

TARTU ÜLIKOOL
Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Marta Kask

**Õlavöötme lihaste elektromüograafilise aktiivsuse ja lihaspinge näitajad
staatilisel õlavöötme vastupidavustestil rangluu reosteosünteesi järgselt**

**Electromyographic activity and muscle tone of shoulder muscles in shoulder static
endurance test after clavicle reosteosynthesis**

Magistritöö

Füsioteraapia õppekava
(Kliiniline rehabilitatsioon)

Juhendajad:
teadur MD, PhD H. Gapeyeva,
lektor, PhD J. Sökk

Tartu 2015

SISUKORD

SISUKORD	2
TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID	4
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1.1 Rangluu anatoomia	7
1.2 Rangluumurd	8
1.3 Konservatiivne ravi.....	9
1.4 Rangluu osteosüntees	10
1.5 Rangluumurru järgne taastumine.....	11
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	12
3. METOODIKA	13
3.1 Vaatlusaluste kirjeldus	13
3.2 Uuringu meetodika	14
3.2.1 Küsimustik.....	14
3.2.2 Goniomeetria	15
3.2.3 Dünamomeetria	16
3.2.4 Õlavöötme lihaste staatiline vastupidavustest	17
4. TULEMUSED	21
4.1 DASH Küsimustik.....	21
4.2 Õlaliigese aktiivne liigesliikuvus.....	22
4.3 Õlavöötme lihaste tahteline isomeetriline maksimaaljõud.....	23
4.4 Õlavöötme lihaste staatiline vastupidavustest	24

5. TULEMUSTE ARUTELU	34
5.1 DASH küsimustik.....	34
5.2 Goniomeetria	35
5.3 Tahteline isomeetiline maksimaaljõud	37
5.4 Õlavöötme lihaste staatiline vastupidavustest	37
5.5 Kokkuvõte	40
5.6 Uuringutulemuste praktiline väljund ja piiravad faktorid	41
6. JÄRELDUSED.....	42
KASUTATUD KIRJANDUS	43
LISAD	47
Lisa 1	47
Tänuavaldus.....	48
Lihtlitsents	49

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID

AROM	aktiivne liigesliikuvus
DASH	<i>Disabilities of Arm and Shoulder (DASH)</i> (ingl. k). Küsimustik ülajäseme subjektiivseks hindamiseks.
DJ	domineeriv ülajäse kontrollgrupil
EMG	elektromüograafia
HJ	haaratud kehapoole ülajäse eksperimentaalgrupil
MF	elektromüograafia sagedusspektri mediaansagedus
MF slope	elektromüograafia mediaansageduse muutus minutis protsentides hoitud raskuse ühe kilogrammi kohta
MHJ	mittehaaratud kehapoole ülajäse eksperimentaalgrupil
MVC	tahteline isomeetiline maksimaaljõud
NI	jõuimpulss

Töö lühiülevaade

Eesmärk: Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada erinevusi õlavöötme lihaste elektromüograafilise aktiivsuse ja lihaspinge näitajates staatilisel õlavöötme vastupidavustel rangлуу reosteosünteesi järgselt, võrreldes kahjustatud kehapoole näitajaid terve kehapoolega ning ilma kaebusteta tervisele moodustatud kontrollgrupiga.

Metoodika: Uuringus osalesid olid 5 meest ja 5 naist keskmise vanusega $36,2 \pm 3,4$ aastat, keda hinnati 3-7 aastat pärast rangluumurru traumata ning 2-3 aastat pärast viimast reosteosünteesi. Kontrollgrupi moodustasid samaealised mehed ja naised. Uuritavatel testiti mõlemat ülajäset ning kontrollgrupil domineerivat ülajäset. Õlaliigese funktsiooni hindamiseks kasutati küsimustikku *Disabilities of arm and shoulder (DASH)*, uuritavatel määrati õlaliigese liigesliikuvuse näitajad ja õlavöötme lihaste isomeetiline tahteline maksimaaljõud (MVC). Staatilisel vastupidavustel (25% MVC) määrati õlavöötme lihaste (*m. trapezius*, *m. supraspinatus*, *m. infraspinatus*, *m. deltoideus* eesmise osa, *m. deltoideus* keskmise osa) bioelektrilist aktiivsuse ning lihastoonuse näitajad.

Tulemused: Rangлуу murru järgselt DASH küsimustikku hinnates oli reosteosünteesi järgselt subjektiivselt hinnates õlavöötme funktsioon vähenenud ($p < 0,05$). Samas ei olnud erinevusi ülajäseme liigesliikuvust ja lihasjõudu hinnates. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustel olid eksperimentaalgrupi haaratud ülajäseme *m. deltoideus* toonus ja bioelektriline aktiivsus väiksemad ($p < 0,05$) võrreldes kontrollgrupi domineeriva ülajäsemega ning *m. trapezius* toonus oli väiksem ($p < 0,05$) eksperimentaalgrupi mittehaaratud ülajäsemel võrreldes kontrollgrupi domineeriva ülajäsemega, mis võis olla põhjustatud käelisusest.

Kokkuvõte: Õlaliigese liigesliikuvuse, õlavöötme isomeetrilise tahtelise maksimaaljõu ja õlavöötme staatilise vastupidavustesti tulemuste järgi võib järeldada, et keskmiselt 2,5 aastat pärast rangлуу reosteosünteesi hinnatud ülajäseme funktsioon on sarnane traumast mittehaaratud ülajäsemega ning samaealiste ja samasooliste ilma kaebusteta inimeste ülajäsemega. Kuna subjektiivse küsimustiku põhjal esines probleeme igapäevategevustel, siis oleks soovitatav rangлуу reosteosünteesi järgselt füsioteraapia.

Märksõnad: rangлуу reosteosüntees, DASH küsimustik, liigesliikuvus, MVC, õlavöötme vastupidavustest, EMG.

Abstract

Aim: The aim of this research was assess differences in electromyographic activity and muscle tone of shoulder muscles in static shoulder endurance test after clavicle reosteosynthesis compairing injured body part with uninjured and with healthy control group.

Methods: 5 men and 5 women at the age of 36.2 ± 3.4 years, were tested after 3-7 years of the clavicle fracture and 2-3 years after the last reosteosynthesis. Patients were compared with the age- and gender- matched asymptomatic subjects as controls whose dominant arm was tested. Disabilities of Arm and Shoulder questionnaire was used to assess shoulder function, shoulder active range of motion (AROM) was investigated as well as maximal voluntary contraction force (MVC) was studied. During static endurance test (25% of MVC force), bioelectrical activity of shoulder muscles (*m. trapezius*, *m. supraspinatus*, *m. infraspinatus*, *m. deltoideus* anterior, *m. deltoideus* middle) and their muscle tone characteristics were measured.

Results: Subjectively estimated, shoulder function is decreased ($p<0.05$) after clavicle reosteosynthesis as compared to the healthy controls. There was no significant difference in upper extremity AROM or MVC force. Involved upper extremity *m. deltoideus* muscle tone ($p<0.05$) and bioelectrical activity ($p<0.05$) were lower in comparison with the controls, that can be caused by the decrease of the clavicle length after trauma. Uninvolved upper extremity *m. trapezius* muscle tone was lower in comparison with controls dominant hand upper extremity ($p<0.05$) in the shoulder static endurance test, that can be caused by the hand dominance.

Conclusions: It can be concluded that upper extremity shoulder function is recovered after reosteosynthesed clavicle fracture at the same level with uninvolved upper extremity in 2.5 years. As there were problems in everyday activities according to subjective questionnaire, physical therapy would be recommended after clavicle reosteosynthesis.

Keywords: clavicle reosteosynthesis, DASH questionnaire, range of motion, MVC, shoulder endurance test, EMG.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Rangluu anatoomia

Rangluu on S-kujuline toruluu, ühendades rinnakut ja õlaliigest. Ülajäseme ja kehatüve vahel on ta ainuke aksiaalne ühenduslüli (Kyle et al., 2007; Paladini et al., 2012). Rangluu rinnakmine pool on vastavalt rindkere kumerusele kõverdunud ettepoole, õlanukmine pool on kõverdunud tahapoole (Lepp, 2013). Rangluu on esimene luu inimesel, mis hakkab luustuma üsasiseselt loote 5. elunädalal. Sarnaselt teistele toruluudele on rangluul mediaalne ja lateraalne kasvuplaat, mis ei luustu enne 25. eluaastat (Paladini et al., 2012). Rangluul on toestav funktsioon, nimelt hoiab ta abaluud ja õlavart lateraalsemal, eemal rinnaku eesmisest kitsamast osast. Toestav funktsioon väljendub selgelt rangluumurru korral, kui õlaliigese piirkond vajub mediaalsemale (Marieb & Hoehn, 2010).

Rangluu ühildub abaluuga õlanuki-rangluu liigese kaudu ning rinnakuga sternoklavikulaarliigese kaudu (Kyle et al., 2007). Sternoklavikulaarliiges on oma funktsiooni tõttu sarnane keraliigesele ja võimaldab rangluu liikumist ümber vertikaaltelje (fleksioon ja ekstensioon), sagitaaltelje (õlavöötme tõstmine ja langetamine), frontaaltelje (vähesel määral õlavöötme pöörlemine) (Lepp, 2013). Rangluu liigub käe abduktsioonil, kui see ületab 90°. (Kyle et al., 2007) Liigese suhtes on suure tähtsusega kaarnajätke-rangluu side, mille kaudu kantakse ülajäseme raskus abaluult rangluule (Lepp, 2013)

Rangluule kinnituvad *m. pectoralis major*, *m. deltoideus*, *m. trapezius* ning *m. sternocleidomastoideus*. *M. deltoideus* eesmise osa alguskoht on rangluu lateraalsel kolmandikul, *m. trapezius* kinnitub rangluu tagumisele lateraalsele kolmandikule ning *m. pectoralis major* alguskoht on rangluu anterioorsel mediaalsel kolmandikul. Dünaamilised rangluu stabiliseerijad on *m. deltoideus* ja *m. trapezius* (Paladini et al., 2012). Ilma *m. deltoideus* aktivatsioonita suudab inimkeha rotaatormanseti abil abdusteerida õlavart õlaliigest 50%. *M. supraspinatus* on oluline lihas õlavarre abduktsioonliigutuse sooritamisel õlaliigese ülemises osas. *M. subscapularis* vastutab selle eest, et õlavarreluu pea püsiks anterioorselt liigestuvas pinnas (Peat, 1986). Rangluumurru korral võivad kahjustada saada nii rangluualune arter kui ka supraskapulaarne närv. Lihased *m. supraspinatus* kui *m. infraspinatus* on innerveeritud supraskapulaarse närvi poolt (C4-C6) (Platzer, 2004).

Maksimaalne ülajäseme eleveerimine saavutatakse tänu humeroskapulaarsele liikumisele. Ülajäseme elevatsioonil kaasneb rangluu lateraalse osa elevatsioon ning posterioorne rotatsioon. Ülajäseme abduktsioonil õlaliigesest 90° juures roteerub rangluu 30°-50°kraadi ning tõuseb 15° võrra (Magee, 2002). Kui rangluu ei roteeru, on võimalik õlaliigest abduktseerida õlavarrest kuni 120° (Magee, 2002; Peat, 1986).

1.2 Rangluumurd

Rangluumurd on sagedasti esinev luumurd, mis moodustab kõikidest luumurdudest 3-5% (Kyle et al., 2007). Rangluumurdu klassifitseeritakse erinevalt. Allman jaotas 1967. aastal rangluumurrud anatoomilise paiknevuse järgi mediaalse, keskmise ja lateraalse osa murrudeks (Allmann, 1967). Neer 1968. aastal jagas rangluu lateraalse lõpuosa murrud mitte nihkunud (I tüüp) või nihkunud (II tüüp) (Neer, 1968), Edinburgh (2004) jaotas rangluu diafüüsi murrud kaheks: IIA tüüpi murru korral, mil ligamendid jäävad terveks ning IIB tüüpi murru korral on õlanuki-rangluu liiges osaliselt või täielikult rebenenud (Robinson et al., 2004).

Rangluu pole tugev luu ning ta on kergesti murduv, näiteks kui inimene kukub väljasirutatud ülajäsemele (Marib & Hoehn, 2010; Kyle et al., 2007). Enamlevinud trauma põhjuseks on liiklusõnnetused ja spordivigastused, näiteks kukkumised jalgrattasõidul. Keskmise vanus rangluumurru tekkel on meestel 30 eluaastat (Richardson et al., 2013; Robinson, 1998), naistel 45 aastat (Robinson 1998). Vanemaealistel inimestel on murru põhjuseks osteoporoosist tingitud muutused (Khan et al., 2009) ning rangluu võib murduda ka kõrgelt kukkudes (Robinson et al., 2004).

Rangluu kurvid on põhjus, miks luu murdub anterioorselt. Kui rangluu murdub posterioorselt, on oht vigastada rangluualust arterit, mis varustab verega ülajäset (Marieb & Hoehn, 2010). Kuna rangluu lateraalse ja keskmise kolmandiku piir on kõige väiksema läbimõõduga ning sinna ei kinnitu lihaseid ega sidemeid, on see kõige sagedasem murrukoht (Kyle et al., 2007). 80% täiskasvanuea rangluumurdudest tekkivad luu keskmises kolmandikus (Kyle et al., 2007, George et al., 2014).

Enimlevinud murrud esinevad rangluu keskosas, vähem levinud on luu mediaalse otsa lähedal. Rangluu keskosas murde esineb enam noorematel meestel (mediaan 25 a). Lateraalse rangluu otsa murde esineb enam vanematel naistel (mediaan 40 aastat). Paladini

jt (2012) uurisid 122 rangluumurruga patsienti. 87% neist kukkusid õlaliigesele, 6% kukkusid väljasirutatud käele ning 7% traumadest juhtusid otsesest löögist rangluule (Paladini et al., 2012). Kõige kauem kasvab kokku rangluu lateraalse otsa murd (Robinson et al., 2004).

