

Kikko Kähre, Sanna Oras, Katja Uuskoski

## Makuulta pystyyn

Kaularangan syvien ja pinnallisten koukistajalihasten aktivaatio kolmessa eri alkuasennossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti AMK

Fysioterapia

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekijät Otsikko	Kikko Kähre, Sanna Oras, Katja Uuskoski Makuulta pystyyn - Kaularangan syvien ja pinnallisten koukistajalihasten aktivaatio kolmessa eri alkuasennossa
Sivumäärä Aika	19 sivua + 5 liitettä Kevät 2013
Tutkinto	Fysioterapeutti AMK
Koulutusohjelma	Fysioterapian koulutusohjelma
Ohjaajat	Lehtori Tiina Karihtala Yliopettaja Riku Nikander
<p>Kroonisesta niskakivusta, muista niskaongelmista sekä niskaperäisestä päänsärystä kärsivillä potilailla on havaittu kaularangan syvien koukistajalihasten voimantuoton ja lihaskesävyvyyden heikkoutta. On myös havaittu, että niskakipupotilailla on pinnallisissa sternocleidomastoideus-lihaksissa suurempi aktiivisuus oireettomiin ihmisiin verrattuna. Kaularangan syviä koukistajalihaksia on niiden sijainnin vuoksi haasteellista tutkia perinteisin fysioterapeuttisin menetelmin, kuten palpoimalla. Siksi opinnäytetyössä lihasten aktivoitumista on tarkasteltu ultraäänen ja elektromyografian (EMG) avulla.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, muuttuuko syvien koukistajalihasten paksuus craniocervicaalifleksio (CCF) -liikkeessä ultraäänellä mitattuna ja/tai kaularangan pinnallisten koukistajalihasten aktivaatiotaso EMG:llä mitattuna. Lisäksi selvitettiin, onko alkuasennolla merkitystä paksuuden muutokseen ja/tai lihasten aktivaatiotasoon. Opinnäytetyö on pilottitutkimus, jossa tutkittavina oli viisi liikuntataustaltaan samankaltaista oireetonta Metropolia Ammattikorkeakoulun naispuolista fysioterapeuttiopiskelijaa.</p> <p>Ultraääni- ja EMG-mittaukset toteutettiin kolmessa eri alkuasennossa: koukkuselinmakuulla ja konttaus- sekä istuma-asennossa. Työelämäyhteistyökumppanimme, Ortonissa työskentelevä kokenut OMT-fysioterapeutti, ohjasi mitattaville CCF-liikkeen suorituksen vakiointiseksi.</p> <p>EMG:sta saatujen arvojen analysoinnissa käytettiin MegaWin-tietokoneohjelmaa ja ultraäänikuvanteita tulkittiin videotallenteista arvioimalla syvien lihasten paksuuden muutosta.</p> <p>Yksilöllisesti analysoitujen tulosten perusteella jokaisella mitattavalla havaittiin pienin sternocleidomastoideus-lihasten aktivaatiotaso istuma-asennossa. Tulosten perusteella kaularangan syviä koukistajalihaksia voidaan aktivoida useammassa eri alkuasennossa. Syvien lihasten paksunemisessa ei havaittu huomattavia eroja asentojen välillä. Pinnallisten lihasten vähäinen aktiivisuus näyttäisi puoltavan harjoittelua istuma-asennossa. Tutkittavien pienestä määrästä johtuen pilottitutkimuksen perusteella ei voida tehdä varmoja johtopäätöksiä niskakipupotilaan kaularangan lihasten harjoitusasennosta. Vastaava tutkimus tulisi toteuttaa suuremmalla tutkimusjoukolla ja niskakipupotilailla.</p>	
Avainsanat	kaularangan koukistajalihakset, craniocervicaalifleksio, ultraäänikuvantaminen, EMG

Authors Title	Kikko Kåhre, Sanna Oras, Katja Uuskoski The Activity of the Deep and the Superficial Cervical Flexor Muscles in Three Different Positions
Number of Pages Date	19 pages + 5 appendices Spring 2013
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Instructors	Tiina Karihtala, Senior Lecturer Riku Nikander, Principal Lecturer
<p>Evidence suggests that individuals with neck pain, cervical related headache and other neck disorders have reduced activity in the deep cervical flexors (DCF) and increased activity in the superficial flexors such as the sternocleidomastoid muscle (SCM). Examining the DCF muscles with traditional methods such as palpation is difficult because of the deep location and the close proximity to nearby structures. Therefore in our Bachelor Thesis we decided to study the cervical flexor muscles with the help of ultrasonography (US) and electromyography (EMG).</p> <p>The aim of this Bachelor Thesis was to investigate if there are changes in the thickness of the DCF muscles measured with US and/or if there are changes in the activity of the SCM measured with EMG during the CCF. We also wanted to investigate whether the results vary between different positions. There were 5 non-symptomatic female subjects with similar exercise background in this pilot study. All subjects were physiotherapy students at Helsinki Metropolia University of Applied Sciences.</p> <p>The results were gathered from three different positions: lying supine, on all fours and sitting. The study was carried out in co-operation with an experienced orthopedic-manual physiotherapist who instructed the subjects with the correct movement.</p> <p>The changes in the thickness of the DCF muscles were assessed using the ultrasonography video files. MegaWin software was used in analyzing the EMG-values.</p> <p>Due to the small amount of subjects the results cannot be generalized. However, all of the subjects had the least amount of activation in the SCM during sitting position. The results suggests that the DCF muscles can be activated in different positions. There were not any real similarities in the change of the thickness in the DCF muscles between positions. More investigation with a larger amount of subjects would be needed to get more reliable conclusions.</p>	
Keywords	cervical flexor muscles, ultrasonography, EMG, craniocervical flexion

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tavoitteet ja tutkimuskysymykset	2
2.1	Tavoite	2
2.2	Tutkimuskysymykset	2
3	Kaularangan toiminta	3
3.1	Kaularangan anatomia	3
3.2	Kaulan lihasten toiminta	4
3.3	Craniovertebraalifleksio (CCF)	5
4	Menetelmät	5
4.1	Tiedonhaku	6
4.2	Mittausmenetelmät	6
4.2.1	Ultraääni (UÄ)	6
4.2.2	Elektromyografia (EMG)	7
4.3	Tutkittavat	8
4.4	Mittaustilanteen kulku	9
4.5	Aineiston käsittely	11
4.5.1	UÄ-analyysi	11
4.5.2	EMG-analyysi	11
5	Tulokset	12
6	Pohdinta	14
	Lähteet	18
	Liitteet	
	Liite 1. Asiakkaan saatekirje	
	Liite 2. Mittauksiin tulevalle	
	Liite 3. Esitietolomake	
	Liite 4. RaakaEMG kuvat	
	Liite 5. Yksilölliset UÄ- ja EMG-tulokset	

## 1 Johdanto

Niskakivut ovat yleinen vaiva niin maailmalla kuin Suomessa. Terveys 2000 – tutkimuksessa niskakipua esiintyi viimeisen 30 päivän aikana yli 30-vuotiaasta suomalaisväestöstä miehistä 26%:lla sekä naisista 40%:lla. (Riihimäki ym. 2002: 7.3). Kroonisesta niskakivusta, muista niskaongelmista sekä niskaperäisestä päänsärystä kärsivillä potilailla on havaittu kaularangan syvien koukistajalihasten ongelmia, kuten voimantuoton ja lihaskestävyyden heikkoutta. (Barton & Hayes 1996: 686; Jull 2000: 150; Jull ym. 1999: 184; Jesus-Moraleida ym. 2011: 520; Jull – Barrett – Magee – Ho 1999; O’Leary – Jull – Kim – Vicenzino: 2007: 8). Lisäksi niskakipupotilailla on havaittu pinnallisissa sternocleidomastoideus-lihaksissa suurempi aktiivisuus oireettomiin ihmisiin verrattuna (Jull 2000: 152, Falla ym. 2004: 2113).

Kaularangan syviä koukistajalihaksia on haasteellista tutkia perinteisin fysioterapeuttisin menetelmin, kuten palpoimalla. Vaikeutena on kohdelihasten sijainti ympäröivine rakenteineen. (Javanshir ym. 2009: 51.) Deborah Falla työryhmineen on kehittänyt keinon kuvantaa kaularangan syvien koukistajalihasten aktiivisuutta elektromyografialla (EMG) (Falla ym. 2003.) Siinä käytetään kuitenkin invasiivista mittausmenetelmää, joka on vaikeasti sovellettavissa kuntoutukseen. Magneettikuvauksella (MRI) on tutkittu kaularangan koukistajalihasten aktivoitumista (Cagnie ym. 2008b.) Nämä keinot ovat kuitenkin huonosti sovellettavissa kuntoutukseen, sillä laitteita on rajallisesti saatavilla ja ne ovat kalliita (Jesus-Moraleida ym. 2011: 515.) Myös ultraäänellä voidaan reaaliaikaisesti kuvantaa kaularangan syviä koukistajalihaksia sekä levossa että supistuksen aikana. (Jesus ym. 2008; Cagnie ym. 2008a; Javanshir ym. 2009; Jesus-Moraleida ym. 2011). Sen saavutettavuus on MRI-menetelmää parempi ja hintataso edullisempi (Cagnie ym. 2008a: 421.)

Opinnäytetyössä tarkastellaan kaularangan koukistajalihasten aktivoitumista ultraäänikuvantamisen ja EMG:n avulla koukkuselinmakuulla, konttaus- sekä istuma-asennossa. Työn pitkän tähtäimen tavoite on tehostaa niskakipupotilaiden terapeuttista harjoittelua. Aihe kaularangan alueen lihastoiminnan tarkastelusta tuli koulumme koulutuslääkäriin, Jouko Heiskasen, ja motorisen harjoittamisen (kinetic control) kehittäjän, Mark Comerfordin, työpajasta. Kiinnostuimme ultraäänikuvantamisen hyödyntämisestä opinnäytetyössä, sillä olemme aikaisemmin opintojen lomassa osallistuneet ultraäänikuvantamistutkimukseen. Koska aikaisempaa tutkimustietoa kaularangan syvien kou-

kistajalihasten aktivoitumisesta pysty- tai konttausasennossa ei ole saatavilla, on työn toteutus haasteellinen.

## 2 Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

### 2.1 Tavoite

Tutkielman pitkän tähtäimen tavoitteena on kehittää ja tehostaa niskakipupotilaiden terapeutista harjoittelua. Sen vuoksi tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää, muuttuuko syvien kaularangan koukistajalihasten paksuus craniocervicaalifleksio (CCF) -liikkeessä ultraäänellä mitattuna ja/tai pinnallisten koukistajalihasten aktivaatiotaso EMG:llä mitattuna kolmessa eri alkuasennossa. Lisäksi selvitetään, onko alkuasennolla merkitystä paksuuden muutokseen ja/tai lihasten aktivaatiotasoon. Useiden tutkimusten (Falla ym. 2003; Cagnie ym. 2007; Jull ym. 2008a; Jull ym. 2008b: 211-212) ja käytännön kokemusten mukaan kaularangan syviä koukistajalihaksia harjoitetaan pääosin selinmakuuasennossa. Tutkimuksen hypoteesina oli, että syvien lihasten harjoittaminen selinmakuuasennossa ei ole tarkoituksenmukaista, jos haluttua lihastoimintaa ei saavuteta pystyasennossa, jossa ihminen viettää pääosin suurimman osan vuorokaudesta. Lisäksi konttausasento voisi lajin kehityksellisestä näkökulmasta tarjota uudenlaisen lähestymistavan kaularangan syvien lihasten aktivoitumiselle.

### 2.2 Tutkimuskysymykset

1. Muuttuuko kaularangan syvien koukistajalihasten jännitystilän ja lepotilan välinen paksuus craniocervicaalifleksio-liikkeessä koukkuselinmakuulla, konttausasennossa ja istuma-asennossa ultraäänellä mitattuna ja onko asentojen välillä eroja?
2. Muuttuuko sternocleidomastoideus-lihasten jännitystilän ja lepotilan välinen aktivaatiotaso craniocervicaalifleksio-liikkeessä koukkuselinmakuulla, konttausasennossa ja istuma-asennossa EMG:llä mitattuna ja missä näistä kolmesta alkuasennosta sternocleidomastoideus-lihasten aktivaatiotaso on alhaisin?

