

**Visuaalisen palautteen vaikutus
fysioterapiaopiskelijoiden
palpaatitaitojen tarkkuuteen
lonkan alueen lihaksistossa**

Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus

Sari Rovamo

FTES010

Fysioterapian Pro Gradu -
tutkielma

Jyväskylän yliopisto

Terveystieteiden laitos

Syksy 2012

TIIVISTELMÄ

Visuaalisen palautteen vaikutus fysioterapiaopiskelijoiden palpaatiotaitojen tarkkuuteen lonkan alueen lihaksistossa. Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus.

Sari Rovamo

Fysioterapian Pro Gradu –tutkielma

Jyväskylän yliopisto, liikuntatieteellinen tiedekunta, Terveystieteiden laitos

Syksy 2012

38 sivua, 2 liitettä

Ohjaajat: Professori Ari Heinonen, Jyväskylän yliopisto, Terveystieteiden Laitos. Lehtori Jouko Heiskanen ja yliopettaja Riku Nikander Metropolia AMK.

Nopeasta teknologisesta kehityksestä huolimatta manuaalisen tutkimisen taidot ovat edelleen tärkeä ydinosaamisalue fysioterapiassa. Manuaalisessa tutkimisessa eniten käytetty tekniikka on palpaatio, joka käsin toteutettavana tutkimisen tekniikkana tukee hoitopäätöksen tekemistä ja ohjaa näin hoidon tuloksellisuutta. Palpaatio on toimenpiteenä nopea ja halpa, mutta sen haasteena ovat subjektiivisuus ja objektiivisen standardin puute. Palpaation tarkkuudessa ja toistettavuudessa onkin havaittu puutteita.

Palpaatiotaitoa on perinteisesti opetettu anatomisiin piirroksiin, kuviin ja anatomisiin luu- ja lihasmalleihin sekä kinesteettisen aistin antamaan palautteeseen nojaten. Tutkimustieto on kuitenkin osoittanut, että ulkoisella palautteella on suotuisia vaikutuksia palpaatiotarkkuuden ja manuaalisen tutkimisen voimankäytön kehittymiseen. Ultraäänikuvantamisen tuomaa visuaalista palautetta on viime vuosina hyödynnetty menestyksekkäästi useiden terveydenhuollon alojen parissa, mutta sen soveltuvuutta fysioterapeuttioiskelijoiden palpaatio-opetukseen ei ole aiemmin selvitetty.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli verrata fysioterapeuttioiskelijoiden palpaatiotaitojen kehittymistä perinteistä palpaatio-opetusta ja ultraäänivusteista sonopalpaatio-opetusta saavien ryhmien välillä. Tutkimusasetelmana oli satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. Tutkimusjoukko koostui Metropolia ammattikorkeakoulun 32:sta fysioterapeuttioiskelijasta. Tutkimuksen koe- (n=16) ja kontrolliryhmälle (n=16) suoritettiin alku- ja loppumittaukset, joiden välissä toteutettiin lonkan alueen lihasten palpaatio-opetusta pienryhmissä neljän oppitunnin verran. Koe- ja kontrolliryhmän opetusmateriaali oli sama lukuun ottamatta koeryhmälle lisättyä ultraäänikuvantamisen ohjeistusta. Koeryhmässä ultraäänikuvantamisen merkitys oli havainnollistaa opiskelijalle toteutuneen palpaation osuvuus visuaalisen palautteen muodossa. Opetuksen aikaansaamia ryhmien välisiä eroja analysoitiin nonparametrisella Mann-Whitneyn U-testillä.

Palpaatiotaidon oppimista mittaava protokolla sisälsi kolme erillistä mittaamenetelmää: palpaation tarkkuutta mittaava palpaatiotesti, kolmiulotteista anatomian hahmotusta mittaava anatomisen hahmottamisen testi, sekä kirjallista anatomista osaamista mittaava anatominen nimeämistehtävä. Päävastemuuttujana tutkimuksessa oli palpaatiotarkkuuden muutos.

Koeryhmän palpaatiotarkkuus parani 47mm (69%), kun kontrolliryhmän palpaatiotarkkuus parani 24mm (37%), ja ryhmien välinen muutoksen ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0.010$). Erityisesti kudoksen leveyden palpaatiotarkkuudessa oli eroa; koeryhmän tarkkuus parani 9mm (61%), kun kontrolliryhmän tarkkuus puolestaan heikkeni 3mm (19%) ($p=0.001$). Myös anatomisen hahmottamisen testissä havaittiin trendi koeryhmän eduksi ($p=0.053$). Sen sijaan anatomisessa nimeämistehtävässä ryhmien välillä ei havaittu eroa.

Tämän satunnaistetun kontrolloidun tutkimuksen tulokset osoittavat, että ultraäänilaitteen antamaa visuaalista palautetta palpaatiotaidon harjoittelussa hyödyntäneet fysioterapeuttioiskelijat lisäsivät palpaatiotarkkuuttaan merkitsevästi enemmän kuin ilman ultraäänilaitetta palpaatiotaitoja harjoitelleet opiskelijat. Suuremmalla tutkimusjoukolla toteutetut lisätutkimukset aiheen parissa ovat kuitenkin tarpeen ultraäänivusteisen palpaatio-opetuksen vaikutusten varmentamiseksi palpaatiotaidon eri osa-alueilla.

Asiasanat: Palpaatio, sonopalpaatio, ultraääni, visuaalinen palaute, opetus, fysioterapeuttioiskelijat.

ABSTRACT

The effect of ultrasound based visual feedback on learning manual palpation skills on muscles at hip region among physiotherapy students.

Sari Rovamo

Physiotherapy Master's Thesis

University of Jyväskylä

Faculty of Sports and Health Sciences, Department of Health Sciences

Autumn 2012

38 pages, 2 appendixes

Supervisors: Professor Ari Heinonen, University of Jyväskylä, Department of Health Sciences, and Senior Lecturer Jouko Heiskanen and Principal Lecturer Riku Nikander, Metropolia University of Applied Sciences.

Despite rapid technological development in health care, physical examination skills remain as a core competence for physiotherapists. Palpation is the most common examination technique used by all physiotherapists. It provides important clinical information needed for accurate treatment decisions. Palpation is a quick and cost effective evaluation method but there are also challenges in terms of its subjectivity. Therefore, one of the challenges in palpation procedure is the lack of an objective standard, as well as accuracy and precision of palpation.

In palpation training, anatomical images and drawings as well as anatomical bone- and muscle models and kinesthetic feedback have traditionally been utilized in learning. Earlier studies have indicated that external feedback improves palpation accuracy and used muscle force in palpation training. Recently the use of ultrasound imaging as a visual feedback tool has successfully widened its traditional use in the field of radiology. However, to our knowledge, it has not yet been utilized in physiotherapists' palpation teaching.

The objective of this trial is to test whether a teaching protocol including ultrasound imaging as a visual feedback tool improves physiotherapy students' ability to accurately palpate hip muscles compared to traditional palpation teaching. This randomized controlled trial was performed with 32 physiotherapy students recruited from Metropolia University of Applied Sciences. Baseline and follow-up measurements were performed in both intervention (n=16) and control group (n=16). Both groups were given four supervised practice lessons of palpation techniques on muscles at hip region between baseline and follow-up measurements. The between-group difference in teaching protocol was the form of feedback; control group received verbal feedback on their palpation performance, whereas the intervention group received additional visual feedback of their palpation accuracy based on ultrasound imaging. Nonparametric Mann-Whitney's U-test was used to compare between-group difference of change in the intervention and control groups.

Three measurements were developed and tested in this trial: Test of palpation accuracy on specific structure, test of building up a correct anatomical model and test of naming anatomical structures. The primary outcome was the error of palpation accuracy. The palpation accuracy improved 47mm (69%) in intervention group, while the control group improved 24mm (37%). The between-group difference was statistically significant (p=0.010). Palpation accuracy in estimating muscle width also differed: the intervention group improved in accuracy by 9mm (61%) whilst control group weakened by 3mm (19%) (p=0.001). Borderline difference (p=0.053) was also found in building up a correct anatomical model considering muscles at hip region. There was no between-group difference in naming of anatomical structures.

Results of this randomized controlled trial provide evidence that practicing palpation skill with ultrasound imaging as utilized visual feedback system improved students' palpation accuracy compared to traditional practicing without ultrasound device. Thus ultrasound based visual feedback has educational value for students' palpation skills. Further studies with larger sample size need to be accomplished to confirm these findings.

Keywords: Palpation, Sonopalpation, ultrasound, RUSI, visual feedback, teaching, physiotherapy students

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TUTKIMUKSEN TAUSTA	3
2.1	Palpaatio-opetuksen perusteita ja haasteita.....	3
2.2	Palaute palpaatio-opetuksen kehittämisessä	4
2.3	Ultraäänikuvantamisen käyttötarkoitukset.....	6
2.3.1	Ultraäänikuvantaminen	7
2.3.2	Reaaliaikainen toiminnallinen ultraäänikuvantaminen.....	8
2.4	Visuaalinen palaute palpaatio-opetuksessa: sonopalpaatio-opetus.....	10
3	TUTKIMUSKYSYMYS	12
4	TUTKIMUSMENETELMÄT	13
4.1	Tutkimusasetelma	13
4.2	Aineistonhankinta ja tutkimushenkilöt	14
4.3	Mittausmenetelmät ja niiden luotettavuus	15
4.3.1	Palpaatiotesti	16
4.3.1.1	Palpaatiotestin sisältö.....	17
4.3.1.2	Palpaatiotestin luotettavuus	20
4.3.2	Anatomisen hahmottamisen testi	20
4.3.3	Anatominen kuvan nimeämistehtävä	21
4.4	Opetusinterventio	22
4.5	Ultraäänikuvantamisen laitteisto ja asetukset	24
4.6	Tilastolliset menetelmät	25
5	TULOKSET	26
5.1	Intervention toteutuminen.....	26
5.2	Taustamuuttujat.....	26
5.3	Alku- ja lopputestauksen tulokset.....	27
5.4	Ryhmien välinen muutoksen ero	29
5.4.1	Palpaatiotesti.....	29
5.4.2	Anatomisen hahmottamisen testi	30
5.4.3	Anatominen kuvan nimeämistehtävä.....	30
6	POHDINTA	31
	LÄHTEET	38

1 JOHDANTO

Teknologinen kehitys on tuonut terveydenhuoltoon runsaasti uusia opetus- ja tutkimusvälineitä, mutta ne eivät ole syrjäyttäneet manuaalisen tutkimisen taitoja yhtenä fysioterapian ydinosamisalueista. Uuden teknologian hyödyntäminen osana kustannustehokkaita opetus- ja työskentelymenetelmiä on tulevaisuudessa kuitenkin tarpeellista, sillä kouluttautuminen terveydenhuollon ammatteihin on kallista (Jones & Sheppard 2008, Wulf ym. 2010). Kliinisten taitojen opetukseen käytettävissä oleva aika on vähentynyt koulutusohjelmien monipuolistuessa: opetusmenetelmien kehittäminen on tarpeellista, jotta valmistuvilla fysioterapeuteilla on jatkossakin kompetenssia työmarkkinoilla ja vaikuttavuutta terveydenhuollon ammattilaisina (Jones & Sheppard 2008).

Palpaatio eli käsin toteutettava fyysisen tutkimisen tekniikka, jossa tutkija tunnustelee kehon osien koostumusta, kokoa, konsistenssia ja sijaintia (Mosby 2009), on eniten käytetty tutkimisen tekniikka manuaalisessa terapiassa (Holsgaard-Larsen ym. 2010). Palpaatio edellyttää vahvaa anatomista tietämystä, sillä siinä pyritään siirtämään topografinen anatominen tietämys elävän kehon tutkimiseen (Reichert 2011, 3-5). Hyvät palpaatiotaidot tukevat yhdessä muiden tietojen kanssa oikean hoitopäätöksen tekemistä sekä ohjaavat täten hoidon tuloksellisuutta (Byfield ym. 2002, Holsgaard-Larsen ym. 2010).

Palpaatio on tutkimusmenetelmänä nopea ja halpa, mutta sen haasteena on subjektiivisuus; palpoiden kerätyn tiedon tulkinta on haastavaa kvantitatiivisen tutkimustiedon puuttuessa, eikä palpaatiolle ole olemassa objektiivista standardia (Howell ym. 2008, Wells & Liang 2011). Palpaation merkittävimpiä haasteita ovatkin havaintojen riittävä tarkkuus ja palpaation toistettavuus (McKenzie & Taylor 1997, Broadbent ym. 2000, Furness ym. 2002, Harlick ym. 2007, Baillie ym. 2008, Kilby ym. 2012).

Edeltävä tutkimustieto palpaatio-opetuksen parissa osoittaa, että ulkoinen palaute, kuten sanallinen informaatio palpoitavan kudoksen muodosta (Phillips ym. 2009) tai palpaation voimaa (Keating ym. 1993) reaaliaikaisesti mittaava ja ilmoittava paineanturi (van Zoest ym. 2007, Snodgrass ym. 2010) vaikuttavat positiivisesti fysioterapeuttiopiskelijoiden

palpaatiotarkkuuden ja -voiman kehittymiseen (van Zoest ym. 2007, Phillips ym. 2009, Snodgrass ym. 2010, Chinnah ym. 2011). Visuaalista palautetta ultraääniavusteisen opetuksen muodossa on käytetty muiden terveydenhuollon ammattilaisten palpaatio-opetuksen apuna esimerkiksi kohdun (Euans ym. 1995) ja maksan koon mittaamisen opetuksessa (Barloon ym. 1998, Fodor ym. 2012) sekä injektiotarkkuuden harjoittelussa (Gilliland 2011).

Ultraääniavusteisen sonopalpaatio-opetuksen ja perinteisen palpaatio-opetuksen vaikutusta fysioterapeuttien palpaatiotarkkuuteen ei ole tietääksemme aikaisemmin verrattu toisiinsa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää em. opetustapojen tuottamaa eroa fysioterapeuttipiskelijoiden palpaatiotaidoissa. Tutkimuksen aihevalinta on ajankohtainen, sillä ultraäänikuvantamisen hyödyntämistä on lähivuosina laajennettu useiden terveydenhuollon koulutusalojen pariin hyvin tuloksin (Whittaker 2007a, McKiernan ym. 2010, Özçakar ym. 2010), ja ultraäänikuvantamislaitteiden saatavuus korkeakouluissa on parantunut.

2 TUTKIMUKSEN TAUSTA

Tiedonhaku tutkimusta varten toteutettiin kolmesta eri tietokannasta; Medline (Ovid), Cinahl (Ebsco) ja Web of Science. Käytetyt hakusanayhdistelmät olivat:

- ”palpation AND ultrasound imaging / ultrasonography / ultrasound AND teaching / learning”
- ”palpation AND ultrasound imaging / ultrasonography / ultrasound AND feedback”
- ”palpation AND learning/ teaching AND feedback”
- ”palpation AND physiotherap* / physical therap* AND teaching / learning

Hakutulosten päällekkäisyyksien poistamisen jälkeen relevantteja tutkimuksia jäi jäljelle kahdeksan (*tarkastettu 22.11.2012*). Näiden lisäksi aineistoa täydennettiin referenssilistoista löytyneillä viitteillä sekä tiedonhakuohjelmien ehdottamilla aihepiiriin sopivilla viitteillä.

2.1 Palpaatio-opetuksen perusteita ja haasteita

Fysioterapeuttiopiskelijat koulutetaan tunnistamaan lihaksia, luita, niveliä ja sidekudosta palpoiden, jotta manuaalisesti hoidettavissa olevat toiminnalliset muutokset voidaan tunnistaa ja paikallistaa (Kvåle ym. 2003, Howell ym. 2008). Fysioterapeutin tuleekin tunnistaa oireileva kudος työssään muutaman neliösenttimetrin alueelta ja vain tarkka palpaatiotaito mahdollistaa oireen lähteen paikallistamisen insertioalueelle, jänteeseen tai lihasjänneliitokseen (Reichert 2011, 4).

Palpaation oppiminen jakautuu vaiheisiin. Ensimmäisenä oppijan tulee oppia paikallistamaan palpoitavan alueen luiset rakenteet, joiden avulla määritellään palpoitavan kohteen sijainti. Tämän jälkeen palpoitavien rakenteiden koko ja rakenne määritellään sormin ja manuaalista painetta käytetään kudoksen tiivyyden ja sisällön arviointiin (Baillie ym. 2008). Tässä tutkimuksessa palpaatiolla tarkoitetaan staattista

palpaatiota (Byfield ym. 2002), jossa aktiivista isometristä jännitys-rentoutus -liikettä käytetään lihaksen rajapintojen tunnistamisen apuna (Reichert 2011, 9-10).

