

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Taavi Turban

Hooajaelne õlaliigese sise- ning välisrotaatorlihaste isomeetrilise ja ekstsentrilise maksimaalse tahtelise kontraktsioonijõu hindamine dünamomeetri näidu alusel ujujatel ja võrkpalluritel tuvastamiseks kõrgendatud õlavigastuste riskiga sportlased

Preseason shoulder maximum voluntary contraction assessment with handheld dynamometry in youth swimmers and volleyball players: identifying players at risk for injury

Magistritöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendajad:

M. Arend, MSc

J. Jürgenson, MSc

Autori allkiri

Tartu 2017

SISUKORD

SISUKORD	2
TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID	3
LÜHIÜLEVAADE.....	4
ABSTRACT	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1.1. Õlaliigese vigastusriski hindamine	6
1.2. Õlaliigese funktsionaalne anatoomia	7
1.3. Õlaprobleemid võrkpallis	8
1.4. Õlaprobleemid ujumises	9
1.5. Käeshoitava dünamomeetri kasutamine lihasjõu hindamisel	9
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	12
3. TÖÖ METOODIKA	13
3.1. Vaatlusalused	13
3.2. Uuringu korraldus	14
3.3. Dünamomeetria.....	14
3.4. Tulemuste normaliseerimine.....	16
3.5. Andmete statistiline analüüs	16
4. TULEMUSED.....	17
4.1. Õlaliigese välis- ja siserotaatorlihaste isomeetrilise ja ekstsentrilise maksimaalse tahtlise kontraktsioonijõu näitajad	17
4.2. Jõumomendid.....	21
5. ARUTELU	23
6. JÄRELDUSED.....	26
KASUTATUD KIRJANDUS	27
LISA 1	31
LISA 2	32
LISA 3	33
LISA 4.....	35

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID

RM	Rotaatormansett
MMT	Manuaalne lihaste testimine - ingl. k. <i>manual muscle testing</i>
MVC	Maksimaalne tahteline kontraktsioonijõud – ingl. k. <i>Maximum voluntary contraction</i>
MVIC	Maksimaalne tahteline isomeetriline kontraktsioonijõud – ingl. k. <i>Maximum voluntary isometric contraction</i>
HHD	Käeshoitav dünamomeeter – ingl. k. <i>handheld dynamometer</i>
ICC ¹	Klassidevaheline korrelatsioonikoefitsent (one-way random)
ICC ²	Klassidevaheline korrelatsioonikoefitsent (two-way random)
ER/IR	Dünamomeetri näidu alusel hinnatud siserotaatorlihaste ja välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise kontraktsioonijõu vahekord
PSR	Parema käega sooritatud maksimaalne tahteline isomeetriline siserotatsioon, mida on hinnatud dünamomeetri näiduga
VSR	Vasaku käega sooritatud maksimaalne tahteline isomeetriline siserotatsioon, mida on hinnatud dünamomeetri näiduga
PVR	Parema käega sooritatud maksimaalne tahteline isomeetriline välisrotatsioon, mida on hinnatud dünamomeetri näiduga
VVR	Vasaku käega sooritatud maksimaalne tahteline isomeetriline välisrotatsioon, mida on hinnatud dünamomeetri näiduga
EP	Parema käega sooritatud maksimaalne tahteline ekstsentriline välisrotatsioon, mida on hinnatud dünamomeetri näiduga
EV	Vasaku käega sooritatud maksimaalne tahteline ekstsentriline välisrotatsioon, mida on hinnatud dünamomeetri näiduga

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada, millised on võrkpalli ja ujumisega tegelevate Eesti meessoost noorsportlaste õlaliigeste välis- ja siserotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu ning välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise ekstsentrilise kontraktsioonijõu näitajad hooajaeelses faasis ning tuvastada kõrgendatud vigastusriskiga sportlased.

Metoodika: Uuringus osales 17 spordiga tegelevat noormeest, vanuses 15-20 eluaastat, kellest 8 tegeles ujumisega ning 9 võrkpalliga võistlusspordi tasemel. Välja arvati akuutse õlavigastusega ja krooniliste õlaprobleemidega sportlased. Käeshoitava dünamomeetriga määrati sportlaste sise- ja välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu ning välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise ekstsentrilise kontraktsioonijõu näitajad. Kontraktsioonijõu näitajad suhtestati küünarvarre pikkusega ning arvutati jõumomendid. Tulemusi võrreldi individuaalselt ja alade lõikes.

Tulemused: Uuringus osalenud 17st sportlasest viiel (29,4%) tuvastati sise- ja välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu asümmeetria vähemalt ühe õla puhul. Alade vahel ning kehapoolte vahel statistiliselt olulisi erinevusi ei tuvastatud.

Kokkuvõte: Asümmeetria õla sise- ja välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu vahel on vigastusriski üks oluline mõjutaja. Asümmeetria vähendamiseks on vajalikud ennetavad harjutuskavad ning regulaarne õlaliigest ümbritsevate lihaste jõunäitajate jälgimine.

Märksõnad: Õlaliigese stabiilsus, vigastusrisk, siserotatsioon, välisrotatsioon, isomeetiline jõud, ekstsentriline jõud, käeshoitav dünamomeeter.

ABSTRACT

Aim: To examine the peak isometric internal and external rotator force and the eccentric external rotator force of the shoulder in the preseason phase of Estonian male competitive youth swimmers and volleyball players and to identify athletes at risk of shoulder injury.

Methods: 17 male athletes aged 15-20 were examined with a Handheld Dynamometer. 8 subjects were swimmers and 9 were volleyball players. Athletes with acute shoulder injuries and chronic shoulder problems were excluded. Peak internal and external isometric shoulder rotator force and eccentric external rotator force were measured for both hands. Forearm length was measured to calculate torque. The data was analysed per discipline and also individually.

Results: 5 of the 17 athletes measured (29,4%) were at risk of shoulder injury in at least one shoulder. No statistically significant findings were made between disciplines and between dominant/nondominant shoulder. Differences in torque were also statistically irrelevant.

Conclusions: Strength asymmetry of shoulder internal and external rotators may be common and could be a risk factor for future shoulder injury. In order to decrease injury risk, preventative exercise programs and continuous evaluation of shoulder strength is necessary.

Keywords: Shoulder stability, risk of injury, internal rotation, external rotation, isometric peak force, eccentric peak force, HHD.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Õlaliigese vigastusriski hindamine

Õlavalu tekitavaid riskifaktoreid on mitmeid, kuid peamisteks riskiteguriteks peetakse varasemaid vigastusi, käelöögi või ujumistehnika biomehaanika häireid ja kumulatiivset (üle)koormust nii võistlustel kui treeningutel (Reeser et al., 2006). Õlaliigest ümbritsevate lihaste ja abaluud liigutavate lihaste jõu mõõtmine on oluline komponent õla vigastusriski hindamisel (Warner et al., 1990). Rotaatormanseti (RM) lihased (*m. teres minor*, *m. infraspinatus*, *m. supraspinatus* ja *m. subscapularis*) vastutavad õlaliigese stabiilsuse eest ja on seeläbi väga olulised viskeliigutuse või ujumistõmbe ajal tekkivate suurte jõudude korrektsel rakendumisel (Terry ja Chopp, 2000). Uuringutes on leitud, et õla sise- ja välisrotaatorlihaste jõu suure asümmeetria ja õlaliigese vähese mobiilsusega on seotud õlaliigese välimine pitsumissündroom ja õlaliigese eesmine ebastabiilsus (Warner et al., 1990; Westrick et al., 2013). Õla välisrotaatorlihastel on väga oluline stabiliseeriv roll servimisel, palli löömisel ja viskamisel ülevalt alla liikuva käe aeglustamisel (Cools et al., 2015a). Antud lihaste jõu või vastupidavuse langus suurendab oluliselt vigastusriski õlaliigese piirkonnas nii käsipalluritel kui ka pesapalluritel (Clarsen et al., 2014; Byram et al., 2010).

Vigastusriski hindamisel õlaliigeses kasutatakse välis- ja siserotaatorlihaste isomeetrilise maksimaalse tahtelise kontraktsioonijõu (MVIC) vahekorda. Vigastustevaba ehk terve õla puhul peaks välisrotatsiooni teostavate lihaste MVIC moodustama ligikaudu 66% siserotatsiooni teostavate lihaste MVIC-st (Ellenbecker ja Davies, 2000). See on tingitud välisrotatsiooni teostavate lihaste väiksemast ristlõikepindalast võrreldes siserotatsiooni teostavate lihastega (Terry ja Chopp., 2000). Põhilised õlaliigese välisrotatsiooni teostavad lihased on *m. infraspinatus* ja *m. teres minor*. Õlaliigese siserotatsiooni teostavad erineva suuruse ja jõuga lihased, mille hulka kuuluvad *m. subscapularis*, *m. latissimus dorsi*, *m. teres major* ning *m. pectoralis major* (Terry ja Chopp, 2000).

Samuti peetakse normaalseks, et asümmeetrilistel aladel nagu näiteks võrkpall, tennis, käsipall ja pesapall on domineeriva õla sise- ja välisrotaatorlihaste jõu näitajad 10% kõrgemad kui mittedominantsel käel (Cools et al., 2014a; Byram et al., 2010). Uurides pesapallureid, leidsid Byram et al. (2010), et hooajaelne välisrotaatorlihaste jõu langus ning siserotaatorlihase *m.*

subscapularise nõrkus on otseses seoses hooaja jooksul tekkinud õlavigastuste esinemissagedusega. Samas tõdesid uurijad, et vigastusriski vähendamiseks on vaja sportlaste jõunäitajad hooajaeelsel perioodil kaardistada, et tuvastada kõrgema vigastusriskiga sportlased.

