

Janne Laakso, Miikka Sallinen

OLKAPÄÄN ELEVAATIOON OSALLIS- TUVIEN LIHASTEN EMG-AKTIIVISUU- DET ERI HARJOITTEISSA VERRAT- TUNA VOIMANTUOTTOON

Opinnäytetyö

Naprapatian koulutusohjelma

Huhtikuu 2016



KYAMK
University of Applied Sciences

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Janne Laakso, Miikka Sallinen	Naprapatia	Huhtikuu 2016
Opinnäytetyön nimi		
Olkapään elevaatioon osallistuvien lihasten EMG-aktiivisuudet eri harjoitteissa verrattuna voimantuottoon		42 sivua 3 liitesivua
Toimeksiantaja		
Kymicare		
Ohjaaja		
Juha Hiltunen fysioterapeutti OMT, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen KT		
Tiivistelmä		
<p>Olkapääkipu on yksi yleisimmistä tuki- ja liikuntaelinvaivoista. Tutkimusten mukaan olkapääkipua kokee viimeisen kuukauden aika 30 % yli 30-vuotiaista suomalaisista. Kuntoutuksen kannalta olkapää on haastava nivel sen monimuotoisen anatomian ja biomekaniikan takia. Kivun syitä ovat muun muassa kiertäjäkalvosimen jännepatologia, olkanivelen löysyys tai jäykkyys ja heijasteoireet. Olkanivelen impingement eli ahtaus on yleisin olkapään toimintakykyä heikentävä tekijä.</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää kokeellisesti EMG-laitteen ja voimadynamometrin avulla lihasaktiivisuuksia ja voimantuottoa kolmessa eri harjoitteessa. Lisäksi selvitettiin mikä harjoitteista tuottaa suurimman voimatason nousun kuuden viikon harjoitusintervention jälkeen. Koehenkilöiltä (n=9) mitattiin EMG-aktiivisuudet MVIC-testeissä deltoideus-, serratus anterior-, infraspinatus- ja biceps brachii -lihaksista. Lihasvoima mitattiin dynamometrillä. Koehenkilöille järjestettiin kuuden viikon harjoitusjakso jonka jälkeen maksimaalinen voimantuotto mitattiin uudestaan.</p> <p>Johtopäätöksenä voidaan todeta että tangolla suoritettussa pystypunnerruksessa saadaan sekä suurin nousu voimatasoissa että suurimmat EMG-aktiivisuudet mitattavissa lihaksissa. Todetaan myös että suurimmalla EMG-aktiivisuudella on yhteys suurentuneeseen voimantuottoon. Tutkimus suoritettiin joulukuu 2015 – helmikuu 2016 välisenä aikana.</p>		
Asiasanat		
EMG, dynamometri, olkapään elevaatio, impingement		

Author (authors)	Degree	Time
Janne Laakso, Miikka Sallinen	Bachelor of Naprathapy	April 2016
Thesis Title		
EMG Activity of Muscles Participating Shoulder Elevation in Different Exercises Compared to Muscle Strenght		42 pages 3 pages of appen- dices
Commissioned by		
KymiCare		
Supervisor		
Juha Hiltunen, Physiotherapist OMT, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, KT		
Abstract		
<p>Pain in the shoulder region is one of the most common musculoskeletal problems. According to studies, 30% of people over 30 years of age have experienced shoulder pain during the last month. The shoulder is a challenging joint to rehabilitate due to its complicated anatomical nature and biomechanics. The causes of pain include muscles of rotator cuff, laxity or stiffness of the joint and referred symptoms. Impingement is the most common problem causing dysfunction in the shoulder complex.</p> <p>The object of this thesis was to measure the relationship between electromyographic (EMG) activities and muscle force in three different exercises using surface-EMG and dynamometer. A secondary object was to find out which exercise produces the greatest increase in muscle force. EMG-activities were measured with maximal voluntary isometric contraction (MVIC) from each test person (n=9) separately from deltoideus, serratus anterior, infraspinatus and biceps brachii muscles. Muscle force was tested with the dynamometer. A training period of six weeks was carried out followed by another muscle force test.</p> <p>The conclusion is that shoulder press with a barbell produces the greatest increase in the muscle force and the EMG-activity in the muscles examined. It is also seen that the greatest EMG-activity has a correlation for increased muscle force. This study was performed during December 2015 to March 2016.</p>		
Keywords		
EMG, dynamometer, shoulder elevation, impingement		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	OLKAPÄÄN TOIMINNALLINEN ANATOMIA.....	7
2.1	Anatomia	7
2.2	Biomekaniikka.....	9
2.3	Impingement oireyhtymä	11
2.3.1	Luokittelu	11
2.3.2	Hoito.....	12
3	LIHASTEN VOIMANTUOTTO JA HARJOITTAMINEN.....	13
4	TUTKIMUSONGELMAT	15
5	TUTKIMUSMENETELMÄT	15
	Kvantitatiivinen kokeellinen tutkimus.....	15
5.1	Elektromyografia (EMG)	16
5.2	Dynamometri	17
5.3	MVIC.....	17
6	KOEHENKILÖIDEN VALINTA JA TAUSTATIEDOT.....	19
7	MITTAUSTEN TOTEUTUS	20
7.1	Mittausvalmistelut ja -protokolla.....	20
7.2	Elektrodiasettelu	21
7.3	Koemittaukset.....	22
7.4	Luotettavuuden varmistaminen.....	23
7.5	EMG-signaalin normalisointi	24
7.6	Alkumittaus	25
7.7	Koeryhmän ohjaus.....	27
7.8	Harjoittelu liikkeet.....	27
7.9	Loppumittauksen suunnittelu ja toteutus.....	29
7.10	Eettiset kysymykset	29
8	MITTAUSTULOSTEN ANALYYSI	30
9	TUTKIMUSTULOKSET	30
	Lihasten aktivoituminen yhdenkäden pystypunnerrus liikkeessä	30

9.1	Lihasten aktivoituminen military press liikkeessä.....	31
9.2	Lihasten aktivoituminen tangolla suoritettavassa pystypunnerruksessa	32
9.3	Lihasktiivisuuksien erot harjoitusliikkeiden välillä.....	33
9.4	Voimatasojen eroavaisuudet liikkeissä harjoittelujakson jälkeen	34
10	POHDINTA.....	36
10.1	Tulosten tarkastelu	36
10.2	Luotettavuuden toteutuminen	37
11	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	39
	LÄHTEET.....	40
	LIITTEET	
	Liite 1. Tiedote tutkimukseen osallistuville	
	Liite 2. Harjoitusohjelma	
	Liite 3. Sanasto	

1 JOHDANTO

Olkapääkipu on yksi yleisimmistä tuki- ja liikuntaelinvaivoista. Kansaneläkelaitoksen sairauspäiväraha-kausista kolmannes ovat tuki- ja liikuntaelinsairauksia (Viikkari-Juntura & Varonen 2007). Mini-Suomi tutkimuksen mukaan olkapääkipua koki viimeisen kuukauden aikana 30 % yli 30-vuotiaista suomalaisista sekä 8,8 % koki olkapään toiminnan alentumista. Lisäksi olkapääkipujen esiintyvyys eliniän aikana on 46,8 % väestöstä ja iän myötä kipujen esiintyvyys kasvaa. (Viikkari-Juntura E & Nykyri E 2000, 23.)

Normaali olkapääntoiminta on tärkeää jokapäiväisissä arkisissa toimissa. Olkapää on yksi haastavimmista alueista kuntoutuksen kannalta sen monimuotoisen anatomian ja biomekaniikan takia. Olkapääkipua voivat aiheuttaa useat eri tekijät joten on tärkeää osata kliinisesti todentaa mistä tekijästä kipu aiheutuu. Kivun syitä ovat muun muassa kiertäjäkalvosimen jännepatologia, olkanivelen instabiliteetti, jäykkyys, olkasolisluniveli ja heijasteoireet. Olkanivelen ahtaus, jossa kiertäjäkalvosimen jänteet jäävät pinnettiin kulkiessaan coracoacromiaalisen kaaren alta, on yleisin olkapään toimintakykyä alentava ongelma. Olkapään fysiologiaan ja biomekaniikkaan perustuen on tullut käytäntöön erilaisia tapoja toteuttaa kuntoutusta. Kuitenkaan tutkimusten perusteella ei ole saatu todennettua parasta mahdollista tapaa toteuttaa kuntoutusta. Kuntoutuksen tavoitteena on palauttaa olkapään normaali aktiivinen ja passiivinen liikelaajuus, lapaluun kontrollin parantaminen, normaali yläraajan lihasvoima ja lihastasa-paino. (Brukner & Khan, 2000, 353–356.)

Olkapäävammojen riskitekijöistä tiedetään vähän, mutta on ehdotettu että aikaisemmillä vammoilla, sukupuoli ja heikoilla lapa-rintakesäliitoksen stabilisaattoreilla olisi merkitystä vammamekanismeissa. Tieteellistä näyttöä vammojen ennaltaehkäisystä ei ole, mutta on vakiintunut tietynlaisia toimintamalleja joilla ajatellaan olevan ennaltaehkäisevää ja kuntouttavaa vaikutusta. Olkapäätä stabiloivia lihaksia voidaan harjoittaa ennaltaehkäisevillä harjoitusohjelmilla. Tavanomaiseen olkapään harjoitusohjelmaan kuuluu voimaharjoittelu, ki-neettisen ketjun neuromotorinen kontrolli ja liikkuvuuksien ylläpito. (Bahr 2012, 55–56.)

Olkapään elevaatio-suunnan voimaharjoittelussa on yleisesti käytetty ylöstyöntötyyppisiä harjoitteita. Tätä liikettä esiintyy useissa jokapäiväisissä toiminnoissa sekä monissa urheilulajeissa. Olkanivelen elevaatio abduktiossa on pääasiallisesti m. deltoidea ja m. supraspinatuksen tuottama liike. Näiden lihasten yhteistoimintaa on olkapään abduktioliikkeessä tutkittu laajalti. (Andrews 2004, 518.)

Elektromyografialla (EMG) pystytään mittaamaan lihaksissa tapahtuvia sähköisiä aktiiviteettia. EMG:n yleisiä käyttötarkoituksia ovat lihassairauksien tutkimus, erilaiset kiputilat, liikkeenhallinnan ongelmat sekä urheilulääketieteellinen käyttö. (Mondelli & Areni 2014). EMG-aktiivisuuden suhdetta voimantuottoon on tutkittu mutta tutkijat ovat eri mieltä siitä onko suuri aktiivisuus suoraan verrannollinen suureen voimantuottoon vai ei. (Kuriki & Azevedo 2012) Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla olkapään kolmen eri elevaatioliikkeeseen osallistuvien lihasten EMG-aktiivisuuksia toisiinsa ja tutkia onko aktiivisuuksilla suhde lisääntyneeseen voimantuottoon kuuden viikon harjoitusintervention jälkeen.

2 OLKAPÄÄN TOIMINNALLINEN ANATOMIA

2.1 Anatomia

M. deltoidea on kolmiomainen lihas, jonka etummaisat säikeet lähtevät anterioriselta ja superioriselta claviculan lateraalikolmannekselta. Keskimmäiset säikeet lähtevät acromionin lateraaliselta ja superioriselta pinnalta. Takimmaisat säikeet lähtevät spina scapulan inferioriselta reunalta. Nämä säikeet ydistyvät inferiorisesti yhtenäiseksi jänteeksi, joka kiinnittyy tuberculum deltoidea humeriin lateraalisesti. Lihas saa hermotuksensa axillaarihermolta C5 ja C6. Lihaksen eri osat voivat aktivoitua itsenäisesti tai yhtäaikaisesti. Etummaisat säikeet avustavat m. pectoralis majoria olkanivelen adduktiossa ja sisärotaatiossa. Keskimmäiset säikeet toimivat vahvana abductorina m. supraspinatuksen kanssa. Takimmaisat säikeet toimivat m. latissimus dorsin ja m. teres majorin kanssa olkanivelen extensiossa ja ulkorotaatiossa. (Standring 2008, 809–810.)

M. subscapularis on kookas kolmiomainen lihas joka täyttää fossa subscapulariksen. Sen mediaalinen kaksi kolmannesta lähtee scapulan costaalipinnan periostista. Loput säikeet lähtevät jänteisistä intramusculaarisista väliseinistä ja

aponeuroosista joka peittää lihaksen ja erottaa sen m.teres majorista ja m.triceps brachiin caput longumista. Säikeet yhtyvät lateraalisesti leveäksi jännteeksi joka kiinnittyy tuberculum minus humeriin ja olkanivelen etukapseliin. Lihäs saa hermotuksensa ylemmältä ja alemmalta subscapularishermolta C5 ja C6. M. subscapularis on olkanivelen sisärotaattori. Yhdessä m. supraspinatuksen, m. infraspinatuksen ja m. teres minorin kanssa se stabiloi humeruksen päätä fossa glenoidaleen olkapään liikkeiden aikana. (Standring 2008, 812.)

