



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

KOMPRESSIOVAATTEIDEN VAIKUTUS LIHASAKTIVAATI- OON EMG:LLÄ MITATTUNA

TEKIJÄT: Tiia Launonen
Noora Ryytänen
Salla Sipponen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma			
Työn tekijät Tiia Launonen, Noora Ryyänen, Salla Sipponen			
Työn nimi Kompressiovaatteiden vaikutus lihasaktivaatioon EMG:llä mitattuna			
Päiväys	3.11.2017	Sivumäärä/Liitteet	43/1
Ohjaaja Marita Huovinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppanit Mika Rouhiainen, 2XU, Myontec Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Kompressiovaatteiden suosio on kasvanut jatkuvasti ja niitä käyttävät useat tavallisista kuntoliikkujista ammattiurheilijoihin. Saatavissa on useilta eri merkeiltä kompressiotrikoita, -paitoja, -säärystimiä, -sukkia sekä -hihoja. Kompressiovaatteiden vaikutus perustuu ulkoisen paineen eli kompression aikaansaamiin vaikutuksiin kudoksissa. Niiden luvattuja hyötyjä ovat muun muassa lihasvammojen ennaltaehkäisy, verenkierron tehostuminen, lyhyempi palautumisaika ja kehonhallinnan paraneminen. Fysioterapeutin asiakaskunnan koostuessa hyvin erilaisista asiakkaista eri taustoineen kompressiovaatteiden hyödyntäminen on mahdollinen apukeino erilaisissa kuntoutusprosesseissa ja urheilufysioterapiassa.</p> <p>Tutkimuksen tilaaja oli Mika Rouhiainen (Embreis AB). Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kahden tutkimusviikon aikana onko kompressiovaatteiden käytöllä vaikutusta lihasaktivaatioon liikuntasuorituksen aikana EMG-älyshortseilla mitattuna. Tutkimuksen tavoitteena oli saada uutta tutkimustietoa kompressiovaatteiden hyödyistä, jotta niitä voitaisiin hyödyntää fysioterapiassa monipuolisemmin.</p> <p>Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena yhdellä koehenkilöllä kahden tutkimusviikon ajan. Ennen tutkimusviikkoja teimme koehenkilölle alkukartoituksen. Haastattelimme koehenkilöä, tarkistimme ryhdin ja testasimme liikkuvuudet ja lihaskireydet. Kummallakin viikolla koehenkilö käytti Myontec Oy:n EMG-älyshortseja urheilusuoritusten aikana, jotta saimme mitattua koehenkilön lihasaktivaatiota. Mittasimme lihasaktivaatiota valitsemillamme testiliikkeillä. Ensimmäisellä tutkimusviikolla koehenkilö ei käyttänyt kompressiovaatteita ja viikko toimi verrokki-viikkona toiselle viikolle, jolloin koehenkilö käytti 2XU:n kompressiotrikoita, -paitaa ja -sukkia. EMG-mittausten lisäksi käytimme aineiston analysoinnissa havainnointia.</p> <p>Tutkimuksen perusteella voitiin todeta, että kompressiovaatteiden käytöllä on vaikutusta lihasaktivaatiotasoon silloin, kun kyseessä on maksimaalista voimankäyttöä vaativa harjoite. Kompressiovaatteista ei kuitenkaan näyttäisi olevan hyötyä eri lihasryhmien tai puolierojen lihasaktivaatiotasojen tasaamisessa. Otanta oli kuitenkin hyvin pieni, eivätkä tulokset ole luotettavasti yleistettävissä. Tulevaisuudessa ilmiötä voitaisiin tutkia tarkemmin isommalla otannalla.</p>			
Avainsanat Kompressiovaatteet, EMG, elektromyografia, lihasaktivaatio			

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme of Physiotherapy			
Authors Tiia Launonen, Noora Ryyänen, Salla Sipponen			
Title of Thesis The effect of compression garments to muscle activation measured by EMG			
Date	3.11.2017	Pages/Appendices	43/1
Supervisor Marita Huovinen			
Client Organisation /Partners Mika Rouhiainen, 2XU, Myontec Oy			
<p>Abstract</p> <p>The popularity of compression garments has increased continuously and they are used by athletes as well as ordinary people. Many different brands offer a wide range of compression garments for example compression tights, shirts, socks and sleeves. The effect of compression garments is based on the pressure on tissues. The benefits of compression garments are for example muscle damage prevention, better blood circulation, a shorter recovery time and better body control. Compression garments can be used in physiotherapy multiple ways in rehabilitation and in sports physiotherapy.</p> <p>The client of the study was Mika Rouhiainen (Embreis AB). The purpose of the study was to find out during two weeks if compression garments have an effect on muscle activation during exercise measured by EMG-shorts. The aim of the study was to develop new knowledge of the benefits of compression garments so that they could be used more diversely in physiotherapy.</p> <p>The study was a case study. We had one participant and two test weeks. Before we started our measurements, we interviewed the participant, checked her posture, tested mobility and muscle tension. The participant wore Myontec's EMG-shorts during exercises so that we could measure her muscle activation. We measured muscle activation with test moves that we had chosen in advance. On first test week the participant didn't wear compression garments and on the second week she wore 2XU's compression tights, shirt and socks. We also used observation as a method so we can pay attention to all variables.</p> <p>According to this study compression garments have an effect on muscle activation when exercising maximal strength. Wearing compression garments does not have a balancing effect on muscle activation levels between different muscle groups or body sides. The sample size was so small that the results cannot be reliably generalized. In the future, more research is needed with more participants.</p>			
Keywords Compression garments, EMG, electromyography, muscle activation			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	LIHAKSEN RAKENNE, TOIMINTA JA SEN MITTAAMINEN	7
2.1	Lihastyömuodot	8
2.2	Palautuminen	8
2.3	Elektromyografia.....	9
2.3.1	Elektromyografia lihasaktivaation mittausmenetelmänä	9
2.3.2	Elektromyografian fysiologinen tausta	10
3	KOMPRESSIOVAATTEET JA NIIDEN HYÖDYT HARJOITTELUSSA.....	12
3.1	Mitä kompressio on.....	12
3.2	Kompressiovaatteiden fysiologinen vaikutus	13
4	TUTKIMUKSEN ETENEMINEN	15
5	TUTKIMUSMENETELMÄ.....	16
5.1	Tapaustutkimus	16
5.2	Koehenkilö	17
6	TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT MITTARIT JA VÄLINEET	18
6.1	Myontecin Mbody -älyshortsit	18
6.2	2XU:n kompressiovaatteet.....	19
6.3	Havainnointi	20
7	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	22
7.1	Alkukartoitus	22
7.2	Testiliikkeet	22
7.3	Testiviikot.....	25
8	TUTKIMUSTULOKSET	27
8.1	Eri lihasryhmien välinen työskentely	27
8.1.1	Kävely	28
8.1.2	Juoksu.....	29
8.1.3	Yhden jalan kyykky	31
8.1.4	Kevennyshyppy.....	31
8.1.5	Lantionnosto.....	32
8.1.6	Syväkyykky.....	32
8.2	Keskimääräinen ja maksimaalinen lihasaktivaatio	33

8.3	Yhteenveto tuloksista	34
9	POHDINTA.....	35
9.1	Eettisyys.....	35
9.2	Luotettavuus	35
9.3	Jatkotutkimukset.....	37
9.4	Ammatillinen kasvu	37
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	39

1 JOHDANTO

Jo usean vuoden ajan on vallinnut niin sanottu fitnessbuumi, jonka myötä ihmiset ovat kiinnostuneet omasta hyvinvoinnistaan ja itsensä fyysisestä kehittämisestä uudella tavalla. Vapaa-ajan liikunta on jatkuvassa kasvussa (THL 2015). Omien urheilusuorituksen seuraamiseen ja niiden parantamiseen on kehitetty paljon erilaisia välineitä ja sovelluksia älypuhelimiin. Esimerkiksi yhä useampi tavallinen kuntoilija käyttää sykemittaria tai aktiivisuusranneketta ja seuraa älypuhelimestaan sovelluksien kautta urheilusuorituksiaan. Halu parantaa omia suorituksiaan on saanut niin urheilijat kuin tavalliset kuntoliikkujatkin kiinnostumaan kompressiovaatteista. Kompressiovaatteiden suosio on kasvanut jatkuvasti ja ne ovat nousseet muoti-ilmiöksi (Testing Lab 2015).

Kompressiovaatteiden luvattuja hyötyjä ovat muun muassa lihasvammojen ennaltaehkäisy, lyhyempi palautumisaika ja kehonhallinnan paraneminen (Testing Lab 2015). Kompressiovaatteita on kuitenkin tutkittu varsin vähän ja suuri osa aiemmasta tutkimustiedosta perustuu haastattelututkimuksina kerättyihin käyttäjien subjektiivisiin kokemuksiin. Monet tutkimuksista ovat myös kompressiovaatevalmistajien teettämiä, jolloin tutkimuksessa on selvä eturistiriita ja luotettavuus näin ollen kyseenalainen. Useat tutkimukset kuitenkin osoittavat kompressiovaatteista olevan hyötyä palautumiseen viivästynyttä lihaskipua tarkastellessa (Hill 2013).

Kompressiovaatteiden vaikutusmekanismit ovat vielä osittain tuntemattomia ja tässä tutkimuksessa selvittämme, onko kompressiovaatteiden käytöllä vaikutusta lihasaktivaation EMG-älyshortseilla mitattuna liikuntasuorituksen aikana. Toteutimme tutkimuksen yhdelle koehenkilölle kahden viikon ajan. Ensimmäisellä viikolla koehenkilö ei käyttänyt kompressiovaatteita ja kyseinen viikko toimi verrokkiviikkona toiselle viikolle, jolloin hän käytti kompressiovaatteita urheilusuorituksen aikana. Kummallakin viikolla mittasimme koehenkilön lihasaktivaatiota samoilla testiliikkeillä. Käytimme lihasaktivaation mittaamiseen Myontecin kuusikanavaisia älyshortseja. Emme ole löytäneet aiempaa tutkimusnäyttöä kompressiovaatteiden vaikutuksista EMG:llä mitattuna, ja näin ollen tutkimuksemme onkin uusi lähestymistapa kompressiovaatteiden hyötyjen selvittämiseen.

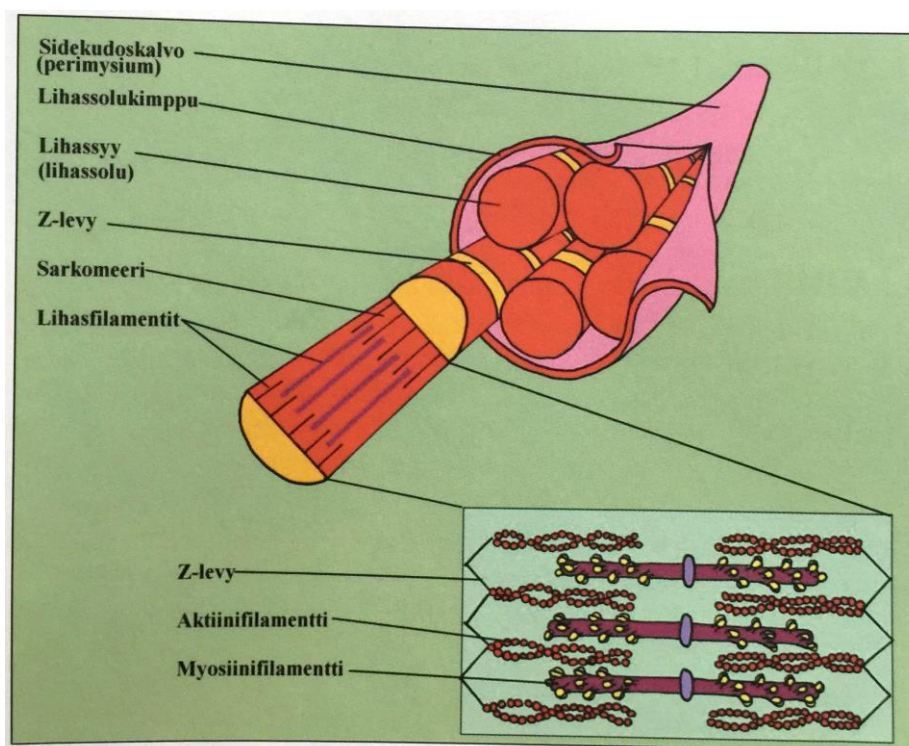
Työmme tilaaja on Mika Rouhiainen (Embreis AB), joka on luonut pitkän uran fysioterapeuttina ja toimii erityisesti urheilun ja liikeanalyysien parissa. Tilaajallemme opinnäytetyöstämme on konkreettista hyötyä työssään esimerkiksi kilpaurheilujoukkueen fysioterapeuttina toimiessaan. Fysioterapiassa kompressiovaatteet ovat yksi harjoittelun apuvälineistä edistään asento- ja liikeaistia ja parantaen kehon hahmotusta (Lymed Oy s. a.). Tutkimustuloksia voidaan mahdollisesti käyttää hyödyksi kuntoutuksessa ja urheilufysioterapiassa, mikäli ne antavat uutta tietoa kompression vaikutuksesta lihasaktivaatioon. Opinnäytetyön aihe on ajankohtainen, ja olemme omakohtaisten kokemusten myötä miettineet aiemminkin kompressiovaatteiden todellisia hyötyjä.