1.2. Õlaliigese funktsionaalne anatoomia

Õlaliigese funktsionaalanatoomiat saab jaotada neljaks anatoomiliseks komponendiks (Terry ja Chopp., 2000; Paine ja Voigt., 2013):

1. luulised struktuurid, mille alla kuuluvad õlavarreluu (lad.k *Humerus*), rangluu (lad.k *Clavicula*) ning abaluu (lad.k *Scapula*);
2. liigestuvad pinnad ehk glenohumeraalne liigespind, akromioklavikulaarne liigespind, sternoklavikulaarne liigespind ning skapulotorakaalne liigespind;
3. passiivsed stabilisaatorid- liigeskapsel, labrum ja ligamendid, mille alla kuuluvad glenohumeraalligamendid (3), korakoakromiaalligament, korakoklavikulaarligament ja transhumeraalligament;
4. lihased ja dünaamilised stabilisaatorid, nagu rotaatormanseti lihased, *m. deltoideus* ja abaluu stabilisaatorid (*m. serratus anterior*, *m. rhomboideus minor* ja *-major*, *m. trapezius*, *m. levator scapulae*).

Staatilised ja dünaamilised stabilisaatorid annavad õlaliigesele väga suure liikumisulatuse, mis võimaldab inimestel tegeleda mitmete erinevate spordialadega (Terry ja Chopp, 2000). Kuna õlavarreluupea on suurem kui sellega liigenduv glenoid, siis on ainult 25–30% õlavarreluupeast pidevalt kontaktis glenoidiga. Kuigi antud struktuuride vahel on väga väike kontaktpind, on õlavarreluu peal terve õlaliigese puhul võimalik nihkuda glenoidi keskkohast vaid 1–2mm (Terry ja Chopp, 2000). Stabiliseerivale efektile aitavad kaasa RM lihaste jõud, mis tõmbavad õlavarreluupead glenoidi keskpunkti suunas. Kui vähemalt üks dünaamilistest või staatilistest stabilisaatoritest on vigastatud trauma või ülekoormuse tõttu, on õlakompleksi stabiilsus vähenenud ning vigastusrisk tõusnud (Terry ja Chopp., 2000). Uuringud on näidanud, et kõikidest spordivigastustest moodustavad õlavigastused 8–20% (Steinbruck, 1999; Terry ja Chopp, 2000).

RM lihased tegelevad õlavarrelupea juhtimisega glenoidi suhtes. *M. supraspinatus*'e funktsioon on stabiliseerida õlaliigest ning koos *m. deltoideus*'ega eleveerida kätt. Mitmetasandilised liigutused on sõltuvad RM lihastest, mille aktivatsioon kutsub esile õlavarrelupea rotatsiooni ja depressiooni abduktseeritud käel (Terry ja Chopp, 2000).

RM lihaste poolt genereeritav jõud on väiksem, kui nende peal asetsevate lihaste (*m. deltoideus*, *m. pectoralis major*, *m. latissimus dorsi* ja *m. trapezius*) jõud, kuna RM lihased asuvad rotatsiooni keskmel lähemal ning nende ristlõikepindala on oluliselt väiksem. Sellegipoolest suudavad RM lihased oma paiknemise tõttu efektiivselt abduktseeritud käe korral õlaliigest stabiliseerida (Terry ja Chopp, 2000).

Lisaks RM lihastele osaleb õlaliigeste stabiliseerimisel ka *m. biceps brachii* pikk pea, mille ülesandeks on õlavarrelupea depressioon. Juba 1994. aastal leidsid Rodosky et al., et *m. biceps brachii* pika pea kontraktsioonil väheneb viskeliigutuse alguses oluliselt õlavarrelupea ette nihkumine ning Pagnani et al. leidsid (1996) lisaks, et *m. biceps brachii* pikk pea stabiliseerib siserotatsioonis õlaliigest anterioorselt ning välisrotatsioonis posterioorselt.

1.3. Õlaprobleemid võrkpallis

Kõikidest võrkpalliga seotud ülekoormusvigastustest hõlmavad õlaprobleemid 8–20%, mis on sageduselt kolmandal kohal nii mees- kui ka naisvõrkpallurite hulgas (Wang ja Cochrane, 2001b). Vanderlei et al. (2013) leidsid, et noorvõrkpalluritel on õlavigastusi keskmiselt 10%.

Noorvõrkpalluritel, kes olid nooremad kui 15 eluaastat, esines õlavigastusi umbes poole vähem (5,5%) kui vanematel (12,5%), mis näitab, et kumulatiivne treeningkoormus mängib olulist rolli õlaprobleemide tekkimisel (Vanderlei et al., 2013). Uurides õlavaluga ja õlavaluta võrkpallureid avastasid Kugler et al. (1996), et valusündroomiga mängijatel asetses domineeriv õlg madalamal, abaluu lateraalsemal ning selgmised lihased ja õlakapsli tagumine osa olid lühenenud (Kugler et al., 1996). Tervetel võrkpalluritel on sama leidnud Ribeiro ja Pascoal (2013). See võib näidata, et õlavalu esinemine võrkpalluritel on tihedalt seotud dominantse õlaliigeste biomehaanika häirumisega. Uurides õlaliigeste kinemaatikat, leidsid Reeser et al. (2010), et suurimad jõud õlaliigestele mõjuvad võrkpallis rünnakul ja hüppelt servi sooritades, mistõttu on kõrgeima vigastusriskiga ründava suunitlusega mängijad.

Õlaliigese sise- ja välisrotaatorlihaste isokineetilist maksimaalset tahtelist kontraktsioonijõudu (MVC) uurides on leitud, et nii naiste kui meeste puhul on MVC asümmeetria suurem dominantsel poolel sõltumata varasematest vigastustest (Michael et al., 2003). Samas on leitud, et mängija positsioon õlalihaste asümmeetriat ei mõjuta (Hadzic et al., 2014).

1.4. Õlaprobleemid ujumises

Kõige sagedasem skeletilihaskonna kaebus tiptasemel ujujate hulgas on õlavalu (Bak et al. 1989; Bak 2010). Bak et al. uurisid 1989. aastal Taani tippujaid ja leidsid, et iga tuhande treeningtunni kohta on ühel ujujal 0,9 vigastust ning võistlustel vigastab ennast 15% ujujatest – s.t et peamised vigastused esinevad ülekoormusest just treeningutel. 2010. aastal Sein et al. poolt avaldatud uuringus leiti, et 91% 13-25 aastastest ujujatest tundsid uuringu toimumise hetkel akuutset õlavalu ning 84% neist oli positiivne õla eesmise pitsumise test. Võttes kokku suurtes andmebaasides aastatel 1972 – 2011 avaldatud artiklid tõid Wanivenhaus et al. (2012) välja, et ujujatel on akuutse õlavalu esinemine 40% ja 91% vahel.

Juba 1974. aastal nimetati ujujate valulikku õlga eraldi nimega: „ujuja õlg“ (ingl. k. *swimmer's shoulder*). Algselt arvati, et tegemist on ainult rotaatormanseti kõõluste pitsumisega korakoakromiaalses võlvis (Kennedy ja Hawkins, 1974), kuid täiendavate uuringutega on leitud, et antud definitsiooni alla peab mahutama ka tõmbe biomehaanika kõrvalekalded ning lihaste ülekoormussündroomi (Krishnan et al., 2004). Taani tippujatel tehtud uuring leidis, et erinevad ujumisstiilid ei mõjuta vigastuste koguarvu, kuid tõi välja, et liblikujumisega tegelejatel oli õlavigastusi sagedamini kui muude stiilide harrastajatel. Lisaks leidsid teadlased, et taseme tõustes suurenes ka vigastusrisk ja poodiumikohtade väärilised sportlased olid tihedamini vigastatud kui nende konkurendid, mis jällegi viitab tõsiasjale, et paljud ujujate õlavigastused on seotud ülekoormusega (Bak et al., 1989).

1.5. Käeshoitava dünamomeetri kasutamine lihasjõu hindamisel

Õlaliigese sise- ja välisrotaatorlihaste MVC ja õlapiirkonna vigastusriski vahelist suhet on vähe uuritud (Edouard et al., 2011). Westrick et al. (2013) leiavad, et on vaja teha täiendavaid

uuringuid, et seostada võimalikku vigastusriski õlapiirkonnas õlga ümbritsevate lihaste jõudlusega. Lihajõudu saab mõõta paljude erinevate vahenditega, näiteks manuaalselt (MMT ehk ingl. k. *manual muscle testing*), aga palju täpsemalt isokineetiliste dünamomeetritega ja käeshoitavate dünamomeetritega. Isokineetilise dünamomeetri plussiks on eelkõige selle täpsus ja usaldusväarsus, kuid miinuseks on suurus, kõrge hind ning keeruline ja ajamahukas kasutamine. Viimasel ajal kasutatakse üha rohkem käsikäes dünamomeetreid (HHD – ingl. k. *handheld dynamometer*), kuna need on palju praktilisemad, odavamad, ning mugavamad kasutada ja kaasas kanda (Cools et al., 2014b).

Seejuures võrreldes MMT-ga on HHD-d näidanud kõrgemat täpsust, hindajasisest- ja hindajatevahelist usaldusväarsust (Cools et al., 2014b; Ribeiro ja Pascoal, 2013; Hayes et al., 2002; Leggin et al., 1996). Johansson et al., poolt (2015) õlavaluga isikute seas läbi viidud uuringus selgus, et HHD on suure usaldusväarsusega nii hindajasisestes kui ka hindajatevahelistes mõõtmistes, kusjuures klassidevahelised korrelatsioonikoefitsientid ($ICC^{1,2-d}$) jäi vahemikku 0,85 kuni 0,96. Hebert et al., (2011) uuris 2011. aastal 351 last ning leidis, et noorte jõunäitajad olid valiidsed ning usaldusväärsed, sealjuures $ICC^{1,2-d}$ olid vahemikus 0,75- 0,98.

Maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu mõõtmine on oluline osa õla seisundi hindamisel, kuna sise- ja välisrotaatorlihaste jõu asümmeetria tõstab vigastusriski õlakompleksis (Clarsen et al., 2014; Byram et al., 2010). Cools et al. (2014b) leidsid, et sõltumata mõõtevahendist või õla asendist on õlaliigese sise- ja välisrotaatorlihaste MVIC mõõtmisel suur usaldusväarsus, kuid erinevates mõõteasendites võivad tulemused olla mõnevõrra erinevad.

Regulaarne ekstsentrilise jõu hindamine võimaldab märgata muutusi sportlase õlaliigese funktsionaalses seisundis, kuna välisrotaatorlihased on kõige olulisemad alla liikuva käe pidurdajad ja nende nõrkus suurendab vigastusriski (Ellenbecker ja Roetert, 2003). Välisrotaatorlihaste ekstsentrilise jõu uurimine mittekliinilises keskkonnas on vajalik, sest paljud sportlased reisivad võistluste ja treeningute jaoks ning seetõttu vajavad vigastuste ennetamiseks testseadet ja -metoodikat, mis oleks usaldusväärne, kompaktne ning kergesti kasutatav (Johansson et al., 2015). Ekstsentrilist jõudu on käeshoitava dünamomeetriga uuritud peamiselt alajäsemetes (Johansson et al., 2015). Puusa abduktsiooni ja adduktsiooni ekstsentrilise lihajõu uurimisel on leitud, et saadud tulemused on usaldusväärsed (Thorborg et al., 2010). 2003. aastal leidsid Ellenbecker ja Roetert (2003), et käeshoitava dünamomeetriga

õla ekstsentrilise välisrotaatorlihaste MVC mõõtmine on suure hindajasisese ja hindajatevahelise usaldusväärsusega, sealjuures $ICC^1=0,88$ ja $ICC^2=0,71$. Lisaks sellele leidsid nad, et saadud tulemused on sarnased isokineetilise dünamomeetriga saadud mõõtmistega (Pearsoni korrelatsioon = 0,78). See tähendab, et standardiseeritud välisrotaatorlihaste ekstsentrilise MVC hindamine käeshoitava dünamomeetriga on väga hea usaldusväärsuse ning valiidsusega (Ellenbecker ja Roetert, 2003).

Cools et al. (2015b) leidsid oma uuringus üle pea viskavate sportlaste õla sise- ning välisrotaatorlihaste isomeetrilise ja ekstsentrilise MVC referentsväärtused. Uuringusse kuulusid 201 sportlast vanuses 18–50, kes tegelesid tennise, võrkpalli või käsipalliga. Uurijad tõid eraldi välja erinevused eri alade esindajate vahel ning erinevused vanusegruppide vahel.

Nende eesmärk oli luua suuremahuline andmebaas, millega üle pea viskavate sportlaste õla sise- ja välisrotaatorlihaste MVC väärtusi võrrelda (Cools et al., 2015b). Meeste tulemused on toodud Lisas 1.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli välja selgitada, millised on võrkpalli ja ujumisega tegelevate Eesti meessoost noorsportlaste õlaliigese välis- ja siserotaatorlihaste tahtelise maksimaalse isomeetrilise kontraktsioonijõu ning välisrotaatorlihaste tahtelise maksimaalse ekstsentrilise kontraktsioonijõu näitajad hinnatuna dünamomeetri näidu alusel

Antud uurimistöö ülesanded olid:

1. Määrata võrkpallurite parema ja vasaku õlaliigese välis- ja siserotaatorlihaste maksimaalsed tahtelise isomeetrilise ning välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise ekstsentrilise kontraktsioonijõu väärtused Newtonites, hinnatuna dünamomeetri näidu alusel;
2. Määrata ujujate parema ja vasaku õlaliigese välis- ja siserotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu ning maksimaalse tahtelise ekstsentrilise välisrotaatorlihaste kontraktsioonijõu näitajad Newtonites, hinnatuna dünamomeetri näidu alusel;
3. Välja selgitada erinevused õlaliigeste välis- ja siserotaatorlihaste maksimaalse tahtelise kontraktsioonijõu ning ekstsentrilise välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise kontraktsioonijõu vahel võrkpalli ja ujumisega tegelevatel Eesti meessoost noorsportlastel, hinnatuna dünamomeetri näidu alusel;
4. Võrrelda tulemusi võrkpallurite ja ujujate vahel;
5. Võrrelda saadud tulemusi Ellenbecker ja Davies, (2000) poolt soovitusliku ER/IR isomeetrilise jõu suhtega, et tuvastada sportlased, kes on kõrgendatud riskigrupis õlavigastuste tekkimisel;
6. Võrrelda siserotaatorlihaste ja välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu ja jõumomendi väärtuseid ujujatel ning võrkpalluritel.

3. TÖÖ METOODIKA

3.1. Vaatlusalused

Uuring oli kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringu eetikakomiteega (253/T-10).

Uuritavateks olid 17 noorsportlast vanuses 15–20 aastat, kes kõik olid paremakäelised.

Üldandmed on toodud Tabelis 1.

Tabel 1. Uuringus osalenud noorsportlaste antropomeetrilised näitajad ($\bar{X} \pm SD$)

	Ujujad (n=8)	Võrkpallurid (n=9)
Vanus (a)	17 \pm 1,7	16,7 \pm 1,2
Kehapikkus (cm)	184,3 \pm 5,5	187,2 \pm 8,8
mass (kg)	77,9 \pm 8,4	79,5 \pm 7,1
KMI (kg/m ²)	22,9 \pm 1,8	22,9 \pm 3,3
Küünarvarre pikkus (cm)	29,8 \pm 0,9	27,4 \pm 2,4*

*p<0,05 võrreldes ujujate vastava näitajaga

Uuringus osalejad värvati Tartu Ujumisklubist ja SK DUO võrkpalliklubist. Ühendust võeti klubide esindajatega, kes leidsid uuringu parameetritesse sobivad noorsportlased. Uuritavad pidid olema ühes treeninggrupis ning nende treeningud pidid toimuma samade treeningplaanide alusel. Uuritavate vanus pidi jääma vahemikku 14–20 aastat ning nad pidid tegelema ujumise või võrkpalliga võistlusspordi tasemel. Uuringust välja arvamise kriteeriumiteks olid: akuutne õlavigastus, õlaliigese ebastabiilsus ning kroonilised õlakompleksi haigusseisundid.

3.2. Uuringu korraldus

Uuringus osalevatele sportlastele saadeti värbamise faasis e-mailiga informatsioon uuringust (Lisa 2). Vaatlusalused saabusid ühekordsele mõõtmisele Tartu Ülikooli Spordihoonesse (Ujula 4, 51008 TARTU). Enne testimist mõõdeti üle uuritavate kehapikkused seinale kinnitatud mõõdulindiga (täpsusega ± 1 mm) ning kehamassid digitaalsel kaalul Soehnle (täpsusega $\pm 0,05$ kg). Antropomeetrilised mõõdud lisati sportliku harrastuse küsimustikku. Seejärel selgitati uuritavatele testimismetoodikat ja uuringu ülesehitust ning igale uuritavale jagati informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm (Lisa 3) ja eelneva sportlasliku harrastuse küsimustik (Lisa 4). Kui uuritavad olid andnud kirjaliku nõusoleku, alustati testimisega.

3.3. Dünamomeetria

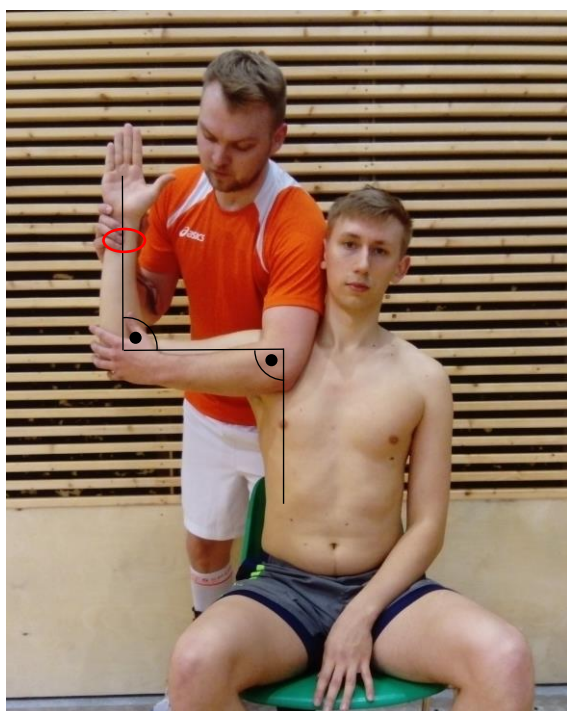
Uuritavatel paluti lamada selili teraapialaual, seejärel asetati testitava käsi õlaliigesest 45 kraadi abduktsiooni (mõõdetud goniomeetriga) ning küünarliigesest 90 kraadi flektsiooni (mõõdetud goniomeetriga) (Andrews et al., 1996). Testimaks õlaliigese siserotaatorlihaste maksimaalset tahtelist isomeetrilist kontraktsioonijõudu, asetati dünamomeeter (MicroFET2, HOGGAN Scientific, LLC, USA) testitava käe *processus styloideusest* viis cm proksimaalsemale küünarvarre ventraalse pinna vastu. Dünamomeeter fikseeriti jäiga rihmaga varbseina külge (Joonis 1).



