

Veeti Kujala ja Miro Valmiala

Sähköllä lihasvoimaa

Viiden viikon EMS-voimaharjoittelun vaikutukset 15–16 vuotiaiden jääkiekkoilijoiden quadriceps femoriksen maksimivoimaan ja lihasmassaan

Opinnäytetyö

Syksy 2019

SeAMK Sosiaali- ja terveysala

Fysioterapeutti (AMK)

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Sosiaali- ja terveysala

Tutkinto-ohjelma: Fysioterapian tutkinto-ohjelma

Tekijät: Veeti Kujala ja Miro Valmiala

Työn nimi: Sähköllä lihasvoimaa: Viiden viikon EMS-voimaharjoittelun vaikutukset 15–16-vuotiaiden jääkiekkoilijoiden quadriceps femoriksen maksimivoimaan ja lihasmassaan

Ohjaaja: Lehtori Maria Kasanen & lehtori Riitta Kiili

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 43

Liitteiden lukumäärä: 2

Lihassoiman merkitys eri urheilulajeissa on korostunut viimeisten vuosikymmenien aikana. Sähköhoidot ovat yleistyneet hoitomuotona kuntoutuksessa ja myös harjoittelumenetelmänä urheilussa. Tässä opinnäytetyössä tutkimme sähköllä toteutetun lihasvoimaharjoittelun vaikutusta etureiden maksimivoimaan ja lihasmassaan. Maksimivoimalla tarkoitetaan suurinta mahdollista yksilön tuottamaa voimatasoa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä tietoutta fysioterapeuteille, urheiluseuroille sekä urheilijoille EMS:llä tehdyn voimaharjoituksen vaikutuksesta maksimivoiman ja lihasmassan kehittymiseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten viiden viikon mittainen sähköärsykkeellä tehty voimaharjoitus vaikuttaa quadriceps femoriksen maksimivoimaan ja lihasmassaan.

Kohderyhmänä oli 15–16 vuotiaiden S-Kiekko Junioreiden C1–03-jääkiekkojoukkue. Alkumittauksiin osallistui 13 henkilöä, joista kaikki osallistuivat myös loppumittauksiin. Tutkimus toteutettiin satunnaistettuna kvantitatiivisena tutkimuksena, jossa koeryhmässä oli kuusi henkilöä ja kontrolliryhmässä oli seitsemän henkilöä.

Koeryhmä suoritti viiden viikon pituisen EMS-voimaharjoitteluohjelman sisältäen kolme 12 minuutin pituista quadriceps femorikseen kohdistuvaa EMS-voimaharjoittelusessiota viikossa normaalin viikkoharjoitteluohjelmansa lisäksi. Maksimivoima ja lihasmassa mitattiin viikko ennen harjoitteluohjelman alkua ja viikko sen päättymisen jälkeen. Maksimivoima mitattiin isometrisellä dynamometrillä ja lihasmassa mitattiin DXA-laitteella.

Tuloksista nähdään, että EMS-voimaharjoittelulla oli positiivinen vaikutus quadriceps femorikseen verrattuna kontrolliryhmään. Tulokset paranivat erityisesti maksimivoimassa. Myös lihasmassan määrässä tapahtui positiivisia muutoksia, mutta muutokset eivät olleet suuria.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että EMS-voimaharjoittelu näyttäisi lisäävän lihaksen maksimivoimaa ja vaikuttavan positiivisesti lihasmassaan. EMS-voimaharjoittelu saattaa tarjota arvokkaan työkalun lihasten kuntoutuksessa ja harjoittelussa.

Avainsanat: lihasvoima, maksimivoima, lihasmassa, jääkiekko, sähköhoito, DXA-kuvaus, isometrinen dynamometri, m.quadriceps femoris

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Health Care and Social Work

Degree programme: Degree Programme in Physiotherapy

Authors: Veeti Kujala and Miro Valmiala

Title of thesis: Increasing Muscle Strength using Electrotherapy: The Effects of a Five-Week EMS Muscle Training Intervention on the Maximum Strength and Muscle Mass of Quadriceps Femoris on 15-16-Year-Old Ice Hockey Players

Supervisor: Lecturer Maria Kasanen

Year: 2019

Number of pages: 42

Number of appendices: 1

The importance of muscle strength in various sports has been emphasized in recent decades. Electrotherapy has become more popular in both rehabilitation and in sports as a training method. In this thesis, we study the effect of electro muscular training (EMS) on maximal quadriceps femoris strength and muscle mass. Maximum strength means the maximum level of strength that an individual can produce. The information is directed at physiotherapy professionals, sports clubs and athletes. The aim was to examine the effects of a five-week EMS strength training on the maximum muscle strength and muscle mass of quadriceps femoris.

The target group was 15–16-year old ice hockey players of the C1–03 junior team of S-Kiekko. There were 13 participants in the initial and in the final measurements. The study was performed as a controlled trial with six players in the study group and seven players in the control group.

The study group was subjected to a five-week EMS strength training program including three 12-minute-long EMS strength training sessions of a quadriceps muscle every week on top of their normal training routines. Measurements of muscle strength and muscle mass were performed one week before the beginning of the study, and one week after the five-week training program. The muscle strength was measured using an isometric dynamometer and the amount of muscle mass was measured using a DXA machine.

The results show that EMS treatment did have a positive effect on the quadriceps muscle as compared to the control group. The results improved particularly for maximum strength. There were also some positive changes in the muscle mass.

In conclusion, EMS treatment seems to be effective in increasing muscle strength and have a positive effect on muscle mass. This might prove to be a valuable tool for muscle strength rehabilitation and training.

Keywords: muscle strength, maximum strength, muscle mass, ice hockey, electrotherapy, DXA imaging, isometric dynamometer

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
JOHDANTO.....	8
1 LIHASVOIMA JA SEN HARJOITTAMINEN	10
1.1 Hermostollinen ja hypertrofinen maksimivoima	12
1.2 Motoriset yksiköt lihaksen supistajana.....	13
1.3 Voiman herkkyyskausi	13
2 EMS-SÄHKÖHOITO LIHASTEN VAHVISTAMISEN TUKENA.....	15
2.1 Sähköhoito kuntoutuksessa	15
2.2 EMS-sähköhoito lihaksen vahvistamisessa	16
3 ETUREIDEN ANATOMIA	18
4 JÄÄKIEKKO LAJINA	20
4.1 Jääkiekon lajinomaiset vaatimukset.....	21
4.2 Luistelun biomekaniikka	21
5 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	23
6 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TYÖN TOTEUTUS	24
6.1 Kvantitatiivinen tutkimus	24
6.2 Kohderyhmä.....	25
6.3 Aineistonkeruumenetelmät ja mittarit.....	25
6.3.1 DXA	25
6.3.2 Isometrinen dynamometri	27
6.4 Aikataulu ja resurssit.....	28
6.5 Interventio	28
7 TULOKSET	30
7.1 Isometrinen reiden maksimivoima	30

7.2 DXA-alaraajojen yhteenlaskettu lihasmassa.....	32
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	34
9 POHDINTA	35
LÄHTEET	39
LIITTEET	42

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. DXA-kuvaus.....	27
Kuvio 1. M. quadriceps femoris (Britannica imageQuest [Viitattu 10.11.2018]).....	18
Kuvio 2. Isometrinen reiden maksimivoima koeryhmä.	31
Kuvio 3. Isometrinen reiden maksimivoima kontrolliryhmä.....	31
Kuvio 4. DXA-kuvauksen alaraajojen lihasmassa koeryhmä.....	32
Kuvio 5. DXA-kuvauksen alaraajojen lihasmassa kontrolliryhmä.	33
Taulukko 1. M. quadriceps femoris (Hervonen 1998, 232–233).....	19

Käytetyt termit ja lyhenteet

EMS	Electrical muscle stimulation
Hz	Hertsi, taajuuden yksikkö
Kapasitanssi	Sähkön sieto- ja varaamiskyky
Impedanssi	Sähkö- ja ionivirtavastus
Konduktanssi	Sähkö- ja ionivirtaläpäisevyys
DXA	Kaksienerginen röntgensäde absorptiometria

JOHDANTO

Kilpa- ja huippu-urheilussa lihasvoiman vaikutus on suuri. Viimeisen 20 vuoden aikana lähes kaikissa lajeissa tulokset ovat parantuneet lihasvoiman nousun seurauksena. Mukaan lukien kestävyyslajit, joissa nopeusvoiman tärkeys on noussut. (Häkkinen, Mäkelä & Mero 2007, 251.)

Lihaskudosten sähköinen stimulaatio on yleistynyt niin kuntoutuksessa kuin urheilussakin (Cameron 2009, 208). Stimulaatiota voidaan käyttää esimerkiksi kivun lievitykseen sekä haavojen ja tulehdusten hoitoon. Tällöin sähkö kohdistetaan herkkiin hermosyihin. Stimulaatiota voidaan käyttää myös lihasvoiman ja lihasmassan kasvattamiseen. Tässä opinnäytetyössä stimulaatiota käytettiin lihasvoiman ja lihasmassan kasvattamiseen. (Compex®. 2014.)

Jääkiekon peruseriaate ei ole muuttunut vuosien varrella. Ottelun voittaja ratkaistaan maalimäärällä. Sen sijaan lajin fyysiset vaatimukset ovat kasvaneet. Myös harjoittelua on vuosien varrella jouduttu kehittämään lajin muuttumisen myötä. Nopeampi ja fyysisempi jääkiekko on saanut aikaan niin sanotun pelaajien sopeutumisen tällaiseen jääkiekkoon. (Koho & Luukkainen 2012, 138.)

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten viiden viikon mittainen EMS-sähköärsykkeellä tehty voimaharjoitus vaikuttaa quadriceps femoriksen maksimivoimaan ja lihasmassaan. Opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä tietoutta fysioterapeuteille, urheiluseuroille sekä urheilijoille EMS-sähköärsykkeellä tehdyn voimaharjoituksen vaikutuksesta maksimivoimaan ja lihasmassan kehittymiseen. Aiheemme EMS-voimaharjoituksen vaikutuksesta maksimivoimaan ja lihasmassan kasvuun valikoitui helposti, koska EMS-laitetta voimaharjoittelun tukena aiheuttaa paljon näkemyseroja ja harvalla on luottoa kokemusten perusteella siitä, että sillä pystyttäisiin vaikuttamaan lihaksen maksimivoimaan tai lihasmassan määrään. Laite, jota käytimme opinnäytetyössä, valikoitui yhteistyökumppanimme Fysio 2000 laitevalikoimasta syksyllä 2018.

Tutkimusmenetelmänä opinnäytetyössä käytimme määrällistä eli kvantitatiivista tutkimusta. Tutkimus oli satunnaistettu. Interventiojaksoon osallistui 13 vapaaehtoista henkilöä. Vapaaehtoiset henkilöt saatiin S-kiekko Junioreiden C1–03-joukkueesta,

jotka olivat iältään 15–16-vuotiaita. Tulokset käsiteltiin ryhmäkohtaisesti. Maksimivoimassa sekä lihasmassassa tapahtuneita muutoksia vertailimme koeryhmän ja kontrolliryhmän välillä. Tulokset eivät ole yleistettävissä intervention pienen ryhmäkoon vuoksi.

