytetyöraportit ovat julkisia. Työstä laaditaan ammattikorkeakoulun opinnäyteohjeen mukainen kirjallinen esitys, josta toimitetaan yksi kansitettu kappale ammattikorkeakoulun kirjastoon tai julkaistaan sähköisessä muodossa Theseus- verkkokirjastossa. Työ arkistoidaan oppilaitoksella sekä tulostettuna että sähköisessä muodossa.	
	Työ on vapaasti lainattavissa ammattikorkeakoulun kirjastossa.	<input type="checkbox"/>
Omistus- ja käyttö- oikeudet	Työn tulokset ja tekijänoikeudet ovat toimeksiantajan omaisuutta. Oppilaitoksella on oikeus hyödyntää työn tuloksia opetuksessa.	<input type="checkbox"/>
Lisäksi sovitaan		<input type="checkbox"/>
Salassapito	Ohjaavilla opettajilla ja opinnäytetyön tekijöillä on salassapitovelvollisuus työn aikana esille tulleisiin luottamuksellisiin asioihin. Toimeksiantajan tulee tarkistaa, että julkaistava opinnäytetyö ei sisällä salassa pidettävää aineistoa.	
	Tätä sopimusta on laadittu kolme (3) samansisältöistä kappaletta, yksi (1) kullekin sopimuksen osapuolelle. Sopimus perustuu ammattikorkeakoulun hyväksymään tutkimus-/työsuunnitelmaan ja se astuu voimaan allekirjoitushetkellä.	

	Paikka ja päivämäärä	Allekirjoitus
Toimeksiantaja	Sotkamo 27.11.2010	Kari Patari
Tekijä	Rovaniemi 19.11.2010	Jyri Memonen
Ohjaaja	Rovaniemi 19.11.2010	Anne Rautio

Rovaniemen ammattikorkeakoulu
Jokiväylä 13, 96300 ROVANIEMI
puh.020 798 4000 (vaihe), faksi 020 798 5499
opintotoimisto@ramk.fi
www.ramk.fi