### 3 Kaularangan toiminta

#### 3.1 Kaularangan anatomia

Kaularanka koostuu seitsemästä nikamasta, jotka ovat erikoistuneet kannattelemaan pään painon sekä sallimaan niskan liikkeen kaikkiin suuntiin. (Gilroy ym. 2009: 6; Middleditch – Oliver 2005: 6.) Kaulanikamat ovat samantyyppisiä keskenään lukuun ottamatta C1-C2 nikamia, jotka lasketaan kaularangan yläosaan. Kaularangan alaosan nivelissä (C3-C7) on liikesuuntia, jotka ovat eteen- ja taaksetaivutusta sekä sivutaivutusta, johon liittyy kiertoliike. Toiminnallisesti nämä kaksi rangan aluetta ovat toisiaan täydentäviä. Ne tuottavat näennäisen yhtenäisiä pään etu-, taakse ja sivutaivutus- sekä kiertoliikkeitä (Kapandji 1997:170).

M. sternocleidomastoideus (SCM) on pinnallinen kaularangan alueen lihas. Se toimii toispuoleisesti supistuessaan pään kiertäjänä vastakkaiselle puolelle ja pään sivutaivuttajana supistuvalla puolelle. Molempien puolien supistuessa samaan aikaan SCM toimii pään ojentajana. Kiinnityskohtiensa ansiosta SCM toimii myös kaularangan alaosan koukistajana. (Gilroy ym. 2009: 561; Middleditch – Oliver 2005: 105; Mylläri 2008: 57.) Kroonisesta niska- ja päänsärjistä sekä whiplash vammoista kärsivillä, joilla on heikko kaularangan syvien koukistajalihasten aktiivointi ja kestävyys, on havaittu sternocleidomastoideus-lihaksen lisääntyntä aktiiviteettia (Middleditch – Oliver 2005: 106; Jull 2000: 152).

M. longus colli on syvin kaularangan etupuolen lihaksista (Middleditch – Oliver 2005: 104). Se jakautuu kolmeen osaan: ylempään vinoon osaan (pars obliqua superior), mediaaliseen/vertikaaliseen osaan (pars verticalis) sekä alempaan vinoon osaan (pars obliqua inferior). M. longus collin päätehtävä on kaularangan koukistaminen. Ylemmät ja alemmat vinot säikeet osallistuvat toispuoleisesti supistettuna kaularangan sivutaivutukseen ja alemmat vinot säikeet osallistuvat kaularangan rotaation toiselle puolelle. (Gilroy ym. 2009:564; Middleditch – Oliver 2005: 104-105; Mylläri 2008:58.)

M. longus capitis lähtee C3-C6 –nikamien poikkihaarakkeista ja kiinnittyy takaraivoluun pohjaosaan (os occipitale pars basilaris). Se koukistaa päätä ylemmän niskanivelen (articulatio atlanto-occipitalis) kohdalta sekä koukistaa kaularangan yläosaa. (Gilroy ym. 2009: 564; Middleditch – Oliver 2005: 106; Mylläri 2008: 58; Jull ym. 2008: 526.)

M. rectus capitis anterior lähtee C1:sen eli kannattajanikaman sivuosasta (massa lateralis atlantis) ja kiinnittyy takaraivoluun pohjaosaan (os occipitale pars basilaris). Se koukistaa päätä ylemmän niskanivelen (articulatio atlanto-occipitalis) kohdalta. (Middleditch – Oliver 2005: 106-107; Gilroy ym. 2009: 564.) Lihaksella voi myös olla ylemmän niskanivelen hallintaan liittyvä tehtävä (Middleditch – Oliver 2005: 107).

### 3.2 Kaulan lihasten toiminta

Kaularangan syvien ja pinnallisten lihasten on toimittava yhteisvaikutuksessa ja tuotettava liike ja lihashallinta, jotta pään kannattelu ja liike olisi tehokasta ja taloudellista. Syvien, segmentaalisesti kiinnittyvien lihasten tulisi säilyttää kaularangan paikallinen kontrolli sekä matalatehoisissa asentoa ylläpitävissä että toiminnallisissa liikkeissä ja korkeatehoisissa kuormittavissa tehtävissä. Hallintaa ylläpitävien lihasten yhteisaktivaation tulisi kontrolloida liikesegmenttien liikettä, antaa paikallista tukea rangan neutraaleissa kaarteissa sekä tasapainottaa niskaa ja päätä vartalon päällä. (Comerford – Mottram 2012: 219.) M. sternocleidomastoideus kiinnittyy processus mastoideukseen craniocervicaalifleksion liikeakselin takapuolelle. Tämä aiheuttaa sen, että ilman tahdonalaista keski- tai alakaularangan koukistusta ei pinnallisissa kaularangan koukistajalihaksissa, kuten SCM:ssa, pitäisi tapahtua huomattavaa aktivaatiota ideaalissa neuromuskulaarisessa kontrollissa. (Jull 2000: 146.)

Kroonisesta niskakivusta kärsivillä potilailla on havaittu pienempi kaularangan syvien koukistajalihasten poikkipinta-ala oireettomiin verrattuna (Javanshir ym. 2009: 54). Niskaoireilla on myös todettu olevan yhteys kaularangan syvien koukistajalihasten voimantuoton ja lihaskestävyyden puutteisiin. (Barton & Hayes 1996: 686; Jull 2000: 150; Jull ym. 1999: 184; Jesus-Moraleida ym. 2011: 520; Jull – Barrett – Magee – Ho 1999; O’Leary – Jull – Kim – Vicenzino: 2007: 8). Näyttöpäätetyötä tekevillä niskakipupotilailta on havaittu pään eteen työntymistä sekä pään ja niskan muuttuneita motorisen kontrollin toimintamalleja. (Szeto - Straker - O’Sullivan 2005: 290; Falla ym. 2007: 413.) Pään eteen työntymisellä sekä selkärangan fleksiosuuntaisella asennolla on havaittu yhteys kaularangan lisääntyneeseen kompressiokuormitukseen. Kaulan äärifleksioasennossa on havaittu kaksinkertainen kuormitus yläniskassa verrattuna rangan neutraaliasentoon. Alakaularangassa C7 –tasolla voi kuormitus olla jopa 3-6 –kertainen. (Harms-Ringdahl ym. 1986: 1539.)



### 3.3 Craniocervicaalifleksio (CCF)

Craniocervicaalifleksio (CCF) on yläkaularangan ja pään nyökkäysliike, joka liitetään kirjallisuudessa kaularangan lihasten matalatehoiseen harjoitteluun. Oikein suoritettuna keski- ja alakaularangassa ei tapahdu tahdonalaista liikettä CCF-liikkeen aikana. Liikkeen suorittavat kaularangan syvät koukistajalihakset: m. longus colli, m. longus capitis sekä m. rectus capitis anterior ja lateralis, jotka samanaikaisesti stabiloivat kaularankaa ja tuottavat pään fleksioliikkeen. (Jull ym. 1999: 180.) CCF-liike on kalloon kiinnittyvän m. longus capitiksen sekä C1-nikamaan kiinnittyvän m. longus collin yläosan päätehtävä (Jull ym. 2008: 526). Kaulan alueen pinnalliset koukistajalihakset, kuten m. sternocleidomastoideus ja m. scalenus anterior eivät ole anatomisesti sopivia tuottamaan tätä spesifiä liikettä. (Jull ym. 1999: 180.)

Jull ja Falla työryhmineen ovat käyttäneet craniocervicaalifleksiotestiä monissa kaularangan koukistajalihaksiin liittyvissä tutkimuksissa (Jull ym. 2008; Jull ym. 2000; Jull ym. 1999; Falla ym. 2004; Falla ym. 2003; O’Leary ym. 2007). Näissä tutkimuksissa CCF-liike suoritettiin koukkuselinmakuulla asteittain samalla tarkastellen biopalaute-työn painelukemia.

## 4 Menetelmät

Ajatus opinnäytetyön aiheesta lähti liikkeelle toukokuussa 2012. Työn etenemisaikataulu on esitelty alla olevassa vuokaaviossa (Kuvio 1).



Kuvio 1. Opinnäytetyön kulku.

## 4.1 Tiedonhaku

Aiheeseen liittyviä tieteellisiä tutkimuksia sekä kirjallisuutta haettiin syksyllä 2012. Tutkimuksia haettiin PubMed- ja Cochrane -tietokannoista hakusanoilla ”deep neck flexor and ultrasound”, ”deep neck muscle and ultrasound”, ”longus colli and ultrasound”, ”cervical flexor and ultrasound” sekä ”cranio-cervical flexion”.

Saaduista osumista valittiin aiheeseen liittyvät tutkimukset. Lisäksi luettujen tutkimusten lähdeviitteistä ja -luetteloista poimittiin aiheeseen liittyvät julkaisut. Selinmakuu-asennossa suoritettavasta CCF-testistä löytyy useita 2000-luvulla julkaistuja tutkimuksia. Ultraäänen käyttöä kaularangan syvien koukistajalihasten aktivaation mittaamisessa on toistaiseksi käytetty melko vähän. Työhön liittyviä ultraääntä koskevia tutkimuksia löytyi edellä mainituilla hakusanoilla neljä kappaletta. Istuma-asentoa tai konntausasentoa koskevia tutkimuksia emme löytäneet.

## 4.2 Mittausmenetelmät

### 4.2.1 Ultraääni (UÄ)

Ultraääni on ääntä, joka ylittää 20 kHz:n taajuuden (van Holsbeeck – Introcaso 2001:1). Ultraääni muodostaa kuvan kohdistamalla lyhyitä impulsseja kehoon ja käyttämällä äänipään alla olevista rakenteista saatuja heijasteita. Ultraäänikuvantamisessa lähetetään samalla äänipäällä ääniaaltoja kuin otetaan vastaan takaisin heijastuvaa kaikua (Richardson – Hodges – Hides 2005: 89.) Ultraäänikuvantamisessa puhutaan kahdesta eri tarkkuudesta: aksiaalisesta ja horisontaalisesta. Aksiaalisella tarkkuudella on kyky erottaa kaksi erillistä kohdetta toisistaan, kun ne sijaitsevat suoraan päällekkäin. Horisontaalisella tarkkuudella taas on kyky erottaa kohteet toisistaan, kun ne sijaitsevat vierekkäin yhtä kaukana äänipäästä (van Holsbeeck – Introcaso 2001:5.)

Ultraääni mahdollistaa lihasten, jänteiden, nivelten, nivelsiteiden ja bursien kuvantamisen, jonka ansiosta sen on todettu olevan hyvin käyttökelpoinen menetelmä liikuntalääketieteessä. Sen etuna on edullisuus sekä se, ettei se altista haitallisille säteille. Toisaalta kuvantamistilanne on riippuvainen tutkimuksen suorittajasta ja kuvantamisalue on rajallinen. Yksi suurimmista ultraäänikuvantamisen eduista on kuitenkin se, että

lihassupistus voidaan kuvata reaaliaikaisesti (Richardson – Hodges – Hides 2005: 89-91.) Ultraäänellä voidaan esimerkiksi reaaliaikaisesti kuvantaa kaularangan syviä koukistajalihaksia sekä levossa että supistuksen aikana. (Jesus ym. 2008; Cagnie ym. 2008a; Javanshir ym. 2009; Jesus-Moraleida ym. 2011).



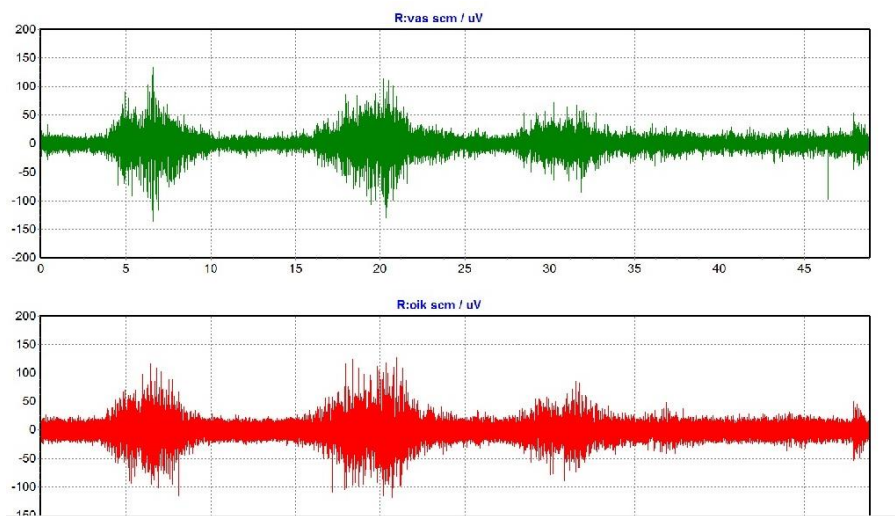
Kuvio 2. Ultraäänikuva kaularangalta C5-C6 -tasolta.