1 LIHASVOIMA JA SEN HARJOITTAMINEN

Voimaharjoittelulla voidaan kehittää ja tehostaa harjoitettavien lihasten toimintakykyä. Voimaharjoittelun tavoitteena on kasvattaa lihasten sietämiskykyä erilaisiin kuormiin yksilön omien ominaisuuksien mukaan. Harjoittelun tulisi olla intensiivistä ja progressiivista niin, että lihaskudos kehittyy voimaharjoittelun vastaanottamisessa sekä voiman ulostuottamisessa. (Kauranen 2014, 378.)

1. Ylirasitus
2. Spesifisyys
3. Progressiivisuus
4. Palautuvuus
5. Yksilöllisyys

Voimaharjoittelussa noudatetaan harjoittelun yleisiä peruseriaatteita. Harjoittelusääntöjä on yhteensä kymmenen ja ne tukevat voimaharjoittelun periaatteita. Ensimmäisen harjoittelusäännön mukaan muutoksia aikaansaavan harjoittelun tulee määrällisesti sekä intensiteetiltään olla selvästi kuormittavampaa kuin normaalien päivittäisten toimintojen tuoma kuorma. Toinen harjoittelusääntö perustuu spesifisyysperiaatteeseen, joka tarkoittaa ensisijaista kehittymistä harjoitettavassa asiassa. Voimaharjoittelussa tämä siis tarkoittaa harjoitettavien lihasten ensisijaista kehittymistä. Kolmannessa harjoittelusäännössä käsitellään progressiivisuussääntöä, jonka mukaan harjoittelun tulee olla nousujohteista. Harjoittelijan suoriutumistasoon nähden intensiteetin, määrän ja laadun tulee vastata harjoittelijan sen hetkistä tasoa. Voimaa lisäävässä harjoittelussa aluksi pyritään aikaansaamaan anatomisia muutoksia lisäämällä harjoittelukertoja, harjoittelun edetessä pyritään fysiologisiin muutoksiin kuormaa lisäämällä. Palautuvuusperiaate sisältyy neljänteen harjoittelusääntöön. Palautuvuusperiaatteella tarkoitetaan harjoittelun aiheuttamien muutosten palautuvuutta. Harjoituskerran päättymisen jälkeen hermo-lihasjärjestelmä muokkautuu uudelle alemmalle vaatimustasolle. Harjoittelun myötä tapahtuneet anatomiset sekä fysiologiset muutokset häviävät elimistöstä palautumisen aikana. Viidennen harjoittelusäännön mukaan harjoittelu tulee olla yksilöllisesti suunniteltua,

jossa yksilölliset erot tulee olla huomioituna. Tällöin puhutaan harjoittelun yksilöllisyydestä. (Kauranen 2014, 382–386.)

6. Monipuolinen harjoittelu
7. Mentaalinen aktiivisuus
8. Adaptaatio
9. Levon ja kuormituksen määrä
10. Keskittyminen

Kuudes harjoittelusääntö kehottaa mahdollisimman monipuoliseen harjoitteluun, jolloin harjoittelu ei ole pitkästyttävää, eikä harjoittelusta aiheudu ylikuormitustilaa lihasryhmille. Seitsemännellä säännöllä tarkoitetaan aivot toiminnan osallistamista fyysiseen harjoitteluun. Peilisolut, jotka sijaitsevat eripuolilla keskushermostoa aktivoituvat liikkeen myötä, mutta samat peilisolut on myös mahdollista aktivoida ajatteleamalla liikettä tai seuraamalla sivusta kyseistä liikettä. Kahdeksas sääntö käsittelee elimistön mukautumista voimaharjoitteluun. Ihmisen anatomiset ja fysiologiset rakenteet tottuvat jo lyhyessä ajassa harjoittelun muodostamaan stressireaktioon, mikä tarkoittaa, ettei sama kuormitusvaste enää vaikuta elimistöön yhtä tehokkaasti. Tämän vuoksi harjoittelussa tulisi tapahtua progressiivista etenemistä. Yhdeksännessä säännössä käsitellään levon ja harjoittelun suhdetta. Harjoittelulla aiheutetaan elimistöön stressireaktio, jonka myötä suorituskyky laskee hetkellisesti. Stressireaktiosta palautuminen vaatii lepoa, koska levossa proteiinisynteesit sekä elimistön omat proteiinit korjaavat harjoittelun aiheuttamia vaurioita. Tämän vuoksi levon ja palautumisen merkitys kehitykseen on yhtä oleellista kuin itse harjoittelu. Kymmenes sääntö tuo esille keskittymisen harjoitteluun. Täydellinen harjoituksessa läsnäolo sekä keskittyminen antavat mahdollisuuden optimaaliseen harjoitusvasteeseen. (Kauranen 2014, 382–386.)

Voiman alalajeja ovat nopeusvoima, maksimivoima ja kesto voima. Alalajit jaetaan pienempiin osiin. (Häkkinen, ym. 2007, 251.) Lihaskudokseen sekä sen supistumisominaisuutteen erilaisilla fyysisillä harjoitteilla, minkä seurauksena joko lihaksen voima lisääntyy, lihaskestävyys paranee, lihaksen nopea voimantuotto kehittyy tai lihaksen koko muuttuu.

(Kauranen 2014, 378.) Häkkisen, ym. (2007, 251) mukaan nopeusvoimaharjoittelu voi olla asyklistä tai syklistä, joiden eroina on harjoitussarjojen kesto sekä liikenopeudet. Kauranen (2014, 378) toteaa kestovoimaharjoittelun vaikuttavan lihaksen voimatason ylläpitämiseen pitkäkestoisesti tai lihaksen kykyyn kestää pitkäkestoista toistuvaa samaa voimatasoa. Hänen mukaansa kestovoima jaetaan lihaskestävyyteen sekä voimakestävyyteen. Kaurasen (2014, 440) mukaan maksivoima jaetaan hermostollisiin ja hypertrofisiin alalajeihin.

1.1 Hermostollinen ja hypertrofinen maksimivoima

Hermostollinen maksimivoimaharjoittelu kehittää hermostoa aktivoimaan lihassoluja, eikä niinkään vaikuta lihaksen poikkipinta-alaan. Hermostollisessa maksimivoimaharjoituksessa kuorman tulee olla maksimaalinen, jolloin toistomäärä on vähäinen, eli 1–4 toistoa/sarja. Yhdessä harjoituksessa on hyvä olla 2–5 sarjaa. Tällainen harjoittelu vaikuttaa nopeisiin motorisiin yksiköihin. Hypertrofisessa maksimivoimaharjoittelussa vaikutetaan lihaksen maksimaaliseen supistumiskykyyn kasvattamalla lihaksen poikkipinta-alaa. Harjoittelu vaikuttaa hitaisiin sekä nopeisiin motorisiin yksiköihin. Hypertrofisessa harjoituksessa kuorman tulee olla 60–80 prosenttia maksimista, jolloin toistomäärä voi olla huomattavasti korkeampi kuin hermostollisessa harjoittelussa. Hypertrofisessa maksimivoimaharjoituksessa toistoja tehdään yleensä 5–15, riippuen asetetun kuorman määrästä. (Hakkarainen 2009, 203–205.)

Maksimivoimaharjoittelun aiheuttamilla muutoksilla ei tarkoiteta ainoastaan poikkijuovaisen lihaskudoksen muutoksia, vaan varsinkin harjoittelun aloitusvaiheessa merkittävä osa maksimivoiman kehityksestä johtuu keskushermoston ja lihaskudosten hermotuksen muutoksista. Muutokset mitkä tapahtuvat lihaksissa sekä hermostossa johtuvat pääosin niiden mukautumisesta toistuvaan ärsykkeeseen. Aktivoimalla lihas- ja hermokudosta ne kehittyvät ja vastapainoisesti vähäinen aktiivisuus heikentää niitä. Muutokset hermojärjestelmään koostuvat pienistä elementeistä, yksittäiset lihaksen hermotusmuutokset, lihasten yhteistoiminta ja koordinaatio ovat esimerkkejä näistä elementeistä. (Kauranen 2014, 387.)

1.2 Motoriset yksiköt lihaksen supistajana

Motoriset yksiköt ovat liikehermosolusta ja hermosolun hermottamista lihassoluista koostuva kokonaisuus, joka mahdollistaa lihaksen supistumisen. Lihassolujen määrä motorisessa yksikössä riippuu lihaksen tehtävän vaatimasta tarkkuudesta. Motorisessa yksikössä lihassolut ovat erillään toisistaan ympäri lihasta, mikä mahdollistaa koko lihaksen supistumisen liikehermosolun lähettämien ärsykkeiden johdosta. Motoriset yksiköt jaetaan kolmeen eri tyyppiin, jaottelu tapahtuu motorisen yksikön lihassolujen ominaisuuksien perusteella. Lihassolun perusteella motoriset yksiköt jaetaan hitaisiin, väsymystä vastustaviin sekä nopeisiin yksiköihin. (Sandström & Ahonen 2011, 106–108.) Liikkeen aikana motoriset yksiköt aktivoituvat aina tietyssä järjestyksessä, tähän vaikuttaa pääsääntöisesti motorisen yksikön koko. Jos lihasvoimaharjoittelu on satunnaista tai vähäistä, niin mitä luultavammin henkilö ei pysty tuottaessaan voimaa tai supistaessa lihasta aktivoimaan kaikkia motorisia yksiköitään tai hyödyntämään kaikkea neuraalisesta kapasiteetistaan. (Kauranen 2014, 387–390.)

1.3 Voiman herkkyykskausi

Tässä opinnäytetyössä tutkimme 15–16-vuotiaiden nuorten maksimivoiman lisääntymistä. Voimaharjoittelun peruseriaatteet pätevät myös lasten ja nuorten voimaharjoittelun kohdalla. Voimantuotto kehittyy lapsilla luonnostaan jo pelkästään pituuskasvun vaikutuksesta. Lapsilla ja nuorilla voimantuottoa pystytään kehittämään liikunnan ja harjoittelun vaikutuksella. Pojilla voima kehittyy tasaista vauhtia kuudesta aina 14–ikävuoteen asti. Tämän jälkeen pojilla usein alkaa kasvupyrähdys sekä anaboliset hormonit aktivoituvat, jonka seurauksena voima kehittyy räjähdysmäisesti murrosiän loppuun saakka. Tyttöillä ennen murrosikää voiman kehittyminen on samanlaista kuin pojilla, mutta murrosiän alkaessa voiman kehittyminen jää huomattavasti alhaisemmaksi kuin pojilla. Tähän vaikuttavia tekijöitä ovat alhaisemmat anaboliset hormonasot, pienempi ruumiinrakenne, vipuvarsien pituus sekä adrenaaliini pitoisuuden alhaisuus verrattaessa poikiin. (Hakkarainen 2009, 208–210.)

Molemmilla sukupuolilla luonnostaan tapahtuva huippuvaihe voiman kehityksessä sijoittuu kasvupyrähdysten huippuvaiheen jälkeiseen aikaan eli tyttöillä 11,4–12,2

vuoden ikään ja pojilla 13,4–14,4 vuoden ikään. Molemmilla sukupuolilla noin vuotta ennen kasvun huippuvaihetta testosteronin erityis lisääntyy ja erityis kiihtyy noin kolmen vuoden ajan kasvun huippuvaiheen loppumisen jälkeen. Tähän peilaten ajankohta, jolloin massan hankinta kannattaa aloittaa on noin 1–3 vuotta kasvun huippuvaiheen jälkeen. (Hakkarainen 2009, 208–210.) Tässä vaiheessa hermolihasjärjestelmä on kypsynyt lihaksiston ja sen säätelyn osalta. Tämä tarkoittaa sitä, että lihakset kasvavat luonnostaan nopeammin. Oikeaoppinen voimaharjoittelu tässä iässä tuo sopivan lisä-ärsykkeen. (Häkkinen ym. 2007, 251–274.)