2 LIHAKSEN RAKENNE, TOIMINTA JA SEN MITTAAMINEN

Lihakset ovat supistumiskykyistä kudosta, jotka muuttavat ravinnosta saatavan energian voimaksi. Ihmisellä on kehossa noin 650 lihasta ja niiden osuus ihmisen kokonaismassasta on noin 40–50 %. Lihaskudoksen tehtäviä ovat kehon liikkeiden toteuttaminen, vartalon asennon säätely, sisäelinten, hermojen ja verisuonien tukeminen ja suojaaminen, ruumiinaukkojen toiminnan säätely, peristaltiikka, verenvirtauksen säätely ja ruumiinlämmön ylläpitäminen sekä tuottaminen. Lihaskudos jaetaan sileään-, poikkijuovaiseen- sekä sydänlihaskudokseen ja tahdonalaiseen sekä ei-tahdonalaiseen kudokseen. (Kauranen ja Nurkka 2010, 111-112.)

Luurankolihakset koostuvat poikkijuovaisesta lihaskudoksesta. Hermosto ohjaa näiden lihasten suorittaman lihassupistuksen ja siitä aiheutuvan liikkeen. Luurankolihakset kiinnittyvät jänteiden välityksellä vähintään kahteen eri luuhun ja supistuessaan nämä lihakset lähentävät luita toisiinsa ja saavat aikaan liikkeen. (Kauranen ja Nurkka 2010, 113.)

Lihassyt muodostuvat haarattomista, monitumaisista ja suurikokoisista soluista (kuva 1). Lihassolujen supistuvat osat muodostuvat lihassäikeistä eli myofibrilleistä. Näissä on peräkkäin sarkomeereiksi kutsuttuja yksiköitä, joiden säännöllinen järjestäytyminen aiheuttaa niiden poikkijuovaisen ulkonäön. (Solunetti 2006.) Sarkomeerit ovat eroteltu Z-levyillä (Kauranen 2014, 60). Myofibrillit rakentuvat puolestaan lomittain sijaitsevista aktiini- ja myosiinifilamenteista, jotka liukuvat toistensa lomiin lihaksen supistuessa (Solunetti 2006).



KUVA 1. Lihassolun rakenne (Kauranen 2014, 61.)

Aktiopotentiaali on sähköinen signaali, joka alkaa keskushermostosta ja kulkee hermoratoja pitkin selkäyttimeen. Hermoimpulssi etenee motoneuronia pitkin hermopäätteisiin, jotka muodostavat synapseja lihassyiden kanssa. Välittäjäaine asetyylikoliinia vapautuu synapsirakoon sähköisen impulsin saapuessa hermolihasliitokseen. Asetyylikoliini sitoutuu lihassolun solukalvon reseptoreihin ja tästä seuraa koko lihassyhyhyn leviävä aktiopotentiaali. Aktiopotentiaali leviää T-putkistoon, minkä seurauksena kalsiumionit kulkeutuvat myofibrilleihin ja kiinnittyvät aktiinifilamentteihin. Sarkomeeri lyhenee, kun aktiini- ja myosiinifilamentit liukuvat syvemmälle toistensa lomiin. Kaikkien sarkomeerien lyhentyessä peräkkäin lihassolussa seurauksena on lihassyyn supistuminen. (Bjålie, Haug, Sand, Sjaastas ja Toverud 2000, 191-193.)

2.1 Lihastyömuodot

Lihasten työskentely voidaan jakaa karkeasti dynaamiseen eli voimaan perustuvaan ja staattiseen eli paikallaan pysyvään lihastyömuotoon. Dynaamisessa lihastyössä lihaksen pituus joko lyhenee tai pitenee. Lihaksen pituuden lyhentyessä lihastyötä kutsutaan konsentriseksi ja vastaavasti pituuden kasvaessa lihassupistuksessa sitä kutsutaan eksentriseksi lihastyöksi. Nämä dynaamiset lihastyöt voivat tapahtua joko variokineettisesti tai isokineettisesti. Variokineettisessä lihastyössä lihaksen pituuden muutosnopeus ja liikkeessä olevan nivelen kulmanopeus vaihtelevat ja muuttuvat liikkeen aikana. Isokineettisessä lihastyössä vastaavasti edellä mainitut tekijät ovat vakioita, eivätkä muutu liikkeen aikana. (Kauranen 2014, 219.) Lihaksen tuottama maksimaalinen lihasvoima vaihtelee konsentrisen ja eksentrisen lihastyön välillä. Suurimman voiman lihas kykenee tuottamaan eksentrisessä lihastyössä ja pienimmillään voimat ovat konsentrisessä lihastyössä. Staattinen eli isometrinen lihasvoima jää näiden kahden dynaamisen lihastyön väliin. (Kauranen 2014, 225.)

2.2 Palautuminen

Tehokkaan liikuntasuorituksen myötä lihakset ja hermosto väsyvät, kehon energiavarastot hupenevat ja hormonitoiminta kääntyy omia kudoksia hajottavaksi. Harjoituksen aikana stressihormonien ja tulehduksen välittäjäaineiden määrä elimistössä kasvaa. Jotta harjoittelu on kehittävä, elimistön tulee antaa palautua liikuntasuorituksen jälkeen. Palautumisen tehtävänä on korjata harjoituksen elimistöön aiheuttamat vauriot. (Aalto ja Seppänen 2013, 23-24.)

Palautuminen jaetaan fyysiseen ja psyykkiseen palautumiseen. Elimistön palautuminen kuormituksesta perustuu fyysisen kehon ja hermoston muodostaman kokonaisuuden yhteistoimintaan. Henki- sen palautumisen keinoja ovat esimerkiksi rentoutuminen ja irrottautuminen. Fyysinen palautuminen puolestaan sisältää levon ja unen, ravitsemuksen, lihashuollon, harjoittelun rytmittämisen ja alkua- ja loppuverryttelyt. (Laukka 2016, 17-19.)

Harjoittelun myötä lihaksistoon kohdistuu mekaanista kuormitusta, mikä puolestaan aiheuttaa lihas- kudokseen mikroaurioita. Erityisesti eksentrisen eli jarruttava lihastyö aiheuttaa lihassoluvaurioita. Lihassoluvauriot tulevat ilmi lihasarkuutena ja vaurioalueen tulehdustilana. Lihassoluvaurioiden korjaan- tumisen kesto riippuu harjoituksen intensiteetistä, mutta yleisenä sääntönä kuormittavan lihasharjoi-

tuksen jälkeen pidetään 48 tunnin toipumisaikaa. (Aalto ja Seppänen 2013, 26-27.) Lihashuollolla ja alku- ja loppuverryttelyillä pyritään edistämään lihasten toipumista harjoittelusta ja ehkäisemään urheiluvammoja. Myös kompressiovaatteilla ja kinesioiteippauksella voidaan edistää aineenvaihduntaa ja palautumista. (Laukka 2016, 20-21.)

Uni on palautumisen kannalta hyvin oleellisessa osassa, sillä unen aikana kehomme rakennusvaiheet toteutuvat. Ihmisten unen tarve vaihtelee, ja kestoa tärkeämpää onkin unen laatu ja säännöllisyys. Väsyneenä ihmisen fyysinen ja henkinen suorituskyky huononevat, oppiminen vaikeutuu ja aistitoiminnot hidastuvat. Väsymys heikentää lihaskoordinaatiota ja reaktioaikaa ja mielialan vaihtelut lisääntyvät. Säännöllinen elämäntapa, monipuolinen ja kohtuullinen liikunta ja terveellinen ruokavalio takaavat laadukkaat yöunet. (Aalto ja Seppänen 2013, 29-30.) Unen lisäksi palautumiseen vaikuttavat aineenvaihdunta, hormonaalinen järjestelmä, hermoston kuormittuminen ja energiavarastot (Aalto ja Seppänen 2013, 24-28).

Isobritannialaisessa St Marysin yliopistossa Jessica Hillin (2013) tekemässä tutkimuksessa tutkittiin kompressiovaatteiden vaikutusta palautumiseen rasittavan harjoituksen jälkeen. Meta-analyysissä käytettiin aiempia tutkimuksia, joissa oli tutkittu kompressiovaatteiden vaikutusta viivästyneeseen lihassärkyyn, lihasten vahvuuteen, lihasvoimaan sekä kreatiinikinaasiin. Tutkimuksia oli 12, joissa mitaukset oli tehty 24, 48 ja 72 tuntia harjoituksen jälkeen. Tutkimuksista kerättyssä datassa koehenkilöitä oli yhteensä 205, joista miehiä oli 136 ja naisia 69. Meta-analyysistä selvisi, että kompressiovaatteita käytettäessä joko harjoittelun jälkeen tai harjoittelussa ja sen jälkeen, tuntemus viivästyneestä lihassärystä oli pienempi ($p < 0.001$). Vaatteilla oli myös vaikutusta lihasvoiman palautumiseen treenin jälkeen ($p < 0.001$) sekä kreatiinikinaasin määrään vähentävästi ($p < 0.001$). (Hill 2013.)

2.3 Elektromyografia

2.3.1 Elektromyografia lihasaktivaation mittausmenetelmänä

Elektromyografia eli lihassähkökäyrä on mittausmenetelmä, jonka avulla voidaan rekisteröidä lihasten aktiopotentiaaleja ja niiden tuottamaa sähköistä aktiviteettia. EMG-mittauksia käytetään esimerkiksi lihasten aktivaation selvittämiseen, aktivoitumisjärjestykseen, lääketieteellisten poikkeusten havaitsemiseen sekä liikkeen tutkimiseen. (Kauranen 2014, 262.) Urheilulääketieteessä EMG:tä voidaan käyttää esimerkiksi lihasepätasapainon havaitsemiseen, jolloin ongelmiin pystytään puuttamaan ennen kuin ne aiheuttavat urheilijan loukkaantumisen. Mittaustapaa voidaan hyödyntää myös opettamaan urheilijalle tiettyjen lihasryhmien tehokkaampaa ja taloudellisempaa käyttöä. (Raez 2006.)

EMG-signaalit kerätään elimistöstä erilaisten elektrodien avulla. Ne voidaan jakaa pinta-, neula-, lan- ka- ja vaatteisiin integroitaviin elektrodeihin. Elektrodit asetellaan lihaskohtaisesti, pyrkimyksenä saada ne puoliväliin motorisen hermon hermopäätettä ja distaalisen jänteen alkamiskohtaa. (Kauranen 2014, 262.) Vaatteisiin integroiduilla elektrodeilla pystytään tutkimaan isompia lihasryhmiä. Elektrodit muistuttavat kangasta ja ne ovat neulottu tiukkoihin, ihonmyötäisiin vaatteisiin mitattavien

lihasryhmien kohdille. Etuna tässä mittausmenetelmässä on koko lihaksen tai lihasryhmän sähköisen aktivaation mittaamisen mahdollisuus. Vaatteisiin integroidut elektrodit eivät sovellu hyvin yksittäisen lihaksen aktivaation mittaamiseen, koska ne eivät ole niin tarkkoja. (Kauranen 2014, 264-265.) Yleensä mittauksissa elektromyografina toimii tietokone, johon mittaussignaalit eli elektromyogrammit tallentuvat (Kauranen 2014, 258).

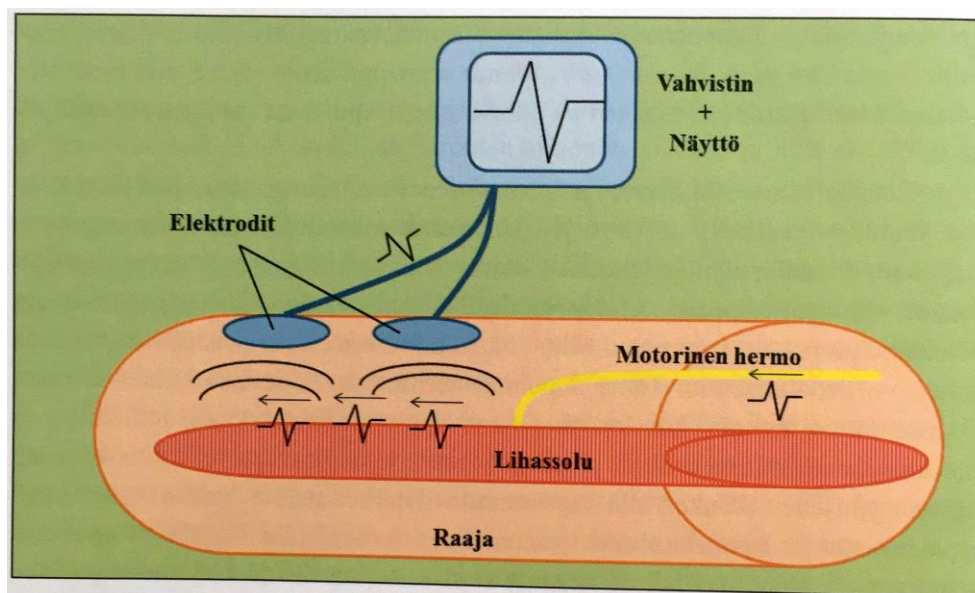
Puettava EMG-teknologia on tuonut myös uuden näkökulman leikkausten jälkeisiin kuntoutusprosesseihin. Jari Puustisen (2015) tekemässä tapaustutkimuksessa tutkittiin Myontec Mbody EMG-älyshortsien käyttöä apukeinona polven etu- ja takaristiside – rekonstruktio-operaation jälkeisessä kuntoutusprosessissa. Tutkimukseen osallistui neljä ammattilaisjalkapalloilijaa, jotka noudattivat lajilleen räätälöityä kuntoutusohjelmaa. Kolme kuukautta polvioperaation jälkeen pelaajat alkoivat suorittaa neljän viikon välein testipatteristoa, joissa arvioitiin EMG-älyshortsien avulla pelaajien lihasaktiivisuutta, suorituskykyä ja kuntoutuksen edistymistä. Patteristoon kuului erilaisia lihasvoima-, hyyppy- ja juoksuprootteja. EMG-älyshortsien käytöllä saatiin reaaliaikaista tietoa tiettyjen lihasryhmien toiminnasta suoritusten aikana sekä keksittiin uusi idea hamstring-lihasten epätasapainon ja väsymyksen arviointiin juoksuproottejen aikana. Kaikki tutkimukseen osallistuneet neljä miestä palasivat ammattilaispelaajiksi 5-8 kuukautta operaation jälkeen. Tutkimuksen tekijät ovat vakuuttuneita EMG-mittauksen positiivisesta vaikutuksesta polvileikkauksen jälkeisessä kuntoutusprosessissa. (Myontec 2015.)

