

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Anastasia Budarina

Eesti noorkujundujate ülekoormusvigastuste riskitegurite hindamine
Estonian young synchronized swimmers overload injury risk factors assessment

Magistritöö
Füsioteraapia õppekava

Juhendaja: PhD, J. Sökk

Tartu, 2022

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	5
TÖÖ LÜHIÜLEVAADE	6
ABSTRACT.....	7
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	8
1.1 Kujundujumine	8
1.2 Noorsportlaste ülekoormusvigastused	9
1.3 Ülekoormusvigastuste riskitegurid kujundujumises	10
1.4 Ülekoormus vigastuste anatoomiline regioon kujundujumises	10
1.4.1 Õlaliiges	11
1.4.2 Lülisamba nimmepiirkond	13
1.4.3 Põlveliiges.....	14
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	18
3. METOODIKA	19
3.1 Uuritavad.....	19
3.2 Uuringu korraldus	19
3.3 Õlaliigese rotaatormanseti lihaste jõu hindamine	20
3.4 Lülisamba nimmepiirkonna liikuvuse hindamine.....	21
3.5 Põlveliigeste fleksor- ja ekstensorlihaste hindamine	21
3.6 Puusaliigese abduktorlihaste hindamine	21
3.7 Andmete statistiline analüüs	22
4. TULEMUSED	23
4.1 Õlaliigese rotaatormanseti lihaste jõud.....	23
4.2 Lülisamba nimmepiirkonna liikuvuse hindamine.....	23
4.3 Alajäsemete lihasjõu hindamine	23
4.4 Korrelatiivsed seosed	24
5. ARUTELU.....	26
5.1 Ülekoormusvigastuste riskitegurid kujundujumises	26
5.2 Õlaliigese rotaatormanseti lihaste jõud.....	27
5.3 Lülisamba nimmepiirkonna liikuvuse hindamine.....	30
5.4 Põlveliigeste fleksor- ja ekstensorlihaste jõud, puusaliigeste abduktorlihaste jõud	31
5.5 Uuringu tugevused ja limitatsioonid.....	35
6. JÄRELDUSED	36
KASUTATUD KIRJANDUS	37
TÄNUAVALDUS	42

LISA 1. Kutse lapsele ja lapsevanemale.....	43
LISA 2. Uuritava teadlikku nõusolekuvormid lapsele ja lapsevanemale	45
LISA 3. Korrelatiivsed seosed	47

KASUTATUD LÜHENDID

ABD – abduktsiooni teostavad lihased

EBK - *eggbeater kick*

EXT – ekstensioon suunaline liigutus

EXTENS – ekstensiooni teostavad lihased, ekstensioon

FLEX – fleksiooni teostavad lihased, fleksioon

H/Q - *hamstring to quadriceps ratio* H/Q, hamstring- ja reienelipealihaste omavaheline suhe

KMI - kehamassiindeks

PFPS - patellofemoraalne valusündroom (*patellofemoral pain syndrome*, ingl. k.)

SR – siserotatsiooni teostavad lihased, siserotatsioon

TILJ - tahteline isomeetriline lihasjõud

VR – välisrotatsiooni teostavad lihased, välisrotatsioon

TÖÖ LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva magistr töö peamiseks eesmärgiks oli teaduskirjanduse põhjal välja selgitada millistes kehapiirkondades esineb noorkujundujatel ülekoormusvigastusi ja millised on nende vigastuste potentsiaalsed riskitegurid. Teiseks eesmärgiks oli portatiivsete meetoditega hinnata ülekoormusvigastuste riskitegureid Eesti noorkujundujatel kolmes anatoomilises piirkonnas.

Metoodika: Uuringus osales 32 Eesti Veespordialade Kooli naissoost kujundujat vanuses 7.-15. eluaastat, treeningstaažiga vähemalt 2 aastat ning treeningkoormusega 7-12 tundi nädalas. Uuringu esimeses etapis analüüsiti teaduskirjandust. Teises etapis hinnati uuritavatel õlaliigese siserotaatorlihaste (SR), välisrotaatorlihaste (VR), põlveliigese fleksioon (FLEX) ja ekstensioon (EXTENS) ning puusaliigese abduktsiooni liigutust sooritavate lihaste (ABD) tahtelist isomeetrilist lihasjõudu (TILJ) kasutades manuaalset dünamomeetrit. Lülisamba nimmepiirkonna ekstensioon liikuvus (EXT) määrati kasutades inklinomeetrit. Uuringu tulemusi analüüsiti ning leiti parameetrite vahelised seosed.

Tulemused: Õlaliigeste SR TILJ oli suurem ($p < 0,05$) võrreldes VR TILJ-ga bilateraalset; õlaliigeste VR/SR lihaste jõudude suhe ületas optimaalset näitajat 0,66; kusjuures VR/SR lihaste jõu suhte vahel erinevust ($p > 0,05$) ei leitud. Lülisamba nimmepiirkonna EXT ületas normväärtuse 166% võrra. Põlveliigeste FLEX TILJ oli suurem ($p < 0,05$) võrreldes EXTENS TILJ-ga bilateraalset; põlveliigeste EXTENS/FLEX lihaste jõu suhe ületas optimaalset suhte näitajat 0,6; kusjuures EXTENS/FLEX lihaste jõu suhte vahel erinevust ($p > 0,05$) ei esinenud. Parema puusaliigese ABD TILJ oli suurem ($p < 0,001$) võrreldes vasaku puusaliigese ABD TILJ-ga.

Kokkuvõte: Eesti noorkujundujate õlaliigeste SR TILJ ja VR TILJ erinevus on potentsiaalne ülekoormusvigastuste riskitegur, samas, VR/SR lihaste jõu suhte näitajad ei viita suurenenud õlaliigese ülekoormusvigastuste tekke riskile. Eesti noorkujundujate lülisamba nimmepiirkonna ekstensioon suunaline liikuvus on äärmuslik ning viitab suurenenud lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuste tekke riskile. Eesti noorkujundujate põlveliigeste EXTENS TILJ ja FLEX TILJ erinevus on potentsiaalne ülekoormusvigastuste riskitegur, samas EXTENS/FLEX lihaste jõusuhe ning puusaliigeste ABD TILJ näitajad ei viita suurenenud põlveliigeste ülekoormusvigastuste tekke riskile. Kujundujumise treeningutel peab tähelepanu pöörama jäsemete ja kehatüvelihaste võrdsele arendamisele ja korrektsele elementide sooritamise tehnikale.

Märksõnad: kujundujumine, ülekoormusvigastused, õlaliiges, lülisamma, põlveliiges.

ABSTRACT

Aim: The main purpose of this Master's thesis was to find out in which areas of the body young synchronised swimmers are most likely to have overload injuries, and what the potential risk factors for these injuries are, on the basis of scientific literature. The second purpose was to assess the risk factors of overload injuries of Estonian young artistic swimmers in three anatomical regions, using portable methods.

Methods: 32 female synchronised swimmers from Estonian School of Water Sports between the ages of 7 and 15, with a training period of at least two years and a training load of 7–12 hours per week participated in the study. In the first phase of the study, scientific literature was analysed, and in the second phase, the intentional isometric muscle strength (IMS) of shoulder internal rotators (IR) and external rotators (ER) as well as knee flexion (FLEX) and extension (EXTENS), and hip abduction (ABD) were measured with a handheld dynamometer. The lumbar extension range of motion (EXT) was assessed with an inclinometer. The results of the study were analysed, and correlations were found.

Results: The IMS of shoulder IR was higher ($p < 0.05$) as compared with the IMS of shoulder ER bilaterally; the shoulder ER/IR force ratio exceeded the optimal value of 0.66, with no difference ($p > 0.05$) between the upper limb ratios. The lumbar EXT exceeded the normal value by 166%. The IMS of knee FLEX was higher ($p < 0.05$) as compared with the IMS of knee EXTENS bilaterally; the ratio of knee EXTENS to FLEX muscle strength exceeded the optimal ratio by 0.6, with no difference ($p > 0.05$) between the lower limb ratios. The IMS of the right hip ABD was higher ($p < 0.001$) as compared to IMS left of the hip ABD.

Conclusion: The difference between the IMS of the shoulder ER and IR of Estonian young artistic swimmers is a potential risk factor for overload injuries. However, the indicators of the shoulder ER/IR ratio do not indicate an increased risk of overload injury of the shoulder joint. The extension of the lumbar spine of Estonian young artistic swimmers is extreme and indicates an increased risk of lumbar spine injuries. The difference between their IMS of knee EXTENS and FLEX is a potential risk factor for overload injuries, while the knee EXTENS/FLEX force indicators and the IMS of hip ABD do not show an increased risk of overload injuries for knee joints. During training hours, attention must be paid to the equal development of the limbs and trunk muscles as well as to the correct performing techniques.

Keywords: artistic swimming, overload injuries, shoulder joint, spine, knee joint.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Kujundujumine

Kujundujumine on ainulaadne spordiala, mis koosneb keerulistest koreograafilistest harjutustest, mida sooritatakse veepinnal ja vee all. Antud spordiala nõuab sportlastelt head kehalist ettevalmistust, keeruliste tehniliste elementide valdamist ja artistlikkust (Podrihalo et al., 2021). Kujundujumine kujunes võistlusspordi alaks aastal 1952 ning võeti olümpiamängude kavva 1984. aastal Los Angeleses, Ameerika Ühendriikides (Mountjoy, 1999). Eestis hakati kujundujumisega tegelema aastal 2014 ning aastast 2018 toimub eriala tegevus koostöös Eesti Ujumisliiduga. Kujundujumisega tegelevad valdavalt naised, esitades kava muusika saatel. Kujundujumise reeglid on reguleeritud rahvusvahelise föderatsiooni FINA (*Federation Internationale Natation Association*) poolt. FINA uuendab kujundujumise reegleid iga 4 aasta tagant. Vastavalt FINA reeglitele oli 2017-2021.a. kujundujumises 3 vanusekategoriat: 12 aastased ja nooremad, 13-15 aastased ja 15-18 aastased juuniorid (FINA, 2017). Kujundujumise kavad erinevad: ajalise kestvuse, sportlaste arvu poolest grupis ning kava tehnilise raskuse poolest. Sportlased võivad esineda erikategoriates: soolo (1 sportlane), duett (2 sportlast), grupp (8 sportlast) ning *combo* grupp (grupp, mille koosseisus on 10 sportlast ning nad esinevad vabakavaga, milles on soolo, dueti ja grupi kombinatsioon). Grupis võistlevad sportlased tehnilise- või vabakavaga. Tehnilises kavas on elemendid ja nende järjestus reglementeeritud FINA reeglitega (FINA, 2017). Vabakava on lavastatud treeneri poolt ilma reegliteta.

Programmi pikkus sõltub vanusekategorias. Kategorias 12 ja nooremad: soolo 2:00 min, duett 2:30 min ja grupi kava 3:00 min. Kategorias 13–15 aastased: soolo 2:15 min, duett 2:45 min ja grupp 3:30 min. Juuniorid: soolo 2:30 min, duett 3:00 min, grupp 4:00 minutit. Nii tehnilisi kui ka vabakava esinemisi hindavad kaks 5-liikmelist kohtunike brigaadi. Iga kohtunik annab hinnangu kava soorituse, artistlikkuse ja raskuse eest (FINA, 2017).

Kujundujumist on teadlaste poolt vähe uuritud, mis annab hea võimaluse seda ala ulatuslikult uurida (Viana et al., 2019).

Kokkuvõttes võib antud töö autor öelda, et kujundujumine on Eestis kiiresti arenev spordiala, mida varem ei ole uuritud. Järgnevalt kirjeldatakse kujundujumisega seotud võimalikke ülekoormusvigastuste tegureid.

1.2 Noorsportlaste ülekoormusvigastused

Esteetilises spordis, mille hulka kuulub kujundujumine on ülekoormusvigastused levinud (Kolokythas et al., 2021).

Ülekoormusvigastus on määratletud kui vigastus, mille puhul puudub konkreetne ja tuvastatav sündmus, mis antud vigastuse põhjustas (Franco et al., 2021). Ülekoormusvigastused tekivad skeletilihaste süsteemi korduva submaksimaalse koormuse ja korduvate mikrotraumade kumulatiivse protsessi tagajärjel (DiFiori et al., 2014; Franco et al., 2021). Mikrotraumad tekivad anatoomilistes struktuurides, mis on treeningutel sooritatavate tegevuste tõttu koormatud (DiFiori, 2010). Piisava taastumise korral saab kude (nt luu või kõõlus) taastuda ja kohaneda tekkinud pingetega (DiFiori, 2010). Ülekoormusvigastused tekivad siis, kui korduv mehaaniline koormus ületab pinge all oleva anatoomilise struktuuri kohandumisvõime (DiFiori, 2010).

Spordis esinevad ülekoormusvigastused on muutumas aktiivsete laste seas üha tavalisemaks nähtuseks. Ülekoormusvigastuste tekke põhjuseks võib olla luu- ja lihaskonna süsteemi arengu häire, kõrge mahuline osalemine võistlusspordis nooremas eas ning treeningute kestus ja intensiivsus (Wu et al., 2016). On leitud seos treeningute sageduse, kestuse või intensiivsuse suurenemise ja ülekoormusvigastuste esinemise vahel (DiFiori, 2010; DiFiori et al., 2014; Jayanthi et al., 2015; Kolokythas et al., 2021).

Ülekoormusvigastuste tegelikku esinemissagedust on raske hinnata, kuna kasutusel olevad definitsioonid ei ole kirjanduses ühtsed ja üheselt mõistetavad (Brenner & Fitness, 2016). Laste ülekoormusvigastuste epidemioloogia kohta on vähe kirjandust, selle võimalikuks põhjuseks on raskused ülekoormusvigastuste tuvastamisel ja registreerimisel nende kliinilise pildi ja omaduste tõttu (Wu et al., 2016). Diagnoosimata, ravimata või halvasti ravitud ülekoormusvigastused võivad noorte sportlaste tervist aastaid mõjutada (Wu et al., 2016), seega on oluline ülekoormusvigastuste tekke riskitegureid analüüsida ja minimeerida.

Tuginedes eelöeldule võib väita, et ülekoormusvigastused ja nende riskifaktorid on aktuaalne probleem noorsportlaste seas. Kujundujumine on potentsiaalselt suure ülekoormusvigastuste tekke riskiga spordiala, kuna sellega tegelevate laste treening intensiivsus on kõrge. Järgnevalt antakse ülevaade ülekoormusvigastuste riskiteguritest kujundujumises.

1.3 Ülekoormusvigastuste riskitegurid kujundujumises

Kujundujumises esineb akuutseid- ja ülekoormusvigastusi, kusjuures ülekoormusvigastused on sagedasemad (Mountjoy, 2009).