2 EMS-SÄHKÖHOITO LIHASTEN VAHVISTAMISEN TUKENA

Kaikki eliöt ja oliot toimivat sähköllä, kuten ihmiselimestökin toimii. Kun kyseessä on jokin patologinen tila, kuten luunmurtuma, tulehdus, lihaskouristus tai krooninen kipu, solujen normaali sähköinen toiminta on muuttunut. Sähkövirtaa on käytetty jo kauan sitten, kun esimerkiksi muinaiset egyptiläiset yrittivät parantaa sairautta sähkövirran avulla. Sähkölähteenä käytettiin sähköankeriasta. Nykyään sähkövirtaa ja magnetismia käytetään monipuolisesti sähkö- ja lämpöhoidoissa. Molemmissa on kyseessä sama ilmiö, sähkömagnetismi eli elektromagnetismi. Sähkömagnetismilla tarkoitetaan sähkövirran synnyttämää magnetismia, joka kulkee sähkövirran mukana. Sähkömagnetismi voidaan jakaa staattiseen ja liikkuvaan magneettikenttään sekä sähkömagneettiseen säteilyyn. (Sandström ym. 1991, 12–13, 200–204.)

2.1 Sähköhoito kuntoutuksessa

Sähköstimulaatiota käytetään laajasti kuntoutuksessa. Sisältäen esimerkiksi lihaksen vahvistusta, kivun hoitoa, haavojen parantamista ja turvotuksen sekä tulehdusten hoitoa. Monet ammattilaiset, kuten fysioterapeutit, toimintaterapeutit, lääkärit ja kiropraktikot käyttävät sähköstimulaatiota laajasti ja uskovat sen olevan arvokas ja tehokas osatekijä kuntoutuksessa. Sähköhoidoilla on myös vaikutusta toipumisnopeuteen. Myös kehittyneempien laitteiden yleistyminen on lisännyt sähköstimulaation käyttämisen kiinnostusta kuntoutuksessa. Pienemmät ja käytännöllisemmät laitteet, joita voi käyttää myös kotona ovat lisänneet palvelun käyttäjien kiinnostusta sähköhoitoja kohtaan. (Cameron 2009, 208.)

Lihäs- ja hermokudosta hoidettaessa tai vahvistaessa sähkövirralla pyritään vaikuttamaan kudoksen ionivirtailuun niin että siitä seuraa aktiopotentiaali tai lihaksen supistuminen. Muutoksen ionivirtauksessa tulee olla kuitenkin niin suuri, että kudoksen kalvojännite muuttuu ärsytyskynnystä suuremmaksi. Ärsytyskynnyksen ylitykseen vaikuttavia tekijöitä ovat hermo- ja lihaskalvon kapasitanssi, impedanssi ja konduktanssi, jotka määräävät hoidossa käytettävän tehon voimakkuuden, ärsyke- taajuuden sekä sähköimpulssien muodon. Sähköstimulaatiohoidoissa käytetään sekä matala- että keskitaajuisia virtoja. Virtaa kutsutaan matalataajuisiksi, kun sen

taajuus on pienempi kuin 1000 Hz: ä. Virta on keskitaajuista silloin, kun taajuus on yli 1000 Hz: ä. Eri taajuisilla virroilla on erilaisia fysiologisia vaikutuksia kudoksiin. Virtamuotoja on myös erilaisia. Se voi olla sykkivää tai jatkuvaa tasavirtaa, tasa-suunnattua vaihtovirtaa tai matalataajuista vaihtovirtaa. Hermo- ja lihassoluja akti-voidessa elektrodeilla vain osa sähkövirrasta läpäisee ihosolujen ja kudossolujen impedanssin eli vastuksen. Ihossa on suuri impedanssi verrattaessa ihmisen muihin kudoksiin, joten vain osa sähköstä pääsee ihon läpi hermo- tai lihassoluun. Impe-danssi kuitenkin vaihtelee iholla alueittain. Mitä suurempi taajuus, sitä helpommin sähkö pääsee vaikuttamaan kudoksiin. (Sandström ym. 1991, 200–204.)

2.2 EMS-sähköhoito lihaksen vahvistamisessa

Sähköstimulaatio laitteen elektrodit sijoitetaan alueille, joissa hermoihin saadaan suurin vaikutus. Toimivaan hermostolliseen lihakseen käytettävässä stimulaatiossa elektrodit sijoitetaan alueille, joissa lihaksen maksimaalinen supistuminen voidaan saavuttaa. Nämä alueet sijaitsevat kohdissa, joissa liikehermo liittyy lihakseen. (Robertson ym. 2006, 54.) Compex 4.0-laite, jota käytämme interventiossa, tuottaa korkealaatuisia sähköimpulsseja, jotka ovat todettu turvallisiksi, tehokkaiksi sekä miellyttäviksi. Impulssit stimuloivat erityyppisiä hermosyitä, jotka voidaan jakaa kahteen osaan. Ensimmäinen on lihaskudosten sähköinen stimulaatio eli motoristen hermosyiden lihasvasteen stimulointi. Toisena on kivun lievittäminen eli analgeettisten vaikutusten tuottaminen, jossa stimulaatio kohdistetaan herkkiin hermosyihin. (Compex®. 2014.) Lihaksen vahvistamiseen vaikutetaan ärsyttämällä sähköisesti lihaksen liikehermoa, minkä myötä lihas supistuu. Sähkövirralla aikaansaatu lihas-supistus voi olla voimakkaampi kuin itse tuotettu lihassupistus. Ennen hoidon aloit-tamista on oltava varmoja, että lihaksen hermotus on kunnossa. (Sandström ym. 1991, 309–310.)

Vapaaehtoisessa lihassupistuksessa aivot lähettävät supistuskäskyn lihaksen her-mosyihin sähkösignaalina. Tämän jälkeen signaali kulkee lihassyihin, jotka supistu-vat. Sähköstimulaatiossa lihaksen vapaaehtoinen supistumisprosessi toistetaan. Stimulaattorin tuottama sähköimpulssi kulkee hermosyihin niiden ärsyttämiseksi. Ärsytys kulkee edelleen lihassyihin, jolloin syntyy mekaaninen reaktio eli lihaksen

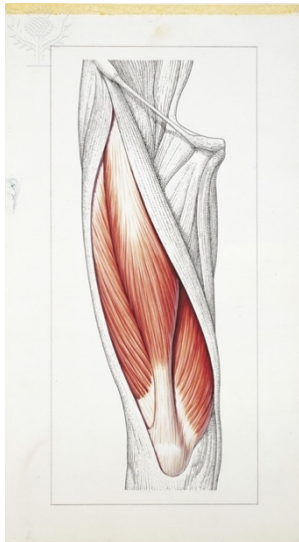
nykäys. Stimulaation tarkoituksena on tuottaa samanlainen lihassupistus kuin aivojen käskystä suoritettu lihassupistus. (Compex®. 2014.)

Sähköärsykkeiden antamisen lihakseen on huomattu parantavan lihasvoimaa paremmin surkastuneissa lihaksissa kuin terveissä ja hyväkuntoisissa lihaksissa. Sähköärsykkeet vaikuttavat nopeisiin lihassoluihin kasvattamalla niiden kokoa ja sähkövirta saa nopeat lihassolut aktivoitumaan ennen hitaita motorisia yksiköitä. Normaalilla lihastyötä tehtäessä hitaat motoriset yksiköt aktivoituvat aina ensimmäisenä. Korkeataajuisella vaihtovirralla lihasvoimaharjoitusta tehtäessä voi aiheuttaa samanlaisia tuntemuksia lihaksessa kuin normaali kuntosaliharjoittelu. Tärkeää on huomioida, että kuntoutettava tai harjoitettava henkilö määrittää aina supistuksen voimakkuuden itse. (Sandström ym. 1991, 309–312)

Billiot ym. (2010) on huomannut tutkimuksessaan korkean intensiteetin sähköstimuloinnilla olevan vaikutusta pääsääntöisesti voiman kehittymiseen, mutta voima ei välttämättä näy kaikissa testauksissa. Voiman kasvu korostuu muista testeistä suoranaudessa voimantestauksessa esimerkiksi isometrisessä dynamometrissä. Watsonin (2008, 233) mukaan tavallisen omaehtoisen harjoittelun lisäksi korkean intensiteetin hermo-lihassähköisen stimulaatio parantaa huomattavasti isometristä voimaa nelipäisessä reisilihaksessa, verrattuna pelkkään omaehtoiseen harjoitteluun.

3 ETUREIDEN ANATOMIA

Reiden alueen lihakset voidaan jakaa etu- ja takaryhmään. Eturyhmään kuuluva neljästä osasta koostuva *m. quadriceps femoris* (Kuvio 1) on reiden suurin ja voimakkain lihas. *M. quadriceps femoris* koostuu neljästä lihaksesta, jotka ovat *m. rectus femoris*, *m. vastus medialis*, *m. vastus lateralis* ja *m. vastus intermedius* (Taulukko 1). Kaikki neljä lihasta kiinnittyvät *tuberositas tibiae*:n patellajänteen välityksellä. Patella suojaa jännettä ja estää sitä hankautumasta niveleen sekä avustaa *flexio* ja *extensio* liikettä. Lukuun ottamatta *m. rectus femorista*, muut nelipäisen reisilihaksen lihakset lähtevät reisiluun alueelta. *M. rectus femoris* toimii myös lonkan koukistajana, johtuen sen lähtöpaikasta *spina iliaca*sta. Kokonaisuudessaan nelipäisen reisilihaksen päätehtävä on polven ojennus, mutta päivittäisissä toimissa sen toiminta on staattista työtä estämällä polvia koukistumista ruumiin painosta. (Hervonen 1998, 232–233.)



Kuvio 1. *M. quadriceps femoris* (Britannica imageQuest [Viitattu 10.11.2018]).

Taulukko 1. M. quadriceps femoris (Hervonen 1998, 232–233).

Lihäs	Origo:	Insertio:	Hermotus:	Tehtävä
M. Rectus femoris	Spina iliaca anterior inferior	Tuberositas tibiae	N. femoralis	Polven extensio, lonkan flexio
M. Vastus medialis	Femur, linea aspera	Tuberositas tibiae	N. femoralis	Polven extensio
M. Vastus lateralis	Femur, linea aspera	Tuberositas tibiae	N. femoralis	Polven extensio
M. Vastus intermedius	Femur, etu- ja takapinta	Tuberositas tibiae	N. femoralis	Polven extensio

4 JÄÄKIEKKO LAJINA

Suomessa jääkiekko on saanut Suomen suosituimman urheilulajin aseman. Aktiiviharrastajia lajilla on noin 190 000 henkilöä, joista noin 72 000 on lisenssipelaajia. Suomen jääkiekkoliiton alaisia jäsenseuroja on yhteensä 430. (Suomen jääkiekkoliitto, [viitattu 5.9.2019].) Suurimmaksi osaksi harrastajat ovat poika- tai miesharrastajia. Tämän hetkinen tilanne tyttö- ja naiskiekon puolella on parantunut edellisvuosiin nähden ja sitä pyritään koko ajan kehittämään paremmaksi. (Tyni 2012, 11.)

Jääkiekolla on vankka asema suomalaisessa urheilukulttuurissa. Jääkiekkotapah- tumissa suuret yleisömäärät sekä medianäkyvyys ovat hyviä esimerkkejä suosiesta. Myös laadukas ja kehittävä junioritoiminta, jossa tarkoituksena on kokonaisvaltai- sesti tukea lapsen kasvua ja kehitystä sekä tehdä harrastamisesta mielekästä ja mukavaa. (Tyni 2012, 11–14.)