M. infraspinatus on paksu kolmiomainen lihas, joka peittää suurimman osan fossa infraspinatuksesta. Sen säikeet lähtevät fossa infraspinatuksen mediaalisesta kahdesta kolmanneksesta sekä fascia infraspinatuksen syvältä pinnalta, joka erottaa sen m.teres majorista ja –minorista. Säikeet yhdistyvät jännteeksi joka liikuu spina scapulaen lateraalisen reunan alla sekä ohittaa olkanivelen takakapselin kiinnittyen tuberculum majuksen keskiosaan. Lihäs saa hermotuksensa subscapularishermolta C5 ja C6. M. infraspinatus on olkanivelen ulkorotaattori. Yhdessä m. supraspinatuksen, m. subscapulariksen ja m. teres minorin kanssa se stabiloi humeruksen päätä fossa glenoidaleen olkapään liikkeiden aikana. (Standring 2008, 812.)

M. teres minor on kapea pitkänomainen lihas, joka lähtee scapulan dorsaalipinnan lateraalista yläpinnalta sekä kahdesta aponeuroosista jotka erottavat sen m.infraspinatuksesta ja m.teres majorista. Säikeet kiinnittyvät tuberculum majuksen alimpaan pintaan. Lihäs saa hermotuksensa axillarihermolta C5 ja C6. M. teres minor on olkanivelen ulkorotaattori ja heikko adductor. Yhdessä m. supraspinatuksen, m. infraspinatuksen ja m. subscapulariksen kanssa se stabiloi humeruksen päätä fossa glenoidaleen olkapään liikkeiden aikana. (Standring 2008, 813.)

M. supraspinatus lähtee fossa supraspinatuksen mediaalisesta kahdesta kolmanneksesta ja fascia supraspinosuksesta. Säikeet yhdistyvät jännteeksi acromionin alla joka kulkee olkanivelen yli ja kiinnittyy tuberculum majuksen ylimpään pintaan. Lihäs saa hermotuksensa suprascapularishermolta C5 ja C6. M. supraspinatus on olkanivelen abductor. Yhdessä m. infraspinatuksen, m. subscapulariksen ja m. teres minorin kanssa se stabiloi humeruksen päätä fossa glenoidaleen olkapään liikkeiden aikana. (Standring 2008, 812.)

M. biceps brachii on proximaaalisesti kaksipäinen lihas. Lihaksen lyhyt pää lähtee coracoideuksen apexista. Pitkä pää lähtee olkanivelen kapselistä, scapulan tuberculum supraglenoidalesta ja labrumista. Jänteet yhdistyvät ja kiinnittyvät tuberositas radiuksen posterioriseen osaan. Lihas saa hermotuksensa musculocutaneushermolta C5 ja C6. Lihas on vahva kyynärvarren supinaattori, se flexoi kyynärniveltä ja kevyesti flexoi olkaniveltä. (Standring 2008, 825–826.)

M. pectoralis major on paksu ja viuhkamainen lihas. Sen lähtökohdat ovat claviculan sternaalisen puoliskon anterioriselta pinnalta, sternumin anterioriselta pinnalta aina kuudennesta tai seitsemännestä costan rustojen tasolta, kuudennen costan sternaaliselta osasta ja m. externus obliquen aponeuroosista. Lihas yhdistyy ohueksi jänteeksi joka kiinnittyy intertubercular sulcuksen lateraaliseen harjaan. Lihas saa hermotuksensa lateraaliselta ja mediaaliselta pectoralishermosta C5-T1. M. pectoralis majorin kaksi osaa voivat toimia yhdessä tai erikseen. Lihas toimii humeruksen adductiossa ja mediaalirotaatioissa. Se liikuttaa extensoitua käsivartta eteen ja mediaalisesti, vastustetussa olkavarren extensiossa se toimii yhdessä m. latissimus dorsin, m. teres majorin ja deltoidean kanssa. (Standring 2008, 807–808.)

M. serratus anterior on lihasmatto, joka kiertää rintakehän mukaisesti. Sen lähtökohtia ovat kymmenen ylimmän kylkiluun anterosuperiorisilta pinnoilta. Lihas kulkee rintakehää pitkin ohittaen scapulan ventraalisesti ja kiinnityen scapulan margo medialikseen. Lihas saa hermotuksensa thoracicus longissimukselta C5-7. Lihas protraktoi scapulaa kaikissa kurotusta ja työntämistä vaativissa funktioissa. Deltoidean nostaessa kättä tiettyssä kulmassa scapulaan nähden, m. serratus anterior yhdessä m. trapeziuksen kanssa ne rotatoivat scapulaa jotta käden vertikaali nosto onnistuu. (Standring 2008, 811–812.)

2.2 Biomekaniikka

Olkaniivelessä on ihmiskehon suurin liikelaajuus, mutta nivelen luiset muodot ovat huonot stabiloimaan niveltä, jolloin muut rakenteet joutuvat luomaan stabiiliteetin. Näitä rakenteita ovat nivelkapseli, ligamentit, labrum glenoidale sekä ympäröivien lihasten neuromuskulaarinen kontrolli ja dynaaminen stabilointi, etenkin kiertäjäkalvosin lihasten osalta. (Andrews 2004, 34–35.)

Olkanivelen toiminnassa liikettä tapahtuu myös rintalasta-solisluunivelessä, olkalisäke-solisluunivelessä ja lapa-rintakehänivelessä. Olkanivelen liikkeitä ovat abduktio, adduktio, sisärotaatio, ulkorotaatio sekä fleksio ja ekstensio. Rintalasta-solisluunivelen liikkeitä ovat elevaatio, depressio, protraktio, restraktio sekä ulkorotaatio. Olkalisäke-solisluunivelen liikkeitä ovat ulko- ja sisärotaatio sekä mukautuu horisontaali ja sagittaalitasoon liikkeissä. Lapa-rintakehänivelen liikkeitä ovat elevaatio, depressio, retraktio, protraktio, ulko- ja sisärotaatio. (Neumann 2002, 96–104.)

Olkanivelen abduktio ja adduktio on perinteisesti määritelty humeruksen rotaationa frontalitasolla suhteessa sagittaalitasoon. Abduktioliikkeessä humeruksen pää kiertyy ylöspäin ja samanaikaisesti liukuu alaspäin. Adduktioliike käyttäytyy samalla, mutta päinvastaisella tavalla. Olkanivelen ollessa täydessä abduktiossa, 120° tulee olkanivelestä ja 60° lapa-rintakehänivelestä. Olkapään toimintaa arvioidessa usein käytetään olkanivelen abduktioliikettä frontaalitasolla. Yleisestä käytöstä huolimatta tämä liike ei ole kovin luonnollinen, mutta scapulaaritasossa (noin 35° anteriorisesti frontaalitasosta) suoritettuna liike on huomattavasti toiminnallisempi ja luonnollisempi. Frontaalitasossa suoritettussa abduktiossa humeruksen tuberculum major painaa subacromiaalitalassa olevia kudoksia coracoacromiaalista kaarta vasten. (Neumann 2002, 110–111.)

Fleksio ja ekstensio olkanivelessä on määritelty humeruksen rotaationa sagittaalitasolla mediaalisesti ja lateraalisesti akselinsa ympäri. Liikkeen tapahtuessa pelkästään sagittaalitasolla, artrokinematiikka sisältää pelkästään humeruksen pään kiertoliikkeen. Olkanivelen fleksioliikelaajuus on 120° frontaalitason etupuolella ja ekstensioliikelaajuus on $45\text{--}55^\circ$ frontaalitason takapuolella. (Neumann 2002, 112.)

Sisä- ja ulkorotaatio on määritelty humeruksen rotaationa horisontaalitasolla akselinsa ympäri. Ulkorotaatiossa humeruksen pää kiertyy posteriorisesti ja liukuu anteriorisesti fossa glenoidalessa. Artrokinematiikka sisärotaatiossa on samanlainen, mutta kierto ja liuku tapahtuvat päinvastaisesti. Olkanivelen sisärotaatioliikelaajuus on $75\text{--}85^\circ$ ja ulkorotaatioliikelaajuus on $60\text{--}70^\circ$ anatomisesta perusasennosta. (Neumann 2002, 113–114.)

Terveessä olkanivelessä on luonnollinen kinemaattinen rytmi olkanivelen abduktion ja laparintakehänivelen ulkorotaation aikana. Tätä liikeyhdistelmää kutsutaan scapulohumeraaliseksi rytmiksi. Rytmii tapahtuu suhteessa 2:1, jolloin jokaista olkapään kolmea abduktioastetta kohden kaksi astetta tulee olkanivelen abduktiosta ja yksi aste laparintakehänivelen ulkorotaatiosta. (Neumann 2002, 114.)

2.3 Impingement oireyhtymä

Kiertäjäkalvosimen ongelmien ajatellaan olevan suurin syy olkapään kipuihin ja toimintahäiriöihin. Impingement eli ahdasolkaoireyhtymä on yleisin toimintakykyä heikentävä vaiva joka pitää sisällään 44–65 % kaikista olkapääkivuista. (Phadke & al, 2010) Termi *impingement* kuvaa kipua olkapäässä joka aiheutuu mekaanisesta ahtaudesta kiertäjäkalvosimen jänteistössä niiden kulkiessa coracoacromiaalisen ligamentin alitse. Muita ligamentin alittavia rakenteita ovat subacromiaalinen bursa sekä m. biceps brachiiin caput longumin jänne. Hoitamatta jätettäessä ahtaus saattaa johtaa osittaiseen tai täydelliseen jänteistön ruptuuraan. (Khan & Nagy 2013) Tyypillinen impingementin aiheuttama kipualue paikallistuu olkapäähän anterolateraalisesti acromionista. Kipu saattaa heijastua myös olkavarren lateraaliosaan. (Dong & Goost 2015)

2.3.1 Luokittelu

Subacromiaalinen impingement yleisimmin kehittyy jatkuvan mekaanisen prosessin seurauksena jossa kiertäjäkalvosimen jänteistö jatkuvasti kompressoituu kulkiessaan coracoacromiaalisen kaaren alta ja näin siihen aiheutuu mikrotraumoja (Khan ym. 2013). Primaarisessa impingementissä olkanivelen rakenteissa on ahtauttavia tekijöitä kuten acromionin poikkeava luinen rakenne tai osteofyyttimuodostuma. Tätä tilaa tavataan useimmin ikääntyneemmällä väestöllä. Sekundaarisessa impingementissä lapa- ja olkaluuta kontrolloivissa lihaksissa on heikkoutta mikä altistaa scapulohumeraalisen rytmien häiriölle. Tästä syystä lapaaluun epäsuhtaiset liikkeet saattavat ahtauttaa lihas ja -jännerakenteita (Brukner & Khan 2012, 354–355.). Käden ollessa abduktoituna tai rotatoituna sisäänpäin subacromiaalinen tila pienenee ja kiertäjäkalvosimen jänteistön kompressio lisääntyy. M. supraspinatus on läheisimmässä kontaktissa olkalisäkkeen etualakulmaan olkavarren ollessa 90° abduktiossa ja 45° si-

särotaatiossa. Oireileva henkilö pyrkii yleisesti ulkorotatoimaan olkaniveltä oireiden lievittämiseksi. Charles Neer luokitteli impingementin kolmeen eri luokkaan:

Ensimmäiseen luokkaan kuuluu akuutti inflammaatio, ödeema tai verenvuoto kiertäjäkalvosimen jänteessä. Tila esiintyy yleensä alle 25-vuotiailla potilailla ja on useimmin hoidettavissa konservatiivisesti.

Toiseen luokkaan kuuluu 25–40-vuotiailla esiintyvä toistuvat ensimmäisen vaiheen oireilut. Jänteistö turpoaa ja on näin alttiimpi kompressiolle. Tässä vaiheessa jänteistöön tulee fibroosia ja tendiniittiä.