Joonis 1. Dünamomeetri asetamine ning õla- ja küünarliigese asend siserotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu testimisel.

Samas asendis testiti välisrotaatorlihaste maksimaalset tahtelist isomeetrilist kontraktsioonijõudu, kus dünamomeeter asetati küünarvarre dorsaalsele pinnale randmeliigese *processus styloideusest* viis cm proksimaalsemale.

Uuritavad sooritasid kõigepealt kolm proovikatset vastavalt 50%, 75% ja 100% jõuga, millele järgnesid kolm mõõtmiskatset. Mõõtmiseks paluti uuritaval kolm korda teostada maksimaalse jõuga õlaliigese siserotatsioon ja seejärel välisrotatsioon hoides survet 2–3 sekundit. Puhkepaus korduste vahel oli üks minut. Kõik katsed fikseeriti. Järgnevalt pandi uuritavad istuma seljatoega toolile neutraalse kehaasendiga (puusaliigesest nurk 90 kraadi ja põlveliigesest nurk 90 kraadi). Katseisikutel paluti abdutseerida mõõdetav käsi õlaliigesest 90 kraadi ning kõverdada küünarliigesest 90 kraadi ja sooritada välisrotatsiooni õlaliigesest 90 kraadi (Joonis 2) (Johansson et al., 2015).



Joonis 2. Dünamomeetri asetuse (märgitud punasega) ekstsentrilise välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise kontraktsioonijõu mõõtmiseks.

Katse läbiviija (töö autor) asetab dünamomeetri uuritava käe dorsaalsele pinnale *processus styloideusest* 5 cm proksimaalsemale ja sooritas seejärel katseisiku käele siserotatsiooni suunas välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise ekstsentrilise kontraktsioonijõu testi. Uuritaval paluti avaldada vastupanu uurija poolt tekitatud jõule, samal ajal kui testija viis testitava käe 90-kraadisest õlaliigese välisrotatsioonist 0-kraadini. Arvesse võeti iga testimisasendi parim tulemus.

3.4. Tulemuste normaliseerimine

Esmalt mõõdeti mõõdulindiga (täpsus $\pm 1\text{mm}$) uuritavate küünarvarre pikkus *olecranon – processus styloideus*.

Arvutati välja jõumomendid valemi järgi:

$$M = F * l$$

M – jõumoment (Nm); F – Jõud (N); l – jõuõla (küünarvarre) pikkus (m)

3.5. Andmete statistiline analüüs

Tulemuste analüüsimiseks kasutati andmetöötlusprogrammi Microsoft Excel 2010, saadud tunnuste osas määrati aritmeetiline keskmine (\bar{X}) ja standardhälve ($\pm\text{SD}$). Aritmeetiliste keskmiste erinevuse olulisuse hindamiseks kasutati Student'i t-testi. Madalaimaks erinevuse olulisuse nivooks valiti $p < 0,05$.

4. TULEMUSED

4.1. Õlaliigese välis- ja siserotaatorlihaste isomeetrilise ja ekstsentrilise maksimaalse tahtelise kontraktsioonijõu näitajad

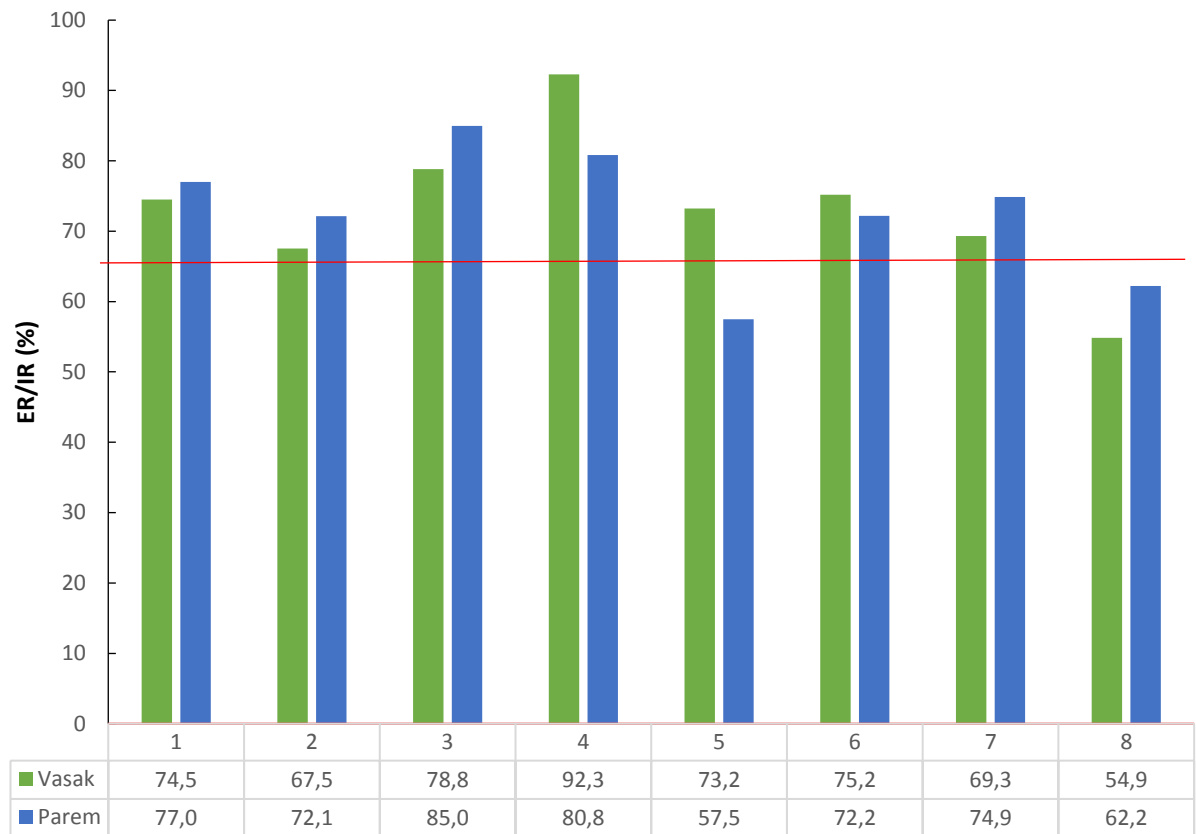
Ujujate ja võrkpallurite isomeetrilise sise- ning välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise kontraktsioonijõu ja välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise ekstsentrilise kontraktsioonijõu vahekorda iseloomustab Tabel 2. Kõikide mõõdetud MVC näitajate puhul ei olnud statistiliselt olulist erinevust vasaku ja parema käe vahel nii ujujatel kui ka võrkpalluritel, kui ka eri alade esindajate omavahelises võrdluses.

Vaadates individuaalseid tulemusi alade lõikes näeme noorujujate vasaku ja parema käe sise- ja välisrotaatorlihaste MVIC näitajate võrdlust protsentides Joonisel 3. Joonisele 3 on punase joonega märgitud normaalse siserotaatorlihaste ja välisrotaatorlihaste MVIC vahekord (ER/IR) 66%. Ühel ujujal kaheksast (12,5%) on vasaku õla ER/IR suhe alla 66% ning sama näitaja parema õla puhul on kaks kaheksast (25%). Kõige kehvem näitaja ujujate grupis oli 54,9%.

Tabel 2. Parema ja vasaku õlaliigese sise- ja välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise ning välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise ekstsentrilise kontraktsioonijõu võrdlus Eesti noortel meesvõrkpalluritel ja-ujujatel.