Suomen jääkiekon strategian päämääränä on vuosina 2018–2022 jääkiekkoyhteisön monipuolinen kasvattaminen. Päämäärää tavoitellaan kasvattamalla harrasta- jamääriä molempien sukupuolten peliryhmissä sekä pitämällä jääkiekko mukana elämässä pitempään. Samalla keskitytään seuratoimintaan sekä harjoittelutiloihin, jotka takaavat menestyvän ja vetovoimaisen huippukiekon. Suurina tekijöinä strate- giassa ovat myös esillä arvot, joissa painotetaan muiden kunnioittamisessa, yhteisöl- lisyyttä, jääkiekon hauskuutta sekä erinomaisuuden tavoittelua. (Suomen jääkiek- koliitto 2018, 2-3.)

Jääkiekkopelissä voitto ratkaistaan maalimäärällä. Joukkue, joka tekee enemmän maaleja, on voittaja. Jääkiekko on muuttunut vuosien varrella fyysisemmäksi sekä nopeammaksi, joka asettaa vaatimustasoa korkealle fyysisten ominaisuuksien osalta. (Koho & Luukkainen 2012, 138.) Jääkiekko-ottelussa pelataan kolme 20 mi- nuutin erää ja jokaisen erän välissä pidetään 15 minuutin erätauko. Tarvittaessa varsinaisen peliajan päätyttyä tasatilanteeseen pelataan jatkoerä ja/tai voittomaali- kilpailu. Taklaaminen on olennainen osa jääkiekkoa. Sillä pyritään saamaan pelivä- line oman joukkueen haltuun. Taklauksen tulee olla sääntöjen mukainen. Sääntöjen vastaisesta pelaamisesta tuomitaan rangaistus. (Suomen jääkiekkoliitto & IIHF 2018, 36.)

4.1 Jääkiekon lajinomaiset vaatimukset

Jääkiekkopelaajan on suoriuduttava teknisistä, taktisista sekä fyysisistä haasteita, joita jääkiekkopeli sisältää. Tärkeässä roolissa on myös henkinen vahvuus, joka näkyy paineen alla pelaamisessa. Pelitilanteiden nopeus ja vaihtuvuus asettaa vaatimuksia myös reaktionopeuteen sekä pelitilannetajulle. Lajitaitojen osalta vaatimuksena on, että luistelu, laukaus, syöttäminen ja kiekonhallinta ovat riittäväällä vaaditulla tasolla. Näistä lajitaidoista luistelu on keskeisimmässä osassa lajia. Pelaajan tulee myös olla fyysisesti hyvässä kunnossa. Pelaajan voimatasoilla on suuri vaikutus lajitaitoihin sekä pelinopeuden ylläpitämiseen. Alaraajojen perusvoima vaikuttaa pitkänmatkan luistelussa, kun taas nopeus- ja maksimivoima räjähtävissä liikkeellelähdoissä ja suunnanmuutoksissa. (Laaksonen 2012, 20–23.) Ylävartalon hyvät voimatasot tehostavat laukausta, taklaamista sekä kiekonkäsittelyä. Lihasmassalla ja voimalla pystytään myös vähentämään loukkaantumiseriskiä. (Laaksonen 2012, 20–23.)

Aerobinen kestävyys muodostaa pohjan pelaajan fysiikalle ja anaerobisten energiantuottomekanismien säätelylle. Hyvä aerobinen kestävyys auttaa myös fyysisestä rasituksesta palautumisessa. Yhden ottelun tai harjoituksen sisällä tapahtuu paljon pysähdyksiä, liikkeellelähtöjä ja kiihdytyksiä. Kyseisen tyyppiset liikkeet nostavat vaatimuksia anaerobiselle energiantuotolle. Nämä energiavarastot pystyvät tuottamaan energiaa noin kymmenen sekunnin ajan, minkä jälkeen energiaa tuotetaan anaerobisella glykolyysillä. (Laaksonen 2012, 20–23.)

Pelitaidot jaetaan kahteen eri alalajiin, jotka ovat hyökkäyspelitaidot ja puolustuspelitaidot. Puhuttaessa pelaajan pelitaidoista tarkoitetaan, miten pelaaja toimii eri pelitilanteissa tai pelitilannerooleissa. Pelitaitoon vaikuttavat pelaajan yksilölliset lajitaidot sekä pelikäsiyys. (Laaksonen 2012, 20–22.)

4.2 Luistelun biomekaniikka

Hyvä luistelu koostuu koko vartalon tekemästä liikeketjusta. Luistelun keskeisimmät lihakset ovat pakara- reisi- ja pohjelihakset. Nämä lihakset toimivat luistelun kol-

nessa eri vaiheessa, jotka ovat aktivointivaihe, puristusvaihe ja työntövaihe. Keski-
vartalon hyvä hallinta ja toiminta tehostaa luistelua. Aktivointivaihe on ensimmäinen
kolmesta vaiheesta. Siinä ylävartalo kallistuu eteenpäin ja alaraajat muodostavat 90
asteen kulman. Paino on jalkaterään katsottuna luistimen ulkosyrjällä. Tämä toimii
luistelun tukipisteenä. Kädet tekevät edestakaista liikettä ja näin rytmittävät luiste-
lua. Tässä vaiheessa pakara-, reisi- ja pohjelihakset aktivoituvat, jonka ansiosta
saavutetaan oikea luisteluasento. Toinen vaihe on puristusvaihe. Puristusvaiheessa
pakaralihas loitontaa reittä, etureiden lihakset ojentaa polvea ja pohjelihas ojentaa
nilkkaa suoraksi. Tässä vaiheessa tukipiste siirtyy luistimen sisäsyrjälle eli paino on
sisäsyrjällä. Viimeisessä vaiheessa, eli työntövaiheessa, pakaralihas ojentaa lantion
suoraksi, etureiden lihakset ojentaa polven ja pohjelihas ojentaa nilkan jälleen suo-
raksi takaviistoon. Tässä vaiheessa myös hyvä liikkuvuus on valttia, sillä se mah-
dollistaa oikeaoppisen ojentumisen lantio-polvi-nilkka linjalla. Hartiat ja kädet ovat
mukana liikkeessä ja avustavat vartalon kiertoa. Etureiden maksimivoima korostuu
yksittäisessä luistelupotkussa varsinkin puristus- ja työntövaiheissa, kun etureisi
ojentaa polvea suoraksi. (Mennander 2011, 54–56.)

5 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä tietoutta fysioterapeuteille, urheiluseuroille sekä urheilijoille EMS-sähköärsykkeellä tehdyn voimaharjoituksen vaikutuksesta maksimivoiman ja lihasmassan kehittymiseen.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten viiden viikon mittainen EMS-sähköärsykkeellä tehty voimaharjoitus vaikuttaa quadriceps femoriksen maksimivoimaan ja lihasmassaan.

Tutkimusongelmat:

1. Miten viiden viikon EMS-voimaharjoittelu vaikuttaa quadriceps femoriksen maksimivoimaan?
2. Miten viiden viikon EMS-voimaharjoittelu vaikuttaa quadriceps femoriksen lihasmassaan?

6 TUTKIMUSMENETELMÄT JA TYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyö on satunnaistettu kvantitatiivinen tutkimus. Työ toteutettiin S-kiekko junioreiden C1–03-joukkueen kanssa yhteistyössä. Opinnäytetyössä tarvittavat sopimus- ja tutkimusluvut (Liite 1) hankittiin ennen opinnäytetyön työstämisen aloittamista asiaankuuluvalla tavalla kohderyhmän jäsenten vanhemmilta sekä yhteistyökumppaneilta. Eettisiä ohjeita noudatettiin tarkasti, koska hallussamme oli tuloksia sekä henkilötietoja. Materiaalit hävitettiin tulosten analysoinnin jälkeen. Tiedonhankinnassa pyrittiin käyttämään luotettavaa ja mahdollisimman uutta ajankohtaista tietoa. Tutkimuksen alkumittaus toteutettiin helmikuun 2019 lopussa, jonka jälkeen aloitimme viiden viikon mittaisen interventiojakson.

Opinnäytetyössä toteutettiin viiden viikon interventiojakso 15–vuotiaalle jääkiekkounioureille. Interventiossa oli koeryhmä sekä kontrolliryhmä. Interventiojakson aikana toteutimme koeryhmän jäsenille 12 minuuttia kestäviä EMS-voimaharjoitteita quadriceps femorikseen muun harjoittelun ohella. Samaan aikaan kontrolliryhmä harjoitteli normaalin viikko-ohjelmansa mukaisesti omaa lajiharjoittelua. Alkumittauksissa sekä loppumittauksissa mittareina toimivat DXA-kuvauslaite sekä reiden työntövoimaa mittaava isometrinen dynamometri. Alkumittaus toteutettiin viikko ennen intervention alkua ja loppumittaus toteutettiin viikko intervention jälkeen. Tulosten analysoinnissa verrattiin kehitystä koe- ja kontrolliryhmän välillä.

6.1 Kvantitatiivinen tutkimus

Tutkimusmenetelmäksi valikoitui opinnäytetyöhön satunnaistettu kvantitatiivinen tutkimus, jossa toteutettiin koe- ja kontrolliryhmä asetelma. Tämä valikoitui, koska sillä saadaan tarkkoja ja helposti vertailtavia tuloksia numeerisessa muodossa lihasvoiman ja lihasmassan mittauksista. Määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus vastaa lukumääriin liittyviin kysymyksiin. Asiat kuvataan numeerisella datalla, yleistä on myös selvittää tutkitun ilmiön tapahtuneita muutoksia sekä asioiden välisiä riippuvuuksia toisiinsa. Tämä tutkimusmenetelmä sopii tutkimuksiin, joissa tutkitaan suurta määrää ja tuloksia tulkitaan mieluummin numeroina kuin tekstinä. Erilaisia aineistonkeruumenetelmiä ovat esimerkiksi kyselyt, haastattelut tai systemaattinen

havainnointi. (Heikkilä 2014.) Tulokset näytetään numeroina, mutta tutkijan tulee selittää tulokset myös sanallisesti (Vilkkä 2007).

6.2 Kohderyhmä

Kohderyhmäksi opinnäytetyöhön valikoitui S-Kiekko Juniorit ry:n C1–03-poikajoukkue. Joukkueen pelaajat olivat 15–16-vuotiaita. Alkumittauksiin osallistui 13 henkilöä. Kohderyhmän jakaminen koe- ja kontrolliryhmään tapahtui ulkopuolisen henkilön toimesta arvonnalla. Tutkimuksesta vastaavat henkilöt pitivät listaa siitä, kuinka moni osallistui ohjattuihin EMS-voimaharjoitteisiin. Loppumittaukset suoritettiin vain niille interventioon osallistuneille henkilöille, jotka olivat osallistuneet laji-, oheis- ja EMS-voimaharjoitteluun vähintään kaksi kolmasosaa kaikista harjoitteista. Kohderyhmän omatoimisesta harjoittelusta opinnäytetyöntekijät eivät pitäneet listaa. Koehenkilöt olivat alaikäisiä, joten tarvitsimme heidän huoltajien suostumuksen opinnäytetyöhön osallistumisesta. Emme voineet käyttää työssä kohdehenkilöiden oikeita nimiä tai tuoda heistä tietoa esille, joista heidän identiteettinsä voisi paljastua. Olimme työtä tehdessämme ja työn valmistumisen jälkeen salassapitovelvollisia.