Kolmas luokka on yleisintä yli 40-vuotiailla. Jänteessä nähdään mekaanisen hankauksen aiheuttama osittainen tai täydellinen ruptuura. Coracoacromiaalisessa kaaressa voi olla osteofyyttimuodostumaa mikä pienentää myös subacromiaaltilaa. (Khan & al. 2013)

Impingement voidaan myös jakaa ahtauden sijainnin mukaan eksternaaliseen ja internaaliseen impingementiin. Externaalisessa impingementissä ahtautuminen tapahtuu subacromiaaltilassa. Internaalisessa impingementissä ahtaus tapahtuu olkanivelen takaosassa osan kiertäjäkalvosimen jänteiden jäädessä puristuksiin olkakuopan ja olkaluun pään väliin. Internaalista impingementiä tapahtuu pääsääntöisesti heittolajien harrastajilla (Brukner & Khan 2012, 354–355.)

2.3.2 Hoito

Päätavoitteena impingementin hoidossa on kivunlievitys sekä korjata mekaaninen ongelma joka aiheuttaa olkapään toimintahäiriön. Hoitostrategia vaihtelee Neerin esittämien luokkien mukaisesti. Alkuvaiheessa impingementin hoito on pääsääntöisesti konservatiivista kuten olkapäätä ympäröivien stabiloivien lihasten vahvistamista harjoitusterapian keinoin. Muita nonoperatiivisia hoitokeinoja ovat muun muassa manuaalinen terapia, kinesioiteippaus, paikalliset kortikosteroidi-injektiot, NSAID-lääkkeet, ultraääni ja akupunktio. (Dong ym. 2015)

Nonoperatiivisista hoitokeinoista harjoitusterapia on osoittautunut vaikuttavimmaksi (Dong ym. 2015). Desmeulesin ja muiden (2003) tekemän systemaattisen katsauksen mukaan ei voida todeta tietynlaisen harjoitusterapian olevan tehokkaampaa kuin toisen. Kuitenkin Holmgrenin ja muiden (2012) tekemän satunnaistetun vertailututkimuksen mukaan 12 viikon kohdennetulla harjoittelulla saavutettiin parempia tuloksia kuin kohdentamattomalla.

3 LIHASTEN VOIMANTUOTTO JA HARJOITTAMINEN

Voimaharjoittelu määritellään yleisesti harjoittelumuotona, jossa kehon lihakset pyrkii liikuttamaan vastustavaa voimaa. Lihaksilla on kolme peruslihastyötapaa, joita ovat konsentrisen-, eksentrisen- ja isometrisen lihastyötapaa. Konsentrisessä lihastyötavassa lihaksen pituus lyhenee. Eksentrisessä lihas jännittyy ja siinä tapahtuu lihaksen pituuden pidentymistä. Isometrisessä lihas on aktivoitu ja se tuottaa voimaa, mutta nivelessä ei tapahdu havaittavaa liikettä.

Toisto on yksi harjoitteen kokonainen liike. Se normaalisti koostuu kahdesta osasta konsentrisestä lihastyöstä, jossa tapahtuu nosto tai vastustus ja eksentrisestä lihastyöstä tai vastuksen laskemisesta.

Sarja on joukko toistoja jotka suoritetaan ilman pysähtymistä tai lepoa. Sarja voi koostua eri määrästä toistoja. Tyypillisesti voimaharjoittelussa on yhdestä viiteentoista toistoa. Toistomaksimi (RM, repetition maximum) on suurin mahdollinen määrä toistoja, jotka voidaan suorittaa puhtaalla nostotekniikalla käyttäen tiettyä vastusta. Raskainta vastusta jota voidaan käyttää yhden puhtaan toiston suorittamiseen, kutsutaan 1RM. (Fleck & Kraemer 2004, 4–5.)

Voima on suurin mahdollinen lihastyö jonka lihas tai lihas ryhmä pystyy tuottamaan tietyllä liikeradalla ja tietyllä liikenopeudella. (Knuttgen, Kraemer 1987) Teholla kuvataan työhön käytettyä aikaa. Teho määritellään jakamalla tehty työ siihen kuluneella ajalla. Tehoa voidaan lisätä toistossa lisäämällä toiston nopeutta tai vastuksen lisäämistä samalla liikenopeudella. (Fleck & Kraemer 2004, 5.)

Nousujohteisella voimaharjoittelulla pyritään jatkuvasti lisäämään lihakseen kohdistuvaa kuormitusta, koska lihas adaptoituu kestävyys ja suurempaan voimantuottoon. Tyypillisin tapa lisätä kuormitusta on toistomäärien lisääminen.

Kuormitusta voidaan myös lisätä sarjojen määrällä, suuremmalla vastuksella, toistonopeudella, lepoajan muutoksilla tai harjoitusohjelman muutoksella. (Fleck & Kraemer 2004, 7–8.)

Lepojaksot sarjojen, harjoitusliikkeiden ja harjoituskertojen välillä ovat tärkeitä jokaisen harjoitusohjelman onnistumisessa. Lepojakson pituus vaikuttaa palautumiseen sarjojen ja harjoitusten välillä sekä harjoituskertojen hormonaaliseen vasteeseen. Usein käytetty palautumisaika harjoitetulle lihasryhmälle on yksi vuorokausi. (Fleck & Kraemer 2004, 8.) Tässä tutkimuksessa tutkittavia ohjeistettiin pitämään vähintään vuorokauden lepojako harjoitusten välillä. Sarjoissa pystyttiin ylläpitämään voimantuottoa parhaiten kun taukojen pituus sarjojen välillä oli 3 tai 5 minuuttia verrattuna 1 minuutin taukoihin. Kuitenkin 30–60 sekunnin tauoilla saattaa olla parempi lopputulos hypertrofiaa ajatellen, sillä se lisää akuuttia kasvuhormonituotantoa. (Salles & Simao 2009) Tässä tutkimuksessa käytettiin sarjojen välillä 2 minuutin lepojakoja ajatuksena valita näiden kahden edellä mainitun vaihtoehtojen väliltä.

Tässä tutkimuksessa harjoitusohjelma jaettiin kahteen kolmen viikon jaksoon eli yhteensä kuuden viikon harjoitteluohjelmaan. Harjoitusohjelmaan kuului kunkin ryhmän harjoitteluliike jota harjoitettiin kaksi kertaa viikossa. Rhea ja muiden (2003) meta-analyysissä todettiin harjoitelleilla henkilöillä voimantuoton kehittymisen olevan suurinta harjoitellessa kahdesti viikossa. Harjoitusliikkeen toistoiksi valittiin 12 toistoa ensimmäisen kolmen viikon jaksolle ja 8 toistoa viimeisen kolmen viikon jaksolle, jotta harjoitusohjelma olisi nousujohteinen ja lihasten adaptaatiota harjoitteluun ei syntyisi. Sarjoja tehtiin neljä kappaletta yhdellä harjoituskerralla. Alle vuoden harjoitelleilla yksilöillä vastuksen ollessa 60 % 1RM ja sarjojen ollessa neljä, voiman lisääntyminen oli suurinta kun harjoiteltiin kolme kertaa viikossa. Yli vuoden harjoitelleilla yksilöillä vastuksen ollessa 80 % 1RM ja sarjojen ollessa neljä, voiman lisääntyminen oli suurinta kun harjoiteltiin kaksi kertaa viikossa. (Rhea ym. 2003)

4 TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoitus on mitata tutkimusryhmien olkapäänlihasten EMG-aktiivisuutta kolmessa eri harjoitteessa ja verrata aktiivisuus- ja voimatasoja harjoittelujakson jälkeen. Tutkimusryhmät muodostuvat terveistä mieshenkilöistä. Tutkimusongelmat olivat seuraavat:

1. Kuinka suuri lihasaktiivisuus mitattavissa lihaksissa on military press liikkeessä?
2. Kuinka suuri lihasaktiivisuus mitattavissa lihaksissa on yhdenkäden pystypunnerruksessa?
3. Kuinka suuri lihasaktiivisuus mitattavissa lihaksissa on kahdenkäden pystypunnerruksessa?
4. Kuinka lihasaktiivisuudet eroavat mitattavien lihasten osalta harjoitusliikkeiden välillä?
5. Kuinka paljon voimatasot eroavat harjoittelujakson jälkeen liikkeiden välillä?

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

5.1 Kvantitatiivinen kokeellinen tutkimus

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa korostetaan syyn ja seurauksen suhdetta toisiinsa (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 135.). Tässä tutkimuksessa selvitettiin kokeellisesti olkapään elevaatioon osallistuvien lihasten EMG-aktiivisuuksien eroavaisuuksia eri harjoitteissa sekä aktiivisuuksien suhdetta lisääntyneeseen voimantuottoon harjoitusjakson jälkeen. Tutkimusmenetelmänä tässä tutkimuksessa käytettiin kvantitatiivista kokeellista pitkittäistutkimusta. Pitkittäistutkimuksessa tarkastellaan jonkin ilmiön muuttumista tietyn aikavälin sisällä (Jyväskylä & Teirilä 2001, 14). Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin lihasvoiman muutosta kuuden viikon harjoittelujakson jälkeen.

Kvantitatiivisessa tutkimuksessa keskeistä ovat johtopäätösten tekeminen jo olemassa olevista tutkimuksista, aiemmat teoriat sekä käsitteiden määrittäminen. Ammattikorkeakoulun opinnäytetöiden tehtävänä on tuottaa työelämää

edistävää soveltavaa tutkimustoimintaa (Ammattikorkeakoululaki 932/2014, 4 §). Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää tiettyjen kuntoutuksessa käytettävien harjoitusliikkeiden tehokkuutta. Mittausjärjestelyistä ja aineiston keruusta luodaan suunnitelmat jossa aineisto voidaan esittää määrällisenä tai numeerisena. Muuttujista muodostetaan taulukko ja saatu aineisto muutetaan tilastollisesti käsiteltävään muotoon. (Hirsjärvi ym. 2009, 141.) Kvantitatiiviseen tutkimukseen kuuluu aineiston tarkka rajaaminen, yksiselitteinen toistettavuus eli reliabiliteetti on suuri ja tutkimuksessa mitataan sitä mitä halutaan mitattavan (validiteetti) (Jyväsjärvi & Teirilä 2001, 14).

5.2 Elektromyografia (EMG)

Elektromyografialla voidaan mitata lihasten sähköistä aktiiviteettiä, arvioida ja rekisteröidä lihasten aktiopotentiaaleja. Sähköinen aktiiviteetti lihaksiin lähtee isoivojen motoriselta alueelta, josta se jatkaa motorisia hermorakenteita pitkin supistettavaan lihakseen. Elektromyografia rekisteröi lihassolukalvolla tapahtuvat aktiopotentiaalit, jotka leviävät ympäröiviin rakenteisiin luoden sähkövirran ja elektromagneettisen kentän. Nämä voidaan havaita iholle asetettujen tai lihaksen sisälle asetettavien EMG-elektrodien avulla (kuva 1). (Ahtiainen & Häkkinen 2007, 125–127.)

Elektromyografiasta saatu signaali voidaan rekisteröidä lihaksista elektrodien avulla joko invasiivisesti tai noninvasiivisesti. Invasiivisella menetelmällä elektrodit asetetaan tutkittavan lihaksen sisään. Tässä menetelmässä käytetään neula- ja lankaelektrodeja. Noninvasiivisella menetelmällä elektrodit asetetaan tutkittavan lihaksen pinnalle käyttämällä pintaelektrodeja tai vaatteisiin integroituja elektrodeja. Tässä tutkimuksessa käytettiin noninvasiivisesti pintaelektrodeja. (Kauranen & Nurkka 2010, 307–310.)

Pintaelektrodit asetetaan mitattavan lihaksen päällä olevan ihon pinnalle. Elektrodit pyritään asettelemaan puoleenväliin distaalisen jänteen alkamiskohtaa ja motorisen hermon hermopäätettä. Ennen elektrodien asettelua on iho ensin valmisteltava elektrodien tarttuvuuden ja ihon impedanssin vähentämiseksi. Iholta poistetaan karvat esimerkiksi partahöylällä, iho kuoritaan hiomapaperilla kuollut pintasolukko ja putsataan rasva ja epäpuhtaudet alkoholipitoisella puhdistusaineella mittauskohdista. (Kauranen & Nurkka 2010, 307–309.)



Kuva 1. EMG-laite

5.3 Dynamometri

Dynamometri on yleisimpiä lihasvoimaa mittaavia laitteita jolla voidaan mitata lihaksen tuottamaa voimaa ja vääntömomenttia. Mittauksessa käytetään venymäliuska-antureita, jotka aistivat venytys- ja puristusvoimia. Anturi laskee siihen kohdistuvat voimat ja ilmoittaa ne laitteen näytölle numeerisena arvona. (Kauranen & Nurkka 2010, 280–281.) Lihasvoiman mittaamisessa käytimme Newtest Force -dynamometriä (Newtest Oy, Oulu, Finland). Dynamometriä käytettiin alku- sekä loppumittauksissa ilmoittamaan kuuden viikon harjoitusjakson tuomaa muutosta maksimaalisessa isometrisessä voimantuotossa (kuva 2).