Rangluu võib ka uuesti murduda, põhjuseks võib enamasti olla patsiendil esinev epilepsiahoog, alkoholi kuritarvitamine või varane tagasipöördumine kontaktsportialaga tegelemise juurde pärast traumat. Ranglu osteosünteesi järgselt korduva trauma korral võib paigaldatud plaat painduda või murduda ning selle tulemusena võib tekkida eelnevast ulatuslikum vigastus. Rangluu murru kirurgilise ravi järgselt tekkivad haavaprobleemid, infektsioonid, tihti esinevad nihkumised ning võivad vajada uut operatsiooni. Oluline on patsiendi postoperatiivne jälgimine ning füsioterapeudi poolt õpetatud terapeutiliste harjutuste programm liigesliikuvuse ja lihasjõu taastamiseks (Khan et al., 2009).

Rangluumurru tekkel on arsti juurde mineku põhjuseks tavaliselt akuutne valu õlaliigese rangluu piirkonnas, millele on eelnenud trauma (Paladini et al., 2012). Rangluu võib olla õlaliigese raskuse toimel lateraalselt vajunud allasuunas ning mediaalselt tõusnud ülespoole. Kui pulsi lugemisel tuvastatakse erinevus ülajäsemete vahel, võib kahtlustada veresoonte kahjustust. Nihkumistega murdude korral on tavaline ka neurovaskulaarne kahjustus (Khan et al., 2009). Patsientidel soovitatakse uurida radiaal-, ulnaar-, mediaan-, ning õlapõimiku närvide funktsiooni ning palpeerida pulssi radiaalselt. Õlaliigese liigesliikuvus võib trauma järgselt olla valulik ja piiratud, ülajäseme liikumisel võib tunda krepitatsiooni. Lisaks sellele tuleb rangluu murru tuvastamiseks teha röntgenülesvõtte kahes suunas (Paladini et al., 2012).

1.3 Konservatiivne ravi

Rangluu diafüüsi murde ravitakse tihti konservatiivselt, kui ei esine rangluu nihkumist. Kuni 1960. aastani raviti enamus rangluumurde konservatiivselt, seejärel hakati rohkem kasutama ka kirurgilist ravi (George et al., 2014). Konservatiivse ravi korral immobiliseeritakse õlavars lihtsa toetava lingu abil valu taandumiseni (Robinson et al., 2004). Kuigi esmane ravivõimalus on konservatiivne, on ebaselge, kas varajane kirurgiline

sekkumine, millega kaasneb infektsiooni- või fikstsiooni ebaõnnestumise risk, garanteerib paremad tulemused, võrreldes konservatiivse raviga (Robinson et al., 2004).

Konservatiivselt ravitakse enamasti rangluu mediaalse otsa murde, kui rinnaku-rangluu liiges pole saanud vigastada (Meijden et al., 2012). Robinson jt. (2004) leidsid, et konservatiivselt ravitud rangluu murruga patsientidest paranesid 24 nädala jooksul 90% diafüüsi ning 80% lateraalse viiendiku murruga patsientidest, kelle keskmine vanus oli 30 aastat (Robinson et al., 2004). McKee jt (2006) uurisid konservatiivselt ravitud rangluu keskosa nihkunud murru järgset taastumist keskmise vanusega 37 aastat inimestel. Mõõtmised tehti 55 kuud pärast murdu. Leiti, et terve õlaliigesega võrreldes taastus liigesliikuvus samale tasemele (McKee et al., 2006).

1.4 Rangluu osteosüntees

Osteosüntees on kirurgiline sekkumine ranglumurru fikseerimiseks. Osteosünteesil kasutatakse erinevaid kirurgilisi sekkumisi, nagu fikseerimine kruvi, varda, traadi või plaadi abil. Lisaks kasutatakse ka välist fiksaatorit (Huttunen et al., 2013). Kõige sagedamini kasutatakse plaati ning järjest rohkem ka varrast. Varras on kitsas ja piisavalt painduv, et järgida rangluu S-kurvilist kuju (Palmer et al., 2011). Nihkunud murru korral kasutatakse ka luu siirdamist (Huttunen et al., 2013). Plaadiga fikseerides saab kohese tugeva toe, mis aitab fasiliteerida liigutuste sooritamist. Rangluu fikseerimisel ülevalt poolt on suurem risk neurovaskulaarsete struktuuride kahjustuse tekkeks (Paladini et al., 2012).

SA Tartu Ülikooli kliinikumis traumatoloogia ja ortopeedia osakonnas rangluumuruuga patsientide uuringus leiti, et operatiivselt ravitud patsiente oli 30% enam, võrreldes konservatiivselt ravitud patsientidega, mida võib pidada kõrgeks. Patsientide keskmine vanus antud uuringus oli 35 aastat (noorim 16 a. ja kõige vanem 74a.). Antud uuringu põhjal oli sagedasem operatiivse sekkumise tehnika titaanist elastne nael, kuna selle kasutamisel tekib minimaalne pehmete kudede kahjustus (Pintsaar et al., 2009).

Rangluumurru järgselt osteosünteesi kasutamine kogub järjest rohkem populaarsust. Soomes uuriti 1987.-2010. aastatel teostatud ravi rangluumurde korral.

Kokku oli selle aja jooksul 20468 hospitaliseerimist, 7073 korral tehti patsiendile rangluu osteosüntees, neist 5243 (74%) olid mehed. Keskmine patsiendi vanus osteosünteesi meetodi kasutamisel oli $39,0 \pm 13,0$ a. meestel ning $42,9 \pm 15,0$ a. naistel. Kui 1987. aastal tehti osteosüntees 48 patsiendile, siis 2010. aastal juba 462 patsiendile. Antud uuring näitab tõusvat trendi osteosünteesi meetodi kasutamise osas. Seda võib selgitada sellega, et inimesed on muutunud kehaliselt aktiivsemaks ja seega on oluline taastada murrujärgselt õlavöötme funktsioon võimalikult kiiresti (Huttunen et al., 2013).

1.5 Rangluumurru järgne taastumine

Füsioteraapiaga peaks alustama esimesest nädalast pärast rangluumurdu. Probleemid, millega võib teraapia alguses kokku puutuda, on õlavöötme turse, hüpersensitiivsus ja õine valu, oluline õlaliigese liigesliikuvuse piiratus ja ülajäseme lihaste nõrkus (Stewart, 2014). Rangluumurru järgselt on füsioteraapia eesmärkideks valu ja turse vähendamine, ülajäseme täieliku liigesliikuvuse taastamine ja õlavöötmelihaste jõu ja vastupidavuse taastamine. (Culp & Romani, 2006; Stewart, 2014). Traumast haaratud ülajäset peaks hoidma lingus kaks kuni kuus nädalat (Culp, Romani, 2006; Shukla et al., 2014). Esmalt on oluline õlavöötme piirkonna valu alandamine ja pendelharjutuste sooritamine. Õlavöötme piirkonna valu alandamiseks võib kasutada ka medikamentooset ravi. Kui röntgenpildil on paranemise nähud, võib sooritada terapeutilisi harjutusi maksimaalse õlaliigese liigesliikuvuse saavutamiseks (Shukla et al., 2014).

Osteosünteesi järgselt toimub rangluumurru täielik taastumine toimub keskmiselt 3 kuu jooksul (Farhad, 2014). Pärast rangluumurdu soovitatakse vältida kontaktspordialades osalemist minimaalselt neli kuni viis kuud (Paladini et al., 2012).

On tehtud vähe uuringuid rangluu reosteosünteesi järgselt õlaliigese funktsiooni taastumise kohta, eriti kasutades EMG meetodit lihasaktivatsiooni väljaselgitamiseks.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada erinevusi õlavöötme lihaste elektromüograafilise aktiivsuse ja lihaspinge näitajates staatilisel õlavöötme vastupidavustel rangлуу reosteosünteesi järgselt, võrreldes kahjustatud kehapoole näitajaid terve kehapoolega ning ilma kaebusteta tervisele moodustatud kontrollgrupiga.

Töös püstitati järgmised ülesanded:

1. Hinnata ülajäseme funktsiooni subjektiivselt hinnatud näitajaid reosteosünteesiga ravitud uuritavatel ja kontrollgrupil küsimustiku abil.
2. Võrrelda õlaliigese aktiivset liigesliikuvust (fleksioon-, ekstensioon-, abduktsioon-, adduktsioon- ning sise- ja välisrotatsioonliigutusel) rangлуу reosteosünteesiga ravitud uuritavatel ja kontrollgrupil.
3. Hinnata õlavöötme tahtelist isomeetrist maksimaaljõudu rangлуу reosteosünteesiga ravitud uuritavatel ja kontrollgrupil.
4. Hinnata õlavöötme staatilise vastupidavustesti (25% MVC jõust) aega, käes hoitud raskust ning jõuimpulssi rangлуу reosteosünteesiga ravitud uuritavatel ja kontrollgrupil.
5. Välja selgitada õlavöötme staatilisel vastupidavustel submaksimaalsel pingutusel (25% MVC jõust) harjaaluse-, harjaülise-, delta- ja trapetslihase elektromüograafilise aktiivsuse ja lihastoonuse näitajaid rangлуу reosteosünteesiga ravitud uuritavatel ja kontrollgrupil.

3. METOODIKA

3.1 Vaatlusaluste kirjeldus

Rangлуу reosteosünteesiga ravitud uuritavaid oli eksperimentaalgrupis kokku 10, neist 5 naised ja 5 mehed. Uuritavate antropomeetriselised näitajad on toodud tabelis 1. Rangluumurrust haaratud ülajäse oli 8 juhul parem ja 2 juhul vasak ning domineerivaks käeks oli kõigil parem. Rangluumurrust oli möödunud 3-7 aastat, patsientidele oli tehtud keskmiselt 2,5 operatsiooni 1-3 aasta jooksul pärast algset traumat. Ükski uuritavatest ei käinud pärast traumat füsioteraapias.

Kontrollgrupi moodustasid 10 uuritavat, neist 5 naised ja 5 mehed, kellel uuriti domineerivat kätt, mis 8 juhul oli parem ja 2 juhul oli vasak.

Eksperimentaalgrupi väljalülitavaks kriteeriumiks oli rangлуу osteosüntees mitte posttraumaatilise iseloomuga, s.h. kasvajak ja osteoporoos; vanuse piirang (noorem kui 19 a ja vanem kui 50 a), ülekaal. Nii eksperimentaal- kui ka kontrollgrupi väljalülitavaks kriteeriumiks oli teiste ülajäsemete liigeset kirurgilised operatsioonid anamneesis, võistlusspordiga tegelemine (koormus suurem kui 9 tundi nädalas).

Tabel 1. Rangлуу reosteosünteesiga ravitud ja kontrollgrupi uuritavate vanus ja antropomeetriselised näitajad ning eksperimentaalgrupi ja kontrollgrupi meeste ja naiste vanus ja antropomeetriselised näitajad ($X \pm SE$).

Uuritavad	n	Vanus (aastad)	Pikkus (cm)	Kaal (kg)	KMI (kg/m ²)
EG (5 N ,5 M)	10	36,2±3,4	174,6±1,9	86,2±3,1	28,4±7,1
KG (5 N, 5M)	10	34,9±2,6	175,4±2,8	74,9±5,3	24,1±1,4
Mehed EG	5	37,8±5,3	180,5±3,4	90,3±4,4	27,7±0,9
Mehed KG	5	35,2±4,0	181,8±3,0	86,4±3,8	26,2±2,0
Naised EG	5	34,6±4,8	168,6±3,7	82,1±10,0	29,2±4,1
Naised KG	5	34,6±3,7	168,9±2,3	63,4±7,0	22,0±1,8

EG- eksperimentaalgrupp, KG-kontrollgrupp, p>0,05

Uuringus osalejaid informeeriti uuringu iseloomust ja eesmärkidest ning kõik osalejad andsid kirjaliku nõusoleku uuringus osalemiseks. Uuring viidi läbi kooskõlas Tartu Ülikooli eetikakomiteega (212T-2, 09.03.2012).

3.2 Uuringu metoodika

3.2.1 Küsimustik

Ülajäseme funktsiooni hindamiseks kasutati subjektiivset küsimustikku *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (DASH). Küsimustik täideti eksperimentaalgrupil rangluumurrust haaratud ülajäseme kohta ning kontrollgrupil domineeriva ülajäseme kohta. Küsimustik koosneb 30 küsimusest, millest 5 on seotud sümptomitega ning 25 hindavad uuritava funktsionaalseid oskusi. DASH küsimustikus on kaks lisamoodulit spordi ja töö teemadel, mis mõlemad koosnevad 4 küsimusest. DASH küsimustik sobib nii opereeritud kui opereerimata ülajäseme probleemidega patsientide seisundi hindamiseks. DASH küsimustikuga hinnatakse nii õlavöötme, küünarvarre kui ka labakäe funktsiooni ning küsimustiku täitmiseks kulub 6-10 minutit. DASH küsimustiku usaldusväärsus on kirjeldatuna Pearson korrelatsioonikordajaga 0,96, Test-Retest ICC on 0,92-0,96 (McClure & Michener, 2003).

Kui 10% (üle 3 küsimuse) on küsimustikus täitmata jäänud, siis ei saa DASH küsimustiku punktisummat arvutada. Tulemuse saamiseks liidetakse kõik väärtused kokku, lahutatakse 1 ning seejärel korrutatakse 25-ga. Saadud väärtus jagatakse vastatud küsimuste arvuga (milleks on maksimaalselt 30) ning saadud väärtus on DASH küsimustiku skoor (Jester et al., 2005).

DASH küsimustiku tulemused on punktiskaalal 0-100, kusjuures kõrgem punktisumma näitab suuremat ülajäseme funktsiooni häiret.

3.2.2 Goniomeetria

Goniomeetria kasutamine annab võimaluse hinnata uuritava seisundit ja teraapia eesmärke ning aitab neid dokumenteerida. Goniomeetria kasutatakse nii aktiivse kui ka passiivse liigesliikuvuse määramiseks. (Gajdosik & Bohannon, 1987 Mullaney et al., 2010). Antud uuringus õlavarre aktiivse fleksioon-, ekstensioon-, abduktisioon- ja adduktsioon- liikuvusulatuse määramiseks kasutati gravitatsioonilist goniomeetrit *Bubble Inclinometer (Fabrication Enterprises Inc., USA)* ning õlaliigese sise- ja välisrotatsioon liikuvusulatuse määramiseks kasutati gravitatsioonilist goniomeetrit *Myrin (Follo A/S, Norra)*. Õlaliigese liigesliikuvuse mõõtmise ajal seisis uuritav algasendis, goniomeetri näit nulliti algasendis ja fikseeriti maksimaalses lõppasendis.