6.3 Aineistonkeruumenetelmät ja mittarit

Valitsimme mittareiksi DXA-kuvauksen sekä isometrisen dynamometrin, jotka ovat luotettavia ja helposti toistettavia mittareita. Tutkijan tuli suorittaa mittaukset jokaisella kerralla samalla tavalla ja tutkijan tuli merkitä tulokset ylös sellaisina kuin ne olivat. Tutkimustulosten vääristäminen on kiellettyä. Opinnäytetyössä tuli käyttää vain luotettavia ja mahdollisimman tuoreita lähteitä sekä tutkimuksia. (Hyvä tieteellinen käytäntö, [viitattu 18.10.2018].)

6.3.1 DXA

DXA, eli kaksienenerginen röntgensäde absorptiometria on erityisesti luuntiheysmittaukseen käytetty menetelmä, mutta se toimii myös kehonkoostumusmittarina. DXA:n toiminta perustuu röntgensäteilyyn ja se vertailee kehon kudosten massaa

poikittaispinta-alaan nähden (g/cm^2). (Sillanpää ym. 2013.) DXA-järjestelmä on poikkeuksellinen mittari, jolla voidaan tehdä kehonkoostumusmittauksia niin että laite näyttää, mihin rasva- ja lihaskudos on kertynyt kehossa. Laite laskee ja mittaa kuvien perusteella rasva-, lihas- sekä luukudoksen määrän kehonkoostumuksesta. (GE healthcare 2011.)

DXA tuottaa vähemmän säteilyä kuin normaali röntgen ja on näin turvallisempi. Säteily on niin pientä, että röntgenkuvaaja voi olla samassa tilassa kuvauksen aikana. Säteilyn määrä kuitenkin vaihtelee riippuen kuvattavasta kehon osasta, mutta kokonaisuudessaan säteily on pientä ja vastaa noin kahden päivän aikana auringosta saatua luonnollista säteilyä. (NHS 2016.)

Opinnäytetyössämme DXA-mittaukset toteutettiin Kuortaneen urheiluopiston tiloissa ja DXA-kuvauslaitteella. Laitteen käyttäjänä toimi fysiologi ja liikunnanopettaja, joka hallitsi laitteen käytön ja osasi tehdä tarvittavat säädöt laitteeseen sekä kuvattavan henkilön asentoon. Ennen kuvauksen aloitusta laitteeseen syötettiin esitiedot, johon sisältyi henkilön ikä, pituus ja sukupuoli. Kuvattava henkilö riisui itsensä alusvaatteilleen, jonka jälkeen hänet ohjattiin kuvan mukaiseen asentoon DXA-mattolle (Kuva 1). Henkilön tuli olla merkityn alueen sisällä niin, että valkoinen pystylinja kulki vartalon keskilinjan kohdalla. Henkilö oli selinmakuulla, yläraajat suorana vartalon vierellä. Polviin ja nilkkoihin asetettiin hihnat, joiden tarkoituksena oli ohjata henkilöä puristamaan polvia sekä jalkateriä irti toisistaan. Tämän jälkeen tarkistettiin käsien asento ja ne asetettiin irti vartalosta. Kuvaus voitiin aloittaa, kun henkilö oli saatu haluttuun asentoon. Kuvauksen käynnisti laitteen käyttäjä. Kuvauksen aikana henkilön tuli pysyä mahdollisimman paikallaan. Kuvaustilanteessa laitteen ylätaso liikkui henkilön yläpuolella päästä varpaisiin. Kuvaus kesti viidestä seitsemään minuuttia. Laite ilmoitti kuvauksen valmistumisesta, minkä jälkeen henkilö nousi pöydältä.



Kuva 1. DXA-kuvaus.

6.3.2 Isometrinen dynamometri

Suurinta mahdollista yksilön tuottamaa voimatasoa kutsutaan maksimivoimaksi. Maksimivoimaa mitattaessa lihas tekee tahdonalaisen kertasupistuksen, jonka tulosta ilmaistaan Newtonineina, Newtonmetreinä tai kilogrammoina. Testausta tehdessä maksimivoiman tuloksen saamiseksi aika vaihtelee puolesta sekunnista kahteen ja puoleen sekuntiin. Aikaan vaikuttaa lihastyötapaa, harjoitustausta, sukupuoli, ikä sekä testattava lihas tai lihasryhmä. (Ahtiainen & Häkkinen 2007, 138.)

Isometrisillä testeillä pystytään seuraamaan kuntoutumista tai käyttää apuna laji/urheilu analyyseissä. Isometristä voimantuottoa mitataan voimadynamometrien avulla. Isometrisissä maksimivoima testauksissa on tarkoituksena, että testattava tuottaa mahdollisimman lyhyessä ajassa niin paljon voimaa kuin mahdollista. Isometrisessä maksimivoima testissä voima kohdistuu liikkumatonta kohdetta vastaan, joka mittaa yhdestä tai useammasta suunnasta tuotettavaa voimaa. Laite mittaa tuotetun voiman huippuarvoa sekä tarvittaessa voiman tuottamiseen kulunutta aikaa. (Ahtiainen & Häkkinen 2007, 138–139.) Isometrisessä testauksessa ollaan erityisen tarkkoja oikean nivelkulman asettamisesta. Nivelkulma asetetaan goniometriä apuna käyttäen optimaaliseen asentoon testattavan lihaksen voimantuoton mak-

simoimiseksi. Yleisesti käytettyjä nivelkulmia ovat 90, 107, 110 astetta. Työntökulman valintaan vaikuttavat säätöominaisuudet, vertailutulokset sekä testaus tarpeet. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 182–183.)

Opinnäytetyömme mittauspäivinä tehdyissä isometrisissä reiden dynamometreissä testattava ohjattiin istumaan dynamometrin penkkiin. Jalat tuli asettaa painolevyille varpaat kiinni yläreunassa. Tässä vaiheessa polvikulma säädettiin yhden testaajan toimesta 90 asteeseen. Oikean työntökulman asettamisen jälkeen testattava kiinnitettiin lantiovyöllä laitteen istuinosaan. Testattava ohjattiin pitämään kiinni kädensijoista sekä olemaan hieman etukumarassa asennossa, mutta ristiselän tuli pysyä kiinni selkänojassa. Suorituksen aikana takapuoli ei saanut nousta irti penkistä ja työntö tuli tapahtua koko jalkaterällä painolevyä vasten. Testattavan paras tulos kolmesta työntösuorituksesta ilmoitettiin tulokseksi. (Ahtiainen & Häkkinen 2018, 183).

6.4 Aikataulu ja resurssit

Opinnäytetyön teoreettisen viitekehyksen työstäminen tapahtui vuosien 2018–2019 aikana. Alkumittaukset tehtiin maaliskuussa 2019 viikolla 9, jonka jälkeen alkoi viiden viikon pituinen interventio. Interventio päättyi viikolla 14, jonka jälkeen viikolla 15 suoritimme loppumittaukset. Tulosten analysointi suoritettiin kesällä 2019 aikana. Opinnäytetyö valmistui ajallaan syksyllä 2019.

Kustannuksia opinnäytetyöstä tuli ainoastaan matkoista Kuortaneen urheiluopistolle alku- ja loppumittauksiin. Muita kustannuksia ei opinnäytetyö aiheuttanut. Laittevuokraa ei Compex-laitteesta tullut, koska laitteen valmistaja halusi myös tutkittua tietoa vaikutuksesta.

6.5 Interventio

EMS-voimaharjoittelumäärä viikossa ja yhden harjoitustilanteen kesto on valikoitunut teorian tietoon ja tutkittuun tietoon pohjautuen. EMS-voimaharjoittelumääristä

sekä kestoista on paljon erilaista lähdemateriaalia, opinnäytetyössä käytimme eniten tutkimuksissa käytettyä harjoittelumäärää sekä kestoja, joka oli kolme kertaa viikossa 12 minuuttia henkilöä kohden (Billiot ym. 2010).

C1–03-joukkueella on kolme jääharjoitusta viikossa, joita ennen EMS-voimaharjoitus aina tehtiin. Ennen EMS-voimaharjoitukseen tulemista oli jokainen koeryhmän henkilö käynyt tekemässä omatoimisen harjoitusosion, joka kuului heidän harjoitusrutiineihinsa. Omatoimisen harjoitusosion jälkeen koeryhmän henkilöt tulivat yksitellen tilaan, jossa EMS-voimaharjoitus toteutettiin. Intervention aikana pidettiin harjoituseurantaa, lajiharjoituksista, oheisharjoituksista sekä EMS-voimaharjoituksista opinnäytetyöntekijöiden toimesta.

EMS-voimaharjoituksen alussa opinnäytetyön tekijät kiinnittivät elektrodit harjoitusta saavan henkilön quadriceps femoriksen alueelle. Positiiviset elektrodit asetettiin palpoiden m. vastus lateraliksen sekä m. vastus medialislihasrunkojen distaaliin. Negatiivinen elektrodi asetettiin palpoiden niin lähelle m. rectus femoriksen proksimaalipäätä kuin mahdollista. Elektrodien asetuspisteet valikoituivat sen mukaan, missä liikehermo liittyy lihakseen (Robertson ym. 2006, 54).

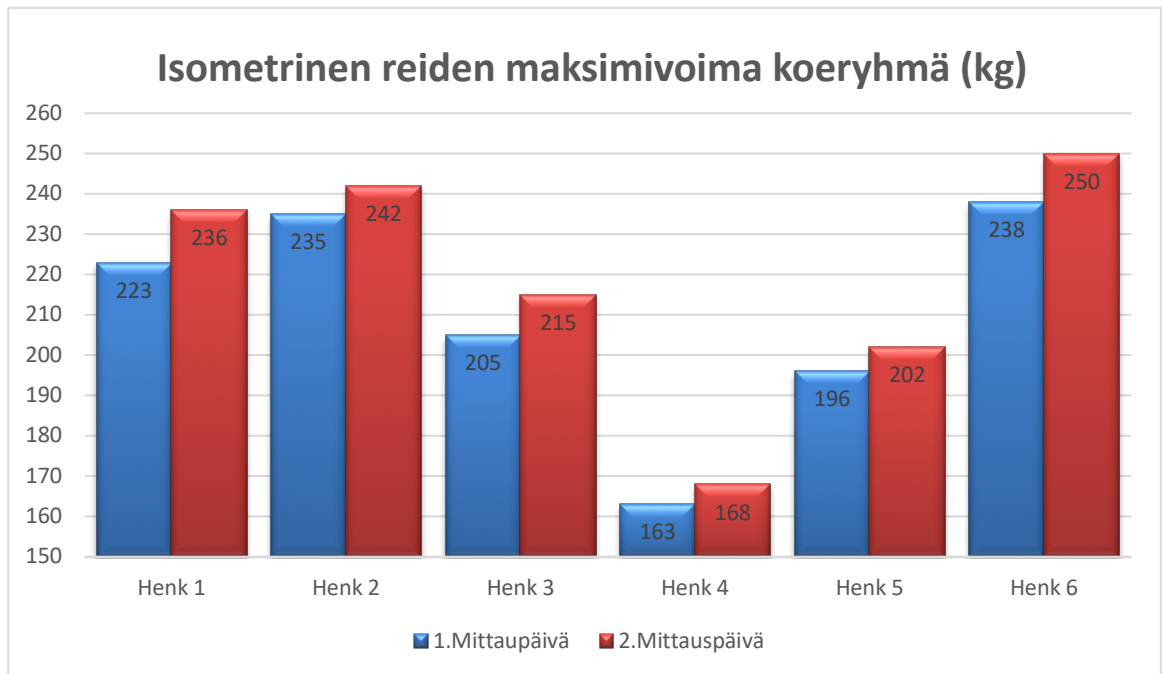
EMS-voimaharjoittelu tehtiin koeryhmän henkilöille yksitellen. Tilanteessa henkilö istui tuolilla jalat irti lattiasta. Koeryhmän henkilöille selitettiin henkilökohtaisesti EMS-voimaharjoittelun pääpiirteet ennen ensimmäistä harjoituskertaa. EMS-voimaharjoitus, jonka kesto oli 12 minuuttia, sisälsi kaksi erilaista vaihetta. Harjoituksen aikana kohdehenkilö ei toteuta tahdonalaista liikettä. Harjoitus lähti käyntiin harjoitusvaiheella, joka kesti kolme sekuntia. Harjoitusvaihetta seurasi 17 sekunnin mittainen lepovaihe, jossa laite antoi pulsoivaa sähkövirtaa. Nämä toistuivat 12 minuutin ajan. Nämä asetukset olivat Compex-laitteen voimaharjoitus osioon valmiiksi säädettyinä.