Kuva 2. Dynamometri

5.4 MVIC

MVIC eli maksimaalinen tahdonalainen isometrinen voimantuotto (Maximal voluntary isometric contraction) voidaan mitata erilaisilla voimadynamometreillä. Niillä saadaan mitattua erittäin tarkasti lihaksen tai lihasryhmän voimantuottoa halutulla nivelkulmalla (Keskinen & Häkkinen 2004). MVIC on yleinen tapa

luoda vertausarvo lihasaktivaatiotasolle olkapään EMG-datan normalisoinnissa (Boettcher & Ginn 2008). Isometrisen voimantuoton mittausetuja ovat toistettavuus, turvallisuus ja helppo suoritettavuus, lihas spesifisyys eivätkä ne vaadi testattavalta erityistä taitoa. Ensimmäisen kahden sekunnin aikana kyetään tuottamaan noin 90 % maksimivoimatasosta. Testauksessa testattava henkilö tuottaa niin paljon voimaa liikkumatonta kohdetta vastaan kuin on mahdollista. Isometrisessä voimantuottotestauksessa tulee ottaa huomioon nivelkulman vakiointi, joka määritetään yleensä goniometrin avulla. Testeissä pyritään käyttämään niitä nivelkulmia, joissa lihasten voimantuotto on suurinta. (Keskinen & Häkkinen 2004) Boettcherin ja Ginnin mukaan olkapään MVIC-testaukseen ei ole standardoituja tekniikoita. Kun tarkoituksena on pystyä ylläpitämään suurta aktivaatiotasoa lihaksissa usean sekunnin ajan, on suositeltavaa, että suoritusten välissä pidetään alle minuutin tauko. (Fleck & Kraemer 2004, 8.) Tästä syystä mitattaessa MVIC:tä käytimme suoritusten välissä kolmenkymmenen sekunnin lepojaksoja.

Tässä tutkimuksessa maksimaalinen isometrinen lihastyö mitattiin voimadynamometrillä joka oli kiinnitetty kuormaliinoilla tutkittavan alla olevan step-laudan ja tutkittavan pitelemän kahvan väliin.

Mittaustilanteessa tutkittavaa pyydettiin nousemaan steppi-laudalle ja hänelle ojennettiin mittauksessa käytettävä kahva. Olka- ja kyynärpäiden nivelkulmat tarkistettiin goniometrillä. Tutkittava ohjeistettiin ottamaan tutkimusliikkeen alkuasento komennolla "ASENTO". Kolmen sekunnin pituinen työskentelyvaihe aloitettiin komennolla "PAIKOILLANNE, VALMIIT, PAINA!" Tutkittavaa kannustettiin toistamalla "PAINA" komentoa kolmen sekunnin ajan jonka jälkeen mitaus pysäytettiin komennolla "SEIS". Tämän jälkeen pidettiin minuutin tauko ja suoritettiin kaksi seuraavaa mittausta edellä kuvatulla tavalla. Mittausliikkeiden välillä pidettiin kahden minuutin tauko jonka aikana toinen tutkijoista vaihtoi käytettävää kahvaa. Tutkittavalta tiedusteltiin mittausliikkeiden välillä oliko mahdollisia epämiellyttäviä tuntemuksia ilmaantunut. (Tarkempi kuvaus mittausliikkeistä sivuilla 23–25)

6 KOEHENKILÖIDEN VALINTA JA TAUSTATIEDOT

Tutkimuksen koehenkilöt koostuivat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun naprapaattilinjan miespuolisista opiskelijoista, joilla oli taustalla aikaisempaa kuntosaliharjoittelua. Koehenkilöt rekrytoitiin suullisesti ammattikorkeakoulun luentotilaisuudessa jossa tutkimus esiteltiin sekä kerrottiin sisäänotto- ja poissulkukriteerit. Tässä tilaisuudessa ilmoittautuneille jaettiin informaatiolomake tutkimuksen tarkemmasta kulusta. Sisäänottokriteereinä oli, että henkilö oli miespuolinen, iältään 18–32-vuotias ja perusterve. Poissulkukriteereinä olivat mahdollisesti tutkimukseen epäsuotuisasti vaikuttavat tekijät kuten flunssa- ja kuumesairaudet, diagnosoitu yleistä toimintakykyä laskeva perussairaus ja kolmen kuukauden sisällä ennen tutkimusta tapahtunut olkapään hoitoa vaatinut vamma.

Tutkimuksen perusjoukkona toimivat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun naprapaattilinjan miespuoliset opiskelijat joista jokaisella oli vähintään vuoden harjoittelutausta. Otos edustaa osaa perusjoukosta, jolla voidaan saada kokonaiskuva koko perusjoukosta. Tästä perusjoukosta valittiin otokseksi yhdeksän miespuolista koehenkilöä (N=9). (Vilka 2014, 56.) Tutkimuksessa käytettiin kiintiöotantaa, jossa perusjoukko jaettiin aluksi luokkiin joidenkin mitattavien ominaisuuksien mukaan (taulukko 1.). (Holopainen & Pulkkinen 2014, 36–37.) Tässä tutkimuksessa perusjoukko jaettiin kolmeen eri ryhmään harjoitusliikkeiden mukaisesti, jolloin jokaiseen ryhmään kuului kolme otantayksikköä. Koehenkilöt poimittiin käyttämällä harkinnanvaraista otantaa sisäänottokriteerit täyttäneistä vapaaehtoisista perusjoukon henkilöistä. Harkinnanvaraisessa otannassa yksiköiden poiminta tapahtuu harkitusti kuitenkin pyrkimyksenä mahdollisimman objektiivinen ja tasapuolinen tulos. Tämä menetelmän käyttö edellyttää aihealueen ja perusjoukon tuntemista. (Holopainen & Pulkkinen 2014, 36.)

Taulukko 1. Koehenkilöiden taustatiedot

Henkilö	Ikä	Pituus	Paino
Henkilö 1	23	177	72
Henkilö 2	28	181	81
Henkilö 3	25	177	76
Henkilö 4	26	183	89
Henkilö 5	32	169	88
Henkilö 6	25	187	81
Henkilö 7	30	187	82
Henkilö 8	26	182	93
Henkilö 9	28	188	102

7 MITTAUSTEN TOTEUTUS

7.1 Mittausvalmistelut ja -protokolla

Mittausvalmistelut aloitettiin varaamalla laitteet ja tutkimustilat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun naprapatian opetustiloista. Mittaukseen tarvittavia EMG-elektrodeja tilattiin etukäteen tarvittava määrä. Tutkimukseen osallistuville informoitiin mittauksen ajankohta sekä mittaukseen valmistautumiseen liittyvät ohjeet. Yhtä tutkittavaa varten varattiin puolitoista tuntia mittausaikaa. Mitattavien tuli saapua mittaukseen hyvin levänneenä sekä urheiluvaatteissa. Mittauspäivänä urheilun harrastaminen ennen mittausta oli kielletty.

Ennen mittauksia laitteiston toimivuus ja välineiden kunto tarkastettiin. Mittaus-tila valmisteltiin mittaukseen tarvittavalla tavalla. Mittauksen alussa tutkittavilta mitattiin pituus ja paino, jonka jälkeen suoritettiin ohjattu alkulämmittely levytangolla. Lämmittelyliikkeitä olivat pystypunnerrus sekä hauiskääntö. Alkulämmittelyn jälkeen iho valmisteltiin elektrodeja varten ja elektrodit aseteltiin paikoilleen. Elektrodien asettelun jälkeen suoritettiin EMG-normalisointi ja dynamometrillä suoritettavat mittausliikkeet. Mittausten jälkeen elektrodit irrotettiin jonka jälkeen siirryttiin kuntosaliin katsomaan harjoitusliikkeen suorittaminen ja siihen vaadittavan vastuksen määrittäminen ensimmäiselle harjoitusperiodille. Tutkimuksen kulku on esitetty kuvassa 3.




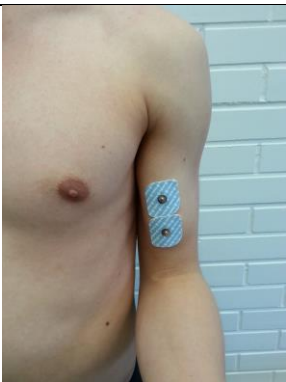
Kuva 3 Tutkimuksen kulku

7.2 Elektrodiasettelu

Mittauksessa käytettävien elektrodien asettelu suoritettiin Cramin ohjeistuksen mukaan (taulukko 2.). Elektrodiasettelua harjoiteltiin koemittauksien yhteydessä. Mittauksissa käytettiin Ambu WhiteSensor 4831Q ECG -elektrodeja. Tutkimukseen valittiin seurattavaksi seuraavat lihakset: m. serratus anterior, m. deltoidea, m. infraspinatus ja m. biceps brachii. Elektrodit asetetaan kahden senttimetrin päähän toisistaan. (Cram 1998)

Taulukko 2. Elektrodiasettelu

<p style="text-align: center;">M. serratus anterior</p> <p>Testattava flexoi olkavartta vastustetusti. Samalla palpoidaan lihaskontraktio m.lattissimus dorsin anterioriselta puolelta scapulan alakulman tasolta. Elektrodit asetellaan horisontaalisesti kainalon alle scapulan alakulman tasolle.</p>	 <p>Kuva 4. M. serratus anterior elektrodiasettelu</p>
---	---

<p>M. infraspinatus</p> <p>Palpoidaan spina scapulae ja asetetaan elektrodit sen suuntaisesti, neljän senttimetrin päähän inferiorisesti. Elektrodit asetetaan fossa infrascapulariksen päälle.</p>	 <p>Kuva 5. M. infraspinatus elektrodiasettelu</p>
<p>M. deltoidea</p> <p>Palpoidaan clavicula ja elektrodit asetetaan neljän senttimetrin päähän siitä lihassyiden suuntaisesti.</p>	 <p>Kuva 6. M. deltoidea elektrodiasettelu</p>
<p>M. biceps brachii</p> <p>Testattava flexoi kyynärvarrtaan supinaatiossa. Palpoidaan lihasmassa ja asetetaan elektrodit lihasmassan keskelle lihassyiden suuntaisesti.</p>	 <p>Kuva 7. M. biceps brachii elektrodiasettelu</p>

7.3 Koemittaukset

Ennen varsinaisia mittauksia suoritettiin koemittaukset jossa päätavoitteena oli harjoitella mittausprotokollan täydellistä läpiviemistä sekä tarkastella mahdollisia virhetekijöitä ja näin lisätä mittauksen luotettavuutta. Koemittaukset suoritettiin 13.11.2015 Kymenlaakson ammattikorkeakoulun naprapatian koulutusohjelman opetustiloissa.

Mittaukseen osallistui kaksi vapaaehtoista naprapatian opiskelijaa. Mittausten tarkoituksena oli havainnoida mittaukseen kuluva aikaa, harjoitella elektrodiaseteluja sekä EMG-laitteistoin ja siihen kuuluvan ohjelmiston käyttöä. Koemittauksissa havaittiin lihaskohtaisen EMG-signaalien toimivan käytännössä normalisoinnissa esitettävillä tavoilla. Voimadynamometrillä saatavista tuloksista havaittiin että tutkittava sai tuotettua suuremman voimatason vasta kolmannella tai neljännellä toistokerralla. Koemittauksissa huomattiin myös EMG-laitteen langattoman yhteyden käytössä tietokoneeseen huomattavia häiriöitä joten laitetta päätettiin käyttää kiinteän USB-johdon kanssa. Näin toimittaessa yhteys toimi moitteettomasti.

7.4 Luotettavuuden varmistaminen

Tässä tutkimuksessa mittausten luotettavuus huomioitiin tarkastelemalla lihasten sähköistä aktivaatiota useissa tutkimuksissa käytetyllä pinta-EMG-laitteella. Mittausvirheiden välttämiseksi mittaukset suunniteltiin ja valmisteltiin huolella. Koemittauksilla pidettiin huolta siitä että käytetyt mittaustavat mittasivat sitä mitä oli tutkimuksessa tarkoituskin selvittää. Varsinaiset mittaustilanteet suoritettiin samalla kaavalla ja tietyt mittauksen vaiheet olivat saman tutkijan suorittavana.