2.3.2 Elektromyografian fysiologinen tausta

Hermo- ja lihassolukalvojen ulko- ja sisäpinnan välillä vallitsee jännite-ero. Kalvojännitteen suuruus vaihtelee riippuen siitä onko solukalvolla vallitseva tila lepopotentiaali, depolarisaatio vai repolarisaatio. Lepopotentiaali on hermo- ja lihassolun normaali homeostaattinen tasapainotila, jossa samanaikaisesti solu- ja kudospinnan ionien konsentraatiot vaihtuvat nopeasti. Aktiopotentiaali laukeaa hermo- ja lihassoluissa, kun solukalvossa oleva lepojännite muuttuu niin, että solun sisäosa tulee positiivisemmaksi ja solukalvo depolarisoituu. Tapahtuneen depolarisaation jälkeen seuraa välittömästi repolarisaatio ja lepopotentiaalin palautuminen solukalvolle. Soluneste ja solun sisäosa muuttuvat tällöin taas negatiivisesti varautuneeksi ja kudospinta ja solun ulko-osa positiivisesti varautuneeksi, mistä johtuen solukalvo polarisoituu uudelleen. Yhden motorisen yksikön aktiopotentiaali tapahtuu siis edellä kuvatulla tavalla, kun yhdessä hermosolussa syntynyt aktiopotentiaali saapuu aksoneipäätteeseen ja siirtyy asetyylikoliinin avulla synapsirakojen yli kaikille sen hermottamien lihassolujen kalvoille. (Kauranen ja Nurkka 2010, 304-305.)

Lihassolukalvolla aktiopotentiaali etenee poikittaisputkia pitkin myös syvemmälle lihassoluun käynnistäen lihassolujen supistumisen. Nämä lihassolukalvolla vaikuttavat aktiopotentiaalit leviävät ympäröiviin kudoksiin ja saavat aikaan mitattavan sähkövirran ja elektromagneettisen kentän kyseisissä rakenteissa. Lihaksista lähtevät ja ympäröiviin kudoksiin leviävät aktiopotentiaalit voidaan rekisteröidä ihon pinnalle asetettavien elektrodien avulla (kuva 2). Useita motorisia yksiköitä syttyy samanaikaisesti lihaksen fysiologian mukaisesti, jolloin aktiopotentiaaleissa voidaan havaita päällekkäisyyksiä. Useista motorisista yksiköistä peräisin olevat peräkkäiset aktiopotentiaalit ja pulssijonot sum-

mautuvat elektrodien alla muodostaen niin sanotun raakaEMG-signaalin. (Kauranen ja Nurkka 2010, 305.)



KUVA 2. Periaate elektromyografiasta (Kauranen 2014, 260.)

3 KOMPRESSIOVAATTEET JA NIIDEN HYÖDYT HARJOITTELUSSA

Kompressiovaatteet ovat suosittuja urheiluvaatemarkkinoilla ja niitä käyttävät sekä tavalliset kunto-
liikkujat että kilpaurheilijat. Saatavissa on useilta eri merkeiltä kompressiotrikoita, -paitoja, -
säärystimiä, -sukkia sekä -hihoja. Testing Labin tekemän tutkimuksen mukaan kompressiovaatteet
tukevat lihaksia, tehostavat verenkiertoa, auttavat jaksamaan pitkäkestoiset harjoitukset paremmin,
parantavat suorituskykyä, ehkäisevät vammojen syntyä, nopeuttavat palautumista ja vähentävät li-
hasten kipeytymistä. Myös ryhti, lajituntuma, tekniikka ja kehon hahmotus paranevat tutkimustulok-
sien mukaan. (Taini 2015.)

Fysioterapeutin asiakaskunnan koostuessa hyvin erilaisista asiakkaista eri taustoineen, kompressio-
vaatteiden hyödyntäminen on mahdollinen apukeino erilaisissa kuntoutusprosesseissa ja urheilufy-
sioterapiassa. Neurologisessa fysioterapiassa painevaatteita hyödynnetään niiden asento- ja liikeais-
tia voimistavista vaikutuksista sekä syvätunnon herättämisen vaikutuksiin perustuen. Urheilussa
kompressiovaate toimii samalla periaatteella edistäen asento- ja liikeaistia ja parantaen näin oman
kehon hahmotusta. (Lymed Oy s. a.)

MacRaen, Cotterin ja Laingin (2011) tekemässä kirjallisuuskatsauksessa "Compression Garments and
Exercise – Garment Considerations, Physiology and Performance" oli mukana 17 tutkimusta, jotka
käsittelivät kompressiovaatteita ja suorituskykyä sekä 18 tutkimusta, jotka käsittelivät kompres-
siovaatteiden vaikutusta palautumiseen. Kirjallisuuskatsauksessa havaittiin kompressiovaatteiden po-
siitiivinen vaikutus hyppysuoritukseen, mutta muuten kompressiovaatteiden hyödyistä suorituskykyyn
ei löytynyt juurikaan näyttöä. Lisäksi oli havaittavissa satunnaisia merkkejä kompressiovaatteiden li-
hasvärähtelyä vähentävästä vaikutuksesta, niveltietoisuuden lisäämisestä, nesteiden läpivirtauksen
lisäämisestä sekä hapenkäytön muuttamisesta submaksimaalisessa rasituksessa. (MacRae ym. 2011,
816.) Toisessa Bornin, Sperlichin ja Holmbergin (2013) tekemässä kirjallisuuskatsauksessa oli muka-
na 31 kompressiovaatetutkimusta, joista neljässä oli käytössä koko vartalon peittävä kompressioasu.
Näissä ei huomattu kompressiovaatteiden suorituskykyä parantavaa vaikutusta. Samassa kirjalli-
suuskatsauksessa havaittiin pieniä positiivisia vaikutuksia suorituksesta palautumiseen. (Born ym.
2013, 12.)

3.1 Mitä kompressio on

Kompressiovaatteiden vaikutus perustuu ulkoisen paineen eli kompression aikaansaamiin vaikutuk-
siin kudoksissa. Paineella tarkoitetaan voiman jakautumista tietylle pinta-alalle ja sen suuruuteen
vaikuttaa kohdistuvan paineen määrä suhteessa pinta-alaan. Mitä suurempi kohtisuora voima ja pie-
nempi pinta-ala, sitä kovempi paine kohdistuu alueelle. (Kauranen ja Nurkka 2010, 233.) Kompres-
siovaatteissa paine ilmoitetaan elohopeamillimetreinä (mmHg). Lawrence ja Kakkar ovat tutkineet,
että optimaalisin paine kompressiohousuissa on 18mmHg nilkassa, 14 mmHg pohkeessa, 8 mmHg
polvessa, 10 mmHg reiden alaosassa ja 8 mmHg reiden yläosassa. Tällainen vaihteleva kompressio
mahdollistaisi nopeimman veren virtauksen laskimoissa. (Perrey 2008, 324-325.)

Laplacen lakiin $P \propto T/R$ perustuen on mahdollista laskea matemaattisesti kompressiovaatteen aikaansaama paine. Laplacein lain mukaan kankaan aiheuttama paine määräytyy käytetyn materiaalin kireyden, kerrosmäärän ja raajan kaarevuuden mukaan. Lain mukaan paine (P) on suoraan verrannollinen (α) materiaalin kireyteen (T), mutta käänteisesti verrannollinen raajan kaaren säteeseen (R). (Clark 2005; Perrey 2009, 325.) Raajan säteen kasvaessa paine siis pienenee, jolloin materiaalin tulisi olla kireämpää, jotta kudokseen halutun paineen ylläpito olisi mahdollista (Perrey 2009).

Osassa vaatteista on tasainen kompressio ja osassa vaihteleva kompressio. Vaihtelevassa kompressiossa paine on erisuuruinen vaatteen eri osissa niin, että paine pienenee mentäessä raajan distaaliosasta kohti proksimaalista osaa. Esimerkiksi kompressiohousuissa paine on suurempi nilkassa ja pohkeessa kuin reiden kohdalla. Tämä parantaa veren virtausta syvissä laskimoissa sydäntä kohti ja siksi kompressiovaatteita on käytetty laajasti esimerkiksi syvien laskimoiden veritulppien ehkäisyssä ja laskimoiden vaajatoiminnan hoidossa. Lisäksi kompressiovaatteiden luoma ulkoinen paine vähentää raskaasta liikunnasta johtuvaa turvotusta. Etuina on myös tehostuneesta verenkierrosta johtuva parempi kuona-aineiden ja lihasten aineenvaihduntatuotteiden poistuminen. (Hill 2013.)

Useat muut tekijät kuten esimerkiksi käytettävän materiaalin venyvyys, elastisuus ja istuvuus, raajan asento ja liike sekä kudoksen koostumus ja kunto vaikuttavat todellisen paineen muodostumiseen. Myös yksilöllisillä rakenteellisilla eroilla, kuten raajan koolla ja muodolla on vaikutus siihen, ettei vaatteen ilmoitettu laskennallinen paine välttämättä toteudu samansuuruisena kaikilla sitä käyttävillä. Materiaali myös menettää pidemmässä käytössä osan elastisuudestaan vaikuttaen aikaansaamaan paineeseen alentavasti. Kompressiovaatteissa yleisimmin käytetty materiaali on elastaani, eli tunnetuimmilta kauppanimiltään Lycra tai Spandex. (Clark 2005; Perrey 2009, 319-326.)

3.2 Kompressiovaatteiden fysiologinen vaikutus

Kompressiota on käytetty lääkinällisenä hoitomuotona jo useiden vuosisatojen ajan esimerkiksi kroonisten haavojen sekä turvotuksen ja muiden laskimoperäisten ja lymfaattisten häiriöiden hoidossa (Partsch 2005). Haavat paranevat nopeammin, kivut lievittyvät sekä yleinen elämänlaatu ja liikkumiskyky paranevat kompressiohoidosta saadun näytön perusteella (Moffatt 2005). Partsch on osoittanut dokumentissaan, kuinka tehokas kompressiohoidossa käytettyjen materiaalien suora vaikutus on laskimoiden, valtimoiden ja imusuonten toimintaan sekä inflammaatioprosesseihin, esimerkiksi kroonisten haavojen syntyyn liittyvään valkosolujen paikalliseen kerääntymiseen (Partsch 2005). Sairauksia hoidettaessa kompressiohoidon hyödyt on havaittu levossa, jolloin suora verrannollisuus dynaamista liikettä sisältävään suoritukseen ei ole mahdollista. Kuitenkin osoitetut fysiologiset hyödyt ovat mahdollisia myös urheilusuorituksissa. (MacRae 2011, 828.)

Ihmisen seisoessa laskimoiden veren virtaus on hidasta, laskimopaine on silloin noin 80-100 mmHg. Kävellessä veren virtaus kiihtyy pohjelihaspumpun ja jalan lihaspumpun yhteistoiminnan vaikutuksesta ja mikäli laskimoiden läpät toimivat ihmisellä normaalisti, laskimopaine alenee silloin noin 10-20 mmHg. Jos laskimoiden läpät ovat vaurioituneet, veri jää virtaamaan laskimosegmenttien välille

aiheuttaen nesteen kertymistä kudoksiin ja alaraajan turvotusta. Kompressio lisää veren virtausta sydäntä kohti eli ortogradista virtausta, sekä vähentää laskimorefluksia eli veren takaisin virtausta. Laskimoverenkierron tehostumisen lisäksi on näyttöä, että kompressio lisää imunesteen poistumista kudoksista. Lymfaattisen järjestelmän tehtävänä on nesteen poistaminen kudosten välitiloista ja palauttaa se takaisin laskimojärjestelmään. (Partsch 2005.)

