

Sini Tirkkola

Poikittaisen vatsalihaksen ja pakaralihasten aktivaation puolierot balettianssijoilla

Yhteys kipuun ja lantion hallintaan

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

26.11.2014

Tekijä(t) Otsikko	Sini Tirkkola Poikittaisen vatsalihaksen ja pakaralihasten aktivaation puolierot balettitanssijoilla – Yhteys kipuun ja lantion hallintaan
Sivumäärä	35 sivua + 5 liitettä
Aika	Syksy 2014
Tutkinto	Fysioterapeutti (AMK)
Koulutusohjelma	Fysioterapian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Fysioterapia
Ohjaaja(t)	Fysioterapian yliopettaja Anu Valtonen Fysioterapian lehtori Tiina Karihtala
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää m. gluteus mediuksen ja m. gluteus maximuksen, m. transversus abdominiksen ja m. piriformiksen toiminnan puolierojen yhteyttä tanssijoiden kipuun, koettuun lantion ja tukijalan hallintaan sekä lonkan rotaatiokontrolliin. Tavoitteena oli lisätä ymmärrystä syvien lihasten toiminnan ja aktivaatiojärjestyksen puolierojen merkityksestä ammattibalettitanssijoilla.</p> <p>Suomen Kansallisoopperassa suoritettut mittaukset sisälsivät ultraäänimittauksen ja testi-liikkeiden liikehallinta-analyysin. Kyselylomakkeella selvitettiin tanssijoiden kipuja sekä lantion ja tukijalan hallinnan vaikeuksia. Mittauksiin osallistui 12 naistanssijaa.</p> <p>Tulosten mukaan m. gluteus mediuksen ja m. gluteus maximuksen aktivaatiojärjestyksen puoliero oli yhteydessä suurempiin koettuihin lantion hallinnan vaikeuksiin ja heikompaan lonkan rotaatiokontrolliin. M. gluteus maximuksen aikainen aktivaatio oli yhteydessä vastakkaisen puolen kipuihin ja pienempiin ylävartalon kiertoihin. Aktivaatiojärjestyksen ja liikkeenanalyysin välisestä yhteydestä saatiin ristiriitaisia tuloksia. M. piriformiksen toista puolta pienempi poikkipinta-alan muutos oli yhteydessä vastakkaisen puolen kipuihin. Tanssijoiden lonkan rotaatiokontrollin hallinta oli heikompi silloin, kun tukijalan puoleinen m. transversus abdominis rentoutui tai eriytyneesti aktivoitui toista puolta huonommin. Yhdessä testiliikkeessä kyvyllä rentouttaa m. transversus abdominis todettiin tilastollisesti erittäin merkitsevä yhteys suurempiin lantion hallinnan vaikeuksiin, mutta vastaavaa tulosta ei havaittu toisella puolella tai muissa liikkeissä. Monissa tilanteissa m. piriformiksen ja m. transversus abdominiksen toiminnalla ei havaittu merkitseviä yhteyksiä kipuun tai lantion ja lonkan hallintaan.</p> <p>Tanssijat osaavat tietoisesti aktivoida syvät lihakset ennen pinnallisia, mutta haasteena on enemmän hallinnan kestävyys ja lihasaktivaation automatisoituminen. Testiliikkeet olivat nopeita suorittaa, joten niiden avulla ei nähty väsymyksen vaikutusta. Muutamien ristiriitaisen tulosten varmistamiseksi otoksen olisi pitänyt olla suurempi. Erityisesti m. gluteusten puoliero on yhteydessä kipuun ja koettuun lantion hallintaan, minkä todennan tässä työssä.</p>	
Avainsanat	puoliero, aktivaatio, m. gluteus maximus, m. gluteus medius, m. transversus abdominis, m. piriformis, baletti, tanssi, kipu, lonkka, lantio, rotaatiokontrolli, fysioterapia

Author(s) Title	Sini Tirkkola Asymmetry in the Activation of Transverse Abdominis and Gluteal Muscles in Ballet Dancers – Connection to Pain and Pelvic Control
Number of Pages Date	35 pages + 5 appendices Autumn 2014
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Specialisation option	Physiotherapy
Instructors	Anu Valtonen, Principal Lecturer Tiina Karihtala, Senior Lecturer
<p>The purpose of this study was to measure the side differences of gluteus medius, the gluteus maximus, the transverse abdominis and the piriformis and clarify their connection to ballet dancers' pain, rotational control of the hip and perceived control of the pelvic girdle. The aim is to increase knowledge about muscle function asymmetry and its effect on dance performance.</p> <p>This study was conducted in the Finnish National Ballet's premises and included ultrasound imaging, movement analysis of the test movements and a questionnaire about dancers' pain, rotational hip control and perceived control of the pelvis and supporting leg in different situations. The group included 12 female ballet dancers.</p> <p>We found that asymmetry in the activation order of the gluteus medius and the gluteus maximus is linked to bigger difficulties in hip rotational control and perceived pelvic girdle control. There were conflicting results about the connection between muscle asymmetry and movement analysis score. An early activation of the gluteus maximus was connected to pain on the opposite side and smaller upper body rotations. A smaller change in the cross-sectional area of the piriformis was connected to pain on the opposite side. The poor relaxation and isolated activation of transverse abdominis were linked to weaker hip rotational control on the same side. In one situation good relaxation and isolated contraction of the transverse abdominis had significant connection to bigger difficulties in pelvic control. However, these results were found only in one movement and one side. In many situations there were no significant connections between function of the piriformis or the transversus abdominis and pain or control of pelvis or hip.</p> <p>We conclude that the dancers can consciously pre-activate the deep muscles but the challenge is endurance of control and automation of the muscle activation. The test movements are simple and quick to perform hence they do not provide information about effects of muscle fatigue. In particular, the asymmetry of gluteus medius and the gluteus maximus is connected to pain and perceived pelvic girdle control, as I will verify in this thesis.</p>	
Keywords	side difference, muscle asymmetry, gluteus maximus, gluteus medius, transverse abdominis, piriformis, ballet, dance, pain, hip rotation control, pelvis, pelvic girdle, physiotherapy

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Baletin lajianalyysi	3
2.1	Ulkorotaatio ja liikkuvuus	3
2.2	Ulkorotaation ja liikkuvuuden tyypillisiä ongelmia	6
2.3	Jalkojen korkeat nostot ja heitot	7
2.4	Jalan nostojen ja heittojen tyypillisiä ongelmia	11
2.5	Hypyt	12
2.6	Hyppyjen tyypillisiä ongelmia	14
3	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite	16
4	Tutkimusmenetelmät	16
4.1	Tutkittavat	16
4.2	Kyselylomake	17
4.3	Testiliikkeet	18
4.4	Testiliikkeiden liikeanalyysi	19
4.5	Lihasten toiminnan mittaaminen ultraäänikuvantamisella	20
4.6	Mitattavat lihakset	21
4.7	Tulosten analysointi	25
5	Tulosten yhteenveto	26
6	Pohdinta	30
6.1	Opinnäytetyön toteutus	30
6.2	Tulosten raportointi balettianssijoille	31
6.3	Tulosten hyödyntäminen fysioterapiassa	31
6.4	Tulosten luotettavuus	32
6.5	Jatkoehdotukset	32
	Lähteet	33

Liitteet:

Liite 1: Kyselylomakkeen, liikeanalyysin ja ultraäänikuvantamisen tulokset

Liite 2: Ultraäänikuvantamisen ja kivun yhteys

Liite 3: Ultraäänikuvantamisen ja koetun lantion hallinnan yhteys

Liite 4: Liikeanalyysin yhteys kipuun, koettuun lantion hallintaan ja ultraäänen tuloksiin

Liite 5: Kyselylomake/Questionnaire

1 Johdanto

Selän ja alaraajojen rasitusvammat ovat balettitanssijoilla yleisiä, ja tyypillisiin vammoihin kuuluvat muun muassa mekaaninen alaselkäkipu, tendiniitit, snapping hip -syndrooma, patellofemoraalisyndrooma ja nilkan impingement -oireistot (Clippinger 2007: 149 – 151; 232 – 233; 289; 363 – 364). Alaraajojen heikosta tekniikasta johtuvat rasitusvammat ovat yleensä seurausta lantion huonosta hallinnasta (Haas 2010: 102 – 103), ja lantion keskeisen roolin takia se on valittu opinnäytetyön mittausten kohteeksi.

Aiempien tutkimusten perusteella tiedetään, että kivulla on yhteys liikehallinnan ongelmiin ja suorituskyvyn muutoksiin, mutta lisätietoa tarvitaan liikehallinnan ongelmien ja suorituskyvyn välisestä yhteydestä (Comerford – Mottram 2012: 6–7; Sahrmann 2002: 3). Balettitanssijoilla on todettu vatsalihasten lepopaksuudessa puolieroja kivusta riippumatta, ja epäsymmetrian uskotaan liittyvän muun muassa toispuoleiseen harjoitteluun (Gildea – Hides – Hodges 2013: 455). Opinnäytetyössä pyrittiin laajentamaan tätä käsitystä mittaamalla keskivartalon lihasten lisäksi lonkan alueen lihasten puolieroja aktiivisissa liikkeissä sekä vertaamalla tuloksia kivun lisäksi lantion ja lonkan hallintaan.

Tässä opinnäytetyössä selvitettiin ultraäänikuvantamisella m. piriformiksen poikkipinta-alan muutoksen, m. gluteus mediuksen ja m. gluteus maximuksen aktivaatiojärjestyksen sekä m. transversus abdominiksen rentoutumisen puolieron yhteyttä balettitanssijoiden kipuun, koettuun lantion ja tukijalan hallintaan sekä lonkan rotaatiokontrolliin.

Mittauksissa hyödynnettiin ultraäänikuvantamista. Ultraäänikuvantaminen sopii matalan tehon lihasaktivaation mittaamiseen ja se mahdollistaa syvien lihasten toiminnan tarkastelun niin, etteivät ympäröivät lihakset vähennä mittauksen luotettavuutta (Hodges – Pengel – Herbert – Gandevia 2003: 628; 686). Ultraäänikuvantamista käytetään kuntoutuksessa lihasten toiminnan arvioinnin lisäksi biopalautteena lihasten toiminnan harjoittamisessa (Comerford – Heiskanen 2012: 10).

2 Baletin lajianalyysi

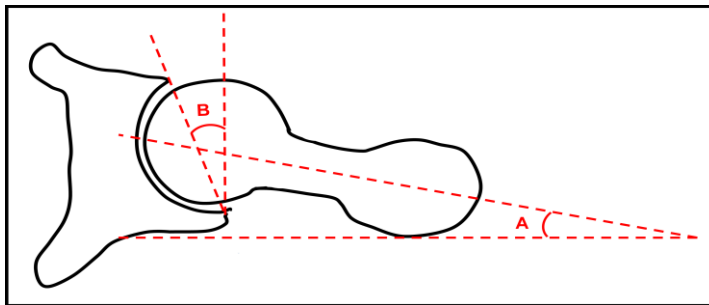
Tässä luvussa käsitellään klassisen baletin keskeisiä piirteitä ja vaatimuksia suhteessa erityisesti keskivartalon ja lantion alueen toiminnalliseen anatomiaan. Opinnäytetyössä kuvataan toiminnallinen anatomia klassisen baletin näkökulmasta, ja lukijalta vaaditaan tiedot anatomian ja fysiologian perusteista. Baletin eri koulukuntien välillä on eroja muun muassa vartalon linjauksissa ja siinä, minkä verran sallitaan avustavia liikemalleja kuten lantion kiertoa korkean jalannoston aikana. Nämä erot voivat vaikuttaa merkittävästi tanssijan kehon kuormitukseen.

2.1 Ulkorotaatio ja liikkuvuus

Ulkorotaatio. Lonkkien voimakas ulkorotaatio on yksi klassisen baletin keskeisistä elementeistä. Seistessä molempien jalkaterien tulisi osoittaa 90 astetta lateraalisesti. Koko alaraajan ulkorotaatiosta ainakin 60 astetta tulisi tapahtua lonkkanivelessä (vrt. niin sanottu normaali 45 – 60 astetta) ja loput noin 30 astetta polvinivelessä (Huwyler 2002: 85 – 86; Neumann 2010: 478, Sahrman 2002: 125). Lonkkien mahdollisen ulkorotaation määrittävät luiset rakenteet eli lonkan torsiokulma (femoral torsion) ja acetabulumin anteversiokulma (acetabular anteversion), sekä luisten rakenteiden asettamisissa fyysisissä rajoissa myös lonkkanivelen etuosan ligamentit, pääasiassa iliofemoraaliligamentin horisontaalinen osa ja ulkokiertäjälihasten voima. (Huwyler 2002: 75, 85; Neumann 2010: 747.)

Lonkan torsiokulma (kuva 1) tarkoittaa femurin kaulan ja varren välistä rotaatiota horisontaalitasossa. Ylhäältä katsottuna reisiluun kaula osoittaa aikuisella normaalisti 8 – 15 astetta anteriorisesti femurin condylien läpi kulkevaan mediaali-lateralisuuntaiseen akseliin nähden. Poikkeamia normaalista kulmasta kutsutaan liialliseksi anteversioksi (reisiluun kaula kiertynyt liikaa eteenpäin, esimerkiksi 35 astetta) tai retroversioksi (reisiluun kaula kiertynyt liian vähän eteenpäin tai jopa taaksepäin). Liiallinen anteversio voi näyttäytyä femurin keskimääräistä suurempana sisärotaationa (yli 60 astetta) ja liiallinen retroversio femurin ulkorotaationa. Acetabulumin anteversiokulma (kuva 1) kuvaa acetabulumin asentoa horisontaalitasossa suhteessa lantioon. Kulma muodostuu sagittaalitasossa kulkevan eli femurin pään halkaisevan viivan sekä acetabulumin anteriorisen ja posteriorisen reunan yhdistävän viivan väliin. Kulman suuruus on normaalisti 15 – 20 astetta. Sitä suurempi kulma tarkoittaa, että acetabulum peittää femu-

rin pään etuosaa tavallista vähemmän. Liiallinen anteversio altistaa lonkan erityisesti ulkorotaation aikana anterioriselle dislokaatiolle ja siihen liittyville labrumin repeämille. Dislokaation todennäköisyys kasvaa entisestään, jos lonkan torsiokulma on tavallista suurempi. (Lee – Lee 2011: 17; Neumann 2010: 474, .) Klassisessa baletissa keskimääräistä pienemmät femurin anteversio ja acetabulumin anteversio ovat toivottavia, koska ne mahdollistavat yleensä suuremman ulkorotaation (Clippinger 2007: 196).

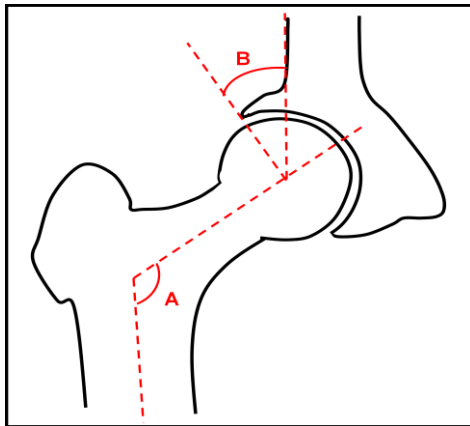


Kuva 1. Lonkan torsiokulma (A) ja acetabulumin anteversio (B).

Merkittäviä luisten rakenteiden piirteitä ovat myös lonkan inkliinaatiokulma ja Wibergin kulma (kuva 2). Lonkan inkliinaatiokulma tarkoittaa femurin kaulan ja varren välistä kulmaa frontaalitasossa. Kulma vaihtelee paljon, mutta on keskimäärin noin 125 – 130 astetta, ja poikkeamaa siitä kutsutaan nimellä coxa vara (kulma pienempi kuin 120 astetta) tai coxa valga (kulma suurempi kuin 130 astetta). (Lee – Lee 2011: 17; Neumann 2010: 470; Sahrman 2002: 127; Sandström – Ahonen 2011: 280.) Kulman muutokset vaikuttavat lonkkanivelen liikemalliin, liikelaajuuteen ja nivelpintojen kulumiseen altistaen nivelrikolle (Lee – Lee 2011: 17; Neumann 2010: 470, 472 – 473). Coxa vara lisää lonkan abduktoreiden momenttivartta mutta myös acetabulumiin ja femurin kaulaan kohdistavia voimia altistaen rasitusmurtumille. Coxa valga vähentää femurin kaulaan kohdistuvaa vääntöä ja kasvattaa lonkan abduktoreiden toiminnallista pituutta, mutta vähentää niiden momenttivartta, ja linjaus voi altistaa lonkan dislokaatiolle. (Clippinger 2007: 230; Neumann 2010: 505.) Kulman muutokset vaikuttavat myös polvien asentoon ja biomekaniikkaan (Sandström – Ahonen 2011: 280).

Wibergin kulma kuvaa acetabulumin asentoa suhteessa vertikaaliliinjaan ja on keskimäärin 35 astetta. Tätä pienempi kulma tarkoittaa, että iliumin tarjoama femurin pään yläpuolella oleva luinen suoja on keskimääräistä pienempi. Pieni Wibergin kulma lisää dislokaation riskiä ja pienentää nivelen kontaktipintaa altistaen nivelpinnat kulumille. (Neumann 2010: 473 – 474.) Luisten rakenteiden poikkeavuudet vaikuttavat massakeskipisteen liikkeeseen suhteessa jalkaan muuttaen suljetussa kineettisessä ketjussa

koko alaraajan asentoa ja toimintaa. (Magee 2008: 681 – 682; Neumann 2010: 470 – 471; Sahrman 2002: 125; Sandström – Ahonen 2011: 281 - 282.)



Kuva 2. Lonkan inkliinaatiokulma (A) ja Wibergin kulma (B).

Lonkan ensisijaiset ulkorotaattorit ovat m. gluteus maximuksen lisäksi viisi kuudesta syvästä ulkorotaattorista: m. piriformis, m. obturator internus, m. gemellus superior, m. gemellus inferior ja m. quadratus femoris. Toissijaiset ulkorotaattorit ovat m. gluteus medius (posterioriset säikeet), m. gluteus minimus (posterioriset säikeet), m. obturator externus, m. sartorius ja m. biceps femoriksen pitkä pää. (Neumann 2010: 485, 498; Palastanga – Soames 2012: 235 – 238) Syvät ulkorotaattorit kulkevat lähes horisontaalitasossa femurin ja lantiorenkkaan välissä ja niiden suunta on optimaalinen ulkorotaation tuottamiseen. Ne stabiloivat lonkkaniveltä posteriorisesti tukien femurin pään acetabulumiin ja tukien lantiota tasapainossa. (Neumann 2010: 498.) Lonkan ollessa 90 asteen fleksiossa osa syvistä ulkorotaattoreista voi tuottaa myös lonkan horisontaaliabduktiota, joka on tärkeä komponentti monissa balettiliikkeissä. (Clippinger 2007: 169; Palastanga – Soames 2012: 236 – 237.)