#### 4.2.2 Elektromyografia (EMG)

Elektromyografia (EMG) on tutkimusmenetelmä, jonka avulla arvioidaan ja rekisteröidään lihasten aktiopotentiaaleja ja lihasten sähköistä toimintaa (Kauranen - Nurkka 2010:303).

Lihaksen aktivoituessa hermojärjestelmän kautta impulssi kulkee aksonia pitkin lihassäikeiden motorisiin päätelevyihin ja näin syntyy sähköisiä aktiopotentiaaleja. Lihassäikeitä ympäröivä kudosis on sähköä johtavaa, joten lihassäikeiden aktivoitumista seuraa depolarisaatio eli kalvojäännitteiden muuttuminen positiiviseksi. Aktiopotentiaali käynnistää tapahtumaketjun lihassolussa, joka saa aikaan lihaksen supistumisen. Depolarisaatio tuottaa mitattavan sähköisen signaalin, joka voidaan aistia sekä pinta- että neulaelektrodilla, kun se on asetettu lähelle lihassäikeitä. Lihasten aktiopotentiaalien rekisteröiminen tuottaa tietoa lihaksen kuormitusasteesta ja motorisen hermon lihakseen tuomien aktiopotentiaalien määrästä. (Brown 2002: 54, Bjälle ym. 2008: 49, Kauranen - Nurkka 2010:303.)

EMG-signaali havaitaan kapeakaistaisena graafisena kuvaajana. Se on monesta motorisesta yksiköstä lähtöisin oleva elektrofysiologinen aktiivisuus. Tällä tarkoitetaan raakaEMG-signaalia, joka muodostuu useista motorisista yksiköistä peräisin olevista peräkkäisistä aktiopotentiaaleista ja pulssijonoista, jotka summautuvat elektrodien alla. Kun EMG-käyrää tarkastellaan lähemmin kapeammassa aikaikkunassa, havaitaan sen koostuvan peräkkäin olevista positiivisista ja negatiivisista ”piikeistä”, amplitudeista. Yksittäiset, korkeudeltaan vaihtelevat, amplitudit ovat yksittäisten motoristen yksiköiden aktiopotentiaaleja (Kuvio 3). (Kauranen - Nurkka 2010:305-306.)



Kuvio 3. RaakaEMG.

### 4.3 Tutkittavat

Mittauspäivän tutkimusjoukko koostui viidestä Metropolia Ammattikorkeakoulun naispuolisesta fysioterapiaopiskelijasta. Mitattavat rekrytoitiin mittauksiin eri vaiheen opiskelijoista, joille oli kerrottu opinnäytetyöstämme. Kriteereinä mittauksiin osallistumiselle olivat mahdollisimman samankaltaiset liikuntatottumukset ja anatominen rakenne. Mitattavilla ei ollut saanut ilmentyä niskakipua tai niskaperäistä päänsärkyä kuluneen 30 päivän aikana eikä niska-hartiaseudun tai pään vammoja viimeisen kuuden kuukauden aikana.

Taulukkoon 1 kootut tiedot on saatu mitattavilta heidän täyttämiensä esitietolomakkeiden (Liite 3) vastausten perusteella. Taulukkoon koottujen tietojen lisäksi selvitettiin

mitattavien liikuntatottumuksia. Mitattavien liikuntatottumukset olivat samankaltaisia ja sisälsivät muun muassa ryhmämuotoista liikuntaa, lenkkeilyä ja kuntosalia.

Taulukko 1. Tutkittavien esitiedot.

Sukupuoli	nainen 5/5
Ikä	22,8 vuotta (22-24v)
Pituus	163,7cm (161-169cm)
Paino	57,8kg (55-62kg)
Kätisyys	oikea 5/5
Liikuntatottumukset	keskimäärin 3-4 krt/vko

Mittaukset toteutettiin yhden aamupäivän aikana. Aikataulu oli sovittu etukäteen ja yhteen mittaukseen oli varattu aikaa 45 minuuttia. Osallistuminen ei vaatinut mitattavilta etukäteisvalmisteluja, paidan tuli kuitenkin olla sellainen, että se mahdollisti EMG-elektrodien kiinnittämisen ja ultraäänen äänipään ihokontaktin hartian ja kaulan seudulle.

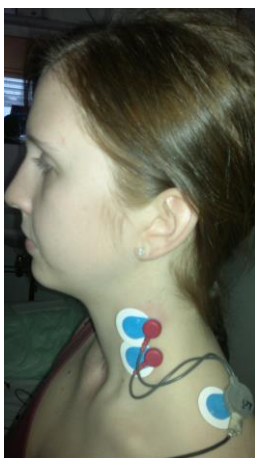
Mittauspäivänä ennen mittauksiin osallistumista yksi opinnäytetyön tekijöistä kertasi tutkittaville mittaustilanteen etenemisen sekä mittauksen kontraindikaatiot. Mitattavat täyttivät esitietolomakkeen ja allekirjoituksellaan suostuivat osallistumaan mittauksiin omalla vastuullaan. Mitattaville järjestettiin mahdollisuus henkilökohtaisten tulosten (Liite 5.) läpikäymiseen opinnäytetyön tekijöiden kanssa.

#### 4.4 Mittaustilanteen kulku

Ennen mittauspäivää cervical range of motion (CROM) –mittaria (Kuvio 5.) modifioitiin lisäämällä siihen toinen tarraremmi taakse. Tällä vältettiin selinmakuuasennossa takaraivoa alustaa vasten liu'utettaessa remmin liikkuminen takaraivolla. Liikkuminen olisi voinut antaa virheellisiä tuloksia. CROM-mittarin asteluvuksi valittiin 15 asteen fleksio. Suurempi kaularangan fleksio olisi häirinnyt ultraäänikuvantamista.

Ultraäänimittaus toteutettiin siten, että ultraäänen äänipää pidettiin rangan suuntaisesti ja äänipään keskikohta vakioitiin kilpiruston alareunan kohdalle (C5-C6-taso). Työelämäyhteistyökumppani ohjasi mitattaville craniocervicaalifleksio (CCF) -liikkeen oikean suoritustekniikan. CCF-liike toistettiin kolme kertaa ja tulosten analysointiin valittiin suoritus, jossa havaittiin selvin paksuuden muutos. Ultraäänimittauksissa käytettiin LOGIQ P6/P6 Pro -ultraäänilaitetta. Äänipäänä käytettiin yhdeksän MHz:n äänipäätä.

EMG-elektrodit asetettiin sternocleidomastoideus-lihakseen molemmin puolin siten, että alempi elektrodi oli kilpiruston alareunan tasolla ja ylempi elektrodi sijaitsi heti alemman elektrodin kraniaalipuolella.



Kuvio 4. EMG-elektrodien asettelukohdat.



Kuvio 5. CROM-mittari

Mittauksen alkuasentoja oli kolme: koukkuselinmakuu, konttausasento sekä istumasento. Alkuasennoissa asennon vakiointiin käytettiin luotisuoraa (korva - acromion - trochanter major). Hoitopöydällä koukkuselinmakuulla pään alla käytettiin tarvittaessa koroketta asennon korjaamiseksi. Viimeisessä alkuasennossa jokaiselle mitattavalle suoritettiin vastustettu pään kierto, jolla tavoiteltiin m.sternocleidomastoideuksen maksimaalista aktivaatiotasoa. Arvoa käytettiin vertailulukuna henkilökohtaisissa EMG-tuloksissa (Liite 5). Nämä arvot eivät ole keskenään vertailukelpoisia, niitä voidaan hyödyntää ainoastaan mitattavan omien EMG-tulosten tulkinnoissa.

Mittaustilanteet kuvattiin videolle suorituksen laadun varmistamiseksi. Mittaustilanteessa ultraääni ja EMG käynnistettiin samaan aikaan, jotta suoritus saatiin synkronoitua varmistusvideolle vertailukelpoiseksi.

## 4.5 Aineiston käsittely

### 4.5.1 UÄ-analyysi

Ultraäänen kuvantamismateriaali tallennettiin ultraäänilaitteesta muistitikulle wmw-muotoon, jotta ultraäänivideoita voitiin jälkeempään analysoida tavallisella tietokoneella. Yksi henkilö analysoi kaikki videotiedostot yhdellä ja samalla tietokoneella. Osa videotiedostoista saaduista tuloksista tarkistettiin sattumanvaraisesti koulutuslääkärin kanssa ultraäänilaitteella. Näin voitiin varmistaa, että videot on analysoitu asianmukaisesti.

Mitattavien lihasten paksuutta mitattiin ultraäänivideon mittasuhdetta vastaavaksi muokatulla mittatikulla. Videoilla esiintyi kolmea eri mittasuhdetta: 1:3,5; 1:2,8 sekä 1:2,5. Videolta mitattiin kohdelihaksen paksuus näennäisesti kapeimman ja paksuimman hetken aikana. Oletuksenamme oli, että kapeimmillaan lihas on rentona ja paksuimmillaan supistuneena. Ultraäänivideot on kuvannettu kaularangan C5-C6 -tasolta, mutta tarkempaa vakioitua mittauskohtaa, kuten C5 nikaman alareunaa, ei voitu käyttää videoiden yksilöllisen näkyvyyden takia.

Ultraäänitulosten analyysissä huomioitiin syvissä kaularangan lihaksissa tapahtuneet paksuuden muutokset CCF-liikkeen aikana. Mitattavien henkilöiden ultraäänitulostaulukoihin (taulukko 2; Liite 5) sijoitetut arvot on esitetty millimetreinä. Taulukot esittävät arvoja lepopaksuudesta ja lihaksesta paksuimmillaan sekä niiden välisiä paksuuden muutoksia. Kaularangan syviä koukistajalihaksia on kuvannettu ultraäänellä molemmilta puolilta, minkä vuoksi yhdestä alkuasennosta on saatu kaksi arvoa. Esimerkiksi ”koukkuselinmakuu, oikea” tarkoittaa, että ultraääni on kuvannettu kaularangan oikealta puolelta ja ”koukkuselinmakuu, vasen”, että ultraääni on kuvannettu vasemmalta puolelta.

### 4.5.2 EMG-analyysi

EMG-arvoja tarkasteltiin aluksi raakaEMG -kuvista (Liite 4). Tuloksia analysoitiin tekemällä jokaisen mitattavan keskiarvostetuista EMG-arvoista taulukko. Kuviossa 6 ja Liitteessä 5 esiintyvien taulukoiden alareunassa näkyy alkuasennot ja pylväissä MegaWin-ohjelmasta saadut keskiarvostetut maksimi- ja minimiarvot sekä keskiarvot. Esimerkiksi ”koukkuselinmakuu vas” tarkoittaa, että ultraääni on kuvannettu vasemmalta

puolelta, ja ”koukkuselinmakuu oik”, että ultraääni on kuvannettu oikealta puolelta kyseisessä alkuasennossa. Kuvion 6 sisällä olevat taulukot ovat yksilöllisiä. Jotta alkuasentojen erot olisivat havainnollistavia, on taulukon koko suhteutettu mitattavan saamiin arvoihin.

EMG-elektrodeja ei irroitettu kesken mittausten. Ultraääni mitattiin molemmilta puolilta erikseen, jonka johdosta EMG-arvoja on jokaisesta mittauksesta sekä vasemmalta että oikealta. Pylväiden (Kuvio 6.; Liite 5) eroja tarkasteltiin silmämääräisesti taulukoista ja saatuja mikrovolti ( $\mu\text{V}$ ) -lukuja vertailtiin. Vastustetun päännkierron arvot toimivat vertailukohtana muille saman henkilön saamille arvoille.