Üheks ülekoormusvigastuste tekke riskiteguriks noores eas on konkreetsele spordialale varajane spetsialiseerumine. Varajane spetsialiseerumine tähendab sportlase keskendumist ainult ühele spordialale enne murdeiga (Brenner & Fitness, 2016). Spordialale spetsialiseerumine varases ja keskmises lapsepõlves on muutunud üha populaarsemaks (Jayanthi et al., 2013). Spordialases teadusmaailmas käib arutelu selle üle, kas intensiivne treenimine peab algama juba varases lapsepõlves, kuna ühele spordialale spetsialiseerumine enne murdeiga võib olla noore sportlase tervisele kahjulik (Jayanthi et al., 2013). Spordialade hulgas on teatud alad, kus tippsaavutused on tõenäolisemad nooremas eas ning seetõttu on oluline varajane spetsialiseerumine, nt. esteetilised spordialad, mille hulka kuulub kujundujumine (LaPrade et al., 2016).

Varajasel spordialale spetsialiseerumisel on tagajärjeks suurem vigastuste määr, suurenenud psühholoogiline stress ning spordist loobumine noores eas (Jayanthi et al., 2013). Varajane spetsialiseerumine suurendab ülekoormusvigastuse tekke riski (LaPrade et al., 2016). Noorsportlastel, kes on spetsialiseerunud ühele spordialale on suurenenud vigastuste ja raskete ülekoormusvigastuste oht, sõltumata treeningute mahust ja vanusest (Jayanthi et al., 2015).

Lisaks spordiala spetsiifiliste oskuste omandamisele on kujundujumise treeningud suunatud grupi sünkroonsuse saavutamisele, mis eeldab tunde sarnaste liigutuste kordamist, mis võib omakorda viia ülekoormusvigastuste tekkeni (Mountjoy, 2009).

Tuginedes eelöeldule saab väita, et varajane spetsialiseerumine ja sarnaste liigutuste pidev kordamine on kujundujumises ülekoormusvigastuste peamisteks tekke põhjusteks. Järgnevalt keskendutatakse anatoomilistele piirkondadele, kus kujundujumatel esinevad ülekoormusvigastused.

1.4 Ülekoormus vigastuste anatoomiline regioon kujundujumises

Kujundujumises esinevate vigastuste kohta on tehtud vähe uuringuid. Mountjoy (1999, 2009) ja Nichols (2015) väitsid oma artiklites, et kliinilises praktikas on professionaalsetel sportlasel ja harrastajatel kujundujumises kõige sagedamini mõjutatud kolm kehapiirkonda: õlaliiges, lülisamba nimmepiirkond ja põlveliiges.

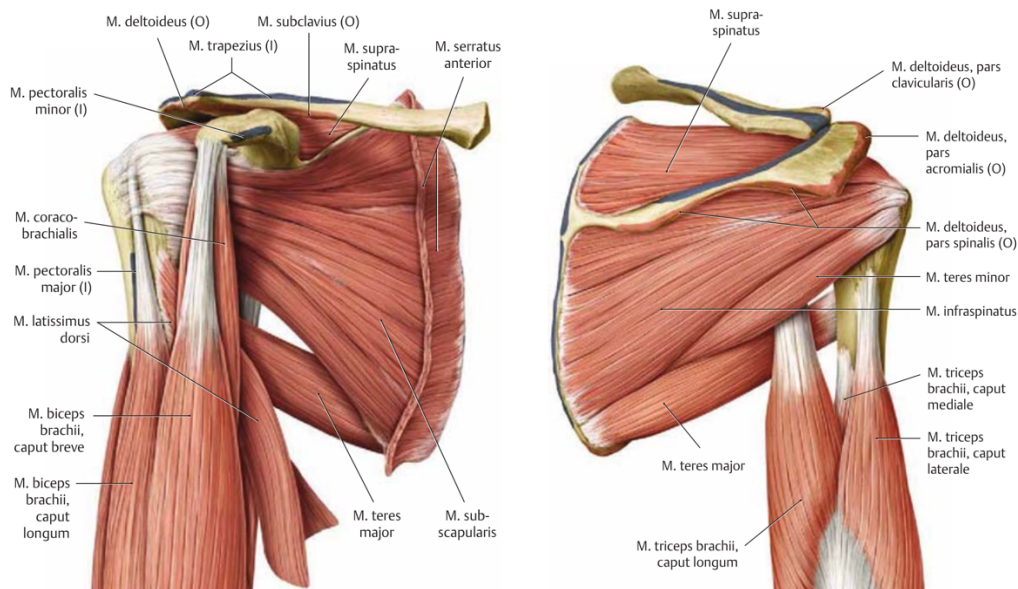
Ülekoormusvigastusi õlaliigeses on põhjendatud intensiivse õlaliigese kasutamisega (Nichols, 2015). Lülisamba nimmepiirkonna vigastused on seotud lülisamba hüperekstensioon

asendiga elementide sooritamisel (Mountjoy, 2009; Nichols, 2015). Ülekoormusvigastusi põlveliigeses on seostatud alajäsemete „egg-beater kick“ (EBK) löögiga (Mountjoy, 2009; Nichols, 2015).

Antud magistritöö raames hinnatakse Eesti Veespordialade Kooli kujundujate vigastuste tekke riskitegureid ülalmainitud kehapiirkondade kontekstis.

1.4.1 Õlaliiges

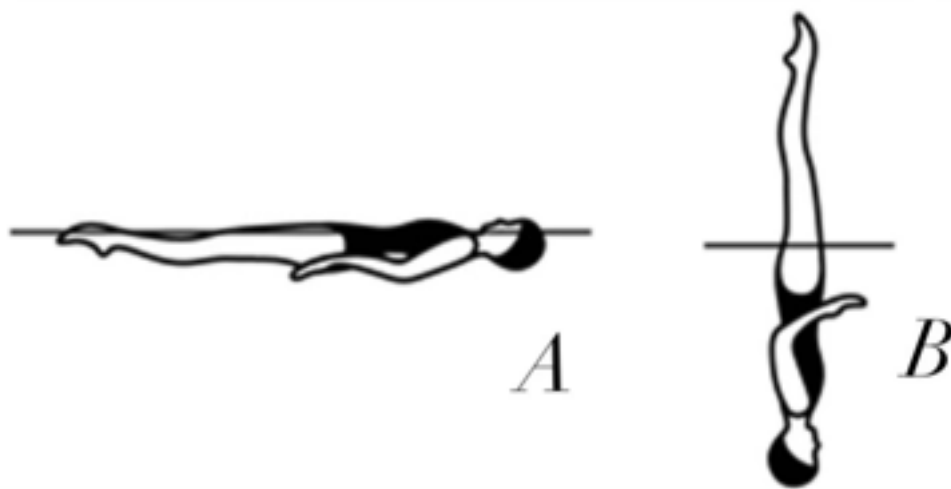
Kujundujumine on sümmeetriline spordiala, mil mõlemat ülajäset kasutatakse sarnaselt ning antud spordiala puhul on eriti tähtis õlaliigest ümbritsevate lihaste lihastasakaal (joonis 1) (Aguado-Henche et al., 2018).



Joonis 1. Õlaliigest ümbritsevad lihased (Gilroy et al., 2009).

Õige tasakaal õlaliigest ümbritsevate agonist ja antagonist lihasrühmade vahel tagab õlaliigese dünaamilise stabiliseerimise, mis on vajalik optimaalseks sooritusvõimeks spordialadel, kus toimub tegevus õlavöötmetest kõrgemal (Guney et al., 2016; Wilk et al., 2009). Õlaliigese peamised staatilised stabilisaatorid on liigeskapsel koos glenohumeraalsete sidemetega, *labrum glenoidale* ja liigesesisene negatiivne rõhk. Peamised dünaamilised stabilisaatorid on rotaatormanseti lihased (*m. supraspinatus*, *m. infraspinatus*, *m. teres minor*, *m. subscapularis*) (Johnson & Tadi, 2021; Patel & Breisach, 2017). Peamised õlaliigese välisrotatsiooni teostavad lihased (VR) on *m. infraspinatus* ja *m. teres minor*. Õlaliigese siserotatsiooni teostavad lihased (SR) on *m. subscapularis*, *m. latissimus dorsi*, *m. teres major* ning *m. pectoralis major* (Terry & Chopp, 2000).

Õlakompleksi ebastabiilsust võivad põhjustada korduvad õlaliigese suure amplituudiga liigutused ning ülajäsemete liigutused õlavöötmele kõrgemal, nagu ka ujumises (Johnson & Tadi, 2021; Patel & Breisach, 2017). Mountjoy (2009) väidab oma artiklis, et kujundujate õlaliigese ülekoormusvigastuste peamiseks mehhanismiks on pikaaja jooksul sooritatavad korduvad liigutused, mis võivad põhjustada rotaatormanseti lihastes mikrotraumasid. Pikaajaliste korduvate liigutuste alla kuuluvad kätetehnikad, mida kujundujuja kasutab enda veepinnal hoidmiseks horisontaal asendis – standartne sõue (joonis 2. A) ja vertikaal asendis – tugisõue (joonis 2. B). Mõlemat tehnikat saab kasutada tõuke- ja tugitehnikana, samuti edasiliikumiseks, suuna muutmiseks ja pööramiseks (Homma et al., 2019; Homma & Homma, 2005).



Joonis 2. Standartne sõue (A) ja tugisõue (B)(Homma et al., 2019).

Noorsportlaste skeetilihassüsteemi areng on sageli puudulik ning seetõttu võib tekkida lihaste düsbalanss, mil agonist ja antagonist lihasrühmad ei ole saavutanud sarnast jõutaset (Aguado-Henche et al., 2018). Õlaliigest ümbritsevate lihaste düsbalanss on seotud krooniliste ülekoormusvigastustega ning nende ennetamiseks on oluline tuvastada lihastasakaaluhäired varajases staadiumis (Aguado-Henche et al., 2018; Berckmans et al., 2017). Õlaliigese vigastusriski hindamisel kasutatakse VR ja SR jõudude suhet (Batalha et al., 2014; Ellenbecker & Davies, 2000), kusjuures on teada, et VR ja SR jõudude suhe $< 0,66$ on õlaliigese vigastuste riskifaktoriks (Ellenbecker & Davies, 2000; Guney et al., 2016).

Kokkuvõttes saab väita, et VR ja SR jõudude suhe on potentsiaalse õlaliigese ülekoormusvigastuse tekke riskifaktor kujundujumises. Antud magistritöös keskendutakse õlaliigese VR- ja SR TILJ hindamisele ning VR ja SR suhte arvutamisele.

1.4.2 Lülisamba nimmepiirkond

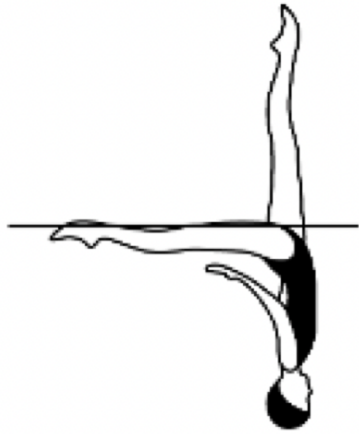
Lülisamba traumad ja valu kirjeldavad mitmed esteetiliste spordialade uuringud (d'Hemecourt & Luke, 2012; Kruse & Lemmen, 2009; Quinn, 2014). Kujundujate lülisamba vigastuste kohta teadusartiklid puuduvad, kuid kujundujumine samuti kuulub esteetiliste spordialade hulka.

Paljude esteetiliste spordialade üheks ülesandeks on lülisamba ekstensioon suunal (EXT) liikuvuse treenimine, mida võib näha paljudes võimlemisasendites ja liigutustes (Sands et al., 2016). Treening lülisamba EXT liikuvuse suurendamise eesmärgil algab varases lapsepõlves, selle arendamiseks sooritatakse harjutust, mida nimetatakse taha painutuseks (Sands et al., 2016). Äärmuslikud liikumisasendid ja lülisamba venitamine on seotud krooniliste luu- ja lihaskonna ülekoormusvigastuste tekke riskiga ja võivad olla olulised lülisamba düsfunktsiooni ja valu põhjustajad (Agopyan, 2021; Sands et al., 2016; Wolf & LaBella, 2020). Liigne lülisamba EXT asend võib suurendada spondülolüüsi esinemissagedust eriti sportlastel, kellel on krooniline suurenenud lülisamba nimmepiirkonna lordoos (Wolf & LaBella, 2020). Mil määral on lülisamba EXT liikuvus seotud vigastustega kontrollitud treeningkeskkonnas on teadmata (Wolf & LaBella, 2020).

Spondülolüüs on lülisamba lüliskaare *pars interarticularis*'e murd, mis võib esineda uni- või bilateraalselt. Spondülolüüs tuleneb traumaatilisest lülisamba lüli mikromurrust, millele järgneb progresseeruv luumurd korduvast ülekoormusest, eriti lülisamba hüperekstensioon asendis (Kruse & Lemmen, 2009; Wolf & LaBella, 2020). Spondülolüüs võib areneda eesmiseks või tagumiseks spondülolisteeks (anterolisteeks ja retrolisteeks vastavalt), mis on lülisamba lüli translatsioon naaberlülide suhtes (Kruse & Lemmen, 2009; Wolf & LaBella, 2020).

Kiired ja korduvad lülisamba EXT liigutused kujundujumises põhjustavad lülisamba mehaanilist koormust, mille tulemusena võib tekkida lülisamba nimmepiirkonna düsfunktsioon (Mountjoy, 2009). Spondülolüüs ja spondülolisteeks on kujundujate seas levinumad alaselja düsfunktsiooni tüübid (Mountjoy, 2009).

Kujundujumise reeglites on võistuselemente, mille korrektseks sooritamiseks on vajalik hea lülisamba paindumus (FINA, 2017). Näiteks, figuur „*Knight*“ (joonis 3), kus sportlane on vertikaalasendis, üks alajäse on vertikaalselt üleval, teine alajäse on sportlase selja taga veepinnal, suurendades nii lülisamba nimmepiirkonna ekstensioon asendit ja avaldades survet lülisamba nimmepiirkonnale (Mountjoy, 2009).



Joonis 3. Figuur „*Knight*“, mis põhjustab lülisamba nimmepiirkonna lihaspinget (FINA, 2017).

Kokkuvõtlikult võib öelda, et lülisamba liikuvus on kujundujumises tähtsal kohal, kuna sellest sõltub sportlase elementide sooritusvõime ja esteetilisus, seega lülisamba EXT liikuvuse arendamine algab esimestest treeningutest. Kujundujate lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuste etioloogiat pole piisavalt uuritud ning see vajab rohkem tähelepanu. Tugnedes ülalmainitule on lülisamba äärmuslikud liigutusulatused koos kiirete ja korduvate liigutustega lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuste tekke üheks potentsiaalseks riskiteguriks. Antud magistritöös keskendutakse kujundujate lülisamba nimmepiirkonna EXT liikuvuulatusete mõõtmisele inklinomeetriga.