Ulkorotaatio vaikuttaa merkittävästi myös lonkkien ja lantion alueen lihasten kulmaan suhteessa lonkkaniveleen. Sen vaikutukset lihasten toimintaan vaativat lisätutkimuksia. On oletettu, että voimakkaassa ulkorotaatiossa työskentely asettaisi tavallista suuremmat vaatimukset lonkan adduktoreille ja vähentäisi m. quadriceps femoriksen merkitystä lantion toiminnassa. (Clippinger 2007: 198 – 199). Ulkorotaatio myös osaltaan lisää lonkan liikkuvuutta rentouttamalla lonkkaniveltä ympäröiviä ligamenteja (Huwyler 2002: 81).

Liikkuvuus. Lonkkien alueen suuri liikkuvuus mahdollistaa baletille tyypilliset suuret liikelaajuudet, mutta asettaa erityisvaatimuksia alueen asento- ja liikehallinnalle. Lon-

kan nivelkapselia vahvistavat korkkiruuvimaisesti niveltä ympäröivät ja siihen kiinnittyneet iliofemoraali-, pubofemoraali- ja ischiofemoraaliligamentit. Nivelkapselin ja ligamenttien eri osat kiristyvät liikesuunnasta riippuen. Lonkan vahvin nivelside, iliofemoraaliligamentti rajoittaa lonkan täyttä ekstensiota ja ulkorotaatiota. (Magee 2008: 659; Neumann 2010: 474 – 476.)

Balettitanssijoilla lonkkien passiiviset rakenteet ovat muuhun väestöön verrattuna keskimäärin huomattavasti venyneemmät ja siksi ne tarjoavat suuremman liikkuvuuden lisäksi lonkkanivelelle tavallista vähemmän tukea asettaen erityisvaatimuksia ympäröiville lihaksille. Thomasin testin normaali tulos on yleisesti 10 – 15 asteen lonkkanivelen ekstensio, mutta ammattibalettitanssijoilla sen on todettu olevan 27 astetta. Ekstension määrä on kuitenkin vaihdellut tutkimuksissa kuudesta asteesta jopa 47 asteeseen. (Clippinger 2007: 212.) Selinmakuulla tehtävän hamstring-lihasten venyvyydestin normaalina tuloksena pidetään 90 asteen lonkan fleksiota lantion ollessa neutraaliasennossa. Ammattibalettitanssijoilla keskimääräinen tulos samassa testissä on 150 asteen lonkan fleksio. (Clippinger 2007: 205.) Aktiivisesti tehty lonkan fleksio on keskimäärin 30 astetta pienempi kuin passiivisesti tehty fleksio. Passiivisten rakenteiden liikkuvuuden ansiosta jalka voidaan kuitenkin saada korkeammalle ulkopuolisen avun (esimerkiksi käden) tai heilurimaisen liikkeen avulla (jalan korkeat heitot). (Huwyler 2002: 73.)

2.2 Ulkorotaation ja liikkuvuuden tyypillisiä ongelmia

Lonkkien alueen suuri liikkuvuus mahdollistaa baletille tyypilliset suuret liikelaajuudet, mutta asettaa erityisvaatimuksia alueen asento- ja liikehallinnalle (Clippinger 2007: 212). Ulkorotaatioon ja liikkuvuuteen vaikuttavat luisten rakenteiden poikkeavuudet voivat altistaa rasitusvammoille. Yli 65 asteen lonkan ulkorotaatio eli tavallista suurempi femurin retroversio lisää lantion alueen rasitusmurtumien riskiä (Clippinger 2007: 230). Inkliinaatiokulman muutokset vaikuttavat lonkkanivelen liikemalliin, liikelaajuuteen ja nivelpintojen kulumiseen altistaen nivelrikolle (Lee – Lee 2011: 17; Neumann 2010: 470, 472 – 473). Keskimääräistä suurempi femurin anteversio vähentää lonkkanivelen ulkorotaatiota, jolloin tanssija voi joutua kompensoimaan polvinivelen liiallisella ulkorotaatiolla (Sahrmann 2002: 125).

Sekundäärin piriformissyndrooman taustalla ovat usein syvien ulkorotaattoreiden liiallinen käyttö ja lihasepätasapaino sisärotaattoreiden kanssa, alaraajan linjausongelmat, ylempien ulkorotaattoreiden yliaktiivisuus suhteessa alempiin. Balettitanssijoilla lonkan

syvien ulkorotaattoreiden kireys ja yliaktiivisuus on melko yleistä ja se voi altistaa piri-formissyndrooman lisäksi nivelrikolle sekä heikentyneestä lonkan ja lantion tuesta johtuville ongelmille. (Clippinger 2007: 233 – 234; Franklin 2004: 202; Schoene 2012: 209 - 210.)

Nilkan anteriorinen ja posteriorinen impingement -syndrooma eli os taluksen hiertyminen tibiaa vasten anteriorisesti tai posteriorisesti johtuu baletissa vaadituista nilkan plantaari- ja dorsifleksion suurista liikelaajuuksista. (Clippinger 2007: 368; Sainani – Lawande – Pawar – Patkar – Pungavkar 2011: 29.)

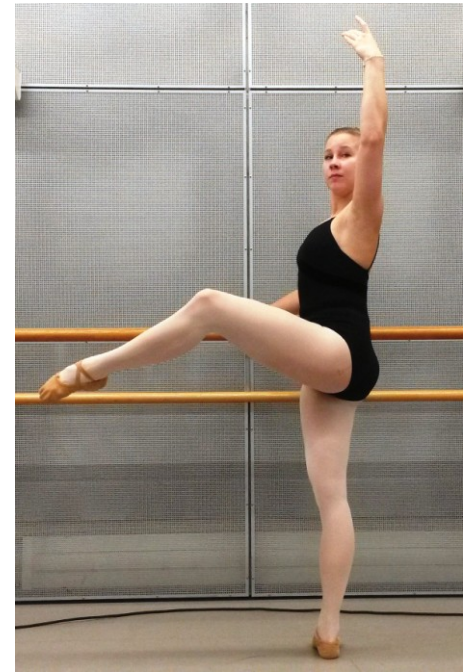
2.3 Jalkojen korkeat nostot ja heitot

Liikkuvuus. Lonkkanivelen ekstensio on tavallisesti noin 20 – 30 astetta, fleksio 120 astetta, abduktio 45 – 50 astetta, adduktio noin 20 – 30 astetta, sisärotaatio noin 30 – 35 astetta ja ulkorotaatio 45 – 60 astetta (Neumann 2010: 478; Sandström – Ahonen 2011: 284). Baletissa jalkojen korkeissa nostoissa vaadittavat liikelaajuudet ovat huomattavasti suurempia. Lonkkanivelen lisääntyneen liikkuvuuden lisäksi tarvitaan usein lantion ja keskivartalon avustavia liikkeitä lisäämään liikelaajuuksia. Baletissa liike pitää kuitenkin usein saada näyttämään siltä, että se tapahtuisi lähes kokonaan lonkkanivelessä, mikä vaatii monimutkaista yhteistyötä keskivartalon ja lonkan alueen lihaksilta. (Clippinger 2007: 185, 208.) Lonkkanivelen, lantion ja lanneselän liikkeitä voidaan kuvata lumbopelvisen rytmin avulla. Ipsidirektionaalinen lumbopelvinen rytmi tarkoittaa sitä, että lantio ja lanneselkä kiertyvät samaan suuntaan esimerkiksi eteenpäin kurottaessa. Kontradirektionaalinen lumbopelvinen rytmi tarkoittaa sitä, että lantio ja lanneselkä kiertyvät vastakkaisiin suuntiin esimerkiksi lonkkien fleksio ylävartalon pysyessä pystyasennossa. (Neumann 2010: 479.) Molempia muotoja käytetään baletissa muun muassa korkeiden jalannostojen aikana (Clippinger 2007: 202; 208).

Lantion ja keskivartalon hallinta. Lantion ja keskivartalon hallinta on tärkeää, kun pyritään pitämään ylävartalon asento erillisenä alaraajojen liikkeistä. Useissa tilanteissa tukijalan ja keskivartalon lihakset toimivatkin yhteistyössä vastustaen työskentelevän alaraajan lihasten aiheuttamaa vääntömomenttia lantion alueella. Esimerkiksi jalkaa nostettaessa korkealle eteen (kuva 3) lonkan fleksorit pyrkivät kallistamaan lantion anteriorisesti ja lisäämään lanneselän lordoosia. Vatsalihasten ja hamstring-lihasten muodostaman voimaparin tulee kuitenkin muodostaa lonkan fleksoreiden aiheuttamaa vääntömomenttia suurempi vastakkaisuuntainen vääntömomentti, jotta toivottu varta-

lonasento säilyy. Tavoitteena on, että vain lonkkanivelessä näkyisi liikettä ja lantio pysyisi lähes paikallaan. (Clippinger 2007: 185.)

Lantion tuki frontaali- ja horisontaalitasoissa on myös erittäin tärkeää. M. gluteus medianuksen massa ja momenttivarsi ovat lonkan abduktoreiden suurimmat. Lonkan abduktoreita ovat lisäksi m. gluteus minimus ja m. tensor fasciae latae sekä toissijaisesti m. piriformis ja m. sartorius. (Gilroy 2009: 374, 378; Neumann 2010: 485, 494 – 495). Lonkan abduktorit – erityisesti m. gluteus medius – myös tukevat femurin pään acetabulumiin yhden jalan tasapainon aikana. Lonkan abduktoreiden pitää tuottaa kaksinkertainen voima kehon painoon verrattuna, jotta lantion stabiiliteetti säilyy yhden jalan tasapainon aikana. Lihakset tuottavat suurimman vääntömomentin ollessaan pidentyneinä (esimerkiksi seistessä yhden alaraajan varassa) ja niiden vääntömomentti vähenee lonkan abduktion kasvaessa. (Neumann 2010: 495 – 496, 478). M. gluteus medianuksen ensisijaisten tehtävien eli lonkan abduktion ja lantion sivuttaissuuntaisen tukemisen lisäksi lihaksen etuosa osallistuu myös lonkan sisärotaatioon ja fleksioon sekä lihaksen takaosa lonkan ulkorotaatioon ja ekstensioon. Eksentrisellä lihastyöllä lihas tai sen osa jarruttaa konsentrisen lihastyön vastakkaista suuntaa ja estää liiallista liikettä. (Clippinger 2007: 171; Comerford – Mottram 2012: 23; Neumann 2010: 495.)



Kuva 3. Jalan nosto eteen

Lihusvoima. Baletissa nostettava jalka voi olla sekä polvi suorana että hieman koukussa (kuva 3), mikä vaikuttaa vipuvarren pituuden lisäksi myös m. quadriceps femoriksen ja hamstring-lihasten pituuteen ja sitä kautta niiden toimintaan suhteessa lonkkaniveleen. (Clippinger 2007: 193; Huwyler 2002: 73.) Monet jalan nostoon edessä osallistuvat lihakset (m. adductor longus, m. adductor brevis, m. adductor magnuksen ylempät syyt, m. gracilis ja m. rectus femoris) eivät avusta jalan nostossa eteen enää 50 – 70 asteen jälkeen (Clippinger 2007: 201; Gilroy – MacPherson – Ross 2009: 376, 378). M. iliacus ja m. psoas major pystyvät nostamaan jalan korkeammalle ylempänä olevien kiinnityskohtiensa ansiosta. (Clippinger 2007: 202.) Nostaessaan jalkaa korkealle eteen monien tanssijoiden on vaikeaa säilyttää toivottu lonkan ulkorotaatio. Jalan noustessa korkeammalle syvien ulkorotaattoreiden kyky tuottaa ulkorotaatiota vähenee ja m. piriformis muuttuu tällä nivelkulmalla lonkan sisärotaattoriksi. Lisäksi m. gluteus mediuksen, m. gluteus minimuksen ja m. tensor fasciae lataen etummaisten säikeiden tuottama lonkan sisärotaatiovoima kasvaa lonkkanivelen ollessa fleksiossa. Jotta baletin vaatimukset lonkan ulkorotaatiosta myös jalan ollessa korkealla täytyisivät, lonkkaa aukikiertävien lihasten – erityisesti syvien ulkorotaattoreiden – tulee olla tanssijoilla erittäin voimakkaat. (Clippinger 2007: 204.)



Kuva 4. jalan nosto sivulle

Jalan nosto sivulle (kuva 4). Alaraajojen ollessa anatomisessa perusasennossa jalkaa ei voi nostaa sivukautta yli 45 – 50 asteen korkeudelle, mutta voimakas lonkkien ulkorotaatio mahdollistaa korkeat jalan nostot ilman, että trochanter major törmää acetabulumin yläreunaan. (Clippinger 2007: 204; Sandström – Ahonen 2011: 284). Voimakas

ulkorotaatio asettaa reiden etuosan lähemmäs frontaali- kuin sagittalitasoa, joten jalan nosto sivulle on yhdistelmä lonkan fleksiota ja abduktiota. Koulukuntien välillä on eroja siinä, kuinka paljon jalan sivulle noston aikana hyväksytään lantion sivuttaista kallistusta, jonka avulla jalka voidaan nostaa korkeammalle. (Clippinger 2007: 204 – 205.)



Kuva 5. Jalan nosto taakse

Jalan nosto taakse (kuva 5) on paljon rajoitetumpi liikelaajuudeltaan kuin jalan nosto eteen tai sivulle. Vaikka balettitanssijoiden lonkan ekstensio on yleensä huomattavasti muun väestön lonkan ekstensiota suurempi, vaatii jalan korkea nostaminen lantion kallistusta eteen ja selän hyperekstensiota ylävartalon pitämiseksi pystyasennossa. Monet koulukunnat hyväksyvät jalan korkeuden lisäämiseksi myös pienen lantion rotaation nostettavan jalan puoleen, jolloin keskivartalo tulee kiertää vastakkaiseen suuntaan ylävartalon säilyttämiseksi eteenpäin. Jalan nostaminen taakse vaatii lonkan ekstensoreiden kuten m. gluteus maximuksen ja hamstring-lihasten sekä selän ekstensoreiden yhteistyötä. Selän asennon tukemiseksi jalan noston aikana vatsa- ja selkälihasten tulee toimia yhteistyössä keskenään. (Clippinger 2007: 208–209.)



Kuva 6. Tasapainoliikkeitä kärkitossuilla

Tasapainon hallinta (kuva 6) on balettitanssijalle välttämätöntä, koska suuri osa baletin liikkeistä – esimerkiksi jalkojen nostot – suoritetaan yhden jalan varassa. Tasapainon hallintaa vaikeuttavat muun muassa ihmiskehon massan painottuminen ylävartaloon sekä baletille tyypilliset pieni tukipinta, keskimääräistä korkeammalla sijaitseva kehon painopiste ja samanaikaisesti suoritettavat koordinaatiota vaativat liikkeet. Lantion hallinta on erittäin tärkeää tasapainon säilyttämiseksi. Lantion tulee olla tasapainossa reisiluiden päällä, jotta lantiota tukevat lihakset pysyvät mahdollisimman rentoina. Tasapainon säilyttäminen ja nopea korjaaminen vaatii kehon oikeita linjauksia ja sopivaa rentoutta. (Sandström - Ahonen 2011: 166–167; 191.) Baletissa tanssija on pääasiassa labiilissa eli epävakaassa tasapainotilassa, jolloin hänen massakeskipisteensä on suoraan tukipisteen päällä, mutta tasapainoalueen pienen koon takia pienikin muutos – kuten jalan korkeuden tai ylävartalon asennon muutos – lisää huomattavasti tasapainon säilyttämiseen vaadittavaa energiaa. Epävakaaseen tasapainotilaan yhdistyy piiruteissa myös pyöriminen horisontaalitasossa akselin ympäri eli indifferentti (epämääräinen) tasapainotila. (Sandström – Ahonen 2011: 167.)

2.4 Jalan nostojen ja heittojen tyypillisiä ongelmia

M. iliopsoaksen tendiniitti eli jänteen tulehdus johtuu erityisesti jalkojen korkeista nostoista ja heitoista aiheutuvasta jänteen rasituksesta ja hiertymisestä. Jänteen on arvioi-

tu olevan erityisen altis vaurioille lonkan ollessa samanaikaisesti fleksiossa, abduktiossa ja ulkorotaatiossa, jolloin sen ajatellaan hiertyvän lig. inguinalea vasten. Korkeissa jalannostoissa ja heitoissa pitkät vipuvarret lisäävät lonkankoukistajalihasten jänteiden rasitusta. (Clippinger 2007: 232.)

Snapping hip -syndrooma on balettianssijoilla yleinen, erityisesti jalkojen nostojen ja heittojen aikana oireileva vaiva. Sisäisen snapping hip -syndrooman syynä pidetään yleisimmin m. iliopsoaksen jänteen hiertymistä femurin päätä ja nivelkapselia vasten. Yleisimpänä pidetyn ulkoisen snapping hip -syndrooman syynä voi olla tractus iliotibialiksen, faskiae lataen, m. gluteus maximuksen tai niiden kaikkien hiertyminen trochanter majoria vasten tai proksimaalisen hamstring-jänteen hiertyminen tuber ischiadicumiin. Sen riskiä lisääviksi tekijöiksi on arvioitu leveä lantio, ulkoneva trochanter major, ligamenttien löysyys, vartalon huono kannatus, lonkan abduktoreiden heikkous sekä tractus iliotibialiksen kireys. Samat tekijät altistavat myös trochanter majorin burssiitille. Nivelkapselin sisäinen snapping hip -syndrooma voi olla seurausta esimerkiksi labrumin repeämästä, murtuman tai repeämän irtonaisesta palasesta nivelessä tai idiopaattisesta lonkkanivelen instabiliteetista. (Clippinger 2007: 232–233; Fagerson 2009: 510–511; Spina 2007: 24.)

Suurimmassa osassa balettianssijoiden alaselkävaikeuksista (mekaaninen alaselkäkipu, spondylolyyysi, spondylolisteesi, fasettisyndrooma ja välilevyjen kuluminen) taustalla on toistuva rangan hyperlordoosi ja rotaatio rangan ollessa kuormitettuna sekä rangan heikko stabiliteetti. (Clippinger 2007: 150–151.)

Art. sacroiliaca ja sitä ympäröivät rakenteet joutuvat baletissa kovalle rasitukselle jatkuvien keski- ja alavartalon välillä tapahtuvien voimansiirtojen takia. Vammamekanismeja ovat muun muassa toistuva yhden jalan varassa seisominen, liiallinen lanneselän lordoosi, äkillinen kierto- ja pakaroiden tai lonkan päälle putoaminen tai kaatuminen. (Clippinger 2007: 234.)