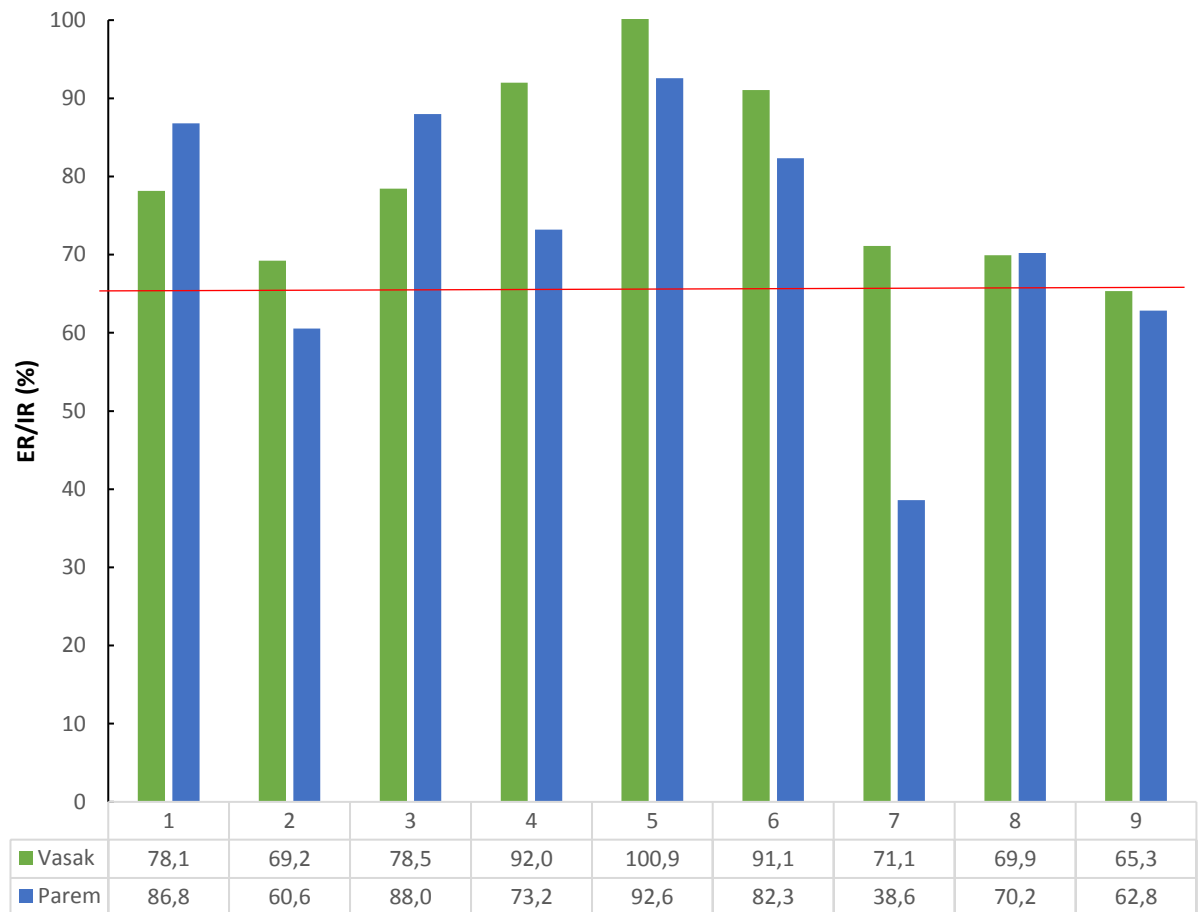
	Välisrotaatorlihaste maksimaalne tahteline ekstsentriline kontraktsioonijõud				Välisrotaatorlihaste maksimaalne tahteline isomeetriline kontraktsioonijõud				Siserotaatorlihaste maksimaalne tahteline isomeetriline kontraktsioonijõud			
	Absol. (N)		Jõumoment (N*m)		Absol. (N)		Jõumoment (N*m)		Absol. (N)		Jõumoment (N*m)	
	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V	P	V
võrkpall (n=9) (\bar{X})	150,8	159,6	41,4	43,8	129,3	133,5	35,4	36,5	177,9	168,3	48,5	45,9
SD	19,6	27,7	8,9	7,3	35,8	29,8	7,5	7,7	29,4	26,9	8,4	10,0
Erinevus (N)	-8,9		-2,4		-4,2		-1,1		9,6		2,6	
ujujad (n=8) (\bar{X})	151,4	162,9	45,0	48,4	126,8	128,8	37,6	38,2	175,1	177,4	52,1	52,7
SD	21,9	41,0	11,6	6,1	29,1	23,4	8,6	10,4	35,6	30,2	6,3	7,9
Erinevus (N)	-11,5		-3,4		-2		-0,6		-2,3		-0,6	

P – parem; V – vasak; SD – standardhälve; \bar{X} - keskmine tulemus; Absol. – absoluutväärtus.



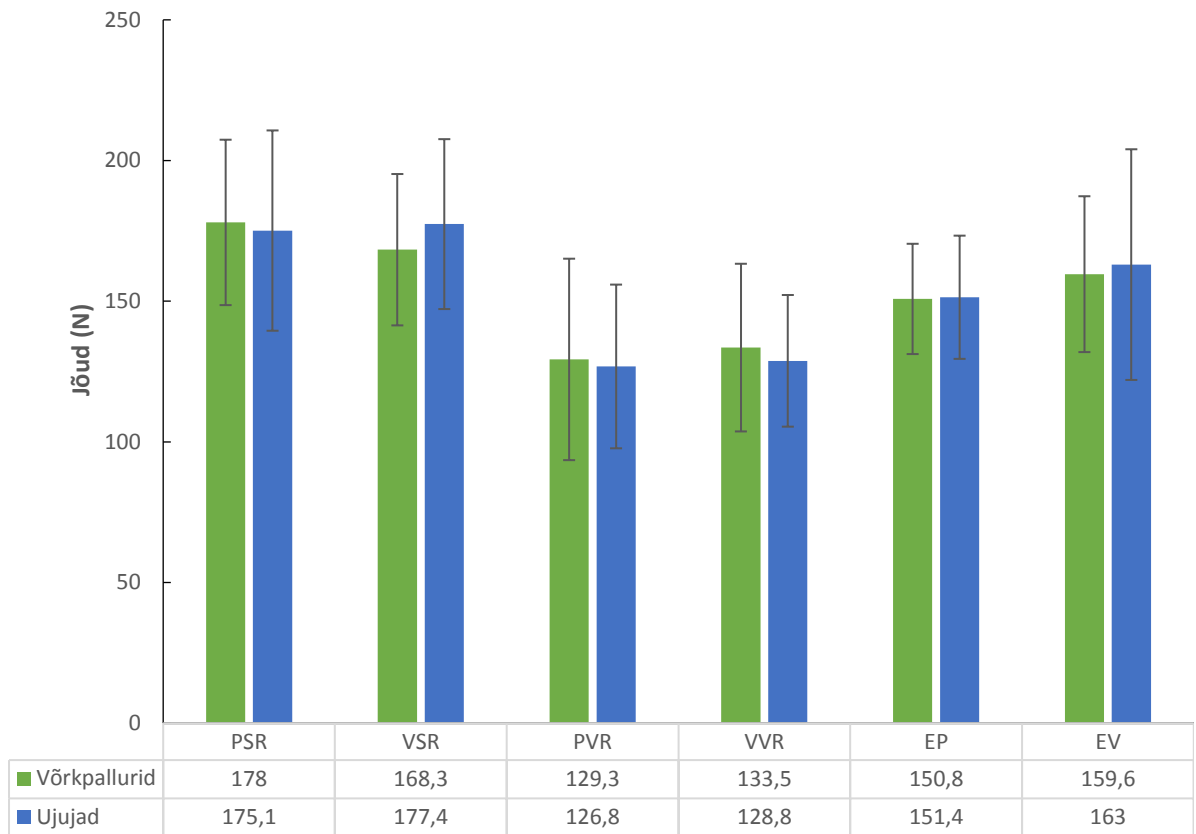
Joonis 3. Noorujujate vasaku ja parema õla välis- ja siserotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu suhte võrdlus Ellenbecker ja Davies (2000) poolt tuvastatud suhtega 66% (märgitud graafikul punase joonega).

Võrkpallurite parema ja vasaku käe välis- ja siserotaatorlihaste MVIC suhted protsentides on toodud Joonisel 4. Parema käe puhul oli kolmel võrkpalluril üheksast (33,3%) kontraktsioonijõudude suhe alla normatiivi 66% märkiva punase joone. Vasaku käe puhul on alla normatiivi üheksast sportlasest ainult üks (11,1%). Lisaks on antud grupi hulgas ka protsentuaalselt kõige madalam ja kõrgeim ER/IR suhe, vastavalt: 38,6% ja 100,9%.



Joonis 4. Noorvõrkpallurite vasaku ja parema õla välis- ja siserotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu suhte võrdlus Ellenbecker ja Davies (2000) poolt tuvastatud suhtega 66% (märgitud graafikul punase joonega).

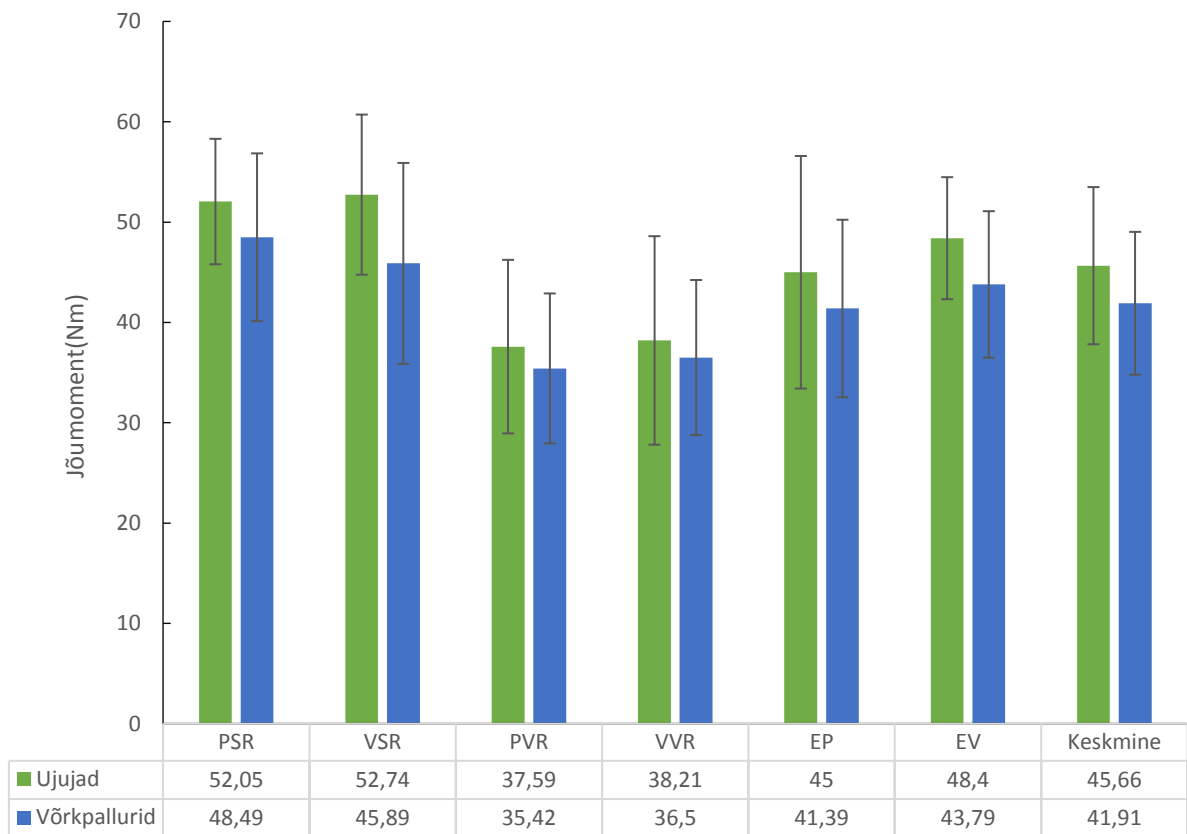
Joonisel 5 on toodud noorvõrkpalluritel ja -ujujatel mõõdetud keskmiste kontraktsioonijõu näitajate võrdlus. Käesolevas uuringus osalenud võrkpallurite ja uujate näitajad ei olnud statistiliselt oluliselt erinevad.