Tutkimuksen validiteetilla eli pätevyydellä varmistetaan että tutkimukselle asetetaan täsmälliset tavoitteet mitä tullaan mittaamaan. Se varmistetaan etukäteen huolellisella suunnitelulla ja tarkalla tiedonkeruulla. (Heikkilä 2010, 29–30.)

Tutkimuksen reliabiliteetilla tarkoitetaan tulosten tarkkuutta. Tällöin mittausten tulokset eivät saisi olla sattumanvaraisia. Luotettavalta tutkimukselta vaaditaan että se voidaan toistaa samanlaisella mittausmenetelmällä saaden samanlaiset mittaustulokset. Tutkijan tulee käyttäytyä tutkimuksen ajan tarkasti ja kriittisesti virheiden minimoimiseksi. Jotta tutkimustulokset olisivat luotettavat, on kohdeyhmän edustettava koko tutkittavaa perusjoukkoa. (Heikkilä 2010, 30–31.)

7.5 EMG-signaalin normalisointi

Normalisoinnissa mitattiin sekä oikean että vasemman puolen lihakset. Lihakset testattiin unilateraalisesti aloittaen aina oikean puolen lihaksesta. Lihakset testattiin järjestyksessä m. deltoideus, m.serratus anterior, m.infraspinatus ja m.biceps brachii. Kaikki normalisoinnit suoritettiin istuma-asennossa hyvässä ryhdissä jalkojen ollessa tukevasti lattissa (taulukko 3.). Normalisoinnit suoritti sama tutkija luotettavuuden varmistamiseksi.

Taulukko 3. EMG-signaalin normalisointi

<p style="text-align: center;">M.Deltoideuksen etuosa</p> <p>Testattava on istuma-asennossa. Kyyrnäknivel asetetaan 90° flexiokulmaan ja olkanivel 90° abduktiokulmaan. Testattava vastustaa testaajan tekemää adduktioliikettä tekemällä abduktiota. (Boettcher & Ginn 2008)</p>	 <p style="text-align: center;">Kuva 8. M. deltoideuksen etuosan elektrodiasettelu</p>
<p style="text-align: center;">M.Infraspinatus</p> <p>Testattava on istuma-asennossa. Kyyrnäknivel asetetaan 90° flexiokulmaan olkanivelen ollessa neutraaliasennossa. Testattavan tekemä työ on vastustaa testaajan tekemää sisärotaatiota tekemällä ulkorotaatiota. (Boettcher & Ginn 2008)</p>	 <p style="text-align: center;">Kuva 9. M. infraspinatuksen elektrodiasettelu</p>

M.Serratus anterior

Testattava on istuma-asennossa. Kyynärniveli asetetaan suoraksi ja olkaniveli 60° flexioon. Testattava vastustaa testajan tekemää olkanivelen extensioliikettä tekemällä flexiota. (Boettcher & Ginn 2008)



Kuva 10. M. serratus Anteriorin elektrodiasettelu

M.Biceps brachii

Testattava on istuma-asennossa. Kyynärniveli asetetaan 90° kulmaan vartalon vierelle kyynärvarsi supinaatiossa kämmenen osoittaessa ylöspäin. Testattava vastustaa testajan tekemää kyynärnivelen extensiota tekemällä flexiota.



Kuva 11. M.biceps Brachiin elektrodiasettelu

7.6 Alkumittaus

Military press. Testattava seisoo selkä suorana jalkojen ollessa hartioiden leveyisessä asennossa. Olkavarsien ollessa 90° flexiokulmassa ja kyynärnivelen ollessa 90° flexiokulmassa. Käsien asento vakioitiin lattiaan ja v-kahvan väliin asetetulla artikulaatio remmillä ja dynamometrillä, joilla saatiin tarvittava isometrinen vastus aikaiseksi. Testattava suoritti olkavarren flexion v-kahvaa vasten (kuva 12.).



Kuva 12. Military press

Yhdenkäden pystypunnerrus. Testattava seisoo selkä suorana jalkojen ollessa hartioiden leveyisessä asennossa. Olkavarren ollessa scaptiokulmassa 90° abduktiossa ja kyynärnivelen ollessa 90° flexiokulmassa. Käsien asento vakioitiin lattiaan ja kahvan väliin asetetulla artikulaatio remmillä ja dynamometrillä, joilla saatiin tarvittava isometrinen vastus aikaiseksi. Testattava suoritti olkavarren abduktion kahvaa vasten. Testattavalta mitattiin molempien käsien suoritus, ensimmäisenä oli testattavan dominoiva käsi (kuva 13.).



Kuva 13. Yhden käden pystypunnerrus

Pystypunnerrus tangolla. Testattava seisoo selkä suorana jalkojen ollessa hartioiden leveyisessä asennossa. Olkavarsien ollessa 90° abduktiokulmassa ja kyynärnivelen ollessa 90° flexiokulmassa. Käsien asento vakioitiin lattiaan ja tangon väliin asetetulla artikulaatio remmillä ja dynamometrillä, joilla saatiin tarvittava isometrinen vastus aikaiseksi. Testattava suoritti olkavarren abduktion tankoa vasten (kuva 14.).



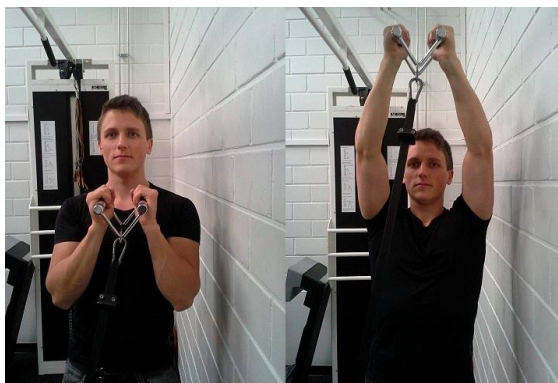
Kuva 14. Pystypunnerrus tangolla

7.7 Koeryhmän ohjaus

Alkumittauksessa suoritettujen EMG-mittaukset jälkeen tutkittava vietiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tiloissa sijaitsevaan kuntosaliin. Salissa ohjeistettiin tutkittavalle arvottu harjoitusliike ja määritettiin käytettävä vastusmäärä. Tutkittavalle selostettiin harjoitusohjelman sisältö ja kesto sekä annettiin harjoitusohjelma paperille tulostettuna. Ohjelmaan tuli merkitä päivämäärät milloin harjoitus on suoritettu. Päivämäärien merkinnän tarkoituksena oli helpottaa aikataulussa pysymistä sekä motivoida harjoittelemaan ohjelman mukaisesti.

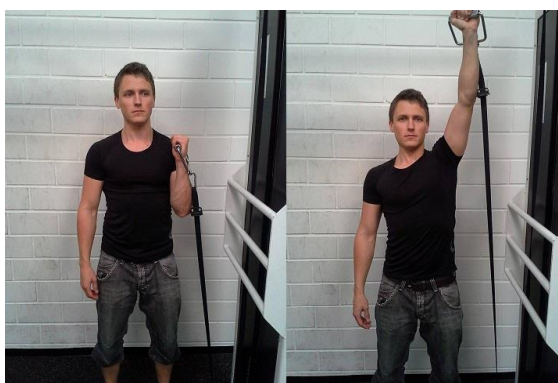
7.8 Harjoitteluliikkeet

Military press. Liikkeen alkuasennossa seisotaan paikallaan, jalkojen ollessa noin hartioden levyisessä asennossa. V-kahvaa pidetään hartioden tasolla vartalon edessä. Suoritus tapahtuu punnertamalla vastus kohtisuoraan ylöspäin suorille käsille samalla hengittäen ulos. Liike palautetaan hitaasti alas samalla sisään hengittäen (kuva 15.).



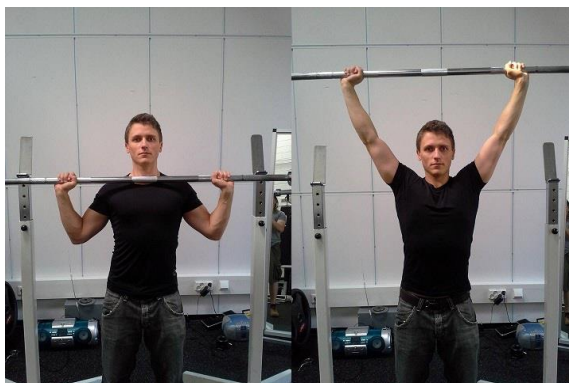
Kuva 15. Military press

Yhdenkäden pystypunnerrus. Liikkeen alkuasennossa seisotaan paikallaan, jalkojen ollessa noin hartioiden levyisessä asennossa. Vastusta pidetään myötötteellä hartioiden tasossa vartalon edessä. Suoritus tapahtuu punnertamalla vastus suoralle kädelle kohtisuoraan ylöspäin hengittäen samalla ulos. Liike palautetaan hitaasti alas hengittäen samalla sisään (kuva 16.).



Kuva 16. Yhden käden pystypunnerrus

Pystypunnerrus tangolla. Liikkeen alkuasennossa seisotaan paikallaan selkä suorana, jalat noin hartioiden levyisessä asennossa. Tangosta otetaan myötöte ja tuetaan tanko rintakehän yläosaa vasten. Suoritus tapahtuu tankoa ylöspäin punnertamalla suorille käsivarsille hengittäen samalla ulos. Liike palautetaan hitaasti alas hengittäen samalla sisään (kuva 17.).



Kuva 17. Pystypunnerrus tangolla

7.9 Loppumittauksen suunnittelu ja toteutus

Loppumittaukset suoritettiin kuuden viikon harjoittelujakson jälkeen samoissa tiloissa ja samalla protokolalla kuin alkumittaukset suoritettiin. Loppumittauksesta jäi pois harjoitteluliikkeiden ohjaus joka suoritettiin alkumittausten yhteydessä harjoittelujaksoa varten.

7.10 Eettiset kysymykset

Tutkijat ottivat huomioon tutkimuksen tekoon liittyvät eettiset kysymykset. Tutkimukseen osallistuneiden ihmisarvoa kunnioitettiin tutkimuksen jokaisessa vaiheessa. Tutkijat välttivät epärehellisyttä tutkimuksen jokaisessa vaiheessa. Osallistuneiden itsemääräämisoikeutta varjeltiin antamalla mahdollisuus osallistua tutkimukseen vapaaehtoisesti. Osallistujille kerrottiin etukäteen, mitä tutkimuksessa tulisi tapahtumaan ja mitä saattaisi tapahtua tutkimuksen aikana. Tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden voitiin olettaa olevan kykeneviä tekemään rationaalisia päätöksiä omasta osallistumisestaan. Tutkimuksen tuloksia käsiteltiin kriittisesti ja todenmukaisesti. (Hirsjärvi ym. 2009, 135.)

Rekrytointitilaisuudessa vapaaehtoisille tutkimukseen osallistuville henkilöille jaettiin informaatiolomake tutkimuksen sisällöstä ja kulusta. Informaatiolomakkeessa kerrottiin vaadittavasta vaatetuksesta, tapahtumapaikasta ja ajankohdasta. Osallistujien intymiteettisuoja kunnioitettiin suorittamalla mittaukset suljetussa tilassa ja annettiin mahdollisuus vaatteiden vaihtoon tutkimustilassa tutkijoiden ollessa ulkopuolella. Identiteettisuoja kunnioitettiin anonymisoimalla

henkilötiedot mittausten yhteydessä. Osallistujat allekirjoittivat suostumuslomakkeen mittauspäivänä, jossa heille informoitiin heidän mahdollisuudesta keskeyttää tutkimukseen osallistuminen missä vaiheessa tahansa ilman ilmoitettavaa syytä.