1.4.3 Põlveliiges

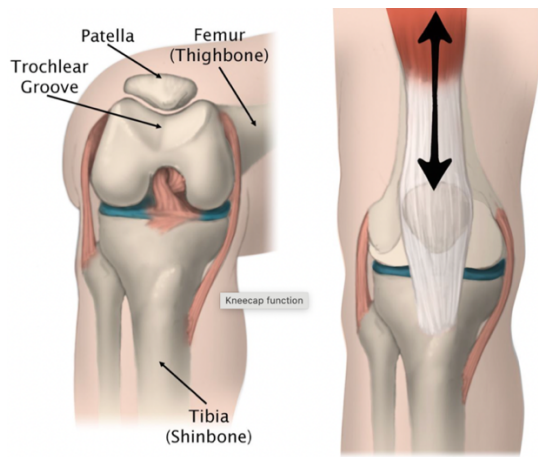
Põlveliigese ülekoormusvigastusi võib kujundujumises seostada EBK alajäsemete löögiga (joonis 4), mida kujundujuja kasutab tugitehnikana keha veepinnal hoidmiseks ülajäsemetega õhus töötamise ajal (Mountjoy, 2009; Nichols, 2015). EBK löögi ajal hoiab sportlane põlveliigesed võimalikult veepinna lähedal ja üksteisest võimalikult kaugel, kannad võimalikult puusaliigete lähedal, sooritades jalalaba ja säärega võimalikult suuri ringe (Homma & Homma, 2005). Kuna EBK on kujundujumises üks olulisemaid liigutusi, kasutab kujundujuja treeningutel antud jalgade lööki lihasjõu ja löögitehnika arendamiseks pikaaja vältel ja kõrge intensiivsusega (Mountjoy, 2009).



Joonis 4. Jalgade löök „Egg-beater kick“ (Vathagavorakul et al., 2020).

EBK on tsükliline liigutus põlveliigete fleksioon (FLEX)- ja ekstensioon (EXTENS) liigutuste kiire vaheldumisega, mille tulemuseks on suur nurkkiirus ning antud liigutuste kordamist võib tõlgendada potentsiaalse ülekoormusvigastuste tekke riskitegurina (Oliveira et al., 2016; Oliveira & Sanders, 2017). EBK sooritamisel on põlveliigese liikumisamplituud minimaalse 37° fleksioonnurgalt maksimaalse 142°-ni. See tegevus nõuab head põlveliigete stabiilsust, eriti maksimaalse ja minimaalse põlveliigete FLEX liigutuste hetkedel, kus tegevus muutub kiiresti (Oliveira & Sanders, 2017).

Mountjou (2009) kirjeldab patellofemoraalset valu (*patellofemoral pain syndrome* PFPS) kui levinumat vigastust EBK sooritajate seas, mida on seostatud *patella* hüpermobiilsuse ja *m. vastus medialis oblique* nõrkusega. Antud tegurid põhjustavad *patella* halva liikuvuse, eriti jalalaba biomehaaniliste kõrvalekalletega sportlastel (Mountjoy, 2009). Oliveira ja kaasautorid (2016) tõid välja seose PFPS ja ulatusliku puusaliigese siserotatsioon asendi koos hüppeliigese ulatusliku eversioon/abduktsioon asendiga, mis on tüüpiliseks alajäsemete asendiks EBK sooritamisel, ning mis soodustab patellofemoraalse liigese ebanormaalset joondumist *trochlear groove of the femur* suhtes (joonis 5) ja suurendab seeläbi patellofemoraalse düsfunktsiooni tekke riski. Vigastuse esinemine võib olla seotud põlveliigese halva stabiilsusega EBK sooritamisel, eriti väsimuse foonil (Oliveira et al., 2016). Väsimusega suureneb puusaliigese siserotatsioon suunaline liigutus samal ajal kui põlveliigese maksimaalne FLEX nurk väheneb, soodustades seeläbi *patella* väärasetust ja suurendades vigastuse tekke riski. Sportlase väsimus EBK löögi sooritamise ajal viitab tõenäoliselt suuremale PFPS tekke riskile (Oliveira et al., 2016).



Joonis 5. Patella asetus trochlear groove of the femur suhtes (AAOS, 2003).

Oliveira & Sanders (2017) avaldasid uuringu põlveliigeste kinemaatika ja lihaste aktiivsuse kohta EBK tsükli ajal. Autorid uurisid EBK tsüklite faase ja väsimuse mõju *m. rectus femorise* ja *m. biceps femorise* koaktivatsioonile (Oliveira & Sanders, 2017). EBK tsükli ajal toimivad *m. rectus femoris* ja *m. biceps femoris* agonist ja antagonist lihastena, et kiirendada ja aeglustada põlveliigeste FLEX/EXTENS liigutust vastavalt tsükli erinevatele faasidele. Uuringus näidati, et väsimus EBK sooritamise ajal vähendab antud lihaste koaktivatsiooni, mille tagajärjel suureneb liigeste ebastabiilsus ja sellest tulenevalt vigastuse tekke oht (Oliveira & Sanders, 2017).

Põlveliigese fleksorlihaste (hamstring lihasgrupp) ja ekstensorihaste (reienelipealihased) omavaheline suhe (ingl. *hamstring to quadriceps ratio H/Q*) on parameeter põlveliigese stabiilsuse hindamiseks (Coombs & Garbutt, 2002), nende kahe lihasrühma jõudude vahelise tasakaalu puudumine võib põhjustada põlveliigeste vigastusi (Coombs & Garbutt, 2002; Katona & Polakovits, 2018; Lima et al., 2018). Optimaalne H/Q lihasjõu suhe on $\geq 0,6$ (Rosene et al., 2001).

Lisaks on puusaliigese abduktorlihaste (ABD) jõud üheks PFPS tekke riskiteguriks (Neal et al., 2019; Petersen et al., 2014). On leitud, et naistel on puusaliigese ABD jõud nõrgem võrreldes meestega ning PFPS diagnoosiga isikutel esineb puusaliigese ABD jõu langus (Petersen et al., 2014). Esteetiliste spordialade sportlastel on tihti alajäsemete vaevuste põhjuseks madal puusaliigese ABD jõud (d'Hemecourt & Luke, 2012).

Tuginedes eelöeldule võib väita, et kujundujumise kontekstis on põlveliigese ülekoormusvigastuse riskiteguriks korduv EBK sooritamine, mis omakorda suurendab põlveliigese ebastabiilsust ja ülekoormusvigastuste, sealhulgas PFPS, tekke riski. Antud tegurite hindamiseks on kasutusel H/Q suhe. Puusaliigese ABD jõud on samuti üheks PFPS tekke riski teguriks. Käesolevas magistritöös hinnatakse kujundujate põlveliigese ülekoormusvigastuse tekke riskitegureid, mõõtes puusaliigese ABD TILJ, põlveliigese FLEX ja EXTENS TILJ ja arvutades H/Q suhte.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva magistr töö eesmärgiks oli analüüsida varasemalt tehtud teadusuuringuid kujundujumise ülekoormusvigastuste kohta ja välja selgitada, millistes kehapiirkondades esineb sagedasemini ülekoormusvigastusi noorkujundujatel ja mis on nende vigastuste potentsiaalsed riskitegurid ning hinnata antud tegureid Eesti noorkujundujatel.

Töö eesmärkide täitmiseks püstitati järgmised ülesanded:

1. Teaduskirjanduse põhjal selgitada välja kujundujate ülekoormusvigastuste potentsiaalsed riskitegurid;
2. Hinnata Eesti noorkujundujate ülekoormusvigastuste tekke riskifaktoreid kolmes anatoomilises piirkonnas:
 - hinnata õlaliigese sise- ja välisrotaatorlihaste tahtelist isomeetrilist lihasjõudu kasutades manuaalset dünamomeetrit;
 - hinnata lülisamba nimmepiirkonna liikuvust kasutades inklinomeetrit;
 - hinnata põlveliigese fleksioon ja ekstensioon ning puusaliigese abduktsioon liigutust sooritavate lihaste tahtelist isomeetrilist lihasjõudu kasutades manuaalset dünamomeetrit

ning leida hinnatud parameetrite vahelisi seoseid.

Tulenevalt magistr töö eesmärkidest püstitati järgmine hüpotees:

Eesti noorkujundujatel esineb õla- ja põlveliigete ning lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuse tekke risk.

Antud magistr töö autori teada ei ole Eestis varem sarnaseid uuringuid tehtud. Seega, annab antud magistr töö hea aluse kujundujumise tegelevatele spetsialistidele ülekoormusvigastuste ennetamise ja vähendamise meetoodika välja töötamiseks.

3. METOODIKA

Uuring on kooskõlastatud Tervise Arengu Instituudi inimuuringute eetikakomiteega (TAIEK otsus nr 1050, väljastatud 02.03.2022).

Käesoleva magistritöö teaduskirjanduse analüüsiks kasutati järgmisi andmebaase: *Google Scholar* (aastad 2000–2021); *PubMed* (aastad 2000–2021); *Science Direct* (aastad 2000–2021) ja *EBSCO Discovery* (aastad 2000–2021). Teaduskirjanduse otsimiseks kasutati sisendiks järgnevaid märksõnu: („*artistic swimming*“ OR „*synchronized swimming*“) AND („*injuries*“ OR „*overuse injuries*“).

3.1 Uuritavad

Uuringusse kaasati 32 Eesti Veespordialade Kooli naissoost kujundujat vanuses 7.-15. eluaastat, kelle treeningstaaž on vähemalt 2 aastat ning kelle treeningkoormus on 7-12 tundi nädalas.

Uuringust välistamiskriteeriumid: kujundujumise kõrvalt muu spordialaga tegelemine, akuutsed skeleti-lihassüsteemi vigastused, treeningprotsessis täismahus mitte osalemine 2021/2022 hooaja jooksul.

Uuritavate üldandmed on toodud Tabelis 1.

Tabel 1. Uuringus osalenud noorsportlaste (n=32) üldandmed ($\bar{X} \pm SD$)

	Uuritavad
Vanus (aastad)	10,9 ± 1,8
Kehapikkus (cm)	146,6 ± 12,9
Kehamass (kg)	36,7 ± 10,2
KMI (kg/m ²)	16,7 ± 2,1
KMI - kehamassiindeks	

3.2 Uuringu korraldus

Uuringus osalevatele sportlastele ja nende vanematele saadeti värbamise faasis e-maili teel kutse uuringus osalemiseks (Lisa 1). Uuritavatele selgitati uuringu eesmärki, testimise metoodikat ja uuringu ülesehitust ning iga uuritav ja uuritava vanem allkirjastas uuritava teadliku nõusolekuvormi (Lisa 2). Enne testimist määrati uuritavate kehapikkus (cm) seinale kinnitatud mõõdulindiga (täpsusega ± 1 mm) ning kehamass digitaalse kaaluga

(Tanita BC-601) (täpsusega $\pm 0,1$ kg). Saadud tulemuste põhjal arvutati KMI jagedes kehamassi (kg) kehapiikkuse ruuduga (m^2).

Enne lihasjõu ja lülisamba liikuvuse hindamist teostasid uuritavad kogu keha hõlmava 10 min soojenduse uuringu põhitäitja juhendamisel. Enne testimist teostasid uuritavad ühe proovikatse. Erinevate anatoomiliste regioonide testimiste vahel oli puhkus 5 - minutit.

Õlaliigese sise- ja välisrotaatorlihaste, põveliiigeste fleksor- ja ekstensorlihaste ning puusaliigese abduktorlihaste TILJ hindamiseks kasutati manuaalset dünamomeetrit *Nicolas MMT* (Lafayette instrument, model 01160), väärtused esitatud kilogrammides. Antud testimisviis on usaldusväärne TILJ hindamiseks (Cools et al., 2014; Holt et al., 2016). Martins ja kaasautorid (2017) kinnitasid, et manuaalse dünamomeeteriga hinnatud lihasjõud oli mõõdukas kuni tugevas korrelatsioonis isokineetilise dünamomeetriga põlve- ja puusaliigest ümbritsevate lihasrühmade tugevuse mõõtmiseks. Samuti kinnitavad Leggin ja kaasautorid (1996) *Nicolas MMT* seadme reabiilsust õlaliigest ümbritsevate lihaste jõu hindamiseks.

Lülisamba nimmepiirkonna ekstensioon suunalist liikuvust mõõdeti inklinomeetriga *AcumarTM Digital Inclinometer* (Laffayette Instrument Company, Model ACU002, USA), väärtused esitatud kraadides. Digitaalne inklinomeeter on usaldusväärne mitteinvasiivne hindamismeetod lülisamba nimmepiirkonna lordoosinurkade mõõtmiseks (Yousefi et al., 2022).

3.3 Õlaliigese rotaatormanseti lihaste jõu hindamine

Uuritaval paluti lamada selili teraapialaual. Uuritava testitav käsi oli õlaliigesest 45 kraadi abduktsioon- ning küünarliigesest 90 kraadi fleksioon asendis; liigesnurgad mõõdetud goniomeetriga (Andrews et al., 1996).

Õlaliigese rotatsiooni liigutust sooritavate lihaste TILJ hindamiseks asetati manuaalne dünamomeeter käsivarrele 2 cm küünarluu tikkejätkest proksimaalsele: õlaliigese SR TILJ hindamiseks asetati manuaalne dünamomeeter uuritava küünarvarre ventraalsele küljele, õlaliigese VR TILJ määramiseks asetati manuaalne dünamomeeter uuritava küünarvarre dorsaalsele küljele.

Õlaliigese SR TILJ määramiseks paluti uuritaval toetada maksimaalse jõuga õlaliigese SR suunaline liigutus surudes vastu manuaalse dünamomeetri andurit 2-3. sekundi jooksul.

Õlaliigese VR TILJ määramiseks paluti uuritaval teostada maksimaalse jõuga õlaliigese VR suunaline liigutus surudes vastu manuaalse dünamomeetri andurit maksimaalse jõuga 2-3. sekundi jooksul. Hindamist korraldati kolm korda 60-sekundilisega pausiga katsete vahel (Cools et al., 2016). Test sooritati bilateraalselt. Kõik katse tulemused fikseeriti ja arvutati kolme testi tulemuse keskmine.

3.4 Lülisamba nimmepiirkonna liikuvuse hindamine

Lülisamba nimmepiirkonna EXT liikuvuse hindamiseks paluti uuritaval mugavalt seista, ülajäsemed vabalt keha kõrval, alajäsemed üksteisest vaagnalaiuses harkseisus.

Inklinomeeter asetati uuritava lülisamba 12. torakaallülile suunaga allapoole, kaasseade asetati 1. sakraallülile ning näit nulliti. Antud asendist paluti uuritaval sooritada maksimaalne lülisamba EXT liigutus säilitades põlveliigese neutraalasend, eriti liigutuse lõpus. Hinnati lülisamba maksimaalne EXT liigutus, lõppasendis fikseeriti inklinomeetri näit. Mõõtmisi korraldati 3 korda ja arvutati kolme testi tulemuse keskmine.