Aktiivse õlavarre fleksioon- ja ekstensioonliikuvuse määramiseks õlaliigeses asetati goniomeeter ülajäseme distaalsele osale, fikseeriti abaluu ning nulliti mõõtmisvahend. Uuritav sooritas maksimaalse aktiivse painutusliigutuse ja sirutusliigutuse ning uurija fikseeris lõppasendis näidu.

Aktiivse liigesliikuvuse määramisel õlavarre abduktisioonliigutusel seisis uuritav käsi all kõrval ja peopesa suunatud välja, goniomeeter asetati õlavarre distaalsele osale, ning nulliti mõõtmisvahend. Uuritav sooritas maksimaalse eemaldamisliigutuse ning uurija fikseeris lõppasendis näidu.

Aktiivse liigesliikuvuse määramisel õlavarre adduktsioonliigutusel paluti uuritaval kummarduda kergelt ette, põial oli suunatud liikumissuunda. Goniomeeter asetati õlavarre distaalsele osale ning nulliti. Uuritav sooritas maksimaalse lähendamisliigutuse ning uurija fikseeris lõppasendis näidu.

Aktiivse liigesliikuvuse mõõtmisel õlavarre sise- ja välisrotatsioonliigutusel seisis uuritav, käsi kõrval küünarliigesest painutatud 90°, goniomeeter asetati küünarvarre distaalsele osale ning mõõtmisvahend nulliti. Uuritaval paluti sooritada sisse- ja väljapööramise liigutus nii, et liiguks ainult küünarvars. Uuritav sooritas alguses maksimaalse välisrotatsioon-, seejärel maksimaalse siserotatsioon-liigutuse õlaliigeses, uurija fikseeris lõppasendis näidu.

Kõikides mõõdetud õlaliigese liikuvussuundades sooritati testi kolm korda ning andmete analüüsiks kasutati parimat tulemust.

3.2.3 Dünamomeetria

Õlaliigest ümbritsevate lihaste isomeetriline tahteline maksimaaljõud (MVC) määrati dünamomeetriga *Lafayette Manual Muscle Test System* (*Lafayette Instrument Company*, USA). Dünamomeeter on usaldusväärne ja kergesti kasutatav vahend, hindamaks lihasjõudu ülajäseme trauma järgselt (Mafi et al., 2012), ning seda võib kasutada manuaalse lihastestimise asemel (Bohannon, 1986). MVC jõud määrati õlavarre fleksioon-, ekstensioon-, abduktsioon-, aduktsioon-, sise- ja välisrotatsioon- liigutust sooritavatel lihastel. Dünamomeetria meetodiga saab määrata lihasjõudu ning seda kasutatakse nii diagnostilistel kui ka prognostilistel eesmärkidel (Mafi et al., 2012).

Testimise ajal istus uuritav standardsel seljatoega toolil. Dünamomeetri näit nulliti ning uuritaval paluti suruda nii tugevasti vastu dünamomeetrit, kui võimalik. Dünamomeetri näit fikseeriti pärast 3-s maksimaalset tahtelist pingutust. Igas liikumissuunas mõõdeti lihasjõudu kolm korda ligikaudu 1 min puhkepausidega testide vahel ning arvesse läks parim tulemus.

Õlaliigese fleksioonliigutust teostavate lihaste MVC jõu määramisel oli õlaliiges 45° painutusasendis ning dünamomeeter asetati uuritava õlavarre distaalsele osale. Õlaliigese ekstensioonliigutust teostavate lihaste MVC jõu määramiseks oli uuritava käsi keha kõrval all ning dünamomeeter asetati õlavarre distaalsele osale. Uuritaval paluti suruda vastu dünamomeetrit õlavarre sirutuse suunas.

Õlaliigese abduktsioon- ja adduktsioonliigutust teostavate lihaste MVC jõu määramisel oli uuritava õlavars õlaliigesest 45° abduktseeritud, dünamomeeter asetati õlavarre distaalsele lateraalsele osale abduktsioonliigutust sooritavate lihaste jõu mõõtmisel ja õlavarre mediaalsele osale adduktsioonliigutust sooritavate lihaste mõõtmisel 5 cm küünarliigesest ülespoole. Uuritaval paluti suruda ülajäset vastu dünamomeetrit õlavarre eemaldamise ja lähendamise suunas.

Õlaliigese siserotatsioonliigutust teostavate lihaste MVC jõu määramisel oli uuritava käsi küünarliigesest 90° painutatud ning õlavars vastu keha. Dünamomeeter asetati küünarvarre distaalsele osale anterioorselt 5 cm randmest ülespoole. Uuritaval paluti suruda vastu dünamomeetrit siserotatsiooni liigutuse suunas.

Õlaliiges välisrotatsioonliigutust teostavate lihaste MVC jõu määramisel oli uuritava käsi küünarliigesest 90° painutatud ning õlavars vastu keha. Dünamomeeter asetati küünarvarre distaalsele osale posterioorselt 5 cm randmest ülespoole. Uuritaval paluti suruda vastu dünamomeetrit välisrotatsiooni suunas.

3.2.4 Õlavöötme lihaste staatiline vastupidavustest

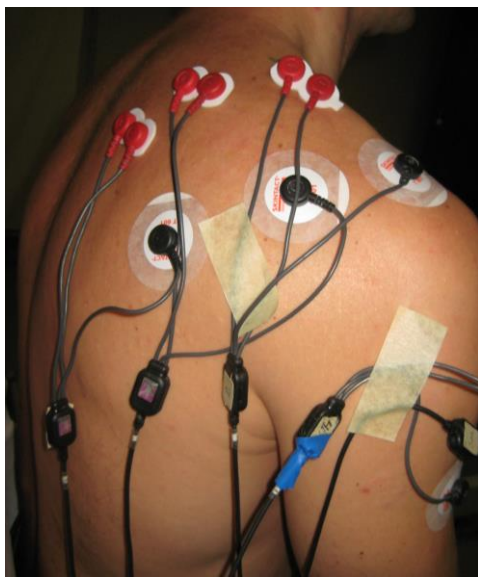
Õlavöötme lihaste staatilise vastupidavuse testimise ajal istus uuritav spetsiaalsel toolil, ülajäse oli õlavarrest 45° fleksioon- ja abduktsioonasendis ja küünarliigesest ning randmeliigesest neutraalasendis (joonis 1) ning hoidis suutlikkuseni käes raskust, mis moodustas 25% MVC (fleksioonliigutusel). Patsiendi ülakeha fikseeriti spetsiaalsete rihmade abil tooli külge, et uuritava asend testi ajal ei muutuks. Õlaliigese asend fikseeriti goniomeeter *Arthrodial Proctator (Reedco, USA)* abil. Lihaste staatilist vastupidavust hinnati raskuse hoidmise aja pikkuse järgi.



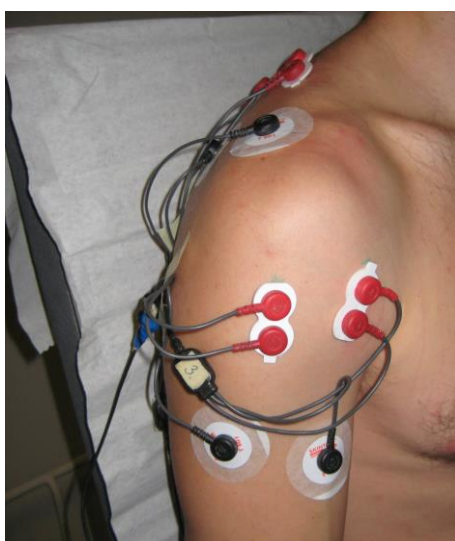
Joonis 1. Õlavöötme lihaste staatilise vastupidavustesti hoidmise (25% MVC jõust) lõpuhetk.

Lihaste bioelektrilise aktiivsuse määramiseks kasutati testi jooksul 16-kanalilist telemeetrilist elektromüograafi ME6000 (*Mega Electronics, Soome*). Uuritav istus toolil põlveliiges 90° nurga all, uuritaval palpeeriti *m.supraspinatus*, *m.trapezius* ülemine osa C7 piirkonnas, *m.deltoideus* eesmine osa, *m. deltoideus* keskmine osa, *m. infraspinatus*. Uuritava piirkonna nahapind puhastati piiritusega ja nahale asetati eelmainitud lihaste

kõhtudele ühekordselt kasutatavad bipolaarsed EMG elektrodid (joonis 2A, joonis 2B).
EMG tulemuste analüüs toimus programmi *MegaWin* abil.



A



B

Joonis 2. EMG elektrodide asetus *m. trapezius*, *m. supraspinatus* ja *m. infraspinatus* vastupidavustestil (A),
EMG elektrodide asetus *m. deltoideus* eesmisel ja *m. deltoideus* keskmisel osal vastupidavustestil (B).

Õlavöötme lihaste staatilise vastupidavustesti alguses ning testi lõpus määrati EMG sagedusspektri mediaansagedus (MF; Hz), mille alusel arvutati MF langus minutis protsentides hoitud raskuse ühe kilogrammi kohta (MF_{slope}) [%/min/kg] valemiga:

$$MF_{slope} = \frac{(MF_a - MF_l) \cdot t}{MF_a \cdot P \cdot 60} \cdot 100$$

kus MF_a = EMG spektri mediaansagedus testi algul esimese 10 sek jooksul,

MF_l = EMG spektri mediaansagedus testi lõpus viimase 10 sek jooksul, t = testi sooritamise aeg, P = raskus, mida uuritav käes hoidis.

Õlavöötme lihaste isomeetrilise töö võimsust kirjeldati jõuimpulsi NI [N·s] valemi abil:

$$NI = P \cdot t$$

kus P on käes hoitav raskus x 9.81 ja t on vastupidavustesti aeg.

Müomeetriga *Myoton 3* määrati eelpool nimetatud lihaste toonuse näitaja omavõnkesagedus (Hz) puhkeolekus (joonis 3). Mõõtmised teostati enne testi, kohe pärast testi lõpetamist, 3 min, 5 min ja 10 min pärast testi lõppu 2-4 cm EMG elektrodide paiknemise kohast eemal (*m. supraspinatus*, *m. trapezius*, *m. deltoideus* eesmise osa, *m. deltoideus* keskmise osa ja *m. infraspinatus*) lihaskõhul. Igal lihase testimise punktil tehti 10 mõõtmist MultiScan režiimis ja keskmist tulemust kasutati analüüsiks.



Joonis 3. Lihastoonuse mõõtmine *m. deltoideus* eesmisel osal

Test katkestati kui ilmnisid teiste lihasgruppide poolt kompensatoorsed liigutused või uuritav ei suutnud kehaasendit säilitada 3 s jooksul.

3.2.5 Uuringu korraldus

Uuring viidi läbi TÜ Kinesioloogia ja biomehaanika laboris 2012.-2015. aastal. Mõõtmised toimusid hommikuti kella 10-12.00. Uuritaval paluti mitte osaleda raske kehalise koormusega seotud tegevustel 1-2 päeva enne testi ning enne testi mitte kasutada aineid, mis võiksid mõjutada lihaste toonust ja jõudu (nt kofeiin jne). Uuritavatel määrati enne testimist kehapiikkus ja kehakaal. Kõik uuritavad täitsid küsimustiku õlaliigese subjektiivseks funktsiooni hindamiseks, seejärel määrati goniomeetriga õlaliigese liigesliikuvus, dünamomeetriga õlavöötme lihaste tahteline isomeetriline maksimaaljõud ning sooritati õlavöötme lihaste staatiline vastupidavustest. Rangлуу reosteosünteesiga patsientidel hinnati mõlemat ülajäset, kontrollgrupil domineerivat ülajäset.

3.2.6 Andmete statistiline töötlus

Uuringu tulemusel saadud andmete analüüsimisel kasutati tarkvara paketti Microsoft Excel 2007. Kõigi tunnuste osas määrati aritmeetiline keskmine (\bar{X}) ja aritmeetilise keskmise standardviga ($\pm SE$). Eksperimentaalgrupi võrdlusel kontrollgrupiga kasutati Studenti paaritud t-testi. Madalaimaks statistiliselt oluliseks nivooks võeti $p < 0,05$.

4. TULEMUSED

4.1 DASH Küsimustik

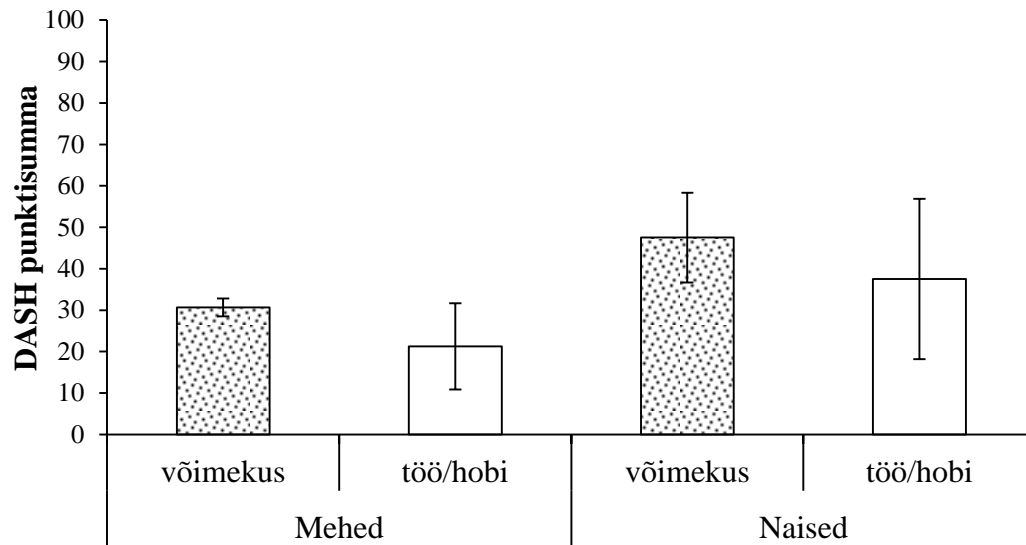
DASH küsimustiku põhjal (tabel 2) oli eksperimentaalgrupi haaratud õlavöötme funktsioon subjektiivselt hinnatuna piiratud võrreldes kontrollgrupiga ($p < 0,01$). Uuringugrupi subjektiivselt hinnatud keskmine võimekus oli ($39,1 \pm 5,9$), kontrollgrupil ($1,5 \pm 0,6$) punkti.