8 MITTAUSTULOSTEN ANALYYSI

Raaka EMG-data RMS-keskiarvoistettiin käytössä olevalla Megawin-ohjelmalla normalisointimittauksessa mitatulta kolmen sekunnin suorituksen maksimaaliselta aktivaatioalueelta ja harjoitusliikkeissä ajanjakso valittiin suurimman dynamometri tuloksen perusteella. Tulokset siirrettiin Microsoft Exceliin. Dynamometrillä tehtävistä MVIC-tuloksista ja normalisoinnin antamista mikrovoltti-arvoista (μV) otettiin paras tulos jokaiselta henkilöltä. Tulokset normalisoitiin prosentuaalista MVIC:tä vastaaviksi. Kaikista tuloksista laskettiin keskiarvo jakamalla havaintoarvojen summa saatujen havaintojen lukumäärällä. (Heikkilä 2010, 83)

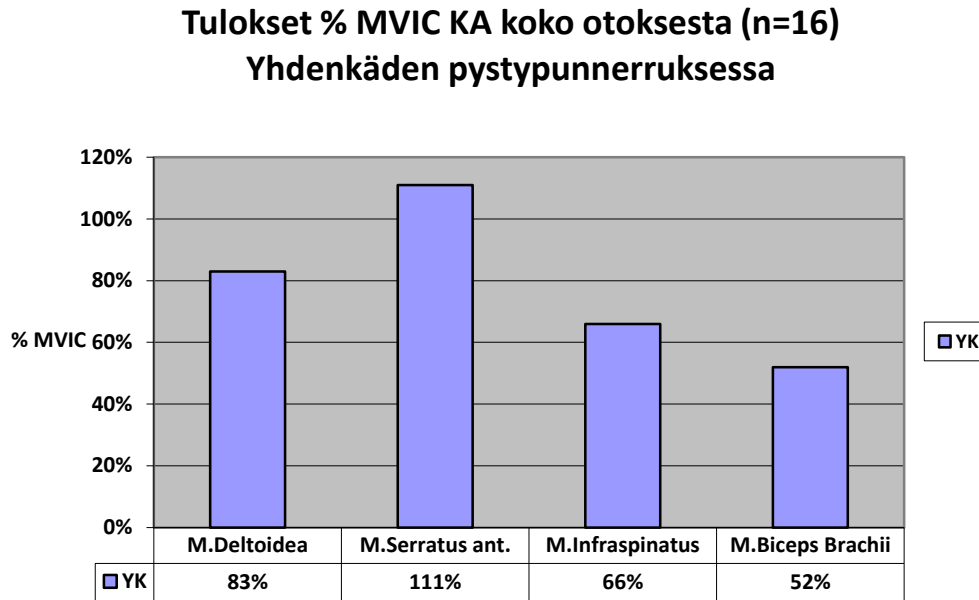
Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0,05$, jonka ajatellaan olevan riittävä opinnäytetyötä varten (Heikkilä 2010, 194). Muuttujat sijoitettiin SPSS 23 -ohjelman avulla taulukkomuotoon, josta aineisto saatiin lopulliseen analysoitavaan muotoonsa. Lihasten aktivaatiotasojen eroja harjoitusliikkeiden välillä verrattiin toisiinsa käyttäen kahden riippumattoman otoksen t-testiä. Testin tarkoituksena on mitata keskiarvojen eroavaisuuksia toisiinsa nähden (Metsämuuronen 2009, 390).

9 TUTKIMUSTULOKSET

Lihasten aktivoituminen yhdenkäden pystypunnerrus liikkeessä

Yhdenkäden pystypunnerrus liikkeessä mitattavista lihaksista m.serratus anterior aktivoitui voimakkaimmin. M. serratus anterior ja m. deltoideus saavuttivat molemmat lihashypertrofiaan vaadittavan aktiivisuustason (80 % MVIC). M. infraspinatus saavutti perusvoimaharjoitteluun vaadittavan aktiivisuustason (60 % MVIC). M. biceps brachii jäi alle perusvoimaharjoitteluun vaadittavan aktiivisuustason. Koko otos (N=16) sisältää sekä oikean että vasemman puolen li-

hakset, joista ei otettu huomioon suurinta ja pienintä arvoa mittavirheiden poissulkemiseksi. Tulokset esitetään kuvassa 18 prosentuaalisena aktiivisuutena MVIC tuloksiin verrattuna.

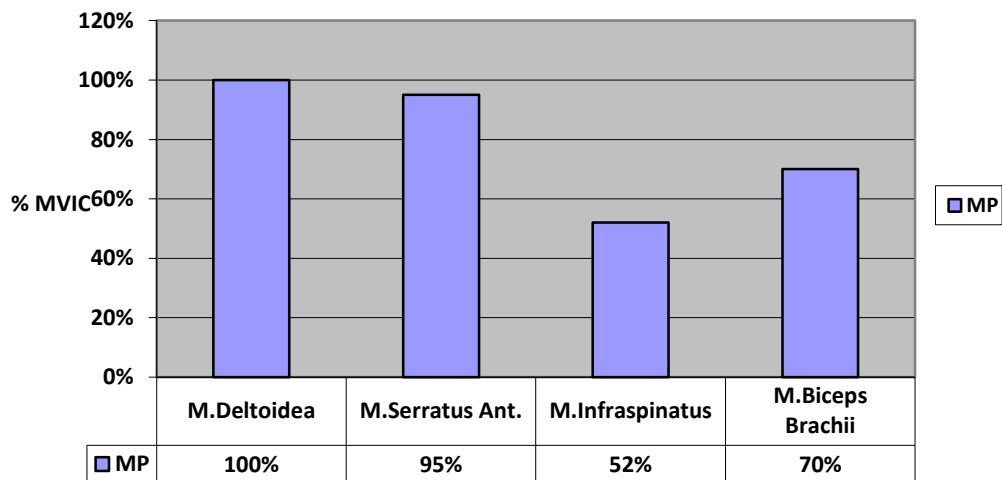


Kuva 18. Tulokset % MVIC KA koko otoksesta (N=16) Yhdenkäden pystypunnerruksessa.

9.1 Lihasten aktivoituminen military press-liikkeessä

Military press-liikkeessä mitattavista lihaksista m.deltoidea aktivoitui voimakaimmin. M. deltoideus ja m. serratus anterior saavuttivat molemmat lihashypertrofiaan vaadittavan aktiivisuustason (80 % MVIC). M. biceps brachii saavutti perusvoimaharjoitteluun vaadittavan aktiivisuustason (60 % MVIC). M. infraspinatus jäi alle perusvoimaharjoitteluun vaadittavan aktiivisuustason. Koko otos (N=16) sisältää sekä oikean että vasemman puolen lihakset, joista ei otettu huomioon suurinta ja pienintä arvoa mittavirheiden poissulkemiseksi. Tulokset esitetään kuvassa 19 prosentuaalisena aktiivisuutena MVIC-tuloksiin verrattuna.

Tulokset % MVIC KA koko otoksesta (n=16) Military press liikkeessä

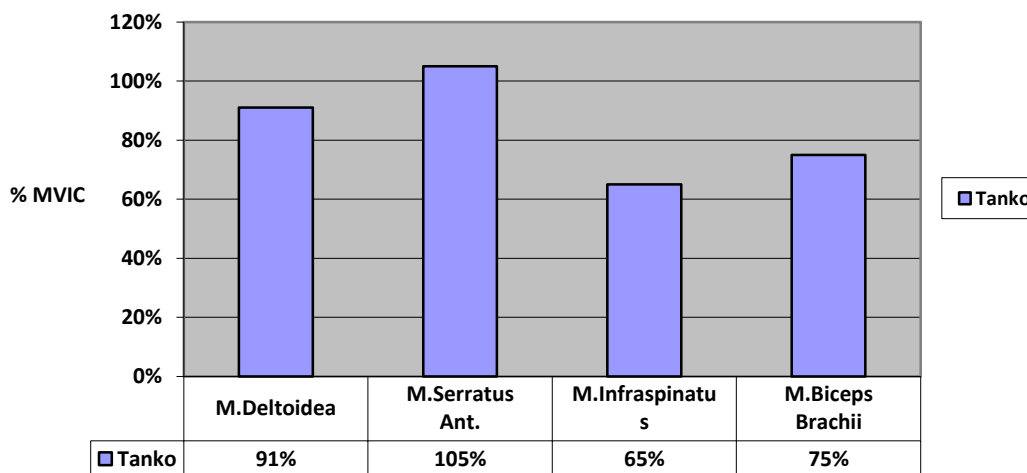


Kuva 19. Tulokset % MVIC KA koko otoksesta (N=16) Military press-liikkeessä.

9.2 Lihasten aktivoituminen tangolla suoritettavassa pystypunnerruksessa

Tangolla suoritettavassa pystypunnerrusliikkeessä mitattavista lihaksista m. serratus anterior aktivoitui voimakkaimmin. M. serratus anterior ja m. deltoideus saavuttivat molemmat lihashypertrofiaan vaadittavan aktiivisuustason (80 % MVIC). M. biceps brachii ja m. infraspinatus saavuttivat molemmat perusvoimaharjoitteluun vaadittavan aktiivisuustason (60 % MVIC). Koko otos (N=16) sisältää sekä oikean että vasemman puolen lihakset, joista ei otettu huomioon suurinta ja pienintä arvoa mittavirheiden poissulkemiseksi. Tulokset esitetään kuvassa 20 prosentuaalisena aktiivisuutena MVIC-tuloksiin verrattuna.

Tulokset % MVIC KA koko otoksesta (n=16) Pystypunnerruksessa tangolla

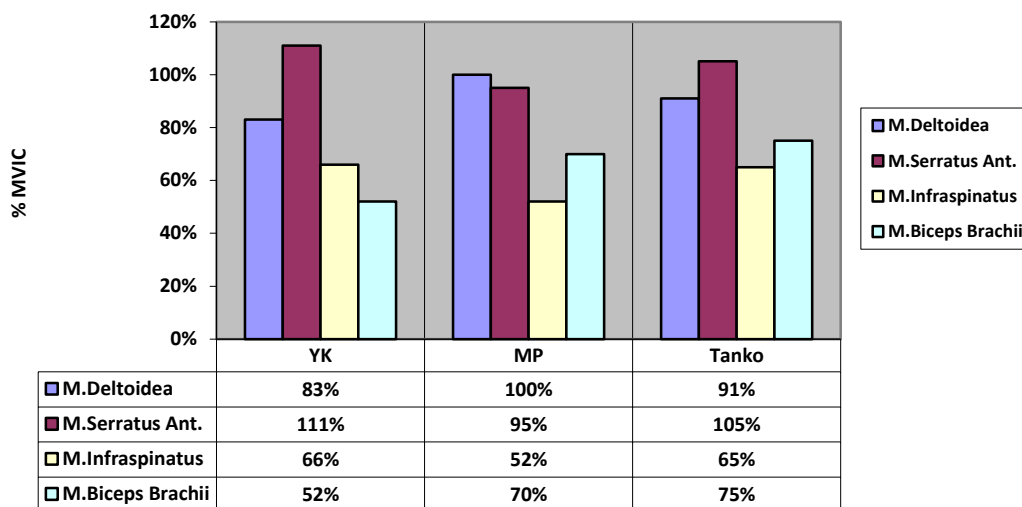


Kuva 20. Tulokset % MVIC koko otoksesta (N=16) Pystypunnerruksessa tangolla.

9.3 Lihasaktiivisuuksien erot harjoitusliikkeiden välillä

M. deltoideuksen aktivaatio oli suurinta military press-liikkeessä. Verrattaessa m. deltoideuksen aktivaatiota military press- ja yhdenkäden pystypunnerrusliikkeen välillä saatiin tilastollisesti merkittävä ero ($p=0,002$). M. serratus anteriorin aktivaatio oli suurinta yhdenkäden pystypunnerrus liikkeessä. Verrattaessa m. serratus anteriorin aktivaatiota yhdenkäden pystypunnerrus- ja military press-liikkeen välillä saatiin tilastollisesti merkittävä ero ($p=0,04$). M. infraspinatuksen aktivaatio oli suurinta yhdenkäden pystypunnerrusliikkeessä. Verrattaessa m. infraspinatuksen aktivaatiota yhdenkäden pystypunnerrus- ja military press-liikkeen välillä saatiin tilastollisesti merkittävä ero ($p=0,01$). Verrattaessa m. infraspinatuksen aktivaatiota military press- ja tangolla suoritettuun pystypunnerrusliikkeen välillä saatiin tilastollisesti merkittävä ero ($p=0,03$). M. biceps brachiin aktivaatio oli suurinta tangolla suoritettavassa pystypunnerrusliikkeessä. Verrattaessa m. biceps brachiin aktivaatiota yhdenkäden pystypunnerrus- ja military press-liikkeen välillä saatiin tilastollisesti merkittävä ero ($p=0,04$). Verrattaessa m. biceps brachiin aktivaatiota tangolla suoritettavaan pystypunnerrus- ja yhdenkäden pystypunnerrusliikkeen välillä saatiin tilastollisesti merkittävä ero ($p=0,02$). Kuvassa 21 esitetään lihasten aktiivisuustasot eri liikkeissä ja taulukossa 4 esitetään emg-aktiivisuuksien tilastollinen merkittävyys harjoitusliikkeiden välillä.

Tulokset % MVIC KA harjoitusliikkeiden lihasten aktivaatiosta



Kuva 21. Tulokset % MVIC KA harjoitusliikkeiden lihasten aktivaatioista.