2.5 Hypyt

Hypyn vaiheet ovat hyppyyn valmistautuminen, ponnistus, ilmalento ja alastulo. Suurten hyppyjen ilmalennon aikana saatetaan vaihtaa jalkojen tai koko vartalon asentoa sekä liikkua tilassa. Hypyn ponnistusvaiheessa m. gluteus maximus, hamstring-

lihakset, m. quadriceps femoris ja pohjelihakset työskentelevät konsentrisesti ja hypyn alastulossa eksentrisesti. (Clippinger 2007: 54; Huwyler 2002: 92–94.)

Ponnistuksen tehokkuutta voi lisätä hyödyntämällä lihasten venytys-lyhennys -sykliä (stretch-shortening cycle). Siinä hyödynnetään lihaksen elastiseen komponenttiin venytyksessä varastoituvaa mekaanista energiaa, joka vapautetaan välittömästi konsentrisen lihastyön eli lyhentymisen aikana. Tällaisen esivenytyksen käyttäminen ennen ponnistusta voi lisätä ponnistusvoimaa huomattavasti: Thys'n, Cavagnan ja Margarian mukaan erittäin nopeissa ja pienissä hyppyissä vain 40 % voimasta on seurausta lihasten konsentrisesta työstä ja loput noin 60 % elastisista ominaisuuksista. Käytännössä tämä tarkoittaa baletissa ennen hyppyä tehtävää demi-pliétä eli polvien koukistusta ilman, että kantapää nousevat ilmaan. Esivenytyksen pitäisi olla suhteellisen pieni (kehon liike alas 20 – 30 cm), ja hypyn tulisi seurata sitä välittömästi (0,4 – 1,0 sekunnin kuluttua). Esivenytyksen hyödyntäminen parantaa liikkeen tehokkuutta ja mahdollisesti myös auttaa siinä, että liike saadaan näyttämään baletin vaatimusten mukaisesti kevyeltä ja vaivattomalta. (Clippinger 2007: 54.)

Hypyn alastulossa (kuva 7) ennakoiva lihasaktivaatio on tärkeää nivelten suojaamiseksi, ja hypyn suunta vaikuttaa kehon dynaamiseen stabilaatioon laskeutumisen aikana. Sivusuuntaisen hypyn laskeutumisen aikana kehon frontaalitason stabilaatio vaatii enemmän aikaa kuin etuviistoon tai eteenpäin suuntautuneen hypyn alastulon aikana. Tutkimuksissa on todettu myös pidempiä sagittaalitasoon stabilisaatioaikoja eteenpäin kuin sivulle suuntautuvassa alastulossa. Korkeat hyppyt saavat aikaan suuremman alustan vastavoiman vertikaalisuunnassa ja vähentää samalla sagittaali- ja frontaalisuuntaisia voimia. Tämän oletuksen perusteella korkeiden hyppyjen alastulon aikana kehon dynaaminen stabilaatio sagittaali- ja frontaalitasossa helpottuu, eli niveliin kohdistuu suurempi kompressiovoima mutta vähemmän vääntövoimia. (Wikstrom – Tillman – Schenker – Borsa 2007: 107, 109–110.) Lonkan ekstensoreiden väsymyksellä ei havaita olevan vaikutusta lonkan ja polven linjaukseen hypyn alastulon aikana, mutta lihasryhmän voiman vähentyessä 25 % m. gluteus maximuksen aktivaation havaitaan tehostuvan 55 %. Väsymyksen seurauksena m. gluteus maximus kompensoi muiden lihasten väsyessä. Neuromuskulaarisen kontrollin kehittäminen parantaa voiman kehittämistä tehokkaammin alaraajan linjauksia väsymyksen yhteydessä. (Hollman – Hohl – Kraft – Strauss – Traver 2012: 906–908.)



Kuva 7. Esimerkkejä hyppyjen alastuloista

2.6 Hyppyjen tyypillisiä ongelmia

Voimakkaat iskut, toistuva polven fleksio ja toistuva m. quadratus femoriksen rasitus altistavat patellofemoraalisyndroomalle, hyppääjän polvelle ja Osgood-Schlatterin taudille. Anatomisten poikkeavuuksien kuten genu recurvatum tai genu valgum, liiallisen femurin anteversion sekä keskimääräistä suuremman Q-kulman lisäksi polven vammoille altistavia toiminnallisia syitä ovat m. vastus medialiksen, m. quadratus femoriksen sekä lonkan abduktoreiden ja ulkorotaattoreiden heikkous, tractus iliotibialiksen, lonkan adduktoreiden ja pohjelihasten kireys tai ylemmän nilkanivelen jäykkyys, polven liiallinen tai pakotettu ulkorotaatio ja ylipronaatio (Clippinger 2007: 289–291; Neumann 2010: 546–548.)

Plantaarifaskiitin taustalla on usein yllirasitusta ja toistuvaa hyppimistä. Anatomisten riskitekijöiden kuten pes cavuksen ja pes planuksen lisäksi sille altistavat pohjelihasten kireys, ylipronaatio ja akillesjänteen kireydestä johtuva rajoittunut nilkan dorsifleksio. (Clippinger 2007: 362; Covey - Mulder 2013: 466.)

Akillesjänteen tendiniitille altistavat hyppyjen lisäksi baletille tyypillinen voimakas plantaarifleksio, pohjelihasten kireys tai heikkous, nilkan linjauksen ongelmat päkijöillä seistessä. M. flexor hallucis longuksen ja breviksen tendiniitin yleisyyden balettitanssijoilla

uskotaan johtuvan jänneiden tärkeästä roolista jalkaterän stabilisaatiossa päkijöillä ja varpailla seistäessä, isovarpaan päkijän painamisessa maahan tanssijan noustessa päkijäseisonnasta (demi-pointe) varpailla seisontaan (pointe) sekä isovarpaan stabilaatiossa varpailla seistessä, kun jänne on voimakkaasti lyhentynyt.

Lihassairioireyhtymiin liittyy usein liian nopea rasituksen lisääminen tai muuttaminen. Taustalla uskotaan olevan myös liiallinen pronatio. Tanssijoilla säären ja jalkaterän rasitusmurtumien yleisimmät sijainnit ovat 2. metatarsaaliluu sekä tibia ja fibula. Murtumariskiä suurentavia tekijöitä ovat muun muassa lihasväsytys ja -heikkous, pes cavus, pes planus ja liiallinen pronatio. (Clippinger 2007: 364–367.)

Taulukko 1. Baletin yleiset rasitusvammat

Alue:	Yleiset rasitusvammat:	Altistavat tekijät:
Alaselkä	<ul style="list-style-type: none"> - Mekaaninen alaselkäkipu - Spondylolyyysi - Spondylolisteesi - Fasettisyndrooma - Välilevyjen kuluminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Toistuva hyperlordoosi - Hyperlordoosi ja rotaatio - Heikko stabiliteetti
Lantio rengas ja lonkka	<ul style="list-style-type: none"> - Rasitusmurtumat - Nivelrikko - Iliopsoaksen tendiniitti - Snapping hip -syndrooma - Trochanter majorin bursiitti - Piriformissyndrooma - SI-nivelen tai sitä ympäröivien rakenteiden tulehdus ja toimintahäiriö 	<ul style="list-style-type: none"> - Luiset poikkeavuudet - Ligamenttien löysyys - Vartalon huono kannatus - Heikko lantion hallinta - Lihaskireydet ja -väsytys - Jänneiden rasitus/hiertyminen - Linjauksen ja tekniikkavirheet - Lihasepätasapaino - Traumat
Polvet	<ul style="list-style-type: none"> - Patellofemoraalisyndrooma - Hyppääjän polvi - Osgood-Sclatterin tauti 	<ul style="list-style-type: none"> - Voimakkaat iskut ja hyyt - Luiset poikkeavuudet - Heikko m. quadriceps femoris - Lonkan abduktoreiden/ulkorotaattoreiden heikkous - Pakotettu ulkorotaatio - Lihaskireydet - Ylipronatio
Sääret, nilkat ja jalkaterät	<ul style="list-style-type: none"> - Plantaarifaskiitti - Tendiniitti (akilles-, flexor hallucis longus, peroneus longus ja brevis) - Säären lihasaitio-oireyhtymät - Rasitusmurtumat - Nilkan impingement-oireistot - Nilkan krooninen instabiiliteetti 	<ul style="list-style-type: none"> - Toistuvat hyyt - Pes cavus/pes planus - Ylipronatio ja muut linjauksvirheet - Lihaskireydet ja -heikkoudet - Voimakas plantaarifleksio - Suuri vaadittu liikkuvuus - Liian nopea rasituksen lisäys

3 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää m. gluteus mediuksen ja maximuksen, m. transversus abdominiksen ja m. piriformiksen toiminnan puolierojen yhteyttä tanssijoiden kipuun, koettuun lantion ja tukijalan hallintaan sekä lonkan rotaatiokontrolliin. Tavoitteena on lisätä ymmärrystä syvien lihasten ja aktivaatiojärjestyksen puolierojen merkityksestä ammattibalettanssijoilla.

Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää tanssin lisäksi esimerkiksi voimistelun ja taitoluistelun harrastajien tai ammattilaisten kanssa työskennellessä. Aihe on tärkeä erityisesti näiden asiakasryhmien kanssa työskenteleville fysioterapeuteille, jotta he voisivat suunnitella ja kohdistaa harjoittelun entistä paremmin sekä arvioida lihasten toimintaa luotettavasti. Ymmärrys puolierojen merkityksestä antaa lisää tietoa urheilijoiden oheisharjoittelun suunnitteluun ja siihen, miten esimerkiksi esitys- tai kilpailuohjelmassa kehon eri puolten epätasainen rasitus voi vaikuttaa suorituskykyyn ja kipuihin.

4 Tutkimusmenetelmät

Mittauksiin osallistui Suomen Kansallisbaletin 12 naistanssijaa. Mittaukset suoritettiin kolmena päivänä Suomen Kansallisoopperan tiloissa. Tilanteissa oli läsnä luotettavuuden varmistamiseksi kokeneita fysioterapeutteja ja mittausprotokolla testattiin etukäteen. Ennen mittaustilanteen alkua tanssijat täyttivät kyselylomakkeen, ja ohjeiden ymmärtämisen varmistamiseksi lomake käytiin uudestaan läpi mittaustilanteessa. Mittaustilanteen alussa tanssija suoritti kaksi lonkan rotaatiokontrollia mittaavaa testiliikettä, jotka kuvattiin videokameralla myöhemmin tehtävän liikeanalyysin takia. Ensimmäisessä testiliikkeessä mitattiin lisäksi tanssijoiden ylävartalon rotaatiot. Ultraäänimittauksissa arvioitiin m. gluteus mediuksen ja maximuksen välistä aktivaatiojärjestystä, m. transversus abdominiksen rentoutumista ja m. piriformiksen poikkipinta-alan muutosta.

4.1 Tutkittavat

Mittauksiin osallistuneet naistanssijat (12) olivat 20 – 32 -vuotiaita, ja he olivat työskennelleet balettianssijoina Suomen Kansallisoopperassa ja ulkomailla 2 – 14 vuotta. He olivat pituudeltaan 160 – 173 cm ja painoltaan 46 – 55 kg. Mittauksiin valittiin vain nais-

tanssijoita sukupuolten välisten lantion alueen rakenteellisten erojen takia. Osallistujia ei karsittu muilla kriteereillä.

4.2 Kyselylomake

Tanssijoiden kivun, tapaturmien ja koetun suorituskyvyn arviointiin käytetty kyselylomake sisälsi 19 kysymystä perustietojen, kuten iän, Suomen Kansallisbaletissa työskentelyajan ja tehtyjen leikkausten lisäksi.

Kyselylomakkeen ensimmäisessä osiossa tanssija ilmoitti, mikäli hänellä on ollut puolen vuoden aikana seuraavilla alueilla toistuvaa kipua: alaselässä tai pakaroiden alueella, nivusissa tai lantion edessä tai sivulla, polvissa sekä nilkoissa tai jalkaterissä. Tanssija merkitsi, kummalla puolella kipua on, ja tämän jälkeen merkitsi kivun voimakkuuden 10 cm:n VAS-janalle (Visual Analog Scale), jonka ääripäissä ovat vaihtoehdot Ei lainkaan kipua ja Pahin mahdollinen kipu. Kivun voimakkuutta kysyttiin kuudessa tilanteessa: korkeiden jalannostojen, korkeiden jalan heittojen, pienten hyppyjen ja suurten hyppyjen alastulojen sekä piruettien ja tasapainoharjoitusten aikana sekä harjoitusten jälkeen. Jokaisen kysymyksen kohdalla tanssijaa pyydettiin merkitsemään janalle pystyviivalla kivun voimakkuus kyseisessä tilanteessa ja erittelemään eri kehon alueiden kivut toisistaan. Esimerkiksi, jos tanssija merkitsi aluksi kipua olevan kaikilla alueilla, jokaisen kysymyksen VAS-janalle tuli merkitä neljä pystyviivaa.

Kivun arvioimiseen käytettiin VAS-janaa, koska se on paljon käytetty ja luotettavana pidetty kivun itsearvioinnin mittari (Lewén – Gardulf – Nilsson 2010: 764–765). VAS-jana mahdollistaa usean eri kehon alueen kivun merkitsemisen samalle janalle portaattomasti. Kivun voimakkuutta kysyttiin erilaisissa tilanteissa, jotka rasittavat erityisesti keskivartaloa, lantion aluetta ja alavartaloa. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin erityisesti lantion hallintaa ja suuria liikelaajuuksia vaativiin liikkeisiin. Tanssijoita pyydettiin erittelemään eri kehon alueiden kivut jokaisessa tilanteessa, koska kehonosien rasitus eri harjoituksissa on hyvin erilaista.

Kyselylomakkeen toisessa osiossa tanssija arvioi lantion ja tukijalan hallintaansa balettiharjoitusten viidessä erilaisessa tilanteessa: korkeissa jalannostoissa ja -heitoissa, pienissä ja suurissa hypyissä sekä pirueteissa tai muissa tasapainoharjoituksissa. Tanssijat merkitsivät 10 cm:n VAS-janalle, minkä verran heillä

on vaikeuksia lantion tai tukijalan hallinnassa kyseisissä tilanteissa. Janan ääripäissä ovat vaihtoehdot Ei lainkaan vaikeuksia ja Erittäin paljon vaikeuksia, ja niiden välille tanssija merkitsi pystyviivan kuvaamaan viimeisen puolen vuoden aikaista tilannettaan. Lantion ja tukijalan koettua hallintaa kysyttiin lomakkeessa samoissa tilanteissa kuin kipua, jotta voitiin nähdä niiden välinen mahdollinen korrelaatio. Koska kipua arvioitaessa eroteltiin eri alueiden kipu, voitiin selvittää erikseen, kuinka voimakas eri alueiden kivun ja lantion hallinnan välinen korrelaatio oli.

4.3 Testiliikkeet

Ensimmäinen testiliike (kuva 8) oli yhden jalan minikykyssä tehtävä ylävartalon rotaatio molempiin suuntiin. Tanssijan suoritti ylävartalon maksimaalisen rotaation molempiin suuntiin samalla säilyttäen lantion, lonkan, polven ja nilkan hallinta, erityisesti rotaatio- ja adduktiosuunnassa. Testiliike tehtiin ylävartalon rotaatiolla sekä tukijalan suuntaan että siitä poispäin molemmat alaraajat vuorotellen tukijalkana mahdollisten puolierojen havaitsemiseksi. Analysointivaiheessa testiliike 1 tulkittiin siis neljänä erillisenä liikkeenä. Ylävartalon rotaatioiden määrä mitattiin asettamalla tanssijan rintalastan yläosaan kohtisuoraan edessä olevaan seinään osoittava laserosoitin ja merkitsemällä sen avulla seinään rotaation alku- ja loppupisteet. Tanssijan etäisyyden seinästä ollessa vakio voitiin rotaation määrä laskea mittaamalla pisteiden välinen matka. Lisäksi arvioitiin lonkan ja lantion hallinta liikkeen aikana.



Kuva 8. Testiliike 1

Toisessa testiliikkeessä (kuva 9) tanssija seiso i yhdellä jalalla jalkaterän sisäsy rjä noin 20 cm korkean korokkeen reunalla ja toinen jalkaterä korokkeen ulkopuolella. Tanssija koukisti rauhallisesti tukijalan polvea ja samanaikaisesti kiersi lantiota tukijalasta pois päin, kunnes vapaana oleva jalkaterä osui lattiaan korokkeen vieressä 90 asteen kulmassa korokkeen reunaan eli tukijalan sisäsy rjään nähden. Tukijalan polvi tuli pitää koko liikkeen ajan eteenpäin. Kiertoliikkeen tuli tapahtua tukijalan puoleisen lonkan ulkorotaationa vältt ään pelkkää vapaan lonkan ulkorotaatiota. Tämä testiliike mittasi lonkan rotaatiosuunnan hallinnan lisäksi ylemmän nilkkanivelen liikkuvuutta dorsifleksioon. Se tehtiin molemmat jalat tukijalkana puolierojen havaitsemiseksi.