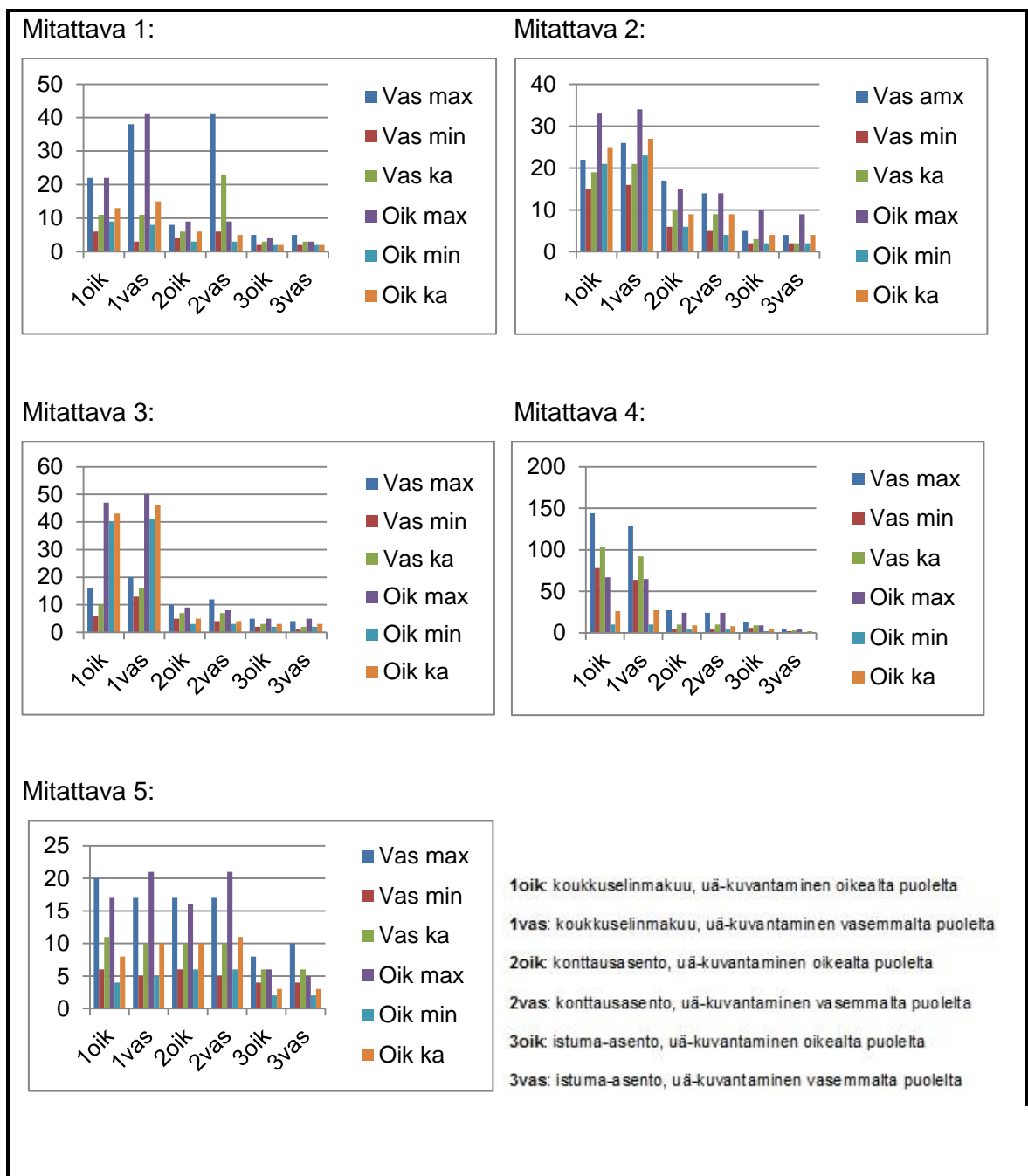
## 5 Tulokset

Taulukko 2. Mitattavien UÄ-keskiarvot

	Lepopaksuus	Lihaspaksuimmillaan	Paksuuden muutos
Koukkuselinmakuu, oikea	8,5 mm	10,8 mm	2,3 mm
Koukkuselinmakuu, vasen	7,875 mm	8,75 mm	0,875 mm
Konttausasento, oikea	10,5 mm	12,1 mm	1,6 mm
Konttausasento, vasen	9,375 mm	10,625 mm	1,25 mm
Istuma-asento, oikea	9,25 mm	10,5 mm	1,25 mm
Istuma-asento, vasen	9 mm	9,8 mm	0,8 mm

Taulukossa 2 on esitetty kaularangan syvien koukistajalihasten ultraäänitulokset keskiarvoina. Keskiarvoistetuissa tuloksissa paksuuden muutosta tapahtui kaikissa alkuasunnoissa, mutta yksilötasolla tarkasteltuna kaikissa alkuasunnoissa mitattavilla ei johdonmukaisesti tapahtunut paksuuden muutosta. Istuma-asennossa paksuuden muutos näyttäisi olevan hieman vähäisempää muihin asentoihin verrattuna. Taulukosta voidaan havaita, että oikealla puolella on kaikissa alkuasunnoissa suurempi paksuuden muutos kuin vasemmalla puolella.





Kuvio 6. Mitattavien SCM:n keskiarvoistetut EMG-arvot. Huom. Taulukoiden koot on suhteutettu mitattavien saamiin arvoihin.

EMG-mittausten perusteella näyttäisi siltä, että pinnallisen SCM-lihaksen aktivaatiotaso on pienimmillään, kun CCF-liikettä harjoitetaan istuma-asennossa. Sen sijaan suurimmat aktivaatiotasot havaittiin koukkuselinmakuulla.

## 6 Pohdinta

Mittausten EMG-analyysin perusteella havaittiin, että kaikilla mitattavilla pinnallisen SCM:n aktivaatiotaso on pienimmillään CCF-liikkeen aikana istuma-asennossa ja suurimmillaan koukkuselinmakuulla. Kaularangan syvien koukistajalihasten ultraäänitarastelussa tapahtui paksuuden muutosta kaikissa alkuasunnoissa. Paksuuden muutos näyttäisi olevan hieman vähäisempää istuma-asennossa kuin muissa testatuissa alkuasunnoissa. Lisäksi havaittiin, että koukkuselinmakuulla paksuuden muutos vaihteli huomattavasti vasemman ja oikean puolen välillä. Keskiarvoistetuissa tuloksissa oikean puolen paksuuden muutokset olivat suuremmat alkuasennosta riippumatta.

CCF-liikkeen suorittamisesta istuma- tai konttausasennossa ei löytynyt aiempaa tutkimustietoa. Aiemmissa tutkimuksissa (O'Leary ym. 2007; Falla ym. 2004; Falla ym. 2003; Jull ym. 1999; Jull 2000; Jull ym. 2008) on havaittu kaularangan syvien koukistajalihasten aktivoituminen selinmakuuasennossa suoritetussa CCF-liikkeessä. Myös opinnäytetyössämme havaittiin kaularangan syvien koukistajalihasten aktivoituminen kyseisessä alkuasennossa. Aiemmissa tutkimuksissa niskakipupotilailla on havaittu muutoksia kaularangan lihasten toiminnassa oireettomiin verrattuna. (Barton – Hayes 1996: 686; Jull 2000: 150; Jull ym. 1999: 184; Jesus-Moraleida ym. 2011: 520; Jull – Barrett – Magee – Ho 1999; O'Leary – Jull – Kim – Vicenzino: 2007: 8; Jull 2000: 152, Falla ym. 2004: 2113; Szeto - Straker - O'Sullivan 2005: 290; Falla ym. 2007: 413.) Opinnäytetyön mittaukset toteutettiin oireettomilla henkilöillä, joten johtopäätöksiä niskakipupotilaan harjoitteluasentojen suhteen ei voida tämän työn perusteella tehdä.

Työn vahvuuksina olivat mittaustilanteessa koko ajan ihossa kiinni olleet EMG-elektrodit. Näin mittaukset olivat luotettavampia, koska jokaisella mitattavalla EMG-elektrodien kiinnityskohta pysyi samana alkuasennosta riippumatta. Ultraäänimittausten analysoinnin luotettavuutta lisäsi, että yksi ja sama henkilö analysoi kaikki ultraäänitallenteet samalla tietokoneella. Näin säästyttiin eri analysoijien välisiltä tulkintaeroilta. Koulutuslääkärin kanssa ”pistokoetyyliin” tehdyt kuvanteiden uusintamittaukset antoivat samansuuntaisia tuloksia +/- kahden millimetrin erolla. Paksuuden muutokset pysyivät samana. Tämä puoltaa tulosten asianmukaista analysointia. Myös kriittinen suhtautuminen työtä kohtaan, epäkohtien ja heikkouksien huomioon ottaminen sekä haastavaan aiheeseen paneutuminen ovat olleet vahvuuksiamme koko opinnäytetyöprosessin ajan.

Ultraäänilaitteen edellispäiväisen huollon myötä tulleiden asetusten muuttumisten takia ultraäänitalenne kesti korkeintaan 25 sekuntia, jolloin kaikki kolme CCF-liikesuoritusta eivät välttämättä mahtuneet samalle videotallenteelle. Osissa videotallenteista äänipään kontakti irtoaa tai on niin heikko, ettei videosta voi mitata paksuuden muutoksia. Tarkkaa yhtenäistä lihaksen analysointikohtaa ei voitu vakioida, sillä jokaisella mitattavalla lihakset käyttäytyivät yksilöllisesti CCF-liikkeen aikana. Tämä voi olla merkittävänä tekijänä ultraäänituloksista saatujen lihasten lepopaksuuksien vaihteluissa, joita esiintyi sekä asentojen että oikean ja vasemman puolen välillä.

M.sternocleidomastoideuksen (SCM) varsinaista EMG-lepoarvoa ei ole mitattavilta tiedossa, mutta jokaisesta mitattavasta on olemassa arvo ennen aktiivista liikesuoritusta. Huomasimme, ettei kaikilla mitattavilla kuitenkaan tapahdu tässä pinnallisen SCM:n rentoutumista, joten luotettavaa lepoarvoa ei ole käytettävissä. SCM-lihasten maksimaalisen aktivaatiotason mittaustekniikka ei ole vakioitu. Meillä ei ollut vakioitua vastuksen määrää maksimaalisen liikkeen suorittamisessa. Mittauksien suurin haaste oli tulosten analysointi, koska meillä ei ole aikaisempaa kokemusta UÄ- tai EMG-tulosten analysoinnista tai tarvittavien tietokoneohjelmien käytöstä.

Mittauksiin osallistuneille Metropolia AMK:n fysioterapeuttipiskelijoille CCF-liike oli entuudestaan tuttu, joten he tiedostivat oikean suoritustekniikan tavoitteen. Mittaustilanteen CCF-liikkeen laajuudeksi määräytyi 15 asteen fleksio, koska suurempi kaularangan fleksio olisi häirinnyt ultraäänikuvaa. Kaikki mitattavat eivät yltäneet 15 asteen fleksioon.

Ultraäänikuvantaminen tapahtui C5-C6 -tasolla, jossa kuvannetaan pääsääntöisesti m.longus collia, sen keski- ja alaosia. Kyseisen lihaksen ylempien osien sekä m. longus capitiksen pääsääntöiset tehtävät ovat CCF-liike, joten on mahdollista, että kraniallisempi mittauskohda olisi antanut suurempia paksuuden muutoksia. Kuitenkin C5-C6 -tasolla näkyvyys on hyvä ja sitä on käytetty aikaisemmissa tutkimuksissa (Javanshir ym. 2011: 55; Cagnie ym. 2009: 422).

Ultraäänituloksissa osalla mitattavista lihaksen lepopaksuus vaihtelee asennoittain sekä vasemman ja oikean välillä. Tähän voi suuresti vaikuttaa tarkan analysointikohdan puuttuminen videoiden yksilöllisen näkyvyyden johdosta. Pitää myös ottaa huomioon mahdolliset asennon vaikutukset, puolierot sekä lihaksen mahdollinen rentoutumattomuus suorituksen aikana. Syvien lihasten paksuuden muutokset olivat melko pieniä

(maksimissaan 2,5 mm) kaikilla mitattavilla. Muutos on pieni, mutta jos ottaa huomioon, että lihaksen paksuus on esimerkiksi yhden senttimetrin luokkaa, on 2,5mm jo 25%. Toisaalta, kertooko lihaksen suuri paksuuden muutos onnistuneesta suorituksesta?

Keskiarvoistetuissa ultraäänituloksissa oikean puolen paksuuden muutokset olivat suuremmat alkuasennosta riippumatta. Kaikki mitattavat olivat oikeakätisiä, joten jäimme pohtimaan näiden seikkojen välistä mahdollista yhteyttä. Ultraäänikuvanteissa, joissa ei ole havaittavissa pinnallisten tai syvien kaularangan lihasten aktivaatiota, heräsi ajatus siitä, onko mitattavan mahdollista tehdä CCF-liike niskan ekstensorilihaksilla eksentrisesti painovoiman avulla. Tästä syystä olisi ollut mielenkiintoista nähdä myös niskan ekstensorilihasten EMG-aktiivisuutta.