3.5 Põlveliigete fleksor- ja ekstensorlihaste hindamine

Uuritaval paluti istuda toolil, põlve- ja puusaliigesed fleksioon asendis 90 kraadi nurga all; liigesnurgad mõõdetud goniomeetriga.

Põlveliigese FLEX TILJ hindamiseks asetati manuaalne dünamomeeter sääre dorsaalse poole distaalsele osale. Põlveliigese EXTENS TILJ hindamiseks asetati manuaalne dünamomeeter sääre ventraalse poole distaalsele osale (Martins et al., 2017).

Põlveliigese FLEX TILJ määramiseks paluti uuritaval teostada maksimaalse jõuga põlveliigese fleksioon liigutus surudes vastu manuaalse dünamomeetri andurit maksimaalse jõuga 2-3. sekundi jooksul (Franco et al., 2021). Põlveliigete EXTENS TILJ määramiseks paluti uuritaval teostada maksimaalse jõuga põlveliigese ekstensioon liigutus surudes vastu manuaalse dünamomeetri andurit maksimaalse jõuga 2-3. sekundi jooksul. Hindamist korraldati kolm korda 60-sekundilisega pausiga katsete vahel (Cools et al., 2016). Test teostati bilateraalselt. Kõik katse tulemused fikseeriti ja arvutati kolme testi tulemuse keskmine.

3.6 Puusaliigese abduktorlihaste hindamine

Uuritaval lamas teraapiaalaua külili. Mittetestitav alajäse asetati stabiilsuse tagamiseks puusaliigest fleksioon asendisse 45 kraadise nurga all ning põlveliiges fleksioon asendisse

90 kraadise nurga all (liigesnurgad mõõdetud goniomeetriga). Testitav alajäse oli 30 kraadi abduktsioon asendis ning teraapialauaga paralleelselt; liigesnurgad mõõdetud goniomeetriga.

Puusaliigese ABD TILJ hindamiseks asetati manuaalne dünamomeeter reie lateraalse poole distaalsele osale (Martins et al., 2017).

Puusaliigese ABD TILJ määramiseks paluti uuritaval teostada maksimaalse jõuga puusaliigese abduktsioon suunaline liigutus surudes vastu manuaalse dünamomeetri andurit maksimaalse jõuga 2-3. sekundi jooksul. Hindamist korrati kolm korda 60-sekundilisega pausiga katsete vahel (Cools et al., 2016). Test teostati bilateraalselt. Kõik katse tulemused fikseeriti ja arvutati kolme testi tulemuse keskmine.

3.7 Andmete statistiline analüüs

Andmete statistiline analüüs toimus programmis *Microsoft Excel*. Kogutud andmete põhjal arvutati aritmeetiline keskmine (\bar{X}) ja standardhälve ($\pm SD$). Kogutud andmete puhul kontrolliti normaaljaotust. Normaaljaotuse puhul kasutati tulemuste võrdlemisel *Student t*-testi ning mittenormaaljaotuse puhul kasutati tulemuste võrdlemisel *Mann-Whitney U*-testi. Korrelatsioonanalüüs arvuliste tunnuste vahel teostati *Pearson*'i korrelatsioonikordajat kasutades. Statistiliselt oluliseks nivooks määrati $p < 0,05$.

4. TULEMUSED

4.1 Õlaliigese rotaatormanseti lihaste jõud

Eesti noorkujundujate õlaliigese SR TILJ ja VR TILJ ning VR/SR näitajad on esitatud Tabelis 2.

Parema õlaliigese SR TILJ oli oluliselt ($p < 0,05$) suurem võrreldes parema õlaliigese VR TILJ-ga. Vasaku õlaliigese SR TILJ oli oluliselt ($p < 0,001$) suurem võrreldes vasaku õlaliigese VR TILJ-ga. Parema õlaliigese SR TILJ ja vasaku õlaliigese SR TILJ vahel olulist ($p > 0,05$) erinevust ei leitud. Parema õlaliigese VR TILJ oli oluliselt ($p < 0,01$) tugevam võrreldes vasaku õlaliigese VR TILJ-ga. Parema ja vasaku õlaliigese lihaste VR/SR suhte vahel olulist ($p > 0,05$) erinevust ei leitud.

Tabel 2. Eesti noorkujundujate ($n=32$) parema ja vasaku õlaliigese sise- ja välisrotatsiooni sooritavate lihaste maksimaalne tahteline isomeetriline lihasjõud kilogrammides ($\bar{X} \pm SD$).

	Parem ülajäse	Vasak ülajäse
Õlaliigese SR TILJ (kg)	$6,5 \pm 2,4$ *	$6,5 \pm 2,2$ **
Õlaliigese VR TILJ (kg)	$5,7 \pm 1,6$ #	$5,3 \pm 1,6$
Õlaliigese VR/SR suhe	$0,92 \pm 0,2$	$0,83 \pm 0,13$

SR TILJ – siserotatsiooni sooritavate lihaste tahteline isomeetriline lihasjõud;

VR TILJ – välisrotatsiooni sooritavate lihaste tahteline isomeetriline lihasjõud

* – oluline erinevus ($p < 0,05$) parema ülajäseme SR TILJ ja VR TILJ väärtuste vahel;

** – oluline erinevus ($p < 0,001$) vasaku ülajäseme SR TILJ ja VR TILJ väärtuste vahel;

– oluline erinevus ($p < 0,01$) parema ülajäseme VR TILJ ja vasaku ülajäseme VR TILJ väärtuste vahel.

4.2 Lülisamba nimmepiirkonna liikuvuse hindamine

Eesti noorkujundujate ($n=32$) lülisamba nimmepiirkonna ekstensioon suunaline liikuvus oli: $39,9 \pm 14,4$ kraadi ($\bar{X} \pm SD$).

4.3 Alajäsemete lihasjõu hindamine

Eesti noorkujundujate põlveliigeste FLEX TILJ ja EXTENS TILJ, puusaliigeste ABD TILJ ning põlveliigese H/Q näitajad on esitatud Tabelis 3.

Parema põlveliigese FLEX TILJ oli oluliselt väiksem ($p < 0,05$) võrreldes parema põlveliigese EXTENS TILJ-ga. Vasaku põlveliigese FLEX TILJ oli oluliselt väiksem ($p < 0,01$) võrreldes vasaku põlveliigese EXTENS TILJ-ga. Parema ja vasaku alajäseme lihaste H/Q suhte vahel olulist ($p > 0,05$) erinevust ei leitud. Parema puusaliigese ABD TILJ oli suurem ($p < 0,001$) võrreldes vasaku puusaliigese ABD TILJ-ga.

Tabel 3. Eesti noorkujundujate (n=32) parema ja vasaku alajäsemete maksimaalne tahteline isomeetriline lihasjõud kilogrammides ($\bar{X} \pm SD$).

	Parem alajäse	Vasak alajäse
Põlveliigese FLEX TILJ(kg)	7,4 ± 2,6 *	7,2 ± 2,9 **
Põlveliigese EXTENS TILJ (kg)	9,2 ± 1,8	9,2 ± 1,6
Põlveliigese H/Q suhe	0,8 ± 0,3	0,8 ± 0,3
Puusaliigese ABD TILJ (kg)	6,0 ± 2,2 ***	5,4 ± 2,1

FLEX TILJ – fleksorlihaste tahteline isomeetriline lihasjõud;

EXTENS TILJ – ekstensorlihaste tahteline isomeetriline lihasjõud;

H/Q suhe – *hamstrings to quadriceps ratio*;

ABD TILJ – abduktoerlihaste tahteline isomeetriline lihasjõud;

* – oluline erinevus ($p < 0,05$) parema alajäseme FLEX TILJ ja EXTENS TILJ väärtuste vahel;

** – oluline erinevus ($p < 0,01$) vasaku alajäseme FLEX TILJ ja EXTENS TILJ väärtuste vahel;

*** – oluline erinevus ($p < 0,001$) parema alajäseme ABD TILJ ja vasaku alajäseme ABD TILJ väärtuste vahel.

4.4 Korrelatiivsed seosed

Käesoleva magistr töö korrelatsioonanalüüs näitas mitmeid tulemuste vahelisi seoseid.

Järgnevalt on toodud käesoleva magistr töö autorile kõige enam huvi pakkunud seosed.

Antud magistr töö korrelatiivsed seosed on toodud LISAS 3.

Eesti noorkujundujate tulemuste korrelatsioonanalüüs näitas, et uuritavate vanus oli keskmises seoses uuritavate kehamassiga ($r=0,74$; $p < 0,01$) ja tugevas seoses uuritavate kehapikkusega ($r=0,80$; $p < 0,001$). Samuti esines nõrk seos uuritavate vanuse ja parema õlaliigese SR TILJ ($r=0,55$; $p < 0,05$), vasaku õlaliigese SR TILJ ($r=0,61$; $p < 0,05$) ning vasaku õlaliigese VR TILJ ($r=0,58$; $p < 0,05$) vahel.

Kehamass oli tugevas seoses kehapikkuse ($r=0,89$; $p < 0,001$), KMI ($r=0,83$; $p < 0,001$), vasaku õlaliigese SR TILJ ($r=0,80$; $p < 0,001$) ja vasaku õlaliigese VR TILJ-ga ($r=0,80$; $p < 0,001$). Lisaks, oli kehamass nõrgas seoses parema õlaliigese SR TILJ ($r=0,60$; $p < 0,05$), parema põlveliigese EXTENS TILJ ($r=0,61$; $p < 0,05$), lülisamba nimmepiirkonna EXT liikuvusega ($r=0,64$; $p < 0,05$), parema puusaliigese ABD TILJ ($r=0,64$; $p < 0,05$) ja vasaku puusaliigese ABD TILJ-ga ($r=0,64$; $p < 0,05$). Samuti leiti, et kehamass oli keskmises seoses parema õlaliigese VR-ga ($r=0,73$; $p < 0,01$).

Uuritavate kehapikkus oli keskmises seoses vasaku õlaliigese SR TILJ ($r=0,68$; $p < 0,01$) ja vasaku õlaliigese VR TILJ-ga ($r=0,73$; $p < 0,01$). Lisaks, oli kehapikkus nõrgas seoses parema õlaliigese VR TILJ ($r=0,61$; $p < 0,05$), parema põlveliigese FLEX TILJ ($r=0,57$; $p < 0,05$),

parema põlveliigese EXTENS TILJ ($r=0,56$; $p<0,05$), vasaku põlveliigese FLEX TILJ ($r=0,56$; $p<0,05$), lülisamba nimmepiirkonna EXT liikuvusega ($r=0,63$; $p<0,05$) ning parema ja vasaku puusaliigeste ABD TILJ-ga (vastavalt $r=0,63$; $p<0,05$ ja $r=0,63$; $p<0,05$).

Leiti, et KMI oli nõrgas seoses vasaku õlaliigese SR TILJ ($r=0,67$; $p<0,05$), parema õlaliigese VR TILJ ($r=0,67$; $p<0,05$) ja vasaku õlaliigese VR TILJ-ga ($r=0,63$; $p<0,05$).

Korrelatsioonanalüüs näitas, et parema õlaliigese SR TILJ oli tugevas seoses vasaku õlaliigese SR TILJ-ga ($r=0,86$; $p<0,001$). Parema õlaliigese SR TILJ oli keskmises seoses parema ja vasaku õlaliigese VR TILJ-ga (vastavalt $r=0,77$; $p<0,01$ ja $r=0,71$; $p<0,01$).

Vasaku õlaliigese SR TILJ oli tugevas seoses parema õlaliigese VR TILJ-ga ($r=0,88$; $p<0,001$) ja vasaku õlaliigese VR TILJ-ga ($r=0,84$; $p<0,01$).

Parema õlaliigese VR TILJ oli tugevas seoses vasaku õlaliigese VR TILJ-ga ($r=0,85$; $p<0,001$).

Korrelatsioonanalüüs näitas, et parema põlveliigese FLEX TILJ oli tugevas seoses vasaku põlveliigese FLEX TILJ-ga ($r=0,83$; $p<0,001$). Lisaks leiti, et parema põlveliigese FLEX TILJ oli nõrgas seoses parema põlveliigese EXTENS TILJ-ga ($r=0,59$; $p<0,05$). Parema põlveliigese FLEX TILJ oli keskmises seoses parema puusaliigese ABD TILJ ($r=0,74$; $p<0,01$) ja vasaku puusaliigese ABD TILJ-ga ($r=0,74$; $p<0,01$).

Leiti, et parema põlveliigese EXTENS TILJ oli tugevas seoses parema puusaliigese ABD TILJ ($r=0,89$; $p<0,001$) ja vasaku puusaliigese ABD TILJ-ga ($r=0,89$; $p<0,001$). Samuti, parema põlveliigese EXTENS TILJ oli nõrgas seoses vasaku põlveliigese FLEX TILJ-ga ($r=0,61$; $p<0,05$) ja keskmises seoses vasaku põlveliigese EXTENS TILJ-ga ($r=0,70$; $p<0,01$).

Vasaku põlveliigese FLEX TILJ oli tugevas seoses parema ja vasaku puusaliigese ABD TILJ-ga vastavalt ($r=0,86$; $p<0,001$ ja $r=0,86$; $p<0,001$).

Vasaku põlveliigese EXTENS TILJ oli keskmises seoses parema puusaliigese ABD TILJ ($r=0,72$; $p<0,01$) ja vasaku puusaliigese ABD TILJ-ga ($r=0,72$; $p<0,01$).

5. ARUTELU

Käesoleva magistritöö eesmärk oli analüüsida teaduskirjandust, et selgitada välja, millised on noorkujundujate ülekoormusvigastuste potentsiaalsed riskitegurid ja millistes kehapiirkondades esineb ülekoormusvigastusi sagedamini ning hinnata antud tegureid Eesti noorkujundujatel.

5.1 Ülekoormusvigastuste riskitegurid kujundujumises

Aastal 2015 avaldasid Jayanthi kaasautoritega uuringu, mille eesmärgiks oli kindlaks teha, kas spordialale spetsialiseerumine, nädalased treeningmahud ja treeningkoormuse kasvumäärad on seotud noorte sportlaste suurenenud ülekoormusvigastuste riskiga. Ülalmainitud uuringus võrreldi kahte gruppi: vigastatud sportlased ($n = 822$, 49,5% meessoost) ja vigastamata sportlased ($n = 368$, 55% meessoost) vanuses 7-18 aastat. Uuritavad täitsid küsimustiku, kus fikseerisid nädala lõikes osalemise organiseeritud spordis, kehalise kasvatus tunnis ja vabaaja mängimises veedetud tunnid, samuti sportliku eriala ja Tanneri etapi (seksuaalse küpsuse etapp). Määrati uuritavate kehapikkused ja -mass. Vigastuste üksikasjad saadi sportlase küsitlusest ja elektroonsest haigusloost. Uuringu tulemusena leiti, et vigastatud sportlased olid vanemad kui vigastamata sportlased ($14,1 \pm 2,1$ vs $12,9 \pm 2,6$ aastat; $p < 0,001$) ning veetsid nädalas rohkem tunde organiseeritud sporti tehes ($11,2 \pm 2,6$ vs $9,1 \pm 6,3$ h/nädalas; $p < 0,01$). Noorsportlased, kellel oli nädalas rohkem treeningtunde kui nende vanus aastates või kelle organiseeritud spordi ja vabaaja mängu suhe on $>2:1$ tundi nädalas oli suurenenud tõenäosus saada tõsine ülekoormusvigastus (Jayanthi et al., 2015).

Straccioloni ja kaasautorid (2014) avaldasid retrospektiivse uuringu, milles osales 2133 uuritavat vanuses 5-17 aastat ning autorid järeldasid, et lastel vanuses 13-17 aastat esines ülekoormusvigastusi oluliselt rohkem võrreldes 5-12 aastaste lastega (54,4%, vs. 49,2%, $p=0,032$). Samas uuritavate rühmas oli naissoost uuritavatel ülekoormusvigastuste esinemissagedus suurem kui meessoost uuritavatel (62,5% vs. 41,9%, $p<0,001$), kellel oli suurem tõenäosus traumaatilist tüüpi vigastuse tekkeks (Stracciolini et al., 2014).

Eestis toimub kujundujumises spetsialiseerumine 6. eluaastal ning võistlusspordiga alustatakse 8-9 aasta vanuses kategoorias „12 ja nooremad“. Käesolevasse uurimistöösse olid kaasatud noored kujundujad vanuses $10,9 \pm 1,8$ eluaastat, kelle treeningkoormus oli kuni 12 tundi nädalas, mis viitab suurenenud ülekoormusvigastuse tekke riskile. Uuringus osalenud kujundujatel oli treening tunde suures osas rohkem kui nende vanus aastates ning selles

vanuses ei ole noored veel murdeikka jõudnud. Eestis tegelevad kujundujumiseiga naissoost sportlased, mis suurendab potentsiaalsete vigastuste tekke riski Eesti noorkujundujutel.

Kokkuvõtvalt võib öelda, et kujundujumise spordialal on ülekoormusvigastuste riskiteguriteks varajane spordialale spetsialiseerumine, suurem treeningtundide arv noorkujundujutel võrreldes vanusega ja naissugu. Kuna antud tegureid on raske muuta, tuleb nendega arvestada noorsportlaste treeningprotsessi planeerimisel eesmärgiga vähendada ülekoormusvigastuste tekkimise riske.

Tuginedes kirjanduse ülevaatele selgus, et kujundujumises on ülekoormusvigastuste piirkondadeks õla-, põlveliigesed ning lülisamba nimmepiirkond. Teaduskirjanduse analüüsi põhjal uuriti antud magistritöö käigus Eesti noorkujundujutel eelmainitud piirkondi. Järgnevalt arutletakse käesolevas uuringus saadud tulemuste üle.

5.2 Õlaliigese rotaatormanseti lihaste jõud

Käesoleva magistritöö üheks ülesandeks oli hinnata Eesti noorkujundujate õlaliigese SR- ja VR TILJ bilateraalselt ja arvutada antud jõudude suhe eesmärgiga tuvastada, kas Eesti noorkujundujad kuuluvad õlaliigese ülekoormusvigastuste riskirühma.

Aguado-Henche ja kaasautorid (2018) määrasid eliit-taseme naissoost kujundujate õlaliigese rotaatormanseti lihaste isokineetilist jõudu (Nm). Uuringus osales 26 kujundujat vanuses 12-14 eluaastat ning nende treening koormus oli 36 h nädalas. Uuringu tulemusena selgus, et õlaliigese SR liigutust sooritavate lihaste kontsentiline jõud oli oluliselt ($p < 0,05$) suurem kui õlaliigese VR liigutust sooritavate lihaste jõud bilateraalselt: domineeriva õlaliigese SR liigutust sooritavate lihaste kontsentiline jõud oli 39,2% võrra suurem võrrelduna domineeriva õlaliigese VR liigutust sooritavate lihaste kontsentrilise jõuga ning mittedomineeriva õlaliigese SR liigutust sooritavate lihaste kontsentiline jõud oli 48,3% võrra suurem võrrelduna mittedomineeriva õlaliigese VR liigutust sooritavate lihaste kontsentrilise jõuga. Autorid oletasid, et antud erinevus õlaliigese VR- ja SR liigutust sooritavate lihaste kontsentrilise jõu vahel võib olla õlaliigese piirkonna vigastuste tekke põhjuseks (Aguado-Henche et al., 2018). Käesoleva uuringu tulemused sarnanevad ülalmainitud uuringu tulemustega ehk õlaliigeste SR TILJ oli uuritavatel suurem võrrelduna õlaliigeste VR TILJ bilateraalselt. Samuti selgus antud uuringu tulemustest, et parema õlaliigese SR TILJ oli 14% suurem võrrelduna parema õlaliigese VR TILJ -ga ning vasaku õlaliigese SR TILJ oli 22,6% suurem võrrelduna vasaku õlaliigese VR TILJ-ga. Asjaolu, et käesoleva magistritöö tulemused on väiksemad võrrelduna Aguado-Henche ja kaasautorite (2018) uuringu tulemustega võib olla seotud käesoleva magistritöö uuritavate väiksema vanuse ja treeningstaažiga. Eesti noorkujundujate õlaliigeste

SR TILJ ja VR TILJ erinevused võivad olla üheks potentsiaalseks õlaliigese ülekoormusvigastuse riskiteguriks.

Käesoleva magistritöö korrelatsioonanalüüs näitas positiivset seost parema ja vasaku õlaliigese SR TILJ vahel ning positiivset seost mõlema õlaliigese SR TILJ vastava õlaliigese VR TILJ näitajate vahel, mis viitab õlaliigeste rotaatormanseti lihaste sarnasele arengule. Kuid, arvestades Eesti noorkujundujate õlaliigese SR TILJ ja VR TILJ jõudude erinevust, tuleb antud magistritöö autori arvates õlaliigeste rotaatormanseti lihaste jõudude erinevust vähendada treeningprogrammiga, mis on suunatud õlaliigese SR- ja VR TILJ võrdsele lihasjõu arendamisele.

Aguado-Henche ja kaasautorite (2018) poolt avaldatud uuringu tulemuseks oli õlaliigese VR/SR jõudude suhe $> 0,66$ sarnaselt käesoleva uuringu tulemustega ning antud tulemused ei viita suurenenud ülekoormusvigastuse riskitegurile noorkujundujatel.

Kujundujate kõige esimene treeningetapp on ujumise õppimine ning kujundujumisele spetsialiseerumisel üheks tähtsamaks kriteeriumiks on sportliku ujumise oskus. Ujumist kasutatakse treeningkomponendina vees soojenduseks enne treeningu põhiosa ning vastupidavuse arendamiseks. Kuna kujundujumine hõlmab endas treeningkomponendina suures osas ujumist igal treeningul on asjakohane võrrelda käesoleva uuringu tulemusi ujujate õlaliigest kirjeldavate uuringutega.

Teaduskirjanduses on rõhutatud ujujate õlaliigese SR ja VR lihaste vahelist düsbalanssi ning on välja toodud, et võistlevatel ujujatel on tugeva õlaliigese SR jõu tõttu madalam õlaliigese VR/SR suhe (Struyf et al., 2017). Drigny ja kaasautorid (2020) viisid läbi uuringu eesmärgiga hinnata õlaliigese rotaatormanseti lihaste eksentrilist ja kontsentrilist jõudu ning selle seost vigastustega eliitnoorujatel. Ülalmainitud uuringu tulemustest selgus, et õlaliigese VR/SR jõudude suhe oli $< 0,66$ eksentrilise ja konsentrilise jõude puhul. Antud tulemus ei sarnane käesoleva magistritöö tulemusega. Selle põhjuseks võib olla uuringutes kasutatavate mõõtmismeetodite erinevus ja spordialade spetsiifika erinevus, mis on käesoleva magistritöö autori arvates rohkem tõenäolisem. Üks teguritest, mis võib põhjustada Eesti noorkujundujate õlaliigese VR/SR suhet $> 0,66$ on noorkujundujate treeningutel kasutatavad preventiivsed meetodid ehk treeningmeetodid, mis on suunatud õlaliigese SR ja VR lihasjõude tasakaalustamisele.

Drigny ja kaasautorite (2020) uuringu tulemustest selgus positiivne korrelatiivne seos õlaliigese SR ja VR konsentrilise ja eksentrilise jõudude, vanuse ning treeningstaaži vahel. Sarnast tulemus näitas käesoleva magistritöö korrelatsioonanalüüs. Samuti näitas käesoleva magistritöö korrelatsioonanalüüs positiivset seost kehamassi, kehapikkuse ja KMI näitajate ning õlaliigese

rotaatormanseti lihasjõu vahel, mis viitab sellele, et õlaliigese rotaatormanseti lihaste jõud suureneb sportlase kasvamise vältel ning ilma vastava treeningprogrammita võib õlaliigese rotaatormanseti lihaste jõudude erinevus vanusega suurenedada. Kujundujumisega tegelevad spetsialistid peavad sellega arvestama planeerides treeninguid ja sportlaste arengut pikaajalises perspektiivis.

Manske ja kaasautorid (2015) viisid läbi uuringu eesmärgiga teha kindlaks, kas õlaliigest ümbritsevate lihaste jõutreeningu programm saalis parandab võistlevatel noortel ujujatel õlaliigest ümbritsevate lihaste jõudu ja vähendab õlaliigese valu. Uuringus võrreldi 14. aastaseid noori eksperimentaal (n=10) ja kontroll (n=11) rühmas. Õlaliigest ümbritsevate lihaste jõutreeningu programm saalis kestis 12 nädalat. Uuringu eksperimentaal rühm sooritas õlaliigest ümbritsevate lihaste jõudu arendavaid harjutusi kummilindiga enne ujumistreeningut 2-3 korda nädalas, 2 seeriat 15 kordust, kontrollrühm harjutusi ei teinud. Uuringu lõpus selgus, et õlaliigest ümbritsevate lihaste jõud paranes eksperimentaal- ja kontroll rühmas, aga õlaliigese VR jõud paranes ainult eksperimentaal rühmas (Manske et al., 2015). Tuginedes ülaltoodud uuringule, võib väita, et ujujate õlaliigese VR liigutust sooritavaid lihaseid arendav jõutreening 2-3 korda nädalas võib olla kasulik ennetav meetod, mis aitab vähendada õlaliigese ülekoormusvigastuste tekke riski, mis on tingitud õlaliigese SR ja VR jõudude erinevusest.

Kujundujumises on tugisõue üks peamistest kätetehnikatest ning see nõuab tugevat õlaliigese VR lihaste jõudu. Eesti Veespordialade Kooli treeningprograam hõlmab regulaarset õlaliigest ümbritsevate lihaste jõutreeningut kummilindiga ning suurt tähelepanu pööratakse õlaliigese VR lihaste treenimisele. Regulaarne õlaliigese VR lihaste treening on suure tõenäosusega Eesti noorkujundujate õlaliigese VR/SR optimaalse suhte põhjuseks.

Kokkuvõtteks võib väita, et õlaliigese rotaatormanseti lihaste VR/SR suhe ja õlaliigese VR - ning SR TILJ erinevus on kujundujate õlaliigese ülekoormusvigastuste tekke potentsiaalseteks riskiteguriks. Käesoleva uuringu tulemustele põhinedes on Eesti noorkujundujate õlaliigese SR ja VR lihased düsbalansis, kuid antud lihaste VR/SR suhe on optimaalne. Vaatamata sellele, et õlaliigese VR/SR suhte põhjal ei kuulu Eesti noorkujundujad õlaliigese ülekoormusvigastuste riskirühma on lihasjõudude erinevus oluline ning kujundujumisega tegelevate spetsialistide jaoks ilmselt kõnekam kui antud lihasjõudude suhe. Lisaks tuleb treeningprogrammi koostamisel arvesta, et noorsportlaste vanuse ja treeningstaažiga võivad õlaliigese SR- ja VR jõudude erinevus suurenedada ja VR/SR suhe väheneda. Seega on käesoleva magistr töö autori arvates asjakohane rakendada kujundujumise treeningutel õlaliigese SR ja VR jõudude erinevuse ja VR/SR suhte parendamiseks

preventiivseid meetodeid, milleks on õlaliigest ümbritsevate lihaste regulaarne ja kompleksne jõutreening.

5.3 Lülisamba nimmepiirkonna liikuvuse hindamine

Käesoleva magistritöö käigus hinnati Eesti noorkujundujate lülisamba nimmepiirkonna EXT liikuvust inklinomeetriga.

Antud magistritöö autori parima teadmise järgi ei ole varasemalt kujundujate lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuste riskitegureid uuritud. Kuna kujundujumine kuulub esteetiliste spordialade hulka, kus lülisamba nimmepiirkonna ulatuslik ja korduv EXT liigutus on tähtsal kohal, on asjakohane võrrelda käesoleva magistritöö tulemusi uuringutega, mis kirjeldavad lülisamba nimmepiirkonna vigastusi esteetiliste spordialade kontekstis.

Zetaruk ja kaasautorid (2006) viisid läbi üheaastase retrospektiivse uuringu eesmärgiga tuvastada iluvõimlejate vigastuste riskifaktoreid ja anda soovitusi vigastuste tekke riski vähendamiseks. Uuringus osales 20 uuritavat keskmise vanusega 17,1 aastat, treeningstaažiga keskmiselt 6,5 aastat. Uuringu tulemustest selgus, et 80% uuritavatel esinesid alaseljavalu kaebused (Zetaruk et al., 2006). Cugusi ja kaasautorite (2020) poolt avaldatud meta-analüüs, mille raames hinnati 284 võimlejat kinnitab, et iluvõimlejate seas on lülisamba nimmepiirkonna piirkonna probleemid sagedased ning on leitud seos lülisamba nimmepiirkonna valu ja äärmusliku liikuvuse vahel, kuid võimlejate lülisamba painduvust kirjeldavate uuringute vähesuse tõttu ei saanud seda potentsiaalset riskitegurit antud ülevaates kontrollida (Cugusi et al., 2020).

Kondratek ja kaasautorid (2007) avaldasid uuringu, mille eesmärgiks oli kehtestada 5.-11. aastaste laste lülisamba nimmepiirkonna aktiivse liikuvuse normväärtused kraadides. Uuringust võttis osa 225 normaalselt arenevat last (116 naissoost, 109 meessoost). Tulemused esitati vanuse ja soo järgi (kraadid \pm SD). Naissoost isikute lülisamba nimmepiirkonna EXT liikuvuse normväärtused: 7. aastastel $25,3 \pm 4,5$ kraadi; 9. aastastel $14,9 \pm 5,5$ kraadi; 11. aastastel $15,0 \pm 6,1$ kraadi (Kondratek et al., 2007).

Käesolevas magistritöös hinnati lülisamba nimmepiirkonna EXT liikuvust tütarlastel vanuses $10,9 \pm 1,8$ aastat ning tulemuseks saadi $39,9 \pm 14,4$ kraadi. Antud tulemus ületab ülalmainitud normväärtusi samas vanuserühmas 166% võrra, mis viitab sellele, et Eesti noorkujundujate lülisamba nimmepiirkonna liikuvusulatus on äärmuslik ning koos kiirete ja korduvate liigutustega treeningul ja võistlustel võib olla lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuste põhjuseks.

Kuna lülisamba nimmepiirkonna EXT liikuvus on kujundujumises väga tähtis, ei saa seda osa treeningust välistada ning ülekoormusvigastuse vähendamiseks tuleb vältida treeningvigu. Treeningvigade hulka kuuluvad: liigsed liigutuste kordused, plahvatusliku iseloomuga kiired liigutused, lülisamba hüperekstensioon liigutus pöörleva komponendiga, liigne lülisamba hüperekstensioon asend, halb kehatüve stabiilsus, ebapiisav paindumus ja enneaegne üleminek raskemate elementide treenimisele (Mountjoy, 2009). Samuti, lülisamba venitamine peaks toimuma ettevaatlikult ja järk-järgult (Sands et al., 2016). Lisaks on vigastuste riski alandamisel tähtis treeneri hea juhendamisoskus ja tõsine tähelepanu elementide sooritamise tehnikale ja detailidele (Sands et al., 2016). Samuti, tuleb jälgida, et treeningprogrammis oleksid lihasjõudu arendavad harjutused, kehatüvelihaste dünaamilised jõuharjutused, puusaliigeste fleksorlihaste ja hamstringrupi lihasjõudu arendavad harjutused (Lawrence et al., 2016). Jälgides antud soovitusi võib lülisamba ulatuslik hüperekstensioon liikuvus olla sportlase jaoks ohutu (Sands et al., 2016).

Käesoleva magistritöö autori arvates on Eesti noorkujundujatel peamiseks riskiteguriks äärmusliku lülisamba nimmepiirkonna liikuvuse foonil korduvad plahvatuslikud lülisamba hüperekstensioon liigutused saali ja vee treeningutel ning ebapiisav kehatüve stabiilsus. Eesti Veespordialade Koolis arendatakse kujundujate lülisamba painduvust valuvabalt ning ülekoormusvigastuste preventiivseks meetodiks kasutatakse lülisamba nimmepiirkonna lõõgastavaid harjutusi hüperekstensioon liikuvuse elementide harjutamise vahel ja treeningu lõpus.

Tuginedes eelöeldule võib väita, et Eesti noorkujundujate lülisamba nimmepiirkonna EXT suunaline liikuvusulatus on äärmuslik ning arvestades kujundujumise spetsiifikat selle kiirete ja korduvate lülisamba nimmepiirkonna EXT liigutustega on see üheks võimalikest lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuse tekke teguritest. Kuigi kujundujate lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuse tekke põhjusi on vaja täiendavalt uurida lähtudes mitte ainult lülisamba nimmepiirkonna EXT liikuvuse kontekstist, annab käesoleva magistritöö hea aluse treeningprogrammi korrigeerimiseks vastavalt noorkujundujate lülisamba nimmepiirkonna painduvusele.

5.4 Põlveliigeste fleksor- ja ekstensorlihaste jõud, puusaliigeste abduktorlihaste jõud

Käesolevas magistritöös hinnati kujundujate põlveliigese FLEX- ja EXTENS TILJ bilateraalselt ja arvutati H/Q suhe, samuti hinnati puusaliigeste ABD TILJ eesmärgiga tuvastada Eesti kujundujate põlveliigeste ülekoormusvigastuste riskitegurid.

Aastal 2012 avaldasid Lankhorst ja kaasautorid PFPS riskitegurite kohta süstemaatilise ülevaate, milles tuvastasid selge seose madala põlveliigese ekstensorlihaste jõu ja sellele järgneva PFPS riski vahel, sõltumata isomeetrisest või isokineetilisest hindamismeetodist (Lankhorst et al., 2012).

Käesoleva uuringu tulemustest selgus, et parema põlveliigese FLEX TILJ oli 19,57% väiksem kui parema põlveliigese EXTENS TILJ ning vasaku põlveliigese FLEX TILJ oli 21,74% väiksem kui vasaku põlveliigese EXTENS TILJ, ehk põlveliigete FLEX lihased olid nõrgemad võrrelduna põlveliigete EXTENS lihastest bilateraalselt. Antud uurimistöös saadi võrdne H/Q suhe ($0,8 \pm 0,3$) bilateraalselt, kusjuures antud tulemus ületab kirjanduses toodud optimaalset H/Q suhet 0,6 väärtust 33,3% võrra, mis viitab põlveliigese ülekoormusvigastuse riskifaktori puudumisele. Asjaolu, et H/Q suhe oli uuritavate alajäsemetel võrdne viitab alajäseme lihasjõu sümmeetrilisusele, mis on oluline kujundujumise võistlusedukuse ja vigastuste ennetamise kontekstis. Samuti, Eesti noorkujundujate põlveliigeseid ümbritsevate lihasjõudude sümmeetrilisusele viitavad käesoleva magistr töö korrelatsioonanalüüsi tulemused, mis näitasid, et parema põlveliigese FLEX - ja EXTENS TILJ oli positiivses seoses vasaku põlveliigese FLEX - ja EXTENS TILJ-ga.

Käesoleva magistr töö autori parima teadmise järgi ei ole varasemalt uuritud noorkujundujate isomeetrisest lihasjõudu ja selle seoseid põlveliigete ülekoormusvigastustega. Kuna põlveliigese ülekoormusvigastuste riskitegurite hulka kuuluvad naissugu, sporditegevuses osalemine rohkem kui kaks korda nädalas ja võimlemine (Junge et al., 2016), võrreldakse antud magistr töö tulemusi teiste sarnaste uuringutega teiste esteetiliste spordialade kontekstis.

Võimlemise treeningmetoodika keskendub enam liigesliikuvusele ja vähem liigeste stabiilsuse arendamisele, mis võib põhjustada hilisemaid põlveliigese vigastusi (Katona & Polakovits, 2018). Kujundujad nagu ka võimlejad sooritavad alajäsemete venitusi oma igapäevastes treeningprogrammides kõrgete tulemuste saavutamise ja painduvuse parandamise eesmärgil (Lima et al., 2018). Alajäsemete pikaajaline venitamine (üle 60 sekundi lihasrühma kohta) suurendab põlveliigete painduvust ja võib vähendada H/Q suhet, mis on põlveliigese vigastuse potentsiaalseks riskiteguriks (Lima et al., 2018).

Põhjus, miks käesoleva magistr töö tulemustes H/Q suhe ületas teaduskirjanduses toodud 0,6 väärtust võib seisneda adekvaatses treeningprogrammis, mis arendab põlveliigete FLEX- ja EXTENS lihaste jõudu võrdselt ning pideva põlveliigese FLEX lihaste jõu arendamisega vees läbi EBK löögi treenimise. Seda, et Eesti Veespordialade Kooli treeningprogramm koosneb põlveliigete FLEX- ja EXTENS lihasjõu sarnasest arendamisest kinnitab korrelatsioonanalüüs, mis näitas, et parema põlveliigese FLEX TILJ oli positiivses

seoses parema põlveliigese EXTENS TILJ ning vasaku põlveliigese FLEX TILJ oli positiivses seoses vasaku põlveliigese EXTENS TILJ-ga. Asjaolu, miks Eesti noorkujundujate põlveliigete FLEX lihased on nõrgemad põlveliigete EXTENS lihastest bilateralselt, võib käesoleva magistritöö autori arvates seostada alajäsemete venitamisprogrammiga, mis on suunatud suure osas põlveliigete FLEX lihaste elastsuse suurendamisele.

Venitusharjutuste sooritamine on oluline kujundujumise treeningprotsessi osa ning seda vältida ei saa. Lima ja kaasautorid (2018) pakuvad välja, et alajäsemete venitamine alla 90 sek võib olla tõhus vahend painduvuse suurendamiseks vältides samal ajal alajäsemete lihaste düsbalanssi ja kahjustusi. Kuna alajäsemete ja põlveliigete painduvus on üheks kujundujumise treeningu eesmärkidest parimate võistlustulemuste saavutamisel on tähtis rakendada treeningul põlveliigese ülekoormusvigastuste s.h. PFPS sündroomi preventiivseid meetodeid ehk arendada põlveliigete FLEX- ja EXTENS lihaseid võrdselt, jälgida antud lihaste omavahelist tasakaalu, lisada treeningusse põlveliigeseid stabiliseerivaid harjutusi ja sooritada alajäsemete venitusi ohutult. Lisaks, arvestades, et kujundujumise veetreeningutel harjutatakse EBK jalgade lööki, mis ilma piisava põlveliigese stabiilsuseta on potentsiaalne ülekoormusvigastuste tekke riskitegur, on käesoleva magistritöö autori arvates põlveliigete stabiliseerivad harjutused väga olulised noorkujundujate ülekoormusvigastuste ennetamiseks.

Kuna kujundujumine kuulub esteetiliste spordialade hulka ning kujundujumise treeningprogramm hõlmab balleti koreograafia komponente, võrreldakse edasi käesoleva magistritöö puusaliigese ABD jõu tulemusi balletitantsijate tulemustega.

Bennell ja kaasautorid (1999) võrdlesid 77. balletitantsija ja 49. kontrollgruppi tütarlapse alajäsemete isomeetrilise lihasjõu näitajaid, mida mõõdeti manuaalse testriga, sarnaselt käesoleva magistritööga. Balletitantsijate vanus oli $9,6 \pm 0,8$ eluaastat ja KMI $16,3 \pm 2,1$ kg/m², mis on väga lähedane käesoleva magistritöö tulemusega (KMI $16,7 \pm 2,1$ kg/m²). Antud uuringu tulemustest selgus, et balletitantsijate puusaliigese ABD jõud oli $4,5 \pm 1,5$ kg, mis oli 13,5% võrra väiksem võrrelduna antud uuringu kontroll gruppiga (Bennell et al., 1999). Ülalmainitud uuringu balletitantsijate puusaliigese ABD jõud oli võrrelduna käesoleva magistritöö kujundujate parema puusaliigese ABD jõuga 25% võrra väiksem ja võrrelduna vasaku puusaliigese ABD jõuga 16,6% võrra väiksem. Samuti, ületasid käesoleva magistritöö tulemused Bennell ja kaasautorite (1999) poolt avaldatud uuringu tulemusi kontrollrühma puhul.

Käesoleva magistritöö autori arvates võivad antud erinevused olla põhjustatud uuritavate vanuse erinevusest, kuna käesoleva magistritöös osalesid tütarlapsed, kes olid ülalmainitud uuringu lastest ca 2 aastat vanemad. Vaatamata sellele, et kujundujumine on esteetiline

spordiala, nõuab antud spordiala tugevamat alajäsemete lihasjõudu võrreldes teiste esteetiliste spordialadega ning see võib olla põhjuseks, miks kujundujate puusaliigese ABD jõu näitajad olid suuremad võrrelduna balletitantsijate ja 10. aastaste spordiga mittetegelevate tütarlastega. Käesolevas magistritöös leiti, et põlveliigese FLEX- ja EXTENS jõu näitajad olid bilateraalselt positiivses korrelatiivses seoses parema ja vasaku puusaliigese ABD jõuga, mis viitab sellele, et Eesti veesportlase Koolis arendatakse alajäsemete põlveliigest ümbritsevate lihaste jõudu paralleelselt puusaliigese ABD jõuga. Lisaks leiti positiivne seos kehamassi, kehapikkuse ja mõlema puusaliigese ABD TILJ vahel, mis viitab sellele, et mida suurem on laps, seda suurem on tema lihasjõud ning seda kinnitab asjaolu, et kehamass ja kehapikkus olid positiivses seoses üla- ja alajäsemete lihasjõu näitajatega. Antud teguritega tuleb arvestada treeningute planeerimisel pikaajaliseks perspektiiviks, kuna ilma vastava treeningprogrammita võib põlve- ja puusaliigeseid ümbritsevate lihaste jõudude düsbalanss vanusega suurenedada. Käesoleva magistritöö autor arvab, et põlveliigese FLEX- ja EXTENS- ning puusaliigese ABD lihaseid arendav jõutreening peab olema regulaarne, kompleksne, kaasama mõlemad kehapooled ning progresseeruma vastavalt noorsportlaste vanusele ja kasvule eesmärgiga vähendada põlveliigese ülekoormusvigastuste tekke riskitegureid.

Kokkuvõttes võib öelda, et noorkujundujate põlveliigese ülekoormusvigastuste riskitegurite hulka kuuluvad põlveliigese FLEX- ja EXTENS jõudude düsbalanss, madal H/Q suhe ning madal puusaliigese ABD jõud. Selle kõige tõenäolisemaks põhjuseks võivad olla regulaarsed ja pikaajalised alajäsemete venitused, ebapiisavad põlveliigese FLEX- ja puusaliigese ABD lihaste arendav jõutreening ning põlveliigese ebastabiilsus. Tuginedes käesoleva magistritöö tulemustele on Eesti noorkujundujatel põlveliigese FLEX- ja EXTENS lihased düsbalansis, kuid H/Q suhe on optimaalne. Samuti on Eesti noorkujundujate puusaliigese ABD jõud optimaalsem kui võrrelda teaduskirjandusest leitud tulemustega.

Antud magistritöö teaduskirjanduse analüüs annab teadmisi võimalikest kujundujate õla- ja põlveliigese ning lülisamba nimmepiirkonna vigastuste riski faktoritest ja nende ennetamise põhimõtetest. Omandatud teadmine aitab edaspidi arendada kujundujumise spordiala Eestis põhinedes teaduskirjandusele ja vähendades seeläbi noorkujundujate ülekoormusvigastusi. Samuti, annab käesolev töö hea aluse edaspidiseks Eesti noorkujundujate õla- ja põlveliigese ning lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuste uurimiseks.

5.5 Uuringu tugevused ja limitatsioonid

Antud magistritöö peamiseks tugevuseks peab autor asjaolu, et käesoleva ajani pole Eestis sarnasel teemal uurimistöid tehtud. Lisaks, tugineb antud magistritöö teaduskirjanduse analüüsil ning uuringuks valitud kehapiirkonnad on valitud analüüsi tulemuste põhjal.

Teaduskirjanduse analüüsi põhjal tuli antud magistritöö autor järeldusele, et kujundujumist kirjeldavate uuringute arv on tagasihoidlik ning noorsportlaste ülekoormusvigastuste kohta pole tehtud piisavalt uuringuid.

Kuna kujundujumine on Eestis uus ja arenev spordiala ning antud eriala võistlussportlaste arv ja nende treeningstaaž pole täna suur, on käesolevas magistritöös väike uuritavate arv, mis ei võimaldanud põhjalikumat ülekoormusvigastuste uuringut Eesti kujundujate seas.

Käesoleva magistritöö puuduseks võib pidada asjaolu, et uuringus rakendatati hindamismeetodina manuaalset isomeetrilist lihasjõu testimist, mis erineb enamuse teadusallikates kirjeldatud isokineetilisest meetodist. Samas, magistritöös kasutatud hindamismeetodid võimaldavad teostada sportlaste hindamist treeningkeskkonnas ehk ei ole vaja spetsiaalseid laboritingimusi, mis lihtsustab edaspidiseid uuringuid antud teemal ning annab häid võimalusi kujundujumisega tegelevatele spetsialistidele, seal hulgas treeneritele ja füsioterapeutidele, sel teemal uuringute jätkamiseks ja arendamiseks.

6. JÄRELDUSED

Käesoleva magistritöö tulemuste põhjal võib teha alljärgnevad järeldused:

1. Kujundujate levinumateks anatoomilisteks ülekoormusvigastuste piirkondadeks on õlaliiges, lülisamba nimmepiirkond ja põlveliiges.
2. Teaduskirjanduse põhjal selgusid kujundujate ülekoormusvigastuste potentsiaalsed riskitegurid:
 - varajane spordialale spetsialiseerumine;
 - suurem treeningtundide arv noorkujundujate vanusega võrreldes;
 - üheks potentsiaalseks vigastuse tekke riskifaktoriks on naissugu.
3. Hinnates Eesti noorkujundujate ülekoormusvigastuste tekke riskifaktoreid kolmes anatoomilises piirkonnas selgus, et:
 - õlaliigete sise- ja välisrotatsiooni sooritavate lihaste vahel esineb düsbalanss, kusjuures õlaliigese sise- ja välisrotatsiooni sooritavate lihaste vaheline jõudude suhe on optimaalne;
 - lülisamba nimmepiirkonna liikuvusulatus ületab teaduskirjanduses toodud normväärtusi;
 - põlveliigete fleksioon ja ekstensioon suunalist liigutust sooritavate lihaste vahel esineb düsbalanss, kusjuures põlveliigete fleksioon ja ekstensioon suunalist liigutust sooritavate lihaste vaheline jõudude suhe on optimaalne. Puusaliigese abduktsioon suunalist liigutust sooritavate lihaste jõud ei viita põlveliigete ülekoormusvigastuste tekke riskile;
 - kogu valimi noorkujundujate vanus, kehamass ja kehapikkus on positiivses seoses õlaliigete sise- ja välisrotaatorlihaste lihaste jõuga.

Antud magistritöös püstitatud hüpotees „Eesti noorkujundujatel esineb õla- ja põlveliigete ning lülisamba nimmepiirkonna ülekoormusvigastuste tekke riske“ leidis osaliselt kinnitust.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Agopyan, A. (2021). An analysis of movements with or without back bend of the trunk or large hip extension in 1st Juniors' Rhythmic Gymnastics World Championship-2019. Is there injury risk for gymnasts? *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 21(1), 108–125. <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1850038>
2. Aguado-Henche, S., Slocker de Arce, A., Carrascosa-Sánchez, J., Bosch-Martín, A., & Cristóbal-Aguado, S. (2018). Isokinetic assessment of shoulder complex strength in adolescent elite synchronized swimmers. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 22(4), 968–971. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2018.01.018>
3. Andrews, A. W., Thomas, M. W., & Bohannon, R. W. (1996). Normative Values for Isometric Muscle Force Measurements Obtained With Hand-held Dynamometers. *Physical Therapy*, 76(3), 248–259. <https://doi.org/10.1093/ptj/76.3.248>
4. Batalha, N. M., Raimundo, A. M., Tomas-Carus, P., Marques, M. A. C., & Silva, A. J. (2014). Does an In-Season Detraining Period Affect the Shoulder Rotator Cuff Strength and Balance of Young Swimmers? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 2054–2062. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000351>
5. Bennell, K., Khan, K. M., Matthews, B., Gruyter, M. D., Cook, E. et al. (1999). Hip and ankle range of motion and hip muscle strength in young female ballet dancers and controls. *British Journal of Sports Medicine*, 33(5), 340–346. <https://doi.org/10.1136/bjism.33.5.340>
6. Berckmans, K., Maenhout, A. G., Matthijs, L., Pieters, L., Castelein, B., & Cools, A. M. (2017). The isokinetic rotator cuff strength ratios in overhead athletes: Assessment and exercise effect. *Physical Therapy in Sport*, 27, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2017.03.001>
7. Brenner, J. S., & Fitness, C. on S. M. A. (2016). Sports Specialization and Intensive Training in Young Athletes. *Pediatrics*, 138(3). <https://doi.org/10.1542/peds.2016-2148>
8. Cools, A. M., De Wilde, L., Van Tongel, A., Ceysens, C., Ryckewaert, R., & Cambier, D. C. (2014). Measuring shoulder external and internal rotation strength and range of motion: Comprehensive intra-rater and inter-rater reliability study of several testing protocols. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 23(10), 1454–1461. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.01.006>
9. Cools, A. M. J., Vanderstukken, F., Vereecken, F., Duprez, M., Heyman, K., Goethals, N., & Johansson, F. (2016). Eccentric and isometric shoulder rotator cuff strength testing using a hand-held dynamometer: Reference values for overhead athletes. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(12), 3838–3847. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3755-9>
10. Coombs, R., & Garbutt, G. (2002). Developments in the Use of the Hamstring/Quadriceps Ratio for the Assessment of Muscle Balance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 1(3), 56–62.
11. Cugusi, L., Manca, A., Sarritzu, S., Bergamin, M., Gobbo, S. et al. (2020). Risk factors associated with low back pain in competitive female gymnasts: A meta-analytic approach. *Journal of Sports Sciences*, 38(22), 2543–2552. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1793644>

12. d'Hemecourt, P. A., & Luke, A. (2012). Sport-Specific Biomechanics of Spinal Injuries in Aesthetic Athletes (Dancers, Gymnasts, and Figure Skaters). *Clinics in Sports Medicine*, 31(3), 397–408. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2012.03.010>
13. DiFiori, J. P. (2010). Evaluation of Overuse Injuries in Children and Adolescents. *Current Sports Medicine Reports*, 9(6), 372–378. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181fdb558>
14. DiFiori, J. P., Benjamin, H. J., Brenner, J. S., Gregory, A., Jayanthi, N. et al (2014). Overuse injuries and burnout in youth sports: A position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *British Journal of Sports Medicine*, 48(4), 287–288. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093299>
15. Drigny, J., Gauthier, A., Reboursière, E., Guermont, H., Gremeaux, V., & Edouard, P. (2020). Shoulder Muscle Imbalance as a Risk for Shoulder Injury in Elite Adolescent Swimmers: A Prospective Study. *Journal of Human Kinetics*, 75, 103–113. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0041>
16. Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2000). The Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 338–350.
17. FINA. (2017). *FINA ARTISTIC SWIMMING RULES 2017 – 2021*. Federation Internationale de Natation. <https://resources.fina.org/fina/document/2021/01/08/e9bfaa2e-3bd5-4127-8ad2-29c51d71fdf4/ARTISTIC-SWIMMING-2017-2021.pdf>
18. Franco, M. F., Madaleno, F. O., de Paula, T. M. N., Ferreira, T. V., Pinto, R. Z., & Resende, R. A. (2021). Prevalence of overuse injuries in athletes from individual and team sports: A systematic review with meta-analysis and GRADE recommendations. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 25(5), 500–513. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2021.04.013>
19. Gilroy A.M., Brian R. MacPherson, & Lawrence M. Ross. (2009). *Atlas of Anatomy, Latin Nomenclature*. Thieme Medical Publishers, Inc.
20. Guney, H., Harput, G., Colakoglu, F., & Baltaci, G. (2016). The Effect of Glenohumeral Internal-Rotation Deficit on Functional Rotator-Strength Ratio in Adolescent Overhead Athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 25(1), 52–57. <https://doi.org/10.1123/jsr.2014-0260>
21. Holt, K. L., Raper, D. P., Boettcher, C. E., Waddington, G. S., & Drew, M. K. (2016). Hand-held dynamometry strength measures for internal and external rotation demonstrate superior reliability, lower minimal detectable change and higher correlation to isokinetic dynamometry than externally-fixed dynamometry of the shoulder. *Physical Therapy in Sport*, 21, 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.07.001>
22. Homma, M., & Homma, M. (2005a). *SCULLING TECHNIQUES IN SYNCHRONIZED SWIMMING*. 4.
23. Homma, M., & Homma, M. (2005b). Swimming: Coaching points for the technique of the eggbeater kick in synchronized swimming based on three-dimensional motion analysis. *Sports Biomechanics*, 4(1), 73–87. <https://doi.org/10.1080/14763140508522853>

24. Homma, M., Okamoto, Y., & Takagi, H. (2019). How do elite artistic swimmers generate fluid forces by hand during sculling motions? *Sports Biomechanics*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1671485>
25. Jayanthi, N. A., LaBella, C. R., Fischer, D., Pasulka, J., & Dugas, L. R. (2015). Sports-Specialized Intensive Training and the Risk of Injury in Young Athletes: A Clinical Case-Control Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(4), 794–801. <https://doi.org/10.1177/0363546514567298>
26. Jayanthi, N., Pinkham, C., Dugas, L., Patrick, B., & LaBella, C. (2013). Sports Specialization in Young Athletes: Evidence-Based Recommendations. *Sports Health*, 5(3), 251–257. <https://doi.org/10.1177/1941738112464626>
27. Johnson, D. J., & Tadi, P. (2021). Multidirectional Shoulder Instability. *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557726/>
28. Junge, T., Runge, L., Juul-Kristensen, B., & Wedderkopp, N. (2016). Risk Factors for Knee Injuries in Children 8 to 15 Years: The CHAMPS Study DK. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(4), 655–662. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000814>
29. Katona, P., & Polakovits, R. (2018). THE CORRELATION BETWEEN KNEE STABILITY AND MOBILITY OF YOUNG FEMALE RHYTHMIC GYMNASTS. *New Zealand*, 4.
30. Kolokythas, N., Metsios, G. S., Dinas, P. C., Galloway, S. M., Allen, N., & Wyon, M. A. (2021). Growth, maturation, and overuse injuries in dance and aesthetic sports: A systematic review. *Research in Dance Education*, 0(0), 1–23. <https://doi.org/10.1080/14647893.2021.1874902>
31. Kondratak, M., Krauss, J., Stiller, C., & Olson, R. (2007). Normative Values for Active Lumbar Range of Motion in Children. *Pediatric Physical Therapy*, 19(3), 236–244. <https://doi.org/10.1097/PEP.0b013e3180f61c43>
32. Kruse, D., & Lemmen, B. (2009). Spine Injuries in the Sport of Gymnastics. *Current Sports Medicine Reports*, 8(1), 20–28. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181967ca6>
33. Lankhorst, N. E., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Middelkoop, M. van. (2012). Risk Factors for Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3803>
34. LaPrade, R. F., Agel, J., Baker, J., Brenner, J. S., Cordasco, F. A. et al (2016). AOSSM Early Sport Specialization Consensus Statement. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(4), 2325967116644241. <https://doi.org/10.1177/2325967116644241>
35. Lawrence, K. J., Elser, T., & Stromberg, R. (2016). Lumbar spondylolysis in the adolescent athlete. *Physical Therapy in Sport*, 20, 56–60. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.04.003>
36. Leggin, B. G., Neuman, R. M., Iannotti, J. P., Williams, G. R., & Thompson, E. C. (1996). Intrarater and interrater reliability of three isometric dynamometers in assessing shoulder strength. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 5(1), 18–24. [https://doi.org/10.1016/S1058-2746\(96\)80026-7](https://doi.org/10.1016/S1058-2746(96)80026-7)
37. Lima, C. D., Brown, L. E., Ruas, C. V., & Behm, D. G. (2018). Effects of Static Versus Ballistic Stretching on Hamstring: Quadriceps Strength Ratio and Jump Performance in Ballet Dancers and Resistance Trained Women. *Journal of Dance Medicine & Science*, 22(3), 160–167. <https://doi.org/10.12678/1089-313X.22.3.160>

38. Manske, R. C., Lewis, S., Wolff, S., & Smith, B. (2015). Effects of a dry-land strengthening program in competitive adolescent swimmers. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *10*(6), 858–867.
39. Martins, J., da Silva, J. R., da Silva, M. R. B., & Bevilaqua-Grossi, D. (2017). Reliability and Validity of the Belt-Stabilized Handheld Dynamometer in Hip- and Knee-Strength Tests. *Journal of Athletic Training*, *52*(9), 809–819. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.6.04>
40. Mountjoy, M. (1999). THE BASICS OF SYNCHRONIZED SWIMMING AND ITS INJURIES. *Clinics in Sports Medicine*, *18*(2), 321–336. [https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(05\)70148-4](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(05)70148-4)
41. Mountjoy, M. (2009). Injuries and Medical Issues in Synchronized Olympic Sports. *Current Sports Medicine Reports*, *8*(5), 255–261. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181b84a09>
42. Neal, B. S., Lack, S. D., Lankhorst, N. E., Raye, A., Morrissey, D., & Middelkoop, M. van. (2019). Risk factors for patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *53*(5), 270–281. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098890>
43. Nichols, A. W. (2015). Medical Care of the Aquatics Athlete. *Current Sports Medicine Reports*, *14*(5), 389–396. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000194>
44. Oliveira, N., & Sanders, R. H. (2017). Effects of knee action phase and fatigue on Rectus Femoris and Biceps Femoris co-activation during the eggbeater kick. *Human Movement Science*, *51*, 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.11.006>
45. Oliveira, N., Saunders, D. H., & Sanders, R. H. (2016). The Effect of Fatigue-Induced Changes in Eggbeater-Kick Kinematics on Performance and Risk of Injury. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *11*(1), 141–145. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0057>
46. Patel, D. R., & Breisach, S. (2017). Evaluation and management of shoulder pain in skeletally immature athletes. *Translational Pediatrics*, *6*(3), 181–189. <https://doi.org/10.21037/tp.2017.04.06>
47. *Patellofemoral Arthritis—OrthoInfo—AAOS*. (s.a.). Salvstatud 11. märts 2022, <https://www.orthoinfo.org/en/diseases--conditions/patellofemoral-arthritis/>
48. Petersen, W., Ellermann, A., Gösele-Koppenburg, A., Best, R., Rembitzki, I. V. et al. (2014). Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, *22*(10), 2264–2274. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2759-6>
49. Podrihalo, O., Podrigalo, L., Jagiełło, W., Iermakov, S., & Yermakova, T. (2021). Substantiation of Methods for Predicting Success in Artistic Swimming. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(16), 8739. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168739>
50. Quinn, B. J. (2014). Spine Injuries in the Aesthetic Athlete. L. Micheli, C. Stein, M. O'Brien, & P. d'Hemecourt (Toim), *Spinal Injuries and Conditions in Young Athletes* (1k 89–97). Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4753-5_9
51. Rosene, J. M., Fogarty, T. D., & Mahaffey, B. L. (2001). Isokinetic Hamstrings: Quadriceps Ratios in Intercollegiate Athletes. *Journal of Athletic Training*, *36*(4), 378–383.

52. Sands, W. A., McNeal, J. R., Penitente, G., Murray, S. R., Nassar, L. et al. (2016). Stretching the Spines of Gymnasts: A Review. *Sports Medicine*, 46(3), 315–327. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0424-6>
53. Stracciolini, A., Casciano, R., Levey Friedman, H., Stein, C. J., Meehan, W. P., & Micheli, L. J. (2014). Pediatric Sports Injuries: A Comparison of Males Versus Females. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(4), 965–972. <https://doi.org/10.1177/0363546514522393>
54. Struyf, F., Tate, A., Kuppens, K., Feijen, S., & Michener, L. A. (2017). Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulder. *British Journal of Sports Medicine*, 51(10), 775–780. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096847>
55. Zetaruk, M. N., Fors, M. V., Zurakowski, D., Jr, W. A. M., & Micheli, L. J. (2006). Injuries and training recommendations in elite rhythmic gymnastics. *Apunts: Medicina de l'esport*, 100–106.
56. Terry, G. C., & Chopp, T. M. (2000). Functional Anatomy of the Shoulder. *Journal of Athletic Training*, 35(3), 248–255.
57. Vathagavorakul, R., Gonjo, T., & Homma, M. (2020). The effect of experience in movement coordination with music on polyrhythmic production: Comparison between artistic swimmers and water polo players during eggbeater kick performance. *PLOS ONE*, 15(8), e0238197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238197>
58. Viana, E., Bentley, D. J., & Logan-Sprenger, H. M. (2019). A Physiological Overview of the Demands, Characteristics, and Adaptations of Highly Trained Artistic Swimmers: A Literature Review. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0190-3>
59. Wilk, K. E., Obma, P., Simpson, C. D., Cain, E. L., Dugas, J., & Andrews, J. R. (2009). Shoulder Injuries in the Overhead Athlete. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(2), 38–54. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2929>
60. Wolf, S. F., & LaBella, C. R. (2020). Epidemiology of Gymnastics Injuries. E. Sweeney (Toim), *Gymnastics Medicine: Evaluation, Management and Rehabilitation* (1k 15–25). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26288-4_2
61. Wu, M., Fallon, R., & Heyworth, B. E. (2016). Overuse Injuries in the Pediatric Population. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 24(4), 150–158. <https://doi.org/10.1097/JSA.000000000000129>
62. Yousefi, M., Zanguie, H., Ilbiegi, S., & Pezeshk, A. F. (2022). Validity and Reliability of Non-Invasive methods for evaluating kyphosis and lordosis curvatures: A literature review. *Journal of Modern Rehabilitation*. <https://jmr.tums.ac.ir/index.php/jmr/article/view/564>

TÄNUAVALDUS

Avaldan siirast tänu minu juhendajale Jelena Sokule.

Südamest tänan Eesti Veespordialade Kooli juhatajat Anton Rzhanovit.

Tänan kõiki lapsi ja lapsevanemaid, kes osalesid selle magistritöö uuringus.

LISA 1. Kutse lapsele ja lapsevanemale



Lugupeetud sportlane, kutsun Sind uuringus osalema!

Olen Tartu Ülikooli magistriõppe üliõpilane ja kutsun Sind osalema uuringus, kus hindan kujundujumise ülekoormusvigastuste riskitegureid. Soovin mõõta Sinu lihasjõudu ja lülisamba liikuvust.

Kavas on järgmised uuringud:

- 1) Sinu pikkuse ja kaalu mõõtmine
- 2) Sinu õlavöötme lihasjõu mõõtmine käeshoitava dünamomeetriga
- 3) Sinu põlveliigese painutaja- ja sirutajalihaste jõu mõõtmine käeshoitava dünamomeetriga
- 4) Sina puusaliigese eemaldajalihaste jõu mõõtmine käeshoitava dünamomeetriga
- 5) Sinu lülisamba liikuvuse mõõtmine taha painutamise ajal

Uuringus osalemine on vabatahtlik. Sul on õigus loobuda uuringust igal ajahetkel ilma et sellest probleeme tekiks.

Kui Sa soovid osaleda nendes tegevustes, anna sellest teada, siis võetakse sinuga täiendavat ühendust uuringukava selgitamiseks, nõusolekuvormi allkirjastamiseks ja uuringu läbiviimise täpsema korralduse osas.

Ette tänades

Anastasia Budarina

Lugupeetud lapsevanem!

Olen Tartu Ülikooli magistriõppe üliõpilane ja kutsun Teie last osalema uuringus, kus hindan kujundujumise ülekoormusvigastuste riskitegureid. Soovin mõõta lapse lihasjõudu ja lülisamba liikuvust. Mõõtmistel kasutatavad meetodid on leidnud heakskiitu varasemates uuringutes ülekoormusvigastuste kohta. Saadud tulemused aitavad arusaada treeningu mõju noorte skeletilihassüsteemile ja ära hoida sellega seotuid võimalikke ülekoormusvigastusi. Uuringu läbiviimiseks on olemas Tervise Arengu Instituudi inimuuringu eetikakomitee luba. Kavas on järgmised uuringud:

- 1) Sportlase pikkuse ja kaalu mõõtmine portatiivsete seadmetega.
- 2) Sportlase õlavöötme rotaatormanseti lihaste jõu testimine käeshoitava dünamomeetriga. Mõõtmiseks palutakse last teostada maksimaalse pingutusega õlaliigese sise- ja välisrotatsiooni 2-3 sekundi jooksul. Testi korratakse kolm korda ühe 60-sekundilise pausiga katsete vahel. Testi sooritatakse mõlema käega.
- 3) Sportlase põlveliigese painutaja- ja sirutajalihaste jõu mõõtmine käeshoitava dünamomeetriga. Mõõtmiseks palutakse last teostada maksimaalse pingutusega põlveliigese painutust ja sirutust 2-3 sekundi jooksul. Testi korratakse kolm korda ühe 60-sekundilise pausiga katsete vahel. Testi sooritatakse mõlema jalaga.
- 4) Sportlase puusaliigese eemaldajalihaste jõu mõõtmine käeshoitava dünamomeetriga. Mõõtmiseks palutakse last teostada maksimaalse pingutusega puusaliigese eemaldamis liigutust 2-3 sekundi jooksul. Testi korratakse kolm korda ühe 60-sekundilise pausiga katsete vahel. Testi sooritatakse mõlema jalaga.
- 5) Sportlase lülisamba liikuvuse mõõtmine taha painutamise ajal. Mõõtmiseks palutakse lapsel teostada maksimaalset taha painutust püsti seistes. Mõõtmist korratakse kolm korda.

Uuringus osalemine on lapsele vabatahtlik. Uuringust on õigus loobuda ka pärast uuringus osalemise nõusoleku andmist ilma põhjendamata. Iga osaleja saab endale unikaalse koodi, mida kasutatakse saadud andmete sisestamiseks. Koodi ei anta edasi uuritavale ega kolmandatele isikutele. Uuringu käigus ning peale seda isikuandmete edastamist ei toimu.

Kui soovite osaleda nendes tegevustes, andke sellest teada, siis võetakse teiega täiendavat ühendust uuringukava selgitamiseks, nõusolekuvormi allkirjastamiseks ja uuringu läbiviimise täpsema korralduse osas.

Ette tänades, Anastasia Budarina

LISA 2. Uuritava teadlikku nõusolekuvormid lapsele ja lapsevanemale



TARTU ÜLIKOOL

Uuritava teadlikku nõusoleku vorm lapsele

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

Tean, et uuringute käigus tekkivate küsimuste saan mulle vajalikku täiendava informatsiooni uuringu teostajalt. Tean, et võimalikke tervisehäirete korral koheselt võetakse ühendust minu lapsevanemaga.

Teadliku nõusoleku leht vormistatakse kahes eksemplaris, millest üks jääb uuritavale ja teine uurijale.

Nimi:

Lapse allkiri:

Kuupäev: 2022

Uuritavale informatsiooni andnud isiku allkiri:

Kuupäev: 2022

Uuritava teadlikku nõusoleku vorm lapsevanemale/seadusliku esindajale

Mind, (*lapsevanema nimi/seadusliku esindaja*) (*lapse nimi*) lapsevanemat, on informeeritud ülalmainitud uuringust ja ma olen teadlik läbiviidava uurimistöö eesmärgist ja uuringu metoodikast ning kinnitan oma nõusoleku selles osalemises allkirjaga.

Tean, et uuringute käigus tekkivate küsimuste ja võimalikke tervisehäirete kohta saan mulle vajalikku täiendava informatsiooni uuringu teostajalt.

Teadliku nõusoleku leht vormistatakse kahes eksemplaris, millest üks jääb uuritavale ja teine uurijale.

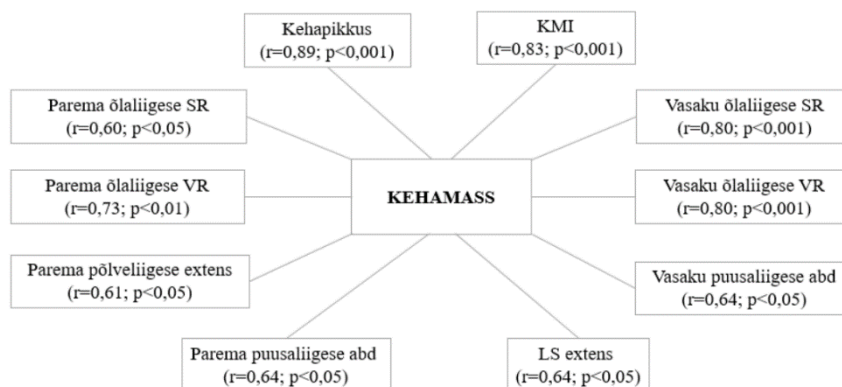
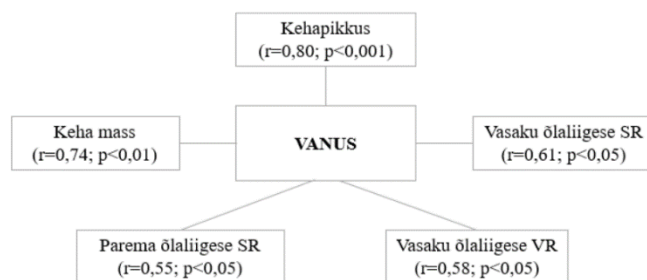
Lapsevanema/seadusliku esindaja allkiri:

Kuupäev: 2022

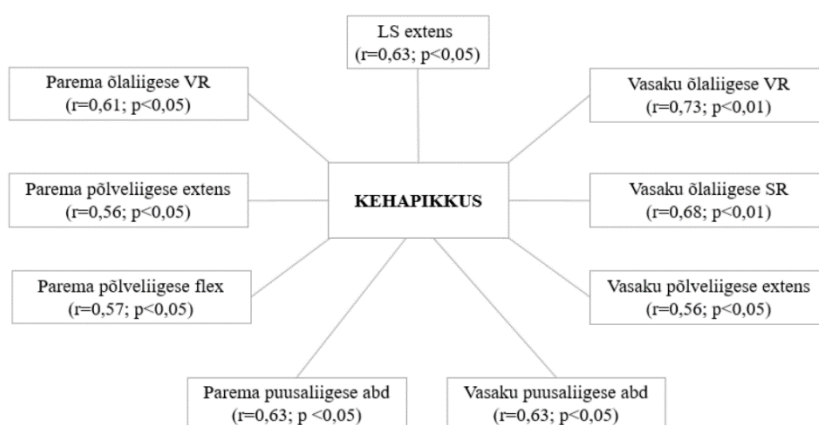
Uuritavale informatsiooni andnud isiku allkiri:

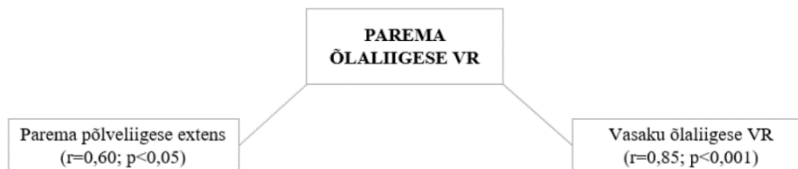
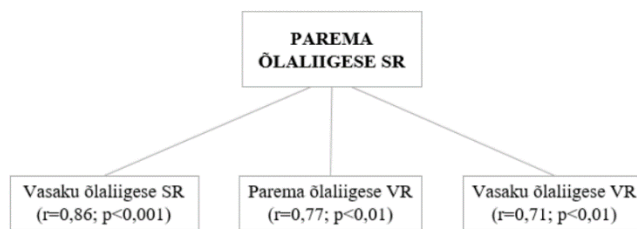
Kuupäev: 2022

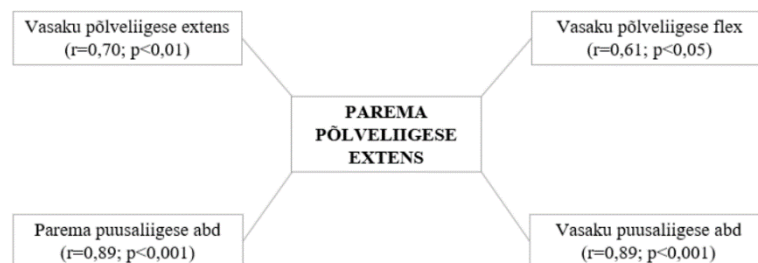
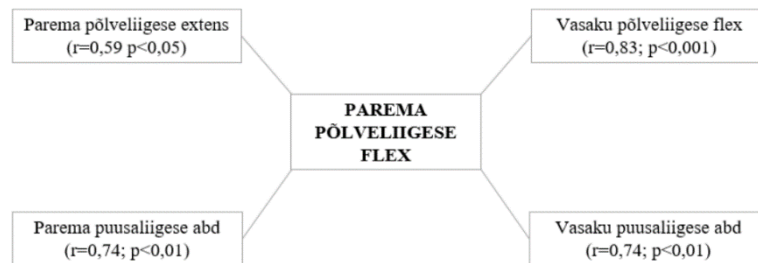
LISA 3. Korrelatiivsed seosed



LS – lülisamba nimmepiirkond







LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, **Anastasia Budarina** (04.07.1998)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose
„Eesti noorkujundujate ülekoormusvigastuste riskitegurite hindamine“
mille juhendaja on **Jelena Sokk**,

1.1 reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Anastasia Budarina

20.05.2022