Kuva 9. Testiliike 2

4.4 Testiliikkeiden liikeanalyysi

Testiliikkeiden suoritus arvioitiin liikeanalyysin avulla. Testiliikkeiden puhdas suoritus vaati testattavien lihasten hyvää toimintaa, ja niitä oli käytetty aiemminkin lonkan rotaatiokotrollin mittauksessa (Comerford – Mottram 2012: 463–464, 475–476). Liikkeiden suoritustapa arvioitiin kahdessa testiliikkeessä videoanalyysin avulla. Suoritus pisteytettiin asteikolla 1–5 (taulukko 2) ja myös erityishuomiot kirjattiin. Liikeanalyysi tehtiin molemmilla puolilla mahdollisten puolierojen havaitsemiseksi. Osalla tanssijoista nilkan dorsifleksio oli rajoittunut voimakkaasti, eivätkä he siksi pystyneet suorittamaan testiliikettä 2 kokonaan. Liikerajoitus voi aiheuttaa kompensationsa lievää ylipronatiota eikä sen katsottu johtuvan lonkan hallinnan ongelmista. Heiltä ei siis vähennetty pisteitä, jos lantion tai lonkan hallinnassa ei näkynyt ongelmia. Testiliikkeiden pisteytys esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2. Testiliikkeiden pisteytys

	Testiliike 1	Testiliike 2
5 pisteen suoritus	Lantion, tukijalan lonkan, polven ja nilkan oikeat linjat pysyvät koko testiliikkeen suorituksen ajan. Nilkassa ei tapahdu merkittävää varus-valgus -liikettä, polvi osoittaa 1. tai 2. varpaan suuntaan eikä lonkassa tapahdu ylävartalon rotaatioiden aikana adduktiota tai sisärotaatiota.	Lonkan täysi rotaatio ja polven oikea linjaus koko liikkeen ajan. Koska korokkeen korkeutta ei ole suhteutettu tanssijoiden pituuteen, heiltä hyväksytään liikkeen lopussa pieni lantion sivuttainen kallistus, kunhan liike on hallittu ja polven linjaus säilyy.
4 pisteen suoritus	Toistuvasti nilkan varus-valgus -liikettä, mutta niin lievänä, ettei polvi osoita 1. varpaasta mediaalisesti eikä lonkassa tapahdu adduktiota tai abduktiota. Näin lievää nilkan liikettä ei tulkita lonkan hallinnan puutteeksi.	Tukijalan nilkka pettää hieinan valgus-suuntaan liikkeen puolivälin jälkeen, mutta polven linjaus ei siirry 1. varpaan mediaalipuolelle.
3 pisteen suoritus	Tukijalan lonkassa tapahtuu lievää adduktiota tai sisärotaatiota ylävartalon rotaatioiden aikana, mutta polvi ei kuitenkaan osoita 1. varpaasta mediaalisesti.	Lonkan liikehallinta pettää liikkeen puolivälissä adduktiioon ja/tai sisärotaatioon, mutta polven linjaus pysyy vielä 1. varpaan suuntaisesti.
2 pisteen suoritus	Lonkassa tapahtuu ylävartalon rotaatioiden aikana liiallista adduktiota ja/tai sisärotaatiota, joka aiheuttaa polven suuntautumisen ensimmäisen varpaan mediaalipuolelle. Nilkassa nähdään melko voimakas valgus.	Tukijalan lonkassa tapahtuu liiallista adduktiota ja/tai sisärotaatiota liikkeen puolivälissä tai sen jälkeen niin, että polven linjaus siirtyy 1. varpaan mediaalipuolelle.
1 pisteen suoritus	Lonkan adduktio ja/tai sisärotaatio tapahtuu jo ennen ylävartalon rotaatioita eli tanssijan koukistaessa tukijalan polvea kantapäähän pysyessä maassa.	Tukijalan lonkan adduktio ja/tai sisärotaatio sekä polven virheellinen linjaus jo ennen liikkeen puoliväliä.

4.5 Lihasten toiminnan mittaaminen ultraäänikuvantamisella

Reaaliaikaisen ultraäänikuvantamisen (GE Healthcare, Logiq e) luotettavuuden varmistamiseksi mukana oli kokeneita fysioterapeutteja. Ultraäänikuvantaminen tarjoaa tarkan ja luotettavan tavan arvioida lihasten kokoa, muotoa, säikeiden kulkusuuntaa, pituutta ja niiden muutoksia sekä erilaisten patologioiden ja hoitojen vaikutuksia. (Richardson – Hodges – Hides 2005: 144; Whittaker 2007: vii.) Ultraäänikuvantaminen

mahdollistaa lihasten toiminnan tarkkailun toiminnallisten liikkeiden aikana, ja sitä voidaan käyttää paitsi diagnostisena työkaluna myös biopalautteena harjoitustilanteessa (Lee – Lee 2009: 490). Mittaus voidaan tehdä liikkeen aikana, jolloin on mahdollista nähdä liikkeen vaikutus kehon rakenteisiin sekä samalla palpoida rakenteet. Ultraäänikuvantamisen luotettavuus riippuu kuitenkin paljon mittaajan taidoista (Bradley – O'Donnell 2010: vii, ix.), joten mittauksissa oli mukana fysioterapeutteja, joilla on vankka kokemus ultraäänikuvantamisen käytöstä tuki- ja liikuntaelämistön tutkimisessa.

Ultraäänikuvantaminen suoritettiin mitattavasta lihaksesta riippuen lonkan ulkorotaation, painonsiirron tai testiliikkeen 2 aikana. Kehon molemmat puolet mitattiin puolierojen havaitsemiseksi. Mitattavat lihakset ja niiden toiminnasta mitattavat muuttujat valittiin sekä lihasten tehtävien että ultraäänikuvantamisen asettamien rajoitusten mukaan.

4.6 Mitattavat lihakset

Ultraäänikuvantamisella mitattavat lihakset olivat m. transversus abdominis, m. piriformis, m. gluteus medius ja m. gluteus maximus. Lihasten valintaan vaikutti lihasten tehtävien lisäksi niiden mitattavuus luotettavasti ultraäänikuvantamisella. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin erityisesti keskivartalon ja lonkkien rotaatiosuunnan hallintaan, johon kaikki ultraäänikuvantamisella mitattavat lihakset osallistuvat joko keskivartalon tai lantion alueella.

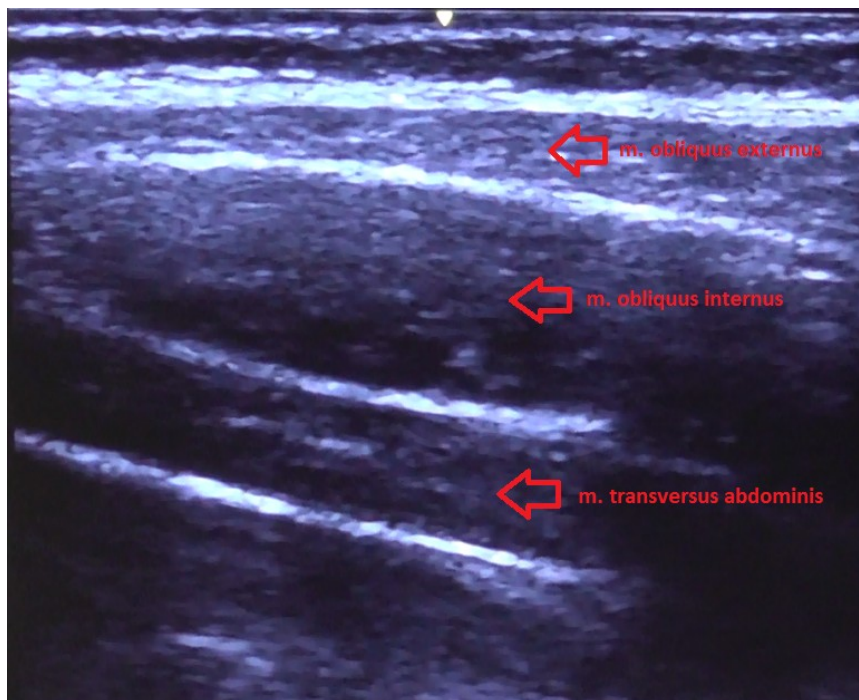
M. transversus abdominiksen tärkeimmät tehtävät ovat vatsaontelon kompressio ja paineen lisääminen, lanneselän tukeminen thoracolumbaalisen faskian välityksellä ja unilateraalisen supistuksen seurauksena rangan rotaatio. *M. transversus abdominiksen* tarkka rooli rangan rotaatiossa on vielä epäselvä, mutta sen uskotaan toimivan enemmän stabilaattorina kuin rotaatiosuuntaisen vääntömomentin tuottajana. (Gilroy – MacPherson – Ross 2009: 138; Neumann 2010: 390–392.)

Ultraäänikuvantamisella selvitettiin rennossa seisoma-asennossa ja testiliikkeessä 2, pystyivätkö tanssijat rentouttamaan m. transversus abdominiksen ja aktivoimaan sen liikkeen aikana erillään muista vatsalihaksista. Ultraäänikuvantamislaitteen (GE Healthcare, Logiq e) äänipää asetettiin m. obliquus externuksen päälle tukijalan vastakkaiselle puolelle. Näin nähtiin poikkileikkaus vatsalihaksista lukuun ottamatta m. rectus ab-

dominista (kuva 10). Testiliike 2 ei aiheuttanut keskivartalon rotaatiota, joten äänipää pysyi paikoillaan koko mittauksen ajan. Tanssijan kyky rentouttaa m. transversus abdominis ja aktivoida se erillään muista lihaksista arvioitiin asteikolla 1–5.

Seisoma-asennossa viiden pisteen suoritus vaati kykyä rentouttaa lihas täysin. Neljän pisteen suorituksessa m. transversus abdominiksen rentoutus ei onnistunut erillään m. obliquus internuksesta, ja kolmen pisteen suorituksessa rentoutus ei onnistunut erillään myöskään m. obliquus externuksesta. Kahden pisteen suorituksessa kaikissa vatsalihaksissa oli jatkuva kevyt aktivaatio, ja yhden pisteen suorituksessa jatkuva voimakas aktivaatio. Testiliikkeessä 2 viiden pisteen suoritus vaati m. transversus abdominiksen paksuuden vaihtelua liikkeen aikana ja liikkumista hengityksen mukaan. Neljän pisteen suorituksessa lihaksen paksuus vaihteli, mutta sen aktivaatiota ei pystytty erottamaan m. obliquus internuksen aktivaatiosta. Kolmen pisteen suorituksessa m. transversuksen paksuus ei juurikaan vaihdellut, ja lihas toimi niin sanotusti massana m. obliquus internuksen ja externuksen kanssa. Kahden pisteen suorituksessa lihaksen paksuus ei vaihdellut, ja siinä havaittiin jatkuva kevyt aktivaatio, ja yhden pisteen suorituksessa havaittiin jatkuva voimakas aktivaatio.

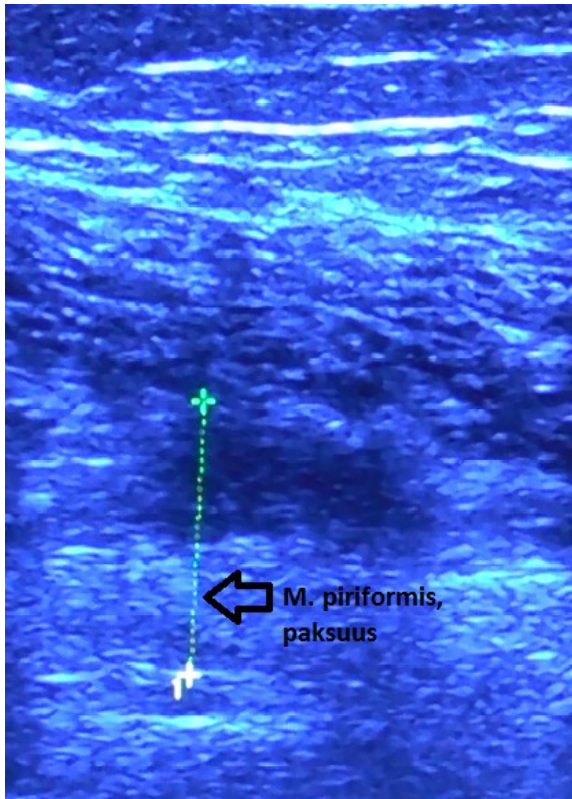
Tämänhetkisen tiedon mukaan m. transversus abdominis tulisi pystyä rentouttamaan ja aktivoimaan oikea-aikaisesti ja erillään muista vatsalihaksista. Lihaksen aktivaatio tulisi pystyä mukauttamaan ulkopuolisten ärsykkeiden mukaisesti liikkeen aikana. (Richardson – Hodges – Hides 2005: 20–25.) M. transversuksen aktivaation tulee tapahtua hitaasti ja tasaisesti pinnallisten lihasten minimaalisella aktivaatiolla. Aktivaation tulisi olla normaalin hengityksen aikana tooninen mutta hengitystä mukaileva. (Hodges – Ferreira – Ferreira 2009: 403; 419.)



Kuva 10. Ultraäänikuva vatsalihaksista

M. piriformis on yksi kuudesta lonkan syvästä ulkorotaattorista ja ulkorotaation lisäksi se osallistuu lonkkanivelen ja lantion tukemiseen. (Neumann 2010: 498.) Lonkan fleksiossa *m. piriformis* muuttuu lonkan sisärotaattoriksi. (Gilroy 2009: 374, 377; Neumann 2010: 498–499; Palastanga – Soames 2012: 236–238.)

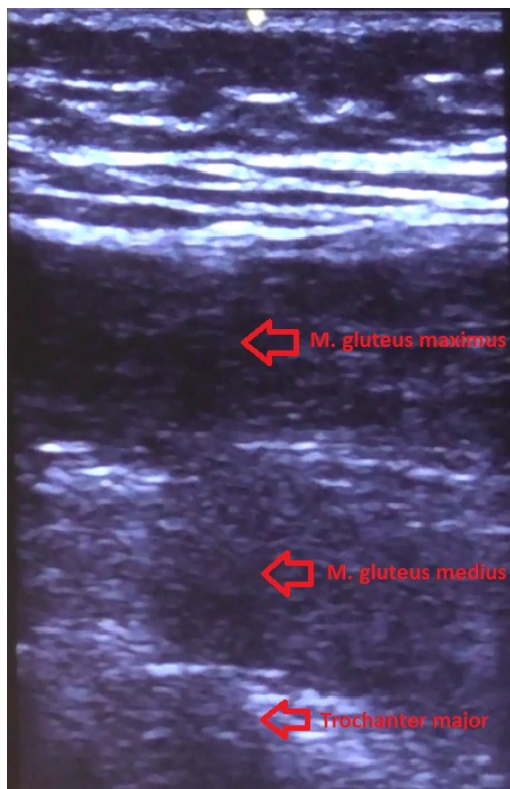
M. piriformiksen aktivaatiojärjestyksen mittaaminen suhteessa muihin lihaksiin todettiin epäluotettavavaksi, joten tässä opinnäytetyössä mitattiin vain *m. piriformiksen* lepo- ja aktivaatiopaksuus molemmilla puolilla mahdollisten puolierojen havaitsemiseksi. Lihaksen lepopaksuus mitattiin ultraäänilaitteella pysäytetystä kuvasta (kuva 11) rennossa seisoma-asennossa ja aktivaatiopaksuus isometrisesti vastustetussa ja seisten tehtävässä lonkan ulkorotaatiossa.



Kuva 11. Ultraäänikuva m. piriformiksen poikkipinta-alan mittauksesta

M. gluteus medius on valittu ultraäänikuvantamisella mitattaviin lihaksiin sen tärkeän lantiota frontaalitasossa ja lonkkaniveltä horisontaalitasossa tukevan tehtävän takia. Ultraäänikuvantamisella mitattiin m. gluteus mediuksen ja m. gluteus maximuksen välistä aktivaatiojärjestystä yksinkertaisessa painonvaihdossa (kuva 12), jotta voitiin arvioida lihasten toimintaa mahdollisimman luonnollisessa tilanteessa. Ultraäänikuvantamisella ei voida mitata toisistaan kaukana olevien lihasten aktivaatiojärjestystä, ja siksi mitattiin aktivaatiojärjestys vain m. gluteus mediuksen ja m. gluteus maximuksen välillä. Oletus ennen opinnäytetyön mittauksia oli, että m. gluteus mediuksen eli syvän lihaksen tulisi aktivoitua painonsiirrossa ennen pinnallista lihasta eli m. gluteus maximusta, jotta lonkkanivel olisi mahdollisimman hyvin tuettuna.

Balettianssijoiden suuri liikkuvuus lonkkien alueella asettaa erityisvaatimuksia alueen hallinnalle ja tuelle. Keskivartalon alueella tiedetään paljon syvien lihasten myöhästyneen aktivaation ja liikehallinnan häiriöiden tai muiden oireiden yhteydestä. Vastaava yhteys voidaan olettaa löytyvän lantion alueella. (Richardson – Hodges – Hides 2005: 142–144).



Kuva 12. Ultraäänikuva m. gluteus mediuksesta ja maximuksesta

4.7 Tulosten analysointi

Tulosten yhteyksiä toisiinsa selvitetiin tulosten tyypistä riippuen vertaamalla kahden ryhmän keskiarvojen ja keskihajonnan eroja tai korrelaatiokertoimen ja p-arvon avulla. Kahden ryhmän keskiarvojen vertailua käytettiin muun muassa selvittäessä, onko m. gluteus mediuksen ja maximuksen aktivaatiojärjestyksellä yhteyttä suurempiin kipuihin tai lantion hallinnan vaikeuteen. Puolierojen havaitsemiseksi kahden ryhmän tuloksia verrattiin toisiinsa erikseen oikealla ja vasemmalla puolella.

Korrelaatiokerrointa ja p-arvoa käytettiin muun muassa m. transversus abdominiksen rentoutumisen ja eri tilanteissa koetun kivun välisen yhteyden selvittämiseen. Vaihtelevien korrelaatioiden ja tulosten suuren määrän takia Tulosten yhteenveto -luvussa raportoitavat tulokset valittiin sekä korrelaatiokertoimen että p-arvon perusteella.

5 Tulosten yhteenveto

Tässä luvussa esitellään tulosten yhteenveto ja niiden pohdintaa. Luvussa esiteltävät tulokset valittiin keskiarvon, korrelaatiokertoimen ja p-arvon tai ryhmien välisen eron merkittävyyden mukaan. Tarkemmat taulukot ja loput tulokset esitetään liitteissä 1–4.

M. gluteus mediuksen ja maximuksen puoliero. Tanssijat, joilla on m. gluteus mediuksen ja m. gluteus maximuksen aktivaatiojärjestyksessä puoliero (taulukko 4), arvioivat neljässä tilanteessa viidestä lantion ja tukijalan hallinnan 8–31 pistettä vaikeammaksi kuin tanssijat, joilla ei ole puoliero (taulukko 3). Ainoa tilanne, jossa eroa ei näy, on lantion ja tukijalan hallinta korkeiden jalanheittojen aikana.

Taulukko 3. Koettu lantion ja tukijalan hallinta. Tanssijat, joilla ei ole puoliero (7 tanssijaa):

	Nostot	Heitot	Pienet hypyt	Suuret hypyt	Tasapainot	Keskiarvo
Keskiarvo	46,43	39,14	48,29	47,43	36	43,46
Keskihajonta	16,93	24,91	21,62	23,61	26,65	17,88

Taulukko 4. Koettu lantion ja tukijalan hallinta. Tanssijat, joilla on puoliero (5 tanssijaa):

	Nostot	Heitot	Pienet hypyt	Suuret hypyt	Tasapainot	Keskiarvo
Keskiarvo	64	41,6	55,8	77,2	66,6	61,04
Keskihajonta	32,39	38,3	22,32	22,35	34,52	24,24

Puoliero on yhteydessä myös neljässä testiliikkeessä kuudesta huonompiin liikeanalyysin eli lonkan rotaatiokontrollin pisteisiin (taulukot 5 ja 6). Kaksi päinvastaista tulosta nähdään testiliikkeessä 1 ylävartalon rotaatiossa oikeasta tukijalasta poispäin sekä testiliikkeessä 2 oikean tukijalan lonkan rotaatiossa.