Taulukko 4. Tilastollinen merkittävyys harjoitusliikkeiden välillä.

$p < 0,05$ $p > 0,05$

	MP vs YK	YK vs Tanko	Tanko vs MP
M. serratus anterior	$p=0,04$	$p=0,2$	$p=0,1$
M. deltoideus	$p=0,002$	$p=0,1$	$p=0,06$
M. infraspinatus	$p=0,01$	$p=0,4$	$p=0,03$
M. biceps brachii	$p=0,04$	$p=0,02$	$p=0,3$

9.4 Voimatasojen eroavaisuudet liikkeissä harjoittelujakson jälkeen

Dynamometrillä mitatun vasemman käden pystypunnerrusliikkeen voimantuoton prosentuaalinen muutos oli suurinta ryhmällä joka oli harjoitellut tangolla suoritettua pystynnerrusliikettä. Voimantasoa kasvoi alkumittaukseen nähden 9 %. Toiseksi suurin tulos saatiin ryhmällä joka oli harjoitellut yhdenkäden pystypunnerrusta. Voimantasoa kasvoi alkumittaukseen nähden 7 %. Kolmanneksi jäänyt tulos saatiin ryhmällä joka oli harjoitellut military press-liikettä. Voimantasoa kasvoi alkumittaukseen nähden 4 %.

Dynamometrillä mitatun oikean käden pystypunnerrusliikkeen voimantuoton prosentuaalinen muutos oli suurinta ryhmällä joka oli harjoitellut tangolla suoritettua pystynnerrusliikkeellä. Voimantasoa kasvoi alkumittaukseen nähden

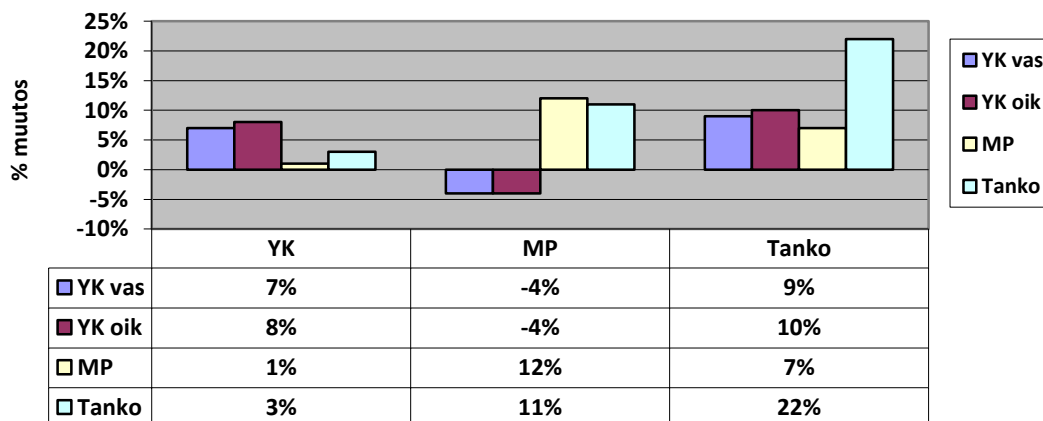
10 %. Toiseksi suurin tulos saatiin ryhmällä joka oli harjoitellut yhdenkäden pystypunnerrusta. Voimantasoo kasvoi alkumittaukseen nähden 8 %. Kolmanneksi jäänyt tulos saatiin ryhmällä joka oli harjoitellut military press-liikettä. Voimantasoo kasvoi alkumittaukseen nähden -4 %.

Dynamometrillä mitatun military press-liikkeen voimantuoton prosentuaalinen parannus oli muutos ryhmällä joka oli harjoitellut kyseistä liikettä. Voimantasoo kasvoi alkumittaukseen nähden 12 %. Toiseksi suurin tulos saatiin ryhmällä joka oli harjoitellut tangolla suoritettulla pystynnerrusliikkeellä. Voimantasoo kasvoi alkumittaukseen nähden 7 %. Kolmanneksi jäänyt tulos saatiin ryhmällä joka oli harjoitellut yhdenkäden pystypunnerrusta. Voimantasoo kasvoi alkumittaukseen nähden 1 %.

Dynamometrillä mitatun tangolla suoritettuna pystynnerrusliikkeen voimantuoton prosentuaalinen muutos oli suurinta ryhmällä, joka oli harjoitellut kyseistä liikettä. Voimantasoo kasvoi alkumittaukseen nähden 22 %. Toiseksi suurin tulos saatiin ryhmällä joka oli harjoitellut military press-liikettä. Voimantasoo kasvoi alkumittaukseen nähden 11 %. Kolmanneksi jäänyt tulos saatiin ryhmällä, joka oli harjoitellut yhdenkäden pystypunnerrusta. Voimantasoo kasvoi alkumittaukseen nähden 3 %.

Koska ryhmät olivat pieniä tulokset eivät olleet tilastollisesti analysoitavissa joten niistä ei saatu tilastollisia merkitsevyyksiä.

Dynamometri tulosten % KA muutos harjoittelujakson jälkeen



Kuva 22. Dynamometri tulosten % KA muutos harjoittelujakson jälkeen.

10 POHDINTA

10.1 Tulosten tarkastelu

Tämän tutkimuksen päätuloksena oli se, että tangolla tehtävässä pystypunnerrusliikkeessä voimatasot kasvoivat voimakkaimmin kuuden viikon harjoittelujakson jälkeen. Suuremmalla EMG-aktiivisuudella näyttäisi olevan yhteys lisääntyneeseen voimantuottoon. Lihaksista m. serratus anterior ja m. deltoideus saavuttivat jokaisessa testausliikkeessä hypertrofiaan vaadittavan aktiivisuustason (80 %).

Yhdenkäden pystypunnerrusliikkeessä m. infraspinatus saavutti perusvoimaharjoitteluun vaadittavan aktiivisuustason (60 %) ja m. biceps brachii jäi alle perusvoimaharjoittelutason.

Military press-liikkeessä m. deltoideus ja m. serratus anterior saavuttivat molemmat lihashypertofiaan vaadittavan aktiivisuustason (80 %). M. biceps brachii saavutti perusvoimaharjoitteluun vaadittavan tason (60 %). M. infraspinatus jäi alle perusvoimatason.

Tangolla suoritettavassa pystypunnerruksessa m. serratus anterior ja m. deltoideus saavuttivat molemmat hypertrofiaan vaadittavan aktiivisuustason (80 %). M. biceps brachii ja m. infraspinatus saavuttivat molemmat perusvoimaharjoitteluun vaadittavan aktiivisuustason (60 %).

M. deltoideuksen aktivaatio oli suurinta military press-liikkeessä. M. serratus anteriorin aktivaatio oli suurinta yhdenkäden pystypunnerruksessa. M. infraspinatuksen aktivaatio oli suurinta yhdenkäden pystypunnerruksessa. M. biceps brachiin aktivaatio oli suurinta tangolla tehtävässä pystypunnerrusliikkeessä.

Kuuden viikon harjoittelujakson jälkeen suurin voimatason positiivinen muutos testausliikkeissä oli tapahtunut ryhmällä, joka oli harjoitellut tangolla tehtävää pystypunnerrusta. Ainut poikkeus oli military press-liikkeellä harjoitelleella ryhmällä jolla military press-liikkeen muutos oli suurinta.

Yhdellä kädellä ja military press-liikkeillä harjoitelleilla ryhmillä muutokset olivat pieniä ja osassa jopa negatiivisia.

10.2 Luotettavuuden toteutuminen

Tieteellisiä tutkimuksia tehdessä pyritään tietoisesti välttämään virheiden syntymistä. Kuitenkin tutkimustulosten luotettavuus on vaihtelevaa. Siksi jokaisessa tutkimuksessa myös pyritään arvioimaan miten luotettavuus on toteutunut. (Hirsjärvi ym. 2009, 231.) Tässä tutkimuksessa tutkimusjoukon ollessa yhdeksän ei tutkimustuloksista voida tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä. Tämä tutkimusjoukko jaettiin vielä kolmeen ryhmään joka edelleen laskee tutkimustulosten luotettavuutta. Tämän tutkimuksen suorittivat kaksi ammattikorkeakouluopiskelijaa, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta tieteellisen tutkimuksen tekemisestä. Myös EMG-laitteiston käyttö opeteltiin itse ilman osaavaa ohjausta tai erillistä koulutusta. Nämä edellä mainitut tekijät laskevat luotettavuutta.

Dynamometrillä lihasaktiivisuuksia mitattaessa joidenkin tutkittavien kohdalla saatiin yli MVIC-arvoja ylittäviä tuloksia. Tämä saattaa johtua siitä että mitattaessa MVIC-tasojä tutkittavat eivät osanneet panostaa maksimaalisella voimalla vastusta vasten tai he eivät olleet tarpeeksi motivoituneita suorittamaan testiä maksimaalisesti. MVIC-arvojen normalisointiin ei ole vakioituja menetelmiä joten ei voida olla varmoja saatiinko tässä työssä käytetyillä tavoilla maksimaaliset lihassupistukset tuotettua.

Päätavoitteena kokeellisessa tutkimuksessa on koetulosten validiteetti eli luotettavuus. (Metsämuuronen 2005, 12) Tutkimuksen luotettavuutta on vaikea selvittää jälkikäteen joten sen varmistamiseksi tutkimuksen kulku on suunniteltava huolellisesti ja tiedonkeruu on tehtävä harkinnanvaraisesti. (Heikkilä 2010, 29–30). Kun tutkimukseen osallistuu kaksi tutkijaa jotka keräävät aineistoa ja analysoivat tuloksia yhdessä, lisää se luotettavuutta omalta osaltaan. Tätä asetelmaa kutsutaan tutkijatriangulaatioksi. (Hirsjärvi & al. 2009, 233)

Mittaukset suoritettiin tutkijoiden valvonnan alaisena ja harjoitusliikkeet ohjattiin jokaiselle tutkittavalla erikseen. Mittauksen kulku selostettiin pikaisesti ennen testien suorittamista. Läpikäytäviä asioita olivat mitattavat lihakset, työajat ja mittausliikkeet. Näin mittausvirheiden esiintyminen saatiin minimoitua järjestelmällisesti. Dynamometrillä tehtävät mittaukset suoritettiin seisten jotta mittausasento olisi mahdollisimman samanlainen kuin harjoitusjaksolla tehtävä liike. Seisten tehtävässä mittauksessa koehenkilö saattoi tuottaa suuren määrän voimasta vartaloon extensoimalla jolloin voimantuottoon osallistuu yläraajojen lisäksi selkää ojentavat lihakset. Koehenkilöitä neuvottiin suullisesti tuottamaan

voima pelkästään yläraajoilla mutta muun vartalon käyttämättä jättäminen saattaa olla haasteellista. Tämä saattoi vaikuttaa mittaustuloksiin epäsuotuisasti. Staattisella voiman testauksella saadaan vain yhdellä nivelkulmalla tuotettu voima, eikä se kerro koko liikelaajuudella tuotetun voiman suuruutta. Staattisen mittauksen etuja ovat kuitenkin toistettavuus, nopeus ja helppous.

Mittausliikkeistä tangolla tehtävällä pystypunnerrusliikkeellä saatiin suurimmat muutokset voimatasojen nousussa. Tämä saattaa johtua siitä että liike on yleisemmin käytetty kuntosaliharjoite kuin kaksi muuta tutkimuksessa käytettyä. Tällöin liikkeeseen tarvittavaa taidon oppimista ei tapahdu niin paljoa mitä kahteen muuhun liikkeeseen vaaditaan. Schick et al. 2010 tehdyssä tutkimuksessa vertailtaessa vapailla painoilla harjoittelua laiteharjoitteluun penkkipunnerruksessa saatiin vapailla painoilla suurempia voimatasojen nousuja. Tangolla suoritettu pystypunnerrus oli ainut vapaan painon harjoite ja näin ollen suuri voimatasojen nousu johtui todennäköisesti tästä.

Mittaustilanteet saatiin suoritettua aikataulun mukaisesti yhtä mitattavaa lukuun ottamatta sairastapauksen vuoksi. Tämän henkilön mittaus suoritettiin yhtä viikkoa myöhemmin, mikä todennäköisesti vaikutti epäedullisesti mittaustuloksiin.