Tabel 2. DASH punktisumma võimekuse osas ($n=10$) ja töö/hobi osas ($n=9$, $n=10$) eksperimentaalgrupi haaratud jäsemel (HJ) ning kontrollgrupi domineerival jäsemel (DJ).

Uuritav	Sugu	võimekus HJ	töö/hobi HJ	võimekus DJ	töö/hobi DJ
1	M	28	25	0	0
2	M	28	56	0	0
3	M	37	0	3	0
4	M	39	0	7	0
5	M	71	100	1	0
6	N	27	25	1	0
7	N	25	25	1	0
8	N	35	0	2	0
9	N	26	25	2	0
10	N	76	-	0	0
		39,1±5,9*	28,5±10,2*	1,5±0,6*	0*

$p < 0,05$

DASH küsimustiku vastused töö ja hobi osas ei valmistanud raskusi kontrollgrupil, testi punktisumma oli 0. Võrreldes kontrollgrupiga oli eksperimentaalgrupil probleeme töö ja hobi osas ($p < 0,05$). Eksperimentaalgrupi töö ja hobi osa keskmine oli ($28,4 \pm 10,2$). Eksperimentaalgrupi naised ja mehed omavahel võrreldes ei olnud erinevused statistiliselt olulised ($p > 0,05$) (Joonis 4).



Joonis 4. DASH punktisumma võimekuse ja töö/hobi osas (n=5) eksperimentaalgrupi naistel ja meestel .

4.2 Õlaliigese aktiivne liigesliikuvus

Uuringugrupil oli aktiivne liigesliikuvus traumast haaratud ülajäsemel väiksem võrreldes terve õlaliigeseiga kõikides liikumissuundades (Tabel 3), samas ei olnud need olulised ($p>0,05$). Võrreldes kontrollgrupiga oli õlaliigese liigesliikuvus uuringugrupi traumast haaratud õlaliigesel väiksem õlaliigese kõikides mõõdetud liikuvuse suundades, kuid muutused polnud olulised ($p>0,05$). Uuringugrupi terve kehapoole õlaliigese liikuvus võrreldes kontrollgrupiga oli suurem fleksioonil, ekstensioonil, abduktsioonil ja adduktsioonil, kuid tulemused ei olnud olulised üheski mõõdetud liikumissuunas. Võrreldes AROM osas omavahel eksperimentaalgrupi naisi ja mehi ning kontrollgrupi naisi ja mehi, ei leitud aktiivses liigesliikuvuses statistiliselt olulisi erinevusi ($p>0,05$) ning neid ei kajastata ka joonisel.

Tabel 3. Õlaliigese aktiivne liikuvusulatus AROM kraadides eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülajäsemel (HJ) ja mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ja kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) ($X \pm SE$).

Liigutus	Eksperimentaalgrupi HJ	Eksperimentaalgrupi MHJ	Kontrollgrupi DJ
Fleksioon	160,7±2,7	170,1±4,4	168,4±2,6
Ekstensioon	50,9±2,0	55,3±10,9	54,2±3,0
Abduktsioon	160,2±1,2	178,5±3,5	174,2±2,6
Adduktsioon	37,8±2,9	40,3±5,0	41,7±2,6
Siserotatsioon	67,8±4,9	69,1±7,4	70,0±2,0
Välisrotatsioon	70,0±6,1	75,5±1,8	73,4±3,8

4.3 Õlavöötme lihaste tahteline isomeetriline maksimaaljõud

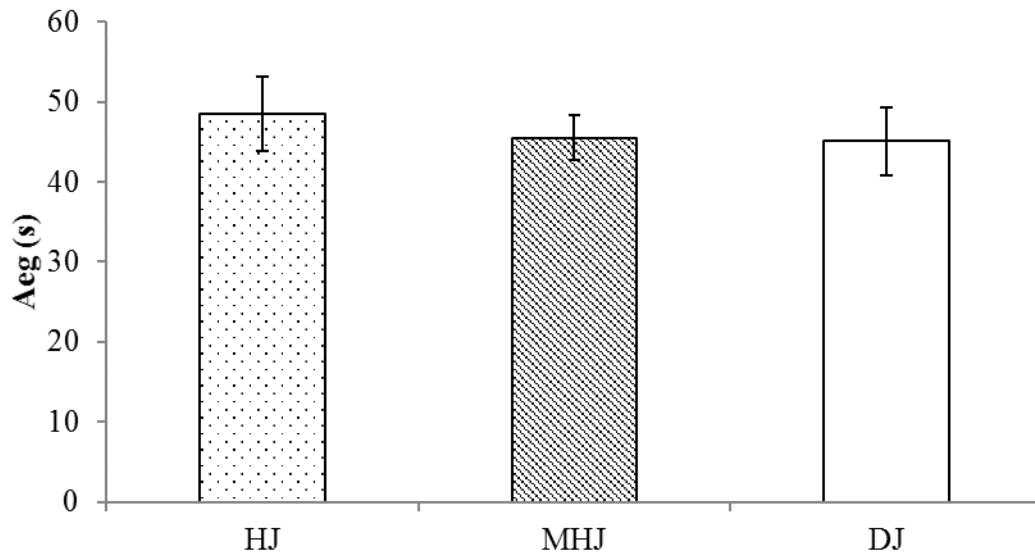
Võrreldes uuringugrupi traumast haaratud ülajäset ja tervet ülajäset oli tahteline isomeetriline maksimaaljõud (Tabel 4) oluliste ($p > 0,05$) muutusteta. Kontrollrühma õlavöötme lihaste ja traumast haaratud õlavöötme lihaste võrdluses ning terve õlavöötme ja kontrollgrupi õlavöötme lihaste tahtelises isomeetrilises maksimaaljõus olulisi ($p > 0,05$) erinevusi ei esinenud. Eksperimentaalgrupi meeste ja naiste ning kontrollgrupi meeste ja naiste vahel MVC näitajates statistiliselt olulisi erinevusi ei leitud ning neid ei ole kajastatud ka joonisel.

Tabel 4. Õlavöötme lihaste tahteline isomeetiline maksimaaljõud (kg) eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülajäsemel (HJ), mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ja kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) ($X \pm SE$).

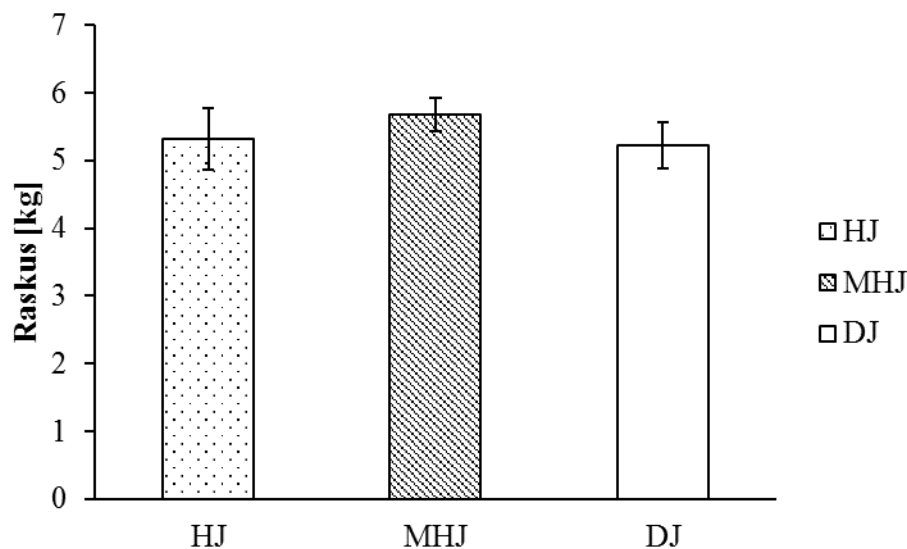
Liigutus	Eksperimentaalgrupi HJ	Eksperimentaalgrupi MHJ	Kontrollgrupi DJ
Fleksioon	21,84±1,1	22,92±2,1	21,06±1,2
Ekstensioon	19,26±1,4	20,72±1,8	19,61±1,7
Abduktsioon	20,15±1,6	22,48±2,1	19,73±1,6
Adduktsioon	23,48±1,4	24,64±1,7	25,58±2,4
Siserotatsioon	16,15±1,6	18,06±1,0	15,5±1,8
Välisrotatsioon	11,68±1,1	12,51±0,5	12,65±1,1

4.4 Õlavöötme lihaste staatiline vastupidavustest

Õlavöötme lihaste staatilise vastupidavustesti aeg (joonis 5) ja käes hoitud raskused ei erinenud ($p > 0,05$) võrreldes eksperimentaalgrupi haaratud ja mittehaaratud ülajäset ning haaratud ülajäset ja kontrollrühma (joonis 8). Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil ei leitud statistiliselt olulisi erinevusi eksperimentaalgrupi naiste ja meeste ning kontrollgrupi meeste ja naiste vahel ($p > 0,05$).



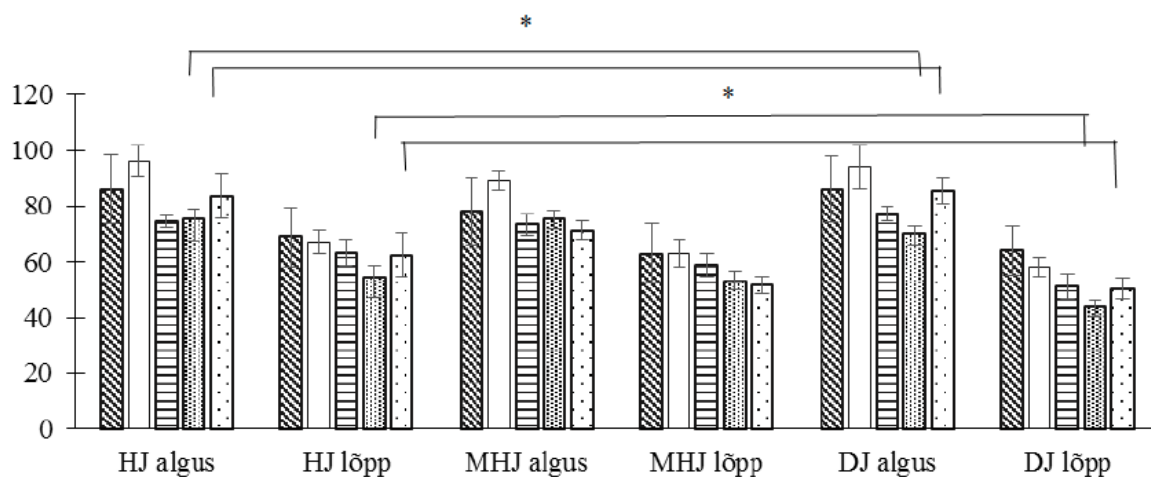
Joonis 5. Staatilise õlavöötme lihaste vastupidavustesti kestvus (s) (n=10) eksperimentaalgrupi haaratud ülajäsemel (HJ) ja mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ning kontrollgrupi domineerival ülajäsemel (DJ) ($X \pm SE$).



Joonis 6. Staatilise õlavöötme lihaste vastupidavustesti ajal käes hoitud raskus (kg) (n=10) eksperimentaalgrupi haaratud ülajäsemel (HJ) ja mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ning kontrollgrupi domineerival ülajäsemel (DJ) ($X \pm SE$).

Õlavöötme lihaste staatilise vastupidavustesti alguses ja lõpus määratud EMG sagedusspektri mediaansageduse (MF; Hz) järgi leitud MF langus minutis protsentides hoitud raskus ühe kilogrammi kohta (MFslope) näitas, et kontrollgrupi *m. deltoideus* eesmise ja keskmise osa MFslope oli suurem ($p < 0,05$) ranglumuru traumajärgse ülajäsemega võrreldes (joonis 7). *M. deltoideus* eesmise ja keskmise osa MF langus oli

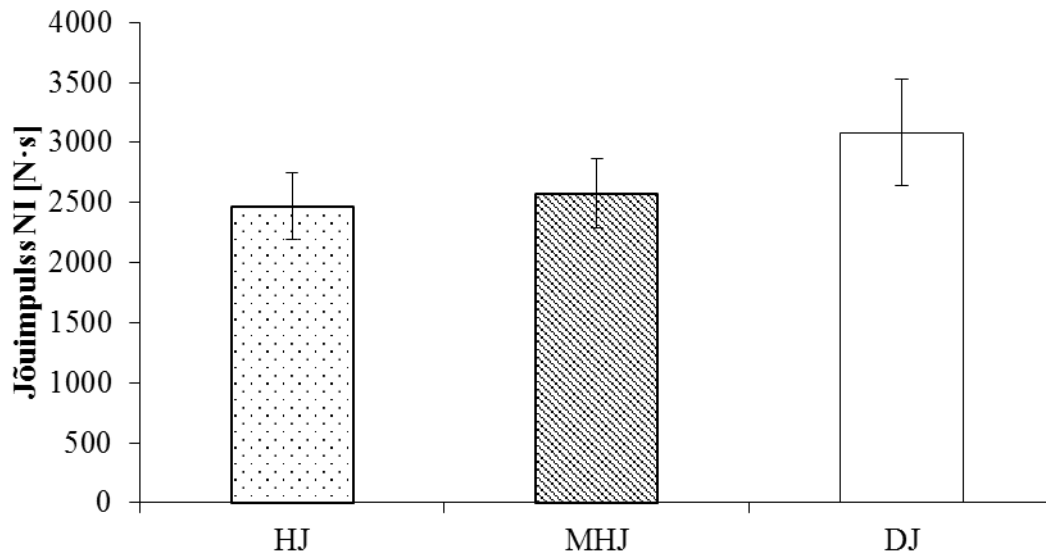
õlavöötme lihaste staatilise vastupidavustesti lõpus kontrollgrupil suurem ($p < 0,05$) võrreldes eksperimentaalgrupi haaratud ülajäsemega. Õlavöötme lihaste staatilise vastupidavustestil oli MFslope suurem ($p < 0,05$) testi alguses võrreldes testi lõpuga kõikidel uuritavatel lihastel nii eksperimentaalgrupil kui ka kontrollgrupil. Kuna MFslope osas eksperimentaalgrupi meeste ja naiste ning kontrollgrupi naiste ja meeste vahel statistiliselt olulisi erinevusi ei leitud, ei ole neid ka kajastatud joonisel.