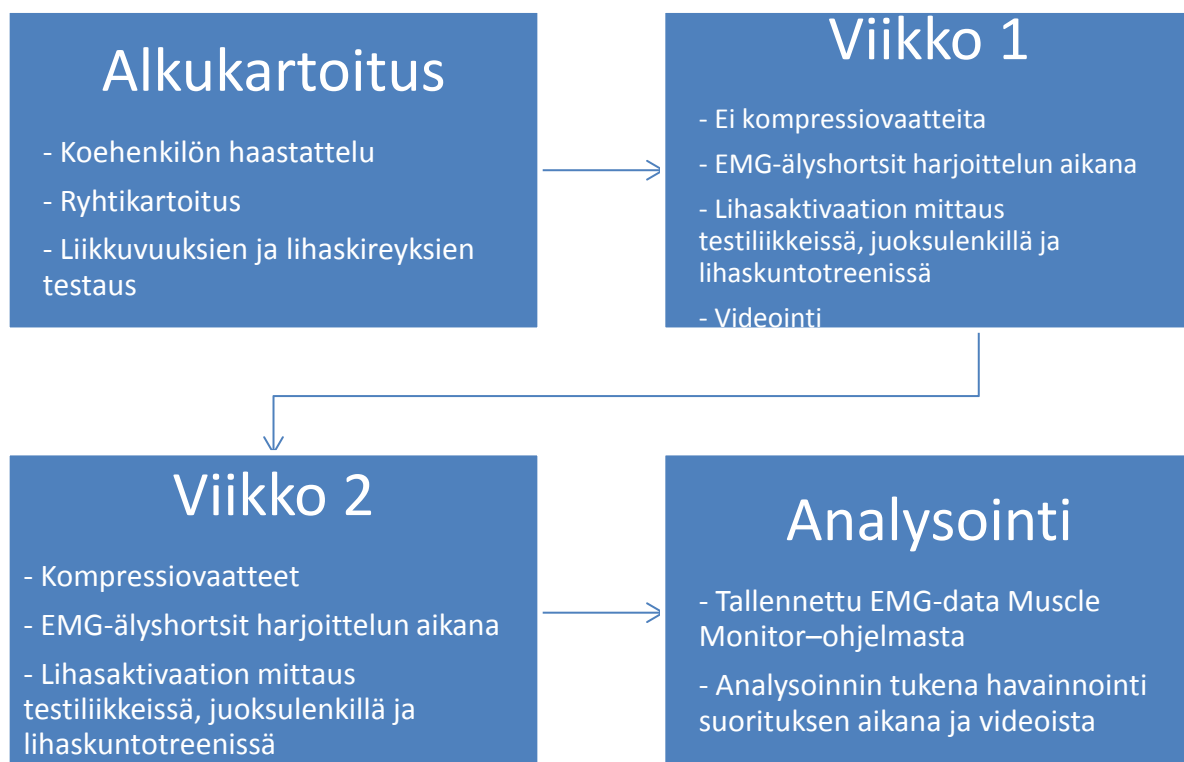
Duffield ja Portus (2007) ovat verranneet kolmen eri merkin (Adidas, Skins ja Under Armour) kokovartalokompressioasujen vaikuttavuutta kriketin pelaajien suorituskykyyn toistuvassa sprintissä sekä heittosuorituksessa. Tutkimukseen osallistui 10 kriketin pelaajaa, jotka kaikki olivat miehiä. Jokaisen harjoituksen aikana pelaajilta mitattiin syke ja muutokset ihon lämpötilassa sekä vartalon massassa. Pelaajilta otettiin harjoituksissa myös verinäytteet ja kirjattiin havainnot rasituksen määrästä sekä tuntemukset lihasarkuuksista. Lihasten arkuutta seurattiin myös 24 tuntia harjoituksen jälkeen. Tutkimuksessa ei havaittu kompressioasujen vaikuttavan suorituskykyyn toistuvassa sprintissä tai heittosuorituksessa, myöskään analyysissä urheilumerkkien välillä ei havaittu tilastollisia eroja ($p > 0,05$). Kompressioasun käytöllä havaittiin positiivisia vaikutuksia suorituksesta palautumiseen, koettu lihasarkuus oli vähäisempää 24 tuntia harjoittelun jälkeen ja kehon kreatiinikinaasiarvot olivat myös alhaisemmat. (Duffield ja Portus 2007.)

4 TUTKIMUKSEN ETENEMINEN

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kahden tutkimusviikon aikana onko kompressiovaatteiden käytöllä vaikutusta lihasaktivaatioon liikuntasuorituksen aikana EMG-älyshortseilla mitattuna. Tavoitteenamme on saada uutta tutkimustietoa kompressiovaatteiden hyödyistä, jotta niitä voitaisiin hyödyntää fysioterapiassa monipuolisemmin. Tutkimuskysymyksemme on, millaisia vaikutuksia kompressiovaatteilla on lihasaktivaatioon.

Toteutimme tutkimuksen yhdelle koehenkilölle kahden tutkimusviikon ajan. Ennen tutkimusviikkoja teimme koehenkilölle alkukartoituksen. Haastattelimme koehenkilöä, tarkistimme ryhdin ja testasimme liikkuvuudet ja lihaskireydet. Kummallakin viikolla koehenkilö käytti Myontec Oy:n EMG-älyshortseja urheiluasuorituksen aikana, jotta saimme mitattua koehenkilön lihasaktivaatiota. Mittasimme lihasaktivaatiota valitsemillamme testiliikkeillä ja lisäksi juoksulenkin ja lihaskuntotreenin aikana. Kummatkin tutkimusviikot olivat harjoituksiltaan identtiset. Ensimmäisellä tutkimusviikolla koehenkilö ei käyttänyt kompressiovaatteita ja viikko toimi verrokkiviikkona toiselle viikolle, jolloin koehenkilö käytti 2XU:n kompressiotrikoita, -paitaa ja -sukkia. Hän käytti kompressiovaatteita harjoittelun aikana ja vähintään kaksi tuntia sen jälkeen. Lisäksi hänellä oli töissä ja lepopäivinä vähintään kompressiosukat jalassa. Tutkimuksen eteneminen on havainnollistettu kuviossa 1.

Tutkimusviikkojen jälkeen analysoimme tuloksista tallennettua EMG-dataa Muscle Monitor-ohjelmasta. Käytimme tulosten analysoinnin tukena havainnointia, jotta tulokset olisivat luotettavampia ja jotta voisimme varmistua syy-seuraussuhteista. Havainnoimme koehenkilöä testiliikkeiden aikana sekä kuvaamillamme videoilta.



KUVIO 1. Tutkimuksen eteneminen

5 TUTKIMUSMENETELMÄ

5.1 Tapaustutkimus

Tutkimuksemme on tapaus- eli case-tutkimus. Tapaustutkimus tutkii intensiivisesti tiettyä tapahtumaa tai toimintaa esimerkiksi yksilöä tai ryhmiä tietyssä rajatussa ympäristössä. Tapaustutkimuksella saadaan hyödyllistä taustatietoa, jota voidaan myöhemmin hyödyntää suuremmissa tutkimuksissa. Heikkoutena voi olla kuitenkin tutkimuksen suppeus, eivätkä tulokset ole välttämättä yleistettävissä. (Anttila 2000, 252-253.)

Tapaustutkimuksessa käytetään monipuolista ja monilla eri tavoilla hankittua tietoa tapauksen analysoinnissa. Siinä tutkitaan intensiivisesti tiettyä, yleensä jotakin sosiaalista kohdetta esimerkiksi yksilöä, ryhmiä, laitoksia tai yhteisöjä. (Anttila 2000, 252-253.) Kohteiden taustatekijät, ajankohtainen asema ja tilanne, ympäristötekijät, sisäiset tai ulkoiset vaikuttavat tekijät voivat olla tutkimuksen kohteena. Tutkimuksessa pyritään saamaan mahdollisimman kokonaisvaltainen, seikkaperäinen ja tarkka kuvaus, koska kysymys on yleensä monien asioiden yhteisvaikutuksesta. (Yin 1987, 23.)

Tapaustutkimuksen ensimmäisessä vaiheessa määritellään tutkimuksen tavoitteet. Mikä on tutkimuksen kohde ja mitä piirteitä, yhteyksiä ja prosesseja halutaan tutkia. Toisessa vaiheessa laaditaan tutkimussuunnitelma ja mietitään kuinka tutkimuskohteet valitaan. Lisäksi selvitetään mitä lähdemateriaalia on saatavilla ja mitä tiedonkeruumenetelmää käytetään. Kolmannessa vaiheessa kootaan aineisto. Viimeisissä vaiheissa järjestetään saatu informaatio kiinteään, hyvin integroituneeseen muotoon, joka kuvaa hyvin tutkimuskohdetta sekä raportoidaan tutkimustulokset ja tarkastellaan niiden merkitsevyyttä. (Yin 1987, 14.)

Tapaustutkimus on enemmän kohdistunut selitykseen kuin tulkintaan ja sitä käytetään usein valmisteltaessa myöhemmin samasta aiheesta jatkotutkimuksia. Tutkimus ei kuitenkaan pyri missään tapauksessa edustamaan yleistettävyyttä. Tutkijalla itsellään on merkittävä tehtävä kohdetta koskevien tietojen kokoamisessa, joten tuloksessa voi olla nähtävissä tutkijan kädenjälki, vaikkei hyvä tapaustutkija pyri tulkitsemaan vaan ainoastaan kuvaamaan tarkasti kohdettaan. (Yin 1987, 23.)

Tapaustutkimuksessa tutkija ja tutkittava(t) ovat vuorovaikutuksessa keskenään, jolloin tutkija voi vaikuttaa pelkällä läsnäolollaan tapahtumien kulkuun siitä huolimatta, että hän pyrkii olemaan puuttumatta niihin. Tutkimusraportti pyritään saamaan niin seikkaperäiseksi ja eläväksi, että siitä voi tunnistaa tapahtuman kaikki piirteet ja sitä voidaan tarkastella yksityiskohtaisesti ja perustellen. Hyvän tapaustutkimuksen perustapahtumat voi myös toistaa, joskaan kahta täysin samanlaista tilannetta ei pystytä saada aikaan luonnollisessa ympäristössä. Näitä seikkoja on syytä tarkastella huolellisesti luotettavuuden tarkastelun eri näkökulmista. (Yin 1987, 23.)

5.2 Koehenkilö

Aluksi tarkoituksena oli tehdä mittaukset jääkiekkjoukkueen pelaajilla, mutta yhdessä työn tilaajan kanssa päädyimme yhteen henkilöön järjestelyjen ja tutkimuksen luotettavuuden seuraamisen takia. Yhtä koehenkilöä on helpompi kontrolloida ja näin tutkimustuloksista saadaan luotettavampia. Halusimme tutkimukseemme koehenkilöksi tavallisen kuntoliikkujan, jotta tutkimustulokset olisivat mahdollisimman hyvin yleistettävissä. Meille oli tärkeää, että henkilö on aktiiviliikkuja, jottei äkillinen liikunnan aloitus vääristäisi tutkimustuloksia. Mittauksien sisällyttäminen hänen normaaleihin viikoittaisiin liikuntarutiineihinsa oli helppoa. Valitsimme koehenkilöksi ennestään tutun henkilön, sillä tiesimme jo etukäteen hänen liikuntatottumuksistaan ja pystyimme luottamaan, että hän tekee mittaukset sopimuksen mukaisesti. Ajattelimme myös, että mikäli viikkojen aikana hänellä ilmenee jotain ongelmia, uskaltaa hän kertoa niistä meille.

Koehenkilömme on perusterve 23-vuotias Kuopiossa asuva nainen. Hän työskentelee kokoaikaisesti fysioterapeuttina ja harrastaa kuntosalilla käyntiä, juoksemista, tanssia sekä crossfit-harjoittelua. Koehenkilö on harrastanut kuntosaliharjoittelua aktiivisesti viisi vuotta ja tavoitteena on lihasten kasvattaminen. Kuntosaliharjoittelun rinnalle on tullut vuosi sitten lisäksi crossfit-harjoittelu. Hänen viikkoonsa kuuluu neljä lihaskuntoa kasvattavaa harjoitusta. Aerobisesta kunnostaan koehenkilömme pitää huolta käymällä kymmenen kilometrin juoksulenkeillä pari kertaa viikossa ja tanssimalla satunnaisesti. Koehenkilö ei ole aiemmin käyttänyt kompressiovaatteita.

6 TUTKIMUKSESSA KÄYTETYT MITTARIT JA VÄLINEET

6.1 Myontecin Mbody -älyshortsit

Myontec Oy on kuopiolaislähtöinen vuonna 2008 perustettu yritys, joka on erikoistunut lihasten mittaamiseen ja siinä käytettäviin sovelluksiin. Yritys on kehittänyt Mbody-älyshortsit, joilla voidaan mitata lihasten tuottamia sähköisiä impulsseja. Shortsien mittaamaan dataa voidaan tarkastella reaaliajassa tietokoneen tai älypuhelimien välityksellä. Myontecin kehittämää teknologiaa voidaan hyödyntää moniin eri tarkoituksiin esimerkiksi kuntoutuksen ja hyvinvoinnin työvälineenä, urheilun ja harjoittelun tukena tai tutkimustyössä. (Myontec s. a.)

Mbody-älyshortsit (kuva 3) mittaavat lihasten sähköistä aktiiviteettia elektromyografiaa (EMG) niihin integroiduilla elektrodeilla. Mbody on ensimmäinen tuote, joka hyödyntää EMG-mittaus teknologiaa reaaliaikaisen urheilusuorituksen analysoinnissa. Verrattuna perinteisiin EMG-mittauskeinoihin, älyshortseilla mitattaessa eivät huonosti kiinnipysyvät elektrodit, johdot tai kaapelit haittaa mittaus- ta. Mittausten valmistelu on myös helppoa ja nopeaa, shortsit jalkaan ja mittaukset voi aloittaa saman tien. (Myontec s. a.)



KUVA 3. Mbody-älyshortsit (Launonen 2017.)

Mbody-älyshortseja on neli- ja kuusikanavaisia, nelikanavaisissa on neljä elektrodia, jotka mittaavat quadriceps- ja hamstrings-lihasryhmiä. Kuusikanavaisissa shortseissa on kuusi elektrodia, jotka mitaavat edellä mainittujen lisäksi myös gluteuksia. Elektrodit kastellaan huolellisesti ennen shortsien päälle pukemista, jotta ne pysyisivät tiiviisti ihoa vasten. Shortseihin kiinnitetään kevyt (60g) mitta-

laite vyötärölle, jossa on sisäinen muisti ja langaton yhteys. Mittalaitteen sisäänrakennettuun muistiin voi tallentaa 100 tuntia 25Hz mittausdataa tai mittausdataa voidaan tarkastella reaaliajassa tietokoneeseen asennettavan Muscle Monitor-ohjelman tai älypuhelimelle ladattavan sovelluksen kautta. Muscle Monitor-ohjelma (kuva 4) luo mitatusta datasta automaattisesti kaavioita, joista voi tarkastella esimerkiksi eri lihasryhmien kuormittumista ja puolieroja. (Myontec s. a.)