7 TULOKSET

DXA-kuvauksen sekä isometrisen dynamometrin tuloksista tehdyt kuviot havainnollistavat intervention aikana tapahtuneita muutoksia alaraajojen maksimivoimaan, lihasmassaan sekä rasvakudokseen. Alkumittauksiin saapui 13 henkilöä, joista kuusi henkilöä kuului koeryhmään ja seitsemän henkilöä kontrolliryhmään. Ryhmät pysyivät koko intervention aikana samoina ja kaikki 13 henkilöä saapuivat myös loppumittauksiin. Heiltä vaaditut kaksi kolmasosaa intervention aikana tapahtuneista harjoituksista täyttyi. Alkumittauksia kuvastaa sininen väri, loppumittauksia kuvastaa punainen väri kuvioissa, henkilöt 1–6 kuuluvat koeryhmään ja henkilöt 7–13 kuuluvat kontrolliryhmään (Kuvio 2–5). Tulosten vertailussa käytimme koe- ja kontrolliryhmien alku- ja loppumittausten välissä tapahtuneiden muutosten keskiarvoja, joita verrattiin testitulosten välillä.

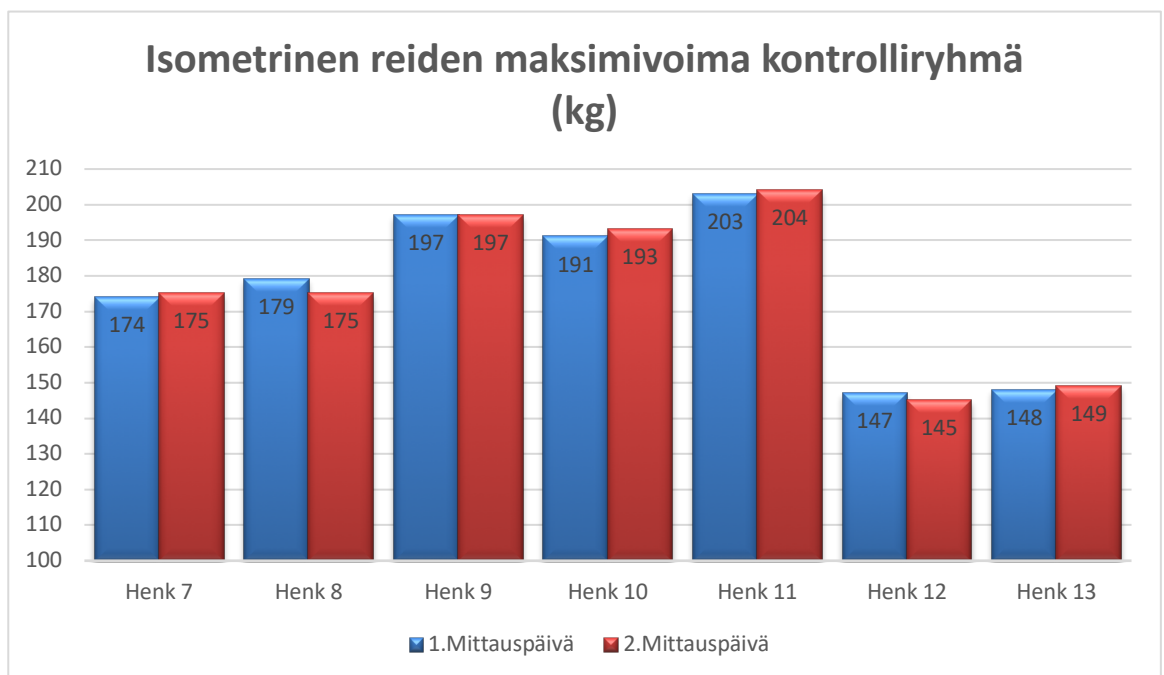
7.1 Isometrinen reiden maksimivoima

Kuviossa 2. on esitetty isometrisen dynamometrin alku- sekä loppumittausten tuloksen koeryhmän osalta. Tulos on ilmoitettu kilogrammoissa. Alkumittauksissa oli huomattavissa suurta vaihtelua maksimivoiman osalta koehenkilöiden välillä. Kaikilla koeryhmän henkilöillä isometrisessä reiden maksimivoimassa tulos parani verrattaessa alku- ja loppumittauksia. Isoin maksimivoiman nousu tapahtui testihenkilöllä 1., jonka tulos parantui 13 kilogrammaa. Keskiarvallisesti muutosta tapahtui isometrisessä reiden maksimivoimassa +8,8 kilogrammaa henkilöä kohden.



Kuvio 2. Isometrinen reiden maksimivoima koeryhmä.

Kuviossa 3. on esitetty isometrisen dynamometrin alku- ja loppumittaukset kontrolliryhmän osalta. Tulos on ilmoitettu kilogrammoissa. Alkumittausten ja loppumittausten välillä ei ole suuria muutoksia koehenkilöiden välillä. Koehenkilöiden reiden maksimivoiman tulos on joko hieman noussut, laskenut tai pysynyt samana. Keskiarvallisesti muutosta tapahtui isometrisessä reiden maksimivoimassa $-0,17$ kilogrammaa henkilöä kohden.

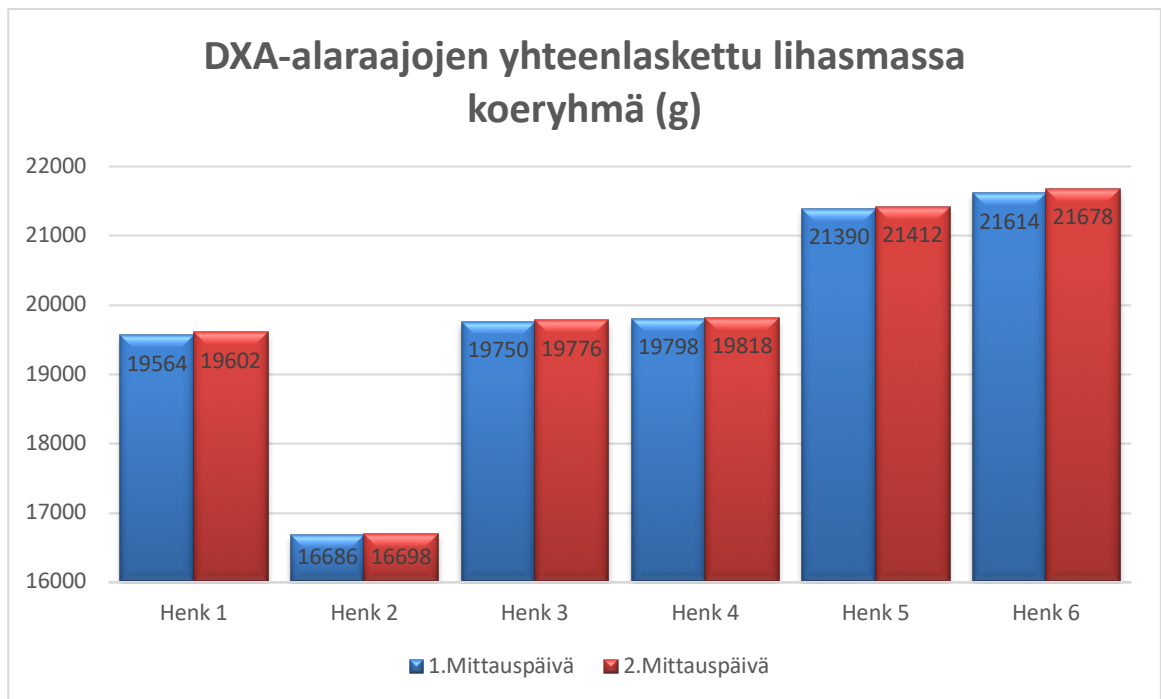


Kuvio 3. Isometrinen reiden maksimivoima kontrolliryhmä.

Koe- ja kontrolliryhmän isometrisen reiden maksimivoiman tuloksia vertaillaessa huomataan, että kontrolliryhmän tulos on pysynyt lähes samana ($-0,17\text{kg/henkilö}$) viiden viikon intervention aikana. Koeryhmän tulos nousi ($+8,8\text{kg/henkilö}$) viiden viikon intervention aikana.

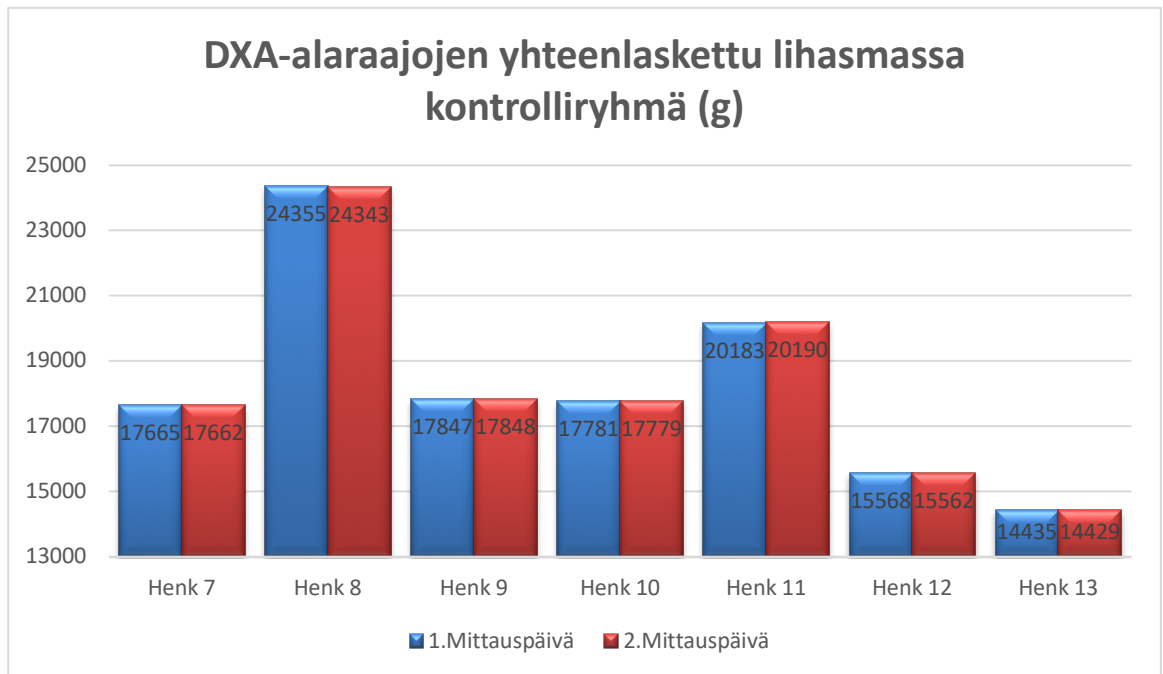
7.2 DXA-alaraajojen yhteenlaskettu lihasmassa

Kuviossa 4. on esitetty koeryhmän DXA-kuvauksen alaraajojen yhteenlaskettu lihasmassa alkumittauksissa ja loppumittauksissa. Tulos on ilmoitettu grammoissa. Kaikkien koehenkilöiden lihasmassan määrä on lisääntynyt. Muutokset eivät ole kovin suuria, mutta yhdellä (henkilö 6.) tulos on suurentunut huomattavasti (68 grammaa) muihin verrattuna. Keskiarvallisesti muutosta tapahtui $+30,3$ grammaa henkilöä kohden.