■ m. supraspinatus □ m. infraspinatus ▤ m. trapezius ▨ m. deltoideus eesmine ▩ m. deltoideus keskmine

Joonis 7. Staatilise õlavöötme lihaste vastupidavustesti raskuse hoidmisega (25%MVC jõust) MF slope [%/min/kg] eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud (HJ) ja mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ning kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) *m. supraspinatus*, *m. infraspinatus*, *m. trapezius*, *m. deltoideus* eesmisel osal ja *m. deltoideus* keskmisel osal ($X \pm SE$). * $p < 0,05$

Kontrollgrupi jõuimpulss (joonis 8) oli võrreldes ranglumurruga patsiendi haaratud ja mittehaaratud ülajäsemega suurem, kuid tulemus polnud statistiliselt oluline. Eksperimentaal- ja kontrollgrupi meeste ja naiste vahelised tulemused polnud samuti statistiliselt olulised. Eksperimentaalgrupi meeste keskmine jõuimpulss oli $2978,1 \pm 716,7$ N·s ning eksperimentaalgrupi naistel $3189,7 \pm 600,7$ N·s.



Joonis 8. Jõuimpulss NI [N·s] staatilise õlavöötme vastupidavustestil raskuse hoidmisega (25%MVC jõust) (n=10) eksperimentaalgrupi haaratud ülajäsemel (HJ) ja mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ning kontrollgrupi domineerival ülajäsemel (DJ) ($X \pm SE$).

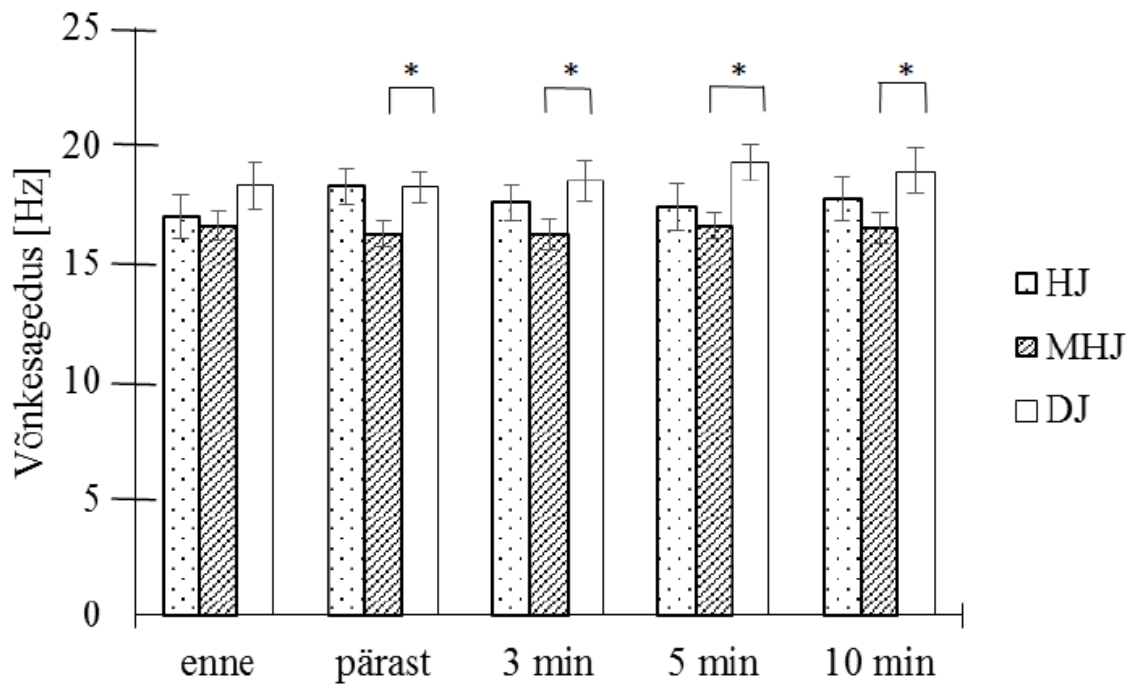
Võrreldes *m. trapezius* omavõnkesagedusi (joonis 9) leiti, et kontrollgrupi domineeriva ülajäseme omavõnkesagedus oli suurem eksperimentaalgrupi mittehaaratud ülajäseme omavõnkesagedusest ($p < 0,05$) vahetult pärast vastupidavustesti lõppu ning 3, 5 ja 10 min pärast -testi lõppu. Enne testi olulist erinevust ($p > 0,05$) mittehaaratud ülajäseme ja kontrollgrupi vahel ei esinenud. Eksperimentaalgrupi haaratud ülajäseme ja mittehaaratud ülajäseme ning haaratud ülajäseme ja kontrollgrupi domineeriva ülajäseme vahel ei esinenud vastupidavustestil olulist erinevust ($p > 0,05$) enne testi, vahetult pärast testi, 3, 5 ja 10 min pärast testi lõpetamist. Võrreldes omavahel *m. trapezius* omavõnkesagedust eksperimentaalgrupi meestel ja naistel ning kontrollgrupil (tabel 5) leiti, et vahetult enne testi oli *m. trapezius* omavõnkesagedus väiksem eksperimentaalgrupi haaratud ülajäsemel võrreldes kontrollgrupi domineeriva ülajäsemega ($p < 0,05$).

M. supraspinatus ja *m. infraspinatus* omavõnkesagedus (joonis 10, joonis 11) uuringugrupi mõlemal ülajäsemel ja kontrollgrupi domineeriva ülajäseme vahel olulisi ($p > 0,05$) erinevusi ei esinenud. Võrreldes omavahel mehi ja naisi, siis oli *m. infraspinatus* omavõnkesagedus meestel kõrgem kui naistel ($p < 0,05$) vahetult enne testi, vahetult pärast testi, 3 min, 5 min ja 10 min pärast testi haaratud ülajäseme meeste ja naiste vahel. Mittehaaratud ülajäseme osas oli eksperimentaalgrupi *m. suprapinatus* osas meeste omavõnkesagedus kõikidel ajahetkedel suurem naiste omavõnkesagedusest ($p < 0,05$),

kusjuures kontrollgrupi meeste ja naiste vahel statistiliselt olulist erinevust ei leitud. *M. infraspinatus* osas oli eksperimentaalgrupi naiste omavõnkesagedus (tabel 7) 3 min, 5 min ja 10 min pärast testi väiksem võrreldes kontrollgrupi naiste domineeriva ülajäseme omavõnkesagedusega ($p < 0,05$). Meeste haaratud ülajäseme ja kontrollgrupi domineeriva ülajäseme *m. infraspinatus* omavõnkesageduse vahel statistiliselt olulisi muutusi polnud. *M. supraspinatus* osas (tabel 6) olid eksperimentaalgrupi naiste omavõnkesagedus väiksem meeste omavõnkesagedusest ainult vahetult enne testi.

M. deltoideus eesmise osa omavõnkesagedus (joonis 11) oli eksperimentaalgrupi haaratud ülajäseme omavõnkesagedus suurem kontrollgrupi domineeriva ülajäseme omavõnkesagedusest vahetult pärast testi, 3 ja 5 minutit pärast testi lõppu ($p < 0,05$). 10 min pärast testi ei olnud erinevus haaratud ülajäseme ja kontrollgrupi domineeriva ülajäseme vahel oluline ($p > 0,05$). Olulist erinevust ($p > 0,05$) ei esinenud ka *m. deltoideus* eesmises osas eksperimentaalgrupi haaratud ja mittehaaratud ülajäseme vahel ega mittehaaratud ülajäseme ja kontrollgrupi vahel. Võrreldes omavahel *m. deltoideus* eesmise osa omavõnkesagedust eksperimentaalgrupi meestel ja naistel (tabel 8) ning kontrollgrupil, ei leitud statistiliselt olulisi muutusi.

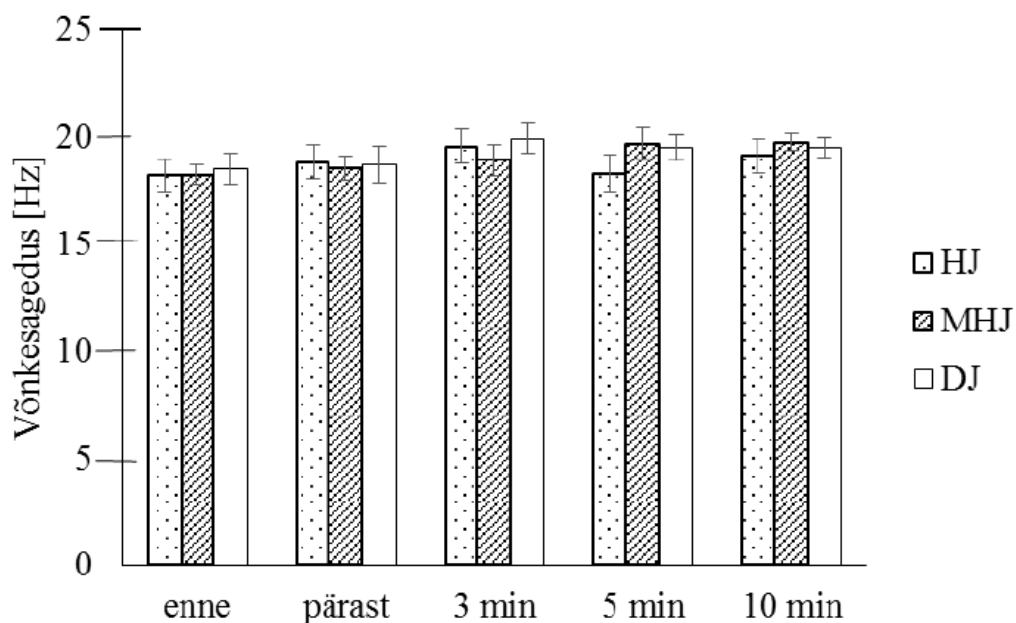
M. deltoideus keskmise osa omavõnkesagedus (joonis 12) oli eksperimentaalgrupi haaratud ülajäsemel suurem võrreldes kontrollgrupi domineeriva ülajäsemega vahetult pärast testi, 3 minutit ja 5 minutit pärast testi ($p < 0,05$). Enne testi ja 10 minutit pärast testi ei esinenud olulist muutust eksperimentaalgrupi haaratud ülajäseme ja kontrollgrupi domineeriva ülajäseme vahel. Enne testi, vahetult pärast testi, 3 min ja 10 min pärast testi ei esinenud olulisi muutusi eksperimentaalgrupi mittehaaratud ülajäseme ja kontrollgrupi domineeriva ülajäseme vahel. Olulisi erinevusi ei esinenud ($p > 0,05$) *m. deltoideus* keskmises osas eksperimentaalgrupi haaratud ja mittehaaratud ülajäseme vahel enne testi, vahetult pärast testi, 3 ja 10 min pärast testi. Võrreldes meeste ja naiste omavõnkesageduste väärtusi oli *m. deltoideus* keskmise osas (tabel 9) eksperimentaalgrupi meeste mittehaaratud ülajäseme omavõnkesagedus suurem naiste mittehaaratud ülajäseme võnkesagedusest vahetult enne testi ($p < 0,05$).



Joonis 9. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil EMG *m. trapezius* mediaansageduse muutused eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülajäsemel, mittehaaratud ülajäsemel ja kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel ($X \pm SE$). * $p < 0,05$

Tabel 5. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil EMG *m. trapezius* mediaansageduse muutused eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülajäsemel (HJ) ja mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ning kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) meestel ja naistel eraldi ($X \pm SE$).

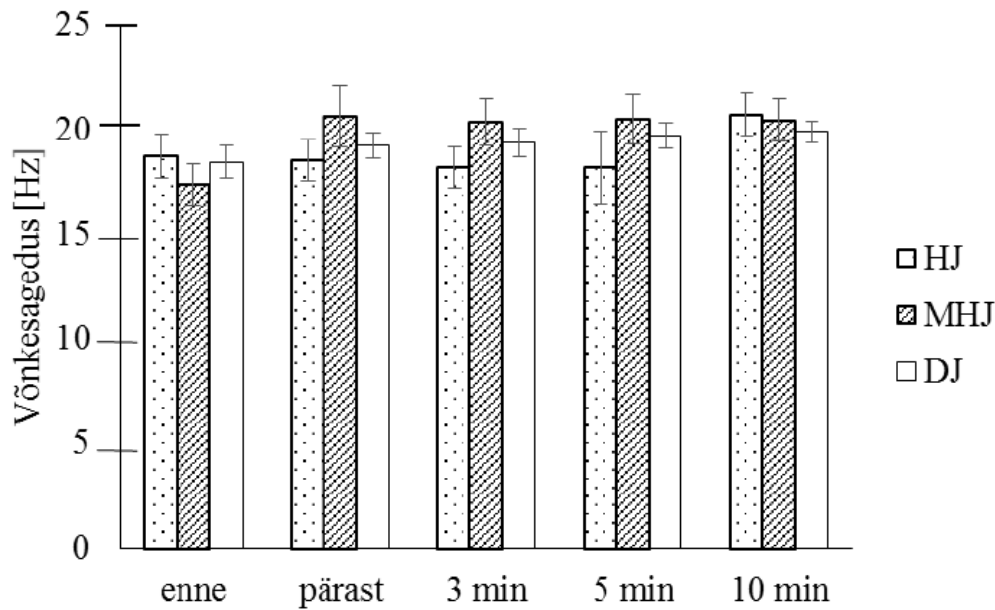
	Mehed			Naised		
	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)
Enne	17,7±1,7	15,8±0,8	16,2±0,5	16,2±0,7	17,4±0,9	20,4±1,4
Pärast	18,4±1,4	16,8±0,5	18,2±0,9	18,1±1,5	15,7±1,0	18,3±1,2
3 min	17,6±1,3	16,2±0,8	18,3±0,6	17,5±0,9	16,2±0,8	18,7±1,3
5 min	16,7±1,1	16,4±0,8	18,1±1,1	18,1±1,1	16,7±1,1	20,5±1,2
10 min	17,4±1,5	17,0±0,6	18,3±0,7	18,1±1,5	16,0±0,9	19,5±1,5



Joonis 10. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustel EMG *m. supraspinatus* mediaansageduse muutused eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülajäsemel (HJ), mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ja kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) ($X \pm SE$).

Tabel 6. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustel EMG *m. supraspinatus* mediaansageduse muutused eksperimentaalgrupi (n=10) eksperimentaalgrupi haaratud ülajäsemel (HJ) ja mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ning kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) meestel ja naistel eraldi ($X \pm SE$).

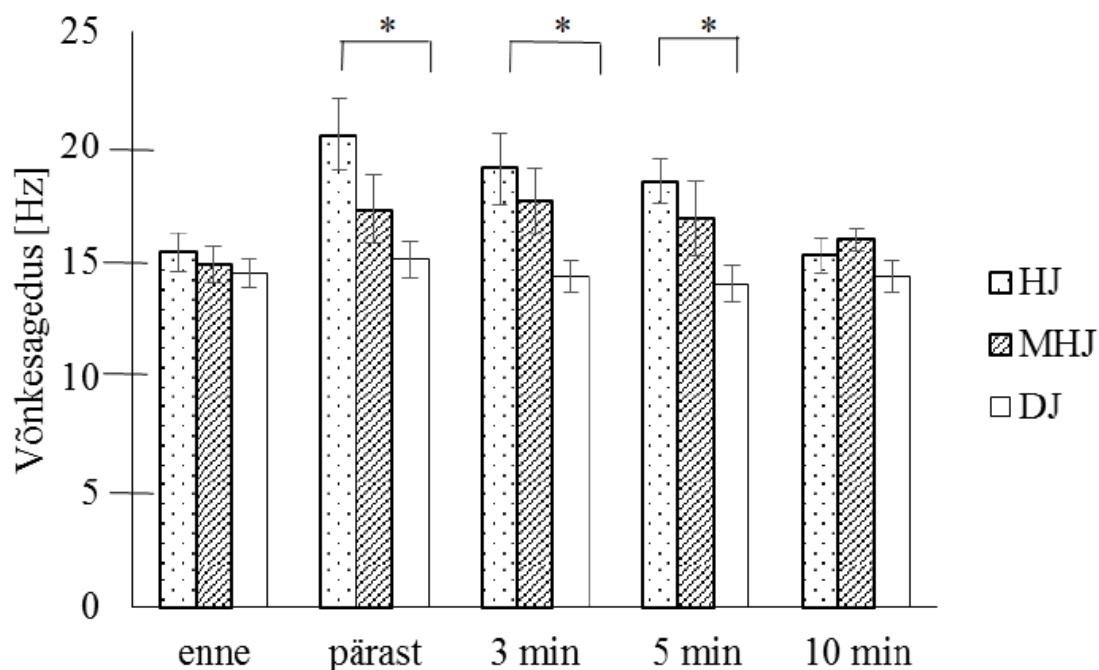
	Mehed			Naised		
	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)
Enne	19,8±0,9	18,2±0,8	18,5±1,4	16,5±0,6	18,2±0,6	18,5±0,7
Pärast	19,7±0,8	19,1±1,0	19,5±1,8	17,9±0,9	18,0±1,3	17,9±0,8
3 min	20,7±1,9	19,5±0,6	19,6±1,0	18,5±1,2	18,4±0,9	20,3±1,5
5 min	18,2±1,2	20,7±1,0	19,9±1,2	18,4±1,1	18,7±1,0	19,2±0,8
10 min	19,7±1,6	20,9±1,0	19,7±1,0	18,5±0,9	18,7±1,1	19,4±0,8



Joonis 11. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil EMG *m. infraspinatus* mediaansageduse muutused eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülaajäsemel (HJ), mittehaaratud ülaajäsemel (MHJ) ja kontrollgrupi (n=10) domineerival ülaajäsemel (DJ) ($X \pm SE$).

Tabel 7. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil EMG *m. infraspinatus* mediaansageduse muutused eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülaajäsemel (HJ) ja mittehaaratud ülaajäsemel (MHJ) ning kontrollgrupi (n=10) domineerival ülaajäsemel (DJ) meestel ja naistel eraldi ($X \pm SE$).

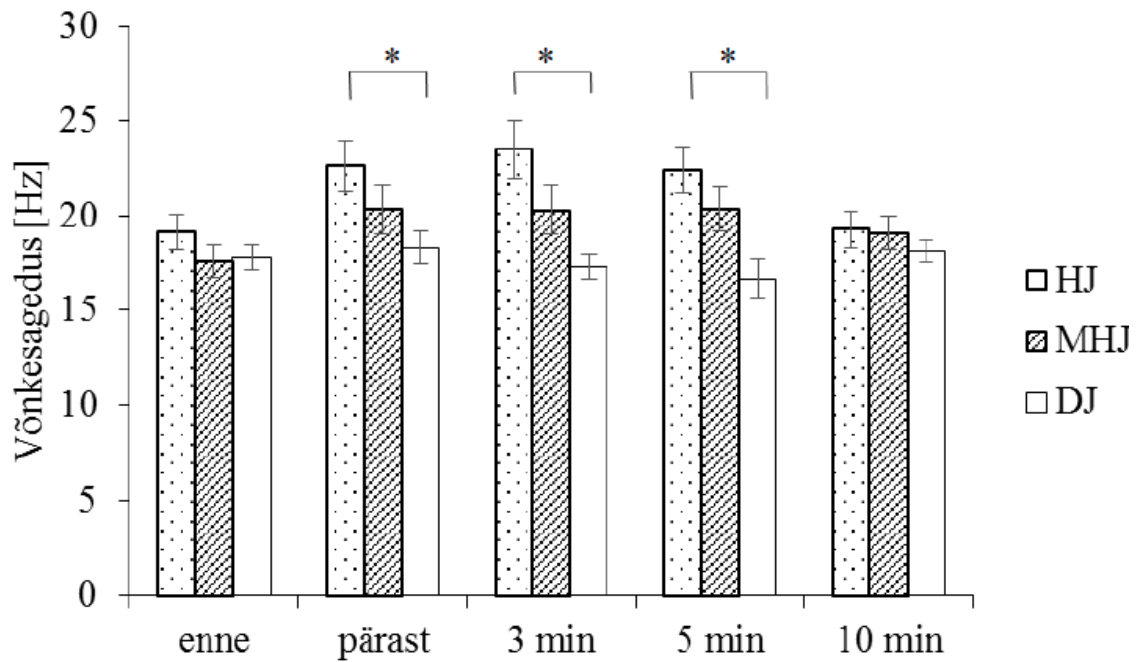
	Mehed			Naised		
	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)
Enne	21,2±1,1	18,7±1,2	19,4±1,4	16,3±1,1	16,0±1,3	17,5±0,4
Pärast	20,5±0,8	24,0±1,2	21,0±1,6	16,6±0,5	17,4±0,8	17,5±0,7
3 min	20,7±0,7	24,0±1,5	20,2±1,0	15,6±0,8	16,6±0,6	18,5±0,6
5 min	20,2±1,3	23,7±0,6	20,5±1,1	16,2±0,8	17,3±0,6	18,9±0,7
10 min	25,0±2,0	23,3±1,4	21,0±0,9	16,4±0,4	17,6±0,7	18,8±0,5



Joonis 11. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil EMG *m. deltoideus* eesmise osa mediaansageduse muutused eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülajäsemel (HJ), mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ja kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) ($X \pm SE$). * $p < 0,05$

Tabel 8. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil EMG *m. deltoideus* eesmise osa mediaansageduse muutused eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülajäsemel (HJ) ja mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ning kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) meestel ja naistel eraldi ($X \pm SE$).

	Mehed			Naised		
	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)
Enne	15,6±1,0	16,1±1,2	14,4±0,9	15,3±1,4	13,7±0,9	14,7±1,0
Pärast	22,5±3,1	18,3±1,4	15,4±1,9	18,6±2,1	16,3±2,0	14,9±1,4
3 min	19,7±2,3	18,2±2,4	14,2±1,1	18,4±2,3	17,1±2,0	14,6±1,2
5 min	19,0±0,9	16,9±1,9	14,3±0,9	18,0±2,2	16,9±2,4	13,9±1,0
10 min	16,5±0,8	16,4±3,1	15,5±0,8	14,1±0,6	15,7±1,6	13,4±1,2



Joonis 13. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil EMG *m.deltoideus* keskmise osa mediaansageduse muutused (Hz) muutused eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülajäsemel (HJ), mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ja kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) ($X \pm SE$). * $p < 0,05$

Tabel 9. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil EMG *m. deltoideus* keskmise osa mediaansageduse muutused eksperimentaalgrupi (n=10) haaratud ülajäsemel (HJ) ja mittehaaratud ülajäsemel (MHJ) ning kontrollgrupi (n=10) domineerival ülajäsemel (DJ) meestel ja naistel eraldi ($X \pm SE$).

	Mehed			Naised		
	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)	HJ (Hz)	MHJ (Hz)	DJ (Hz)
Enne	19,4±0,9	19,2±1,1	17,9±0,9	18,9±1,7	15,9±0,8	17,7±1,0
Pärast	24,0±1,6	20,9±1,0	18,9±1,9	21,2±1,9	19,8±2,2	17,8±1,0
3 min	25,2±1,8	20,7±1,5	17,8±1,2	21,8±1,8	19,9±2,3	16,8±1,3
5 min	22,4±2,3	21,1±1,4	17,0±1,0	22,4±2,2	19,6±2,3	16,4±1,0
10 min	20,6±1,8	19,8±2,0	19,5±1,3	18,0±1,6	18,3±1,3	16,7±1,4

5. TULEMUSTE ARUTELU

Antud uurimustöös uuriti õlavöötme lihaste funktsiooni muutusi rangлуу osteosünteesi järgselt, võrreldes kahjustatud ülajäseme näitajaid terve ülajäsemega ning tervetest moodustatud kontrollgrupiga. Peamise töö tulemusena võib välja tuua, et pärast korduvalt opereeritud rangluumurdu taastub traumast haaratud ülajäseme liigesliikuvus, lihaste jõud ja vastupidavus terve ülajäsemega samale tasemele. Samas võivad korduvalt opereeritud rangluumuru järgselt olla raskendatud mõned igapäevategevused.

Kirjandusest leiab artikleid, kus on uuritud ranglumurrust taastumist nii pärast konservatiivset kui ka operatiivset ravi, kuid korduvalt opereeritud rangluumurde käsitlevaid uuringuid on vähe. Rangluumuru järgse taastumise hindamiseks on kasutatud küsimustikke, mõõdetud liigesliikuvust ja lihasjõudu. Sellisel kujul väsimustesti, nagu antud magistrیتöös kasutati, pole rangluumuru järgselt uuringutes kasutatud, kuid samasugust väsimustesti on kasutanud Tartu Ülikooli kehakultuuri teaduskonna magistrیتöös 2004. aastal Jürgel, kus hinnati õlaliigese periartriidiga sündroomiga patsientide õlavöötme funktsionaalset seisundit enne ja pärast neljanädalast taastusravi. Ülajäsemete väsimusteste on kasutatud tööergonoomikat puudutavates artiklites.

5.1 DASH küsimustik

DASH küsimustiku tulemuste põhjal võib väita, et pärast korduvat rangлуу osteosünteesi oli haaratud kehapoole funktsioon langenud võrreldes terve kehapoolega. Uuritud 10 eksperimentaalgrupi patsientidest ei käinud üks ülajäseme probleemide tõttu tööl ning tema võimekus oli teistega võrreldes madalam (DASH 75,8).

Eksperimentaalgrupile valmistas igapäevaelus kõige enam raskusi purgikaane avamine, riietumine, raskema poekoti kandmine. Ka hobidega tegelemine oli eksperimentaalgrupil limiteeritud kahjustatud ülajäseme tõttu. Hobide osas oli kontrollgrupp aktiivne, enamus nendest tegeles spordiga, nagu näiteks suusatamise ja aerobikaga. Üks kontrollgrupist mängis lisaks sporditegemisele kitarri. Kuna

eksperimentaalgrupi meeste ja naiste vahel DASH küsimustiku osas erinevusi ei esinenud, siis subjektiivsel hinnangul on taastumine rangluumurrujärgselt meestel ja naistel sarnane.

Võrreldes käesolevat uuringut teiste rangluumurru järgselt kasutatud DASH küsimustikega on tulemused erinevad. Schemitsch jt (2011) uurisid 95 rangluumurru järgset patsienti keskmise vanusega 33,5 aastat 2 aastat pärast traumat, kus DASH küsimustiku punktisummaks opereeritud grupil saadi $4,1 \pm 7,0$ punkti (Schemitsch et al., 2011), mis on 89% väiksem võrreldes käesolevas uuringus korduvalt opereeritud eksperimentaalgrupi väärtustega. Samas on ka operatsioonist tekkinud erinevad komplikatsioonid, mistõttu on tulnud teha reosteosüntees.

Kui võrrelda käesoleva uuringu tulemusi konservatiivselt ravitud rangluumurruga patsientidega, siis oli samuti DASH küsimustiku punktisumma suurem. Konservatiivselt ravitud patsientide DASH punktisumma 4,5 aastat pärast traumat oli 37 % võrra suurem võrreldes korduvalt opereeritud patsientidega (McKee et al., 2006).

Kui kirjeldavates uuringutes taastus ülajäseme funktsioon pärast rangluumurdu vastavalt operatiivsele sekkumisele 2 aastaga ning konservatiivse sekkumisega 4,5 aastaga, siis 1-3 aastat pärast korduvalt opereeritud rangluumurdu tekib komplikatsioone igapäevategevuste sooritamisel. Selle põhjuseks võib olla ka hirm korduva trauma järgselt uuesti rangluud vigastada ning raskemate igapäevategevuste sooritamisel harjutakse rohkem kasutama traumast mittehaaratud kehapoolt. Ilmselt oleks siinkohal tähtis roll füsioteraapial, kus julgustatakse patsienti kasutama rohkem traumast haaratud ülajäset.

5.2 Goniomeetria

Käesolevas uuringus taastus liigesliikuvus korduvalt opereeritud rangluumurru korral samale tasemele nii terve kehapoollega kui ka kontrollgrupiga võrreldes. Aktiivsel liigesliikuvusel esines valu õlavarre abduktsioonil õlaliigesest ühel patsiendil eksperimentaalgrupist.

Võrreldes õlaliigese liikuvuse normidega, kus õlaliigeses fleksioonliigutus on 167°, oli haaratud ülajäseme rühma keskmine väiksem 3%, samas igapäevategevuste saavutamiseks on vajalik õlaliigese fleksioonliigutus 120°, mis oli olemas antud uuringu tulemustest lähtuvalt saavutatud. Kontrollgrupi domineerival ülajäsemel oli ekstensioonliikuvus väiksem normväärtuse 62° võrreldes 13% võrra, eksperimentaalgrupi haaratud ülajäsemel 18% võrra väiksem ning eksperimentaalgrupi mittehaaratud ülajäsemel 11% võrra väiksem võrreldes õlaliigese ekstensioonliikuvusega. Samas oli antud uuringu tulemustest lähtuvalt saavutatud igapäevaeluks vajaminev õlaliigese ekstensioonliikuvus 45°. Õlaliigese abduktisioonliikuvusel oli antud uuringus saavutatud igapäevatoimetusteks vajalik liikuvus 130°, kuid normliigutusest 180° saadi eksperimentaalgrupi haaratud ülajäsemel 13%, mittehaaratud ülajäsemel 3% ja kontrollgrupi domineerival ülajäsemel 5% madalamad tulemused. Rotatsioonliigutustel oli samuti olemas igapäevategevusteks vajalik liigesliikuvus, kus mõõdetud 90° abduktseeritud õlavarrega peaks olema välisrotatsioonil ja siserotatsioonil 60°. (Namdari et al., 2012).

Liigesliikuvuse taastumist on võrreldud konservatiivselt ravitud patsientidel 4,5 aastat pärast rangluumurdu, kus terve kehapoolega võrreldes oli õlaliigese liikuvus taastunud samale tasemele (McKee et al., 2006). Rangluu osteosünteesi järgselt on uuritud patsiente vanuses 14-83, kus domineeriva käe rangluud opereeriti 37 juhul. 10 kuud pärast operatsiooni saavutati terve õlaliigese sarnane liigesliikuvus (Miyazaki et al., 2014).

Kuna käesoleva uuringu patsientidel oli viimasest operatsioonist möödas juba 1-3 aastat, siis võib pidada liigesliikuvuse taastumist teise ülajäseme õlaliigese liikuvusega sarnasele tasemele tavapäraseks. Võrreldes maksimaalse õlaliigese liikuvusulatuslega on tulemused mõnevõrra madalamad, kuid need on madalamad ka kontrollgrupi domineerival ülajäsemel. Kuna eksperimentaalgrupi meeste ja naiste vahel liigesliikuvuse osas erinevusi ei esinenud, siis käesoleva uuringu põhjal on liigesliikuvuse taastumine rangluumurrujärgselt meestel ja naistel sarnane.

Kõikides õlaliigese liikuvussuundades on saavutatud igapäevategevusteks vajaminev liikuvus, mitõttu võib arvata, et DASH küsimustikus ilmnenuid komplikatsioonid igapäevategevuste sooritamisel ei ole seotud liigesliikuvusega.

5.3 Tahteline isomeetriline maksimaaljõud

Tahtelises isomeetrilises maksimaaljõus ei olnud erinevusi eksperimentaalgrupi ja kontrollgrupi vahel. Sarnaseid tulemusi on leitud mitmetes uuringutes (Ledger et al., 2007; Potter et al., 2007; Robinson et al., 2015). Potter jt (2007) uurisid 63 patsiendil vanuses 18-63 aastat rangluumurru järgselt õlavöötme lihaste jõudu keskmiselt 2,5 aastat postoperatiivselt ning nad leidsid, et lihasjõud taastus samale tasemele võrreldes traumast mittehaaratud ülajäsemega. (Potter et al., 2007). Ledger jt. (2006) uurisid 1,5 aastat postoperatiivselt rangluumurru järgseid patsiente keskmise vanuses 18-63 aastat. Uuringust selgus, et kahjustatud ülajäseme lihasjõu näitajates ei esinenud olulisi erinevusi võrreldes teise kehapoolega (Ledger et al., 2006).

Lihaskõuet ja liigesliikuvuse langust rangluumurru järgselt ei ole leitud ka 2,4 aastat pärast konservatiivselt ravitud rangluumurru keskmise vanusega 14-aastastel sportlikel patsientidel. Selles vanuses patsiendid said tagasi pöörduda eelneva ülajäsemega teostavatele spordialadele 3,8±2 kuu möödudes pärast murdu (Robinson et al, 2015).

Käesolevas uuringus oli viimasest operatsioonist juba nii palju möödunud, et nii liigesliikuvus kui ka lihasjõud oli taastunud teise ülajäsemega samale tasemele ega mõjutanud igapäevategevusi. Kuna eksperimentaalgrupi meeste ja naiste vahel tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu osas erinevusi ei esinenud, siis käesoleva uuringu põhjal on tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu taastumine rangluumurrujärgselt meestel ja naistel sarnane.

5.4 Õlavöötme lihaste staatiline vastupidavustest

Käesolevas uuringus doseeriti vastupidavustestil hoitava koormuse individuaalselt 25% MVC jõust õlavarre fleksiooni järgi. Kõige suurem raskus, mida eksperimentaalgrupi liige haaratud jäsemega suutis hoida oli 6,85 kg, mis oli võrdne sama uuritava patsiendi mittehaaratud ülajäsemega. Kõige väiksem raskus, mida eksperimentaalgrupi liige suutis hoida haaratud jäsemega oli 67% võrra kergem ning võrreldes sama uuritava mittehaaratud jäsemega 55% võrra kergem. Meeste ja naiste osas ei olnud erinevusi raskuste osas, mida hoiti käes. Li jt (2015) uurisid seisvas asendis maksimaalset isomeetrilist jõudu raskuse

hoidmisel kahes käes enda ees. Uuritavateks olid 10 tervet naist ja meest keskmise vanusega vastavalt $23,8 \pm 2,2$ aastat ja $20,3 \pm 1,06$ aastat. Naised hoidsid seistes 4 minuti jooksul käes 4 või 8 kg raskust, mehed 5 või 10 kg raskust. MVC mõõdeti vastupidavustestil iga 30 sek järel ning selgus, et mehed on raskust hoides 1,6 korda tugevamad naistest (Li & Chiu, 2015).

Antud uuringu raskuse hoidmise aja osas esinesid eksperimentaal- ja kontrollgrupi liikmete vahel erinevused, mis kokkuvõtvalt polnud statistiliselt olulised. Kõige kauem suutis eksperimentaalgrupi liige haaratud ülajäsemega hoida raskust haaratud ülajäsemega 66 sek, mis oli parem võrreldes sama patsiendi mittehaaratud ülajäsemega, millega ta suutis raskust hoida 33% võrra lühemalt. Ilmselt võib sellist tulemuste vahet selgitada uuritava käelisusega, kuna parem käsi oli antud juhul nii domineeriv kui ka ranglumurrust haaratud käsi. Kõige vähem hoiti eksperimentaalgrupis haaratud ülajäsemega raskust 22 sek, mis oli sarnane sama patsiendi terve ülajäsemega, millega suudeti raskust hoida 8% võrra kauem. Võib arvata, et antud uuritava ülajäsemete lihasvastupidavus oli juba enne traumat väiksem võrreldes teiste uuringus osalejatega. Kontrollgrupis hoiti kõige kauem raskust käes 103 sek. Jürgel (2004) kasutas uuringus "Õlaliigese ja õlavöötme lihaste funktsionaalne seisund periartriidiga patsientidel enne ja pärast neljanädalast taastusravi" samasugust vastupidavustesti keskmiselt $50,2 \pm 4,6$ aastastel uuritavatel, kus hoitava raskus oli 30% maksimaalsest isomeetrisest MVC jõust õlavarre fleksioonil. Selles uuringus hoiti raskust enne taastusravi keskmiselt 157 s ja pärast neljanädalast taastusravi 183 s (Jürgel, 2004), mis oli 21 % kauem kui antud uuringus kõige kauem hoitud raskus kontrollgrupi domineerival ülajäsemel. Erinevusi võis põhjustada ka erinev diagnoos.

Käesolevas töös esines õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil erinevusi nii õlavöötme lihaste toonust kui ka õlavöötme lihaste bioelektrilist aktiivsust hinnates. Oluline erinevus esines *m.trapezius* toonuse näitajate osas, kus eksperimentaalgrupi mittehaaratud ülajäseme toonus oli väiksem kontrollgrupi domineeriva ülajäseme toonusest. Kuna domineeriv ülajäse oli enamustel parem ning mittehaaratud ülajäse oli enamustel mittedomineeriv, siis võib selgitada seda ka käelisusega. Domineerivat ülajäset kasutatakse igapäevategevustes rohkem, mistõttu võib see olla ka stabiilsem. *M. trapezius* roll on abaluu mobiliseerimine ja abaluu liikumine. Samas käesolevas uuringus ei testitud ülajäsemete liigete stabiilsust eraldi. Zanca jt (2014) uurisid *m.trapezius* EMG aktiivsust 20 tervel inimesel (10 naist ja 10 meest) vanuses $23,84 \pm 2,57$. Leiti, et *m. trapezius*el on suur roll rangluu elevatsioonil ning õla stabiliseerimisel (Zanca et al., 2014).

Lihastoonuse tulemustes oli oluline erinevus ka *m. deltoideus* eesmise ja keskmise osa vahel haaratud ülajäseme ja kontrollgrupi vahel. Naiste ja meeste omavahelises võrdluses leiti ainuke erinevus vahetult enne vastupidavustesti, kus eksperimentaalgrupi meeste mittehaaratud ülajäseme omavõnkesagedus oli suurem naiste mittehaaratud ülajäseme võnkesagedusest. Oluline erinevus esines ka *m. deltoideus* bioelektrilises aktiivsuses MFslope osas, mis näitas, et kontrollrühma *m. deltoideus* eesmise ja keskmise osa MF muutus oli suurem ranglumurru traumajärgse õlavöötmega võrreldes. *M. deltoideus* eesmised kiud on õlavarre abduktsiooni liigutust teostav lihas, mis kinnitub rangluule. Käesolevas uuringus rangлуу pikkust ei mõõdetud, kuid rangлуу lühenemine omab tähtsat rolli lihasjõu vähenemisel õlavarre abduktsioon liigutuse sooritamisel eesmise *m. deltoideus* kiudude arvel (Patel et al., 2012). Abduktsioon liigutuse sooritamisel on oluline ka *m. supraspinatus* ja *m. deltoideus* keskmised ja tagumised kiud, kuid nende lihase jõud ei sõltu rangлуу pikkusest, kuna nad ei kinnitu rangluule (Patel et al., 2012).

Ilmselt võib lihaste bioelektrilist aktiivsust mõjutada ka asend testimise ajal. Zhang jt (2014) uuris 38 naist ning 39 meest, kes töötasid tehases kehaliselt tööl. Istuvas asendis määrati uuritavate lihasväsimus õlaliigese fleksioon- ja randme ekstensioon- asendis. Uuritavatel paluti lükata 2,5 kg eset. Uuringus leiti, et sugu mõjutas lihasväsimuse teket ning naised jõudsid selles asendis istudes rohkem lükata kui mehed (Zhang et al., 2014).

Käesolevas uuringus võrreldi ka mehi ja naisi omavahel, kus eksperimentaalgrupil *m. trapezius* osas olid lihastoonuse näitajad meestel suuremad üksnes vahetult enne vastupidavustesti puhkeolekus. Kui *m. infraspinatus* osas eksperimentaal- ja kontrollgrupi vahel erinevusi ei leitud, siis 3 min, 5 min ja 10 min pärast oli meeste *m. infraspinatus* toonus suurem kui naistel testi haaratud ülajäseme osas. Mittehaaratud ülajäseme osas oli eksperimentaalgrupi *m. suprapinatus* osas meeste lihastoonus kõikidel ajahetkedel suurem naiste lihastoonusest, kusjuures kontrollgrupi meeste ja naiste vahel statistiliselt olulist erinevust ei leitud. *M. infraspinatus* ja *m. supraspinatus* tulemusi hinnates võib arvata, et meeste õlavööde on puhkeolekus suurema toonilise pingega, samas ei leitud erinevusi *m. trapezius* ja *m. deltoideus* vahel. Kuna mõlemat sugu omavahel hinnates moodustas valimi 5 inimest, võib arvata, et tulemusi võib olla vähese valimi tõttu raskem üldistada.

Käesoleva uuringu staatilise vastupidavustesti sooritajad olid teadlikud vastupidavustesti sooritamiset ning see võis mõjutada testi tulemusi. EMG mõõtmisel peab

arvestama asjaolu, et elektroodid ei ole nähtamatud. Mathiassen jt (1999) uurisid 20 terve mehe ja 20 terve naise vanuses 20-55 aastat isomeetrilist domineeriva õlavarre fleksiooni vastupidavust seisvas asendis. Leiti, et lihasvastupidavus sõltub suhtelisest koormusest (%MVC jõust) ning ei sõltu soost ega vanusest. Lisaks leiti, et valulävi, motivatsioon ja tuju mõjutavad testi tulemusi ligikaudu 20% ulatuses (Mathiassen & Ahsberg, 1999). Sellest hoolimata soovitatakse EMG-d kasutada erinevate vastupidavustestide sooritamisel (Criswell, 2011). EMG sagedust on uuritud väsimusülesannete sooritamisel. On leitud, et väsimus on seotud EMG sageduse vähenemisega (Pease, 2007).

5.5 Kokkuvõte

Käesoleva uuringu uuritavatel oli viimasest reosteosünteesist möödas 2-3 aastat ning keegi neist ei saanud traumajärgselt füsioteraapiat. Olulisi erinevusi eksperimentaalgrupi ranglumurrust haaratud ülajäseme ning kontrollgrupi funktsiooni näitajate vahel oli vähe. Erinevused esinesid peamiselt subjektiivselt hinnatud õlavöötme funktsioonil igapäevategevusi hinnates. Õlavöötme liigesliikuvus, lihasjõud ja lihasvastupidavus olid sarnased kontrollgrupi tulemustega. Eksperimentaalgrupis osalesid kõik peale ühe patsiendi ka oma tavapärasel tööl uuringu läbiviimise ajal, mis on oluline näitaja traumast paranemisel.

Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil olid eksperimentaalgrupi haaratud ülajäseme *m. deltoideus* toonuse ja bioelektriline aktiivsuse näitajad väiksemad võrreldes kontrollgrupi domineeriva ülajäsemega ning *m. trapezius* toonuse näitajad olid väiksemad eksperimentaalgrupi mittehaaratud ülajäsemel võrreldes kontrollgrupi domineeriva ülajäsemega ($p < 0,05$), mis võis olla põhjustatud käelisusest. Vastupidavustesti tulemusi võisid mõjutada ka uuritava motivatsioon, kehaasend ja valulävi.

5.6 Uuringutulemuste praktiline väljund ja piiravad faktorid

Käesolevas uuringus esineb limiteerivaid faktoreid. Valim oli suhteliselt väike, mida kitsendasid uuringusse sisselülitamise tingimused. Käesolevas uuringus osalesid patsiendid, kellel oli rangluu murrust möödas 3-7 aastat ning neile oli tehtud 1-3 kirurgilist sekkumist selles vahemikus. Suurema valimi korral oleks saanud moodustada homogeensemata rühma, hindamaks taastumist rangluumurrust. Füsioterapeudina oleksin soovinud hinnata antud patsientide taastumist kohe pärast kirurgilist sekkumist ning anda neile soovitusi ja terapeutilisi harjutusi kiiremaks taastumiseks. Järgnevates uuringutes võib välja selgitada, missuguste meetodite abil oleks saaks antud eksperimentaalgrupil taastumisprotsessi kiirendada.

Antud uuringul leiti, et 3-7 aastat pärast rangluumurdu, mida oli opereeritud traumajärgselt 1-3-aastaselt perioodil keskmiselt 2,5 korda, oli õlavöötme aktiivne liigesliikuvus, lihasjõud ja lihasvastupidavus taastunud samale tasemele traumata ülajäsemega võrreldes. Käesoleva töö tulemusi saavad kasutada füsioterapeudid, rehabilitatsiooni ja taastusravi spetsialistid ja ortopeedid.

Käesoleva uuringu põhjal võib edasi uurida rangluu reosteosünteesi läbinud patsientide taastumist. Võimalusel saab hinnata neid pärast igat osteosünteesi, teha füsioterapeutiline hindamine ning sellest lähtuvalt koostada personaalne harjutusprogramm. Vastupidavustesti saab korrata rangluu funktsiooni paranemise järgselt iga poole aasta tagant ning hinnata selle abil patsiendi taastumise dünaamikat.

6. JÄRELDUSED

1. Rangлуу reosteosünteesi järgselt DASH küsimustiku abil subjektiivselt hinnatud näitajate tulemused näitasid, et eksperimentaalgrupi liikmetel esines piiranguid igapäevategevustel võrreldes kontrollgrupiga.
2. Õlaliigese aktiivne liigesliikuvus ei erinenud oluliselt rangлуу reosteosünteesi meetodiga ravitud uuritavatel ja tervetest isikutest moodustatud kontrollgrupi vahel kõigil mõõdetud liigutustel.
3. Õlavöötme lihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu näitajad ei erinenud oluliselt rangлуу reosteosünteesi meetodiga ravitud uuritavatel ja kontrollgrupil.
4. Õlavöötme staatilisel vastupidavustestil (25% MVC jõust) ei esinenud olulisi erinevusi rangлуу reosteosünteesiga ravitud uuritavate ja kontrollgrupi vahel vastupidavustesti sooritamise aja, raskuse ning jõuimpulsi osas.
5. Õlavöötme lihaste staatilisel vastupidavustestil (25% MVC jõust) olid eksperimentaalgrupi haaratud ülajäseme *m. deltoideus* toonus ja bioelektriline aktiivsus väiksemad võrreldes kontrollgrupi domineeriva ülajäsemega ning *m. trapezius* toonuse oli suurem kontrollgrupi domineerival ülajäsemel võrreldes eksperimentaalgrupi mittehaaratud ülajäsemega, mis võis olla põhjustatud käelisusest.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Allman FL Jr. Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation. *J Bone Joint Surg Am* 1967;49:774-84.
2. Bohannon R W. Test-retest reliability of hand-held dynamometry during a single session of strength assessment. *Phys Ther* 1986; 66:206-209.
3. Criswell E. Surface electromyography. Second edition. London: Jones and Bartlett Publishers International; 2011.
4. Culp L, Romani W. Physical therapist examination, evaluation, and intervention following the surgical reconstruction of a grade III acromioclavicular joint separation. *Phys Ther* 2006; 86:857-869.
5. Farhad OM. Clavicle fracture: postoperative rehabilitation. Orthopedic Surgery. University of British Columbia, 2014
6. Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion: review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther* 1987; 67:1867-1872.
7. George DM, McKay BP, Jaarsma RL. The long-term outcome of displaced mid-third clavicle fractures on scapular and shoulder function: variations between immediate surgery, delayed surgery, and nonsurgical management. *Shoulder and Elbow Surg* 2014; 1-8.
8. Huttunen TT, Kannus P, Lola V, Pihlakamäki H, Mattila VM. Surgical treatment of clavicular fractures in Finland- A register based study between 1987 and 2010. *Injury, Int. J. Care Injured* 2013; 44:1899-1903.
9. Jester A, Harth A, Wind G, Germann G, Sauerbier M. Disabilities of the arm, shoulder and hand (Dash) questionnaire: determining functional activity profiles in patients with upper extremity disorders. *J Hand Surg* 2005;30: 23.
10. Jing Xu, Lei Xu, Wedong Xu, Yudong Gu, Jianguang Xu. Operative versus nonoperative treatment in the management of midshaft clavicular fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Shoulder Surg* 2014; 23:173-181.
11. Jürgel J. Õlaliigese ja õlavöötme lihaste funktsionaalne seisund periartriidiga patsientidel enne ning pärast neljanädalast taastusravi. Magistritöö, Tartu Ülikooli kehakultuuri teaduskond, Tartu, 2004.

12. Khan K, Bradnock TJ, Scott C, Robinson M. Fractures of the clavicle. *J Bone Joint Surg Am.* 2009; 91:447-460.
13. Kyle J, Jeray B. Acute midshaft clavicular fracture. *Am Acad Orthop Surg* 2007;15:239–47.
14. Ledger M, Leeks N, Ackland T, Wang A. Short malunions of the clavicle: An anatomic and functional study. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14:349-354.
15. Lepp A. Inimese anatoomia. Tartu:Tartu ülikooli kirjastus; 2013.
16. Li K.W, Chiu W-S. Isometric arm strength and subjective rating of upper limb fatigue in two-handed carrying tasks. *Plos One* 2015; 10(3).
17. Mafi P, Mafi R, Hindocha S, Griffin MA systematic review of dynamometry and its role in hand trauma assessment. *The Open Orthopaedics Journal* 2012; 6: 95-102.
18. Magee DJ Orthopedic physical assessment. Philadelphia, USA: Saunders; 2002.
19. Marieb EN, Hoehn K. Human anatomy and physiology. United States of America, San Fransisco: Pearson; 2010.
20. Mathiassen SE, Ahsberg E. Prediction of shoulder flexion endurance from personal factors. *International Journal of Industrial Ergonomics* 1999; 24: 315-329.
21. McClure P, Michener L. Measures of adult shoulder function. *Arthritis & Rheumatism.* 2003;49:50–58.
22. McKee MD, Pedersen EM, Jones C, Stephen DJG, Kreder HJ, et al. Deficitis following nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures. *J. Bone Joint Surg* 2006; 88-A:35-40.
23. Meijden OA, Gaskill TR, Millett P.J. Treatment of clavicle fractures: current concepts review. *J Shoulder Elbow Surg* 2012; 21:423-429
24. Miyazaki AN, Silva LA, Val Sella G, Checchia S.L, Cândido dos Santos, et al. Evaluation of the results from surgical treatment of fractures of the lateral extremity of the clavicle, using the double ligature technique. *Rev Bras Ortop* (in press).
25. Mullaney MJ, McHugh MP, Johnson CP. Reliability of shoulder range of motion comparing a goniometer to a digital level. *Physiother Theory Pract* 2010; 26(5):327–333.

26. Namdari S, Yagnik G, Ebaugh D, Nagda S, Ramsey M.L, et al. Defining functional shoulder range of motion for activities of daily living. *J Shoulder Elbow Surg* 2012; 21:1177-1183.
27. Neer CS. Fractures of the distal third of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res*. 1968;58:43-50.
28. Paladini P, Pellegrini A, Merolla G, Camoi F, Porcellini G. Treatment of clavicle fractures. *Translational Medicine UniSa* 2012, 2 (6): 47-58
29. Palmer DK, Husain A, Phipatanakul WP, Wongworawat MD. Failure of a new intramedullary device in fixation of clavicle fractures: a report of two cases and review of the literature. *J Shoulder Elbow Surg* 2011; 20:1-4.
30. Patel B, Gustafson P.A, Jestifer J. The effect of clavicle malunion on shoulder biomechanics; A computational study. *Clinical Biomechanics* 2012; 27:436–442.
31. Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. *Phys Ther* 1986; 66:1855-1865.
32. Pease WS, Lew HL, Johnson EW. Johnson's practical electromyography. Fourth edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2007.
33. Pintsaar K, Pintsaar A, Strauss E, Märtson A. Kuidas ravida ranglumurdu? *Eesti Arst* 2009; 88:21–28.
34. Platzer W. Locomotor System. *Color Atlas and Textbook of Human Anatomy*. New York. Thieme Flexibook.; 2004.
35. Potter, JM, Jones C, Wild LM, Schemitsch EH, McKee MD. Does delay matter? The restoration of objectively measured shoulder strength and patient-oriented outcome after immediate fixation versus delayed reconstruction of displaced midshaft fractures of the clavicle. *J Shoulder Elbow Surg* 2007; 16: 514-518.
36. Richardson M, Asadollahi S, Richardson L. Management of acute displaced midshaft clavicular fractures using Herbert cannulated screw: Technique and results in 114 patients. *Int J Shoulder Surg* 2013; 7(2): 52–58.
37. Robinson CM, Court-Brown C, McQueen M, Wakefield A. Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture. *J Bone Joint Surg* 2004; 86:1359-1356.

38. Robinson L, Gargoum R, Auer R, Nyland J, Chan G. Sports participation and radiographic findings of adolescents treated nonoperatively for displaced clavicle fractures. *Injury* (in press).
39. Schemitsch LA, Schemitsch EH, Veillette C, Zdero R, McKee MD. Function plateaus by one year in patients with surgically treated displaced midshaft clavicle fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2011; 469:3351-5.
40. Shukla A, Sinha S, Yadav G, Beniwal S. Comparison of treatment of fracture midshaft clavicle in adults by external fixator with conservative treatment. *J Clin Ortop Trauma* 2014; 5:123-128.
41. Stewart, BA. Clavicle fracture post op protocol. Shoreline Orthopaedics. Holland, 2014
<http://www.medfusion.net/templates/groups/3949/6089/StewartClavicleFracturePostOpProtocol.pdf> 10.04 2015
42. Zanca GG, Oliveira AB, Ansanello W, Barros FC, Mattiello SM. EMG of upper trapezius -Electrode sites and association with clavicular kinematics. *J Electromyogr Kines* 2014; 24:868–874
43. Zhang Z, Li KW, Zhang W, Ma L, Chen Z. Muscular fatigue and maximum endurance time assessment for male and female industrial workers. *Int J Ind Ergon* 2014; 44:292-297

Tänuavaldus

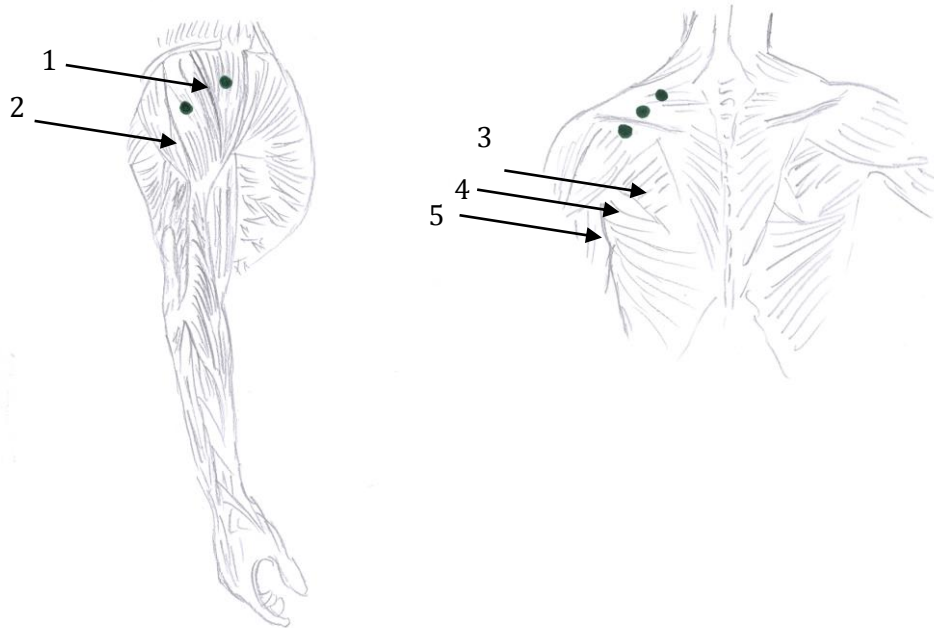
Väga suured tänud minu juhendajatele Helena Gapayevale ja Jelena Sokule.

Lisaks sooviks koostöö eest tänada dr. Karl Pintsart ja dr. Leho Ripsi haigete valiku eest TÜ Kliinikumi Traumatoloogia ja Ortopeedia osakonna registrist.

Olen tänulik kõikidele uuringus osalejatele, kes panustasid oma aega antud töö valmimise jaoks.

LISAD

Lisa 1. Lihastoonuse mõõtmispunktid



- 1- *m. deltoides* (eesmine osa)
- 2- *m. deltoides* (keskmine osa)
- 3- *m. trapezius* (ülemine osa)
- 4- *m. supraspinatus*
- 5- *m. infraspinatus*

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Marta Kask (10.02 1990)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
Õlavöötme lihaste elektromüograafilise aktiivsuse ja lihaspinge näitajad staatilisel
õlavöötme vastupidavustestil rangluu reosteosünteesi järgselt,

mille juhendajad on teadur, MD, PhD Helena Gapeyeva ja lektor, PhD Jelena Sokk,

- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
 3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 20. mai 2015