KUVA 4. Kuvakaappaus Muscle Monitor -ohjelmasta

6.2 2XU:n kompressiovaatteet

2XU on australialainen kompressiovaatemerkki, joka on perustettu vuonna 2005. Aluksi 2XU:n kompressiovaatteita käytettiin triathlonilla, mutta nykyään ne ovat yleisiä muidenkin urheilijoiden ja joukkueiden käytössä. Vuonna 2011 Yhdysvaltojen laivastossa huomattiin kompressiovaatteiden hyödyt ja vuonna 2013 kaikki NBA-joukkueet ja 80% NFL-joukkueista käyttivät kompressiovaatteita harjoitteluun ja palautumiseen. Urheilijoiden löytäessä 2XU:n myös monet julkisuuden henkilöt alkoivat käyttää 2XU:n vaatteita ja näin vaatteet levisivät myös tavallisten liikkujien tietoisuuteen. 2XU on 11 vuoden aikana kehittänyt vaatteissaan käyttämänsä kankaan parhaaksi mahdolliseksi. Vaatteissa on porrastettu kompressio, jotta veri virtaisi tehostetusti takaisin sydämeen, ja ne ovat joustavia ja kevyitä päällä. Vaatteet on suunniteltu niin, että ne tukevat isoimpia lihasryhmiä urheilusuorituksen aikana. (2XU 2016.)

Koehenkilöllämme oli käytössään 2XU:n Elite MCS kompressiohousut, Elite paita ja 2XU:n kompressiosukat (kuva 5). Housut ja paita ovat 65% nylonia ja 35% lycraa ja sukat ovat 25% nylonia, 57% puuvillaa ja 18% elastaania. Vaatteet sopivat käytettäväksi intensiivisen harjoituksen aikana, kilpailuissa sekä palautumisessa. Elite MCS kompressiohousut tukevat isoja lihasryhmiä. Materiaalin tekstiilikuvio seuraa lihasrakennetta, jänteitä ja lihasryhmiä etureidessä ja pohkeessa. Tämä teknologia tarjoaa painetta isoimmille lihaksille vähentäen niiden värinää ja lihasvaurioita. 2XU Elite MSC -kompressiotrikoot tarjoavat voimakkaan kompressioteknologian, joka suojaa lihasvaurioilta intensii-

visen liikunnan aikana. Materiaali on antibakteerisesti käsitelty, miellyttävän tuntuinen, joustava sekä kosteutta pois iholta siirtävä. (2XU 2017.) 2XU Elite Compression pitkähihaisen kompressiopaidan uusimmassa versiossa on erittäin voimakasta tukea antavat PWX WEIGHT -paneelit, jotka hartioissa vetävät olkapäät taakse ryhtiä tukien. Tämä mahdollistaa paremman asennon ja tehostaa hengitystä. Alempana paneelit antavat paremman tuntuman alaselän hallintaan. Asteittainen kompressio hihossa sekä niiden PWX WEIGHT -paneelit tukevat tehokkaasti käsivarsia intensiivisen harjoituksen aikana. Paneelit parantavat myös verenkiertoa, jolloin lämmittely ja palautuminen nopeutuvat. Koska materiaali on antibakteerisesti käsitelty ja kuljettaa kosteuden iholta kankaan ulkopinnalle haihtumaan, on se miellyttävän ja kuivan tuntuinen kovemmassakin käytössä. 2XU:n kompressiosukissa on asteittaiset ja saumattomat kompressiovyöhykkeet jotka tehostavat verenkiertoa ja tukevat lihaksia parantaen suoritusta ja nopeuttaen palautumista. (2XU 2017.)



KUVA 5. 2XU:n kompressiovaatteet (Launonen 2017.)

6.3 Havainnointi

Havainnointi eli observointi on tieteellisessä tutkimuksessa aineiston keräämismetodi, jossa tutkija aktiivisesti havainnoi tutkimuskohdettaan. Tutkimuksessa havainnointi tulee suunnitella tarkasti, jotta havainnot ovat johdonmukaisia, järjestelmällisiä ja eriteltyjä ja näin ollen tutkimushavainnot ovat luotettavia. Tutkimushavainnot usein rajataan ja valikoidaan tietoisesti vastaamaan parhaiten tutkimusongelmaan. (Vilkkä 2006, 11.) Havainnointi sopii niin määrälliseen kuin laadulliseen tutkimukseen, jossa tutkitaan yksittäisen ihmisen toimintaa ja vuorovaikutusta. Havainnointi voi olla osallistuvaa tai osallistumatonta riippuen tutkijan toimista suhteessa tutkimuskohteeseen. Osallistuvassa ha-

vainnoinnissa tutkija osallistuu tutkimuskohteensa toimintaan, kun taas osallistumattomassa tutkija tarkkailee kohdetta ulkopuolisena eikä osallistu tutkimuskohteen toimintaan. (Vilka 2006, 38-43.) Havainnoinnin tukena voidaan käyttää erilaisia keinoja, jotka lisäävät havainnoinnin luotettavuutta, esimerkiksi videokuvausta.

Tutkimuksessa havainnoimme koehenkilöä ulkopuolisina tarkkailijoina. Alkukartoituksessa havainnoimme koehenkilön ryhtiä havainnointilomaketta apuna käyttäen ja testiliikkeitä havainnoidessamme käytimme videokuvaamista havainnoinnin tukena. Videoilta pystyimme analysoimaan liikettä hidastettuna ja tarkemmin kuin itse tilanteessa. Havainnointiin vaikuttaa aina havainnoijan oma tausta (Vilka 2006, 16–17) ja siksi havainnoinnin luotettavuutta lisää se, että havainnoijia oli tutkimuksemme kolme.

7 TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

7.1 Alkukartoitus

Ennen mittauksien aloittamista haastattelimme koehenkilömme. Pyysimme koehenkilöä kertomaan terveydentilastaan ja mahdollisista tutkimukseen vaikuttavista vaivoista. Kävimme läpi hänen liikuntatottumuksensa ja arkirutiininsa.

Haastattelun yhteydessä testasimme koehenkilön liikkuvuudet ja lihaskireydet sekä havainnoimme ryhtiä. Käytimme havainnointilomaketta (Liite 1). Koehenkilön oikea hartia oli ylempänä kuin vasen, ja vartalon vasen puoli oli kiertynyt hieman eteenpäin. Vartalon kiertyminen näkyi myös vasemmassa jalkaterässä, joka oli hieman ulkokierrossa. Kummankin jalan jalkaholvit olivat normaalit. Ryhdin havainnoinnin jälkeen teimme Trendelenburgin, jossa oikealla jalalla seistessä lantion hallinta säilyi. Vasemmalla jalalla seistessä lantio petti hieman ja vartalo kiertyi lievästi oikealle. Seuraavaksi testasimme alaraajojen lihaskireydet. Pohkeissa ei ollut lihaskireyttä. Jandan testissä oli havaittavissa molemmissa etureisissä kireyttä, polvikulmat jäivät noin 45 asteeseen. Tensor fascia lataen kireys näkyi kummassakin jalassa, mutta vasemmassa jalassa kireys oli huomattavampaa. Lisäksi vasen jalkaterä oli ulkokierrossa. Takareidet tuntuivat passiivisesti testattuna kireältä, jalat saatiin vietyä 90 asteeseen. Pakaroissa ei ollut havaittavissa huomattavaa kireyttä. Ylempien ja alempien nilkkanivelen liikkuvuudet olivat normaalit. Teimme kyseiset liikkuvuus- ja lihaskireydestestaukset, sillä mahdolliset puolierot ja kireydet voivat vaikuttaa mittaustuloksiin. Tutkimuksessa käyttämämme testiliikkeet ovat alaraajapainotteisia liikkeitä, ja siksi halusimme testata juuri alaraajojen liikkuvuudet ja lihaskireydet.

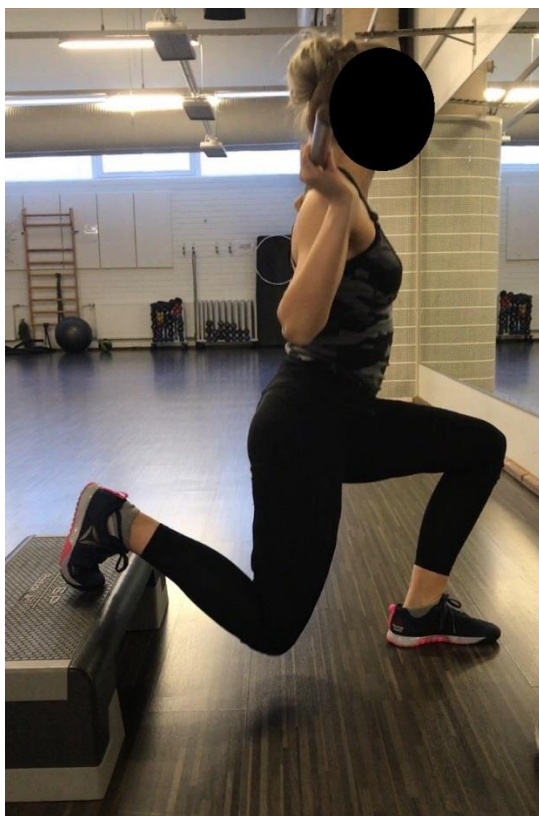
7.2 Testiliikkeet

Suoritimme koehenkilölle lihasaktivaation mittaamiseksi testiliikkeet, jotka olimme suunnitelleet etukäteen. Toteutimme testiliikkeet kummankin viikon ensimmäisenä päivänä samassa järjestyksessä. Havainnoimme testien suoritustekniikkaa ja varmistimme sen olevan kunnossa. Lisäksi videoimme ensimmäisen viikon testiliikkeet, jotta pystyimme analysoimaan koehenkilön liikkumista jälkikäteen. Toteutimme mittaukset Kuopion keskustan Fressillä, jossa tutkimuksessa tarvitsemamme välineistö oli valmiina. Käytimme testeihin juoksumattoa, jolla pystyimme helposti säätämään haluamamme kävely- ja juoksunopeuden. Lisäksi käytössämme oli steppilauta, jumppakeppi, jumppamatto, tanko ja levypainot. Mukanamme oli mittanauha, jotta pystyimme määrittämään lähtöasennot kummallekin viikolle samanlaisiksi ja tietokone, josta seurasimme Muscle Monitorista reaaliaikaisesti mittauksien etenemistä. Muscle Monitorista pystyimme myös varmistamaan, että elektrodit varmasti mittaavat lihasaktivaatiota ja ettei signaaleissa ole häiriöitä. Tulosten analysoinnin helpottamiseksi tallensimme jokaisen testiliikkeen datan manuaalisesti tietokoneelle. Tällöin pystyimme nimeämään ja erottelemaan liikkeitä. Koehenkilöllä oli mittaustilanteissa treenikengät.

Aloitimme lihasaktivaatiomittaukset juoksumatolla kävelyllä ja juoksulla. Nämä liikkeitä toimivat samalla myös alkulämmittelyinä. Mittasimme kumpaakin kaksi minuuttia ja nopeudet olivat kävelyssä

5km/h ja juoksussa 10 km/h. Ennen mittausten aloittamista pyysimme koehenkilöä nostamaan juoksumatolla vauhtia tasolle, joka tuntuu hänestä luontevimmalta sekä kävelyssä että juoksussa. Ohjasimme koehenkilöä liikkumaan niin kuin hän normaalisti liikkuu. Kävelyssä ja juoksusta analysoimme keuhonhallintaa liikkeessä ja halusimme nähdä kompressiovaatteiden vaikutuksen kevyessä lihas-työssä.

Alkulämmittelyn jälkeen siirryimme rauhalliseen saliin tekemään muita testiliikkeitä ja aloitimme yhden jalan kyykylä (kuva 6). Etenimme testiliikkeissä kevyemmistä liikkeistä raskaampiin, jottei suoritustekniikka kärsi lihasväsymyksestä. Testi suoritettiin takimmainen jalka 25cm korkean steppilaudan päällä, etummainen jalka 45 senttimetrin päässä steppilaudasta (mitattuna steppilaudasta kanta-päähän). Ohjasimme koehenkilöä kyykkäämään niin alas, että etummaisen polven kulma on 90 astetta ja huomioimaan, ettei polvi ylitä varvaslinjaa. Toistimme liikkeen samalla jalalla viisi kertaa aloittaen vasemmalla jalalla.



KUVA 6. Yhden jalan kyykky (Launonen 2017.)

Seuraavana testiliikkeenä oli kevennyshyppy, joka mittaa alaraajojen räjähtävää voimaa. Näytimme ensin liikkeen suoritustekniikan ja koehenkilö sai harjoitella sitä, kunnes suoritustekniikka oli oikeanlainen. Testiliike alkoi seisoma-asennosta. Ohjasimme koehenkilöä taivuttamaan polvet 90 asteen kulmaan, minkä jälkeen hyppäämään välittömästi pystysuoraan mahdollisimman korkealle. Kädet ohjattiin pitämään lanteilla, jotta käsien heilautus ei vaikuta testin tulokseen. Polvet ja nilkat ojennettiin ponnistuksen yhteydessä, ja niiden oli oltava ojennettuina, kun hypystä laskeuduttiin päkiöille. Hyppy toistettiin 3 kertaa ja hyppyjen välissä pidettiin pieni tauko.