Taulukko 5. Liikeanalyysin pisteet. Tanssijat, joilla ei ole puoliero:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	3,29	2,29	3,71	3	2,29	2,86
Keskihajonta	1,7	0,95	1,38	1,15	1,38	1,07

Taulukko 6. Liikeanalyysin pisteet. Tanssijat, joilla on puoliero:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	3,2	2,6	3,2	2,6	2,6	2
Keskihajonta	1,1	0,89	0,84	0,89	2,3	1

Lantion ja tukijalan koettua hallintaa ei ole kysytty erikseen molemmilta puolilta, joten näiden mittausten perusteella ei voida tehdä kaikkiin kysytyihin tilanteisiin yleistettävää johtopäätöstä ensimmäisenä aktivoituvan lihaksen ja koetun hallinnan yhteydestä. Ti-

lanteesta eli liikkeestä riippuen m. gluteus maximuksen aktivaatio ennen m. gluteus mediusta on yhteydessä sekä suurempiin että pienempiin vaikeuksiin lantion hallinnassa.

M. gluteus maximuksen varhainen aktivaatio. Tanssijat, joilla m. gluteus maximus aktivoituu ennen m. gluteus mediusta, kokevat eniten kipua vastakkaisen puolen alaselässä tai pakarassa sekä nilkassa ja jalkaterässä (taulukot 7b ja 8b). Tulos voi olla selitettävissä Jandan ristiinlukitusmallin avulla; m. gluteus maximus kiinnittyy fascia thoracolumbalikseen, joka kiinnittyy lisäksi m. obliquus internukseen ja externukseen, m. transversus abdominikseen, ja m. latissimus dorsiin. Faskiaalisen yhteyden takia esimerkiksi m. gluteus maximuksen yliaktiivisuus voi rajoittaa nivelten liikettä ja aiheuttaa toimintahäiriöitä muualla myofaskiaalisessa ketjussa. (Page – Frank – Lardner 2010: 36–37.)

Taulukot 7a ja 7b. Tanssijat, joilla oikealla gluteus maximus aktivoituu ennen m. gluteus mediusta (4 tanssijaa):

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Keskiarvo	19	29	14	26
Keskihajonta	21	14	12	17

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Oikealla				1
Vasemmalla	2	2	2	1
Molemmilla	2	1	1	2

Taulukot 8a ja 8b. Tanssijat, joilla vasemmalla m. glutes maximus aktivoituu ennen m. gluteus mediusta (3 tanssijaa):

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Keskiarvo	32	31	8	44
Keskihajonta	28	27	8	6

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Oikealla	1		1	2
Vasemmalla	1		1	1
Molemmilla		2		

Oikean puolen m. gluteus maximuksen aikainen aktivaatio on yhteydessä parempaan lonkan rotaatiokontrolliin testiliikkeissä. Vasemmalla puolella tulos on päinvastainen, eli m. gluteus maximuksen aktivaatio ennen m. gluteus mediusta on yhteydessä heikompaan lonkan rotaatiokontrolliin. Mittaustilanteen testiliikkeet ovat kevyitä ja nopeita suorittaa, eli niiden avulla ei nähdä väsymyksen vaikutusta. Jokainen tanssija teki testiliikkeet ensin oikealla tukijalla. Testausjärjestys on siis voinut vaikuttaa liikkeen oppimiseen ja tietoisempaan suoritukseen vasemmalla puolella. Tämän teorian perusteella ensimmäisen eli oikean puolen tulos kuvaisi paremmin automaattista liikettä. Tanssijat

ovat kuitenkin saaneet kokeilla liikkeen molemmilla puolilla ennen testausta, joten mitausjärjestyksen vaikutus tuloksiin on pyritty minimoimaan.

Oikean puolen m. gluteus maximuksen varhainen aktivaatio on yhteydessä koettuun lantion hallinnan vaikeuteen korkeiden jalan heittojen aikana mutta myös hieman helpompaan lantion hallintaan pienten hyppyjen alastuloissa. Tanssijat, joilla vasemmalla puolella m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, kokevat lantion ja tukijalan hallinnan pienten ja suurten hyppyjen alastulojen aikana 13 ja 11 pistettä vaikeammaksi kuin tanssijat, joilla m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä. Tanssijat, joilla m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, kokevat lantion hallinnan korkeiden jalanheittojen aikana jopa 43 pistettä helpommaksi kuin tanssijat, joilla m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä. Tulokset ovat ristiriitaisia, ja niiden varmistamiseksi vaaditaan suurempi otoskoko.

Tukijalan m. gluteus maximuksen aktivoituminen ennen m. gluteus mediusta on yhteydessä pienempään ylävartalon kiertoon molempiin suuntiin ennen lonkan rotaatiokontrollin menetystä. Tämä tulos nähdään selvästi vain vasemmalla puolella, mutta oikean puolen tulokset ovat samansuuntaiset, vaikka ero on pienempi. Myös tämä tulos voisi olla selitettävissä Jandan ristiinlukitusmallilla, jonka mukaan myofaskiaalisen ketjun yhden osan kireys voi aiheuttaa toimintahäiriöitä muissa ketjun osissa. (Page – Frank – Lardner 2010: 36–37).

M. piriformis. M. piriformiksen toista puolta pienempi poikkipinta-alan kasvu olisi yhteydessä vastakkaisen puolen kipuihin, ja yleisimmät kipualueet ovat alaselkä tai pakarat, nivuset sekä jalkaterät ja nilkat (taulukot 9 ja 10). Monet tanssijat raportoivat kuitenkin kipuja molemmilla puolilla. Tämä tulos on mahdollisesti selitettävissä sillä, että tukijalan lonkan heikompi ulkorotaatio tai ulkorotaation pito altistaa vastakkaisen puolen rakenteet pakotetusta ulkorotaatiosta ja virheellisestä linjauksesta johtuville ongelmille. Pakotettu ulkorotaatio voi olla seurausta tukijalan puoleisen m. piriformiksen heikosta kyvyistä stabiloida lantio ja tukea se oikeaan asentoon, jolloin klassisen baletin ulkorotaatiovaatimusten täyttämiseksi vastakkaisen alaraajan ulkorotaatio pakotetaan esimerkiksi nilkoista tai polvista.

Taulukko 9. Kivun raportoitu yleisyys, sijainti ja voimakkuus. Tanssijat, joilla oikean m. piriformiksen poikki-pinta-ala kasvaa vähemmän:

	Oikea	Vasen	Molemmat
Raportoitu kipu, kpl:	4	13	7
Yleisin kivun alue:	4	1,2,3,4	1,2
Kivun keskiarvo (0 - 100):	37	28	27
Kivun keskihajonta:	10	13	19

Taulukko 10. Kivun raportoitu yleisyys, sijainti ja voimakkuus. Tanssijat, joilla vasemman m. piriformiksen poikki-pinta-ala kasvaa vähemmän:

	Oikea	Vasen	Molemmat
Raportoitu kipu, kpl:	9	1	9
Yleisin kivun alue:	2	4	1
Kivun keskiarvo (0 - 100):	25	38	16
Kivun keskihajonta:	18	0	9

Kipu 1= alaselkä tai pakaroiden alue, kipu 2= nivuset tai lantion sivuosat, kipu 3=polvi, kipu 4=nilkat tai jalkaterät

Viidessä testiliikkeessä kuudesta tanssijoiden, joilla m. piriformiksen poikki-pinta-alan muutoksen puoliero on yli 50 %, liikeanalyysin pisteet ovat paremmat, eli heillä on parempi lonkan rotaatiokontrolli kuin tanssijoilla, joilla puoliero on alle 50 %. Tämä tulos on ristiriidassa ennako-odotusten ja aiemman tiedon kanssa, ja tulosten varmistamiseksi tutkimusotoksen tulisi todennäköisesti olla suurempi.

M. transversus abdominis. Tilastollisesti erittäin merkitsevän (p-arvo 0,0006) tuloksen mukaan tanssijan parempi kyky rentouttaa m. transversus abdominis ja aktivoida se erillään pinnallisista vatsalihaksista olisi yhteydessä suurempiin koettuihin lantion hallinnan vaikeuksiin pienten hyppyjen alastulon aikana. Tämän tuloksen perusteella voidaan ajatella, suurin haaste ei olisi syvien lihasten rentouttaminen ja aktivoiminen vaan todennäköisemmin aktivaation säilyttäminen ja niiden riittävä hallinta suhteessa pinnallisten lihasten voimaan.

Tanssijoiden lonkan rotaatiokontrollin hallinta on heikompi silloin, kun tukijalan puoleinen m. transversus abdominis rentoutuu tai eriytyneesti aktivoituu toista puolta huommin. Tuloksen perusteella keskivartalon lihasten massa-aktivaation aiheuttama jäykkyys vaikuttaa myös lonkkaa stabiloivien lihasten toimintaan. Tulosten keskihajonnat ovat muutamissa tapauksissa kuitenkin melko suuret suhteessa keskiarvoon, joten yksittäisten tulosten välillä on melko paljon vaihtelua.

6 Pohdinta

Tässä luvussa pohditaan opinnäytetyön toteutusta, tulosten käytettävyyttä fysioterapiassa ja hyötyä balettianssijoille. Lisäksi annetaan jatkoehdotuksia tulosten hyödyntämiseksi ja lisätutkimusten tekemiseksi.

6.1 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyön tekeminen yksin, yhteistyökumppaneiden suuri määrä ja heidän valtava kiinnostuksensa aiheeseen olivat opinnäytetyön toteutuksen aikana sekä haaste että voimavara. Työn tekeminen yksin mahdollisti joustavan aikataulun, mutta välillä niin sanottu vertaiskeskustelu ja -tuki olisi helpottanut laajan asiakokonaisuuden hallintaa ja projektin suunnittelua. Yhteistyökumppaneiden suuri määrä ja heidän monesti myös eriävät mielipiteensä mahdollistivat sen, että opinnäytetyön kaikki vaiheet suunniteltiin monelta eri kannalta, ja huolimattomuusvirheiden määrä saatiin minimoitua. Lisäksi yhteistyökumppaneiden kiinnostus aiheeseen ja monet ideat antoivat inspiraatiota ja samalla opettivat tarkastelemaan omaa toimintaa kriittisesti. Samoista syistä kuitenkin aiheen rajaus, mittausten suunnittelu ja tulosten tiivistäminen lopulliseen opinnäytetyöhön osoittautui melko haastavaksi. Kaiken kaikkiaan yhteistyökumppanit ovat olleet mielestäni opinnäytetyön suurin anti, eikä lopputulos olisi mahdollinen ilman heitä. Yhteistyökumppaneiden aiempi yhteistyö keskenään myös helpotti muun muassa mittaus-tilanteen suunnittelua.

Jos tekisin opinnäytetyön uudelleen, mittaus-tilanteen suunnitteluvaiheessa harjoittelisin myös tulosten analysointia yhden testihenkilön tuloksilla ennen mittausmenetelmien valintaa. Mittausvälineet, menetelmät ja niiden käyttö testattiin ennen mittaus-tilannetta, mutta jälkikäteen huomattiin, ettei kaikkia tuloksia voitu analysoida käytössä olevalla tavalla luotettavasti. Tämä olisi voitu välttää, jos testiliikkeet olisi valittu hieman eri kriteereillä huomioiden paremmin analyysimenetelmät vaatimukset. Toisaalta siinä tapauksessa tulosten määrä olisi moninkertaistunut ja niiden karsiminen olisi ollut entistä vaikeampaa. Alkuperäinen todella laaja mittaus-suunnitelma ja aiherajaus mahdollistivat mielekkäät tutkimuskysymykset, vaikka kaikkia mittaus-tilanteessa saatuja tuloksia ei voitu hyödyntää.

Työ eteni suunnitellun aikataulun mukaisesti, vaikka aikataulujen yhteen sovittaminen osoittautui välillä vaikeaksi. Projektiin osallistuneiden yhteistyöhalukkuus ja kyky jous-taa takasi aikataulussa pysymisen vastoinikäymisistä huolimatta. Olen erityisen tyytyväinen yhteistyön sujuvuuteen, ratkaisujen löytymiseen myös vaikeissa tilanteissa ja tulosten monipuolisuuteen. Tulokset vastaavat osittain ennako-odotuksiani, mutta mukana on myös yllätyksiä. Vaikka joidenkin tulosten varmistamiseksi tarvitaan lisämit-tauksia, opinnäytetyössä on onnistuttu herättämään kiinnostus ja olleellisia kysymyksiä aiheesta. Mikäli samaa aihetta päädytään mittaamaan tarkemmin, tämän opinnäyte-työn tulokset tarjoavat hyvät mahdollisuudet mittausten suunnitteluun ja kohdistami-seen.

6.2 Tulosten raportointi balettitanssijoille

Tulokset rapotoitiin mittauksiin osallistuneille tanssijoille ryhmäpalautetilaisuudessa ja henkilökohtaisesti. Ryhmäpalaute vastasi hyvin pitkälti tämän opinnäytetyön Merkittä-vimmät tulokset -luvun rakennetta, ja tanssijoille havainnollistettiin tulosten jakaumaa ja merkitystä balettiharjoittelulle.

Tanssijoille annettiin myös henkilökohtaisesti palautetta heidän lihastoiminnastaan suh-teessa ryhmän tuloksiin, kipuihin sekä lantion ja lonkan hallintaan. Tavoitteena oli an-taa kaikille tanssijoille suositukset harjoittelun kohdentamiseen.

6.3 Tulosten hyödyntäminen fysioterapiassa

Opinnäytetyön mittaukset osoittavat, että eri kehonalueiden kivun sekä koetun lantion ja tukijalan hallinnan yhteys vaihtelee paljon eri tilanteiden ja liikkeiden välillä. Eniten lantion koettuun hallintaan vaikuttaa kyseisissä liikkeissä paljon rasittuvan alueen kipu. Tämä kuvaa eri kehonalueiden yhteyksiä toisiinsa ja korostaa koko kineettisen ketjun toiminnan huomioimisen tärkeyttä kuntoutuksessa ja valmennuksessa.

Fysioterapian kannalta on merkityksellistä, että kaikki mittauksiin osallistuneet tanssijat pystyvät tietoisesti aktivoimaan ja rentouttamaan m. transversus abdominiksen. Vaikka osa tanssijoista tarvitsee rentoutuksen opettamista, lähtökohdat kuntoutukselle ovat hyvät. Fysioterapiassa tulisikin keskittyä hallinnan kestävyuden kehittämiseen sekä aktivaation ja rentoutumisen automatisoitumiseen. On myös mahdollista, että

pinnalliset lihakset tuottavat syvien lihasten hallintaan nähden liian suuren voiman ja väännön, jolloin tulisi keskittyä syvien lihasten hallinnan kehittämisen lisäksi pinnallisten lihasten yliaktivaation vähentämiseen.

Vaikka monella tanssijalla on puoliero m. gluteus mediuksen ja maximuksen aktivaatiojärjestyksessä, heistä suurin osa pystyy tietoisesti tekemään painonsiirron niin, että m. gluteus medius aktivoituu molemmilla puolilla ensimmäisenä. Tämä antaa hyvät edellytykset fysioterapialle, koska syvien lihasten aktivaation opettamisen sijaan voidaan keskittyä toiminnan automatisoimiseen.

6.4 Tulosten luotettavuus

Tulosten luotettavuutta ja niiden siirtovaikutusta balettiin heikentää pienen otoskoon lisäksi testiliikkeiden kertaluontoinen suoritus. Testiliikkeet ovat nopeita ja kevyitä suorittaa, joten niiden avulla ei pystytä arvioimaan toistojen ja väsymyksen vaikutuksia. Lisäksi mittaus on suoritettu poikkileikkauksena ilman jatkomittauksia tai seurantaa. Poikkileikkaustutkimukseen päädyttiin eri osapuolten aikataulujen yhteensovittamisen onnistumiseksi.

Tulosten luotettavuutta lisää testiliikkeiden aiempi käyttö lonkan rotaatiokontrollin arvioimisessa, kokeneiden fysioterapeuttien läsnäolo mittausten aikana, kyselylomakkeen huolellinen läpikäyminen tanssijoiden kanssa ja mittaustilanteen selkeä ja kaikkien mittaavien kohdalla toistuva rakenne. Testiliikkeiden ja ultraäänimittausten videokuvaaminen on mahdollistanut liikeanalyysin tekemisen lisäksi mittaustilanteessa kirjattujen tulosten tarkistamisen jälkikäteen.

6.5 Jatkoehdotukset

Opinnäytetyön aiheeseen liittyviin jatkotutkimuksiin olisi hyvä sisällyttää rasituksen ja väsymyksen vaikutusten mittaus. Tällöin on mahdollista saada käsitys siitä, miten baletin pitkät harjoitukset tai kokoillan näytökset vaikuttavat lonkan liikehallintaan, kipuun ja koettuun lantion hallintaan. Väsymyksen vaikutuksen selvittäminen suhteessa muihinkin muuttujiin on tärkeää ja hyödyllistä sekä tanssijoille että heidän opettajilleen ja kuntoutushenkilökunnalle.

Lähteet

Bradley, Mike – O'Donnell, Paul 2010. Atlas of musculoskeletal ultrasound anatomy. Second edition. Cambridge University Press. United Kingdom.

Clippinger, Karen 2007. Dance anatomy and kinesiology – Principles and exercises for improving technique and avoiding common injuries. Human Kinetics.

Comerford, Mark – Heiskanen, Jouko 2012. Ultrasound as a tool for teaching, evaluating and retraining muscle recruitment. Soundeffects – the quarterly publication of the Australian sonographers association ltd 2012 (3): 10–15.

Comerford, Mark – Mottram, Sarah 2012. Kinetic Control – The Management of Uncontrolled Movement. Elsevier Australia.

Covey, Carlton J. - Mulder, Mark D. Platar fasciitis: How best to treat? The Journal on Family Practise, September 2013, vol 62, no 9: 466 - 471. Saatavilla myös verkkodokumenttina:

<<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.metropolia.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=6a075f5e-abcb-4af9-9774-62b2b4f4ae60%40sessionmgr110&vid=19&hid=120>>

Fagerson, Timothy L. 2009. Hip pathologies: diagnosis and intervention. Teoksessa Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation: 497–527. Toim. Magee, David J. – Zachzewski, James E. – Quillen, Williams S., Saunders Elsevier. Yhdysvallat.

Franklin, Eric 2004. Conditioning for dance – Training for peak performance in all dance forms. Eric Franklin.

Franklin, TC – Granata, KP 2007. Role of reflex gain and reflex delay in spinal stability – a dynamic simulation. Journal of biomechanics 2007; 40(8): 1762 – 7.