Pohdimme myös, vaikuttaako ultraäänen äänipään painaminen m.sternocleidomastoideuksen toimintaan ja näin ollen EMG:ssä näkyvään aktivaatiotasoon. Tuloksissa ei kuitenkaan ilmennyt tähän viittaavaa yhtenevyyttä.

Työ tulisi tehdä suuremmalla tutkimusjoukolla, jolloin tulokset ja johtopäätökset ideaalin harjoitusasennon suhteen olisivat luotettavampia. Jatkossa voisi myös ajatella ultraäänien kuvantamista samanaikaisesti sekä oikealta että vasemmalta, jolloin liikkeen aikana mahdolliset puolierot olisivat havaittavissa.

### **Johtopäätökset**

Tutkimuksen johtopäätöksinä todetaan, että kaularangan syviä koukistajalihaksia voidaan aktivoida useammassa eri alkuasennossa. Syvien lihasten paksuuden muutoksissa ei havaittu merkittäviä eroja alkuasentojen välillä. Pinnallisten lihasten vähäinen aktiivisuus näyttäisi puoltavan harjoittelua istuma-asennossa. Koska tutkittavien määrä oli pieni, tämän pilottitutkimuksen perusteella ei voida tehdä varmoja johtopäätöksiä kaularangan lihasten ideaalista harjoitusasennosta. Vastaava tutkimus tulisikin toteuttaa suuremmalla tutkimusjoukolla ja niskakipupotilailla.

## **Loppusanat**

Haluamme kiittää koulutuslääkäri Jouko Heiskasta, joka auttoi aiheen rajaamisessa ja käytännön toteutuksessa. Kiitämme myös työelämänyhteistyökumppania, Ortonin OMT-fysioterapeutti Petteri Kohoa sekä innoittajana toiminutta Mark Comerfordia. Haluamme myös kiittää ohjaajiamme yliopettaja Riku Nikanderia ja lehtori Tiina Karihtalaa ohjauksesta ja opastuksesta sekä lehtori Sami Grönbergiä tietoteknisestä avusta. Jotta työn toteuttaminen oli mahdollista, kiitokset kuuluvat myös mittauksiin osallistuneille henkilöille.

## Lähteet

Barton, P. - Hayes, K. 1996. Neck Flexor Muscle Strength, Efficiency, and Relaxation Times in Normal Subjects and Subjects With Unilateral Neck pain and Headache. Arch Phys Med Rehabil Vol 77, July 1996: 680-687.

Bjälle, Jan G. - Haug, Egil - Sand, Olav - Sjaastad, Øystein V. - Toverud, Kari C. 2008: Ihminen. Fysiologia ja anatomia. Helsinki. WSOY.

Brown, David A. 2002: Muscle: The Ultimate Force Generator in the Body. Teoksessa Neumann, Donald A: Kinesiology of the Musculoskeletal System. Foundations for Physical Rehabilitation. St. Louis, Missouri. Mosby. 41-55.

Cagnie, B. - Derese, E. - Vandamme, L. - Verstraete, K. - Cambier, D. - Danneels, L. 2008a. Validity and reliability of ultrasonography for the longus colli in asymptomatic subjects. Manual Therapy 14 (2009), 421-426.

Cagnie, B. - Dickx, N. - Peeters, I. - Tuytens, J. - Achten, E. - Cambier, D. 2008b. The use of functional MRI to evaluate cervical flexor activity during different cervical flexion exercises. J Appl Physiol 104: 230-235, 2008.

Clarkson, Hazel M 2000. Musculoskeletal Assessment. Joint Range of Motion and Manual Muscle Strength. 2 nd edition. Lippincott Williams & Wilkins.

Falla, D. - Jull, G. - Dall'Alba, P. - Rainoldi, A. - Merletti, R. 2003. An Electromyographic Analysis of the Deep Cervical Flexor Muscles in Performance of Craniocervical Flexion. Physical Therapy Volume 8, Number 10: 899-906.

Falla, Deborah - Jull, Gwendolen - Hodges, Paul 2004. Patients With Neck Pain Demonstrate Reduced Electromyographic Activity of the Deep Cervical Flexor Muscles During Performance of the Craniocervical Flexion Test. Spine 29 (19). 2108-2114.

Falla, Deborah - Jull, Gwendolen - Russell, Trevor - Vicenzino, Bill - Hodges, Paul 2007. Effect of Neck Exercise on Sitting Posture in Patients With Chronic Neck Pain. PHYS THER. 2007; 87:408-417.

Harms-Ringdahl, Karin – Ekholm, Jan – Schüldt, Kristina – Németh, Gunnar – Arborelius, Ulf P. 1986. Load moments and myoelectric activity when the cervical spine is held in full flexion and extension. Ergonomics. 1986 Vol 29, No 12: 1539-1552.

van Holsbeeck, Marnix T. – Introcaso, Joseph H 2001: Musculoskeletal Ultrasound. Second Edition. St. Louis, Missouri. Mosby

Javanshir, K. - Mohseni-Bandpei, M.A. - Rezasoltani, A. - Amiri, M. - Rahgozar, M. 2011. Ultrasonography of longus colli muscle: A reliability study on healthy subjects and patients with chronic neck pain. Journal of Bodywork & Movement Therapies (2011) 15, 50-56.

Jesus, F. - Ferreira, P.H. - Ferreira, M.L. 2008. Ultrasonographic Measurement of Neck Muscle Recruitment: A Preliminary Investigation. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy* 2008; 16(2): 89-92.

Jesus-Moraleida, F.R. - Ferreira, P.H. - Pereira, L.S.M - Vasconcelos, C.M. - Ferreira, M.L. 2011. Ultrasonographic Analysis of the Neck Flexor Muscles in Patients with Chronic Neck Pain and Changes After Cervical Spine Mobilization. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* Volume 34, Number 8: 514-524.

Jull, Gwendolen A. – O’Leary, Shaun P. – Falla, Deborah L. 2008. Clinical Assessment of the Deep Cervical Flexor Muscles: The Craniocervical Flexion Test. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. Volume 31, Number 7.

Jull, G. - Barret, C. - Magee, R. - Ho, P. 1999. Further clinical clarification of the muscle dysfunction in cervical headache. *Cephalalgia* 19 (1999): 179-185.

Jull, G. 2000. Deep Cervical Flexor Muscle Dysfunction in Whiplash. *Journal of Musculoskeletal Pain*, Vol 8(1/2) 2000: 143-154.

Kapandji, I. A. 1997: Kinesiologia III. Selkärangan, rintakehän ja lantion nivelten toiminta. *Medirehab*. Laukaa.

Kauranen, Kari - Nurkka, Niina 2010: Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Helsinki. Liikuntatieteellinen Seura. 303-326

O’Leary, Shaun – Jull, Gwendolen – Kim, Mehwa – Vicenzino, Bill 2007: Specificity in Retraining Craniocervical Flexor Muscle Performance. *Journal of orthopaedic & Sports Physical Therapy*. Volume 37, Number 1: 3-9.

Richardson, Carolyn – Hodges, Paul – Hides, Julie 2005: Terapeuttinen harjoittelu ja keskivartalon hallinta. Motorisen kontrollin näkökulma alaselkävun hoidossa ja ennaltaehkäisyssä. Jyväskylä. Gummerus Kirjapaino Oy

Riihimäki, Hilka – Heliövaara, Markku – Heistaro, Sami – Impivaara, Olli – Jokiniemi, Tuula – Luoto, Satu – Manninen, Pirjo – Mäkelä, Matti – Taimela, Simo – Takala, Esa-Pekka – Viikari-Juntura, Eira 2002. Tuki- ja liikuntaelinten sairaudet. Teoksessa *Terveys ja toimintakyky Suomessa. Terveys 2000 –tutkimuksen perustulokset*. Helsinki: Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B3/2002. 7.3. 48. Verkkodokumentti. <<http://www.ktl.fi/publications/2002/b3.pdf>>. Luettu 2.10.2012.

Szeto, Grace P.Y. - Straker, Leon M. - O’Sullivan, Peter B. 2005. A comparison of symptomatic and asymptomatic office workers performing monotonous keyboard work—2: Neck and shoulder kinematics. *Manual Therapy* 10 (2005) 281–291.

**Asiakkaan saatekirje**

9.1.2013

Hei Metropolian fysioterapeuttiopiskelija!

Olemme kolme Metropolia Ammattikorkeakoulun fysioterapeuttiopiskelijaa. Tarvitsemme opinnäytetyötämme varten viisi vapaaehtoista koulumme naispuolista fysioterapeuttiopiskelijaa koehenkilöiksi. Tarkastelemme opinnäytetyössämme kaularangan koukistajalihasten aktivoitumista ultraäänikuvantamisen sekä EMG:n avulla kolmessa eri alkuasennossa. Koehenkilöllä ei saa olla ilmentynyt niskakipua tai niskaperäistä päänsärkyä kuluneen 30 päivän aikana eikä niska-hartiaseudun tai pään vammoja viimeisen 6 kuukauden aikana.

Mittaus suoritetaan yhden kerran aikana tammikuun 21. päivänä. Tutkimusaineisto kerätään ainoastaan opinnäytetyötämme varten ja tutkimustulokset käsitellään luottamuksellisesti. Tutkimukseen osallistumiseksi on varattava noin tunti aikaa/henkilö. Mittaukseen osallistuminen ei vaadi koehenkilöltä raskasta fyysistä suorittamista. Tarvittaessa tutkimuksesta voi poistua ilman erityistä syytä.

Jos olet kiinnostunut osallistumaan, ota yhteyttä sähköpostitse osoitteeseen [n.n@metropolia.fi](mailto:n.n@metropolia.fi). Saat lisätietoja mittauspäivän kulusta.

Ystävällisin terveisin,

Kikko Kähre

Sanna Oras

Katja Uuskoski



**Mittauksiin tulevalle**

14.1.2013

Hei mittauksiin tuleva opiskelija!

Mittaukset toteutetaan maanantaina 21.1.2013 koulumme tiloissa, Metropolia AMK:n Vanhan Viertotien toimipisteessä. Ennen mittauksia käymme läpi mahdolliset kontraindikaatiot ja valmistelemme mittausvälineitä. Asettelemme valmiiksi EMG-elektrodit, rajaamme ultraäänen äänipään alueen teipeillä ja asettelemme Myrinin mittarin koehenkilölle. Mittauksiin esivalmisteluineen kuluu aikaa yhden koehenkilön osalta noin tunti.

Pyydämme sinua pukeutumaan niin, että meidän on mahdollista asettaa EMG-elektrodit molemmin puolin m.sternocleidomastoideukseen ja maadoituselektrodit m.trapeziuksen yläosaan.

Mittauksilanteessa ovat läsnä opinnäytetyön tekijät (kolme opiskelijaa), ultraäänikuvantamisen suorittava henkilö sekä manuaalisen ohjauksen suorittava fysioterapeutti.

Tallennamme kuvamateriaalin ja mittauksista saadun digitaalisen materiaalin. Käsittelemme tuloksia luottamuksellisesti ja ne julkaistaan nimettömästi. Opinnäytetyön koehenkilöihin liittyvä materiaali tuhoetaan mittauksien tulosten tulkinnan jälkeen.

Opinnäytetyön mittauksiin osallistuminen on täysin vapaaehtoista ja mittauksista voi poistua koska tahansa ilman erityistä syytä.

Pyydämme Sinua saapumaan Vanhan Viertotien toimipisteen ala-aulaan klo \_\_\_\_\_, osoitteeseen Vanha Viertotie 23, 00350 Helsinki.

Jos sinulla on kysyttävää, ota yhteyttä sähköpostitse osoitteeseen: n.n@metropolia.fi tai puhelimitse xxx-xxxxxxx.

Osallistumisesta kiittäen,

Kikko Kähre  
Sanna Oras  
Katja Uuskoski

**Esitietolomake**

Nimi: \_\_\_\_\_

Päivämäärä:    /   /2013

Ikä: \_\_\_\_\_ vuotta

Pituus: \_\_\_\_\_ cm

Paino: \_\_\_\_\_ kg

Ammatti: \_\_\_\_\_

## Liikuntatottumukset:

Kuinka usein harrastat liikuntaa? Rastita sopiva vaihtoehto.

Harvemmin kuin kerran viikossa \_\_\_\_

1-2 kertaa viikossa \_\_\_\_

3-4 kertaa viikossa \_\_\_\_

5 kertaa tai useammin viikossa \_\_\_\_

Minkälaista liikuntaa harrastat?

---

---

---

Mittaustilanteessa otettua kuvamateriaalia saa hyödyntää opinnäytetyön kirjallisessa julkaisussa. Rastita sopiva vaihtoehto.