Kevennyshypyn jälkeen testiliikkeenä oli lantionnosto jumppamaton päällä (kuva 7). Pyysimme koehenkilöä suorittamaan liikettä varioiden jalkojen asentoa, ja seurasimme lihasten aktivoitumista Muscle Monitorista. Valitsimme hieman lantiota leveämmän jalkojen asennon (32 senttimetriä kantapästä kantapäähän) ja polviin suunnilleen 125 asteen kulman. Varpaat olivat suorituksen aikana ulospäin ja kädet vartalon vieressä. Liike toistettiin viisi kertaa.



KUVA 7. Lantionnosto (Launonen 2017.)

Viimeisenä testiliikkeenä oli syväkyykky tangolla (kuva 8). Aluksi koehenkilö teki harjoituskyykkyjä ja lämmitteli lihaksia suoritusta varten, sillä halusimme mittaustuloksen maksimaalisesta lihastyöstä. Koehenkilö lisäsi levypainoja oman jaksamisen mukaan ja valvoimme suoritustekniikkaa. Koehenkilö kertoi käyttävänsä tavallisessa kuntosaliharjoittelussaan syväkyykyssä noin 60 kilon painoja. Päädyimme tekemään mittaukset niin, että koehenkilö kyykkää valitsemillamme painoilla niin monta toistoa kuin jaksaa. 60 kilon painoilla koehenkilö teki kahdeksan toistoa, minkä myötä halusimme vielä nostaa painoja, jotta toistot vähenisivät. Nostimme painot 70 kiloon, ja koehenkilö jaksoi tehdä kolme toistoa puhtaasti. Yksi meistä oli varmistamassa liikettä.



KUVA 8. Syväkyykky lisäpainolla (Launonen 2017.)

Valitsimme kyseiset testiliikkeet, koska niissä suurin lihastyö tapahtuu alaraajoilla, joiden lihasaktiivatiota pystyimme älyshortseilla mittaamaan. Valitsimme liikkeitä, joissa tapahtuu erityyppisiä lihastyöskentelymuotoja, jotta voimme tarkastella kompressiovaatteiden vaikutusta mahdollisimman monipuolisesti. Kävelystä ja juoksusta analysoimme kehonhallintaa liikkeessä ja halusimme nähdä kompressiovaatteiden vaikutuksen kevyessä lihastyössä. Yhden jalan kyykällä ja lantionnostolla halusimme selvittää, kuinka kompressiovaatteet vaikuttavat lihasaktivaatioon oman kehon painolla tehtävissä harjoitteissa. Lisäksi ne ovat kokonaisvaltaisia alaraajojen lihasryhmiä harjoitettavia liikkeitä. Kevennyshypyillä halusimme testata kompressiovaatteiden vaikutusta räjähtävää voimantuottoa vaativassa yksittäisessä suorituksessa. Syväkyykyillä halusimme tarkastella kompressiovaatteiden vaikutusta maksimaaliseen voimantuottoon.

7.3 Testiviikot

Koehenkilömme sai itse suunnitella ensimmäisen viikon treeniohjelmansa, jotta se olisi mahdollisimman samanlainen kuin mihin hän on tottunut ja että se sopisi hyvin hänen arkeensa. Koehenkilömme kirjasi ylös tekemänsä harjoitukset ja teki ne samaan aikaan ja samalla tavalla myös toisella viikolla. Tärkeää on, että harjoitukset ovat samassa järjestyksessä ja samaan vuorokauden aikaan kummallakin viikolla, jotta tutkimus olisi mahdollisimman luotettava. Huomioimme lepopäivät koehenkilön aiemman tottuuden mukaisesti. Testiliikkeiden lisäksi teimme EMG-mittaukset kuntosaliharjoittelun ja juoksulenkin yhteydessä. Juoksulenkillä koehenkilö käytti Sports Trackeria, jotta pystyimme varmistamaan, että lenkit olivat kummallakin viikolla samanlaiset.

Koehenkilö noudatti testiviikoilla tavallista ruokavaliotaan ja kiinnitti huomiota riittävään uneen. Kehotimme koehenkilöämme kertomaan, mikäli ravinnossa tai nukkumisessa tulee ongelmia tutkimuksen aikana. Näin olisimme voineet esimerkiksi uniongelmiin takia vaihtaa testiviikkoja.

8 TUTKIMUSTULOKSET

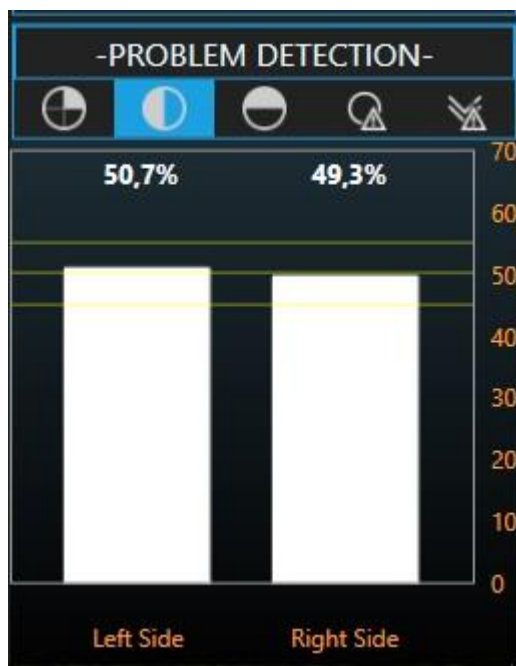
Mittausten jälkeen päädyimme käsittelemään tutkimuksessamme vain testiliikkeissä suoritettuja mitauksia, ja jättämään pois tutkimuksesta koehenkilön itsenäisesti suorittamat harjoitukset. Näin varmistamme mittausten luotettavuuden. Tarkastelimme Muscle Monitorista, kuinka tasaisesti eri lihasryhmät aktivoituivat testiliikkeissä ja vertasimme ensimmäisen ja toisen viikon tuloksia toisiinsa. Lisäksi tarkastelimme keskimääräistä ja maksimaalista lihasaktivaatiotasoa liikkeiden aikana. Varmistaaksemme että EMG-datassa näkemämme eroavaisuudet johtuvat kompressiovaatteiden käytöstä eikä esimerkiksi lihasepätasapainosta, vertasimme tuloksia tekemiimme havaintoihin.

8.1 Eri lihasryhmien välinen työskentely

Tarkastelemme eri lihasryhmien aktivoitumista testiliikkeissä ilman kompressiovaatteita ja niiden kanssa, ja tutkimme eroavaisuuksia näiden välillä. Tarkastelimme lihaskuormituksen jakaantumista eri lihasryhmien, ja kehon oikean ja vasemman puolen välillä. Tutkimme, vaikuttavatko kompressiovaatteet eri lihasryhmien ja kehon puolien tasapuolisempaan aktivaatioon. Katsoimme Muscle Monitorista jokaisesta testiliikkeestä, kuinka lihasaktivaatio jakaantui prosentuaalisesti eri lihasryhmien välillä (kuva 9 ja 10) ja teimme niistä taulukot, joissa tarkastelemme kumpaakin testiviikkoa vierekkäin. Taulukoissa Vk 1 on ensimmäinen testiviikko ilman kompressiovaatteita ja Vk 2 on toinen testiviikko, jolloin käytössä oli kompressiovaatteet. Taulukoissa käytämme lihaksista samoja lyhenheitä, kuin Muscle Monitor – ohjelmassa (kuva 9 alareunassa), joissa ensimmäinen kirjain tarkoittaa puolta ja toinen lihasta; L=Left (vasen), R=Right (oikea), Q=Quadriceps, H=Hamstrings, G=Gluteus. Quadriceps tarkoittaa nelipäistä reisilihasta, hamstringit takareiden lihaksia ja gluteus pakaraa. Taulukoissa on myös omat sarakkeet kehon vasemman ja oikean puolen keskinäiselle tasapainolle. Käsittelemme lihasaktivaation jakautumista testiliike kerrallaan.



KUVA 9. Lihasaktivaation jakautuminen lihasryhmien välillä



KUVA 10. Lihasaktivaation jakautuminen vasemman ja oikean puolen välillä

8.1.1 Kävely

Kävelyssä suurimmat erot näkyvät oikean gluteuksen työmäärässä (taulukko 1). Jo ensimmäisellä viikolla oikean gluteuksen työmäärä lihasten kokonaiskuormituksesta on suhteellisesti suurin. Verrattuna vasempaan gluteukseen, oikean gluteuksen työmäärä on paljon suurempi (8,8 prosenttiyksikköä), kun taas muiden lihasryhmien puolierot eivät ole huomattavan suuria. Toisella viikolla ero on vielä suurempi (20,2 prosenttiyksikköä). Ensimmäisellä viikolla kuormitus jakaantui melko tasaisesti oikean ja vasemman puolen välillä, toisella viikolla oikea puoli dominoi selkeästi ja ero oli lähes 20 prosenttiyksikköä. Kummallakin viikolla on nähtävissä oikean gluteuksen yliaktivoitumisen vaikutus quadriceps -lihasten tasapainoon: vasen puoli kuormittuu enemmän.

TAULUKKO 1. Kahden minuutin kävely

2 min kävely	Vk 1	Vk 2
Lq	16,3 %	16,0 %
Rq	12,6 %	10,6 %
Lh	18,6 %	14,2 %
Rh	18,0 %	19,0 %
Lg	12,9 %	10,0 %
Rg	21,7 %	30,2 %
Vasen puoli	47,7 %	40,2
Oikea puoli	52,3 %	59,8 %

Kävelyä havainnoidessamme oikeassa jalassa suora pystyakseli ja keskitikuvaiheessa lantionhallinta säilyi. Vasemman jalan keskitikuvaiheessa lantion hallinta pettää hieman ja lantio painuu lateraali-

sesti (kuva 11). Vasen kylkikaari korostuu. Vasen polvi kääntyy hieman sisäkiertoon ja jalkaterä ulkokiertoon. Samat havainnot oli nähtävissä koehenkilön ryhtiä tutkittaessa ja Trendelenburgissa. Lisäksi oikean takaketjun kireys mahdollisesti vaikuttaa tuloksiin erityisesti toisella viikolla, jolloin se näkyy gluteuksen ja hamstringien yliaktiivisuutena. Puoliero voi selittyä vasemman puolen hallinnan pettämisellä, sillä silloin lihakset eivät aktivoidu oikealla tavalla ja puolen kokonaiskuormitus jää pienemmäksi. Viikkojen välillä on selkeitä eroavaisuuksia, mutta kävelytekniikka ja lihaskireydet vaikuttavat muutokseen todennäköisesti kompressiovaatteita merkittävämmiin.



KUVA 11. Kävelyn keskitukivaiheen puolierot (Launonen 2017.)

8.1.2 Juoksu

Kummallakin viikolla oikea gluteus tekee enemmän työtä kuin vasen, mutta toisella viikolla ero on huomattavasti suurempi (15,1 prosenttiyksikköä vs. 5,1 prosenttiyksikköä). Ensimmäisellä viikolla sekä etu- että takareidet aktivoituvat tasaisesti kehon molemmilla puolilla. Toisella viikolla puolierot ovat kasvaneet ja etureisissä vasen puoli ja takareisissä oikea puoli aktivoituu toista puolta enemmän (taulukko 2, s. 30). Kävelyyn verrattuna juoksussa puolierot tasaantuivat hieman kummallakin viikolla, koska juoksussa lihakset aktivoituvat enemmän. Edelleenkin oikean gluteuksen yliaktivoituminen on nähtävissä kummallakin viikolla. Juoksussakin toisella viikolla erot ovat vielä suuremmat kuin ensimmäisellä viikolla.

TAULUKKO 2. Kahden minuutin juoksu

2 min juoksu	Vk 1	Vk 2
Lq	15,9 %	17,3 %
Rq	13,1 %	11,7 %
Lh	21,8 %	17,8 %
Rh	18,9 %	23,1 %
Lg	12,6 %	7,5 %
Rg	17,7 %	22,6 %
Vasen puoli	50,3 %	42,6 %
Oikea puoli	49,7 %	57,4 %

Havainnoidessa juoksua kävelyssä näkemämme huomiot säilyvät, mutta eivät ole yhtä huomattavia (kuva 12). Koehenkilön juoksutekniikassa hän käyttää jalkojen eteenviennissä lonkankoukistajia huomattavasti. Todennäköisesti mittauksissa näkyvät erot lihasaktivaatiossa ovat enemmän juoksu-tekniikasta ja lihaskireydestä johtuvia kuin kompressiovaatteista.



KUVA 12. Keskitukivaihe juoksussa (Launonen 2017.)

8.1.3 Yhden jalan kyykky

Yhden jalan kyykyssä kuormitus painottuu enemmän quadriceps-lihaksille suoritustekniikasta johtuen. Liikettä suorittaessa koehenkilö käyttää myös huomattavasti tukijalkaa. Mittaustuloksista näkyy, että oikea gluteus aktivoituu oikean jalan kyykyssä (taulukko 4) enemmän kuin vasen gluteus vasemman jalan kyykyssä (taulukko 3). Kuitenkin viikkojen välillä erot ovat hyvin pienet, ja voimme todeta, ettei kompressiovaatteiden käytöllä ole vaikutusta lihasaktivaatioon.