Kuvio 4. DXA-kuvauksen alaraajojen lihasmassa koeryhmä.

Kuvioissa 5. on esitetty kontrolliryhmän DXA-kuvauksen alaraajojen yhteenlaskettu lihasmassa alkumittauksissa ja loppumittauksissa. Tulos on ilmoitettu grammoissa. Kontrolliryhmän henkilöillä tulokset ovat lähes samoja kuin alkumittauksissa, muutosten erot ovat vain marginaalisia. Keskiarvallisesti muutosta tapahtui $-3,5$ grammaa henkilöä kohden.



Kuvio 5. DXA-kuvauksen alaraajojen lihasmassa kontrolliryhmä.

Koe- ja kontrolliryhmän DXA-kuvauksen alaraajojen yhteenlaskettuja lihasmassoja vertaillessa huomataan, että kontrolliryhmän tulos on pysynyt lähes samana ($-3,5\text{g/Henkilö}$) viiden viikon intervention aikana. Koeryhmän tulos nousi ($+30,3\text{g/Henkilö}$) viiden viikon intervention aikana.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Viiden viikon intervention jälkeisten mittausten tulosten perusteella EMS-voimaharjoittelulla on vaikutusta lihasmassan lisääntymiseen sekä maksimivoiman parantamiseen kontrolliryhmään verrattuna. Tulokset parantuivat erityisesti maksimivoimamittauksissa, jota mitattiin isometrisellä dynamometrillä. Myös lihasmassan lisääntymisessä huomattiin muutoksia, tätä mitattiin DXA-kuvauksella.

9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena on lisätä tietoutta fysioterapeuteille, urheiluseuroille sekä urheilijoille EMS:llä tehdyn harjoituksen vaikutuksesta maksimivoiman ja lihasmassan paranemiseen. Tutkimuksen aihe on ajankohtainen, sillä sähköhoidot ovat yleistyneet ja yleistyvät edelleen niin kuntoutuksessa, kuin myös urheilussa.

Valitsimme opinnäytetyömme aiheen, koska halusimme tuoda lihaksen sähköstimuloinnin vaikutuksesta lisätietoa. Aihe myös sopi meille hyvin, koska olemme kiinnostuneita lihasvoiman harjoittamisesta. Opinnäytetyön interventioon osallistui 13 jääkiekkojunioria. Kyseinen ikäryhmä sopi tutkimukseen hyvin, koska keskimääräinen poikien kasvupyrähdys on loppunut ja sen jälkeen voiman kehitys on tehokkaimmillaan (Hakkarainen 2009, 208–210). Opinnäytetyössämme tutkimme quadriceps femoriksen maksimivoimaa sekä lihasmassaa. Quadriceps femoris on merkittävä osatekijä luistelussa (Mennander 2011, 54–56). Saman tyyppisiä tutkimuksia EMS-voimaharjoittelusta jääkiekkoilijoille on tehty, mutta lyhyemmällä interventiojaksolla (Brocherie 2005). Käyttämällämme Compex-laitteella olisi voinut myös harjoittaa muitakin voiman lajeja. Maksimivoiman kehittyminen ja lihasmassan kasvaminen olivat kuitenkin opinnäytetyön kannalta ajankohtaisia ja niiden kehittämiseen tarvitaan lisätietoa junioriurheilussa.

Opinnäytetyömme tavoitteena oli selvittää, miten 5 viikon mittainen sähköärsykeellä tehty voimaharjoitus vaikuttaa quadriceps femoriksen maksimivoimaan ja lihasmassaan. Opinnäytetyöprosessin tavoite toteutui ja saimme tutkimusongelmiimme vastaukset.

Interventio kesti 5 viikkoa, ja osoittautui riittävän pituiseksi tuomaan muutoksia lähtötilanteeseen. Näin on myös aiemmin Billiot ym.(2010) havainneet. Tutkimuksessa käyttämämme DXA-kuvaus sekä isometrinen dynamometri osoittautuivat hyväksi mittausvälineiksi, koska ne mittaavat haluttuja reiden maksimivoimaa sekä reiden lihasmassaa. Mittarina toimineella isometrisellä reiden maksimivoimatestillä on Ah-tiaisen ja Häkkisen mukaan (2018, 182) hyvä toistettavuus. DXA-mittarin tarkkuus kehonkoostumusmittarina on loistava ja sitä pidetään luotettavana mittarina (Toombs ym. 2012). Valitsimme tutkimusmenetelmäksi määrällisen eli kvantitatiivi-

sen menetelmän, koska tutkimuksemme käsittelee lukuja ja tilastoja. Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä sopi opinnäytetyöhön hyvin lukujen ja tilastojen vuoksi. Koe- ja kontrolliryhmä asetelma tuki myös kvantitatiivista tutkimusmenetelmää. Kohderyhmän koko olisi saanut olla suurempi, jolloin tulokset olisivat yleistettävissä, mutta pelaajaliikenne ja C1–03-joukkueen koko rajoitti otantaa.

Alku- ja loppumittauksia suorittaessamme Kuortaneen urheiluopistolla, mukanaamme oli urheiluopiston fysiologi ja liikunnanopettaja, joka vastasi laitteiden käytöstä. Mielestämme tämä helpotti testaustilanteita. Ensimmäisenä suoritettiin DXA-kuvaus, joka oli käytännössä meille täysin uutta, joten tilannetta oli mielenkiintoista päästä seuraamaan tulosten ja myös laitteen toiminnan kannalta. Kaikkien DXA-kuvausten jälkeen siirryimme isometrisen dynamometrin testaamiseen. Tämä testaus oli molemmille opinnäytetyön tekijöille tuttua ja pääsimme tässä testissä olemaan enemmän mukana, kuin DXA-kuvauksissa. Loppumittaukset suoritettiin samoissa tiloissa ja mittaustilanteen kulku sujui samalla kaavalla kuin alkumittauksissa. Mielestämme alku- ja loppumittausten aikatauluttaminen sekä ohjelmointi oli sujuvaa ja testihenkilöt olivat hyvin asennoituneita testitilanteisiin. Kuortaneen urheiluopisto mahdollisti meille pääsyn seuraamaan ja olemaan mukana DXA-kuvaus tilanteissa, joka tukee meidän ammatillista kehitystämme.

Tulosten tulkinnessa käytimme opinnäytetyössä käytettyjä lähteitä, joiden kautta tulokset pystyttiin selittämään. Esille nousi maksimivoiman kehittyminen ja siihen tarvittava aika. Viiden viikon EMS-voimaharjoittelu riittää pienien anatomisten muutosten syntyamiseen, mutta varsinaiset tulosten muutokset voidaan selittää keskushermoston ja lihaskudoksen hermoston muutoksilla. Olimme ennen opinnäytetyön aloitusta hieman epäileväisiä laitteen todellisesta vaikutuksesta lihasvoiman ja lihasmassan kasvuun. Kontrolliryhmän tulosten pysyminen suunnilleen samoina kuin alkumittauksissa, vahvisti meille EMS-voimaharjoittelun positiivisen vaikutuksen. Tuloksiin vaikutti pelaajien oma aktiivisuus, joka näkyi harjoituksiin osallistumisena.

Tehdessämme EMS-voimaharjoitteet henkilöille yksitellen, pääsimme seuraamaan yksilön kehitystä EMS-voimaharjoituksissa ja sähkövastuksen nousua viiden viikon aikana. Harjoitustilanteissa elektrodien asettelu muotoutui rutiiniksi ja niille tarkoitettut kohdat olivat helposti löydettävissä intervention edetessä. Intervention aikana

huomasimme varsinkin koeryhmän olevan aidosti kiinnostunut opinnäytetyömme aiheesta, joka ilmeni kysymyksin sekä henkilöiden motivaatiosta harjoittelutilanteissa. Harjoitustilanteet olivat ilmapiiriltään rentoja, joka teki harjoituksista mukavan kokemuksen. Yhteistyö kohderyhmän ja testaaajien välillä toimi hyvin.

Haasteita ennen intervention alkua tuotti pelaajaliikenne seuran eri ikäluokkajoukkueiden välillä. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että pelaajat, jotka pelasivat useassa eri ikäluokassa eivät voineet osallistua alkumittauksiin, loppumittauksiin tai EMS-voimaharjoituksiin. Kyseiset pelaajat oli järkevämpi sulkea pois ennen intervention aloittamista. Alkuperäisen suunnitelman mukaan interventio tuli aloittaa helmikuun alussa 2019, mutta DXA-laitteen epäkunnon vuoksi jouduimme siirtämään aloituksen maaliskuun alkuun 2019. Tämä vaikutti opinnäytetyön intervention pituuteen, joka oli alkuperäisen suunnitelman mukaan kahdeksan viikkoa. Tutkimuksessa Wirth (2016) toteaa kahdeksan viikon olevan optimaalinen aikajakso voimankehitykselle. Intervention pidemmällä kestolla olisimme voineet päästä vielä parempiin tuloksiin, mutta aikataulullisesti emme pystyneet sitä pidemmälle kevääseen venyttämään. Poissaolot harjoituksista eivät haitanneet interventiota, koska ne olivat yksittäisiä ja vähäisiä.

Opinnäytetyön tekeminen sujui hyvin. Pieniä haasteita aiheutti eri paikkakunnilla asuminen, mutta nämä ongelmat selvitimme hyvällä aikataulusuunnittelulla. Yhteinen päämäärä oli selvä ja olimme siihen sitoutuneet. Pysyimme suunnitellussa aikataulussa. EMS-voimaharjoittelusta ei ole suuria määriä tutkimuksia, joten tiedonhankinnan kannalta onnistuimme siinä myös hyvin. Opinnäytetyöprosessin aikana opimme uutta EMS-voimaharjoittelusta, voimaharjoittelusta sekä määrällisen tutkimuksen tekemisestä. Opimme Compex-laitteen käytön sekä kehityimme erityisesti reiden alueen anatomiassa. Koemme myös kehittyneemme asiakastilanteissa. Luotettavan tiedon ja tutkimusten haku sekä kriittinen lukutaitomme on kehittynyt. Opinnäytetyöstä saaduista tuloksista tiedämme EMS-voimaharjoittelulla olevan positiivisia vaikutuksia reisilihaksen maksimivoimaan ja lihasmassaan. Tämän tulemme pitämään mielessämme tulevaisuudessa fysioterapeutin työssä.