Kyllä \_\_\_\_

Ei \_\_\_\_

Suostun osallistumaan mittauksiin omalla vastuulla.

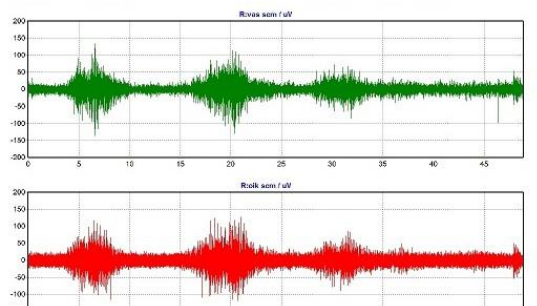
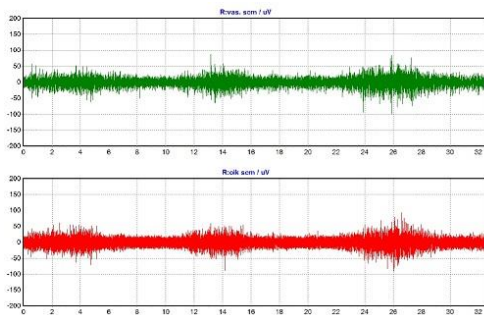
---

Allekirjoitus ja nimen selvennys

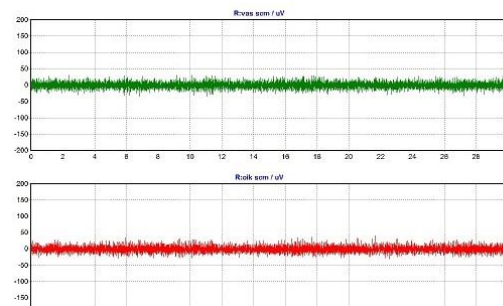
## RaakaEMG

Mitattava 1

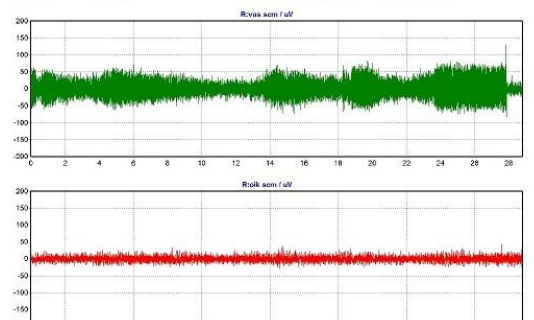
- Vasen SCM
- Oikea SCM



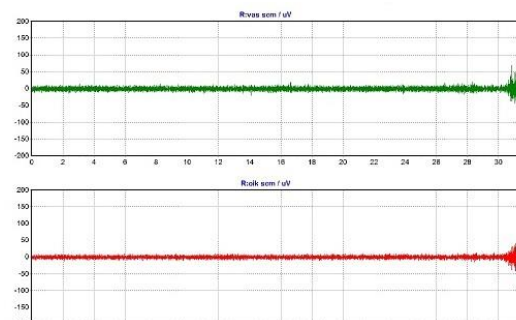
Koukkuselinmakuu, UÄ oikealta



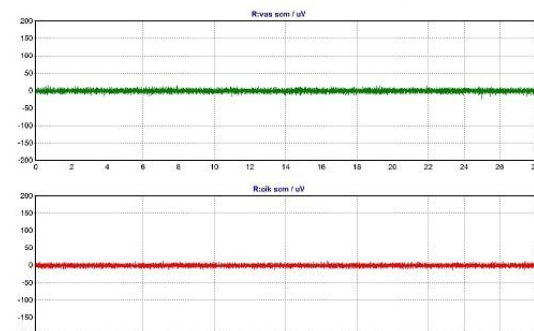
Koukkuselinmakuu, UÄ vasemmalta



Konttausasento, UÄ oikealta



Konttausasento, UÄ vasemmalta



Istuma-asento, UÄ oikealta



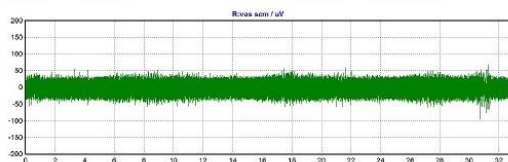
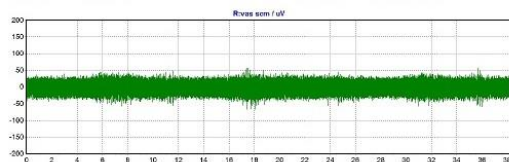
Istuma-asento, UÄ vasemmalta



## RaakaEMG

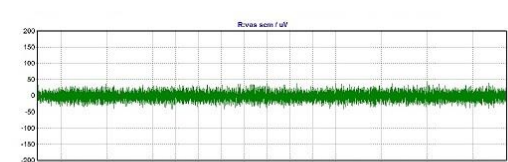
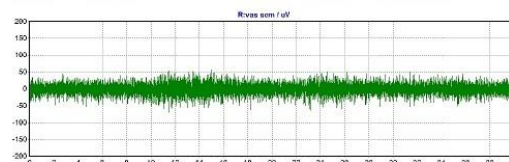
Mitattava 2

- Vasen SCM
- Oikea SCM



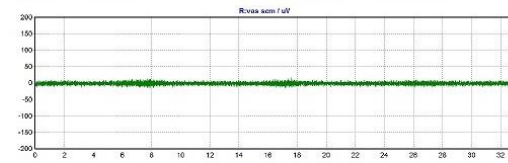
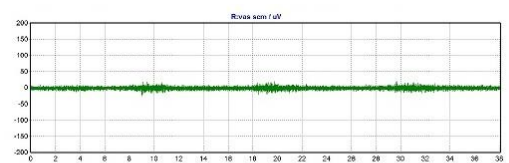
Koukkuselinmakuu, UÄ oikealta

Koukkuselinmakuu, UÄ vasemmalta



Konttausasento, UÄ oikealta

Konttausasento, UÄ vasemmalta



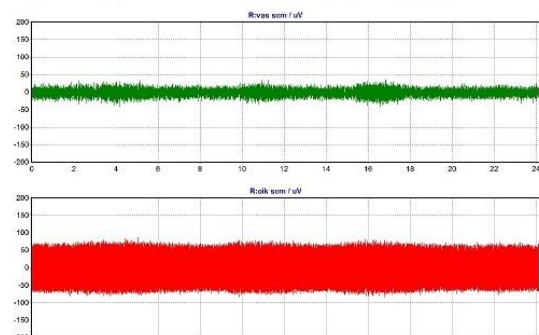
Istuma-asento, UÄ oikealta

Istuma-asento, UÄ vasemmalta

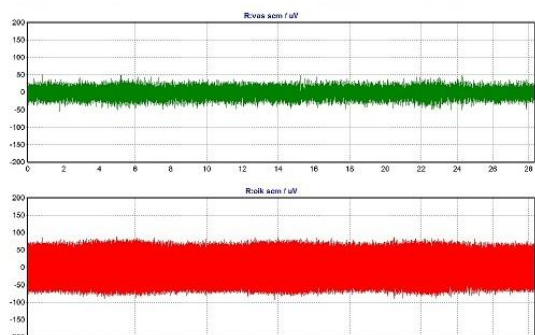
## RaakaEMG

Mitattava 3

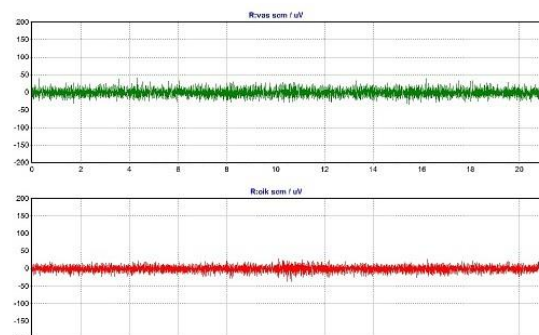
- Vasen SCM
- Oikea SCM



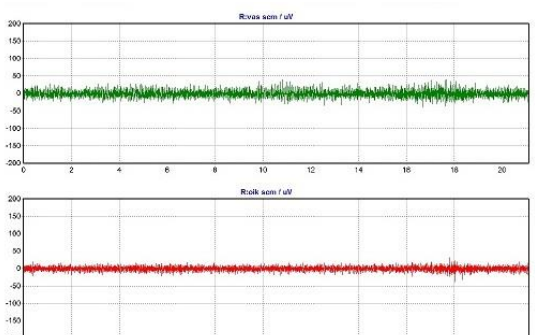
Koukkuselinmakuu, UÄ oikealta



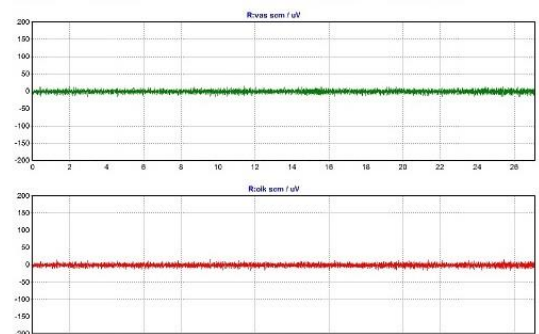
Koukkuselinmakuu, UÄ vasemmalta



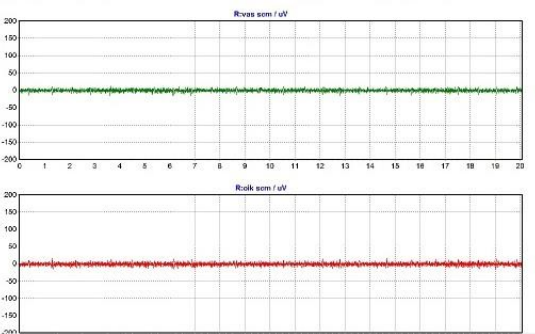
Konttausasento, UÄ oikealta



Konttausasento, UÄ vasemmalta



Istuma-asento, UÄ oikealta

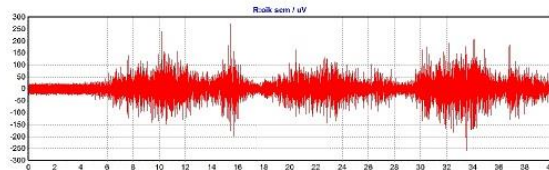
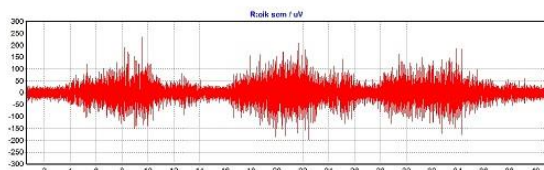
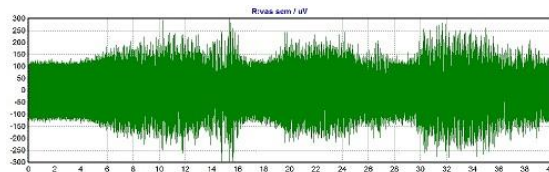
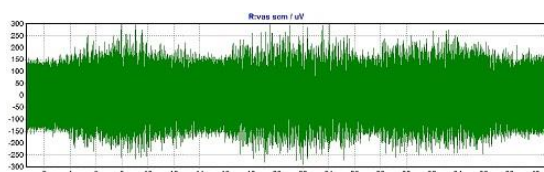


Istuma-asento, UÄ vasemmalta

## RaakaEMG

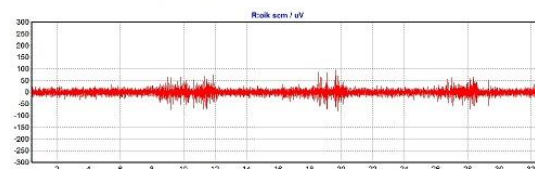
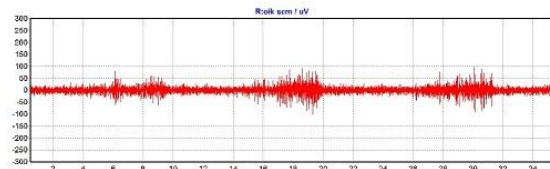
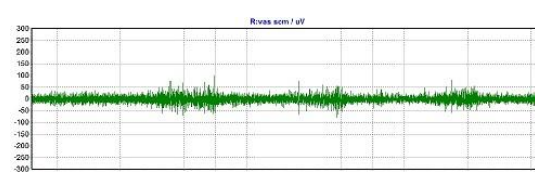
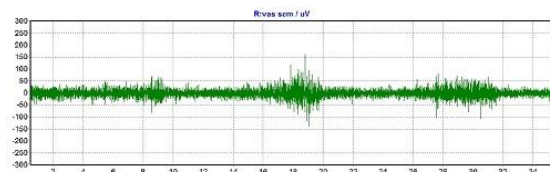
Mitattava 4

- Vasen SCM
- Oikea SCM



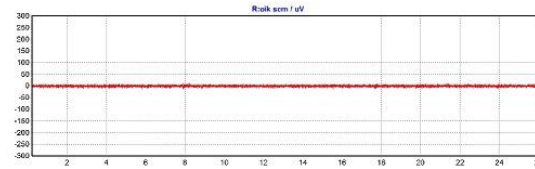
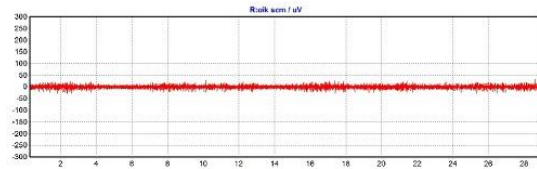
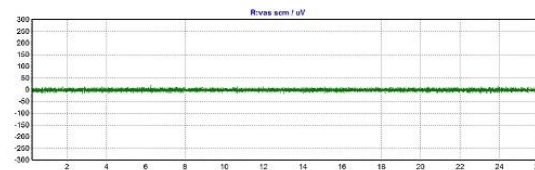
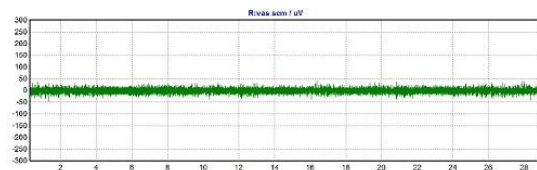
Koukkuselinmakuu, UÄ oikealta

Koukkuselinmakuu, UÄ vasemmalta



Konttausasento, UÄ oikealta

Konttausasento, UÄ vasemmalta



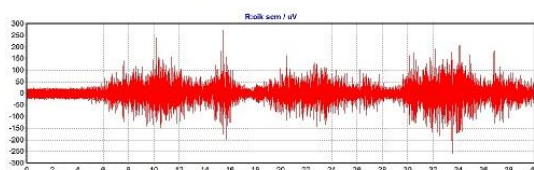
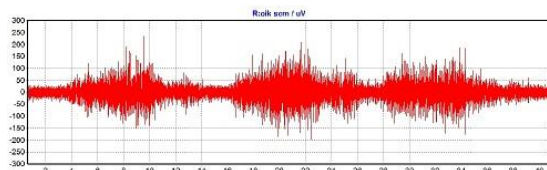
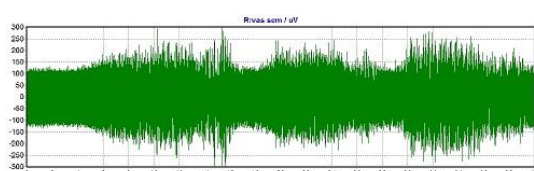
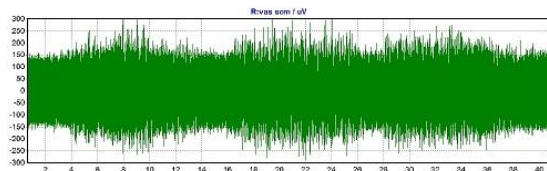
Istuma-asento, UÄ oikealta

Istuma-asento, UÄ vasemmalta

## RaakaEMG

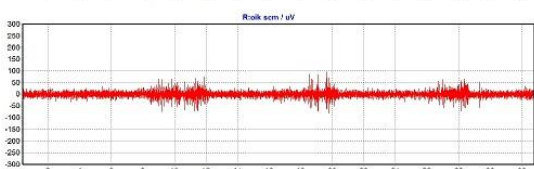
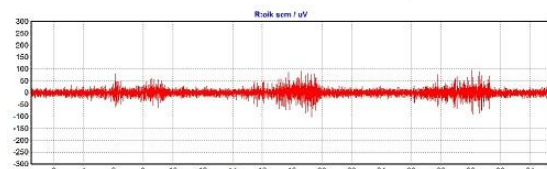
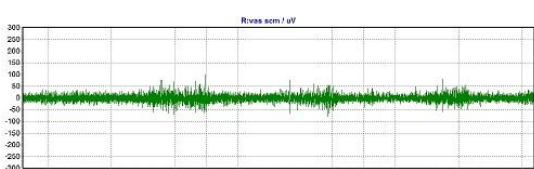
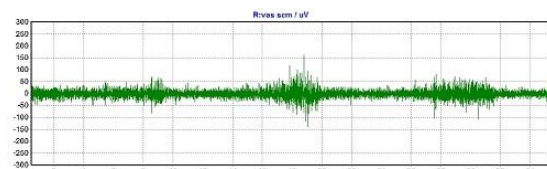
Mitattava 5

- Vasen SCM
- Oikea SCM



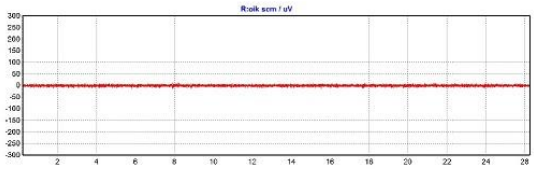
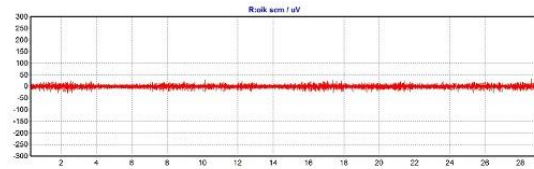
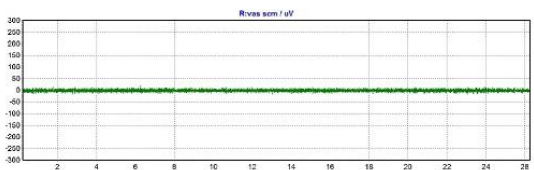
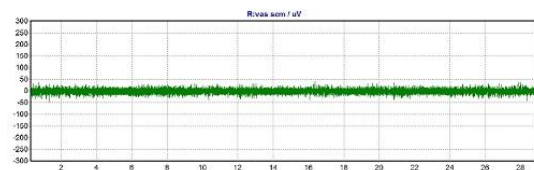
Koukkuselinmakuu, UÄ oikealta

Koukkuselinmakuu, UÄ vasemmalta



Konttausasento, UÄ oikealta

Konttausasento, UÄ vasemmalta



Istuma-asento, UÄ oikealta

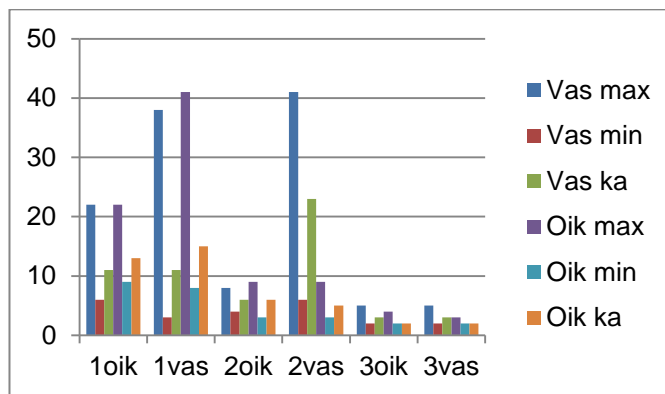
Istuma-asento, UÄ vasemmalta

### Yksilölliset UÄ- ja EMG –tulokset. Mitattava 1

Mitattavan 1 UÄ-tulosten numeraaliset arvot.

	Lepopaksuus	Lihaksuimmil- laan	Paksuuden muutos
Koukkuselinmakuu, oikea	10 mm	12,5 mm	2,5 mm
Koukkuselinmakuu, vasen	8,5 mm	8,5 mm	0 mm
Konttausasento, oikea	12,5 mm	12,5 mm	0 mm
Konttausasento, vasen	-	-	-
Istuma-asento, oikea	-	-	-
Istuma-asento, vasen	10 mm	10 mm	0 mm

Mitattavan vasenta puolta konttausasennossa sekä oikeaa puolta istuma-asennossa mitattaessa ultraäänitallenteesta ei voitu analysoida paksuuden muutosta. Mitattavalla ei tapahtunut lihaksessa havaittavaa paksuuden muutosta muissa asennoissa kuin oikealta puolelta mitattaessa koukkuselinmakuulla, jolloin paksuuden muutos oli + 2,5 mm.



Mitattavan 1 keskiarvostetut EMG-arvot.

Mitattavan 1 vastustetussa päänkierrossa istuma-asennossa vasen scm tuotti arvon 280 $\mu$ V ja oikea scm 163 $\mu$ V.

Koukkuselinmakuuasennossa molemmiin puolin scm:t aktivoituvat alkuasunnoista eniten. Selinmakuulla oikean scm:n maksimiaktivaatiotaso (41 $\mu$ V) on hieman korkeampi vasempaan (38 $\mu$ V) verrattuna. Kyseisessä alkuasennossa EMG-arvot ovat suhteessa suuremmat verrattuna muihin alkuasentoihin.

Konttausasennossa kyseisellä mitattavalla EMG-arvot ovat pienemmät kuin koukkuselinmakuulla, mutta kuitenkin suuremmat kuin istuma-asennossa. Yksi selkeä poikkeus tulee esille vasemmalta puolelta ultraääntä mitattaessa, jolloin scm:ssa on poikkeavan korkea maksimiarvo vasemmalla puolella (41 $\mu$ V) verrattuna oikeaan puoleen (9 $\mu$ V). Tämä vaikuttaa myös siihen, että vasemman puolen keskiarvo (23 $\mu$ V) on korkeampi oikeaan puoleen (5 $\mu$ V) verrattuna.

Lukuja tarkastellessa selkeästi pienimmät aktivaatiotasot mitattavalla ovat istuma-asennossa. Tästä alkuasennossa kaikki luvut ovat keskiarvoltaan 2-5 $\mu$ V. Tästä voitaisiin päätellä, että kyseisellä mitattavalla CCF-liike onnistuu mitatuista alkuasunnoista pienimmällä scm:n aktivaatiotasolla istuma-asennossa.

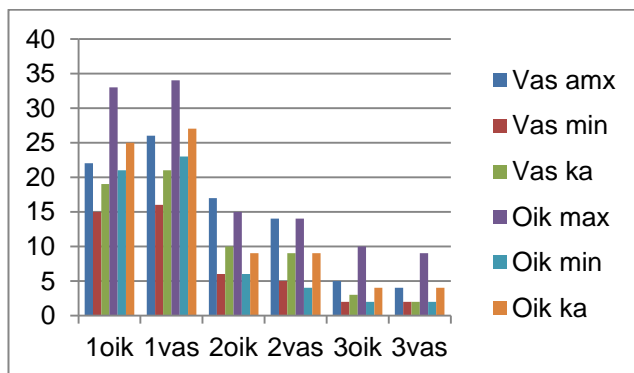


## Yksilölliset UÄ- ja EMG –tulokset. Mitattava 2

Mitattavan 2 UÄ-tulosten numeraaliset arvot.

	Lepopaksuus	Lihaksuimmil- laan	Paksuuden muutos
Koukkuselinmakuu, oikea	7,5 mm	10 mm	2,5 mm
Koukkuselinmakuu, vasen	-	-	-
Konttausasento, oikea	10 mm	11,5 mm	1,5 mm
Konttausasento, vasen	7,5 mm	8,5 mm	1 mm
Istuma-asento, oikea	7,5 mm	10 mm	2,5 mm
Istuma-asento, vasen	7,5 mm	9 mm	1,5 mm

Mitattavalla on tapahtunut paksuuden muutosta jokaisessa alkuasennossa, paitsi vasemmalta koukkuselinmakuulla mitattaessa, jossa paksuuden muutoksia ultraäänitallenteesta ei voitu analysoida. Suurin paksuuden muutos tapahtui oikealta puolelta mitattuna koukkuselinmakuulla ja istuma-asennossa, jolloin se oli +2,5 mm. Vasemmalla istuma-asennossa paksuuden muutos oli suurempi (1,5 mm) verrattuna konttausasentoon (1 mm). Oikealla puolen näyttäisi olevan suurempi paksuuden muutos verrattuna vasempaan puoleen.



Mitattavan 2 keskiarvostetut EMG-arvot.