Tutkimuksessa käytetty EMG-laite toimi moitteettomasti mittausten ajan. Luotettavuutta mittarin käyttöön lisäsi laitteeseen tutustuminen sekä ennen varsinaisia mittauksia suoritettut koemittaukset. Koemittauksissa tehdyn huomion ansiosta käytettiin kiinteää USB-johtoa laitteen ja tietokoneen välillä langattoman yhteyden sijaan. Elektrodiasettelut suoritettiin Cramin (1998) ohjeistuksen mukaisesti ja elektrodiasettelua oli harjoiteltu koemittauksissa. Asettelen suoritti joka kerralla sama tutkija joka lisäsi luotettavuutta. Tutkimuksen epäluotettavuutta lisäsi pintaelektrodien käyttö etenkin m. serratus anteriorin ja m. infraspinatus mittaustuloksista. M. serratus anterior kulkee limittäin vartaloa fleksoivien vatsalihasten kanssa ja m. infraspinatus m. trapeziuksen kanssa. Elektrodit saattavat mitata myös näiden lihasten sähköistä aktiivisuutta, joka sotkee haluttujen lihasten arvoja. Tätä ilmiötä kutsutaan cross-talk-ilmiöksi. Kyseinen ilmiö tapahtui todennäköisesti mitattaessa dynamometrillä yhdenkäden pystypunnerrusliikettä. Liikkeessä tutkittava joutui tekemään suuren voiman saman puolen vatsalihaksillaan pitääkseen vartalonsa suorassa.

Tutkimushenkilöiden kuuden viikon harjoittelujakson aikana tutkittavien harjoittelua ei tutkijoiden puolesta kontrolloitu vaan tutkittavien odotettiin harjoittelevan

sopimuksen mukaisesti. Harjoitteluun saattoi vaikuttaa epäsuotuisasti jakson aikana ollut joululoma, jolloin kuntosaleille pääsy ei välttämättä onnistu. Kuuden viikon harjoittelujakso on pituudeltaan lyhyt, mikäli halutaan saada aikaan hermostollisia ja lihasfysiologisia muutoksia lihasten aineenvaihdunnassa voimantuottoa ajatellen.

11 JOHTOPÄÄTÖKSET

Vertailtaessa yhdenkäden pystypunnerrusta, military press-liikettä ja tangolla suoritettua pystypunnerrusliikettä johtopäätökset olivat seuraavanlaiset: todettiin että tangolla suoritettu pystypunnerrus tuottaa suurimman voimatasojen nousun kuuden viikon harjoitusjakson jälkeen. Todettiin myös että suurimmalla EMG-aktiivisuudella harjoitellessa voimatasojen suurin nousu on odotettavaa.

Tulosten perusteella suurin hyöty olkapään elevaatio suunnan voimaharjoittelusta saadaan liikkeellä jossa EMG-aktiivisuus on suurinta. Haluttaessa harjoittaa olkapään voimatasoja mahdollisimman tehokkaasti tämän tutkimuksen perusteella harjoitusliikkeeksi tulisi valita tangolla suoritettu pystypunnerrus. Suurimman emg-aktiivisuuden perusteella m. serratus anteriorin voimaharjoitteluun tulisi valita yhden käden pystypunnerrusliike. Näitä tutkimustuloksia voidaan hyödyntää Kymenlaakson Ammattikorkeakoulun naprapatian koulutusohjelmassa sekä olkapään kuntoutuksen kanssa työskenteleville tahoille.

Tämän tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voida tehdä yleistettäviä johtopäätöksiä kyseisistä asioista, sillä tutkimusjoukko oli liian pieni (N=9). Jatkotutkimuksissa tulisi valita suurempi tutkimusjoukko sekä lisätä harjoitusjakson pituutta. Tutkimusliikkeet voitaisiin suorittaa vapailla painoilla, toisin kuin tässä tutkimuksessa vain tangolla suoritettu pystypunnerrus oli vapaan painon liike. Harjoitusliikkeitä tulisi ottaa tutkimukseen useampi.

Isometrisen voimantuoton testaus voitaisiin suorittaa useammalla nivelkulmalla, jotta saataisiin parempi käsitys liikkeiden koko laajuudella tapahtuneesta voimantuoton lisäyksestä. EMG-mittauksesta saataisiin tarkempi invasiivisella tutkimustekniikalla pintaelektrodien sijaan.

LÄHTEET

Ammattikorkeakoululaki, 14.11.2014/932.

Andrews, Harrelson, Wilk. 2004. Physical rehabilitation of the injured athlete.

Bahr R., 2012. The ioc manual of sports injuries. West Sussex: Wiley-Blackwell

Boettcher, C., Ginn, K. & Cathers, 2008. Standard maximum isometric voluntary contraction tests for normalizing shoulder muscle EMG. Discipline of Biomedical Science. Faculty of Medicine. The University of Sydney. Australia

Brukner, P. & Khan, K. 2007. Clinical Sports Medicine. 4. edition. Australia: McGraw-Hill Australia Pty Ltd, s. 353 - 356.

Cram R. 1998. Cram's introduction to surface electromyography. Criswell, Eleanor.

Desmeules, F., Côté, C., Fremont, P., 2003. Therapeutic Exercise and Orthopedic Manual Therapy for Impingement Syndrome: A Systematic Review. Clinical Journal of Sport Medicine, 13:176–182

Donatelli, R., Wooden, M., 2010. Orthopaedic Physical Therapy. 4th edition. Missouri: Elsevier Inc.

Dong, W., Goost, H., 2015. Treatments for Shoulder Impingement Syndrome A PRISMA Systematic Review and Network Meta-Analysis. Medicine (Baltimore) 2015 Mar; 94(10)

Fleck, J. & Kraemer, J. 2004. Designing Resistance Training Programs.

Halaki, M. & Ginn, K. 2012. Normalization of EMG signals: To normalize or not to normalize and what to normalize to? Intech 2012.

Heikkilä, T. 2010. Tilastollinen tutkimus. 7. – 8. painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15., uudistettu painos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Holmgren, T., Hallgren, H. & Öberg, B. 2012. Effect of specific exercise strategy on need for surgery in patients with subacromial impingement syndrome: randomised controlled study. *BMJ*. 2012; 344.

Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2014. Tilastolliset menetelmät. 5-9. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Jyväskylä, E. & Teirilä, M. 2001. Tutkielmantekijän työkirja. 2., korjattu painos. Helsinki: Oy Finn Lectura Ab.

Kauranen K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 166. Tampere: Tammerprint Oy 2010, 303–326.

Khan, Y. & Nagy, M. T., 2013. The Painful Shoulder: Shoulder Impingement Syndrome. *Open Orthop J.* 7:347–351 .

Keskinen, K., Häkkinen, K., & Kallinen, M. 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino Oy 2004:34. 138–139.

Kuriki, H. & Azevedo, F. 2012. The Relationship Between Electromyography and Muscle Force, *EMG Methods for Evaluating Muscle and Nerve Function*, ISBN: 978-953- 307-793-2.

Metsämuuronen, J. 2005. Kokeellisen tutkimuksen perusteet ihmistieteissä. Jyväskylä: Gummerrus Kirjapaino Oy.

Metsämuuronen, J. 2009. Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 1.painos.

Mondelli, M. & Aretini, A., 2014. Knowledge of electromyography (EMG) in patients undergoing EMG examinations. *Functional Neurology* Jul-Sep; 29(3): 195–200.

Neumann, D. 2002. Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Physical Rehabilitation. Mosby.

Phadke, V; Camargo, PR; Ludewig PM Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: a review of normal function and alterations with shoulder impingement. Brazilian Journal of Physical Therapy Feb. 2009 Epub Mar 06, 2009. IProgram in Rehabilitation Science, Department of Physical Medicine & Rehabilitation, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota, USA

Rhea, M. R., Brent, A., Burkett, N. 2003. A Meta-analysis to determine the dose for strength development. Medicine & Science in Sports & Exercise 2003, 456–463.

Salles, B. F. & Simao, R. 2009. Rest Interval between Sets in Strength Training. Sports Med 2009; 39 (9): 765-777

Schick, E. & Coburn, J. 2010. A Comparison of Muscle Activation Between a Smith Machine and Free Weight Bench Press. Journal of Strength & Conditioning Research, March 2010 - Volume 24 - Issue 3 - pp 779-784

Standring, S. 2008. Gray's Anatomy. 40. painos. Spain: Elsevier Churchill Living-stone.

Sung-Min Ha, Oh-Yun Kwon, 2013. Selective Activation of the Infraspinatus Muscle. Journal of athletic training. 2013, 346-352

Viikari-Juntura, E. & Nykyri, E, Shoulder pain and chronic shoulder syndrome. Kirjassa: Kaila-Kangas L (toim.) Musculoskeletal disorders and diseases in Finland, Results of the Health 2000 Survey. Publications of the National Public Health Institute, B 25/2007:23-6

Viikari-Juntura, E., Varonen, H., 2007. Työhön liittyvät niska-hartiaseudun ja yläraajan sairaudet. Duodecim 2007;123:732–9

Vilka, H. 2014. Tutki ja mittaa. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Tiedote tutkimukseen osallistuvalla**Liite 1**

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää kokeellisesti onko olkapään eri elevaatio suunnan harjoitteissa EMG-aktiivisuuksissa ja lisääntyneessä voimantuotossa eroja kuuden viikon harjoitusjakson jälkeen.

Sisäänottokriteerit

- Mies
- 18–35 vuotias
- Perusterve

Poissulkukriteerit

- Flunssa- tai kuumesairaus mittaushetkellä
- Yleistä toimintakykyä laskeva perussairaus
- Viimeisen 3kk aikana tapahtunut hoitoa vaatinut olkapään vamma

Mittaustilanteen vaatimukset

- Tutkimus sisältää kaksi tutkimus kertaa ja näiden välissä 6 viikon harjoittelujakson
- Tutkimukseen on varattu aikaa puolitoista tuntia
- Urheiluvarustus
- Mittaukseen saavuttava levänneenä, ole urheilematta samana päivänä ennen mittausta
- Mittaus suoritetaan ylävartalo paljaana

HARJOITUSOHJELMA

Liite 2

	Viikko treeni 1	Viikko treeni 2
	Pvm	Pvm
Viikko 1		
Toistot 12		
Viikko 2		
Toistot 12		
Viikko 3		
Toistot 12		
Viikko 4		
Toistot 8		
Viikko 5		
Toistot 8		
Viikko 6		
Toistot 8		

Aloita harjoittelu 10min kuntopyöräilyllä sekä kevyellä ylävartalon lämmittelyllä johon kuuluu olkapäiden pyörittelyä ja toistoja kevyillä painoilla (toista harjoitusliike vähintään 2 kertaa lämmittelyksi kevyillä painoilla ennen varsinaista työsarjaa) Sarjoja tehdään 4 kappaletta joka harjoituskerralla. Sarjojen välissä pidetään 2min tauko.

Harjoitusohjelma toistetaan 2 kertaa viikossa 6 viikon ajan. Harjoituskertojen välillä pidetään vähintään kahden päivän tauko. Kolmannen viikon jälkeen lisää painoja niin että pystyt toistamaan liikkeen 8 kertaa puhtaasti. Merkitse taulukoon päivämäärä jona olet suorittanut harjoituksen.

SANASTO

Liite 3

Acromion	Olkalisäke
Abduktio	Loitonnus
Adduktio	Lähennys
Anterior, Ventraalinen	Etummainen, etupuolinen
Apex	Kärki
Aponeuroosi	Kalvojänne
Clavicula	Solisluu
Coracoideus	Korppilisäke
Costa	Kylkiluu
Dorsal	Selänpuoleinen, takimmainen
Ekstensio	Ojennus
Fascia	Peitinkalvo
Fleksio	Koukistus
Fossa	Kuoppa
Glenoideum	Lapaluun puoleinen nivelpinta
Humerus	Olkaluu
Inferior	Alempi
Labrum	Reunus; nivelkuopan reunus
M.Biceps Brachii	Kaksipäinen olkalihas
M.Deltoidea	Hartialihas
M.Externus Oblique	Ulompi vino vatsalihas
M.Infraspinatus	Alempi lapalihas
M.Latissimus Dorsi	Leveä selkälihas
M.Pectoralis Major	Iso rintalihas
M.Serratus Anterior	Etummainen sahalihäs
M.Subscapularis	Lavan aluslihas
M.Supraspinatus	Ylempi lapalihas
M.Teres Major	Iso liereälihas
M.Teres Minor	Pieni liereälihas
M.Trapezius	Epäkäslihas
Protraktio	Eteentyöntymä, ulkonema
Radius	Värttinäluu
Retraktio	Taaksepäin vetäytyminen
Scapula	Lapaluu
Spina Scapulae	Lapaluun harju
Sulcus	Uurre, vako
Superior	Ylempi
Sternum	Rintalasta
Tuberculum	Luukyhmy