Tulevaisuudessa tutkimuksia tai opinnäytetöitä voisi tehdä samasta aihepiiristä pidemmällä interventiojaksolla tai tahdonalainen liike yhdistettynä EMS-voimaharjoi-

tukseen. Pidemmällä interventiojaksolla voisi tapahtua suurempi anatominen muutos lihaksessa. Kun tahdonalainen liike yhdistettäisiin EMS-voimaharjoitteluun, voitaisiin lihaksen supistuminen maksimoida, mikä voisi aiheuttaa suurempia muutoksia lihaksessa. Isommalla otoksen suuruudella tutkimustuloksia voisi yleistää ja saada sitä kautta myös luotettavampia tuloksia. Varsinaisesti emme näe merkittävänä urheilulajia, jossa tutkimus tapahtuu, kunhan harjoitettava lihasryhmä on mietitty myös lajin kannalta oleelliseksi.

LÄHTEET

- Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2007. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. 2. uud. p. Teoksessa: K. L. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kalliainen. Kuntotestauksen käsikirja. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry, 138–139.
- Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2018. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittausmenetelmät. Teoksessa: K. L. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kalliainen. Fyysisen kunnan mittaaminen – käsi- ja oppikirja kuntotestaaajille. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura ry, 182–183.
- Billiot, M. Martin, A. Paizis, C. Cometti, C. & Babault, N. 2010. Effects of an Electrostimulation Training Program on Strength, Jumping, and Kicking Capacities in Soccer Players. [Verkojulkaisu]. The Journal of Strength and Conditioning Research. [Viitattu 10.11.2018]. Saatavana: https://www.researchgate.net/publication/43131595_Effects_of_an_Electrostimulation_Training_Program_on_Strength_Jumping_and_Kicking_Capacities_in_Soccer_Players
- Britannica. ImageQuest. [Viitattu 10.11.2018]. Saatavana: https://quest-eb-com.libts.seamk.fi/search/quadiceps-femoris/1/126_3665209/Illustration-of-muscles-quadiceps-femoris/more
- Brocherie, F. Babault, N. Cometti, G. Maffiuletti, N. & Chatard, JC. 2005. Electrostimulation training effects on the physical performance of ice hockey players. [Verkojulkaisu]. Medicine & Science in Sports & Exercise. [Viitattu 13.9.2019]. Saatavana: <https://electrostimulateurs-manuels.fr/fichiers/publications/Electrostimulation-Hockey-Players/electrostimulation-training-effect-hockey-players.pdf>
- Cameron, M. 2009. Physical Agents In Rehabilitation: From Research to Practise. 3. Uud. P. St. Louis. Saunders Elsevier.
- Compex®. 2014. Käyttöohje. DJO Global.
- GE Healthcare. 2011. iDXA innovation and dedication. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 3.12.2018]. Saatavana: <https://www.gehealthcare.com/-/media/5bc3a5ec139f47008a981d5fabeb7a2d.pdf>
- Hakkarainen, H. 2009. Voiman harjoittaminen lapsuudessa ja nuoruudessa. Teoksessa: H. Hakkarainen, T. Jaakkola, S. Kalaja, J. Lämsä, A. Nikander & J. Riski. Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet. Lahti: VK-kustannus Oy, 203–210.
- Heikkilä, T. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. [Ppt-esitys]. Helsinki: Edita Publishing Oy. [Viitattu 1.2.2018]. Saatavana: <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKI-MUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>

- Hervonen, A. 1998. Tuki- ja liikuntaelimestön anatomia. 5. uud. p. Tampere: Lääketieteellinen oppimateriaalikustantamo Oy.
- Hyvä tieteellinen käytäntö. Ei päiväystä. Tutkimuseettinen Neuvottelukunta (TENK). [Verkkosivu]. [Viitattu 18.10.2018]. Saatavana: <http://www.tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytanto>
- Häkkinen, K., Mäkelä, J. & Mero, A. 2007. Voima. Teoksessa: A. Mero, A. Nummela, K. L. Keskinen & K. Häkkinen. Urheiluvalmennus. Jyväskylä: VK-kustannus Oy, 251–274.
- Kauranen, K. 2014. Lihas – rakenne, toiminta ja voimaharjoittelu. Tampere: Liikuntatieteellinen Seura ry.
- Koho, V. & Luukkainen, S. 2012. Jääkiekko pelinä. Teoksessa: V. Koho & S. Luukkainen (toim.) Jääkiekon ytimessä – Lajitietoa harrastajille ja ammattilaisille. Kuopio: Unipress cop, 138.
- Laaksonen, A. 2012. Jääkiekon lajiansalyysi. Teoksessa: V. Koho & S. Luukkainen (toim.) Jääkiekon ytimessä – Lajitietoa harrastajille ja ammattilaisille. Kuopio: Unipress cop, 20–23.
- Mennander, P. 2011. Taitokoulu osa 2: Luistele tehokkaammin. [Verkkolehtiartikkeli]. Leijonat-lehti 4/2011, 54–56. [Viitattu 4.9.2019]. Saatavana: <https://www.iihce.fi/Portals/0/Library/Taitokoulu/Taitokoulu%20-%20Luistele%20tehokkaammin.pdf>
- NHS. 2016. DEXA (DXA) scan. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 10.11.2018]. Saatavana: <https://www.nhs.uk/conditions/dexa-scan/>
- Robertson, V. Ward, A. Low, J. & Reed, A. 2006. Electrotherapy Explained: Principles and Practise. 4. Uud. P. Edinburgh: Butterworth Heinemann Elsevier.
- Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Lahti: VK-kustannus Oy.
- Sandström, M., Metsola, P., Hoogland, R., Lundeberg, T., Esch, M., Verhoeven, A., Arponen, R., Seppälä-Koski, T., Bouwhuisen, F., Maassen, V., Meijer, M., Zutphen, H. & Niele, R. 1991. Fysikaaliset syvälämpö- ja sähköhoidot: fysiologia ja käytännön perusteet. Valmennuskolmio.
- Sillanpää, E., Cheng, S., Häkkinen, K., Finni, Taija., Walker, S., Pesola, A., Ahtiainen, J., Stenroth, L., Selänne, H. & Sipilä, S. 2013. Body composition in 18- to 88-year-old adults—comparison of multifrequency bioimpedance and dual-energy X-ray absorptiometry. [Verkkajulkaisu]. Obesity A Research Journal. [Viitattu 7.12.2018]. Saatavana: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/oby.20583>

- Suomen jääkiekkoliitto & IIHF. 2018. Jääkiekon virallinen sääntökirja 2018–2022. [Verkkojulkaisu]. 36. [Viitattu 5.9.2019]. Saatavana: <https://www.drop-box.com/s/vbde2c2n3mrcw5s/SÄÄNTÖKIRJA%202018-2022%2020180904%20final.pdf?dl=0>
- Suomen jääkiekkoliitto. Info. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.9.2019]. Saatavana: <http://www.finhockey.fi/index.php/info>
- Suomen jääkiekkoliitto. 9.6.2018. Suomalaisen jääkiekon strategia 2018–2022. [Ppt-esitys]. 2-13. [Viitattu 5.9.2019]. Saatavana: <http://www.finhockey.fi/files/Strategia-2018-22.pdf>
- Toombs, R. J. Ducher, G. Shepherd, J. A. & De Souza, M. J. 2012. The Impact of Recent Technological Advances on the Trueness and Precision of DXA to Assess Body Composition. [Verkkojulkaisu]. North American Association for the Study of Obesity (NAASO). [Viitattu 17.10.2018]. Saatavana: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1038/oby.2011.211>
- Tyni, M. 2012. Jääkiekko osana suomalaista yhteiskuntaa. Teoksessa: V. Koho & S. Luukkainen (toim.) Jääkiekon ytimessä – Lajitietoa harrastajille ja ammattilaisille. Kuopio: Unipress cop, 11–14.
- Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa: Määrällisen tutkimuksen perusteet. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 1.2.2018]. Helsinki: Tammi. Saatavana: <http://hanna.vilkka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-mittaa.pdf>
- Watson, T. 2008. Electrotherapy: Evidence-Based Practise. 12. Uud. P. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Wirth, K. Keiner, M. Hartmann, H. Sander, A. & Mickel, C. 2016. Effect of 8 weeks of free-weight and machine-based strength training on strength and power performance. [Verkkojulkaisu]. Journal of Human Kinetics. [Viitattu]. Saatavana: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5260589/>

LIITTEET

Liite 1. Lupakirje

Liite 2. Kuvauslupa

Liite 1. Lupakirje



SUOSTUMUS OSALLISTUA OPINNÄYTETYÖPROJEKTIIN

Hyvä pelaajan huoltaja,

suoritamme opinnäytetyömme yhteistyössä S-Kiekko Juniorit ry C-03 –joukkueen kanssa kevätlukukaudella 2019.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää kahdeksan viikon sähköstimuloinnin vaikutusta juniorijääkiekkoilijoiden etureiden lihasten voimantuottoon sekä lihasmassaan. Tarkoituksena on lisätä tietoutta sähköstimuloinnin vaikutuksesta nuorilla urheilijoilla. Ennen alkumittauksia tulemme kysymään nuorilta perustietojen lisäksi aikaisemmista alaraajoihin kohdistuneista vammoista.

Alku- ja loppumittaukset suoritamme tammi-huhtikuun aikana. Tulokset käsittelemme luottamuksellisesti ja niitä ei profiloida henkilökohtaisesti. Materiaalit tullaan hävittämään tulosten analysoinnin jälkeen.

Opinnäytetyömme tulee julkisesti luettavaksi verkkopalvelu Theseus-tietokantaan ja arvioitu työn valmistumisaika on vuoden 2019 aikana. Palautattehan lapun ystävällisesti 20.12.2018 mennessä joukkueen päävalmentajalle Miro Valmialalle. Kiitos!

Nuoreni _____ saa osallistua opinnäytetyötutkimusryhmään.

Kyllä _____ Ei _____ Päivämäärä _____

Allekirjoitus ja nimenselvennys

Ystävällisin terveisin fysioterapiaopiskelijat, jos kysyttävää opinnäytetyöprojektin kulusta ilmenee, ota yhteyttä sähköpostitse opinnäytetyön tekijöihin.

Veeti Kujala
veeti.kujala@seamk.fi
 fysioterapeuttioiskelija

Miro Valmiala
miro.valmiala@seamk.fi
 fysioterapeuttioiskelija

Liite 2. Lupakirje

LIITE 2. KUVAUSLUPA / SOPIMUS KUVIEN KÄYTÖSTÄ KUVAUSLUPA / SOPIMUS KUVIEN KÄYTÖSTÄ KUVAMATERIAALI, JOTA LUPA KOSKEE

Nimi: Veeti Kujala & Miro Valmiala

Kuvausaika: 02/2019 – 05/2019 Paikka: Seinäjoki

Seloste: Fysioterapian tutkinto-ohjelman opinnäytetyö, Seinäjoen ammattikorkeakoulu
SeAMK

Tällä sopimuksella me _____ ja _____
annamme Veeti Kujalalle ja Miro Valmialalle oikeuden käyttää lapsestamme otettuja
kuvia opinnäytetyössä sekä siihen liittyvissä muissa materiaaleissa.

Annamme heille luvan julkaista kuvat opinnäytetyön yhteydessä Theseuksessa ja
liittää kuvat seminaaripäivän powerpoint -esitykseen.

_____ Aika

_____ Veeti Kujala Opinnäytetyöntekijä

_____ Miro Valmiala Opinnäytetyöntekijä

_____ Paikka

_____ Huoltaja

_____ Huoltaja