Mitattavan 2 vastustetussa päänkierrossa istuma-asennossa vasen scm tuotti arvon 508µV ja oikea scm 197µV. Puoliero vaikuttaa suurelta. Tämä saattaa johtua suoritustekniikan ohjauksesta tai vastuksen määrästä.

Koukkuselinmakuuasennossa scm:t aktivoituvat testiasennoista eniten, keskiarvoltaan 19-27µV. Koukkuselinmakuuasennossa oikean scm:n maksimiaktivaatiotasot (33-34 µV) ovat hieman korkeammat verrattuna vasemman puolen maksimiarvoihin (22-26µV). Koukkuselinmakuuasennossa asiakkaan minimiarvot ovat selkeästi suuremmat (16-23 µV) verrattuna muiden alkuasentojen minimiarvoihin (konttausasennossa 4-6µV, istuma-asennossa 2µV). Koukkuselinmakuulla korkeampi aktivaatiotaso saattaa johtua siitä, että mitattavan on vaikea rentouttaa scm suorituksen aikana. Keskimäärin koukkuselinmakuulla arvot ovat suurempia kuin konttausasennossa.

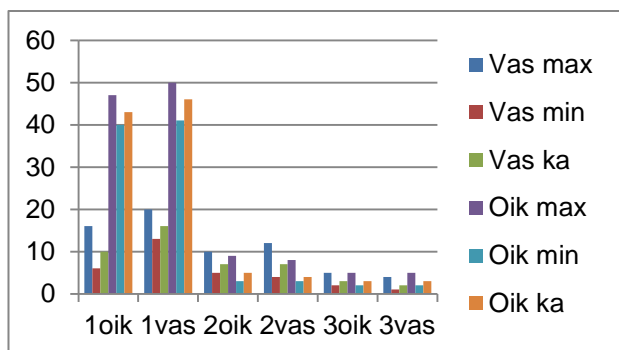
Konttausasennossa saadut arvot ovat suhteellisen symmetriset oikealla (keskiarvo 9µV) ja vasemmalla (keskiarvo 9-10µV), mutta ne ovat kuitenkin suuremmat kuin istuma-asennossa kyseisellä mitattavalla. Istuma-asennossa scm:ssa oikealla on korkeammat aktivaatiohuiput (9-10µV) verrattuna vasempaan puoleen (4-5µV). Istuma-asennossa aktivaatiotasot näyttävät olevan alkuasennoista alhaisimmat (keskiarvo 2-4 µV). Tästä voitaisiin päätellä, että kyseisellä mitattavalla CCF-liike onnistuu mitatuista alkuasennoista pienimmällä scm:n aktivaatiotasolla istuma-asennossa.

### Yksilölliset UÄ- ja EMG –tulokset. Mitattava 3

Mitattavan 3 UÄ-tulosten numeraaliset arvot.

	Lepopaksuus	Lihaksuimmil- laan	Paksuuden muutos
Koukkuselinmakuu, oikea	10 mm	11,5 mm	1,5 mm
Koukkuselinmakuu, vasen	7,5 mm	7,5 mm	0 mm
Konttausasento, oikea	10 mm	11,5 mm	1,5 mm
Konttausasento, vasen	10 mm	11,5 mm	1,5 mm
Istuma-asento, oikea	8,5 mm	10 mm	1,5 mm
Istuma-asento, vasen	10 mm	11,5 mm	1,5 mm

Kaikkien alkuasentojen videotallenteet olivat analysoitavissa ja niistä saatiin numeraaliset arvot. Kaikissa asennoissa paksuuden muutos oli + 1,5 mm, paitsi vasemmalta koukkuselinmakuulla mitattuna, jossa muutos oli 0 mm.



Mitattavan 3 keskiarvostetut EMG-arvot.

Mitattavan 3 vastustetussa päänkierrossa istuma-asennossa vasen scm tuotti arvon 122µV ja oikea scm 131µV.

Koukkuselinmakuuasennossa scm:t aktivoituvat alkuasunnoista selkeästi eniten. Korkeiden arvojen takia taulukon numeraaliset arvot ovat kymmenen välein. Koukkuselinmakuulla oikean scm:n aktivaatiotaso näyttää olevan keskiarvoltaan huomattavasti korkeampi, oikealta 43-46µV ja vasemmalta 10-16µV. Koukkuselinmakuulla mitattavalla näyttää olevan vaikea rentouttaa scm erityisesti oikealla puolella suorituksen aikana.

Konttausasennossa vasemman scm aktivaatiotaso näyttäisi olevan aavistuksen korkeampi (7µV) keskiarvoltaan oikeaan verrattuna (4-5µV). Konttausasennossa kuitenkin keskiarvo on suhteellisen symmetrinen, mutta arvot ovat kuitenkin suuremmat istuma-asennosta saatuihin arvoihin verrattuna.

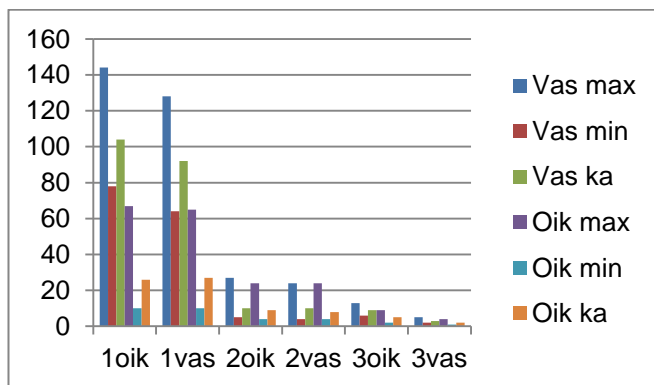
Istuma-asennossa scm aktivaatiotasot näyttäisivät olevan alhaisimmat. Aktivaatiotasot ovat hyvin symmetriset, keskiarvoltaan 2-3µV. Tästä voitaisiin päätellä, että kyseisellä mitattavalla CCF-liike onnistuu mitatuista alkuasunnoista pienimmällä scm:n aktivaatiotasolla istuma-asennossa.

### Yksilölliset UÄ- ja EMG –tulokset. Mitattava 4

Mitattavan 4 UÄ-tulosten numeraaliset arvot.

	Lepopaksuus	Lihaksuimmil- laan	Paksuuden muutos
Koukkuselinmakuu, oikea	7,5 mm	10 mm	2,5 mm
Koukkuselinmakuu, vasen	7 mm	9 mm	2 mm
Konttausasento, oikea	10 mm	12,5 mm	2,5 mm
Konttausasento, vasen	10 mm	12,5 mm	2,5 mm
Istuma-asento, oikea	11 mm	11 mm	0 mm
Istuma-asento, vasen	10 mm	10 mm	0 mm

Kaikkien alkuasentojen videotallenteet olivat analysoitavissa ja niistä saatiin numeraaliset arvot. Paksuuden muutosta ei tapahtunut istuma-asennossa kummaltakaan puolelta. Suurin paksuuden muutos tapahtui oikealta puolelta mitattuna koukkuselinmakuulla sekä oikealta että vasemmalta puolelta mitattuna konttausasennossa, + 2,5 mm. Koukkuselinmakuulla oli vasemmalla pienempi paksuuden muutos (2 mm) verrattuna konttausasentoon (2,5 mm). Koukkuselinmakuulla ja konttausasennossa lepopaksuuden muutos (2,5 mm) oli suurempi verrattuna istuma-asentoon (0 mm).



Mitattavan 4 keskiarvostetut EMG-arvot.

Mitattavan 4 vastustetussa päänkierrossa istuma-asennossa vasen scm tuotti arvon 151 µV ja oikea scm 158µV. Koukkuselinmakuuasennossa saatujen korkeiden arvojen takia taulukon numeraaliset arvot ovat 20:n välein.

Koukkuselinmakuuasennossa scm:t aktivoituvat alkuasunnoista selkeästi eniten. Selinmakuulla vasemman scm aktivaatiotaso, keskiarvoltaan 92-104µV, näyttää olevan huomattavasti oikeaa, 26-27µV, korkeammat. Koukkuselinmakuuasennossa vasemman scm:n maksimiaktivaatiotaso (128-144µV) on lähes yhtä korkea kuin vastustetussa päänkierrossa (151µV). Koukkuselinmakuulla asiakkaalla näyttää olevan vaikea rentouttaa scm erityisesti vasemmalta puolelta suorituksen aikana. Vasemman scm:n minimiarvot eivät tässä asennossa laske alle 64µV:n, jonka johdosta myös keskiarvot ovat vasemmalla korkeammat.

Konttausasennossa aktivaatiotasot ovat keskiarvoltaan 8-10µV ollen melko symmetriset. Aktivaatiotaso on kuitenkin kauttaaltaan suurempi kuin istuma-asennossa.

Istuma-asennossa aktivaatiotasot näyttävät olevan alhaisimmat. Tästä voitaisiin päätellä, että kyseisellä mitattavalla CCF-liike onnistuu mitatuista alkuasunnoista pienimmällä scm:n aktivaatiotasolla istuma-asennossa. Vasen scm näyttäisi olevan aktiivisempi kaikissa alkuasunnoissa, tosin puolierot tasoittuvat konttaus- ja istuma-asunnoissa.

### Yksilölliset UÄ- ja EMG –tulokset. Mitattava 5

Mitattavan 5 UÄ-tulosten numeraaliset arvot.

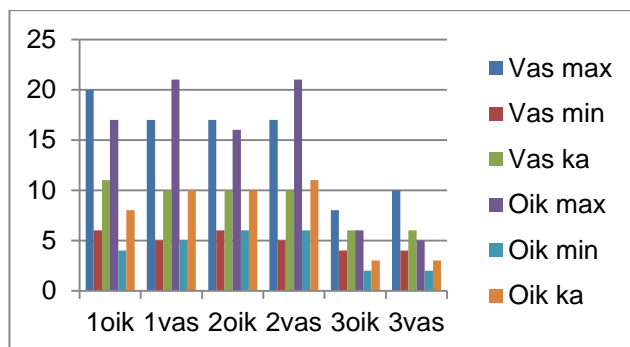
	Lepopaksuus	Lihaksuimmillaan	Paksuuden muutos
Koukkuselinmakuu, oikea	7,5 mm	10 mm	2,5 mm
Koukkuselinmakuu, vasen	8,5 mm	10 mm	1,5 mm
Konttausasento, oikea	10 mm	12,5 mm	2,5 mm
Konttausasento, vasen	10 mm	10 mm	0 mm
Istuma-asento, oikea	10 mm	11 mm	1 mm
Istuma-asento, vasen	7,5 mm	8,5 mm	1 mm

Kaikkien alkuasentojen videotallenteet olivat analysoitavissa ja niistä saatiin numeraaliset arvot. Paksuuden muutosta ei tapahtunut vasemmalta puolelta mitattaessa konttausasennossa. Suurin paksuuden muutos tapahtui oikealta mitattaessa koukkuselinmakuulla ja konttausasennossa, + 2,5 mm.

Oikealta mitattuna istuma-asennossa oli pienin paksuuden muutos (1 mm) verrattuna suurimpiin paksuuden muutoksiin koukkuselinmakuulla ja konttausasennossa (2,5 mm).

Vasemmalta mitattuna konttausasennossa (0 mm) oli pienempi paksuuden muutos kuin koukkuselinmakuuasennossa (1,5 mm).

Konttaus- ja koukkuselinmakuuasennossa näyttäisi olevan suurempi paksuuden muutos oikealla puolella verrattuna vasempaan. Istuma-asennossa paksuuden muutos on puolten välillä symmetrinen.



Mitattavan 5 keskiarvostetut EMG-arvot.

Mitattavan 5 vastustetussa päänkierrossa istuma-asennossa vasen scm tuotti arvon 119 $\mu$ V ja oikea scm 125  $\mu$ V. Luvut ovat melko symmetriset molemmin puolin. Taulukossa numeraaliset arvot ovat viiden välein.

Koukkuselinmakuu- ja konttausasennossa ei näyttäisi olevan suuria eroavaisuuksia aktivaatiotasossa. Koukkuselinmakuuasennon keskiarvo on 8-10 $\mu$ V ja konttausasennon keskiarvo 10-11 $\mu$ V. Kyseisissä alkuasunnoissa aktivaatiotaso on kuitenkin suurempi istuma-asentoon verrattuna.

Istuma-asennossa saavutetaan pienimmät aktivaatiotasot. Tästä voitaisiin päätellä, että kyseisellä mitattavalla CCF-liike onnistuu mitatuista alkuasunnoista pienimmällä scm:n aktivaatiotasolla istuma-asennossa.