TAULUKKO 3. Vasemman jalan kyykky

1 jalan kyykky (vas)	Vk 1	Vk 2
Lq	30,50 %	25,40 %
Rq	32,30 %	32,60 %
Lh	16,00 %	19,70 %
Rh	6,10 %	5,60 %
Lg	9,60 %	10,10 %
Rg	5,50 %	6,70 %

TAULUKKO 4. Oikean jalan kyykky

1 jalan kyykky (oik)	Vk 1	Vk 2
Lq	32,90 %	25,60 %
Rq	22,30 %	29,90 %
Lh	12,50 %	12,80 %
Rh	12,90 %	12,60 %
Lg	6,20 %	3,90 %
Rg	13,30 %	15,20 %

8.1.4 Kevennyshyppy

Viikkojen välillä tuloksissa ei juuri näy eroja (taulukko 5, s. 32). Ainut huomattava ero on oikean gluteuksen kuormittumisen lisääntyminen. Kummallakin viikolla pakaroiden prosentuaalinen yhteiskuormitus on suunnilleen yhtä suuri, mutta toisella viikolla kuormitus jakaantuu enemmän oikealle gluteukselle. Tällöin oikean gluteuksen työmäärä on 9,7 prosenttiyksikköä vasempaa suurempi. Ensimmäisellä viikolla vasemman puolen kokonaiskuormitus oli suurempi kuin oikean puolen, mutta toisella viikolla asetelma kääntyi toisinpäin.

TAULUKKO 5. Kevennyshyppy

Kevennyshyppy	Vk 1	Vk 2
Lq	27,70 %	24,50 %
Rq	25,30 %	26,00 %
Lh	11,60 %	13,40 %
Rh	8,60 %	8,20 %
Lg	14,00 %	9,10 %
Rg	12,80 %	18,80 %
Vasen puoli	53,2 %	46,9 %
Oikea puoli	46,8 %	53,1 %

8.1.5 Lantionnosto

Ensimmäisellä viikolla vasen puoli dominoi, kun taas toisella viikolla tilanne oli päinvastainen (taulukko 6). Toisella viikolla oikea gluteus on aktivoitunut vasempaa huomattavasti enemmän (19,50 prosenttiyksikköä). Tulokset ovat samansuuntaisia kuin muissakin liikkeissä ja kompression merkitystä ei voi todentaa.

TAULUKKO 6. Lantionnosto

Lantionnosto	Vk 1	Vk 2
Lq	4,10 %	4,70 %
Rq	3,60 %	2,80 %
Lh	22,70 %	15,10 %
Rh	15,10 %	17,50 %
Lg	28,80 %	20,20 %
Rg	25,70 %	39,70 %
Vasen puoli	55,7 %	40 %
Oikea puoli	44,3 %	60%

8.1.6 Syväkyökky

Ensimmäisellä viikolla lihasaktivaatio sekä 60 kilolla että 70 kilolla kyykätessä on jakautunut tasaisesti eri lihasryhmien kesken eikä havaittavissa ole suurempia puolieroja (taulukko 7 ja 8, s. 33). Ensimmäiseen viikkoon verrattaessa toisella viikolla huomattavin ero näkyy oikean gluteuksen suuren-
tuneena ja vasemman gluteuksen pienentyneenä aktivaatiotasona. Toisella viikolla painoista riippumatta vasemman gluteuksen työmäärä on laskenut noin kuusi prosenttiyksikköä ensimmäiseen viikkoon verrattaessa, kun taas oikean gluteuksen työmäärä on kummallakin painomäärällä kyykätessä

noussut noin kuusi prosenttiyksikköä. Tämä viittaa siihen, että oikea gluteus on yliaktiivinen, eikä lihas rentoudu.

TAULUKKO 7. Syväkyökky 60kg painoilla

Syväkyökky 8x60 kg	Vk 1	Vk 2
Lq	20,60 %	17,20 %
Rq	19,50 %	19,40 %
Lh	9,30 %	13,00 %
Rh	10,20 %	10,80 %
Lg	22,10 %	15,60 %
Rg	18,30 %	24,00 %
Vasen puoli	54,0 %	45,8 %
Oikea puoli	48,0 %	54,2 %

TAULUKKO 8. Syväkyökky 70kg painoilla

Syväkyökky 3x70 kg	Vk 1	Vk 2
Lq	20,20 %	16,30 %
Rq	20,30 %	18,70 %
Lh	10,00 %	13,40 %
Rh	11,40 %	13,30 %
Lg	20,50 %	13,90 %
Rg	17,60 %	24,30 %
Vasen puoli	50,7 %	43,7 %
Oikea puoli	49,3 %	56,3%

8.2 Keskimääräinen ja maksimaalinen lihasaktivaatio

Tarkastelimme myös testiliikkeiden keskimääräistä ja maksimaalista lihasaktivaatiotasoa (taulukko 9, s. 34). Maksimaalinen lihasaktivaatiotasoa on liikkeen aikana tuotettu suurin voima eli tällöin lihassu-
pistus on voimakkaammillaan. Taulukosta on nähtävissä kunkin liikkeen lihasaktivaation keskiarvo ja maksimaalinen arvo mikrovoltteina.

TAULUKKO 9. Testiliikkeiden keskimääräiset ja maksimaaliset lihasaktivaatiotasot

Testiliike	Vk 1 kes- kiarvo	Vk 2 keskiar- vo	Vk 1 maksimi	Vk 2 maksimi
Kävely	72	72	100	84
Juoksu	204	227	247	271
Yhden jalan kyykky (v)	215	215	333	334
Yhden jalan kyykky (o)	204	214	315	332
Kevennyshyppy	197	198	516	632
Lantionnosto	392	357	888	911
Syväkyykky 8x60 kg	594	485	994	902
Syväkyykky 3x70 kg	544	398	1261	968

Syväkyykyissä keskimääräisessä ja maksimaalisessa lihasaktivaatiotasoissa tapahtui suurin muutos viikkojen välillä, mutta muiden testiliikkeiden aktivaatiotasoissa ei ole merkittäviä eroja. Kahdeksan toiston sarjassa 60 kilolla lihasaktivaatiotasoissa näkyy laskua kompressiovaatteita käytettäessä. Kolmen toiston sarjassa 70 kilon painoilla erot ovat vielä suurempia, keskimääräinen lihasaktivaatiotaso laski 27% ja maksimaalinen 23%. Maksimaalista lihassupistusta vaativassa työssä kompressiovaatteilla näyttäisi olevan keskimääräistä ja maksimaalista lihasaktivaatiotasoa pienentävä vaikutus. Tulos voisi viitata siihen, että voimaa vaativassa suorituksessa kompressio tasaa lihassupistusta. Kompressiovaatteet tukevat keskivartaloa (2XU s. a.), mikä helpottaa liikkeen hallintaa ja tällöin liikkeen suorittaminen ei vaadi niin suurta ponnistelua.

8.3 Yhteenveto tuloksista

Ensimmäisen ja toisen tutkimusviikon välillä testiliikkeissä huomattavin ero oli lihastyöskentelyn jakautumisessa vasemman ja oikean puolen välillä. Toisella viikolla oikea gluteus oli yliaktiivinen jokaisessa testiliikkeessä. Tutkimustuloksienne valossa vaikuttaisi siltä, että kompressiovaatteiden käytöllä on vaikutusta lihasaktivaatiosoon silloin, kun kyseessä on maksimaalista voimankäyttöä vaativa harjoite. Kompressiovaatteista ei kuitenkaan näyttäisi olevan hyötyä eri lihasryhmien tai puolierojen lihasaktivaatiosojen tasaamisessa.

9 POHDINTA

9.1 Eettisyys

Tutkimusta tehdessä on tärkeää noudattaa tutkimusetiikkaa eli hyvää tieteellistä käytäntöä. Suomen Tutkimuseettinen neuvottelukunta on luonut HTK-ohjeen hyvästä tieteellisestä käytännöstä yhteistyössä tiedeyhteisön kanssa. Ohjeen tavoitteena on hyvän tieteellisen käytännön edistäminen, tieteellisen epärehellisyuden ennaltaehkäiseminen ja loukkausepäilyjen mahdollisimman nopea, asian- tunteva ja oikeudenmukainen käsittely. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan mukaan tieteellinen tutkimus voi olla eettisesti hyväksyttävää ja luotettavaa ja sen tulokset uskottavia vain, jos tutkimus on suoritettu hyvän tieteellisen käytännön edellyttämällä tavalla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2012: 6.)

Olemme pyrkineet olemaan mahdollisimman huolellisia ja tarkkoja tehdessämme tutkimusta. Kyseessä oli meille kaikille ensimmäinen tutkimus, ja siksi emme aina osanneet ottaa huomioon kaikkia seikkoja, jotka vaikuttavat luotettavuuteen. Koska meillä ei ollut aiempaa kokemusta, oli vaikeaa eliminoida etukäteen mahdolliset muuttujat. Olimme etukäteen suunnitelleet tekevämme opinnäytetyön lähes valmiiksi kesän 2017 aikana ja palauttavamme sen syys-lokakuussa. Omien aikataulujen yhteensovittaminen oli kesällä mahdotonta ja siksi emme saaneet tehtyä opinnäytetyötä kesällä suunnitelmien mukaisesti. Pysyimme kuitenkin muuten aikatauluissa. Huomasimme, että saimme tehtyä opinnäytetyötä tehokkaammin yhdessä kuin erillään. Välillä itsekriittisyys kirjoittamista kohtaan hidasti prosessia, sillä jäimme helposti ylianalysoimaan tuottamaamme tekstiä.

Tutkimuksessa on tärkeää käsitellä koehenkilöä koskevaa tietoa luottamuksellisesti ja tarkoituksenmukaisesti (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2012: 6). Teimme koehenkilön kanssa suullisen sopimuksen tutkimukseen osallistumisesta ja kuvaamisesta. Olemme kertoneet koehenkilöstä niin, ettei häntä pysty kuvauksesta tunnistamaan eikä kuvissa näy hänen kasvojaan. Emme ole kertoneet ulkopuolisille koehenkilöä koskevaa luottamuksellista tietoa. Olemme informoineet koehenkilöä mitauksista tarpeeksi ajoissa ja menneet hänen aikataulujensa mukaan.

9.2 Luotettavuus

Tutkimuksen perusteella kompressiovaatteiden käytöllä on joitain vaikutuksia lihasaktivaation. Kyseessä kuitenkin oli tapaustutkimus, joka toteutettiin yhdellä koehenkilöllä. Otannan ollessa niin pieni, eivät tutkimustulokset ole luotettavasti yleistettävissä. Myöskään syy-seuraussuhteita ei voida tietää varmaksi. Tutkimuksessamme voimme todeta vain, kuinka kompressiovaatteet vaikuttavat koehenkilömme lihasaktivaatioon. Kun on vain yksi koehenkilö, voivat monet muuttujat helposti vääristää tutkimustuloksia. Tutkimustuloksiin voivat vaikuttaa koehenkilön fyysiset ominaisuudet, kuten liikkuvuudet, lihaskireydet ja keuhonhallinta sekä psyykkiset ominaisuudet kuten mieliala, keskittymisen tai vireystila. Myös ruokavaliolla ja levolla on suuri vaikutus.

Tieteellistä tutkimusta arvioitaessa kiinnitetään huomiota tutkimuksen validiteettiin eli pätevyyteen ja reliabiliteettiin eli luotettavuuteen. Validiteetti kertoo mittaako tutkimusmenetelmä tai mittari sitä, mitä on tarkoitus mitata. (Vilka 2015.) EMG-älyshortseilla mitattaessa monet tekijät vaikuttavat validiteettiin. Ensinnäkin shortsien elektrodit tulee kastella hyvin, jotta ne pysyisivät tiiviisti iholla ja mittaisivat lihassähkökäyrää luotettavasti. Shortsien on oltava oikean kokoiset, jotta elektrodit asetuvat oikeisiin kohtiin ja shortsit istuvat napakasti. Älyshortsien elektrodit ovat niin isot, ettei voida poissulkea mahdollisia vääriä signaaleja eri lihasryhmiltä. Siksi emme voi olla täysin varmoja, että signaalissa näkyy vain halutun lihasryhmän työskentely. Tilatessamme kompressiovaatteita koehenkilölle, meidän tuli ilmoittaa koehenkilön pituus, paino sekä vyötärön, lantion ja pohkeen ympärysmittat. 2XU:n kompressiovaatteet valitaan kokotaulukosta näiden mittojen mukaan, mutta silti vaatteet eivät välttämättä istu täydellisesti. Tämä voi vaikuttaa kompression tehokkuuteen esimerkiksi jos kompressio ei kohdistu juuri oikeaan kohtaan.

Reliabiliteetti puolestaan tarkoittaa tulosten tarkkuutta ja mittaustulosten toistettavuutta. Eli tutkijasta riippumatta samalle henkilölle toisen kerran tehtävässä mittauksessa saadaan tismalleen sama mittaustulos. (Vilka 2015.) Käytimme havainnointia ja videokuvausta luotettavuuden lisäämiseksi, mutta havainnoinnin luotettavuus on aina hieman kyseenalaista. Käytimme havainnointilomaketta tutkimuksen toistettavuuden takia. Havainnoitsijan oma tausta, tiedot, taidot ja ennakkokäsitykset muokkaavat havainnointia. Meitä oli kolme havainnoimassa, mikä lisää luotettavuutta. Otimme videoita, jotta pystymme jälkikäteen palaamaan testiliikkeiden havainnointiin eikä mikään jää huomaamatta niin helposti.

Testiliikkeestä riippumatta tuloksissa oli nähtävissä koehenkilön oikean gluteuksen yliaktiivisuus toisella tutkimusviikolla ja tämä vaikutti kaikkiin tuloksiin. Testiliikkeiden mittaamista edeltävänä päivänä sekä ensimmäisellä että toisella tutkimusviikolla koehenkilö teki rankan alaraajapainotteisen lihaskuntoharjoittelun. Ennen ensimmäisen viikon testiliikkeiden mittaamista koehenkilö oli kuntosalilla yksin ja toisella viikolla yksi meistä oli katsomassa. Todennäköisesti lihaskuntoharjoittelun tarkkailu on vaikuttanut koehenkilöön ja hän on harjoitellut kovemmalla teholla kuin yksin ollessaan. Koehenkilöä havainnoidessa oli huomattavissa, että oikean alaraajan liikekontrolli oli parempi ja todennäköisesti kyseisen puolen käyttö korostuu treenatessa kovalla teholla. Sen seurauksena oikea gluteus on yllirasittunut ja se näkyy mittaustuloksissa.