Joonis 5. Noorvõrkpallurite ja –ujujate keskmiste maksimaalsete tahteliste isomeetriliste ja ekstsentriliste kontraktsioonijõudude võrdlus. PSR – parema käega maksimaalne tahteline isomeetriline siserotatsioon; VSR – vasaku käega maksimaalne tahteline isomeetriline siserotatsioon; PVR – parema käega maksimaalne tahteline isomeetriline välisrotatsioon; VVR – vasaku käega maksimaalne tahteline isomeetriline välisrotatsioon; EP – parema käega maksimaalne tahteline ekstsentriline välisrotatsioon; EV – vasaku käega maksimaalne tahteline ekstsentriline välisrotatsioon ($\bar{X} \pm SD$).

4.2. Jõumomendid

Ujujate ja võrkpallurite küünarvarre pikkusega suhtestatud jõumomendid on toodud Joonisel 6. Üheski mõõdetud suunas ei tuvastatud statistiliselt olulist erinevust.



Joonis 6. Künarvarre pikkusega suhtestatud keskmiste jõumomentide võrdlus ujujate ja võrkpallurite vahel. PSR – parema käega maksimaalne tahteline isomeetriline siserotatsioon; VSR – vasaku käega maksimaalne tahteline isomeetriline siserotatsioon; PVR – parema käega maksimaalne tahteline isomeetriline välisrotatsioon; VVR – vasaku käega maksimaalne tahteline isomeetriline välisrotatsioon; EP – parema käega maksimaalne tahteline ekstsentriline välisrotatsioon; EV – vasaku käega maksimaalne tahteline ekstsentriline välisrotatsioon; Keskmine – kõikide suhtestatud jõumomentide keskmine tulemus ($\bar{X} \pm SD$).

5. ARUTELU

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli välja selgitada, millised on võrkpalli ja ujumisega tegelevate Eesti meessoost noorsportlaste õlaliigeste välis- ja siserotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu ning välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise ekstsentrilise kontraktsioonijõu näitajad hooajaeelses faasis ning seeläbi tuvastada kõrgendatud õlavigastusriskiga sportlased.

Analüüsid siserotaatorlihaste isomeetrilise jõu näitajaid, leidsid Wang ja Cochrane (2001a), Wang et al. (2000) ja Michael et al. (2003), et võrkpallurite puhul on dominantse käe siserotaatorlihaste MVIC suurem mittedominantse käe omast. Lisaks leidsid Ramsi et al. (2004) et ujujate puhul on keskmiselt tugevam mittedominantne käsi. Käesolevas uuringus me statistiliselt olulist erinevust ei tuvastanud, kuid saame kirjeldada eelpoolmainitud tulemustele sarnast tendentsi (keskmiste näitajate vahe ~5,4%). Käesoleva magistr töö tulemused näitavad, et mõlema uuritud ala biomehaanikas domineerib siserotatsiooni liigutus, eriti suur erinevus on võrkpallis, kuna palli löömine ja servimine on oluliselt kiiremad liigutused kui ujumise käetõmme, kuid ujumises teostatakse õlaliigese liikuvusi palju suurema kogumahuga võrreldes võrkpalliga. Seega peaksid käesolevas uuringus osalenud võrkpallurid, kelle dominantne käsi on nõrgem, tugevdama dominantse käe õlaliigest ümbritsevaid lihaseid, et parandada sooritusvõimet löögi- ja servitehnikas.

Võrreldes mõõdetud välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu keskmisi näitajaid leidsime, et nii võrkpallurite kui ka ujujate puhul ei ole statistiliselt olulist erinevust käte vahel ega ka eri alade esindajate vahel. Wang ja Cochrane (2001a) ja Wang et al (2000) tuvastasid siiski, et kõrgemad tulemused on saadud mittedominantse käega. See võib olla tingitud treeningute keskendumises löögile ja servile, millega on kaasnenud degeneratsioon dominantse käe välisrotaatsiooni teostavates lihastes, mis omakorda on põhjustanud düsbalansi õlaliigese sise- ja välisrotaatorlihaste vahel. Selle tõttu on langenud õlaliigese stabiliseerimise funktsioon ning jõunäitajad. Kuna ujumine on oluliselt bilateraalsem ala, võib sportlaste kehapoolte vaheline erinevus pigem olla tingitud muudest tegevustest, näiteks pallimängudest, mida kasutatakse tihti soojenduse läbi viimiseks (Nt: korvpall üldfüüsilise treeningu sisse juhatamiseks).

Uurides ujujate sise- ja välisrotaatorlihaste MVIC-d ühe hooaja jooksul, leidsid Ramsi et al. (2004), et siserotaatorlihaste maksimaalne tahteline isomeetriline kontraktsioonijõud suurenes

pidevalt, kuid sellega ei kaasnenud välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu tõusu. Osaliselt panid Ramsi et al. (2004) selle tõmbe biomehaanika ning ujumisliigutustes domineeriva siserotatsioonisuunalise liigutuse arvele. Lisaks arvasid uurijad, et õlapiirkonna ülekoormusvigastuste tekke väga oluliseks põhjuseks on noorsportlasena treeningutega tekitatud düsbalanss õla sise- ja välisrotaatorlihaste jõu vahel, kasutades valesid treeningmetoodikaid. Ellenbecker ja Davies (2000) tuvastasid välis- ja siserotaatorlihaste (ER/IR) normaalse jõu vahekorra, kus välisrotaatorlihaste normjõud oli ligikaudu 66% siserotaatorlihaste jõust, kuid soovitasid, et vastavate lihaste jõu suhe peaks saavutama 75% taseme, et ennetada vigastusi. Käesolevas uuringus osalenud üheksast võrkpallurist kolmel ja kaheksast ujujast kahel on ER/IR suhe alla 66%, mis näitab, et treeningkoormuse tõustes võivad antud sportlased saada õla piirkonna ülekoormusvigastuse.

Hadzic jt (2014) leidsid võrkpallureid uurides, et sõltumata varasemast vigastusest on ER/IR suhe madalam dominantsele kehapoolle, kui soovituslik 60-75 %. Käesoleva töö tulemusena leidsime, et õla rotaatorlihaste isomeetrilise jõu asümmeetria on suurem dominantsele ehk paremale kehapoolle mõlema spordiala esindajatel, mis läheb vastuollu Hadzic et al. (2014) uuringu tulemustega. Lisaks leidsid Hadzic et al. (2014), et ka mittedominantsele kehapoolle on jõu asümmeetria suurem kui normatiiv, mis ujujate puhul ühtib käesolevas uuringus saadud tulemustega, kuid võrkpallurite puhul mitte. Võrkpallurite mittedominantse käe normipärane ER/IR suhe võib olla tingitud ala ühepoolsusest, kuna suurem osa võrkpalli tehnikast hõlmab põhiliselt dominantse käe kasutamist (servimine, ründamine) ja seetõttu ei teki suurt düsbalanssi mittedominantse käe õla sise- ja välisrotaatorlihaste kontraktsioonijõu vahel. Uurides ujujate ER/IR suhet leidsid Ramsi et al., (2004) ja Magnusson et al., (1995), et see on vahekorras 100%, mis ei vasta käesolevas uuringus saadud tulemusele, kus vahekord on ~70%. Sellise erinevuse taga on suure tõenäosusega treening- ja võistluskogemus, kuna kogenud ujujatel on kujunenud välja kindel harjutuskava, millega pidevalt asümmeetriat vähendatakse (Ramsi et al., 2004).

Õlaliigese välisrotaatorlihaste ekstsentriline jõudlus on väga oluline käe siserotatsiooni liikumiskiiruse pidurdamisel ning vigastusriski minimaliseerimisel (Cools et al., (2015b). Cools et al., (2015b) töid oma uuringus välja hüpoteesi, et ekstsentriline välisrotaatorlihaste MVC peaks olema suurem kui siserotaatorlihaste MVIC. Käesoleva uuringu tulemused ei näidanud statistiliselt olulist erinevust, kuid tulemuste põhjal on võimalik kirjeldada tendentsi, et käesolevas magistritöös mõõdetud uuritavatel olid keskmiselt maksimaalse tahtelise isomeetrilise siserotaatorlihaste kontraktsioonijõu näitajad suuremad, kui maksimaalse tahtelise

ekstsentrilise välisrotaatorlihaste kontraktsioonijõu näitajad (~10%). Erinevuse põhjuseks võib olla uuringus osalejate vanus ja eriharjutuskavade puudumine nende treeningplaanist. Coolsi et.al (2015b) uuringus osalejad olid suurema treeningkogemustega ning seetõttu ka rohkem teadlikud harjutustest, mis vähendavad õlaliigese sise- ja välisrotaatorlihaste jõu vahelist asümmeetriat ja sellega vigastusriski. Lisaks tõid Cools et al., (2015b) välja, et suured asümmeetriad on vigastusriski suurendavad tegurid, mida on kinnitanud ka Wilk et al. (1993) uurides pesapallureid ja Ramsi et al. (2004) uurides ujujaid.

Käesoleva uurimistöö valim (n=17) annab aimu kahe treeninggrupi liikmete jõuprofiilidest. Tulemuste objektiviseerimiseks kasutasime jõumomentide leidmist küünarvarre pikkusega, kuna uuritavate vahel on suhteliselt suured antropomeetrilised kõikumised, mis võivad saadud jõunäitajate keskmisi kallutada. Lisaks võiks vastav suhtestamine anda informatsiooni, kui tugevasti on jõunäitajad seotud küünarvarre (jõuõla) pikkusega. Kuna noorsportlaste õla sise- ja välisrotaatorlihaste MVCd on võrreldes täiskasvanud sportlastega uuritud vähe, on saadud tulemusi tavapopulatsiooni ja ka muude riikide noorte harrastajatega raske võrrelda.

Käesoleva uuringu tulemusena on algatatud esimesed tulemused Eesti noorujude ja -võrkpallurite jõunäitajatest, kuna hetkel ei ole Eesti noorsportlastel sise- ja välisrotaatorlihaste maksimaalset tahtelist isomeetrilist kontraktsioonijõudu vastava meetodikaga uuritud. Tegemist on lihtsa ja usaldusväärse meetodiga, millega on võimalik regulaarselt ja odavalt hinnata sportlaste õlaliigest ümbritsevate lihaste jõudu, et tuvastada sportlased, kes kalduvad normist kõrvale ning on seetõttu kõrgendatud vigastuste riskigrupis, kui treeningute maht ja intensiivsus on kõrged.

6. JÄRELDUSED

1. Käesolevas uuringus mõõdetud siserotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu näitajate vahel ei ole statistiliselt olulist erinevust parema ja vasaku käe vahel kui ka eri alade esindajate vahel.
2. Käesolevas uuringus mõõdetud välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu näitajate vahel ei ole statistiliselt olulist erinevust parema ja vasaku käe vahel kui ka eri alade esindajate vahel.
3. Käesolevas uuringus mõõdetud välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise ekstsentrilise kontraktsioonijõu näitajate vahel ei ole statistiliselt olulist erinevust nii parema ja vasaku vahel kui eri alade esindajate vahel.
4. Uuringus mõõdetud 17st sportlasest viiel (29,4%) on vähemalt ühe käe puhul välisrotaatorlihaste maksimaalse tahtelise isomeetrilise kontraktsioonijõu ja siserotaatorlihaste maksimaalse tahtliku isomeetrilise kontraktsioonijõu suhe alla 66% ning seetõttu on nad kõrgenenud õla vigastusriskiga.
5. Künarvarre pikkustega suhtestatud jõumomentide vahel statistiliselt olulist erinevust ei tuvastatud.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Andrews, A., Thomas, M., Bohannon, R. 1996. Normative Values for Isometric Muscle Force Measurements Obtained With Hand-held Dynamometers. *Physical Therapy*. 6(3):248-259.
2. Bak, K. 2010. The practical management of swimmer's painful shoulder: etiology, diagnosis, and treatment. *Clin. J. Sport. Med.* 20(5):386-390.
3. Bak, K., Bue, P., Olsson, G. 1989. Injury patterns in Danish competitive swimming. *Ugeskr Laeger*. 151(45):2982-2984.
4. Byram, I., Bushnell, B., Dugger, K., Charron, K., Harrell, F., Noonan, T. 2010. Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *Am J Sports Med*. 38(7):1375–1382.
5. Clarsen, B., Bahr, R., Andersson, S., Munk, R., Myklebust, G. 2014. Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *Br J Sports Med*. 48(17):1327–1333.
6. Cools, A., De Wilde, L., Van Tongel, A., Ceysens, C., Ryckewaert, R., Cambier, D. 2014b. Measuring shoulder external and internal rotation strength and range of motion: comprehensive intra-rater and inter-rater reliability study of several testing protocols. *J Shoulder Elbow Surg*. 23(10):1454-1461.
7. Cools, A., Johansson, F., Borms, D., Maenhout, A. 2015a. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 19(5):331–339.
8. Cools, A., Palmans, T., Johansson, F. 2014a. Age-related, sportspecific adaptations of the shoulder girdle in elite adolescent tennis players. *J Athl Train*. 49:647–653.
9. Cools, A., Vanderstukken, F., Vereecken, F., Duprez, M., Heyman, K., Goethals, N., Johansson, F. 2015b. Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: reference values for overhead athletes. *Shoulder: Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*: 1-10.
10. Edouard, P., Degache, F., Beguin, L., Samozino, P., Gresta, G., Fayolle-Minon, I., Farizon, F., Calmels, P. 2011. Rotator cuff strength in recurrent anterior shoulder

- instability. *J Bone Joint Surg Am.* 93(8):759-765.
11. Ellenbecker, T., Davies, G. 2000. The Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *Journal of Athletic Training.* 35(3):338–350.
 12. Ellenbecker, T., Roetert, E. 2003. Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport.* 6(1):63–70.
 13. Hadzic, V., Sattler, T., Veselko, M., Markovic, G., Dervisevic, E. 2014. Strength Asymmetry of the Shoulders in Elite Volleyball Players. *J Athl Train.* 49(3):338–344.
 14. Hayes, K., Walton, J., Szomor, Z., Murrell, G. 2002. Reliability of 3 methods for assessing shoulder strength. *J Shoulder Elbow Surg.* 11(1):33-39.
 15. Hebert, L., Maltais, D., Lepage, C., Saulnier, J., Crete, M., Perron, M. 2011. Isometric muscle strength in youth assessed by hand-held dynamometry: a feasibility, reliability, and validity study. *Pediatr Phys Ther.* 23(3):289–299.
 16. Johansson, F., Skillgate, E., Lapauw, M., Clijmans, D., Deneulin, V., Palmans, T., Engineer, H., Cools, A. 2015. Measuring Eccentric Strength of the Shoulder External Rotators Using a Handheld Dynamometer: Reliability and Validity. *J Athl Train.* 50(7): 719-725.
 17. Kennedy, J., Hawkins, R. 1974. Swimmers shoulder. *Phys. Sportsmed.* 2:34-38.
 18. Krishnan, S., Hawkins, R., Warren, R. 2004. *The shoulder and the overhead athlete.* Philadelphia, PA: Lippincott, Williams & Wilkins: 350.
 19. Kugler, A., Kruger-Franke, M., Reininger, S., Trouillier, H.H., Rosemeyer, B. 1996. Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers. *Br J Sports Med.* 30(3): 256–259.
 20. Leggin, B., Neuman, R., Iannotti, J., Williams, G., Thompson, E. 1996. Intrarater and interrater reliability of three isometric dynamometers in assessing shoulder strength. *J Shoulder Elbow Surg.* 5:18-24.
 21. Magnusson, S., Constantini, N., McHugh, M., Gleim, G. 1995. Strength profiles and performance in masters' level swimming. *Am J Sports Med.* 23(5):626- 631.
 22. Michael, J., Konig, D., Hessling, U., Popken, F., Eysel, P. 2003. Results of shoulder isokinetic testing in volleyball players. *Sportverletz Sportschaden.* 17(2):71–74.

23. Pagnani, M., Deng, X., Warren, R., Torzilli, P., O'Brien, S. 1996. Role of the long head of the biceps brachii in glenohumeral stability: a biomechanical study in cadavera. *J Shoulder Elbow Surg.* 4:255-262.
24. Paine, R., Voight, L. 2013. The role of the scapula. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(5):617–629.
25. Ramsi, M., Swanik, K., Swanik, C., Straub, S., Mattacola, C. 2004. Shoulder-rotator strength of high school swimmers over the course of a competitive season. *J Sport Rehabil.* 13:8–18.
26. Reeser, J., Fleisig, G., Bolt, B., Ruan, M. 2010. Upper limb biomechanics during the volleyball serve and spike. *Sports Health.* 2(5):368–374.
27. Reeser, J., Verhagen, E., Briner, W., Askeland, T., Bahr, R. 2006. Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *Br J Sports Med.* 40(7):594–600.
28. Ribeiro, A., Pascoal, A. 2013. Resting scapular posture in healthy overhead throwing athletes. *Man Ther.* 18(6):547–550.
29. Rodosky, M., Harner, C., Fu, F. 1994. The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder. *Am J Sports Med.* 22:121-130.
30. Sein, M., Walton, J., Linklater, J., Appleyard, R., Kirkbridge, B., Kuah, D., Murrell, G. 2010. Shoulder pain in elite swimmers: primarily due to swim-volume-induced supraspinatus tendinopathy. *Br J Sports Med.* 44(2):105-113.
31. Steinbruck, K. 1999. Epidemiology of sports injuries: 25-year analysis of sports orthopedic-traumatologic ambulatory care. *Sportverletz Sportschaden.* 13:38-52.
32. Terry, G., Chopp, T. 2000. Functional anatomy of the shoulder. *J Athl Train.* 35:248–255.
33. Thorborg, K., Petersen, J., Magnusson, S., Holmich, P. 2010. Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable. *Scand J Med Sci Sports.* 20(3):493–501.
34. Vanderlei, F., Bastos, N., Tsutsumi, C., Vanderlei, L., Netto, Y., Pastre, C. 2013. Characteristics and contributing factors related to sports injuries in young volleyball players. *BMC Res Notes.* 6:415.