Perinteinen palpaatio-opetus tukeutuu anatomisiin piirroksiin, kuviin ja anatomisiin luu- ja lihasmalleihin sekä kinesteettisen aistin antamaan palautteeseen (Reichert 2011, 4). Palpaation osuvuuden ja korjaamisen tulkinnanvaraisuus muodostuvat opetuksessa haasteiksi, sillä kliinisesti kokeneenkin henkilön on vaikea kuvailla palpaatiotekniikkaansa sanallisesti opiskelijalle hyödyllisellä tavalla (Baillie ym. 2008). Lisäksi opiskelijoita on usein määrällisesti liikaa opettaviin henkilöihin nähden, jolloin saadun palautteen määrä palpaation osuvuudesta jää liian vähäiseksi (Howell 2008) ja anatomisiin kuviin pohjautuva opetus vähentää variaatioiden tunnistamista harjoitteluvaiheessa (Reichert 2011, 4-6).

2.2 Palaute palpaatio-opetuksen kehittämisessä

Edeltävä tutkimustieto palpaatio-opetuksen parissa osoittaa, että ulkoinen palaute, kuten sanallinen informaatio palpoitavan kudoksen muodosta (Phillips ym. 2009) tai palpaation voimaa reaaliaikaisesti mittaava ja ilmoittava paineanturi (van Zoest ym. 2007, Snodgrass ym. 2010) vaikuttavat positiivisesti fysioterapeuttiopiskelijoiden palpaatiotarkkuuden ja -voiman kehittymiseen (van Zoest ym. 2007, Phillips ym. 2009, Snodgrass ym. 2010, Chinnah ym. 2011). Tätä tukee teoretieto, jonka mukaan motoristen taitojen kuten palpaation oppimisen kannalta merkityksellisiksi on osoitettu tarkkailu, oppijan huomion fokus, palaute, omaehtoinen harjoittelu sekä oppijan motivaatio opittavaa asiaa kohtaan (Wulf ym. 2010, Magill 2011, 3, 262).

Palpaatiotaidon harjoittelu on havaittavan motorisen suorituksen hiomista, jonka mittaaminen voi tapahtua muun muassa palpaatiovirheen suuruutta arvioimalla (*performance outcome measure; error measures and spatial accuracy*) (Henry & Teyhen 2007, Magill 2011, 3, 23). Motorisen suorituksen harjoitteluvaiheessa oppija tavoittelee liikemallien tarkentumista jotta suoritus muodostuu toistettavaksi (Magill 2011, 268-269). Tällöin oppimista tehostavat tarkkailu, palaute sekä omaehtoinen harjoittelu. Suorituksen

tarkkuudelle tärkeänä tekijänä pidetään sekä oppijan huomion keskittymistä suoritettavaan asiaan että motivaatiotekijöitä (Wulf ym. 2010).

Palpoijan saama palaute jakautuu karkeasti kahteen palautetyyppiin: kehon sensorisen järjestelmän kautta saatavaan sisäiseen, luonnolliseen palautteeseen (*intrinsic feedback*) ja ulkoiseen, laajennettuun palautteeseen (*extrinsic, augmented feedback*) (Henry & Teyhen 2007, Magill 2011, 365). Laajennettu palaute voi tehostaa ja nopeuttaa sellaisten motoristen taitojen oppimista, jotka on mahdollista oppia myös ilman laajennettua palautetta. Toisaalta laajennettu palaute voi myös häiritä motorisen suorituksen oppimista, mikäli oppija tulee riippuvaiseksi palautteesta. Tästä syystä tulee huolehtia siitä, ettei laajennettu palaute ohjaa oppijan huomioita pois suorituksen antamasta sisäisestä palautteesta (Magill 2011, 339, 353).

Laajennettu palaute, jolla suoritusta pyritään parantamaan, on tyypillisesti visuaalista, verbaalista, auditiivista tai somatosensorista (Henry & Teyhen 2007). Vaikka ihminen on taipuvainen luottamaan visuaaliseen aistiinsa muita aisteja enemmän (Magill 2011, 132), on visuaalisen palautteen rooli suorituksen oppimisessa kuitenkin riippuvainen suorituksen luonteesta, ja se tarvitsee tuekseen verbaalista palautetta (Kernodle & Carlton 1992, Rucci & Tomporowski 2010). Verbaalisella palautteella on puolestaan merkittävä vaikutus suorituksen parantumiseen sekä saadun informaation että lisääntyneen motivaation kautta. (Wulf ym. 2010). Verbaalinen palaute voidaan jakaa ohjailevaan (*prescriptive*) ja kuvailevaan (*descriptive*) palautteeseen, joista ohjaileva, virheen korjaamista avustava palaute on aloittelijoille hyödyllisempää, kun taas edistyneempi harjoittelija hyötyy kuvailevasta palautteen muodosta (Magill 2011, 347). Palautteen optimaalisesta ajoittamisesta suhteessa suoritukseen ei ole yhteneväistä näkemystä. Suorituksen pysyvyyden kannalta on harvemmin annettu palaute kuitenkin tehokkaampaa kuin tiheästi annettu (Magill 2011, 359). Palautteen jälkeen ohjattava hyötyy hiljaisuudesta muokatakseen edeltävän palautteen uuden suorituksensa hyväksi (Henry & Teyhen 2007, Magill 2011, 353).

Laajennettu palaute voidaan jakaa kahteen palautteen muotoon; virheen määrää painottavaan tietoon tuloksesta (*knowledge of result*) ja suorituksen laatua kuvaavaan tietoon suorituksesta (*knowledge of performance*). Yksimielisyyttä tehokkaammasta palautemuodosta ei ole saavutettu, joten harjoittelijan tulisi antaa valita itselleen

sopivampi palautemuoto (Magill 2011, 335-342, 367). Terveysthuollossa painottuu suorituksen laadullinen ja kinemaattinen arviointi verbaalisen palautteen tai videon avulla (Wulf ym. 2010). Uuden taidon varhaisessa harjoitteluvaiheessa on määrällisen palautteen kuitenkin osoitettu olevan suoritusta kehittävämpi palautteen muoto (Magill & Wood 1986).

Laajennetun palautteen kenttään kuuluvaa visuaalista palautetta on ultraääniavusteisen opetuksen muodossa käytetty muiden terveydenhuollon ammattilaisten palpaatio-opetuksen apuna esimerkiksi kohdun (Euans ym. 1995) ja maksan koon mittaamisen opetuksessa (Fodor ym. 2012) sekä injektiotarkkuuden harjoittelussa (Gilliland 2011) kannustavin tulokset. Fysioterapeuttiopiskelijoiden parissa ultraäänikuvien käyttö verkko-opetuksessa paransi heidän palpaatiotaitoaan verrattuna anatomisia kuvia käyttäneeseen kontrolliryhmään (Arroyo-Morales ym. 2012), mutta lihasrakenteiden palpaation opetuksessa ei menetelmää ole tietääksemme tutkittu.

2.3 Ultraäänikuvantamisen käyttötarkoitukset

Ultraäänikuvantamisen parissa tehdään parhaillaan aktiivisesti tutkimusta sekä teknisten kuvausmenetelmien että niiden monimuotoisten kliinisten sovellusten mahdollisuuksien selvittämiseksi (Wells & Liang 2011). Ultraäänikuvantamiseen liittyvässä tutkimuksessa käytetään kuvantamiseen liittyen useita eri termejä, kuten USI, US, ja RUSI (Whittaker ym. 2007a). Kuvantamisteknisesti ne vastaavat pitkälti toisiaan, ja kulloinkin käytettävä termi valikoituu ensisijaisesti tutkijaryhmän taustan sekä kuvan tulkinnan tarkoituksien mukaan.

Ultraäänikuvantamisen soveltuvuutta tuki- ja liikuntaelinkudosten mittaamiseen on tutkittu viime aikoina runsaasti. Lihas- ja lihaskudosten morfometrian ja lonkan alueen kudosten ultraäänikuvantamisen toistettavuustutkimuksia on esitetty taulukossa 1. Menetelmän luotettavuustutkimusten tulokset osoittavat sisäkorrelaatiokertoimen arvon ylittävän toistettavuuden standardina pidetyn sisäkorrelaatiokertoimen 0.75 (Vincent 1995).

Taulukko 1. USI ja tuki- ja liikuntaelimityksen mittaamisen intra-tester luotettavuus.

	Tutkijat	Johtopäätös	ICC*	Kohde
Lihaksen poikkipinta-ala	Esformes ym. (2002)	USI erittäin toistettava menetelmä lihasvolyymin mittaamisessa Mittavirhe ~7% lihasten ollessa volyymiltaan 70-400cm ³	0.99	m. Tibialis anterior
	Mendis ym. (2010)	USI yhtä tarkka kuin MRI; validi ja reliaabeli kuvantamismenetelmä lihaksen poikkipinta-alan mittaamisessa (terveillä)	0.86-0.94	m. Rectus femoris 0.89, m. Sartorius 0.81, m. Iliopsoas 0.88
	Takai ym. (2011)	USI toistettava menetelmä lihaksen mittaamisessa ja tulokset MRI kuvantamisen kanssa yhdenmukaiset	0.98-0.99	m. Iliopsoas
	Grimaldi ym. (2009)	Korkea intra-tester reliabiliteetti lihasvolyymin mittaamisessa kahden mittauksen välillä	0.87-0.99	m. Tensor
Ihonalainen rasvakudos	Bellisari ym. (1993)	USI (b-mode) reliaabeli ihonalaisen rasvan mittaamiseen	91-98%*	Ihonalainen rasvakerros
Luun pinta	Qvistgaard ym. (2006)	USI toistettava kuvantamismenetelmä luun pinnan muutosten arviointiin	0.78	Caput femoris

*ICC: Sisäkorrelaatiokerroin

* CV%: variaatiokerroin

2.3.1 Ultraäänikuvantaminen

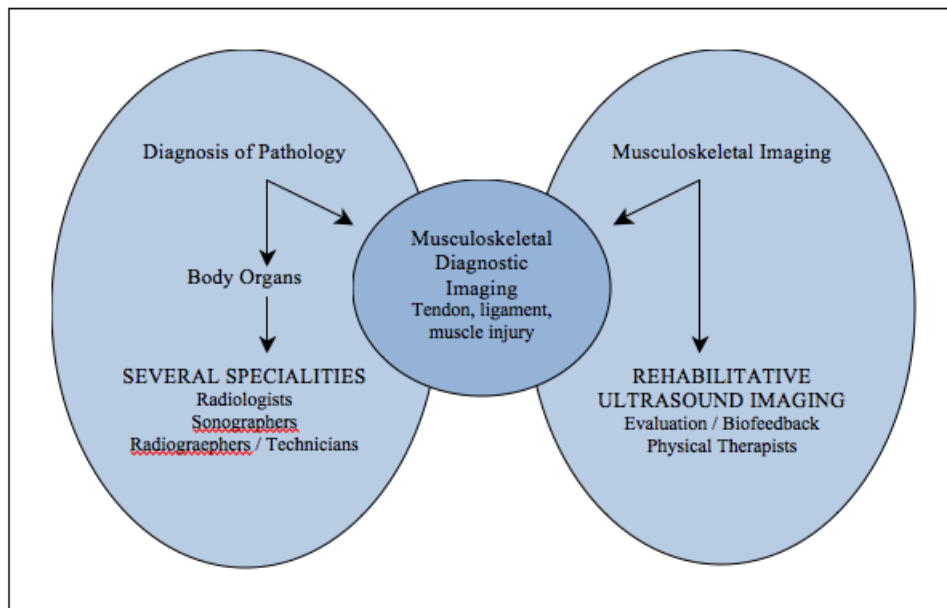
Ultraäänikuvantamisella (*ultrasound imaging, USI, ultrasonography, US*) tarkoitetaan kuvantamislaitteen äänipään lähettämää ja vastaanottamaa korkeafrekvenssistä yli 20 kilohertsin ääntä. Äänikeilan alueelle jäävistä kudoksista muodostuu näyttöpäätteelle kuva äänipään vastaanottaman paluukaiun pohjalta kudosten ominaisuuksien (läpäisevyyden, vaimentuvuuden ja heijastuvuuden) perusteella (Naredo & Bijlsma 2009). Ultraäänikuvantamisen luotettavuuden kannalta on tärkeää ylläpitää äänipään

asento kohtisuoraan kudokseen nähden, sillä kallistuskulman muutos johtaa äänikeilan viiston suunnan vuoksi liian suureen pinta-alanäkymään (Esformes ym. 2002). USI:n käyttötarkoitus määräytyy käyttäjän ammatin mukaan, liittyen ensisijaisesti radiologisiin tarpeisiin (Naredo & Bijlsma 2009). Tällöin terminä käytetään diagnostista USI:a, joka sisältää vamman tai sairauden tuottamien vaikutusten tutkimista ligamenteista, jänteistä ja lihaskudoksesta (Whittaker ym. 2007a).

Haasteita USI:n käytölle asettavat muun muassa dynaamisuudesta johtuva riippuvuus kuvantajan taidoista sekä asiakkaan runsaan ylipainon tuoma rajoite kuvantamiselle (Lento & Primack 2008, Naredo & Bijlsma 2009). Kuvantamistekniikan turvallisuuden, objektiivisuuden ja suhteellisen edullisuuden vuoksi sen käyttö on kuitenkin laajentunut myös muille terveydenhuollon osa-alueille, muun muassa fysioterapiaan (Whittaker 2007a, McKiernan ym. 2010, Özçakar ym. 2010). USI:n käyttöön tarvitaankin selvät rajat, jotka suojaavat terveydenhuollon henkilöstöä sekä laillisilta seuraamuksilta että määrittelevät ammattikuntien väliset erot kuvantamisen käytössä (McKiernan ym. 2011).

2.3.2 Reaaliaikainen toiminnallinen ultraäänikuvantaminen

Fysioterapeuttien käyttämää reaaliaikaista toiminnallista ultraäänikuvantamisen muotoa kutsutaan termillä *rehabilitative ultrasound imaging (RUSI)*, joka on hyväksytty osaksi fysioterapiakäytäntöä vuonna 2006 (Teyhen 2006). RUSI:n on osoitettu olevan toistettavuudeltaan hyvä lihasten paksuuden ja leveyden arvioinnissa lihasaktivaation aikana (Majida ym. 2009, Davis ym. 2011). Kuvantamismenetelmä itsessään on samankaltainen kuin USI:n kohdalla, mutta RUSI:n avulla tavoitellaan tietoa lihaksen muodon ja koon mitoista (morfologia ja morfometria) levossa ja toiminnassa sekä biopalautteenomaista tietoa muun muassa tutkimuksellisiin tarkoituksiin ja käytännön työn kehittämiseksi (Teyhen 2006, Whittaker ym. 2007a, McKiernan ym. 2010, Whittaker & Stokes 2011). Fysioterapeuttien käyttämä RUSI ei siis pyri diagnosointiin, mikä kuuluu lääketieteellisen koulutuksen saaneiden työkenttään (Kuva 1), mutta on hyödyllinen sekä fysioterapeuttien ammattikunnalle, että asiakkaille (McKiernan ym. 2010).



Kuva 1. Ultraäänikuvantamisen käytön jakautuminen tuki- ja liikuntaelimestön alueella (Whittaker ym. 2007a).

RUSI:a hyödynnetään fysioterapiassa tällä hetkellä laajimmin keskivartalon alaosan lihaksiston aktivoitumisen tarkkailuun biopalautteenomaisesti (Teyhen ym. 2005, Van ym. 2006, Whittaker ym. 2007c), jossa sen on osoitettu olevan toistettava ja erotteleva mittari kuvantajan taidoista riippuen (Ferreira ym. 2011). Tällöin tavoitellaan asiakkaan motorisen uudelleenoppimisen prosessin tehostumista ultraäänikuvan antaman palautteen avulla (McKiernan ym. 2010, Magill 2011, 351). RUSI:n tulosten on havaittu korreloivan muiden biopalautemenetelmien kuten EMG-mittausten kanssa (Dietz ym. 2002) ja menetelmiä on suositeltu käytettäväksi rinnakkain (Thompson ym. 2006). EMG-mittauksiin verrattuna RUSI antaa mahdollisuuden tutkia luotettavasti myös sellaisia lihaksia jotka syvän sijaintinsa vuoksi ovat EMG-mittausten ulottumattomissa (McMeeken ym. 2004), ja antaa tietoa aktivaation suunnasta (Thompson ym. 2006) mahdollistaen samalla asiakkaalle informatiivisen visuaalisen palautteen, joka tukee testisuorituksen oppimista (Dietz ym. 2001). RUSI:a hyödyntävien fysioterapeuttien kokemus on, että koulutusta tulisi olla saatavilla laajemmin, erityisesti alueellisen anatomian havainnointiin, jotta kuvantamismenetelmää voitaisiin kehittää kliinisessä työssä monipuolisemmin hyödynnettäväksi (McKiernan ym. 2011). Koulutusta ja yhtenäisiä standardeja RUSI:n käyttöön tarvitaan myös siksi, että laajeneva joukko fysioterapeutteja käyttää kuvantamista ilman asianmukaista koulutusta tai kytköstä valvovaan yhteisöön (McKiernan ym. 2010).

2.4 Visuaalinen palaute palpaatio-opetuksessa: sonopalpaatio-opetus

Tänä päivänä RUSI:a käytetään myös pinnallisten ja syvempien kudusrakenteiden visualisoinnin apuna. Tätä tekniikkaa kutsutaan sonopalpaatioksi, jossa tarkoituksena on pehmytkudospalpaation tarkkuuden ja tulkinnan tehostuminen sekä lihasten rekrytointistrategioiden arviointi ja harjoittaminen (Comerford & Heiskanen 2012).

Sonopalpaatio-opetuksessa eli ultraääniavusteisessa palpaatio-opetuksessa on sama tavoite kuin perinteisessäkin palpaatio-opetuksessa, eli opettaa opiskelijalle käsin toteutettavaa tunnusteleavan tutkimisen taitoa. Erona perinteiseen palpaatioon on ultraäänikuvantamisen mahdollistama visuaalinen palaute tunnustelusta; opiskelijan palpoimaan kohtaan asetettu äänipää näyttää reaaliaikaisen ihonalaisen näkymän palpaatiokohdasta, jolloin tavoitellun lihaksen sijaintitiedon ja lihaksen aktivaation kautta voidaan nähdä oliko kyseinen palpaatiokohta oikea. Visuaalinen palaute muodostuu mustavalkosävyisestä ultraäänikuvasta äänipään osoittaman kohdan kudoksista ja niiden rajapinnoista (Naredo & Bijlsma 2009), mikä voi sekä havainnollistaa rakenteellista ja toiminnallista anatomiaa kinesteettisen aistin tueksi että varmentaa toteutetun palpaation tarkkuutta. Samanaikaisesti voidaan tarkistaa lihaksesta palpoituja ominaisuuksia (Boon ym. 2012), kuten kuinka syvällä rakenne sijaitsee, kuinka leveä tai paksu se on (Mendis ym. 2010), tai miten liukuminen eri rakenteiden kuten faskioiden välillä tapahtuu (Tozzi ym. 2011). Sonopalpaatio-opetuksen vahvuus onkin siis rakenteellisen ja toiminnallisen anatomian reaaliaikaisen havainnoinnin mahdollisuus, mahdollistaen samalla yksilöllisten anatomisten variaatioiden havainnointia jo palpaation harjoitteluvaiheessa. Sonopalpaation haasteena voidaan puolestaan nähdä ultraäänilaitteen käytön ja kuvan tulkinnan harjoittelun aikaavievuus.

Sonopalpaatio-opetus voidaan ajatella myös eräänlaiseksi palpaation simulaatio-opetuksiksi. Simulaatio on tietyn prosessin (palpaation) toteuttamista laitteen (ultraäänikuvantaminen) tai mallien avulla (Merriam-Webster 2012). Simulaatio-opetus tarjoaa mahdollisuuden kädentaitojen harjoitteluun ja arviointiin (Niemi-Murola 2004) ja sen tarjoamista hyödyistä tärkein on joko simulaattorin ohjelmiston kautta saatava tai

ohjaajan reaaliaikaisesti verbaalisena antama palaute (Issenberg 2005). Toiseksi tärkeimmäksi hyödyksi nousee toiston mahdollisuus, jonka myötä harjoittelija voi korjata virheensä seuraavassa toistossa (Issenberg 2005, Jones & Sheppard 2008). Erilaisten simulaatiotapojen hyödyntämisen palpaatio-opetuksessa on todettu edistävän palpaation osuvuutta ja voimankäytön tarkkuutta (Euans ym. 1995, van Zoest ym. 2007, Snodgrass ym. 2010).

3 TUTKIMUSKYSYMYS

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia fysioterapeuttiopiskelijoiden palpaatiotaitojen kehittymistä perinteistä palpaatio-opetusta ja ultraääniavusteista palpaatio-opetusta saavien ryhmien välillä. Ensisijaisena vastemuuttujana oli perinteisen palpaatioryhmän ja ultraääniavusteisen ryhmän palpaatiovirheen muutosten ero alku- ja loppumittauksen välillä, toissijaisina muuttujina olivat ryhmien välisten pisteiden muutosten ero anatomisen hahmotuksen testissä sekä anatomisessa nimeämistehtävässä alku- ja loppumittauksen välillä.

Ensisijainen tutkimuskysymys oli:

- Onko sonopalpaatio-opetuksen tuomalla visuaalisella palautteella vaikutusta fysioterapeuttiopiskelijoiden palpaatiosuorituksen tarkkuuteen verrattuna perinteiseen palpaatio-opetukseen?

Toissijaiset tutkimuskysymykset olivat:

- Onko visuaalisella palautteella vaikutusta testipisteiden parantumiseen anatomisen hahmottamisen testissä verrattuna perinteiseen palpaatio-opetukseen?
- Onko visuaalisella palautteella vaikutusta pisteiden parantumiseen anatomisessa kuvan nimeämistehtävässä verrattuna perinteiseen palpaatio-opetukseen?

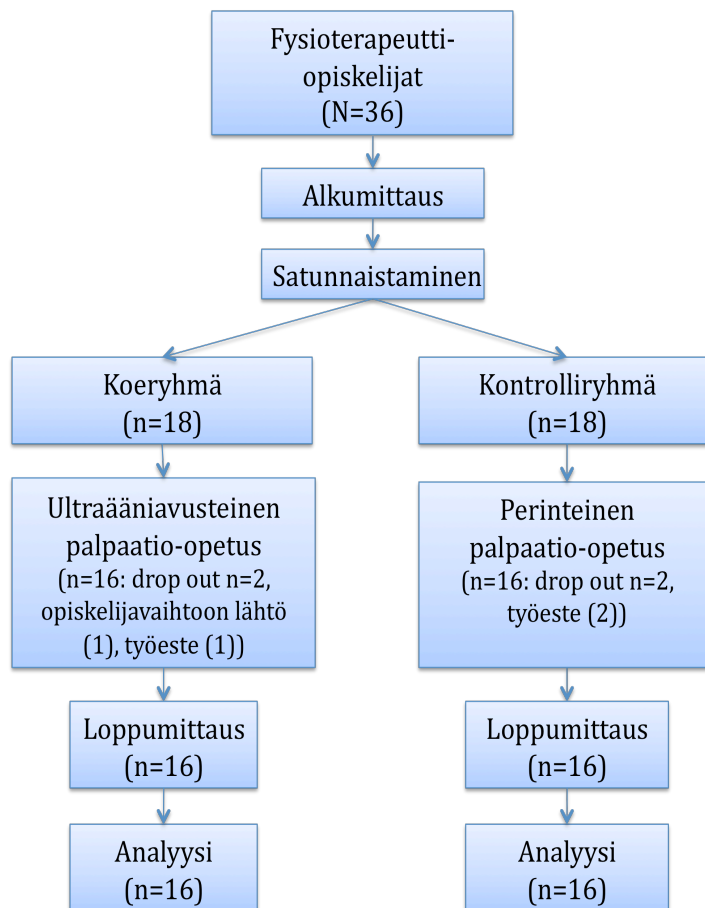
4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Tutkimusasetelma

Tutkimusasetelma tässä tutkimuksessa oli satunnaistettu kontrolloitu tutkimus. Tutkimuksen kulku on kuvattu kuviossa 1. Ryhmiin satunnaistaminen toteutettiin alkutestauksen jälkeen kaltaistettujen parien pohjalta suljetuin kirjekuorin ulkopuolisen henkilön (E.Y.) toimesta. Satunnaistamista varten opiskelijan palpaatiotestin vastaukset luokiteltiin (Taulukko 2) ja luokitelluista pisteistä muodostettiin keskiarvot summamuuttujittain, jotta alkumittauksessa havaitut huomattavan suuret yksittäiset virhetulokset eivät vaikuttaisi heikentävästi ryhmien samankaltaisuuteen. Opettaja oli sokkoutettu opiskelijoiden jakamiselle ryhmiin, mutta opetuksen aikana sokkouttaminen ei ollut mahdollista. Mittaaja oli sokkoutettu ryhmille koko tutkimuksen ajan.

Taulukko 2. Palpaatiovirheen luokittelu satunnaistamista varten

Luokka	Virheen suuruus	Pisteytys
A	$\leq 5\text{mm}$	30 pistettä
B	$\leq 10\text{mm}$	20 pistettä
C	$\leq 20\text{mm}$	10 pistettä
D	$> 20\text{mm}$	0 pistettä



Kuvio 1. Tutkimuksen kulku.

4.2 Aineistonhankinta ja tutkimushenkilöt

Tutkimusaineiston kerääminen toteutui tammi-huhtikuussa 2012 Metropolia AMK:n Vanhan Viertotien opetuspaikassa Helsingissä. Sisäänottokriteerinä oli hyväksytysti suoritettu lonkan alueen luu-, lihas- ja ligamenttirakenteiden anatomian kurssi. Muilta edeltäviltä opinnoiltaan opiskelijat edustivat opintojen eri vaiheita. Poissulkukriteerinä oli edeltävään pilottitutkimukseen (5/2011) osallistuminen tai ultraäänikuvantamislaitteen aikaisempi käyttökokemus. Tutkimusjoukon valikoitumista ainoastaan palpaatiosta kiinnostuneisiin pyrittiin vähentämään sopimalla Metropolia AMK:n koulutuspäällikön kanssa yhden opintopaikan anomisen mahdollisuudesta osallistumisen ja muiden oppilaitoksen edellyttämien suoritusten pohjalta. Tämän mahdollisuuden käytti koeryhmässä kahdeksan ja kontrolliryhmässä kuusi opiskelijaa. Opiskelijoille

tutkimukseen osallistuminen oli ammattiin valmistavien taitojen harjoittelun kannalta mielekästä.

Tutkimukseen tavoiteltiin alustavien voimalaskelmien perusteella 60 vapaaehtoisen fysioterapeuttiopiskelijan joukkoa. Rekrytoinneissa tutkimukseen saatiin mukaan 36 opiskelijaa. Opiskelijoiden keski-ikä oli 26 vuotta (SD 5.8), ja heistä 78% oli naisia. Edeltävä hierojan tutkinto oli suoritettuna 22%:lla osallistujista. Opinnoissa oli meneillään 4.8/7 lukukausi ja 41% opiskelijoista oli osallistunut opintojensa aikana yhden opintopisteen laajuiselle vapaavalintaiselle palpaatiokurssille, jonka opetussisältö oli ollut eri vuosikursseilla keskenään erilainen.

Osallistujille ilmoitettiin kirjallisessa tiedotteessa ettei osallistuminen tai tutkimuksesta pois jääminen vaikuta arvosanoihin. Kirjallinen tiedote sisälsi myös kuvauksen tutkimuksen sisällöstä ja samalla ultraäänikuvantamisen vaarattomuudesta (Whittaker 2007b) muistutettiin. Opiskelijoita pyydettiin allekirjoittamaan tutkimustiedotteen perusteella suostumuslomake, jonka yhteydessä informoitiin myös suullisesti tutkittavien oikeudesta lopettaa tutkimukseen osallistuminen sen kaikissa vaiheissa ilman seuraamuksia. Lisäksi tutkimuksesta kiinnostuneille opiskelijoille tiedotettiin, että perinteisen palpaatio-opetuksen ryhmään satunnaistetuille ja osallistuneille opiskelijoille tarjotaan tutkimuksen päätyttyä mahdollisuus osallistua ultraääniavusteiseen palpaatioharjoitteluun, minkä tavoitteena oli sekä lisätä osallistumismotivaatiota kontrolliryhmään satunnaistettujen keskuudessa että lisätä tasapuolisuutta. Tutkimusta varten laadittua opetusmateriaalia testattiin onnistuneesti pilottitutkimuksessa ennen varsinaista tutkimusta.

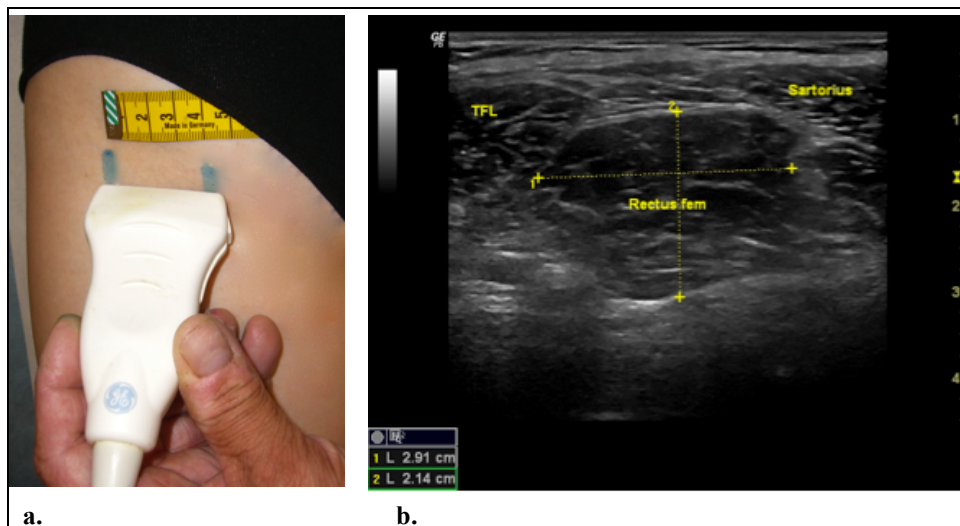
4.3 Mittausmenetelmät ja niiden luotettavuus

Tutkimuksessa hyödynnettiin kolmea eri mittausmenetelmää ja mittaukset toteutettiin ennen ja jälkeen palpaatio-opetuksen. Mittausmenetelmät olivat opitun anatomisen tiedon soveltamista käytäntöön edellyttävät *palpaatiotesti* ja *anatomisen hahmottamisen testi* sekä kirjallinen *anatominen kuvan nimeämistehtävä* (Liite 2). Tutkimuksessa käytettyjä

mittausmenetelmiä ei ole tiedonhaun perusteella käytetty vastaavaan tarkoitukseen aikaisemmin. Mittausprotokolla laadittiin tätä tutkimusta varten.

4.3.1 Palpaatiotesti

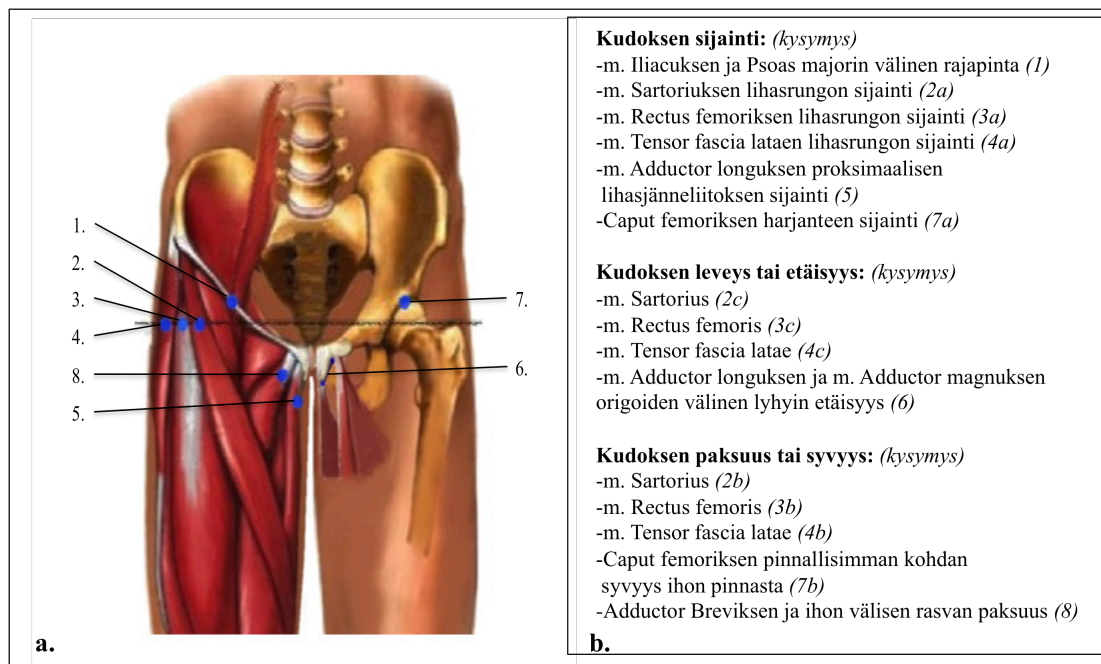
Opiskelijat osallistuivat palpaatiotestiin yksitellen. Palpaatiotestissä opiskelija tunnusteli palpaation keinoin kudusrakenteiden sijaintia sekä kudusrakenteiden rajapintoja ja ilmoitti näistä pyydettyjä mittoja (Kuvat 3a ja 3b). Koehenkilönä oli kaikissa mittauksissa sama henkilö. Koehenkilön asento oli vakioitu selinmakuuasentoon, tutkittava lonkka oli keskiasennossa ja polvitaipeen alle oli asetettu tyyny rennon asennon mahdollistamiseksi. Opiskelija sai pyytää koehenkilöä suorittamaan lihasten jännistys-rentoutta oikean kohteen paikallistamisen tueksi. Opiskelija suoritti pyydetyt mittaukset lepotilassa olevasta lihaksesta käyttäen apunaan vesiliukoista tussia ja mittanauhaa. Opiskelijan ilmoittaman mittaustuloksen tarkasti tutkimuksessa mukana oleva lääkäri, joka ilmoitti mahdollisen virheen millimetreinä ultraäänikuvantamisen perusteella (Kuvat 2a ja 2b). Äänipään kohtisuorus kudokseen nähden varmistettiin kallistusten avulla: kohdekudoksen pienin syvyys vastasi kohtisuoraa näkymää kudokseen.



Kuva 2. 2a. m. Rectus femoriksen leveyden mittaaminen opiskelijan palpoimasta kohdasta (*kysymys 3c*). 2b. Ultraääniavusteinen m. Rectus femoriksen leveyden ja paksuuden mittaaminen opiskelijan palpoimasta kohdasta.

4.3.1.1 Palpaatiotestin sisältö

Palpaatiotesti koostui 15 kysymyksestä (Liite 2, osa I). Kysymysten sisältö jakautui kolmeen kokonaisuuteen (Kuva 3b); kudoksen sijaintia koskeviin kysymyksiin, kudoksen leveyttä tai etäisyyttä koskeviin kysymyksiin ja kudoksen paksuutta tai syvyyttä koskeviin kysymyksiin. Palpaatiotestissä opiskelijan suorituksen tarkkuus ilmoitettiin virhemillimetreinä.



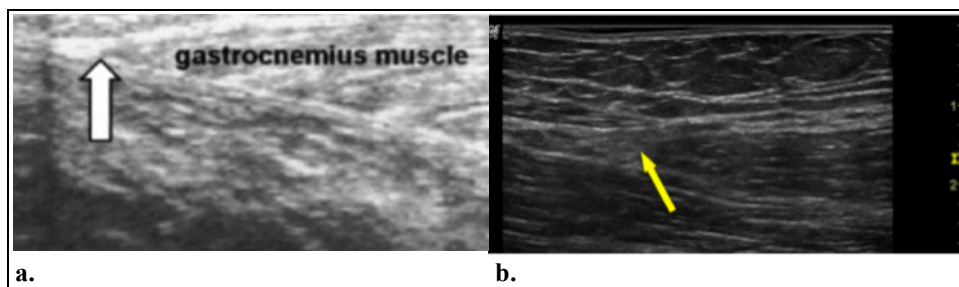
Kuva 3. 3a. Palpaatiotestin palpaatiokohdat (muokattu kuvasta Zeigler 2010) (Huom. Adductor brevis palpottiin kuvasta poiketen reiden mediaalipinnalta). 3b. Palpaatiotestin kysymyskokonaisuudet.

Kysymys 1: M. Iliacuksen ja m. Psoas majorin välistä rajapintaa palpottiin ja kuvannettiin Guillin ym. (2009) kuvaamalla Spina iliaca anterior superiorin ja Tuberculum pubiksen muodostamalla linjalla.

Kysymykset 2-4: Palpaatio- ja mittauskorkeudeksi valittiin Trochanter majorien yläreunojen muodostama linja (Kuva 3a), mikä on hieman Mendisin ym. (2010) tutkimuksen korkeutta distalisempi, jotta se olisi selkeämmin palpoiden vakioitavissa ja muodostuva linja mahdollistaa myös m. Tensor fascia lataen mittaamisen. Lisäksi m. Rectus Femoriksen kaksi proksimaalista päätä (suora ja epäsuora) näkyvät tällä korkeudella yhtenä lihaksena (Gyftopoulos ym. 2008). Vastaavaa tutkimiskorkeutta on käytetty yhtenä osana Tensor fascia lataen mittaamista Grimaldin ym. (2009)

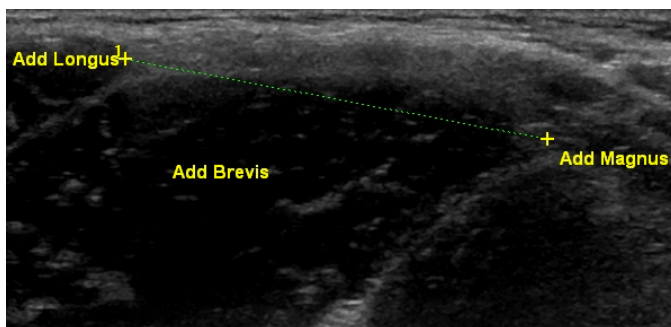
tuotimukksessa. Mittauskorkeuden muutos ei anna syytä olettaa lihaksen mitattavuuden tai mittauksen luotettavuuden kärsivän.

Kysymys 5: Lihäsänneliitos havaitaan ultraäänikuvassa lihaksen volyymin nopeana pienenemisenä (Zamorani & Valle 2007, 74) ja se paikallistuu distaalisimpaan kohtaan jossa jänteeseen ei enää kiinnity lihassäikeitä (Kuva 4a) (Kellis ym. 2009). M. Adductor longuksen lihäsänneliitos erottuu selkeämmin jänteen anteriorisella pinnalla (kuva 4b) (Tuite ym. 1998).



Kuva 4. 4a. Lihäsänneliitos ultraäänikuvassa (nuoli) (Maganaris 2005). 4b. m. Adductor Longuksen proksimaalinen lihäsänneliitos osana palpaatiotestiä (*kysymys 5*).

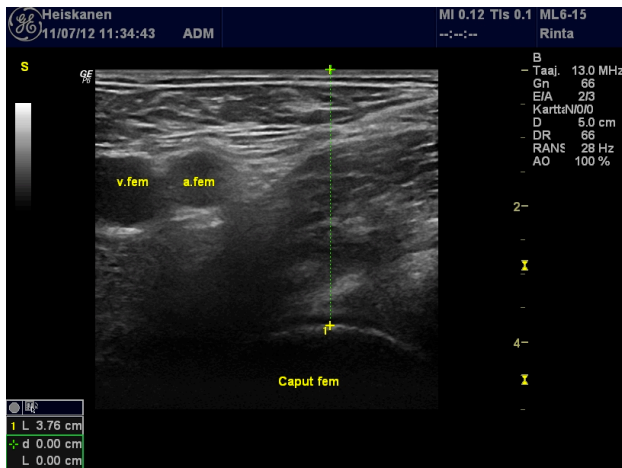
Kysymys 6: Jänteiden kiinnittyminen luuhun voidaan kuvantaa kokeneen ultraäänenkäyttäjän toimesta luotettavasti käyttäen lineaarista äänipäätä. Äänipää asetetaan kohtisuorasti pitkittäin jänteeseen nähden, ja jännettä seurataan luiseen insertioon (Van Holsbeeck & Introcaso 2001, 77-81, Zamorani & Valle 2007, 72-75). Tässä tutkimuksessa seurattiin m. Adductor longuksen ja m. Adductor Magnuksen jänne luiseen insertioon ja mitattiin jänneiden välinen pienin etäisyys (Kuva 5).



Kuva 5. M. Adductor longuksen ja m. Adductor magnuksen origoiden välisen pienimmän etäisyyden mittaaminen osana palpaatiotestiä (*kysymys 6*).

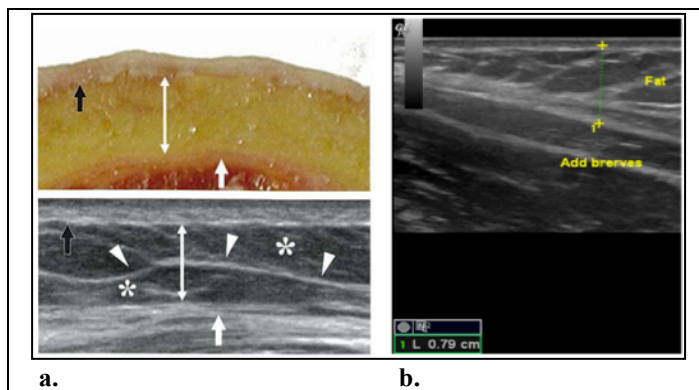
Kysymys 7: Luisten maamerkkien kuvantamisessa ultraääni on yhtä tarkka kuin magneettitutkimus, joten se sopii palpaation harjoittelun apuvälineeksi (Watson ym.

2003). Ultraäänikuvantaminen pystyy teknisesti erottamaan myös luun pinnan rakenteita alle 0.4mm virheellä (Hacihaliloglu ym. 2009). Luun pintakudos erotetaan vaaleana runsaskaikuisena juosteena (Whittaker 2007b, 5) ja nivelpinnan hyaliinirusto puolestaan niukkakaikuisena linjana luun pinnalla (Lento & Primack 2008). Kuvassa 6 on esitetty Caput femoriksen pinnan syvyyden mittausta osana palpaatiotestiä.



Kuva 6. Caput femoriksen havainnointi ultraäänikuvassa osana palpaatiotestiä. Caputin pinnan etäisyys ihon pinnasta merkitty vihreällä viivalla (*kysymys 7b*).

Kysymys 8: Ihonalaiskudoksen mittaaminen on toistettavaa (Bellisari ym. 1993) ja voidaan toteuttaa riittävän tarkasti yhdessä muun muskuloskeletaalisien kuvantamisten kanssa. Ihonalaiskudos erottuu niukkakaikuisena kerroksena jolle on ominaista niukkakaikuinen rasvakudos sekä sidekudosseptat, jotka kulkevat useimmiten ihon suuntaan nähden viistoina lineaarisina juosteina (Kuva 7a) (Valle & Zamorani, 2007). Kuvassa 7b vastaava mittausta on suoritettu osana palpaatiotestiä.



Kuva 7. 7a. Kaksipäinen nuoli osoittaa ihonalaiskudoksen paksuuden dermisen ja allaolevan lihaksen pinnan kalvorakenteiden välillä (Valle & Zamorani, 2007). 7b. Rasvakudoksen paksuus m. Adductor breviksen ja ihon välillä osana palpaatiotestiä (*kysymys 8*).

4.3.1.2 Palpaatiotestin luotettavuus

Palpaatiotestin toistettavuus testattiin ennen interventiota. Alku- ja loppumittauksista vastaavan henkilön mittaussuoritusten toistettavuus (*intra-rater reliability*) selvitettiin mittauksissa käytetyllä General Electronics Logic Book XP –laitteella palpaatiotestin mittaustapaa noudattaen. Mittaukset valittiin suoritettavaksi m. Rectus femoriksesta sekä m. Adductor longuksesta. Tässä tutkimuksessa intra-rater reliabiliteetin mittausten variaatiokerroin on verraten vähäinen vaihdellen välillä 2.4-5.4% (Taulukko 3).

Taulukko 3. Intra-rater testauksen tulokset ja tulosten variaatiokertoimet (CV%).

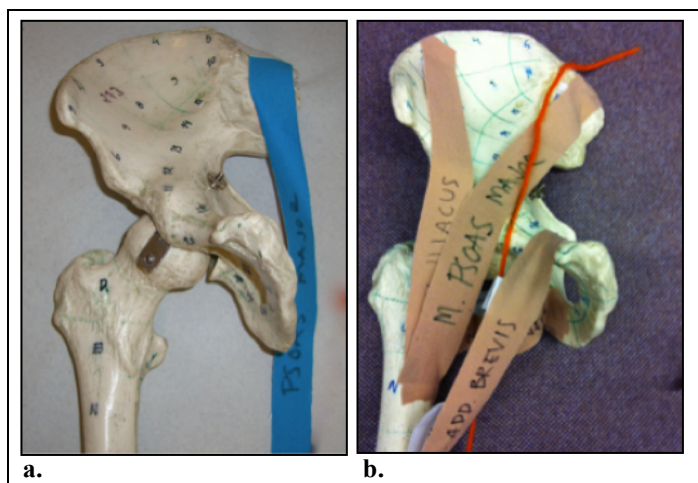
Kohde	m. Rectus femoris leveys (mm)	m. Rectus femoris paksuus (mm)	m. Adductor Longus prox. lihasjänneliitoksen etäisyys origosta (mm)
Mittaus 1	15.0	33.7	30
Mittaus 2	14.6	32.4	27
Mittaus 3	14.3	34.0	28
CV%	2.4%	2.6%	5.4%
CV_{rms}=3.7%			

4.3.2 Anatomisen hahmottamisen testi

Anatomisen hahmottamisen testillä (Liite 2, osa II) a selvitettiin kolmiulotteista tietämystä lonkan anteriorisen alueen anatomiasta lihasten origo- ja insertioalueiden osalta sekä lihasten kulusta suhteessa toisiinsa ja a. Femoralikseen, joka on lonkan alueen anatomiassa palpaatiolle hyödyllinen rakenne. Testi koostui kahdesta vaiheesta (Kuva 8). Origo-insertiopisteet (a) muodostuivat opiskelijan kirjallisesta vastauksesta kysytyjen lihasten lähtö- ja kiinnityskohdista luurankomalliin merkattujen numeroiden ja kirjainten perusteella. Lihasten kulkupisteet (b) muodostuivat opiskelijan laatimasta anatomisesta mallista, jossa opiskelija kiinnitti teipit luurankomalliin kuvaamaan kysytyjä lihaksia ja sijoitti a. Femoralista kuvaavan nauhan nivusalueelle. Tässä tehtäväosiossa arvioitiin

rakenteiden kerroksellisuuden ja kulkureitin hahmottamista. Luurankomalliin oli kiinnitettyä proksimaalipäästään m. Psoas Majoria kuvaava teippi, sillä lihaksen oikea origo puuttui rangattomasta luumallista. Toisena kiinnitettyä rakenteena oli a. Femoralista kuvaava nauha, joka oli distaalisesta päästään kiinnitettyä polvitaipeseen. Muut rakenteet opiskelija kiinnitti anatomisen osaamisensa mukaisesti.

Anatomisen hahmottamisen testissä täysin oikea vastaus oikeutti kahteen pisteeseen ja testin maksimipistemäärä oli 28 pistettä. Mikäli oikea vastaus koostui useista merkinnöistä ja opiskelijan vastauksesta oli vähintään 50%:a oikein, sai hän yhden pisteen. Mikäli oikea vastaus käsitti yhden merkinnän, sai opiskelija yhden pisteen jos hän oli vastannut oikean vastauksen viereisen merkinnän edellyttäen ettei kyseisen lihaksen toiminta tällä vastauksella muuttuisi.



Kuva 8. 8a. Anatomisen hahmottamisen testissä käytetty luurankomalli sekä 8b. opiskelijan näkemys alueen anatomiasta kysytyjen lihasten sekä a. Femoraliksen (oranssi nauha) kulun osalta alkumittauksessa.

4.3.3 Anatominen kuvan nimeämistehtävä

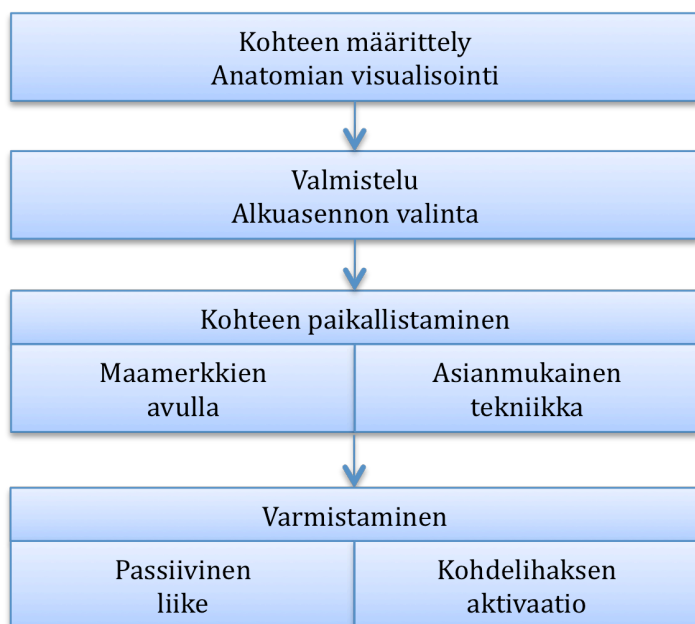
Anatominen kuvan nimeämistehtävä koostui kahdesta kuvasta (Liite 2, osa III). Ensimmäisestä kuvasta opiskelija nimesi lihaksia ja oleellisia luurakenteita nivusseudun lihasten origoalueen frontaalitason piirroksesta (14 kysymystä). Nimeämisen osuvuus arvioitiin edellämämainittuun Netterin (1997) anatomiaan nojaten. Toisena kuvana käytettiin Trochanter minorin tason poikkileikkauskuvaa (3T MRI) elektronisesta radio-anatomian

opetusmateriaalista (Micheau ym. 2011). Pisteytyksessä oikeasta vastauksesta sai yhden pisteen ja osion maksimipistemäärä oli 20 pistettä.

4.4 Opetusinterventio

Alku- ja lopputestauksen välillä toteutettiin palpaatio-opetusta kummankin ryhmän osallistujille neljän oppitunnin (á 45 min, yht 3h) verran. Opetusryhmiä muodostui sekä koe- että kontrolliryhmään viisi. Opetusryhmiin tavoiteltiin 4-6 opiskelijan ryhmäkoko, sillä koeryhmän opetuksessa oli käytettävissä kerrallaan enintään kolme ultraäänilaitetta. Käytännössä opetuskoot vaihtelivat molemmissa ryhmissä 2-5 opiskelijan välillä aikataulujen sovittamisen haasteista johtuen.

Palpaation harjoittelu toteutui käytännön harjoitteluna opiskelijakollegoiden kesken pienryhmissä (*peer physical palpation*), jossa puolet ajasta opiskelija työskenteli toimijana ja puolet tarkkailijana, minkä on todettu tehostavan motorisen taidon harjoittelua (Deakin & Proteau 2000, Shea ym. 2000, Wulf ym. 2010) sekä anatomian ja palpaation oppimista (Chinnah ym. 2011, Thomas ym. 2011). Opetus eteni Reichertin (2011) kuvaaman palpaatioprosessin (Kuvio 2) mukaisesti sisällöllisesti samanlaisena molemmissa ryhmissä. Palaute palpaatiosuorituksesta annettiin kummallekin ryhmälle tuloksen osuvuuden palautteena, mutta palautteen muoto erosi ryhmien välillä. Lopputestaus järjestettiin molemmissa ryhmissä välittömästi opetuskerran päätteeksi, jotta ylimääräisen harjoittelun mahdollisuus poissuljettiin.



Kuvio 2. Palpaatioprosessi (Reichert 2011, 5-6).

Palpaatio-opetus kohdentui lonkan alueen rakenteiden palpaatioon sen monikerroksellisuuden ja kliinisen merkittävyyden vuoksi. Käytännön työssä alueen monimutkaisen anatomian on todettu olevan osasyynä kiputilojen ymmärtämisen ja hoitamisen haasteille (Koulouris 2008). Opetuksen runkomateriaali oli kummassakin ryhmässä sama käsittäen 11 lihasta lonkan alueelta: m. Sartorius, m. Rectus femoris, m. Tensor fascia latae, m. Iliacus, m. Psoas major, m. Pectineus, m. Adductor longus, m. Adductor brevis, m. Gracilis, m. Adductor magnus ja m. Obturator externus. Palpaation apuna käytettiin luisina maamerkkeinä Trochanter majoria, Trochanter minoria, Spina iliaca anterior superioria, Spina iliaca anterior inferioria, Tuberculum pubista sekä Tuberculum ischiitä. Lisäksi anatomisessa hahmottamisessa hyödynnettiin a. Femoraliksen sijaintia. Palpaatio-opetuksessa keskityttiin lihasten tunnistamiseen ja erotteluun lihasten origoalueella sekä femurin yläkolmanneksen alueella. Palpaation opetusmateriaalin ja -menetelmän toimivuutta testattiin pienimuotoisessa pilottitutkimuksessa toukokuussa 2011, jolloin materiaalia selkeytettiin havaittujen puutteiden osalta.

Koeryhmän opiskelijoita johdatettiin ultraäänikuvan yksinkertaistetun tulkinnan harjoitteluun noin 10 minuutin ajan ennen opetuksen alkua. Koeryhmän opetuksessa kunkin lihaksen palpaatio ohjattiin kirjalliseen materiaaliin pohjaten sanallisesti, jonka

jälkeen palpaatio suoritettiin käsin anatomisten kuvien avulla. Opetusmateriaaliin oli lisätty ohjeistus ultraäänien äänipään asetteluun sekä esimerkkikuva äänipään tuottamasta anatomisesta näkymästä. Palpaatiokohdan osuvuus varmennettiin kohdelihasta aktivoiden sekä ultraäänikuvantamisen keinoin; äänipää asetettiin opiskelijan palpaatiolla paikallistamaan kohtaan, ja kuvakeilan näkymästä paikallistettiin kohdekudos sen sijainnin, muodon ja lihasaktivaation avulla. Mikäli palpaatio ei osunut toivotulle kohdalle, paikallistettiin oikea sijainti opettajan sanallisen ja manuaalisen ohjaamisen keinoin sekä kuvakeilan avulla.

Kontrolliryhmän opetuksessa kunkin lihaksen palpaatio ohjattiin kirjalliseen materiaaliin pohjaten sanallisesti, jonka jälkeen palpaatio suoritettiin käsin anatomisten kuvien avulla. Palpaatiokohdan osuvuus varmennettiin kohdelihasta aktivoiden ja samanaikaisesti lihasta tunnustellen; aktivaatio on tunnettavissa lihasrakenteen tiivistymisenä, jolloin lihaksen reunojen palpoiminen helpottuu (Reichert 2009, 9-10). Mikäli palpaatio ei osunut toivottuun kohtaan, paikallistettiin oikea sijainti opettajan sanallisen ja manuaalisen ohjaamisen keinoin.

4.5 Ultraäänikuvantamisen laitteisto ja asetukset

Ultraäänikuvantaminen sekä opetuksessa että alku- ja loppumittauksissa toteutettiin käyttäen ultraäänikuvantamisessa tyypillisimmin käytettyä B-mode -muotoa (*brightness mode*) eli kaksiulotteista mustavalkoista kuvaa jossa kudosten sijainti ja tiheys esitetään kirkkaudeltaan vaihtelevin harmaan sävyin (Van Holsbeek & Introcaso 2001, Whittaker 2007b). Kuvantamisessa käytettiin muskuloskeletaaliseen kuvantamiseen sopivaa lineaarista äänipäätä näkymän mittasuhteiden tulkinnan helpottamiseksi. Elimistön pinnallisten rakenteiden kuten lihasten kuvantamisessa käytetään yleisimmin taajuuksia 7-15mHz (Smith & Finoff 2009) tai 5-15mHz (Pasta ym. 2010) ja tässä tutkimuksessa valittiin taajuudeksi 8 mHz. Tässä tutkimuksessa laitteen säädöistä oli opiskelijan käytössä vain kuvan syvyyden säätö (*depth*). Kuvan tulkinnassa keskityttiin lihaksen rajapintojen havainnointiin suhteessa ympäristöön, eli siihen onko haluttu kudos äänipään keilassa kun se asetettiin opiskelijan palpoiman kudoksen päälle.

Ultraäänikuvantamislaitteiden luotettavuutta tutkittaessa on intra-tester reliabiliteetti lihaksen parametrien mittaamisessa havaittu hyvin korkeaksi laitteesta riippumatta (Hing ym. 2009). Tässä tutkimuksessa opetusinterventioon käytettiin saatavuussyistä kahden eri valmistajan ultraäänikuvantamislaitteita; General Electronics Logic Book XP, jossa käytettiin L12 (5-15MHz) lineaarista äänipäätä, General Electronics Venue 40 lineaarisella 12L-SC äänipäällä (5-13MHz) sekä SonoSite Nano Maxx lineaarisella L38 äänipäällä (5-10MHz). Alku- ja loppumittaukset suoritettiin samoin asetuksin General Electronics Logic Book XP -laitteella jolla myös toistettavuustesti suoritettiin tutkimusta edeltävästi.

4.6 Tilastolliset menetelmät

Aineiston analyysi on toteutettu luokittelemattomalla aineistolla. Palpaatiotestin osioista muodostettiin kolme summamuuttujaa kuvan 3 mukaisesti. Palpaatiotestin alkumittauksessa ilmeni yksittäisiä tilanteita (12/540 havaintoa: 2,2%), joissa opiskelija ei saanut mitattavaa arvoa palpaatiolleen luovuttamisesta johtuen. Puuttuvia arvoja ilmeni 1-2 yhteensä 8:lla opiskelijalla (koeryhmä n=4, kontrolliryhmä n=4). Puuttuva arvo korvattiin kyseisessä palpaatiotehtävässä heikoiten menestyneen opiskelijan vastauksella. Anatomisen hahmottamisen testin osioista muodostettiin kaksi summamuuttujaa; a) origo- ja insertiovastausten pisteet sekä b) lihasten kulun pisteet. Kuvan nimeämistehtävän pisteitä tarkasteltiin yhtenä kokonaisuutena.

Aineiston tilastollinen analysointi suoritettiin käyttämällä SPSS tilasto-ohjelmiston versiota PASW Statistics 19.0. Tulosten tilastollisessa analysoinnissa käytettiin parametritonta Mann-Whitneyn U-testiä (exact -testi) määrittämään ryhmien välistä muutoksen eroa palpaatiotaidoissa alku- ja lopputestauksen välillä. Taustamuuttujien ja alkumittauksen tulosten välistä korrelaatiota tarkasteltiin Mann-Whitneyn U-testin (Monte Carlo -menetelmä) sekä ristiintaulukoinnin avulla. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0.05$.

5 TULOKSET

5.1 Intervention toteutuminen

Alkutestaukseen osallistuneista 36:sta opiskelijasta 32 suoritti opetusintervention ja lopputestauksen. Molemmissa ryhmissä keskeyttäneitä oli kaksi; kummastakin jäi pois yksi nainen ja yksi hierojataustan omaava mies (Kuvio 2).

5.2 Taustamuuttujat

Taustamuuttujissa ei alkumittauksissa havaittu koe- ja kontrolliryhmän välillä tilastollisesti merkitsevää eroa (Taulukko 4).

Koeryhmän (n=16) opiskelijoiden ikäjakauma oli 21-36 vuotta ja opiskelijoista 81% oli naisia. Opintojen vaihe vaihteli välillä 2-7/7 lukukautta ja edeltävien anatomian opintojen arvosanat vaihtelivat välillä 1-5/5. Työharjoittelujaksojen määrä vaihteli 0-5/5. Vapaavalinnaiselle palpaatiokurssille oli osallistunut 44% koeryhmään kuuluneista, ja 25%:lla opiskelijoista oli edeltävänä ammattina hierojan tutkinto (työkokemusta keskimäärin 48 kk)

Kontrolliryhmän (n=16) opiskelijoiden ikäjakauma oli 21-48 vuotta ja opiskelijoista 75% oli naisia. Opintojen vaihe vaihteli välillä 2-7/7 lukukautta, ja edeltävien anatomian opintojen arvosanojen vaihteluväli oli 1-5/5. Työharjoittelujaksojen määrä vaihteli välillä 0-5/5. Vapaavalinnaiselle palpaatiokurssille oli osallistunut 38% koeryhmään kuuluneista, ja 19%:lla opiskelijoista oli edeltävänä ammattina hierojan tutkinto (työkokemusta keskimäärin 64 kk).

Taustamuuttujista ainoastaan anatomian opintomenestys ennusti alkumittauksessa menestymistä: mikäli anatomian opintojen arvosana oli 5/5 onnistui opiskelija tilastollisesti merkitsevästi muita paremmin sekä anatomisen hahmottamisen tehtävässä ($p=.010$) että kuvan nimeämistehtävässä ($p=.007$). Anatomian opintojen keskimääräinen arvosana koeryhmässä oli 3,3 ja kontrolliryhmässä 3,2, eikä ero ollut tilastollisesti merkitsevää. Edeltävään palpaatio-opetukseen osallistuneet eivät eronneet muusta tutkimusjoukosta alkumittauksen testituloksissa. Myöskään muilla taustamuuttujilla ei ollut yhteyttä alkutestissä menestymiseen.

Taulukko 4. Koe ja kontrolliryhmän taustamuuttujien keskiarvot ja keskihajonnat alkutilanteessa ja niiden tilastollinen vertailu.

Muuttuja	Koeryhmä n=16	Kontrolliryhmä n=16	p-arvo
Ikä, vuotta	26 (4.5)	26 (6.9)	0.458
Opintojen vaihe, lukukautta	5 (1.8)	5 (1.6)	0.401
Anatomian opinnot, arvosana	3 (1.2)	3 (1.2)	0.670
Harjoittelujaksot, lukumäärä	2 (1.7)	2 (1.4)	0.570
Edeltävä työkokemus hieronnassa, kk	48 (27.0)	64 (43.9)	0.611
Alkutesti, luokitellut pisteet	36 (10.6)	34 (10.5)	0.406
Sukupuoli n/m	13/3	12/4	1.00
Edeltävä palpaatio-opetus, n	7	6	1.00
Edeltävä hierojan tutkinto, n	4	3	0.478

5.3 Alku- ja lopputestauksen tulokset

Alku- ja lopputestauksen tulokset sekä ryhmien välinen muutoksen ero on esitetty taulukossa 5. Lähtötilanteen tuloksissa ei ryhmien välillä ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukko 5. Koe ja kontrolliryhmän tulokset alku- ja lopputestauksessa sekä ryhmien välinen muutoksen ero. Palpaatiotestin tulos on ilmoitettu virhemillimetreinä yhtä palpaatiota kohden, anatomisen hahmottamisen testin ja kuvan nimeämistehtävän tulos on ilmoitettu kokonaispistemääränä.

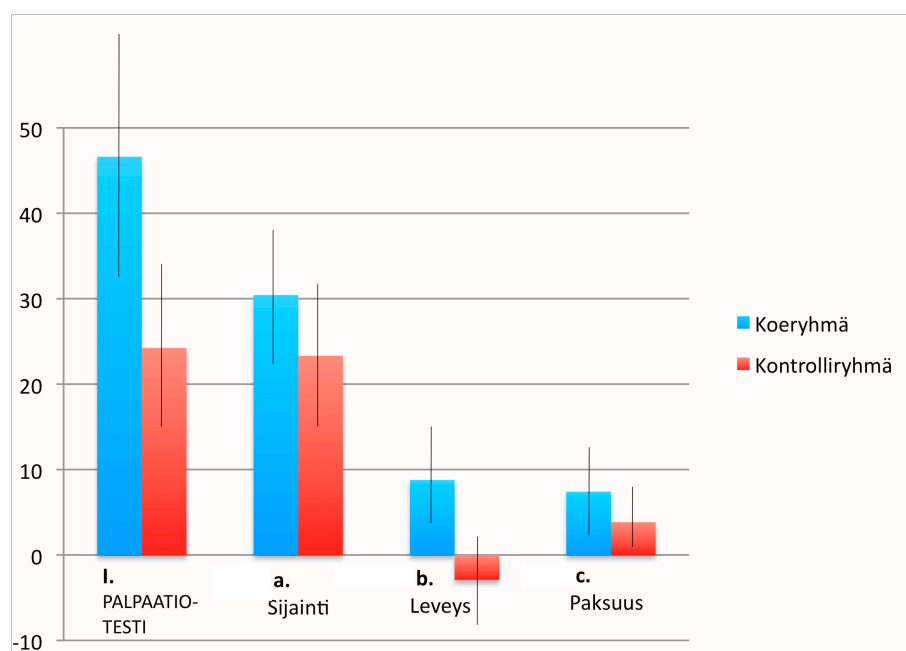
Muuttuja	Koeryhmä (n=16)		Kontrolliryhmä (n=16)		Ryhmien välinen muutoksen ero (95% CI)	P-arvo
	Alku Ka (SD)	Loppu Ka (SD)	Alku Ka (SD)	Loppu Ka (SD)		
Palpaatiotesti (mm)	68.1 (25.5)	21.4 (6.8)	65.9 (17.7)	41.7 (13.7)	22.4 (6.3 - 38.5)	0.010
a. Sijaintivirhe (mm)	35.9 (14.6)	5.5 (4.0)	38.0 (14.4)	14.7 (8.6)	7.1 (-4.3 - 18.5)	0.366
b. Mittavirhe leveys (mm)	18.5 (8.0)	9.7 (4.2)	15.1 (5.6)	18.0 (8.8)	11.7 (4.7-18.7)	0.001
c. Mittavirhe paksuus (mm)	13.7 (7.7)	6.3 (2.9)	12.8 (6.7)	9.0 (3.4)	3.6 (-2.0-9.2)	0.157
Anatomisen hahmottamisen testi (pisteet)	7.9 (5.5)	18.6 (5.5)	5.3 (4.1)	12.3 (4.7)	3.6 (0.2-7.0)	0.053
a. Origo-insertiosumma (pisteet)	4.9 (3.3)	11.1 (3.3)	3.2 (2.6)	7.6 (2.9)	1.8 (-0.3-3.9)	0.123
b. Kulkusumma (pisteet)	3.1 (3.0)	7.6 (2.6)	1.8 (2.2)	4.8 (2.2)	1.6 (-0.4-3.6)	0.177
Anatominen nimeämistehtävä (pisteet)	7.4 (3.0)	15.9 (2.6)	7.0 (2.5)	14.4 (4.0)	1.1 (-1.4-3.6)	0.404

5.4 Ryhmien välinen muutoksen ero

Ryhmien välisen muutoksen absoluuttinen ero sekä eron tilastollinen merkitsevyys on esitetty taulukossa 5.

5.4.1 Palpaatiotesti

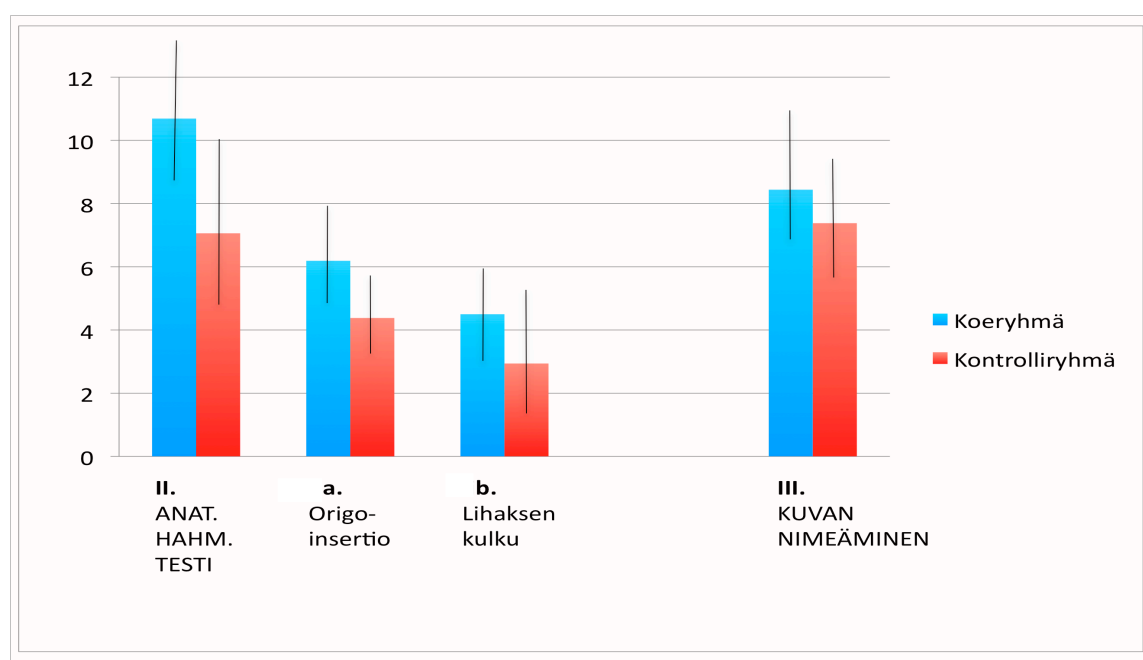
Palpaatiotestin tulokset on esitetty taulukossa 5 ja kuviossa 3. Palpaatiotestin tulosten summan palpaatiovirhe pieneni koeryhmällä 69%, kun kontrolliryhmän palpaatiovirhe pieneni 37% ($p=0.010$). Koeryhmässä palpaatiotestin sijaintivirhe (a.) pieneni 85% (ns.). Palpoitavan kohteen leveyden mittavirhe (b.) pieneni 48% ($p=0.001$), ja paksuuden mittavirhe (c.) pieneni 54% (ns). Kontrolliryhmässä palpaatiotestin sijaintivirhe (a.) pieneni 61%. Palpoitavan kohteen leveyden mittavirhe (b) suureni 19% ja paksuuden mittavirhe (c.) pieneni 30%.



Kuvio 3. Palpaatiovirheen muutoksen (mm) keskiarvot ja muutoksen luottamusväli (95% CI) koe- ja kontrolliryhmässä.

5.4.2 Anatomisen hahmottamisen testi

Anatomista hahmottamista mittaavan testin tulokset on esitetty taulukossa 5 ja kuviossa 4. Anatomisen hahmottamisen testissä ryhmien välinen muutos ei muodostunut tilastollisesti merkitseväksi. Koeryhmän tulos parantui testin yhteispisteissä 135% ja kontrolliryhmän 132% (ns). Testiosioissa koeryhmän tulos parantui origo-insertiopisteissä (a) 127% (ns.) ja lihaksen kulun pisteissä (b) 145% (ns). Kontrolliryhmällä puolestaan parantumista origo-insertiopisteissä (a) tapahtui 137% ja lihaksen kulun pisteissä (b) 167%.



Kuvio 4. Anatomisen hahmottamisen testin ja kuvan nimeämistehtävän pisteiden muutos ja muutoksen luottamusväli (95% CI) koe- ja kontrolliryhmässä.

5.4.3 Anatominen kuvan nimeämistehtävä

Anatomisen kuvan nimeämistehtävän tulokset on esitetty taulukossa 5 ja kuviossa 4. Anatomisen kuvan nimeämistehtävän pisteissä muutos tapahtui ryhmien välillä tasaisimmin; koeryhmän pisteet kasvoivat 115% ja kontrolliryhmän vastaavasti 106% (ns.).

6 POHDINTA

Tutkimustulokset osoittavat ultraäänilaitteen mahdollistaman visuaalisen palautteen parantaneen fysioterapeuttiopiskelijoiden palpaatiotarkkuutta osana palpaatio-opetusta. Erityisesti kudoksen rajapintojen tunnistaminen leveyssuunnassa poikkesi ryhmien välillä toisistaan. Muutosten ero oli paitsi tilastollisesti merkitsevä myös kliinisesti erittäin merkittävä ajatellen esimerkiksi tarkemman palpaation tuomaa spesifimpää pohjaa kliinisen päättelyn ketjulle sekä erotusdiagnostisia mahdollisuuksia. Kirjallisessa anatomisessa kuvan nimeämistehtävässä kehittymiseen ei ultraäänilaitteen käyttö opetuksessa tuonut lisäarvoa. Sen sijaan anatomisen hahmottamisen testin tulos jäi tilastollisen todennäköisyyden puolesta raja-arvoksi, mutta trendi puolsi koeryhmän parantaneen jonkin verran kontrolliryhmään verrattuna. Testiosioiden sisältöä tarkastellen tulokset koeryhmän eduksi vaikuttavat loogisilta, sillä visuaalisen palautteen antama tieto kohdentuu eniten juuri palpaation tarkkuuteen. Anatomisen hahmottamisen testissä näkyvä trendi puolestaan viittaisi anatomian kolmiuloitteisuuden ja kerroksellisuuden hahmottamisen parantumiseen, mikä on perusteltua visuaalisen palautteen antaessa tietoa rakenteiden sijainnista suhteessa ympäristöön.

Tämän tutkimuksen tulos on yhdenmukainen edeltävien anatomisten rakenteiden visualisointia hyödyntäneiden tutkimusten tulosten kanssa. Visualisoinnin on aiemmin osoitettu tehostavan anatomiseen tunnistamiseen liittyvien kliinisten taitojen opettelua (McMenamin 2008) sekä anatomista osaamista (Winkelmann 2007, Johnston 2009). Toisaalta simulaatio-opetuksen hyötyjä on raportoitu palpaatio-opetuksen apuna menestyksekkäästi aikaisemminkin erilaisissa yhteyksissä (Euans ym. 1995, Barloon ym. 1998, van Zoest ym. 2007, Snodgrass ym. 2010, Fodor ym. 2012). Lääketieteen opiskelijoilla ultraäänikuvantamista hyödyntävä kliinisen tutkimisen opetus johti perinteiseen opetukseen verrattuna sekä parempiin kliinisiin tutkimustaitoihin että parempaan käsitykseen tutkittavasta alueellisesta anatomiasta, ja näiden ohella lisäsi luottamusta omaiin tutkimustaitoihin (Fodor ym. 2012), mutta fysioterapeuttiopiskelijoiden keskuudessa vastaavaa ei ole tutkittu. Opetustilanteita ja palautteen muotoa suunniteltaessa tulee kuitenkin huomioida, että simulaatio-opetuksella voi olla myös ei-toivottu vaikutus, sillä opiskelija saattaa simulaatioharjoittelun perusteella kuvitella taitonsa todellista paremmaksi tai tulla

riippuvaiseksi simulaatiosta suorituksensa tukena (Jones & Sheppard 2011, Magill 2011, 339, 353).

Tutkimuksen eettisenä haasteena oli opiskelijoiden mahdollinen ajatus siitä, että tutkimukseen osallistumalla he voisivat saada opettajilta parempia arvosanoja. Täten on mahdollista että ajatus paremmista arvosanoista houkutteli osallistumaan tutkimukseen, vaikka tutkimus pohjautui osallistujien vapaaehtoisuuteen. Jotta tällaista vaikutelmaa ei olisi syntynyt, informoitiin opiskelijoita asiasta tutkimuslupakaavakkeen yhteydessä.

On mielenkiintoista, ettei edeltävä palpaatiokurssille osallistuminen näkynyt opiskelijoiden alkumittauksessa parempina tuloksina palpaatiotestissä. Tässä opetusinterventiossa todennäköisesti keskityttiin spesifimpään palpaatioon jolloin edeltävän, koko kehon palpaatiota käsitelleen opetuksen tuomat taidot eivät muodostuneet mittausten kannalta merkityksellisiksi. On myös oletettavaa, että edeltävän palpaatiokoulutuksen opettajan intressit ovat olleet opetuksessa erilaiset kuin tutkimusasetelmassa.

Todellisessa palpaatiotilanteessa on vaikuttavana tekijänä on myös interaktio asiakkaan kanssa, mikä vaikeuttaa palpaation toistettavuutta (Lewit & Liebenson 1993). Tämän tutkimuksen testauksissa interaktiota tapahtui vain lyhyen aktivointikäskyn muodossa, mutta sen sijaan läsnä oli stressitekijä; opiskelija altisti itsensä kokeneen kouluttajan tarkkailtavaksi ja arvioitavaksi, minkä lisäksi palpaatio kohdistui palpaation opettajaan. Tämän vaikutusta tulokseen on vaikea arvioida.

Palpaatiotaidon harjoittelun tulisi tapahtua vähintään kymmenen kertaa, jotta toistettavuutta palpaatioon kehittyisi (Reichert 2011). Tässä tutkimuksessa palpaatio toistui kunkin lihaksen kohdalla keskimäärin kolme kertaa. Näinollen harjaantuminen ennen lopputestausta oli kohtuullisen niukkaa, kuitenkin vastaten ajankäytön realiteettia opetuksessa. Seurantatutkimus suuremmalla tutkimusjoukolla, pidemmällä aikavälillä ja suuremmalla toiston määrällä olisi mielenkiintoinen jatkotutkimuksen aihe. Jatkossa opetuksen jälkeen ultraäänilaitteiden tulisi myös olla opiskelijoiden saatavilla jotta harjoitteita voisi toistaa omaehtoisesti.

Mahdollisena heikkoutena tulosten siirrettävyyden kannalta ajatellen voidaan pitää sitä, että palpaatiotestit tapahtuivat normaalivartaloista koehenkilöä tutkien, samoin kuin

pariharjoittelukin. Aidoissa palpaatiotilanteissa asiakkaat ovat yhä useammin ylipainoisia, ja lisääntyneen ihonalaisen rasvan määrän on osoitettu heikentävän palpaation osuvuutta/tarkkuutta (Snider ym. 2000). Toisaalta on mahdollista että ultraääniavusteinen palpaatio voisi selkeyttää tukevan henkilön palpaatiota, mikäli ihonalainen rasvakudos heikentää tuntumaa lihaksiin ja tutkittavat rakenteet olisivat ultraäänikeilan saavutettavissa.

Tutkimuksessa käytettyjä mittaamenetelmiä ei ole tietääksemme käytetty lihasrakenteiden palpaatio-opetuksessa aikaisemmin, joten aiempaa tutkimustietoa ei ole tässä suhteessa hyödynnettävissä ja mittaustavat on näin ollen räätälöity tätä tutkimusta varten. Tutkimuskysymysten kannalta ensisijaisena mittarina käytetyn palpaatiotestin luotettavuutta varmennettiin intra-rater toistettavuustestauksella. Testiin valittiin rakenteita, joiden kohdalla epäilimme haasteellisinta toistettavuutta, sekä viereisten tai päällekkäisten lihasten tuovan tulkinnanvaraisuutta mittauksiin. Mittauksia voidaan pitää toistettavina CV% -arvojen jäädessä alle 10%:iin (Atkinson & Nevill 1998). Lisäksi aiemmissa julkaisuissa m. Quadriceps femoriksen poikkipinta-alan mittauksessa on variaatiokertoimeksi saatu 7.7% (Sipilä & Suominen 1999) ja longitudinaalisesta kuvasta lihaksen paksuuden mittaamisessa variaatiokerroin on ollut 4.8% (Sipilä & Suominen 1991), joten tämän tiedon valossa palpaatiotesti osoittautui laboratoriossamme varsin luotettavaksi. Mittausten perusteella päättelemme, että toistettavuustestauksemme osoittivat hyvää toistettavuutta ja vähensivät merkittävästi systemaattisen virheen mahdollisuutta. Kun huomioimme, että mittaukseen valittiin anatomisesti haasteelliset mittauskohteet, uskomme tuloksen olevan yhtä hyvä ellei parempikin selkeämmin tunnusteltavissa ja vakioitavissa olevien mittauskohteiden kohdalla. Luotettavuutta lisäsi myös se, että tässä tutkimuksessa alkua- ja loppumittauksista vastaava henkilö oli sekä lääkärin että fysioterapeutin koulutuksen saanut henkilö, joka oli lisäksi käyttänyt ultraäänikuvantamista säännöllisesti työssään vuosien ajan. Mittaaja oli lisäksi sokkoutettu, eikä täten ollut tietoinen kumpaan ryhmään kukin palpoinnitestiä suorittanut henkilö kuului.

Anatomisen hahmottamisen testin reliabiliteettia ja validiteettia ei selvitetty ennen tutkimuksen toteutusta, mikä on yksi tutkimuksen heikkouksista. Tiedossamme ei kuitenkaan ole vaihtoehtoisia validoitua testaustapaa lonkan alueen anatomian avaruudellisen hahmottamisen selvittämiseksi. Testin pisteytys toteutettiin terveydenhuoltoalan anatomian opetuksessa kansainvälisesti laajimmin käytetyn Netter's Atlas of Human Anatomy – teoksen (1997) mukaisesti. Kirjan sisällön validiteetista ei ole löydettävissä tutkimusta, mutta kirja on

kansainvälisesti laajimmin käytetty anatomian oppimateriaali terveydenhuollon ja lääketieteen aloilla (Hansen 2006).

Myöskään anatomisen kuvan nimeämistehtävän validiteettia ja reliabiliteettia ei testattu etukäteen. Tehtävä valittiin testiosioihin edustamaan perinteistä anatomian opetusta ja sen mittaamista. Kuvien avulla selvitettiin lihasten origoalueiden erottelua sekä lihasten kulkusuunnan ja syvyyden hahmottamista. Testiosion luotettavuutta tukee pisteytyksen pohjautuminen osaltaan edellä mainittuun anatomian teokseen (Netter 1997), ja lisäksi radio-anatomian opetusmateriaalisivusto (Micheau ym. 2011) on puolestaan hyväksytty *Health on the net* -yhdistyksen jäseneksi ja sen luotettavuutta tukee laadukkaan ja luotettavan tiedon tuottamisesta kertova *HON code of conduct* -sopimus.

Tutkimuksen vahvuutena voidaan nähdä se, että opetusintervention sekä interventioryhmälle että kontrolliryhmälle toteutti sama henkilö. Tämä lisäsi todennäköisyyttä sille, ettei opetustyylin erilaisuus vaikuttaisi tulokseen. Koska opetuskerrat jakaantuivat yhteensä 10 kerralle, järjestettiin opetus ryhmille vuorotellen jotta toiston myötä opettamiseen muodostuva rutiini ei kohdistuisi vain toiseen ryhmistä. Toisaalta asetelmasta seurasi se, että opettaja oli opetuksen tapahtuessa tietoinen siitä kumpaan ryhmään tutkittavat kuuluivat. Tällöin on mahdollista, että opettava henkilö saattoi tahtomattaankin toimia opetuksen suhteen interventioryhmää suosien. Lisäksi, ryhmien opettaja toimi myös tutkijana, jolloin kaksoisroolin merkitys on saattanut vaikuttaa tuloksiin. Yhteneväinen opetusmateriaali, lukuun ottamatta koeryhmälle lisättyä ultraäänilaitteen äänipään asetteluohjetta, tuki kuitenkin opetuksen yhdenmukaista sisältöä ja etenemistä. Toisaalta opettajalle oli myös ilmoitettu, että ulkopuolinen tarkkailija voi tulla varmistamaan opetuksen yhtenevyyttä, mikä saattoi toimia kannustimena ryhmäsisältöjen samankaltaisina pitämiseksi vaikkei tarkkailijaa opetustilanteisiin lopulta tullut.

Tutkimusasetelman heikkoutena voidaan nähdä se, ettei opettavalla henkilöllä ole pedagogista pätevyyttä. Tehtävään sopivuutta kuitenkin puoltaa tutkimuksessa käytetyn opetusmateriaalin laadintaan ja sonopalpaation kehittämiprojektiin osallistuminen yli kolmen vuoden ajan, sekä substanssiosaamisen kertyminen edeltävän proseminaariryönnön parissa. Myös työelämälähtöinen kokemus saattoi tukea palpaatio-opetusta.

Tutkittavien kontaminoitumisen välttämiseksi tutkimushenkilöitä pyydettiin pitämään testauksen ja opetettavan asian sisältö omana tietonaan, jotta myöhemmin testauksiin saapuvat opiskelijat eivät saisi tietoa testien ja tutkimuksen sisällöstä etukäteen. Tutkimuksen toteuttajilla ei kuitenkaan ollut mahdollisuutta valvoa sekoittumisen toteutumista, sillä testaus- ja opetuskerrat jakaantuivat usean kuukauden ajalle. Jos merkittävää kontaminoitumista olisi tapahtunut, olisi ollut oletettavaa, että edeltävä valmistautuminen olisi näkynyt alkumittauksessa parempina pisteinä, erityisesti nimeämistehtävässä ja lihasten origo-insertiotehtävässä. Alkumittauksen pisteet olivat kuitenkin varsin yhdenmukaisia tutkimukseen eri vaiheissa mukaan tulleiden opiskelijoiden kesken.

Vaikka tämän tutkimuksen tulos on sonopalpaation kannalta kannustava, on huomioitava, että käytetyn opetusmentelmän ohella on aina läsnä muita vaikuttavia tekijöitä. Keskeisin niistä on oppijan henkilökohtainen kyky käsitellä tietoa ja rakentaa saamansa tieto mielekkäiksi kongitiivisiksi rakenteiksi. Tähän vaikuttavat muun muassa oppimismotivaatio, oppimisprosessiin sitoutuminen, kyky aktivoida aiemmin opittua tietoa sekä kyky oppia siinä kontekstissa jossa tietoa käytetään (Jones & Sheppard 2008). Tämän tutkimuksen heikkoutena voidaan nähdä se, ettei esimerkiksi ultraäänen tuomaa lisämotivaatiota mitattu. Toisaalta lopputestauksen sijoittuminen heti opetuksen perään poisti motivaation mahdollisesti innoittaman lisäharjoittelun mahdollisuuden sekä koe- että kontrolliryhmältä.

Fysioterapeuttiopintoihin kuuluva sisältö on laajentunut menneinä vuosina, jonka seurauksena kliiniseen harjoitteluun käytettävissä oleva aika on vähentynyt. Fysioterapeuttien kliininen opetus pohjautuu perinteisesti intuition ja siihen minkä on havaittu toimivan, eikä näyttöä ei ole saatavilla siitä saavutetaanko jollakin opetusmenetelmällä asiakkaan kannalta parempi hoitotulos kuin toisella menetelmällä. Opetusmenetelmien kehitys on kuitenkin tarpeellista jotta valmistuvilla fysioterapeuteilla on tulevaisuudessakin kompetenssia työmarkkinoilla sekä vaikuttavuutta terveydenhuollon ammattilaisina (Jones & Sheppard 2008) ja kustannustehokkuuden vaatimukset huomioiden on harkittava, onko terveydenhuollolla varaa olla käyttämättä simulaatiokeinoja opetuksen apuna (Issenberg 2005). Erilaisia keinoja tulee harkita ja kokeilla, kuten Arroyo-Morales ym. (2012) osoittivat käyttäessään ultraäänikuvia fysioterapeuttiopiskelijoiden palpaatio-opetuksen verkko-opetusmateriaalina.

Fysioterapeuttien koulutuksessa ultraäänikuvantamista on toistaiseksi käytetty hyvin vähän opetuksen apuna, mikä on todennäköisesti liittynyt enemmän laitteiston ja sen käytön hallinnan niukkuuteen kuin siihen, ettei kuvantamiselle olisi kehitettävissä toimivaa roolia fysioterapeuttien opetuksessa. Ultraäänikuvantamislaitteita on kuitenkin jo käytettävissä useissa korkeakouluissa, joten sonopalpaatio-opetuksen vaikuttavuuden osoittamisen myötä näiden laitteiden käyttöastetta voidaan perustellusti laajentaa fysioterapeuttiopiskelijoiden palpaatio-opetukseen. Lisäksi laitteiden hinta on lähivuosina laskenut tuntuvasti, minkä myötä ne ovat tänä päivänä yhä useamman organisaation ja yksityisenkin fysioterapeutin hankittavissa tai vuokrattavissa, mikä on osaltaan lisännyt käyttökoulutuksen kysyntää ja kehittämistarvetta. Ultraäänikuvantamisen nähdäänkin sisältävän runsaasti mahdollisuuksia sekä tutkimukselliseen työhön, moniammatillisen yhteistyön, opetuksen arvioinnin että kuntoutuksen saroilla (Comerford & Heiskanen 2012). Sonopalpaatio-opetuksen suoran kustannusvaikuttavuuden arviointi on kuitenkin haasteellista, sillä sen mahdollista vaikutusta valmistuvan fysioterapeutin tuleviin hoitotuloksiin ja terapeuttisten taitojen tasoon ei voida ennustaa.

Ammattikunnan keskuudessa RUSI:n tuoman visuaalisen palautteen käytön mahdollisuuksista ollaan kiinnostuneita. Australialaisten työssäkäyvien fysioterapeuttien keskuudesta kerätty tieto toi ilmi, että ultraäänikuvantamislaitteita oli käytettävissä yli puolella vastanneista (51%), ja siihen kohdistuva kiinnostus oli suurta. Laitteen käyttö rajautui selkeästi keskivartalon alaosan lihaksiston biopalautteenomaiseen kuvantamiseen, ja yksipuolisuuden syyksi epäiltiin riittämätöntä koulutustarjontaa fysioterapian kliinisellä osaamisalueella. Tutkimuksessa fysioterapeutit kokivat tarpeelliseksi saada koulutusta ensisijaisesti alueellisen tuki- ja liikuntaelimestön anatomian kuvantamiseen sekä kuvantamislaitteen asetusten käyttöön (McKiernan ym. 2011). Vastaavaa kiinnostusta on ollut havaittavissa Suomessa, ja kuvantamislaitteet alkavat yleistyä erityisesti yksityisissä hoitolaitoksissa sekä korkeakouluissa. Tämä puoltaisi myös täydennyskoulutuksen kehitystä aiheen parissa. Sonopalpaatio-opetukseen osallistuneiden opiskelijoiden keskuudessa menetelmä sai erittäin positiivista palautetta ja toiveita menetelmän laajemmasta hyödyntämisestä esitettiin kaikissa pienryhmissä. Yhteensä viisi opiskelijaa on jälkikäteen ollut yhteydessä tutkijaan asian tiimoilta kertoakseen hyötynensä visualisoinnista sekä muissa opinnoissaan että työharjoitteluun liittyvissä tehtävissään.

Jatkossa ultraääniavusteisen opetuksen soveltuvuutta olisi mielekästä tutkia muidenkin tuki- ja liikuntaelimestöä käsittelevien opintojen yhteydessä, erityisesti osana terapeutin harjoittelun opintoja. Jatkotutkimuksia ja opetusta suunnitellessa tulee ottaa huomioon, että simulaatio-opetuksen tulisi olla asteittain vaikeutuvaa (Issenberg 2005) ja sen rinnalla voitaisiin käyttää ultraäänikuvia sisältävää verkko-opetusmateriaalia (Arroyo-Morales ym. 2012). Palpaatio-opetuksen kehityksessä tämä voitaisiin huomioida aloittamalla ultraääniavusteinen palpaatio-opetus luisista maamerkeistä ja pinnallisista suurista verisuonista edeten pinnallisten lihasten rajojen tunnistamisen opetteluun, jonka jälkeen palpaatio-opetus voisi edetä faskiarakenteiden ja hermokudoksen palpoinnin opetteluun. Tämä kuitenkin edellyttää sekä laajempia edeltäviä opintoja osallistujilta että jatkotutkimusta aiheen parissa.

Johtopäätökset

Tutkimuksen johtopäätöksenä todetaan, että ultraäänilaitteen antamaa visuaalista palautetta palpaatiotaidon harjoittelussa hyödyntäneet fysioterapeuttiopiskelijat lisäsivät palpaatiotarkkuuttaan merkittävästi enemmän kuin ilman ultraäänilaitetta palpaatiotaitoja harjoitelleet opiskelijat. Jatkossa visuaalisen palautteen merkityksestä tarvitaan lisätutkimusta laajemmissa tutkimusasetelmissä.

KIITOKSET

Pro gradu tutkimuksen ohjaajana toimi Jyväskylän yliopistolla professori Ari Heinonen. Tutkimuksen käytännön toteutusta Metropolia ammattikorkeakoulussa ohjasi opetuslääkäri ja lehtori Jouko Heiskanen, ja tutkimusasetelmaa ja pohdintaa ohjasi puolestaan yliopettaja Riku Nikander. Tilastanalyseissä ohjausta tarjosivat lehtori Sami Grönberg ja Jyväskylän yliopiston tilastoneuvonnan henkilökunta. Tutkimuslaitteiston osalta kiitos kuuluu GE Suomen Heidi Liikkaselle.

LÄHTEET

Arroyo-Morales M, Cantarero-Villanueva I, Fernández-Lao C, Guirao-Piñeyro M, Castro-Martín E, Díaz-Rodríguez L. A blended learning approach to palpation and ultrasound imaging skills through supplementation of traditional classroom teaching with an e-learning package. *Manual Therapy* 2012;17: 474-8.

Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine* 1998;26:217- 238.

Baillie S, Crossan A, Forrest N, May S. Developing the “Ouch-o-Meter” to teach safe and effective use of pressure for palpation. Teoksessa Ferre M (toim.) *EuroHaptics*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008: 912-917.

Barloon TJ, Brown BP, Abu-Yousef MM, Ferguson KJ, Schweiger GD, Erkonen WE, Schuldt SS. Teaching physical examination of the adult liver with use of real-time sonography. *Academic Radiology* 1998;5:101-3.

Bellisari A, Roche AF, Siervogel RM. Reliability of B-mode ultrasonic measurements of subcutaneous adipose tissue and intra-abdominal depth: Comparisons with skinfold thicknesses. *International Journal of Obesity* 1993;17:475-480.

Boon AJ, Smith J, Harper CM. Ultrasound applications in electrodiagnostics. *Physical Medicine & Rehabilitation* 2012;4;37-49.

Broadbent CR, Maxwell WB, Ferrie R, Wilson DJ, Gawne-Cain M Russell R. Ability of anaesthetists to identify a marked lumbar interspace. *Anaesthesia* 2000;55:1106-26.

Byfield D, Clancy M, Kelly V. Diagnostic palpation and anatomic landmark location –clinical concepts and the evidence. Teoksessa Byfield D, Kinsinger S (toim.) *A Manual therapist’s guide to surface anatomy & palpation skills*. Butterworth-Heinemann: Elsevier Science 2002:1-34.

Chinnah TI, De Bere SR, Collett T. Students’ views on the impact of peer physical examination and palpation as a pedagogic tool for teaching and learning living human anatomy. *Medical Teacher* 2011;33:27-36.

Comerford M, Heiskanen J. Ultrasound as a tool for teaching, evaluating and retraining muscle recruitment. *Soundeffects* 2012;3:10-15.

Davis JA, Stringer MD, Woodley SJ. New insights into the proximal tendons of adductor longus, adductor brevis and gracilis. *British Journal of Sports Medicine* 2011

Deakin JM, Proteau L. The role of scheduling in learning through observation. *Journal of Motor Behavior* 2000;32:268-76.

Dietz HP, Wilson PD, Clarke B. The Use of Perineal Ultrasound to Quantify Levator Activity and Teach Pelvic Floor Muscle Exercises. *International Urogynecology Journal* 2001;12:166-9.

Dietz HP, Jarvis SK, Vancaillie TG. The Assessment of Levator Muscle Strength: A Validation of Three Ultrasound Techniques. *International Urogynecology Journal* 2002;13:156-9.

Euans DW, Connor PD, Hahn RG, Rodney WM, Arheart KL. A comparison of manual and ultrasound measurements of fundal height. *Journal of family practise* 1995;40:233-36.

Esformes JI, Narici MV, Maganaris CN. Measurement of human muscle volume using ultrasonography. *European Journal of Applied Physiology* 2002;87:90–92.

Ferreira PH, Ferreira ML, Nascimento DP, Pinto RZ, Franco MR, Hodges PW. Discriminative and reliability analyses of ultrasound measurements of abdominal muscles recruitment. *Manual Therapy* 2011;16:463-9.

Fodor D, Badea R, Poanta L, Dumitrascu DL, Buzoianu AD, Mircea P-A. The use of ultrasonography in learning clinical examination –a pilot study involving third year medical students. *Medical Ultrasonography* 2012;14:177-81.

Furness G, Reilly MP, Kuchi S. An evaluation of ultrasound imaging for identification of lumbar intervertebral level. *Anaesthesia* 2002;57:277-80.

Gilliland CA, Salazar LD, Borchers JR. Ultrasound versus anatomic guidance for intra-articular and periarticular injection: a systematic review. *The Physician and Sportsmedicine* 2011;39:121-31.

Grimaldi A, Richardson C, Durbridge G, Donnelly W, Darnell R, Hides J. The association between degenerative hip joint pathology and size of the gluteus maximus and tensor fascia lata muscles. *Manual Therapy* 2009;14:611-17.

Guillin R, Cardinal E, Bureau NJ. Sonographic anatomy and dynamic study of the normal iliopsoas musculotendinous junction. *European Radiology* 2009;19:995–1001.

Gyftopoulos S, Rosenberg ZS, Schweitzer ME, Bordalo-Rodrigues M. Normal anatomy and strains of the deep musculotendinous junction of the proximal rectus femoris: MRI features. *American Journal of Roentgenology* 2008 March 2008;190:182-186.

Hacihaliloglu I, Abugharbieh R, Hodgson AJ, Rohling RN. Bone surface localization in ultrasound using image phase-based features. *Ultrasound in Medicine & Biology* 2009;35:1475–87.

Hansen JT, Frank H. Netter, M.D. (1906–1991): the artist and his legacy. *Clinical Anatomy* 2006; 19:481–486.

Harlick JC, Milosavljevic S, Milburn PD. Palpation identification of spinous processes in the lumbar spine. *Manual Therapy* 2007;12:56-62.

Henry SM, Teyhen DS. Ultrasound imaging as a feedback tool in the rehabilitation of trunk muscle dysfunction for people with low back pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2007;37:627-34.

Hing WA, Rome K, Cameron AF. Reliability of measuring abductor hallucis muscle parameters using two different diagnostic ultrasound machines. *Journal of Foot and Ankle Research* 2009;16:2-33.

Holsgaard-Larsen A, Myburgh C, Hartvigsen J, Rasmussen C, Hartvig M, Marstrand K, Aagaard P. Standardized simulated palpation training – development of a Palpation Trainer and assessment of palpatory skills in experienced and inexperienced clinicians. *Manual Therapy* 2010;15:254–60.

Howell JN, Conatser RR, Williams RLII, Burns JM, Eland DC. The virtual haptic back: a simulation for training in palpatory diagnosis. *BioMed Central Medical Education* 2008;8:14-21.

Issenberg SB, McGaghie WC, Petrusa ER, Gordon DL, Scalese RJ. Features and uses of high-fidelity medical simulation that lead to effective learning: a BEME systematic review. *Medical Teacher* 2005;27:10-28.

Johnston, ANB. Anatomy for nurses: providing students with the best learning experience. *Nurse Education in Practice* 2010;10: 222–26.

Jones A, Sheppard L. Physiotherapy education: a proposed evidence-based model. *Advances in Physiotherapy* 2008;10:9-13.

Jones A, Sheppard L. Self-efficacy and clinical performance: a physiotherapy example. *Advances in Physiotherapy* 2011;13:79-83.

Keating J, Matyas TA, Bach TM. The effect of training on physical-therapists ability to apply specified forces of palpation. *Physical Therapy* 1993;73:38-46.

Kellis E, Galanis N, Natsis K, Kapetanios G. Validity of architectural properties of hamstring muscles: Correlation of ultrasound findings with cadaveric dissection. *Journal of Biomechanics* 2009;42:2549-54.

- Kernodle MW, Carlton LG. Information feedback and the learning of multiple-degree-of-freedom activities. *Journal of Motor Behavior* 1992;24:187-95.
- Kilby J, Heneghan N R, Maybury M. Manual palpation of lumbo-pelvic landmarks: a validity study. *Manual Therapy* 2012;17:259-62.
- Koulouris G. Imaging review of groin pain in elite athletes: an anatomic approach to imaging findings. *American Journal of Roentgenology* 2008;191:962-72.
- Kvåle A, Ljunggren AE, Johnsen TB. Palpation of muscle and skin. Is this a reliable and valid procedure in assessment of patients with long-lasting musculoskeletal pain? *Advances in Physiotherapy* 2003;5:122–36.
- Lento PH, Primack S. Advances and utility of diagnostic ultrasound in musculoskeletal medicine. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* 2008;1:24-31.
- Lewit K, Liebenson C. Palpation -problems and implications. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 1993;16:586-90.
- Maganaris CN. Validity of procedures involved in ultrasound-based measurement of human plantarflexor tendon elongation on contraction. *Journal of Biomechanics* 2005;38:9–13.
- Magill R, Wood C. Knowledge of results precision as a learning variable in motor skill acquisition. *Research Quarterly for Exercise & Sport* 1986;57:170-3.
- Magill, RA. *Motor Learning and control. Concepts and applications.* 9th edition. New York: McGraw-Hill Companies, 2011.
- Majida M, Braekken IH, Umek W, Bo K, Saltyte B, Ellstrom Engh M. Interobserver repeatability of three- and four-dimensional transperineal ultrasound assessment of pelvic floor muscle anatomy and function. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* 2009;33:567-73.
- McKenzie A, Taylor NF. Can physiotherapists locate lumbar spinal levels by palpation? *Physiotherapy* 1997;83:235-9.
- McKiernan S, Chiarelli P, Warren-Forward H. Diagnostic ultrasound use in physiotherapy, emergency medicine and anaesthesiology. *Radiography* 2010;16:154-9.
- McKiernan S, Chiarelli P, Warren-Forward H. A survey of diagnostic ultrasound within the physiotherapy profession for the design of future training tools. *Radiography* 2011;17:121-5.
- McMeeken JM, Beith ID, Newham DJ, Milligan P, Critchley DJ. The relationship between EMG and change in thickness of transversus abdominis. *Clinical Biomechanics* 2004;19:337-42.
- McMenamin PG. Body painting as a tool in clinical anatomy teaching. *Anatomical Sciences* 2008;1:139-44.
- Mendis MD, Wilson SJ, Stanton WR, Hides JA. Validity of real-time ultrasound imaging to measure anterior hip muscle size: a comparison with magnetic resonance imaging. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2010;40:577-81.
- Merriam-Webster. An encyclopaedia Britannica. [WWW-dokumentti] 2012 [haettu 21.2.2012] <http://www.merriam-webster.com/dictionary/simulation>
- Micheau A, Hoa D, Ghiea S, Preda E, Imaios. Online medical anatomy training for healthcare professionals. E-anatomy: anatomy of the hip. Cross sectional imaging on 3T MR and 3D medical pictures. [www-dokumentti] 7.2.2011[haettu 14.5.2012] <http://www.imaios.com/en/e-Anatomy/Limbs/Hip-3T-MR>
- Mosby. *Mosby's Medical Dictionary*, 8th edition, Elsevier. [www-dokumentti] 2009 [haettu 4.1.2012] <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/palpation>

Naredo E, Bijlsma JW. Becoming a musculoskeletal ultrasonographer. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology* 2009;23:257-67.

Niemi-Murola L. Simulaattoriopetus -miksi, mitä, miten? *Suomen Lääkärilehti* 2004;59:681-85.

Netter FH. *Atlas of Human Anatomy*. Second edition. Philadelphia: Rittenhouse Book Distributors Inc., 1997.

Pasta G, Nanni G, Molini L, Bianchi S. Sonography of the quadriceps muscle: examination technique, normal anatomy and traumatic lesions. *Journal of Ultrasound* 2010;13:76-84.

Phillips DR, Barnard S, Mullee, MA, Hurley MV. Simple anatomical information improves the accuracy of locating specific spinous processes during manual examination of the low back. *Manual Therapy* 2009;14:346-50.

Qvistgaard E, Torp-Pedersen S, Christensen R, Bliddal H. Reproducibility and inter-reader agreement of a scoring system for ultrasound evaluation of hip osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases* 2006;65:1613-9.

Reichert B. *Palpation techniques. Surface anatomy for physical therapists*. New York: Thieme, 2011.

Rucci JA, Tomporowski PD. Three types of kinematic feedback and the execution of the hang power clean. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2010;24, 771-8.

Shea CH, Wright DL, Wulf G, Whitacre C. Physical and observational practice afford unique learning opportunities. *Journal of Motor Behavior* 2000;32:27-36.

Sipilä S, Suominen H. Ultrasound imaging of the quadriceps muscle in elderly athletes and untrained men. *Muscle & Nerve* 199;14:527-533.

Sipilä S, Suominen H. Quantitative ultrasonography of muscle: detection of adaptations to training in elderly women. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1996;77:1173-78.

Smith J, Finoff JT. Diagnostic and interventional musculoskeletal ultrasound: Part 1. Fundamentals. *Physical Medicine and Rehabilitation* 2009;1:64-75.

Snider KT, Snider EJ, Degenhardt BF, Johnson JC, Kribs, JW. Palpatory accuracy of lumbar spinous processes using multiple bony landmarks. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2011;34:306-13.

Snodgrass SJ, Rivett DA, Robertson VJ, Stojanovski E. Real-time feedback improves accuracy of manually applied forces during cervical spine mobilisation. *Manual Therapy* 2010;15:19-25.

Takai Y, Katsumata Y, Kawakami Y, Kanehisa H, Fukunaga T. Ultrasound method for estimating the cross-sectional area of the psoas major muscle. *Medicine and Science in Sports and Exercises* 2011;43:2000-4.

Teyhen D. Rehabilitative ultrasound imaging symposium. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2006;36:A1-A17.

Teyhen DS, Miltenberger CE, Deiters HM, Del Toro YM, Pulliam, JN, Childs JD, Boyles RE, Flynn TW. The use of ultrasound imaging of the abdominal drawing e in manoeuvre in subjects with low back pain. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2005;35:346-55.

Thomas KJ, Denham BE, Dinolfo JD. Perceptions among occupational and physical therapy students of a nontraditional methodology for teaching laboratory gross anatomy. *Anatomical Sciences Education* 2011;4:71-7.

Thompson JA, O'Sullivan PB, Briffa NK, Neumann P. Assessment of voluntary pelvic floor muscle contraction in continent and incontinent women using transperineal ultrasound, manual muscle testing and vaginal squeeze pressure measurements. *International Urogynecology Journal* 2006;17:624-30.

Tozzi P, Bongiorno D, Vitturini C. Fascial release effects on patients with non-specific cervical or lumbar pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2011;15:405-16.

Tuite DJ, Finegan PJ, Saliaris AP, Renström PAFH, Donne B, O'Brien M. Anatomy of the proximal musculotendinous junction of the adductor longus muscle. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 1998;6:134-37.

Valle M, Zamorani MP. Skin and subcutaneous tissue. Teoksessa Bianchi S, Martinoli C. *Ultrasound of the musculoskeletal system*. Berlin: Springer, 2007:19-41.

Van K, Hides JA, Richardson CA. The use of real-time ultrasound imaging for biofeedback of lumbar multifidus muscle contraction in healthy subjects. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2006;36:920-5.

Van Holsbeeck MT, Introcaso JH. *Musculoskeletal Ultrasound*. Second edition. St. Louis: Mosby Inc., 2001.

van Zoest GGJM, Staes FFGM, Stappaerts KH. Three-dimensional manual contact force evaluation of graded perpendicular push force delivery by second-year physiotherapy students during simple feedback training. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* 2007;30:438-49.

Vincent WJ. *Statistics in Kinesiology*. 3rd edition. Champaign (IL): Human Kinetics, 1995:194-200.

Watson MJ, Evans S, Thorp JM. Could ultrasonography be used by an anaesthetist to identify a specified lumbar interspace before spinal anaesthesia? *British Journal of Anaesthesia* 2003;90:509-11.

Wells PNT, Liang H-D. Medical ultrasound: imaging of soft tissue strain and elasticity. *Journal of the Royal Society Interface* 2011;8:1521-49.

Whittaker JL, Teyhen DS, Elliott JM, Cook K, Langevin, HM, Dahl HH, Stokes M. Rehabilitative Ultrasound imaging: understanding the technology and its applications. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy* 2007a;37:434-49.

Whittaker JL. *Ultrasound imaging for rehabilitation of the lumbopelvic region. A clinical approach*. Philadelphia: Elsevier, 2007b.

Whittaker JL, Thompson JA, Teyhen DS, Hodges P. Rehabilitative ultrasound imaging of pelvic floor muscle function. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2007c;37:487-98.

Whittaker JL, Stokes M. Ultrasound imaging and muscle function. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2011;41:572-80.

Winkelmann A. Anatomical dissection as a teaching method in medical school: a review of the evidence. *Med Educ*. 2007;41:15-22.

Wulf G, Shea C, Lewthwaite R. Motor skill learning and performance: a review of influential factors. *Medical education* 2010;44:75-84.

Zamorani MP, Valle M. Muscle and tendon. Teoksessa Bianchi S, Martinoli C. *Ultrasound of the musculoskeletal system*. Berlin: Springer, 2007:45-91.

Zeigler T. Pulled groin muscle [www-dokumentti] 4.11.2010 [haettu 28.7.2012]
<http://www.sportsmd.com/articles/id/23.aspx>

Özçakar L, Tok F, Kesikburun S, Palamar D, Erden G, Ulas Jı A, Körog 1u Omaç O, Bayram Çarlı A, Çapkın E, DeMuynck M. Musculoskeletal sonography in physical and rehabilitation medicine: results of the first worldwide survey study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2010;91:326-31.

LIITE 1. ESITIETOKAAVAKE

”VISUAALINEN PALAUTE PALPAATIO-OPETUKSESSA” -TUTKIMUS

Nimi: _____ Pvm: _____

Sähköpostiosoite: _____

Puhelinnumero: _____

Ikä: _____ v. Paino: _____ kg Pituus: _____ cm

Sukupuoli: nainen mies

Harrastukset: _____

Onko sinulla jokin palpaatiotaitoa heikentävä ominaisuus (korjaamaton näköaistin heikentyminen, tuntoaistin heikentyminen tms.)?

ei kyllä, mikä: _____

Opintojen vaihe (lukukausina):

1/7 2/7 3/7 4/7 5/7 6/7 7/7

Opintomenestys (ympyröi sopiva vaihtoehto):

Anatomian kurssin arvosana:

1 2 3 4 5 en ole suorittanut kurssia

Tuki- ja liikuntaelimestön (TULE) fysioterapian kurssin arvosana:

1 2 3 4 5 en ole suorittanut kurssia

Palpaatiokurssin arvosana:

1 2 3 4 5 en ole suorittanut kurssia

Suoritettavat harjoittelujaksot

- 1. jakson nimi: _____

laajuus: _____ op, harjoittelupaikka: _____

- 2. jakson nimi: _____

laajuus: _____ op, harjoittelupaikka: _____

- 3. jakson nimi: _____

laajuus: _____ op, harjoittelupaikka: _____

LIITE 1. ESITIETOKAAVAKE

”VISUAALINEN PALAUTE PALPAATIO-OPETUKSESSA” -TUTKIMUS

Mahdollinen työkokemus:

- fysioterapiassa ____ kk,

työnkuva: _____

- hieronnassa ____kk

Mahdolliset aiemmat tutkinnot ja valmistumisvuodet : _____

Oletko aiemmin käyttänyt ultraäänikuvantamislaitetta?

en

kyllä, missä yhteydessä: _____

arvio ajallisesta kestosta: _____h

Kiitos!

I. PALPAATIOTESTI

- Suorita palpaatio seuraavista rakenteista ja ilmoita pyydetyt mitat ja etäisyydet käyttäen apunasi tussia ja mittanauhaa.
- Palpaatiomittaus suoritetaan koehenkilön ollessa selinmakuulla ja tyyny polvitaiveen alla.
- Saat pyytää koehenkilöä suorittamaan lonkan ja polven aktiivisia liikkeitä. Mittaus suoritetaan lihaksesta lepotilassa.

1. Palpoi m. Iliacusen ja m. Psoaksen välinen raja lig. Inguinalen alla.

Merkitse kohta ihoon tussilla. _____mm

2. Palpoi m. Sartorius Trochanter majorin yläreunan korkeuden tasossa.

a) Merkitse sen keskikohta ihoon tussilla. _____mm

b) Ilmoita lihaksen paksuus: _____mm _____mm

c) Ilmoita lihaksen leveys: _____mm _____mm

3. Palpoi m. Rectus femoris Trochanter majorin yläreunan tasossa.

a) Merkitse sen keskikohta ihoon tussilla. _____mm

b) Ilmoita lihaksen paksuus: _____mm _____mm

c) Ilmoita lihaksen leveys: _____mm _____mm

4. Palpoi m. Tensor fascia latae Trochanter majorin yläreunan tasossa.

a) Merkitse sen keskikohta ihoon tussilla. _____mm

b) Ilmoita lihaksen paksuus: _____mm _____mm

c) Ilmoita lihaksen leveys: _____mm _____mm

LIITE 2. MITTAUSKAAVAKE

"VISUAALINEN PALAUTE PALPAATIO-OPETUKSESSA" -TUTKIMUS

5. Palpoi m. Adductor longuksen proksimaalinen lihasjänneliitos, eli kohta jossa lihas muuttuu jänteeksi. Merkitse kohta ihoon tussilla. _____mm

6. Palpoi m. Adductor magnuksen ja m. Adductor longuksen origokohdat. Mikä on niiden välinen lyhyin etäisyys?

_____mm _____mm

7. Palpoi Caput Femoriksen sijainti.

a) Merkitse tussilla ihoon Caput femoriksen proksimaalisin kohta.

_____mm

b) Kuinka syvällä pinnallisin kohta sijaitsee ihon pinnasta?

_____mm _____mm

8. Palpoi m. Adductor brevis 2cm origokohdasta distaalisesti.

Kuinka paksusti tässä kohdassa on pehmytkudosta kyseisen lihaksen päällä?

_____mm _____mm

II. ANATOMISEN HAHMOTTAMISEN TESTI

- Merkkää lihasten (kohdat 1-5) origo- ja insertiokohtia vastaavat kohdat luurankomallin numeroiden ja kirjainten perusteella.
- Kiinnitä luurankoon teipit kuvaamaan kyseisiä lihaksia ja nimeä teipit lihasten mukaan. Kiinnitä teippien asettelussa huomiota lihasten kulkuun suhteessa toisiinsa.
- Asettele lopuksi a. Femoralis (kohta 6) kulkemaan lihasten ja lonkkanivelen suhteen oikealle paikalleen.

1. m. Pectineus: origo _____ insertio _____

2. m. Add. Brevis: origo _____ insertio _____

3. m. Iliacus: origo _____ insertio _____

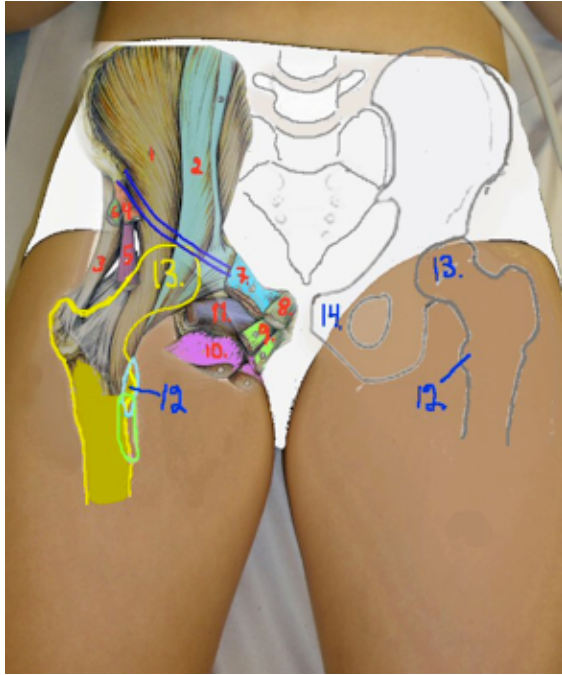
4. m. Psoas Major: (origokohta valmiiksi merkittynä) insertio _____

5. m. Obturator ext: origo _____ insertio _____

6. a. Femoris : asettele dist. päästä polvitaiveeseen kiinnitetty verisuonta kuvaava lanka laatimaasi anatomiseen malliin.

III. ANATOMINEN KUVAN NIMEÄMISTEHTÄVÄ

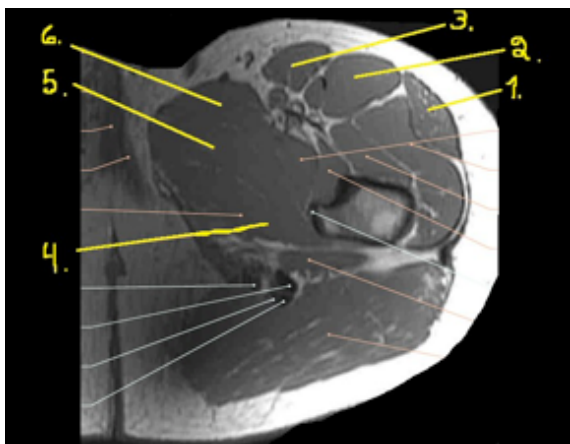
- Nimeä numeroidut rakenteet



- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____
- 7 _____
- 8 _____
- 9 _____
- 10 _____
- 11 _____
- 12 _____
- 13 _____
- 14 _____

- Poikkileikkauksen tulkinta

Kuvassa näet poikkileikkauksen oikeasta reidestä Trochanter Minorin tasossa. Nimeä numeroidut rakenteet.



- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
- 6 _____