Gildea, Jan E. – Hides, Julie A. – Hodges, Paul W. 2013. Morphology of the abdominal muscles in ballet dancers with and without low back pain: a magnetic resonance imaging study. Journal of Science and Medicine in Sport 17 (2014): 452 – 456. Saatavana myös verkkodokumenttina: <http://ac.els-cdn.com/S1440244013001965/1-s2.0-S1440244013001965-main.pdf?_tid=0b8aef78-39c4-11e4-8e1b-00000aacb35f&acdnat=1410447669_b86accb6e1ffc5eb6ebbbd106bf632c5> Luettu: 11.9.2014.

Gilroy, Anne – MacPherson, Brian – Ross, Lawrence 2009. Atlas of anatomy – Latin nomenclature. Thieme medical publishers, New York.

Haas, Jacqui Greene 2010. Dance Anatomy – Your illustrated guide to improving flexibility, muscular strength, and tone. Human Kinetics.

Hodges, Paul W. – Ferreira, Paulo H. – Ferreira, Manuela L. 2009. Lumbar spine: Treatment of instability and disorders of movement control. Teoksessa Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation: 389–425. Toim. Magee, David J. – Zachzewski, James E. – Quillen, Williams S., Saunders Elsevier. Yhdysvallat.

Hodges, P.W – Pengel, L.H.M – Herbert, R.D – Gandevia, S.C 2003. Measurement of muscle contraction with ultrasound imaging. *Muscle & Nerve* 2003 (27): 682 – 692.

Hollman, John H. – Hohl, Jeffrey M. – Kraft, Jordan L. – Strauss, Jeffrey D. – Traver, Katie J. 2012. Effects of hip extensor fatigue on lower extremity kinematics during a jump-landing task in women: A controlled laboratory study. *Clinical Biomechanics* 27 (2012): 903 – 909. Saatavilla myös verkkodokumenttina: <http://ac.els-cdn.com/S0268003312001520/1-s2.0-S0268003312001520-main.pdf?_tid=ce0309ca-4174-11e4-9cd8-00000aab0f6b&acdnat=1411293245_b665f21a8e7f7358ec4075135a13bfac>

Huwylar, Joseph S. 2002. *The dancer's body – A medical perspective on dance and dance training*. Dance books.

Lee, Diane – Lee, Linda-Joy 2009. Integrated, multimodal approach to the treatment of pelvic girdle pain and dysfunction. *Teoksessa Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation: 473–496*. Toim. Magee, David J. – Zachzewski, James E. – Quillen, Williams S., Saunders Elsevier. Yhdysvallat.

Lee, Diane – Lee, Linda-Joy 2011. *The Pelvic Girdle – An Integration of Clinical Expertise and research*. Churchill Livingstone Elsevier.

Magee, David J. 2008. *Orthopedic physical assessment*. Saunders Elsevier. Yhdysvallat

Magee, David J. – Zachzewski, James E. – Quillen, William S. 2009. *Pathology and intervention in musculoskeletal rehabilitation*. Saunders Elsevier. Yhdysvallat

Neumann, Donald A. 2010. *Kinesiology of the Musculoskeletal System – Foundation for Rehabilitation*. Mosby Elsevier.

Page, Phil – Frank, Clare C. – Lardner, Robert 2010. *Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach*. Human Kinetics, Champaign, IL.

Palastanga, Nigel – Soames, Roger 2012. *Anatomy and human movement – Structure and function*. Sixth edition. Churchill Livingstone Elsevier. Iso-Britannia

Pecina, Marko M. – Bojanic, Ivan 2004. *Overuse injuries of the musculoskeletal system*. Second edition. CRC Press.

Richardson, Carolyn – Hodges, Paul – Hides, Julie 2004. *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization – A motor control approach for the treatment and prevention of low back pain*. Churchill Livingstone. United Kingdom

Sahrmann, A. Shirley 2002. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. Mosby, Inc. Yhdysvallat.

Sainani, Nisha I. – Lawande, Malini A. – Pawar, Abhijeet – Patkar, Deepak P. – Pungavkar, Sona A. 2011. Posterior ankle impingement syndrome due to os trigonum. *Applied Radiology*, December 2011: 28 – 30. Saatavilla myös verkkodokumenttina:

<<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.metropolia.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=11&sid=92d24c4a-67c4-4980-a778-ffe647216ad5%40sessionmgr111&hid=121>>

Sandström, Marita – Ahonen, Jarmo 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. VK-kustannus. Suomi

Schoene, Lisa M. 2012. What you need to know about piriformis syndrome. Podiatry management. June 2012: 209 - 212. Saatavilla myös verkkodokumenttina: <<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.metropolia.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=15&sid=6a075f5e-abcb-4af9-9774-62b2b4f4ae60%40sessionmgr110&hid=120>>

Spina, Andreo A. 2007. External coxa saltans (snapping hip) treated with active release techniques: a case report. Journal of the Canadian Chiropractic Association 2007; 51(1): 23 - 29. Saatavilla myös verkkodokumenttina: <<http://web.b.ebscohost.com.ezproxy.metropolia.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=13&sid=6a075f5e-abcb-4af9-9774-62b2b4f4ae60%40sessionmgr110&hid=120>>

Whittaker, Jackie L. 2007. Ultrasound imaging for rehabilitation of the lumbopelvic region : a clinical approach. Elsevier Churchill Livingstone, Edinburgh.

Wikstrom, Erik A. – Tillman, Mark D. – Schenker, Scott M. – Borsa, Paul A. 2007. Jump-landing direction influences dynamic postural stability scores. Journal of Science and Medicine in Sport (2008) 11, 106 – 111. Saatavilla myös verkkodokumenttina <http://ac.els-cdn.com/S1440244007000862/1-s2.0-S1440244007000862-main.pdf?_tid=818a2494-4178-11e4-a177-00000aab0f01&acdnat=1411294835_11c6572047d9a97c2e4baf4438da4561>

Liite 1 Kyselylomakkeen, liikeanalyysin ja ultraäänikuvantamisen tulokset

Kyselylomake

Taulukoissa 1 – 4 esitellään neljän eri alueen kivun voimakkuus kuudessa tilanteessa. Tilanteet on järjestetty taulukkoihin kivun voimakkuuden mukaan.

Taulukko 1: Kipu 1 (alaselkä ja pakarot) eri tilanteissa:

	Keskiarvo	Keskihajonta
Harjoitusten jälkeen	39	30
Korkeat jalannostot	30	30
Korkeat jalanheitot	22	20
Suuret hyppyt	16	16
Piruetit ja tasapainoharjoitukset	10	21
Pienet hyppyt	7	6

Taulukko 2: Kipu 2 (nivuset ja lantion sivuosat) eri tilanteissa:

	Keskiarvo	Keskihajonta
Korkeat jalannostot	50	33
Harjoitusten jälkeen	39	36
Korkeat jalanheitot	35	32
Suuret hyppyt	21	24
Piruetit ja tasapainoharjoitukset	18	26
Pienet hyppyt	6	8

Taulukko 3: Kipu 3 (polvet) eri tilanteissa:

	Keskiarvo	Keskihajonta
Suuret hyppyt	24	32
Harjoitusten jälkeen	16	27
Piruetit ja tasapainoharjoitukset	10	17
Korkeat jalanheitot	10	14
Korkeat jalannostot	8	13
Pienet hyppyt	7	12

Taulukko 4: Kipu 4 (nilkat ja jalkaterät) eri tilanteissa:

	Keskiarvo	Keskihajonta
Harjoitusten jälkeen	54	32
Suuret hyppyt	50	22
Pienet hyppyt	48	26
Piruetit ja tasapainoharjoitukset	34	27
Korkeat jalannostot	10	14
Korkeat jalanheitot	5	6

Tuloksista nähdään, että voimakkaimmat kivut on raportoitu nilkoissa ja jalkaterissä harjoitusten jälkeen sekä suurten ja pienten hyppyjen alastuloissa ja nivusissa korkeiden jalannostojen aikana. Näiden neljän tuloksen keskihajonnat ovat myös suhteessa pienemmät verrattuna muiden tulosten keskihajontoihin. Muissa tuloksissa keskihajonta on erittäin suuri, osassa jopa keskiarvoa suurempi. Tämä kertoo suurista eroista

tanssijoiden raportoimien tulosten välillä. Mitä suurempi keskihajonta on, sitä enemmän kyseisessä tilanteessa on vastauksia sekä arvon 0 että 100 lähettyvillä.

Taulukko 5: Voimakkaimmat kivut eri tilanteissa:

	1. voimak- kain	2. voimak- kain	3. voimak- kain	4. voimakkain
Korkeat nostot:	kipu2	kipu1	kipu4	kipu3
Korkeat heitot:	kipu2	kipu1	kipu3	kipu4
Pienet hyppy:	kipu4	kipu1	kipu3	kipu2
Suuret hyppy:	kipu4	kipu3	kipu2	kipu1
Tasapainot:	kipu4	kipu2	kipu1	kipu3
Jälkeen:	kipu4	kipu2	kipu1	kipu3

Taulukosta 5 nähdään, että useimmissa tilanteissa voimakkainta kipua koetaan jalkate-
rissä tai nilkoissa, nivusissa ja lantion edessä tai sivussa sekä alaselässä tai pakaroi-
den alueella. Keskimäärin voimakkainta kipua mittauksiin osallistuneet tanssijat koke-
vat harjoitusten jälkeen, seuraavaksi voimakkainta suurten hyppyjen alastuloissa sekä
korkeissa jalannostoissa, ja vähäisintä kipua koetaan keskimäärin pienten hyppyjen
alastuloissa. Kivun voimakkuus eri tilanteissa vaihtelee kuitenkin huomattavasti eri ke-
honosien välillä, koska eri kehon alueet voivat joutua hyvin erilaiselle rasitukselle sa-
massa liikkeessä.

Taulukko 6: Tukijalan ja lantion hallinnan vaikeus:

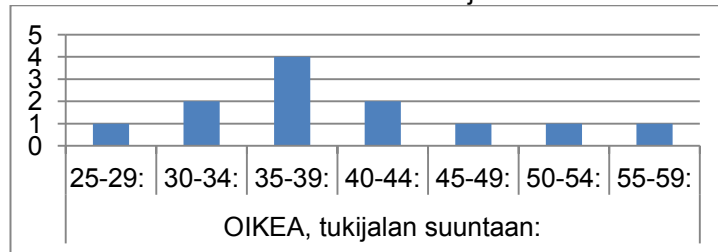
	Keskiarvo	Keskihajonta
Suurten hyppyjen alastulo	60	27
Korkeat jalannostot	54	25
Pienten hyppyjen alastulo	51	21
Tasapainot	49	33
Korkeat jalanheitot	40	30

Verrattuna taulukoiden 1 – 4 tuloksiin taulukon 6 keskiarvot ovat korkeammat ja keski-
hajonnat suhteessa pienemmät. Tästä voidaan päätellä, että vaikka mittauksiin osallis-
tuneiden tanssijoiden kokemat kivut vaihtelevat todella paljon, lantion ja tukijalan hallin-
ta koetaan keskimäärin vaikeampana, ja tulokset ovat yhtenäisemmät kuin kivun arvi-
oissa. Verrattuna tuloksiin kivusta, harvemmat tanssijat ovat arvoneet lantion ja tukija-
lan hallinnan vaikeuden lähelle asteikon ääripäitä. Tulee muistaa, että kuten arviot ki-
vusta, myös arviot lantion ja tukijalan hallinnan vaikeuksista perustuvat tanssijoiden
subjektiiviseen kokemukseen.

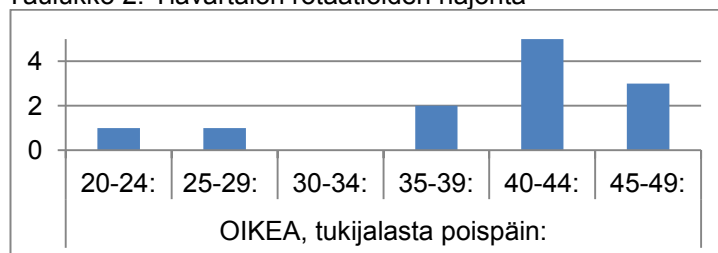
Liikeanalyysi

Taulukoissa 1–4 kuvataan testiliikkeessä 1 mitattujen ylävartalon rotaatioiden määrä. Rotaatiot on ryhmitelty viiden asteen ryhmiin, ja pylväät kertovat ryhmään lukeutuneiden tanssijoiden määrän. Taulukot on jaettu tukijalan ja rotaation suunnan mukaan.

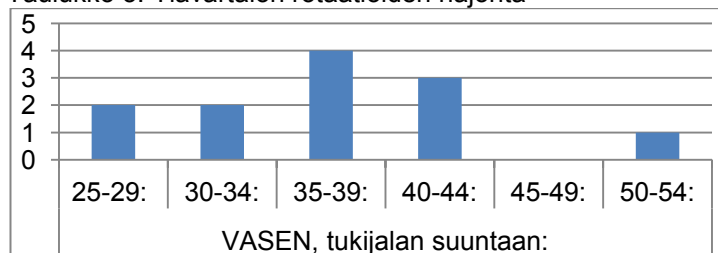
Taulukko 1. Ylävartalon rotaatioiden hajonta



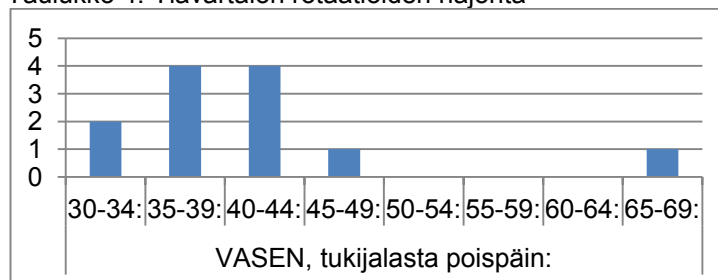
Taulukko 2. Ylävartalon rotaatioiden hajonta



Taulukko 3. Ylävartalon rotaatioiden hajonta



Taulukko 4. Ylävartalon rotaatioiden hajonta



Ylävartalon rotaatioissa tanssijoiden väliset erot ovat melko suuria, mutta suurella osalla tanssijoista on myös puolieroja. Vain yhdellä mittauksiin osallistuneista tanssijoista rotaatiot molempiin suuntiin ovat symmetriset molemmilla tukijaloilla seistessä, kun alle kahden asteen puoliero lasketaan symmetrisiksi rotaatioiksi. Tukijalan suuntaan tehtävissä rotaatioissa neljällä tanssijalla rotaation määrä on symmetrinen molemmilla tukijaloilla seistessä, seitsemällä tanssijalla rotaatio on suurempi oikealle, ja yhdellä tanssijalla rotaatio on suurempi vasemmalle. Neljällä tanssijalla rotaatio on toiselle puolelle 10–25 prosenttia suurempi sekä kahdella tanssijalla 29 ja 42 prosenttia suurempi.

Tukijalasta poispäin tehtävissä rotaatioissa kahdella tanssijalla rotaation määrä on symmetrinen molemmilla tukijaloilla seistessä, viidellä tanssijalla rotaatio on suurempi oikealle, ja viidellä tanssijalla rotaatio on suurempi vasemmalle. Neljällä tanssijalla puoliero on 10–25 astetta, kahdella tanssijalla 28 ja 29 astetta sekä kolmella tanssijalla 34–41 astetta. Taulukossa 5 näytetään, kuinka monessa tilanteessa ja kuinka monta prosenttia jomman kumman suunnan tulos on suurempi, ja mikä on puolierojen keskihajonta.

Taulukko 5. Ylävartalon rotaatioiden puoliero

Suuremman rotaation suunta:	Monessako tilanteessa	Ero prosentteina	Puolierojen keskihajonta
Oikealle:	12	25 %	12
Vasemmalle:	6	16 %	8
Symmetrinen:	6	<5 %	

Taulukosta 6 nähdään, että mittauksiin osallistuneiden tanssijoiden liikeanalyysin pisteet ovat keskimäärin korkeimmat testiliikkeessä 1 ylävartalon rotaatioissa vasenta tukijalkaa kohti. Silloin tanssijoiden lonkan rotaatiokontrolli on arvioitu parhaaksi. Matalimmat liikeanalyysin pisteet tanssijat ovat saaneet oikealla tukijalalla sekä testiliikkeissä 1 että 2. Molemmissa liikkeissä rotaatio tapahtuu poispäin tukijalasta.

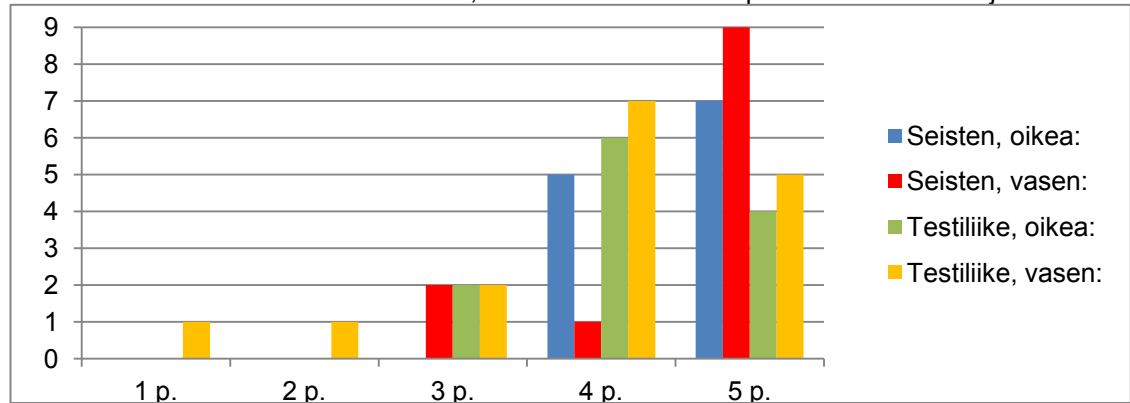
Taulukko 6. Liikeanalyysin tulokset (ylärivillä testiliike, tukijalka ja rotaation suunta)

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo:	3,25	2,42	3,50	2,83	2,42	2,50
Keskihajonta:	1,42	0,90	1,18	1,03	1,73	1,09

Ultraäänikuvantaminen

M. transversus abdominis. Taulukossa 10 näkyy pisteiden hajonta sekä rennossa seisoma-asennossa että testiliikkeessä molemmilta puolilta mitattuna. Eniten viiden pisteen suorituksia on seisten vasemmalta puolelta mitattuna. 4 – 5 pisteen suorituksia on eniten seisten oikealta puolelta mitattuna (12) ja testiliikkeessä vasemmalta puolelta mitattuna (12). Eniten 1- 3 pisteen suorituksia on myös testiliikkeessä vasemmalta puolelta mitattuna, joten sen tuloksissa on suurin hajonta. Pienin hajonta on seisten oikealta puolelta mitattuna, josta kaikki tanssijat ovat saaneet 4 – 5 pistettä.

Taulukko 10. M. transversus abdominis, rentoutus molemmilla puolilla. Pisteiden hajonta.



Pylväät kuvaavat sitä, kuinka moni tanssija on saanut alarivillä näkyvän pistemäärän kyseisessä tilanteessa.

M. gluteus medius ja m. gluteus maximus. Kuudella tanssijalla *m. gluteus medius* aktivoituu molemmilla puolilla ensimmäisenä, yhdellä tanssijalla *m. gluteus maximus* aktivoituu molemmilla puolilla ensimmäisenä, ja viidellä tanssijalla on puolierot aktivaatiojärjestyksessä. Heistä kolmella vasemman tukijalan *m. gluteus medius* aktivoituu ensimmäisenä ja oikean tukijalan *m. gluteus maximus* ensimmäisenä. Kahdella viidestä järjestys on vastakkainen. Mittauksiin osallistuneilla tanssijoilla ei siis esiinny systemaattisesti toisen lihaksen dominointia tukijalasta riippuen.

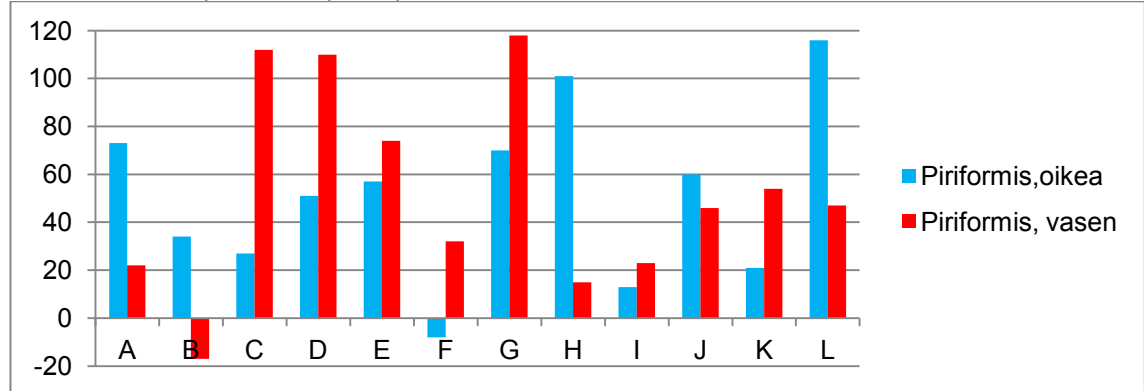
M. piriformis. Mittauksiin osallistuneilla tanssijoilla *m. piriformiksen* poikkipinta-ala kasvaa suurimmillaan 118 prosenttia, mutta samasta kohdasta mitattuna muutamilla tanssijoilla lihaksen poikkipinta-ala pienenee jopa 17 prosenttia. Ultraäänikuvantamisella todettu poikkipinta-alan pieneneminen johtuu todennäköisesti lihasmassan liukumisesta. Jokaisella mittauksiin osallistuneista tanssijoista havaittiin puoliero lihaksen poikkipinta-alan muutoksessa.

Taulukossa 11 näkyy, kuinka monella tanssijalla kunkin puolen poikkipinta-alan kasvu on vähäisempää, ja kuinka monta prosenttiyksikköä puoliero on keskimäärin. Taulukossa 12 havainnollistetaan kaikkien tulosten hajontaa. Tanssijat on kuvattu kirjaimilla, ja pylväät kuvaavat prosentuaalista poikkipinta-alan muutosta.

Taulukko 11. M. piriformiksen poikkipinta-alan muutos

	Kasvaa vähemmän	Puolieron keskiarvo	Puolieron keskihajonta
Vasen:	5 tanssijalla	54 %	27
Oikea:	7 tanssijalla	42 %	26

Taulukko 12. M. piriformis, poikkipinta-alan muutos



Liite 2 Ultraäänikuvantamisen ja kivun yhteys

Ennen mittausten suorittamista ja tulosten analysointia ennakko-odotukset olivat, että m. gluteus mediuksen aktivaatio ennen m. gluteus maximusta sekä m. piriformiksen pieni puoliero olisivat yhteydessä vähäisempään koettuun kipuun ainakin lantion ja lonkkien alueella. M. transversus abdominiksen rentoutumisella ja eriytyneellä aktivaatiolla odotetaan olevan yhteys alaselän ja nivusten kipuun.

M. gluteus medius ja m. gluteus maximus

Tanssijat, joilla oikealle puolella m. gluteus medius aktivoituu ennen m. gluteus maximusta (taulukot 13a ja 13b), alueen 4 eli nilkkojen ja jalkaterien kipu on voimakkaampaa kuin tanssijoilla, joilla saman puolen m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä. Keskihajonnan ollessa selvästi pienempi tanssijoiden ilmoittamat kivut kyseisellä alueella ovat tasaisesti korkeammat kuin m. gluteus maximuksen aktivoituessa ensimmäisenä. Kipua nilkoissa ja jalkaterissä koetaan lähes yhtä paljon molemmilla puolilla, suurimmalla osalla tanssijoista on kuitenkin puoliero, eli vain toinen nilkka on kipeä.

Muiden alueiden kivun voimakkuuden sekä m. gluteus mediuksen ja m. gluteus maximuksen aktivaatiojärjestyksen välillä ei nähdä yhteyttä. Tanssijat, joilla oikealla puolella m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä, raportoivat enemmän kipua oikealla puolella ja tanssijat, joilla oikealla puolella m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, raportoivat enemmän kipua vasemmalla puolella. Huomionarvoista on, että he eivät raportoi juuri lainkaan kipua oikealla puolella. Taulukoista 13–16 a ja b nähdään eri ryhmien kivun keskiarvo, keskihajonta ja se, kuinka monta kertaa kivun sijainniksi ilmoitettiin oikea, vasen tai molemmat puolet.

Taulukot 13a ja 13b. Tanssijat, joilla oikealla gluteus medius aktivoituu ennen m. gluteus maximusta (8 tanssijaa):

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Keskiarvo	22	28	12	37
Keskihajonta	13	21	14	6

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Oikealla	3	3	2	3
Vasemmalla	1	1	1	4
Molemmilla	4	3	2	1

Taulukot 14a ja 14b. Tanssijat, joilla oikealla gluteus maximus aktivoituu ennen m. gluteus mediusta (4 tanssijaa):

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Keskiarvo	19	29	14	26
Keskihajonta	21	14	12	17

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Oikealla				1
Vasemmalla	2	2	2	1
Molemmilla	2	1	1	2

Tanssijoilla, joilla vasemmalla puolella m. gluteus maximus aktivoituu ennen m. gluteus mediusta, kivun voimakkuus on keskiarvoltaan 11 pistettä suurempi alueella 1 eli alaselässä ja pakaroiden alueella sekä 15 pistettä suurempi alueella 4 eli nilkoissa ja jalkaterissä. Alueen 1 keskihajonta on kuitenkin suhteessa niin suuri, että tulokset eivät ole tasaiset. Alueen 4 kivun keskihajonta puolestaan on melko pieni suhteessa kivun voimakkuuteen, joten arviot kivun voimakkuudesta ovat johdonmukaisesti toisen ryh-

män arvioita korkeammat tanssijoilla, joilla m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä. Tämä tulos on ristiriidassa taulukoiden 13a ja 14a tulosten kanssa.

Tanssijat, joilla vasemmanpuoleinen m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä, raportoivat hieman enemmän kipuja vasemmalla puolella polvissa, nilkoissa ja jalkaterissä. Ero on kuitenkin pieni, ja kuten taulukosta 15b nähdään, kyseinen ryhmä ei raportoi kivutonta puolta. Tanssijat, joilla vasemmalla m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, raportoivat yhden kerran enemmän kipua oikealla nilkassa ja jalkaterässä. Tuloksissa tulee ottaa huomioon, että kyseisessä ryhmässä on vain kolme tanssijaa, ja suuremmalla otoksella tulokset olisivat luotettavampia.

Taulukot 15a ja 15b. Tanssijat, joilla vasemmalla m. gluteus medius aktivoituu ennen m. gluteus maximusta (9 tanssijaa):

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Keskiarvo	21	27	14	29
Keskihajonta	15	17	14	10

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Oikealla	2	3	1	2
Vasemmalla	2	3	2	4
Molemmilla	5	3	3	3

Taulukot 16a ja 16b. Tanssijat, joilla vasemmalla m. glutes maximus aktivoituu ennen m. gluteus mediusta (3 tanssijaa):

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Keskiarvo	32	31	8	44
Keskihajonta	28	27	8	6

	Kipu 1	Kipu 2	Kipu 3	Kipu 4
Oikealla	1		1	2
Vasemmalla	1		1	1
Molemmilla		2		

M. piriformis

Mittausten mukaan m. piriformiksen toista puolta pienempi poikkipinta-alan kasvu olisi yhteydessä vastakkaisen puolen kipuihin, ja yleisimmät kipualueet ovat alaselkä tai pakarat, nivuset sekä jalkaterät ja nilkat. Monet tanssijat raportoivat kuitenkin kipuja molemmilla puolilla, joten suurempi otos lisäisi tulosten luotettavuutta. Puolierojen määrän ja kivun voimakkuuden välillä ei havaita yhteyttä.

Taulukko 17. Kivun raportoitu yleisyys, sijainti ja voimakkuus. Tanssijat, joilla oikean m. piriformiksen poikkipinta-ala kasvaa vähemmän:

	Oikea	Vasen	Molemmat
Raportoitu kipu, kpl:	4	13	7
Yleisin kivun alue:	4	1,2,3,4	1,2
Kivun keskiarvo (0 - 100):	37	28	27
Kivun keskihajonta:	10	13	19

Taulukko 18. Kivun raportoitu yleisyys, sijainti ja voimakkuus. Tanssijat, joilla vasemman m. piriformiksen poikkipinta-ala kasvaa vähemmän:

	Oikea	Vasen	Molemmat
Raportoitu kipu, kpl:	9	1	9
Yleisin kivun alue:	2	4	1
Kivun keskiarvo (0 - 100):	25	38	16
Kivun keskihajonta:	18	0	9

Kipu 1= alaselkä tai pakaroiden alue, kipu 2= nivuset tai lantion sivuosat, kipu 3=polvi, kipu 4=nilkat tai jalkaterät

M. transversus abdominis

Useilla tanssijoilla havaitaan puoliero m. transversus abdominiksen rentoutumisessa ja eriytyneessä aktivaatiossa. Huonommin rentoutuvan puolen ja kivun puolen välillä ei kuitenkaan havaita yhteyttä. Kaksi tanssijaa raportoi kipua samalla puolella kuin seisoma-asennossa mitattuna heikommin rentoutuva m. transversus abdominis, mutta kolme tanssijaa raportoi kipua vastakkaisella puolella. Neljä tanssijaa raportoi kipua pääasiassa samalla puolella kuin testiliikkeessä heikommin aktivoituva m. transversus, mutta kaksi tanssijaa raportoi kipua vastakkaisella puolella.

Liite 3 Ultraäänimittausten ja koetun lantion hallinnan yhteys

Ennen mittauksia ja tulosten analysointia ennakko-odotuksina on ollut, että m. gluteus mediuksen aktivaatio ennen m. gluteus maximusta, m. transversus abdominiksen hyvä rentoutuminen ja eriytynyt aktivaatio sekä m. piriformiksen suuri poikkipinta-alan kasvu olisivat yhteydessä vähäisempiin koettuihin lantion ja tukijalan hallinnan vaikeuksiin. Lisäksi piriformiksen puolieroista on pyritty löytämään niin sanottu raja-arvo, jota suurempi puoliero on yhteydessä lantion hallinnan vaikeuksiin.

M. gluteus medius ja m. gluteus maximus

Tanssijat, joilla oikeanpuoleinen m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, kokevat lantion ja tukijalan hallinnan jalan korkeiden heittojen aikana keskimäärin 10 pistettä vaikeammaksi kuin tanssijat, joilla m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä. Tanssijoilla, joilla m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, tulosten keskihajonta on suhteessa suurempi, joten tuloksissa esiintyy toista ryhmää huomattavasti enemmän vaihtelua. Tämän kyselylomakkeen tulosten mukaan he kuitenkin kokevat lantion ja tukijalan hallinnan pienten hyppyjen alastulojen aikana 13 pistettä helpommaksi kuin tanssijat, joilla m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä. Muissa tilanteissa tai liikkeissä yli kahden pisteen eroa ei havaita.

Taulukko 19. Koettu lantion ja tukijalan hallinta. Tanssijat, joilla oikea m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä:

	Nostot	Heitot	Pienet hypyt	Suuret hypyt	Tasapaino	Keskiarvo
Keskiarvo	54	37	56	60	49	51
Keskihajonta	21	23	22	27	29	16

Taulukko 20. Tanssijat, joilla oikea m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä:

	Nostot	Heitot	Pienet hypyt	Suuret hypyt	Tasapaino	Keskiarvo
Keskiarvo	53	47	43	59	49	50
Keskihajonta	35	43	19	31	44	33

Tanssijat, joilla vasemmanpuoleinen m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, kokevat lantion ja tukijalan hallinnan pienten ja suurten hyppyjen alastulojen aikana 13 ja 11 pistettä vaikeammaksi kuin tanssijat, joilla m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä. Jalan korkeiden nostojen ja tasapainojen aikana sekä lantion hallinnan pisteiden keskiarvossa ei havaita yli neljän pisteen eroa. Tanssijat, joilla m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, kokevat lantion hallinnan korkeiden jalanheittojen aikana jopa 43 pistettä helpommaksi kuin tanssijat, joilla m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä. Tulokset vastaavat siis vain osittain ennakko-odotuksia.

Taulukko 21. Koettu lantion ja tukijalan hallinta. Tanssijat, joilla vasen m. glutues medius aktivoituu ensimmäisenä:

	Nostot	Heitot	Pienet hypyt	Suuret hypyt	Tasapaino	Keskiarvo
Keskiarvo	54	51	48	57	48	52
Keskihajonta	23	26	22	25	31	21

Taulukko 22. Tanssijat, joilla vasen m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä:

	Nostot	Heitot	Pienet hypyt	Suuret hypyt	Tasapaino	Keskiarvo
Keskiarvo	54	8	61	68	50	48
Keskihajonta	35	6	20	36	45	27

Tanssijat, joilla on m. gluteus mediuksen ja maximuksen aktivaatiojärjestyksessä puoliero, arvioivat viidessä tilanteessa kuudesta lantion ja tukijalan hallinnan 8 – 31 pistettä vaikeammaksi kuin tanssijat, joilla ei ole puoliero. Ainoa tilanne, jossa eroa ei näy, on lantion ja tukijalan hallinta korkeiden jalanheittojen aikana. Keskihajonta on suhteessa pienempi kuin useissa taulukoiden 19–22 tilanteissa, joten vertaamalla tanssijoita sen mukaan, onko heillä puolieroja, tulokset ovat taulukoiden 18–21 tuloksia johdonmukaisemmat.

Taulukko 23. Koettu lantion ja tukijalan hallinta. Tanssijat, joilla ei ole puoliero (7 tanssijaa):

	Nostot	Heitot	Pienet hypyt	Suuret hypyt	Tasapainot	Keskiarvo
Keskiarvo	46,43	39,14	48,29	47,43	36	43,46
Keskihajonta	16,93	24,91	21,62	23,61	26,65	17,88

Taulukko 24. Koettu lantion ja tukijalan hallinta. Tanssijat, joilla on puoliero (5 tanssijaa):

	Nostot	Heitot	Pienet hypyt	Suuret hypyt	Tasapainot	Keskiarvo
Keskiarvo	64	41,6	55,8	77,2	66,6	61,04
Keskihajonta	32,39	38,3	22,32	22,35	34,52	24,24

M. piriformis

M. piriformiksen poikkipinta-alan muutosta ja koettua lantion hallintaa on verrattu toisiinsa muun muassa jakamalla tanssijat ryhmiin sen mukaan, kuinka suuri heidän puolieronsa oikean ja vasemman m. piriformiksen poikkipinta-alan muutoksen välillä on. Mittausten perusteella m. piriformiksen poikkipinta-alan muutoksen suuruuden sekä koetun lantion ja tukijalan hallinnan välillä ei näytä olevan yhteyttä. Tuloksia vertaamalla ei havaita myöskään kynnsarvoa, jota suurempi puoliero olisi yhteydessä hallinnan ongelmiin. Yhteyksiä ei löydetä suhteessa lantion ja tukijalan hallinnan pisteiden keskiarvoon eikä tilannekohtaisiin pisteisiin.

M. transversus abdominis

Tanssijoiden kyvyllä rentouttaa m. transversus abdominis sekä koetulla kyvyllä hallita lantio ja tukijalka ei havaita yhteyttä kahta poikkeusta lukuun ottamatta. Tanssijoiden kyvyn rentouttaa vasemmanpuoleinen m. transversus abdominis testiliikkeen aikana ja aktivoida se eriytyneesti sekä korkeissa jalannostoissa koetun paremman lantion hallinnan välinen korrelaatio on 0,49 ja p-arvo 0,053. Tuloksen perusteella m. abdominiksen hyvä rentoutuminen olisi yhteydessä parempaan koettuun lantion ja tukijalan hallin-

taan. P-arvo $<0,05$ on tilastollisesti lähes merkitsevä, joten korrelaation varmistamiseksi vaadittaisiin suurempi otos.

Tanssijoiden kyvyn rentouttaa vasemmanpuoleinen m. transversus abdominis seiso- ma-asennossa ja pienten hyppyjen alastuloissa koetun paremman lantion hallinnan välinen korrelaatio on $-0,82$ ja p-arvo $0,0006$, eli tulos on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Tämän tuloksen mukaan tanssijan parempi kyky rentouttaa m. transversus abdominis ja aktivoida se erillään pinnallisista vatsalihaksista olisi yhteydessä suurempiin koettuihin lantion hallinnan vaikeuksiin pienten hyppyjen alastulon aikana. Tuloksia tulkitessa tulee ottaa huomioon, että testiliikkeet ovat kaikissa tilanteissa erittäin pelkistettyjä ja yksinkertaistettuja verrattuna balettiliikkeisiin, eikä niissä pystytä ottamaan huomioon esimerkiksi pitkien vipuvarsien tai hyppyjen voimakkaiden lihassupistusten vaikutusta m. transversuksen toimintaan. Tämä voi osaltaan selittää korrelaatioiden vähäisyyden.

Liite 4 Liikeanalyysin yhteys kipuun ja koettuun lantion hallintaan sekä ultraäänimittauksiin

Yhteys kipuun ja koettuun lantion hallintaan

Kuudella tanssijalla on puoliero testiliikkeessä 1, ja heistä kolme raportoi enemmän kipua vastakkaisella puolella kuin liikeanalyysissä huonommat pisteet saanut tukijalka. Loput heistä raportoivat kipua tasaisesti molemmilla puolilla. Kuudella tanssijalla on puoliero testiliikkeessä 2, ja heistä neljä raportoi enemmän kipua samalla puolella kuin liikeanalyysissä huonommat pisteet saanut tukijalka, ja kaksi raportoi kipua tasaisesti molemmilla puolilla.

Kahta poikkeusta lukuun ottamatta koetun lantion hallinnan ja liikeanalyysin välillä ei havaita korrelaatioita, ja löydökset esitetään taulukossa 9. Testiliikkeessä 1 ylävartalon rotaatio oikean tukijalan suuntaan ja testiliike 2 vasemmalla tukijalalla korreloivat melko voimakkaasti koetun lantion hallinnan kanssa hyppyjen alastuloissa, ja molemmat tulokset ovat tilastollisesti melkein merkitseviä.

Taulukko 9. Liikeanalyysin pisteiden ja koetun lantion hallinnan korrelaatio:

	Korrelaatio	P-arvo
Liike 1, oikea, päin / Pienten hyppyjen alastulot	-0,627	p-arvo: 0,0146
Liike 2, vasen / suurten hyppyjen alastulot	-0,626	p-arvo: 0,0147

Negatiivinen korrelaatio tarkoittaa sitä, että liikeanalyysin pisteiden laskiessa koettu lantion hallinnan vaikeus kasvaa.

Yhteys ultraäänimittauksiin

Jokaisen ultraäänikuvantamisella mitatun lihaksen toimintaa on verrattu sekä testiliikkeessä 1 tehtävien ylävartalon rotaatioiden määrään että testiliikkeistä 1 ja 2 tehtyyn liikeanalyysiin, jossa arvioidaan tukijalan lonkkanivelen rotaatiokontrollia. Ennakkoodotuksena on, että m. gluteus mediuksen aktivaatio ennen m. gluteus maximusta olisi yhteydessä parempaan lonkan rotaatiokontrolliin, ja kaikkien lihasten toiminnan puolierolla uskotaan olevan vaikutus liikeanalyysin tuloksiin.

M. gluteus medius ja m. gluteus maximus

Tanssijat, joilla oikealla puolella m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, ovat saaneet paremmat pisteet testiliikkeiden liikeanalyysistä kuin tanssijat, joilla oikea m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä. He pystyvät siis paremmin hallitsemaan lonkkaa rotaatiosuunnassa. Päinvastoin tanssijat, joilla vasemmalla puolella m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, saavat muita huonommat pisteet testiliikkeiden liikeanalyysistä, eli heillä lonkan rotaatiosuunnan hallinta on mittaustulosten mukaan keskimäärin heikompi kuin tanssijoilla, joilla m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä. Vasemman puolen tuloksissa ero on keskimäärin hieman suurempi kuin oikean puolen tulosten ero. Oikean puolen tuloksissa testiliikkeen 1 aikana ylävartalon kierto vasemmasta tukijalasta pois päin on yhtenevä vasemman puolen tulosten kanssa.

Taulukko 25. Liikeanalyysin pisteet. Tanssijat, joilla oikea m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	2,88	2,25	3,38	2,88	2	2,13
Keskihajonta	1,64	0,89	1,41	1,13	1,51	0,83

Taulukko 26. Liikeanalyysin pisteet. Tanssijat, joilla oikea m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	4	2,75	3,75	2,75	3,25	3,25
Keskihajonta	0	0,98	0,5	0,98	2,06	1,26

Taulukko 27. Liikeanalyysin pisteet. Tanssijat, joilla vasen m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	3,44	2,56	3,67	3,11	3	2,56
Keskihajonta	1,51	1,01	1,22	1,05	1,58	0,53

Taulukko 28. Liikeanalyysin pisteet. Tanssijat, joilla vasen m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	2,67	2	3	2	0,67	2,33
Keskihajonta	1,15	0	1	0	0,58	2,31

Tanssijat, joilla on puoliero m. gluteus mediuksen ja maximuksen aktivaatiojärjestyksessä, ovat saaneet neljässä testiliikkeessä kuudesta huonommat liikeanalyysin eli lonkan rotaatiokontrollin pisteet kuin tanssijat, joilla ei ole puoliero. Kaksi päinvastaista tulosta nähdään testiliikkeessä 1 ylävartalon rotaatiossa oikeasta tukijalasta pois päin sekä testiliikkeessä 2 oikean tukijalan lonkan rotaatiossa.

Mittauksiin osallistuneista tanssijoista viidellä on puoliero aktivaatiojärjestyksessä. Kolmella heistä liikeanalyysin huonommat pisteet on saatu sillä puolella, jolla m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, mutta kahdella heistä huonommat pisteet on saatu vastakkaisella puolella. Mittaustulosten perusteella ei voida siis arvioida m. gluteus maximuksen varhaisella aktivaatiolla olevan yhteyttä siihen, kummalla puolella lonkan rotaatiokontrolli on heikompi. Tulosten varmistamiseksi tarvitaan suurempi otoskoko. Kaikilla tanssijoilla, joilla on lihasten aktivaatiojärjestyksessä puoliero, on kuitenkin selvä puoliero myös liikeanalyysin pisteissä.

Taulukko 29. Liikeanalyysin pisteet. Tanssijat, joilla ei ole puoliero:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	3,29	2,29	3,71	3	2,29	2,86
Keskihajonta	1,7	0,95	1,38	1,15	1,38	1,07

Taulukko 30. Liikeanalyysin pisteet. Tanssijat, joilla on puoliero:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	3,2	2,6	3,2	2,6	2,6	2
Keskihajonta	1,1	0,89	0,84	0,89	2,3	1

Taulukoiden 31–34 tuloksista nähdään, että keskimääräiset erot rotaatioiden välillä ovat melko pieniä. Tanssijat, joilla oikea eli tukijalan vastakkainen m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, on keskimäärin viisi astetta suurempi ylävartalon rotaatio vasemman tukijalan suuntaan kuin tanssijoilla, joilla m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä. Tanssijat, joilla vasen eli tukijalan m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä, on puolestaan keskimäärin viisi astetta pienempi ylävartalon rotaatio vasemman tukijalan suuntaan. Ero on merkittävä verrattaessa tanssijoita, joilla oikea m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä tanssijoihin, joilla vasen m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä. Ero näkyy myös ylävartalon rotaatioissa vasemmasta tukijalasta pois päin, jolloin vasemman eli tukijalan m. gluteus maximuksen aktivoituessa ensimmäisenä ylävartalon rotaatio on noin 5 astetta pienempi kuin vastakkaisen m. gluteus maximuksen aktivoituessa ensimmäisenä. Tulosten mukaan tukijalan m. gluteus maximuksen aktivoituminen ennen m. gluteus mediusta on yhteydessä pienempään ylävartalon kiertoon molempiin suuntiin ennen lonkan rotaatiokontrollin menetystä. Tämä tulos nähdään selvästi vain vasemmalla puolella, mutta oikean puolen tulokset ovat samansuuntaiset, vaikka ero on pienempi.

Taulukko 31. Ylävartalon rotaatiot (asteina, ylärivillä tukijalka ja kierron suunta). Tanssijat, joilla oikea m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä:

	Oikea, päin	Oikea, pois	Vasen, päin	Vasen, pois
Keskiarvo	39	38	35	39
Keskihajonta	8	8	5	5

Taulukko 32. Ylävartalon rotaatiot (asteina). Tanssijat, joilla oikea m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä:

	Oikea, päin	Oikea, pois	Vasen, päin	Vasen, pois
Keskiarvo	42	42	40	44
Keskihajonta	10,4	5,29	9,29	14,45

Taulukko 33. Ylävartalon rotaatiot (asteina). Tanssijat, joilla vasen m. gluteus medius aktivoituu ensimmäisenä:

	Oikea, päin	Oikea, pois	Vasen, päin	Vasen, pois
Keskiarvo	40,11	38,33	37,67	41,44
Keskihajonta	9,25	8,02	7,43	10,26

Taulukko 34. Ylävartalon rotaatiot (asteina). Tanssijat, joilla vasen m. gluteus maximus aktivoituu ensimmäisenä:

	Oikea, päin	Oikea, pois	Vasen, päin	Vasen, pois
Keskiarvo	41	41,33	32,67	39,33
Keskihajonta	8,66	5,69	3,51	0,58

M. piriformis

M. piriformiksen poikkipinta-alan muutoksen puolieron ja ylävartalon rotaatioiden välillä ei havaita yhteyttä. Taulukoista 35 ja 36 nähdään, että viidessä testiliikkeessä tanssijoilla, joilla puoliero on yli 50%, on liikeanalyysin pisteiden mukaan parempi lonkan rotaatiokontrolli kuin tanssijoilla, joilla m. piriformiksen puoliero on alle 50%.

Taulukko 35. Liikeanalyysin pisteet (ylärivillä testiliike, tukijalka ja rotaation suunta). Tanssijat, joilla alle 50 % puoliero:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	2,5	2,17	3,33	2,5	2,17	2,67
Keskihajonta	1,38	0,98	1,37	0,84	1,6	1,37

Taulukko 36. Tanssijat, joilla yli 50 % puoliero:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	4	2,67	3,67	3,17	2,67	2,33
Keskihajonta	1,1	0,82	1,03	1,17	1,97	0,82

Taulukoista 37 ja 38 nähdään, että tukijalan m. piriformiksen vastakkaista puolta pienempi poikkipinta-alan kasvu on yhteydessä hieman alhaisempiin liikeanalyysin pistei-

siin testiliikkeen 1 ylävartalon rotaatiossa tukijalan suuntaan. Samaa tulosta ei kuitenkaan nähdä ylävartalon rotaatiossa tukijalasta pois päin. Testiliikkeessä 2 tanssijat, joilla oikean m. piriformiksen poikkipinta-ala kasvaa vasenta vähemmän, ovat saaneet keskimäärin paremmat liikeanalyysin pisteet sekä oikealla että vasemmalla tukijalalla, joten yhteyttä m. piriformiksen puolieron ja liikeanalyysin tuloksen välillä ei havaita.

Taulukko 37. Tanssijat, joilla oikea m. piriformis kasvaa vähemmän:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	3	2,57	3,57	2,86	2,57	2,86
Keskihajonta	1,63	1,13	1,27	0,9	1,81	1,21

Taulukko 38. Tanssijat, joilla vasen m. piriformis kasvaa vähemmän:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	3,6	2,2	3,4	2,8	2,2	2
Keskihajonta	1,14	0,45	1,14	1,3	1,79	0,71

M. transversus abdominis

Mittauksiin osallistuneiden tanssijoiden kyvyllä rentouttaa ja eriytyneesti aktivoida m. transversus abdominis ei havaita olevan yhteyttä eristetyn ylävartalon rotaation määrään. Korrelaatiokertoimet vaihtelevat 0,02 ja -0,16 välillä. Lihaksen rentoutumisella ja eriytyneellä aktivaatiolla ei havaita yhteyttä myöskään liikeanalyysin pisteiden eli lonkan rotaatiokontrollin kanssa.

Taulukosta 39 nähdään, että kolmessa oikean tukijalan päällä tehtävässä testiliikkeessä saadut pisteet ovat huonommat kuin samojen liikkeiden pisteet taulukossa 40. Vastaavasti taulukon 40 kahdessa vasemman tukijalan päällä tehtävässä liikkeessä pisteet ovat huonommat, kuin samojen liikkeiden pisteet taulukossa 39. Tuloksen mukaan tanssijoiden lonkan rotaatiokontrollin hallinta on heikompi silloin, kun tukijalan puoleinen m. transversus abdominis rentoutuu tai eriytyneesti aktivoituu toista puolta huommin. Kääntäen tämän tuloksen perusteella voitaisiin olettaa, että heikentynyt lonkan rotaatiokontrolli olisi yhteydessä saman puolen m. transversus abdominiksen toiminnan ongelmiin. Tulosten keskihajonnat ovat muutamissa tapauksissa kuitenkin melko suuret suhteessa keskiarvoon, joten yksittäisten tulosten välillä on melko paljon vaihtelua.

Taulukko 39. Liikeanalyysin pisteet (ylärivillä testiliike, tukijalka ja rotaation suunta). Tanssijat, joilla oikea m. transversus abdominis rentoutuu huonommin:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	3	2,5	4	3,5	2,5	2,25
Keskihajonta	1,83	1,29	1,41	1,29	2,08	0,96

Taulukko 40. Tanssijat, joilla vasen m. transversus abdominis rentoutuu huonommin:

	Liike 1, oikea, päin	Liike 1, oikea, pois	Liike 1, vasen, päin	Liike 1, vasen, pois	Liike 2, oikea	Liike 2, vasen
Keskiarvo	4,33	3	3,67	3	3	2,67
Keskihajonta	0,58	1	0,58	1	1,73	0,58

Liite 5: KYSELYLOMAKE

Täytä ja palauta tämä kyselylomake viimeistään 28.4. Vastauksesi käsitellään luottamuksellisesti, eikä henkilötietoja luovuteta ulkopuolisille. Nimeä kysytään, jotta tutkimuksen eri vaiheiden tulokset voidaan yhdistää toisiinsa, ja jotta halutessasi voit saada tuloksesi myös omaan käyttöösi.

Nimi: _____

Ikä: _____

Pituus: _____

Paino: _____

Tehdyt leikkaukset: _____

Työskentelyaika Suomen Kansallisbaletissa: _____ vuotta

OSA 1: KIPU**Onko sinulla ollut viimeisen kuuden kuukauden aikana toistuvia kipuja**

- 1) alaselässä tai pakaroiden alueella? Ei _____ Kyllä _____; Oikea _____ Vasen _____
 2) nivusissa, lantion sivulla tai etuosassa? Ei _____ Kyllä _____; Oikea _____ Vasen _____
 3) polvissa? Ei _____ Kyllä _____; Oikea _____ Vasen _____
 4) nilkoissa tai jalkaterissä? Ei _____ Kyllä _____; Oikea _____ Vasen _____

Vastaa kysymyksiin merkitsemällä pystyviiva kysymyksen jälkeiselle janalle siihen kohtaan, joka mielestäsi kuvaa tilannettasi parhaiten.

Minkä verran olet kokenut kipua seuraavissa tilanteissa (viimeisen kuuden kuukauden aikana)?

- 1) Korkeiden jalannostojen aikana
 Ei lainkaan _____ Pahin mahdollinen
 kipua kipu
- 2) Korkeiden jalanheittojen aikana
 Ei lainkaan _____ Pahin mahdollinen
 kipua kipu
- 3) Pienten hyppyjen aikana
 Ei lainkaan _____ Pahin mahdollinen
 kipua kipu
- 4) Suurten hyppyjen aikana
 Ei lainkaan _____ Pahin mahdollinen
 kipua kipu
- 5) Piruettien ja tasapainoharjoitusten aikana
 Ei lainkaan _____ Pahin mahdollinen
 kipua kipu
- 6) Harjoitusten jälkeen
 Ei lainkaan _____ Pahin mahdollinen
 kipua kipu

OSA 2: SUORITUSKYKY

Vastaa seuraaviin kysymyksiin merkitsemällä pystyviiva kysymyksen jälkeiselle janalle.

Minkä verran olet kokenut vaikeuksia seuraavissa tilanteissa viimeisten kuuden (6) kuukauden aikana?

- 1) Tukijalan ja lantion hallinta korkeissa jalannostoissa (esim. battement developpé)
 Ei lainkaan _____ Erittäin paljon
 vaikeuksia _____ vaikeuksia
- 2) Tukijalan ja lantion hallinta jalanheitoissa (esim. grand battement jeté)
 Ei lainkaan _____ Erittäin paljon
 vaikeuksia _____ vaikeuksia
- 3) Lantion ja jalkojen linjausten hallinta pienten hyppyjen alastuloissa
 Ei lainkaan _____ Erittäin paljon
 vaikeuksia _____ vaikeuksia
- 4) Lantion ja jalkojen linjausten hallinta suurten hyppyjen alastuloissa
 Ei lainkaan _____ Erittäin paljon
 vaikeuksia _____ vaikeuksia
- 5) Kehonhallinta pirueteissa ja tasapainoharjoitteissa
 Ei lainkaan _____ Erittäin paljon
 vaikeuksia _____ vaikeuksia

QUESTIONNAIRE

Please complete and return this questionnaire no later than 28 April. Your answers will be treated confidentially and won't be given to third parties. You are asked for your name, in order to combine the results of this questionnaire and ultrasound imaging with each other. Name is also needed in order to obtain your own results for personal use, after analysis.

Name: _____

Age: _____

Height: _____

Weight: _____

Performed surgery: _____

Working time at Finnish National Ballet: _____ years

PART 1: PAIN**In the last six (6) months, have you had recurrent pain**

- 1) in low back or the buttock area? No _____ Yes _____; Right _____ Left _____
 2) in groin or lateral/anterior pelvis? No _____ Yes _____; Right _____ Left _____
 3) in the knees? No _____ Yes _____; Right _____ Left _____
 4) in the ankles or feet? No _____ Yes _____; Right _____ Left _____

Answer the questions by marking a vertical line on the segment post the question to the point that you feel best describes your situation.

How much pain you have experienced in the following situations (in the last six months)?

- 1) When lifting leg high (for example battement développé)

No pain _____ The worst possible

at all _____ pain
- 2) When throwing leg high (for example grand battement jet )

No pain _____ The worst possible

at all _____ pain
- 3) During small jumps

No pain _____ The worst possible

at all _____ pain
- 4) During big jumps

No pain _____ The worst possible

at all _____ pain
- 5) During pirouettes and balance exercises

No pain _____ The worst possible

at all _____ pain
- 6) After rehearsal

No pain _____ The worst possible

at all _____ pain

PART 2: PHYSICAL PERFORMANCE

Answer the following questions by marking a vertical line on the segment.

How much you have experienced difficulties in the following situations in the past six (6) months?

1) Controlling the supporting leg when lifting the other leg high (for example battement développé)

No difficulties _____ Extreme difficulties
at all

2) Controlling the supporting leg when throwing the other leg (for example grand battement jet )

No difficulties _____ Extreme difficulties
at all

3) Controlling the pelvis and legs when landing from small jumps

No difficulties _____ Extreme difficulties
at all

4) Controlling the pelvis and legs when landing from small jumps

No difficulties _____ Extreme difficulties
at all

5) Controlling the body in pirouettes and balance exercises

No difficulties _____ Extreme difficulties
at all