35. Wang, H., Cochrane, T. 2001a. Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 41(3):403–410.
36. Wang, H., Cochrane, T. 2001b. Descriptive epidemiological study of shoulder injury in top level English male volleyball players. *Int J Sports Med*. 22(2):159–163.
37. Wang, H., Macfarlane, A., Cochrane, T. 2000. Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *Br J Sports Med*. 34(1):39–43.
38. Wanivenhaus, F., Fox, A. J., Chaudhury, S., Rodeo, S.. 2012. Epidemiology of Injuries and Prevention Strategies in Competitive Swimmers. *Sports Health*. 4(3):246–251.
39. Warner, J., Micheli, L., Arslanian, L., Kennedy, J., Kennedy, R. 1990. Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement. *Am J Sports Med*. 18(4):366-375.
40. Westrick, R., Duffey, M., Cameron, K., Gerber, P., Owens, B. 2013. Isometric Shoulder Strength Reference Values for Physically Active Collegiate Males and Females.. *Sports Health*. 5(1):17–21.
41. Wilk, K., Andrews, J., Arrigo, C., Keirns, M., Erber, D. 1993. The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*. 21:61–66.

LISA 1

Cools et al., (2015b) leitud referentsväärtused meestel.

Table 4 Descriptive analysis (means and SDs) of the results of the eccentric and isometric strength for the male subjects ($n = 101$)

Males	Ecc ER				Isom ER 90-0				Isom IR 90-0				Isom ER 90-90				Isom IR 90-90			
	ABS		NORM		ABS		NORM		ABS		NORM		ABS		NORM		ABS		NORM	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
(a) Across all sports disciplines and ages																				
Mean	171.0	163.6	2.2	2.1	145.2	140.3	1.8	1.8	165.4	153.2	2.1	1.9	106.2	101.6	1.3	1.3	183.3	151.5	2.3	1.9
SD	24.9	29.6	0.4	0.4	28.3	29.8	0.4	0.4	29.6	31.2	0.4	0.4	19.8	23.8	0.3	0.3	45.8	36.9	0.6	0.5
(b) Divided per sports discipline																				
Handball ($n = 32$)																				
Mean	178.3	172.5	2.2	2.2	152.9	145.6	1.9	1.8	172.7	161.5	2.2	2.0	109.7	105.9	1.4	1.3	200.4	168.1	2.5	2.1
SD	22.7	29.1	0.4	0.4	28.4	30.6	0.4	0.5	30.6	28.7	0.4	0.4	20.	23.4	0.3	0.4	51.3	40.8	0.7	0.6
Tennis ($n = 32$)																				
Mean	169.2	160.8	2.2	2.0	138.9	134.8	1.8	1.7	164.7	149.6	2.1	1.9	108.4	101.7	1.4	1.3	179.2	147.7	2.3	1.9
SD	26.8	30.3	0.4	0.4	31.1	31.2	0.3	0.4	27.5	33.2	0.3	0.4	20.1	23.5	0.3	0.3	37.7	32.7	0.4	0.4
Volleyball ($n = 37$)																				
Mean	166.4	158.2	2.1	2.0	144.1	140.6	1.8	1.8	156.0	149.7	2.0	1.9	101.3	97.8	1.3	1.22	172.0	140.4	2.1	1.8
SD	24.3	28.6	0.4	0.4	24.7	27.9	0.3	0.4	30.	30.8	0.3	0.4	19.0	24.2	0.3	0.3	44.0	32.3	0.5	0.4
(c) Divided per age category																				
18-25 ($n = 53$)																				
Mean	170.3	163.6	2.2	2.1	145.0	139.6	1.9	1.8	160.9	149.2	2.1	1.9	106.2	102.0	1.4	1.3	181.9	150.7	2.3	1.9
SD	21.6	26.9	0.3	0.4	25.9	28.4	0.4	0.4	29.7	30.8	0.4	0.4	18.5	24.0	0.3	0.3	49.2	39.6	0.6	0.5
26-33 ($n = 29$)																				
Mean	174.0	165.7	2.2	2.0	146.6	142.8	1.8	1.8	172.0	156.9	2.1	1.9	107.8	102.0	1.3	1.3	189.4	153.1	2.3	1.9
SD	27.4	29.7	0.4	0.4	32.9	30.8	0.4	0.4	30.4	28.5	0.3	0.3	22.7	23.8	0.4	0.3	46.3	34.0	0.6	0.5
34-50 ($n = 19$)																				
Mean	168.7	160.2	2.0	1.9	143.7	138.6	1.7	1.7	167.9	159.0	2.1	1.9	103.9	99.9	1.2	1.2	177.8	151.4	2.1	1.8
SD	30.3	37.5	0.4	0.5	28.7	33.3	0.3	0.4	27.5	36.0	0.4	0.4	19.6	24.5	0.3	0.3	35.2	35.2	0.4	0.4

Absolute (N) as well as normalized (N/kg) strength data are displayed

LISA 2

Emaili näidis

Informatsioon uuritavale

Lugupeetud uuringus osaleja

Uuringu eesmärk on välja selgitada, millised on õlga sisse ja välja pööravate lihaste tahtelise maksimaalse kontraktsioonijõu näitajad võrkpalli ja ujumisega tegelevatel Eesti noorsportlastel ning otsida võimalikke seoseid lihasjõudude ja vigastuste vahel.

Kõik mõõtmised ja testimised viiakse läbi Tartu Ülikooli Akadeemilise Spordiklubis (Ujula 4, 51008, TARTU).

Palume teil tulla mõõtmiste teostamiseks Tartu Ülikooli Akadeemilise Spordiklubisse ruumi nr (ruumi number), (kuupäev), (kellaeg) NB: Selga palume panna mugav sportlik riietus.

Uuringu ajaline kestus on 1h.

Parimate soovidega,

Taavi Turban (uuringu teostaja)

LISA 3

Uuritava informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm

Informatsioon uuritavale:

Lugupeetud uuringus osaleja

Uuringu eesmärk on välja selgitada, millised on õlga sisse ja välja pööravate lihaste jõunäitajad võrkpalli ja ujumisega tegelevatel Eesti noorsportlastel ning otsida võimalikke seoseid lihasjõudude ja vigastuste vahel.

Kõik mõõtmised ja testimised viiakse läbi Tartu Ülikooli Akadeemilise Spordiklubis (Ujula 4, 51008, TARTU).

Hetkel ei ole teada seosed õlga sisse ja välja pööravate lihaste jõu ning vigastuste esinemise vahel. Varasemalt on uuritud küll sportlasi ja nendel esinevaid vigastusi ja riskifaktoreid, kuid meile teadaolevalt antud teemal uuringuid teostatud ei ole.

Mõõtmised ja testimised:

Pärast uuringus informeeritud nõusoleku andmist ning uuringus osalemisega nõustumist palutakse Teil heita selili teraapialauale ning teostada testija käes hoitava dünamomeetri vastu 3 maksimaaljõuga õlaliigesest välja- ja sissepööramist. Teil palutakse iga katse sooritamisel suruda maksimaalse jõuga dünamomeetrile 2-3 sekundit. Kõik planeeritavad meetodilised protseduurid on eelnevalt kasutamist leidnud teaduslikes uuringutes ja on ohutud.

Iga vaatlusalune saab endale unikaalse koodi, mis märgitakse uuringu protseduurilehtedele. Antud koodi hoitakse lukustatult eraldi andmebaasist, mis välistab uuritavate isikute ja tema andmete tuvastamise. Antud koodi alusel sisestatakse ka andmed. Ei ole lubatud mitte mingisuguste lisamärkmete tegemine protokollidele, mis võimaldaksid vaatlusalust tuvastada. Uuringu tulemusi ei edastata kolmandatele isikutele. Uuringus osalemine on kõigile vabatahtlik ning vaatlusalustel on õigus loobuda uuringust igal ajahetkel ilma, et sellest temale mingeid probleeme tekiks. Samuti on vaatlusalusel õigus nõuda juba olemasolevate teda puudutavate andmete kustutamist andmebaasist.

Mind,,
on informeeritud ülalmainitud uuringust ja ma olen teadlik läbiviidava uurimistöö eesmärgist,
uuringu metoodikast ja kinnitan oma nõusolekut selles osalemiseks allkirjaga.

Tean, et uuringute käigus tekkivate küsimuste ja võimalike tervisehäirete kohta saan mulle
vajalikku täiendavat informatsiooni uuringu teostajalt:

Magistrant Taavi Turban 5542 612, e-mail: Taavi.Turban@gmail.com, Tartu Ülikool.

Uuritava allkiri:.....

Kuupäev, kuu, aasta

Uuritavale informatsiooni andnud isiku nimi:

Uuritavale informatsiooni andnud isiku allkiri:.....

Kuupäev, kuu, aasta

LISA 4

Eelneva sportlasliku harrastuse küsimustik

Vanus:

Kaal:

Pikkus:

Dominante käsi:

Ala, millega tegelete ja kaua olete tegelenud:

.....

Kas Te hetkel tunnete valulikkust või hellust õlaliigeste piirkonnas?

.....

Kui jah, palun täpsustage [Kust kohas valu või hellus esineb, kui kaua on esinenud, kui tugev on valu skaalal 1–10?(1–väga nõrk valu, 10–väga tugev valu)]

.....
.....
.....

Kas Teil on varasemaid kokkupuuteid õla piirkonna vigastustega?

.....

Kui jah, palun täpsustage (millal vigastus juhtus, milline oli ravi, kaua võttis aega paranemine):

.....
.....
.....

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina Taavi Turban (Sünnikuupäev: 19.03.1991)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „**Hooajaelne õlaliigese sise- ning välisrotaatorlihaste isomeetrilise ja ekstsentrilise maksimaalse tahtelise kontraktsioonijõu hindamine dünamomeetri näidu alusel ujumatel ja võrkpalluritel tuvastamaks kõrgendatud õlavigastuste riskiga sportlased**“, mille juhendajad on Mati Arend ja Janno Jürgenson.

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 _____ (kuupäev)