Vaikka olimme suunnitelleet testiliikkeiden suoritustekniikat tarkasti, emme kuitenkaan loppupeleissä pysty täysin kontrolloimaan tekeekö koehenkilö kummallakin viikolla liikkeitä täysin samalla tavalla. Esimerkiksi koehenkilö saattaa tehdä osan liikkeistä puoliteholla ja osan täysillä ja se näkyy suoraan mittaustuloksissa. Emme myöskään pysty täysin kontrolloimaan koehenkilön suorittamia muita harjoituksia ja varmistamaan, että ne ovat kummallakin viikolla identtiset. Kun tutkimus on osana koehenkilön normaalia arkea, eikä tapahdu kontrolloiduissa laboratorio-olosuhteissa, muuttujien vaikutusta ei voida poissulkea.

Tutkimusasetelmissamme vertailimme keskenään kahta peräkkäistä viikkoa ja jälkikäteen olemme pohtineet, olisiko pidempi aikaväli tuottanut erilaisia tuloksia. Teimme testiliikkeet kompressiovaat-

teiden kanssa heti ensimmäisenä päivänä, kun koehenkilöllä oli kompressiovaatteet käytössä ja siksi tutkimustuloksemme näyttävät kompressiovaatteiden välittömät vaikutukset. Pohdimme, olisivatko tulokset olleet erilaisia, jos koehenkilö olisi käyttänyt kompressiovaatteita esimerkiksi kuukauden ajan ja olisimme tehneet vielä uudet mittaukset. Mietimme myös olisiko ollut vaikutusta, jos tutkimusasetelmamme olisi ollut muutoin sama, mutta olisimme mitanneet testiliikkeet tutkimusviikkojen lopussa alun sijaan.

9.3 Jatkotutkimukset

Tutkimuksemme aihetta ei ole aikaisemmin tutkittu, joten tutkimuksella saatiin esitietoa jatkotutkimuksia varten. Ilmiötä voisi tutkia tarkemmin isommalla otannalla, jolloin luotettavuus paranee, eivätkä tulokset ole riippuvaisia yhdestä koehenkilöstä. Tutkimuksen voisi toistaa esimerkiksi urheilujoukkueella ja katsoa eroavatko tutkimustulokset omistamme. Tulevaisuudessa voitaisiin tutkia kompressiovaatteiden vaikutusta lihasaktivaatioon maksimaalista voimankäyttöä vaativissa suorituksissa esimerkiksi painonnostajilla. Lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia, kuinka tämä näkyisi esimerkiksi neurologisilla kuntoutujilla lihasvoiman harjoittamisessa.

9.4 Ammatillinen kasvu

Valitsimme opinnäytetyöksemme tutkimuksen, koska tutkimuksen tekeminen ja sen erilaiset vaiheet kiinnostivat meitä. Prosessin aikana olemme oppineet paljon tapaustutkimuksesta ja menetelmistä, joita sen tekemisessä käytetään. Olemme oppineet huomioimaan tutkimuksen kannalta olennaisia seikkoja, jotka vaikuttavat tutkimuksen reliabiliteettiin ja validiteettiin. Huolellisen suunnittelun merkitys on konkretisoitunut tutkimuksen edetessä. Tutkimuksen tekeminen on opettanut meille lähdekriittisyyttä aiempia tutkimuksia tarkastellessamme, sekä ymmärtämään näyttöön perustuvan tiedon tärkeyttä. Myös kriittisyys omaa tekemistä kohtaan on kasvanut, mikä on edellytys ammatilliselle kehitymiselle. Mahdollisesti tulevaisuudessa tehdessämme tutkimustyötä, osaamme varautua koko prosessiin paremmin.

Koulussa opittu tieto biomekaniikasta oli jäänyt teoreettiseksi, mutta tutkimusta tehdessämme pääsimme syventymään siihen tarkemmin käytännössä. Osasimme hyödyntää liikkeen analysointia sekä havainnointia tulosten tulkinnassa. Tämä mahdollisti tulosten tarkastelun laajemmasta näkökulmasta ja opetti meitä ymmärtämään syy-seuraussuhteita. Opimme hyödyntämään teknologian mahdollisuuksia liikkumisen ja toimintakyvyn arvioinnissa. Opettelimme käyttämään EMG-älyshortseja sekä tulkitsemaan niiden antamaa dataa. Saimme ideoita niiden käytön hyödyntämisestä tulevassa ammatissamme fysioterapeutteina esimerkiksi erilaisissa kuntoutusprosesseissa.

Olemme oppineet tiimityöskentelytaitoja ja verkostoitumista eri yrityksien kanssa. Opinnäytetyön tekeminen on ollut pitkä projekti, ja hyvä tiimityöskentely on ollut edellytys sen sujumiselle. Vahvuutenamme on ollut hyvä yhteistyö ja olemme yhdessä pystyneet miettimään erilaisia näkökulmia. Olemme koko prosessin ajan olleet itse vastuussa omasta tekemisestä ja oppimisesta. Vaikka välillä

aikataulujen yhteensovittaminen on ollut haasteellista, olemme pystyneet joustamaan. Vuorovaikutustaidot ovat työelämässä tärkeässä roolissa.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

- 2XU. 2017. Saatavissa: <https://www.2xu.fi/naisten/compression/tights/2xu-elite-mcs-compression-tights-naisten-musta-kulta-st-black-gold-logo-st-100697-p0000003433>
- 2XU. 2017. Saatavissa: <https://www.2xu.fi/naisten/compression/long-sleeve/2xu-elite-compression-long-sleeve-top-naisten-musta-kulta-s-black-gold-s-100651-p0000003341>
- 2XU. 2017. Saatavissa: <https://www.2xu.fi/naisten/compression/socks/2xu-compression-performance-run-socks-naisten-musta-s-black-black-s-100145-p0000002329>
- 2XU. 2016. Brand Presentation.
- AALTO, R., SEPPÄNEN, L., 2013. Uusi kuntoilijan käsikirja. Docendo Oy, Jyväskylä.
- ANTTILA, Pirkko, 2000. Tutkimisen taito ja tiedon hankinta. Akatiimi Oy, Hamina. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- BJÄLIE, J., HAUG, E., SAND, O., SJAASTAS, O. & TOVERUD, K. 2000. Ihminen Fysiologia ja anatomia. Werner Söderström Osakeyhtiö. Helsinki.
- BORN, D-P., SPRELICH, B., HOLMBERG, H-C. 2013. Bringing Light Into the Dark: Effects of Compression Clothing on Performance and Recovery. Journal of Sports Physiology and Performance 8, 4-18.
- CLARK, M. EWMA Position Document Understanding Compression therapy. Kompressiohoito. Suomen-kielinen käännös alkuperäisestä julkaisusta. Suomen haavanhoitoyhdistys ry. 2005. [Viitattu 2017-07-28]
- Saatavissa: <https://www.shhy.fi/site/assets/files/1042/ewma-kompressiohoito.pdf>
- DUFFIELD, R., PORTUS, M., 2007. Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. Br J Sports Med. Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2465357/>
- HILL, J., 2013. Compression garments and recovery from exercise-induced muscle damage: a meta-analysis. [Viitattu 2016-12-13] Saatavissa: <http://starkandwatson.com/wp-content/uploads/2014/10/Compression-and-Excercised-Induced-Muscle-Damage.pdf>
- KANANEN, J., 2010. Opinnäytetyön kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Tampereen Yliopistopaino Oy, Juvenes Print.
- KAURANEN, K., NURKKA, N., 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Liikuntatieteellinen Seura ry. Tammerprint Oy, Tampere.
- KAURANEN, K., 2014. Lihas - rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Liikuntatieteellinen Seura ry. Tammerprint Oy, Tampere.
- LAUKKA, P., 2016. Urheilulääkäri - Liiku ja urheile terveenä. Fitra Oy. Saarijärven Offset Oy.
- MYONTEC. <https://www.myontec.com/en/>
- MYONTEC OY, 2015. Case-study. Wearable EMG-technology as a tool for ACL or PCL operated football players rehabilitation. Saatavissa: <http://www.myontec.com/benefits/rehabilitation-research/>
- NOLDEN, C., WIENEKE, Prof Dr Elmar, 2013. Effect of 2XU Compression wear on endurance performance and functional energy metabolism. SALUTO Centre of Expertise for Health and Fitness in Germany. Halle/Westphlia. [Viitattu 2016-12-05]

TESTING LAB 2015. Kompressiovaatteiden käyttö, tunnettuus ja hyödyt. [Viitattu 2017-09-28.] Saatavissa:

http://www.testinglab.fi/ajankohtaista/Kompressiovaatetutkimus_Valmentaja_lehden_tutkittua_tietoa_osiossa_134.html

THL 2015. Suomalaisen aikuisväestön terveystietäytyminen ja terveys. Raportti 6/2015. [Viitattu 2017-09-28.] Saatavissa: http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/126023/URN_ISBN_978-952-302-447-2.pdf?sequence=1

TUTKIMUSEETTINEN NEUVOTTELUKUNTA 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. [Viitattu 2017-01-24.] Saatavissa:

http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

PERREY, S., 2008. The Engineering of Sport 7. Springer Paris, Paris

RAEZ, M.B.I., HUSSAIN, M.S., MOHD-YASIN, F. Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications. Biol Proced Online. 2006; 8: 11–35.

VILKKA, H., 2006. Tutki ja havainnoi. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Gummerus Kirjapaino Oy, Vaajakoski.

VILKKA, H., 2015. Tutki ja kehitä. 4.painos. PS-kustannus, Jyväskylä.

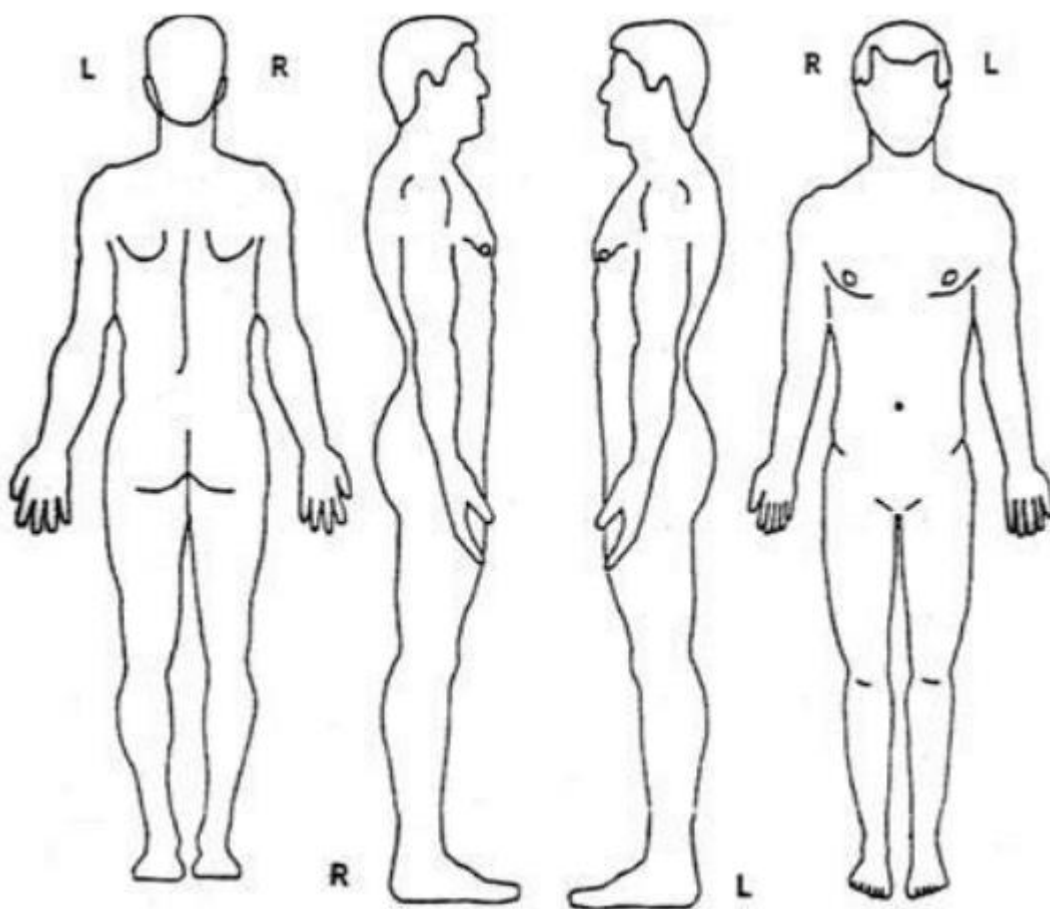
YIN, R.K., 1987. Case Study Research. Design and Methods. Beverly Hills, Cal.: Sage Publications.

LIITE

Havainnointilomake

Ryhdin tutkiminen:

Luotisuora, pään asento, hartioiden symmetria, lapaluiden kiertyneisyys/siirrotus, lantion asento, pakarapoisut, polvien asento, nilkat/akillesjänneet, jalkaholvit



Trendelenburg:

Oikea:

Vasen:

Pohkeiden lihaskireydet:

Oikea:

Vasen:

Jandan testi (lonkankoukistajat, etureidet, Tensor fascia latae):

Oikea:

Vasen:

Takareidet:

Oikea:

Vasen:

Pakarat:

Oikea:

Vasen:

Ylemmän ja alemman nilkkanivelen passiivinen liikkuvuus:

Oikea:

Vasen:
