

TARTU ÜLIKOOL

sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Helena Saar

**Põlveliigese funktsionaalne võimekus 4.5 aastat pärast eesmise
ristatisideme rekonstruktsiooni**

Knee joint function 4.5 years after anterior cruciate ligament reconstruction

Magistritöö

füsioteraapia õppekava

Juhendaja(d): McS, T, Koovit

MD, PhD, E, Unt

Tartu, 2021

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
LÜHIÜLEVAADE.....	4
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	6
1.1. Põlveliigese funktsionaalne anatoomia	6
1.2. ERS-i vigastus ja rekonstruktsioon.....	7
1.3. ERS vigastuse järgne taastusravi ja tulevikuväljavaated.....	9
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	12
3. METOODIKA	13
3.1. Vaatlusalused	13
3.2. Reielihaste isokineetiline testimine	13
3.3. Funktsionaalsed testid.....	15
3.4. Kogutud andmete analüüs	16
4. TULEMUSED	18
4.1. Maksimaalne pöördemoment	18
4.2. H:Q	21
4.3. SLHD ja YBA	22
5. ARUTELU.....	24
6. JÄRELDUSED.....	27
KASUTATUD KIRJANDUS.....	28
LISAD	34
Lisa 1. Humac Norm põlveliigese testimise parameetrid (istudes) (CSMI 2010).....	34

KASUTATUD LÜHENDID

BTB – *bone- patellar tendon-bone graft*

ERS – eesmine ristatiside (*anterior cruciate ligament – ACL*)

ERSR – eesmise ristatisideme rekonstruktsioon

H:Q – *Hamstring Quadriceps ratio* (reie painutajate-sirutajatelihaste suhe)

NOP – *non- operated* (mitte-opereeritud)

OP – *operated* (opereeritud)

SLHD – *single limb hop for distance*

STG – *Semitendinosus graft*

YBA – *Y Balance™ Anterior*

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on hinnata põlve ERS-i vigastuse ning kirurgilise taastamise mõju reielihaste funktsionaalsele võimekusele.

Metoodika: Uuritavateks on 44 endist harrastussportlast vanuses 18-51 eluaastat, kellel on taastatud ERS aastatel 2014-2017. Uuritavatega viidi läbi isokineetiline lihasjõu testimine, registreerimaks reielihaste maksimaalsed pöördemomendid ja võrdlemaks neid varasemalt mõõdetud tulemuste ning kontralateraalse jäseme näitajatega, samuti viidi läbi kaks testi opereeritud põlveliigese funktsionaalsuse hindamiseks.

Tulemused: OP jäseme põlveliigese sirutajalihaste jõunäitajad nurkkiirustel 60°/s ja 180°/s keskmiselt 4.5 aastat pärast ERSR-i kasvasid, painutajalihastel aga langesid. NOP jäseme reielihaste keskmised maksimaalsed jõumomendid langesid mõlemal nurkkiirusel märkimisväärselt. *Single Leg Hop for Distance* (SLHD) tulemustes esines jäsemetevaheline erinevus, mis jäi alla 10%. Y balance™ Anterior (YBA) tasakaalutesti keskmised tulemused OP ja NOP jäseme võrdluses olid sisuliselt võrdsed. H:Q keskmised suhetes esines statistiliselt olulisi langusi OP jäsemel nii 60°/s kui ka 180°/s nurkkiiruse juures.

Kokkuvõte: Keskmiselt 4.5 aastat pärast ERSR-i esineb OP jäseme põlveliigese sirutajalihaste isokineetiliste jõumomentite mõõdetuna 60°/s ja 180°/s nurkkiiruste juures ja hüppevõimekuse defitsiit võrreldes NOP jäsemega, mis jääb keskmiselt alla 10%. Isokineetilised pöördemomentide keskväärtused OP põlveliigese painutajalihaseid ja NOP jäset vaadeldes on märkimisväärselt madalamad, võrreldes keskmiselt 18 nädalat pärast ERSR-i, kuid OP põlveliigese funktsionaalne võimekus keskmiselt 4.5 aastat pärast ERSR-i on sarnane NOP jäsemega.

Märksõnad: Eesmise ristatisideme vigasus, maksimaalne isokineetiline pöördemoment, ühe jala hüppetest, *Y Balance™ Anterior*

ABSTRACT

Aim: To evaluate lower limb muscle function approximately 4.5 years after the anterior cruciate ligament (ACL) injury and following reconstruction.

Methods: 44 former amateur athletes (age 18-51-years) who underwent ACL reconstruction during time period 2014-2017 were included. Quadriceps' and hamstring's isokinetic peak torques were tested and compared with average 18 weeks post reconstruction values. Single Leg Hop for Distance (SLHD) and Y Balance™ Anterior (YBA) tests to evaluate the function of the knee were performed.

Results: Involved knee extensor peak torques mean 4.5 years after ACL reconstruction at slow (60°/sec) and moderate (180°/sec) speeds show increased values, meanwhile flexor and non-involved limb peak torques are significantly lower. SLHD results showed less than 10% differences between legs. Mean values of YBA test were substantially equal. There were statistically lower mean hamstring-quadriceps ratios at both speeds.

Conclusions: 4.5 years after the ACL reconstruction deficits in maximum peak torque and SLHD values compared to the noninvolved limb stayed under 10%. Involved knee flexors' and uninvolved limb's maximal peak torques at slow (60°/sec) and moderate (180°/sec) speeds have significantly decreased compared 18 weeks after the ACL reconstruction. Knee functional abilities are similar between both limbs based on SLHD and YBA testing.

Keywords: ACL injury, maximal isokinetic peak torque, Single Leg Hop for Distance, Y Balance™ Anterior

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Põlveliigese funktsionaalne anatoomia

Anatoomilisi struktuure, mis vastutavad ainuüksi ühe spetsiifilise funktsiooni eest on vähe. Iga põlveliigese funktsioon on erinevate anatoomiliste struktuuride kompleksse koostöö tulem (Hirschmann & Müller, 2015). Põlveliiges kui suurim sünoviaalliiges koosneb kolmest osast: mediaalsest tibiofemoraal, lateraalsest tibiofemoraal ja patellafemoraal liigesest (Hirschmann & Müller, 2015). Põlveliiges on plokkliiges, kus põhilised liikumised toimuvad ümber horisontaaltelje fleksioon-ekstensioonsuunal, ümber sääreluu vertikaaltelje rotasioonsuunal (Hirschmann & Müller, 2015), sekundaarselt toimub põlveliigeses kompressioon ja distraktsioon; anterioorne-posterioorne translatsioon; mediaalne-lateraalne translatsioon ja *varus-valgus* liigutused (Gupton et al., 2021).

Põlveliigese abiaparaatideks on meniskid, ligamendid, bursad ja lihased (Gupton et al., 2021). Eesmine ja tagumine ristatiside ning mediaalne ja lateraalne kollateraalside vastutavad põlveliigese passiivse (Gupton et al., 2021), lihased: reie nelipealihase, poolkõõlus- ja poolkilelihas, rätseplihas, reie kakspealihase, õrnlihas ja õndlalihas (Bordoni & Varacallo, 2021; Khan & Arain, 2020) aktiivse stabiilsuse eest. Reie- ja sääreluu liigestuvaid pindu seovad mediaalsed ja lateraalsed meniskid, mis osalevad ka põlveliigese stabiilsuse tagamisel, proprioretseptiivsel tagasisidestamisel, löögilise koormuse absorptsioonil, ülekandepinna laiendamisel ja liigespindade ühilduvuse suurendamisel (Hirschmann & Müller, 2015).

Eesmine ristatiside (ERS) on põlveliigese üks võtmestruktuure, omades suurt rolli koostöös lihastega põlveliigese stabiilsuse tagamisel (Yoo & Marappa-Ganeshan, 2020). ERS suudab taluda jõude, mis ulatuvad kuni 2300N, antud jõu ületamisel toimub ligamendi rebenemine (Marieswaran et al., 2018), ERSR-järgselt saavutab uus side väga harva vigastuseelse tõmbetugevuse (Bartlett et al., 2001).

ERS koosneb 2-3 sidemekimbust (anteromediaalne, posterolateraalne, intermediaalne) ja on ümbritsetud sünoviaalmembraaniga (Otsubo et al., 2017), antud ligamendi keskmiseks pikkuseks on 32mm, laiuseks 7-12mm (Duthon et al., 2006). Liigutustegevusel toimub sideme eri osade töösse lülitumine vastavalt liigutuste biomehaanilistest nõudmistest lähtuvalt (Marieswaran et al., 2018).

Põlveliigese kinemaatikas avaldab ERS vastupanu sääreluu anterioorsele nihkumisele reieluu suhtes ning rotatsiooniga seotud koormustele (Noyes 2009). Tugeval reie nelipealihase kontraktsioonil ja selle tagajärjel toimival põlveliigese sirutusel toimub reie tagakülje lihaste

koaktivatsioon, mis aitab koostöös ERSga vältida ulatuslikku sääreluu anterioorseid nihkumist ja aitab kaasa dünaamilisele põlveliigese stabiliseerimisele, muudab sirutusliigutuse sujuvamaks ning vähendab sidemele mõjuvaid koormusi, samuti assisteerib ERS proprioceptiivset rolli (Aagaard et al., 2000).

ERS on hea närvivarustusega, kus närvikude hõlmab 1% kogu sidemest. Sideme sünoviaalmembraani all asuvad mehhanoretseptorid (Ruffini kehad, Golgi kõõlusorganid, Pacini kehakesed) ja vabad närvilõpmed, mis tähendab, et lisaks põlveliigese stabiilsuse tagamisele on ERS-l ka oluline sensoorne funktsioon. (Otsubo et al., 2017)

ERSi aferentsete neuronite poolt esile kutsutud refleksi põlve ümbritsevates lihastes kirjeldati esmakordselt kassidel (Solomonow et al., 1987), sama refleksi kirjeldati ka inimestel ja leiti, et sideme lõtvudes toimub refleksi elavnemine, aktiivse lihasaktivatsiooni korral refleksi inhibeerimine (Dyhre-Poulsen & Krogsgaard, 2000; Tsuda et al., 2001).

ERSi innerveerib tibiaalnärv, mille aferentsete harude kaudu liigub ERS-is paiknevatest retseptoritest info kesknärvisüsteemi. ERS-i rebendi järgselt häirub aferentne tagasiside, mis omakorda mõjutab põlveliigest ümbritsevate lihaste motoorset aktiivsust, mille tagajärjel ilmneb jõu langus eelkõige põlveliigese sirutajalihastes (Otsubo et al., 2017).

1.2. ERS-i vigastus ja rekonstruktsioon

Põlve ERS-i rebend on kõige sagedamini esinev ligamendi vigastus põlveliigeses (Beynon et al., 2005, Woo et al. 2001). Ainuüksi Ameerika Ühendriikides teostatakse aastas umbes 350 000 ERS rekonstruktsiooni (Sugimoto et al., 2016). Umbes 3% amatöörspordlastest ja 15% tippspordlastest vigastavad aasta jooksul ERSi (Moses et al., 2012). Naistel on 2-8 korda kõrgem risk ERS vigastus saada (Agel et al., 2005; Brant et al., 2019) ja seda ka nooremas eas kui meestel (Roos et al., 1995).

70% ERS vigastustest on mittekontaktsed (Boden et al., 2000), mis tähendab, et vigastus tekib pidurdamisel või maandumisel, sel hetkel, kui põlveliiges on saavutamas sirutust või juba sirutunud. Kontaktvigastused tekivad sageli otsese löögi tagajärjel sääre või põlve piirkonda, mille tagajärjel tekib põlveliigeses *valgus* deformatsioon (Boden et al., 2000). Lisaks sidemevigastusele on antud kontekstis sage ka liigeskapsli, teiste põlvesidemete või/ ja meniskivigastused (Frobell et al., 2007).

Valu, turse, kangustunne põlveliigese piirkonnas ja liigese ebastabiilsus on põhilised sümptomid, mis ilmnevad ACL-i rebenemise tagajärjel (Cheatham & Johnson 2010). Kuna ERS-l sisuliselt puudub regenereerumisvõime (Zhang et al., 2011), siis täieliku rebendi puhul

sooritatakse reeglina artroskoopiline sekkumine katkise ligamendi asendamiseks implantaadiga (Streich et al., 2012). Valikus on kaks põhilist siiriku tüüpi: *autograft* ja *allograft*, millest esimese puhul pärineb uus side patsiendi enda kehast, mis on antud piirkonda traumeeriv, teisel juhul saadakse uus ligament doonorilt. Tavapäraselt kasutatakse autografti varianti, BTB ja STG on neist kõige enam levinud (Macaulay et al., 2012).

ACL vigastus on sportlaskarjäärile laastav, lisaks märkimisväärsele emotsionaalsele traumale (Padaki et al., 2018) ei naase sportlane suure tõenäosusega vigastusele eelnenud tasemele ning tema karjäär võistlussportlasena on läbi. ERS vigastuse järgselt naaseb 82% patsientidest mingit tüüpi sporditegevusel osalemise juurde, 63% naasevad vigastuseelsele osalustasemele, vaid 44% naasevad võistlussporti, kuigi 90% patsientidest on vigastusjärgselt põlveliigese stabiilsust ja alajäseme lihasjõudu arvesse võttes saavutanud normipärase põlvefunktsiooni (Arden et al., 2014).

Pärast ERSi vigastust on patsientidel subjektiivsel hinnagul madalam põlve funktsionaalsus (Filbay et al., 2016; Garcia et al., 2015) ja elukvaliteet (Frobell et al., 2010) ning suurem risk ülekaalulisusele (Wierike et al., 2013). Samuti tõuseb ERS vigastuse järgselt osteoartriidi tekkerisk (Webster & Hewet 2021). Snoeker ja kolleegid (2019) uurisid Rootsis 149 288 patsiendi, vanuses 25-34 andmeid. Kogu valimist 5247 patsiendil oli anamneesis põlvevigastus. Analüüsi käigus selgus, et ERS vigastuse järgselt oli osteoartriidi tekkerisk suurem, kui teiste põlvevigastuste korral.

ERS vigastuse järgselt on kaks ravivõimalust: konservatiivne või operatiivne. Otsus võetakse vastu patsiendi-ortopeedi (ja füsioterapeudi) koostöös. Operatiivse sekkumise kasuks otsustatakse juhul kui: patsiendil esineb põlveliigese ebastabiilsus igapäevaelus või sporditegevustel; patsient soovib naasta kiireid suunamuutusi ja/või kontakti nõudvale spordialale; samuti hinnatakse patsiendi vanuselist aspekti (Grevnerts et al., 2018).

Operatiivne ERSi taastamine sooritatakse esimese kolme posttraumaatilise nädala jooksul (akuutses faasis) või alates 6. traumajärgsest nädalast. Seni ei ole leitud olulisi seoseid operatsiooni ajastuse ja kaugtulemuste vahel (Ferguson et al., 2019). Operatsioonile järgneb intensiivne füsioterapeudi poolt koordineeritud taastusravi (Palmieri-Smith et al. 2008).

Eesti Artroskoopia ja Sporditraumatoloogia Seltsi andmetel teostatakse Eesti Vabariigis aastas keskmiselt 300 ERS-e rekonstruktsiooni (Rips et al., 2020). ERS-i rekonstruktsiooni põhieesmärkideks on taastada vigastatud põlveliigese stabiilsus ja valuvaba funktsionaalne võimekus ning vähendada uute vigastusepisoodide tekkeriski.

1.3. ERS vigastuse järgne taastusravi ja tulevikuväljavaated

Rehabiliteerimisjärgseid kaugtulemusi vaadeldes on kirjeldatud lihasjõu ja -massi vähenemist mõlemal alajäsemel, mis on enam väljendunud opereeritud poolel ning tuleneb vähenenud motoorsete ühikute rekruteerimisvõimest aferentse sisendi puudumise tõttu (Grooms et al., 2015; Thomas et al., 2016).

Lihaskontroll on sõltuv neuraalsetest, muskulaarsetest ja biomehaanilistest faktoritest (Enoka 1988). Põlve trauma tagajärjel esinev reielihaste, eriti reie nelipealihase, nõrkus on tavapärane nähtus (Thomas et al., 2016). Patoloogia liigeses põhjustab lihasaktiivsuse inhibitsiooni (Sonnery-Cottet et al., 2019), teisisõnu artrogeenset inhibitsiooni, mis viib omakorda lihase jõu ja mahu vähenemiseni, antud protsessid ilmnevad põlve trauma või operatsioonijärgse immobiliseerimise tagajärjel. Lihaskontrolli ja jõu taastamine alajäsemete liigestes on ERS taastusravi suurim eesmärk (Adams et al., 2012). Eriti oluline on tegeleda reie nelipealihase funktsiooni ja jõu taastamisega (Cheatham & Johnson 2010), atroofia või nõrkus antud lihases korreleerub halva põlveliigese funktsionaalsusega (Herrington et al., 2021). Fry ja kolleegid (2017) võtsid ERS rebendi järgselt 10 nooruki külgmisest pakslihasest (reie nelipealihase üks osa) biopsia ja leidsid, et antud lihase regenereerumisevõime ja jõu säilitamise markerid olid vähenenud.

Operatsioonijärgse taastusravi esimeses faasis tegeletakse põlveliigese liikuvuse, reie nelipealihase aktivatsioonivõimekuse taastamisega, turse alandamisega ja normipärase kõnnimustri saavutamise ilma abivahenditeta (Adams et al., 2012; Buckthorpe et al., 2019). Teises-kolmandas faasis tegeletakse reielihaste jõu taastamise, lihaskoordinatsiooni-tasakaalu parendamisega, põimides teraapiasse erialaspetsiifilisi elemente, et naasta sportimise juurde (Adams et al., 2012; Davies et al., 2017; Ferguson et al., 2019). Õigesti doseeritud ja sooritatud alajäsemete lihaste treening pre- ning postoperatiivselt parendab põlveliigese piirkonna ainevahetust, aitab kaasa traumajärgse turse alanemisele, mis omakorda soodustab normipärase liigesliikuvuse saavutamist (Adams et al., 2012; Melick et al., 2016). Maksimaalse amplituudiga liigesliikuvus on eelduseks rohkemate lihaskrakkude töösse aktiveerimisel ja seeläbi atroofia vältimisel, teemakohastes uuringutes on leitud tugevaid seoseid reie lihaskonna jõu taastamise ning sirutusdefitsiidi vahel (Asaeda et al., 2018).

Krogsgaard ja kolleegid (2011) jõudsid arusaamani, et taastatud ERS-s tibialnärvi reinnervatsiooni ei toimu, ning aferentsed lihasrefleksid esinevad pärast ERSRi on esile kutsutud tagumist ristatistidet mõjutavate stiimulite poolt. See võib olla ka üks põhjus, miks lihasjõu defitsiit OP jäsemel tihti ka aastaid pärast ERSRi esineb. Samuti on leitud, et täielik

sensoorne sisend ei ole oluline põlveliigese normaalseks funktsioneerimiseks, kuid võib olla vajalik liigesesiseste muutuste vältimiseks (Krogsgaard et al., 2011).

Opereeritud põlveliigese patsientide elukvaliteet ning töövõimekus on mõjutatud mitmetest faktoritest, sinna hulka kuuluvad vigastatud struktuuride arv põlveliigese, postoperatiivse taastusravi kulg, operatsiooni kvaliteet ning patsiendi motiveeritus (Anderson et al., 2016).

Hindamaks lihasjõu taastumist ja seeläbi sporti naasmise valmidust ning kordu vigastuse riski, on optimaalne sooritada reielihaste jõunäitajate hindamiseks isokineetiline jõutest, millega saab vaadelda OP ja NOP jäseme lihasjõu näitajaid (Adams et al., 2012). Lihasjõu ja selle genereerimisvõime kiiruse mõõtmine dünaamilise isokineetilise testi abil on väga heaks meetodiks hindamaks vigastatu valmidust sporti naasta, samuti on kirjeldatud isokineetiliste lihasjõu näitajate korrelatiivset seost funktsionaalsete testide tulemustega (Davies et al., 2017).

Sporti naasmise eelduseks peab patsient demonstreerima adekvaatset OP jäseme lihasjõudu, mis võrreldes NOP jäsemega on vähemalt 90% ja läbima erinevaid funktsionaalseid ning spordialaspetsiifilisi teste (Adams et al., 2012; Davies et al., 2017), samuti peab patsient vaimselt valmis olema (Nwachukwu et al., 2019).

Otzel ja kolleegid (2015) testisid 24 kolledžiealise ERSR-i järgse patsiendi lihasjõudu keskmiselt 3 aastat pärast operatsiooni ja leidsid, et nende OP põlveliigese sirutajalihaste jõunäitajad on 7-9% madalamad võrreldes NOP jäsemega ning järeldasid, et see võib tuleneda mittetäielikust taastusravist või võimetusest maksimaalselt lihast aktiveerida.

Dünaamiliste unilateraalsete testide sooritamine pärast ERS-i vigastust on heaks meetodiks tuvastamaks funktsioonidefitsiiti, mis bilateraalsetel testimisel võivad jääda märkamatuks (Myer et al., 2011). Ühe jala hüppetest (SLHD - *single-limb HOP test for distance*) on usaldusväärne vahend prognoosimaks patsiendi subjektiivselt hinnatud põlve funktsionaalsust 1 aasta pärast ERSR-i, antud testi sensitiivsus ja spetsiifilisus on 71% (Grindem et al., 2011). Parima võistlusvormi saavutamiseks ja korduva ERS vigastuse riski minimeerimiseks on oluline vähendada jäsemetevahelisi asümmeetriaid enne, kui traumajärgselt sporti naastakse (Paterno et al., 2010).

Garrison ja kolleegid (2015) testisid ERSR-i järgselt patsiente ja leidsid seose Y Balance™ Anterior (YBA) testi ja SLHD vahel. Nimelt uuritavad, kelle YBA tulemus OP jäsemega oli rohkem kui 4 cm võrra väiksem NOP tulemusest, suure tõenäosusega ei suutnud näidata OP jäsemega vähemalt 90% sooritust SLHD testil.

Ithurburn ja kolleegid (2019) uurisid, millist rolli mängib vanus ERS vigastuse järgselt sporti naasmisel. Uuringus selgus, et lapsed (keskmise vanus 12,4 aastat), kes ERSR-i järgselt

sporti naasid, demonstreerisid paremat reie sirutajalihaste sümmeetriat ja funktsionaalsust, kui noorukid (keskmine vanus 16, 5 aastat) ja noored täiskasvanud (keskmine vanus 22 aastat).

Lautamies ja kolleegid (2008) võrdlesid erinevaid grafti tüüpe ja nende seost lihasjõu taastumisega 5 aastat pärast ERSRi ning leidsid, et OP jäseme reie sirutajalihaste jõud oli väiksem võrreldes NOP jäsemega, BTB siiriku grupis olid jõunäitajad madalamad, võrreldes STG grupiga, antud gruppidevaheline erinevus ei olnud statistiliselt oluline.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Eestis on vähe uuritud ERS-i rekonstruktsiooni järgselt kaugtulemusi põlveliigese ning lihasfunktsiooni seisukohast. Antud uurimistöö on oluline, hindamaks ERS-i mõju alajäseme funktsionaalsele võimekusele nii lühemas kui ka pikemas perspektiivis.

Varasemalt on Männi (2004) uurinud 10 meespatsiendi reie nelipealihase kontraktiilseid omadusi enne ja 6 kuud pärast ERS taastamist ning tuvastanud pool aastat pärast operatsiooni keskmiselt 33,5% lihasjõu erinevuse võrreldes kontrollgrupiga. Luik ja kolleegid (2020) uurisid 15 endist meessoost tippportlast, kellel taastati ERS 20 aastat tagasi, kasutades BTB siirikut ja leiti, et OP jäseme reie sirutajalihaste jõunäitajad on väiksemad ($60^\circ/\text{s}$ nurkkiiruse juures OP jäsemel $168,6 \pm 18,6 \text{ Nm}$ ja NOP $186,5 \pm 25,5 \text{ Nm}$ ($p \leq 0,008$) ning nurkkiirusel $180^\circ/\text{s}$ vastavalt $123,4 \pm 15,6 \text{ Nm}$ ja $135,8 \pm 16,0 \text{ Nm}$ ($p \leq 0,005$)) ning subjektiivseid kaebusi rohkem, võrreldes NOP jäsemega.

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks on hinnata põlve ERS-i vigastuse ning kirurgilise taastamise mõju reielihaste funktsionaalsele võimekusele. Uuritavateks on 44 endist harrastussportlast vanuses 18-51 eluaastat, kellel on taastatud ERS aastatel 2014-2017. Uuritavatega viidi läbi isokineetiline lihasjõu testimine, registreerimaks reielihaste maksimaalsed pöördemomendid ja võrdlemaks neid varasemalt mõõdetud tulemuste ning kontralateraalse jäseme näitajatega, samuti viidi läbi kaks testi opereeritud põlveliigese funktsionaalsuse hindamiseks.

3. METOODIKA

3.1. Vaatlusalused

Antud uuringusse kaasati 44 patsienti: 31 meest ja 12 naist, kellele oli varasemalt teostatud põlve eesmise ristatisideme rekonstruktsioon kahe Tartu Ülikooli Kliinikumi ortopeedi poolt ajavahemikus 2014-2017 ja seejärel osalenud postoperatiivsel taastusravil TÜK Spordimeditsiini ja taastusravi kliinikus. Oluliseks uuringusse kaasamise kriteeriumiks oli sooritatud isokineetiline test 13.-32. nädalal pärast ERSRi. Välistati vaatlusalused, kellel anamneesis kontralateraalse jäseme ACLi vigastus ja/ või korduvvigastus.

Uuring viidi läbi Tartu Ülikooli Kliinikumi Spordimeditsiini ja taastusravi kliinikus perioodil 2019 november - 2021 aprill. Uuritavate isikuandmed edastas uurijale kliiniku juhataja ning uuringusse värbamine toimus telefoni teel.

Tabel 1. Uuritavate antropomeetrilised näitajad ($\bar{X} \pm SE$)

Näitajad	n=44 (M31, N12)
Vanus operatsiooni hetkel	28.4 ± 8.2
Vanus uuringu hetkel	32.8 ± 8.2
Pikkus (cm)	178.4 ± 9.5
Kaal (kg)	82.2 ± 16.4
KMI (kg/ m ²)	25.7 ± 4.0
OP reie ümbermõõt	43.9 ± 4.1
NOP reie ümbermõõt	44.4 ± 4.1
Aeg 1. isokineetilise testini (nädalates)	18.6 ± 3.8
Aeg 2. isokineetilise testini (aastates)	4.5 ± 1.0

KMI – Kehamassi indeks

3.2. Reielihaste isokineetiline testimine

Isokineetiline dünamomeeter on laialdaselt tuntud parim saadaolev instrument lihasjõu objektiivseks hindamiseks (Stark et al., 2011). Isokineetilise dünamomeetriga saab hinnata lihasfunktsiooni muutuva vastupanuga konstantse liikumiskiirusega režiimis ettemääratud liikumisulatuses (Perrin 1993). Antud uuringu raames viidi läbi isokineetiline reielihaste jõu hindamine Humac Norm (USA) dünamomeetril nurkkiirustel 60°/s ja 180°/s.

Uuritavatel paluti kaks päeva enne testimist vältida tugevat lihas- ja arendavat vastupidavustreeningut. Isokineetilise testimisele eelnes 10-15 minutiline soojendus statsionaarsel veloergomeetril.

Dünamomeeter oli seadistatud vastavalt põlve sirutaja-painutajalihaste testimise parameetritele, mis on toodud lisas 1. Uuritav istus pingil, õlad, kehatüvi ja testitava jäseme reis rihmadega fikseeritud, käed kehatüve kõrval käepidemed haardes (kirjeldust illustreeriv joonis?!). Uuritaval oli mõlemal testitaval kiirusel ette nähtud 3-5 proovikordust, harjutamaks maksimaalse jõu rakendamist. Jõu mõõtmine algas NOP jäsemest, kahe testi vaheliseks ajaks oli määratud kuni 2 minutit, erinevate poolte testimise vaheliseks ajaks 3-5 minutit. 180°/s nurkkiiruse juures mõõdeti kontsentriselt reie sirutaja- ja painutajalihaste jõunäitajaid 15 korduse vältel, 60°/s nurkkiiruse juures 5 korduse vältel. Testi ajal oli uuritaval võimalus arvuti ekraanilt jälgida enda dünaamilisi jõunäitajate graafikuid, samuti innustati katsealust kogu pingutuse vältel verbaalselt (Belkhiria et al., 2018).



Joonis 1. Isokineetiline lihasjõu testimine Humac Norm dünamomeetril.

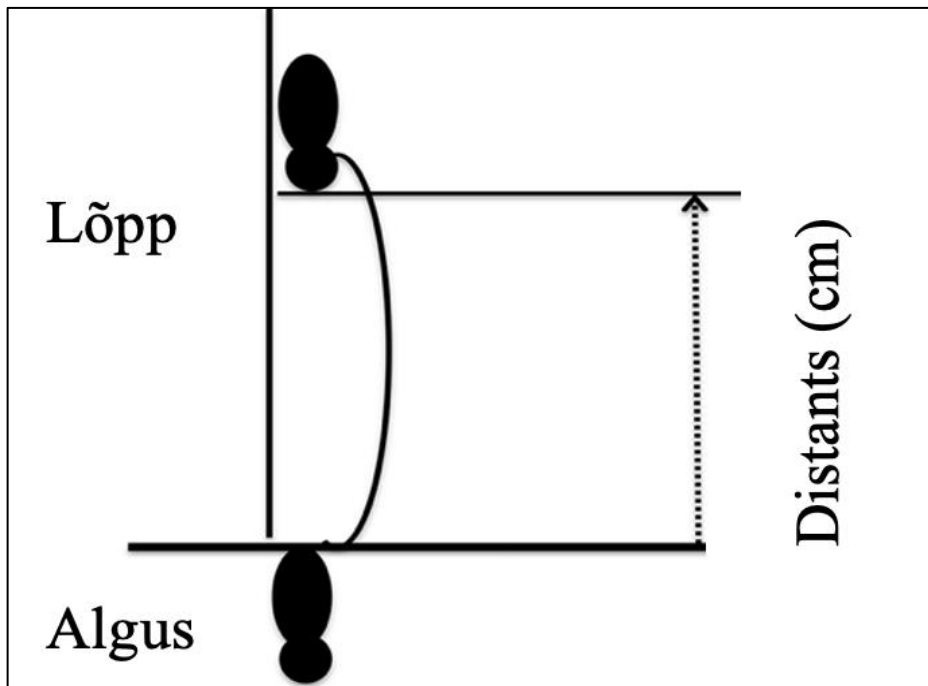
3.3. Funktsionaalsed testid

Isokineetilisele lihasjõutestmisele järgnesid funktsionaalsed testid. Esmalt tuli vaatlusalustel sooritada SLHD ja seejärel YBA test, vahetult enne anti uuritavale uuringu läbiviija poolt demonstratiivne ülevaade testi olemusest koos verbaalse juhendamisega. Mõlema funktsionaalse testi puhul oli sooritajatel 3 proovikatset, millele järgnes 3 mõõtmisele minevat katset, seda mõlema alajäsemega (Shaffer et al., 2013; Ohji et al., 2021). Testimisit alustati NOP jäsemest.

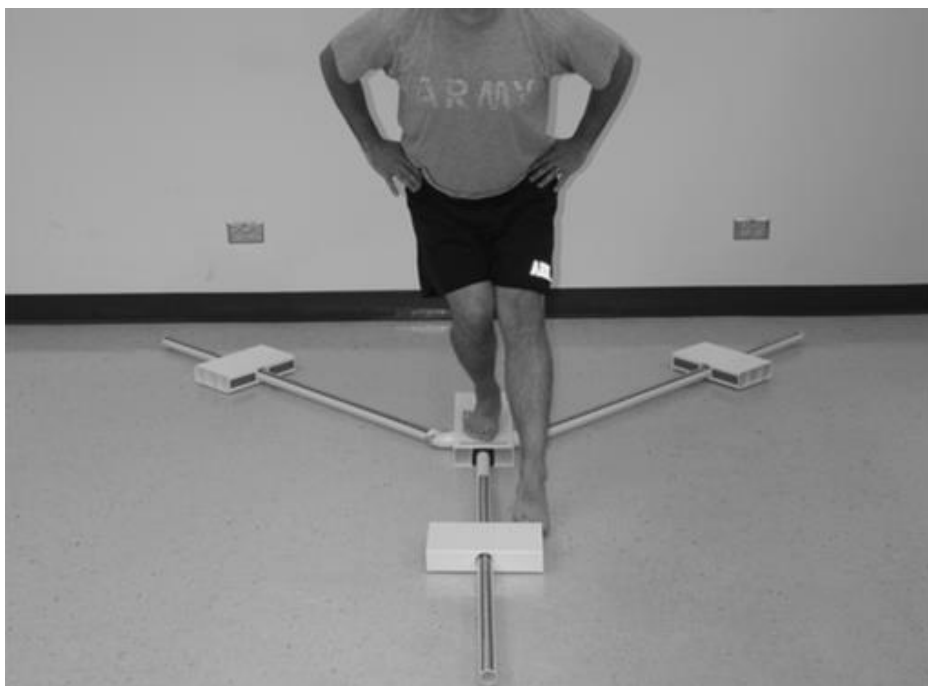
ERS vigastus või rekonsruktsiooni järgselt on leitud, et põlveliigese sirutajalihaste ja puusaliigese välisrotaatorlihaste jõud on positiivses korrelatsioonis SLHD tulemustega (Kline et al., 2018; Pua et al., 2015), lisaks jäsemetevahelisele sümmeeriale on tulemuste puhul oluline hinnata ka hüppe- ja kehapikkuse seost. SLHD tulemus >70% kehapikkusest võib olla oluline indikaator toetamaks sporti naasmist (Ohji et al., 2021).

SLHD eesmärgiks on hüpata ühel jalal võimalikult kaugele, kaotamata seejuures tasakaalu ja maanduda võimalikult sujuvalt nii, et hüppejalg paigalt ei nihkuks ja labakäed jääksid kogu katse vältel puusadega kontakti. Katse sooritamist alustas uuritav testitaval jäsemel, varbad stardijoone taga, seistes. Kontralateraalne jäse põlveliigesest flekseeritud, käed niudeluudel. Hüppe pikkust mõõdeti stardijoonest testitava ehk maanduva jäseme kannani. Katse läks arvesse kui sooritusel olid täidetud kõik eelnevalt mainitud kriteeriumid ning maandumisasendit suudeti hüppe sooritamise järgselt säilitada vähemalt 3 sekundit.

YBA eesmärgiks on hinnata lihasfunktsiooni ja tasakaalu suletud ahelas, > 4 cm jäsemetevaheline erinevus võib olla riskifaktoriks mittekontaktse alajäseme vigastuse tekkeks sportlaste hulgas (Smith et al., 2017). Testi sooritamiseks seisis uuritav testimisplatvormil ilma jalatsiteta, tugijalaks parasjagu testitav jäse, ülesandeks kontralateraalse jäsemega lükata enda ees asetsevat klotsi ühe sujuva liigutusega samal ajal tasakaalu kaotamata võimalikult kaugele endast eemale ning naasma lähteasendisse, 3 katse vahelisel ajal võis testitav soovi korral platvormilt maha astuda.



Joonis 2. SLHD test.



Joonis 3. YBA test.

3.4. Kogutud andmete analüüs

Kogutud andmed sisestati MS Excel 2021 programmi. Arvutati kõigi mõõdetud maksimaalsete väärtuste aritmeetilised keskmised (\bar{X}) ja standardhälve (SD). Vahetult pärast operatsiooni ja keskmiselt 4.5 ± 1.0 aastat hiljem mõõdetud isokineetiliste reie sirutaja- ja painutajalihaste jõunäitajate erinevuse olulisuse tuvastamiseks kasutati Student paaris t-testi, sirutaja-painutaja lihaste suhete (H:Q) statistiliselt olulise erinevuse hindamiseks Student paaritut t-testi.

Isokineetiliste lihasjõunäitajate ja funktsionaalsete testide vahelisi korrelatiivseid seoseid analüüsi kasutades Pearsoni korrelatsioonikordajat.

4. TULEMUSED

4.1. Maksimaalne pöördemoment

OP põlveliigese sirutaja- ja painutajalihaste PM_{max} keskmised NOP jäseme PM_{max} keskmistest väärtustest on protsentuaalselt esitletud tabelis 2. Keskmiselt 18.6 ± 3.8 nädalat sooritatud esimese isokineetilise lihastestimise järgselt oli OP jäseme põlveliigese sirutajalihaste jõunäitajad nurkkiirusel $60^\circ/s$ 80.8 ± 15.0 % NOP jäseme väärtustest ja $180^\circ/s$ juures 78.2 ± 13.1 %, põlveliigese painutajalihaste samad näitajad vastavalt 89.9 ± 15.3 % ja 90.3 ± 11.6 %. Samad näitajad keskmiselt 4.5 ± 1.0 aastat hiljem $60^\circ/s$ nurkkiiruse juures põlveliigese sirutajatel 95.7 ± 13.0 % ja painutajatel 95.5 ± 13.0 %, $180^\circ/s$ nurkkiiruse juures vastavalt 94.1 ± 13.1 % ja 95.6 ± 11.6 % NOP jäseme keskmisest isokineetilisest PM_{max} näitajatest. Põlveliigese painutajalihaste OP jäseme jõu suhe NOP jäsemega esimese ja teise testimise võrdluses tõusis statistiliselt olulisel määral nivool $p < 0.05$, seda mõlema nurkkiiruse juures.

1. isokineetilise testimise järgselt ilmnas $60^\circ/s$ nurkkiiruse juures sirutajalihaste defitsiit ($< 90\%$ NOP jäsemest) 44 uuritavast 32 ja painutajalihaste 21 uuritaval, $180^\circ/s$ nurkkiiruse juures vastavalt 36 ja 21 indiviidil. 2. testi järgselt $60^\circ/s$ nurkkiiruse juures esines sirutajalihaste defitsiit võrreldes NOP jäsemega 13, painutajate puhul 14 vaatlusalusel. $180^\circ/s$ nurkkiiruse juures olid numbrid sarnased: defitsiit ilmnas vastavalt 15 ja 16 patsiendil.

Tabel 2. OP põlveliigese sirutaja- ja painutajalihaste PM_{max} keskmised NOP jäseme PM_{max} keskmistest näitudest ($\bar{X} \pm SD$)

	1. test		2. test	
	Sirutajad (%)	Painutajad (%)	Sirutajad (%)	Painutajad (%)
$60^\circ/s$	80.8 ± 15.0	89.9 ± 15.3	95.7 ± 13.0	$95.5 \pm 13.0^*$
$180^\circ/s$	78.2 ± 13.1	90.3 ± 11.6	94.1 ± 13.1	$95.6 \pm 11.6^*$

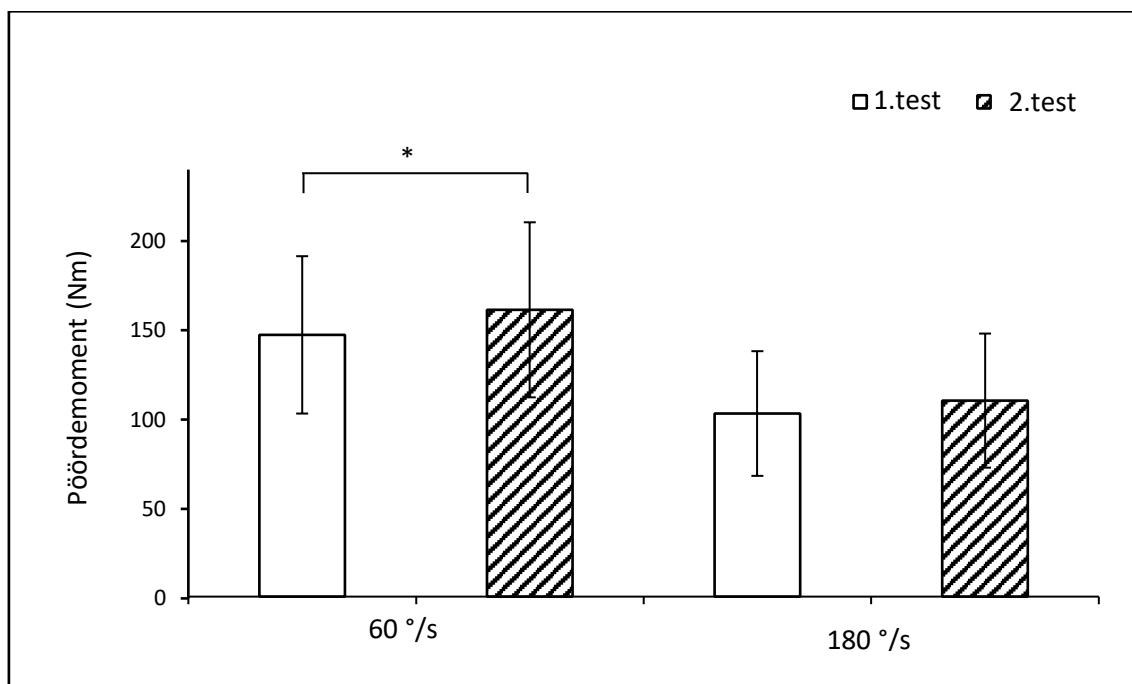
* $p < 0.05$

OP põlveliigese sirutajalihaste 1. ja 2. testimisel mõõdetud isokineetilise maksimaalse pöördemomendi (PM_{max}) keskvväärtuste võrdlus nurkkiirustel $60^\circ/s$ ja $180^\circ/s$ on esitatud joonisel 4, samad andmed NOP jäseme kohta kajastuvad joonisel 5.

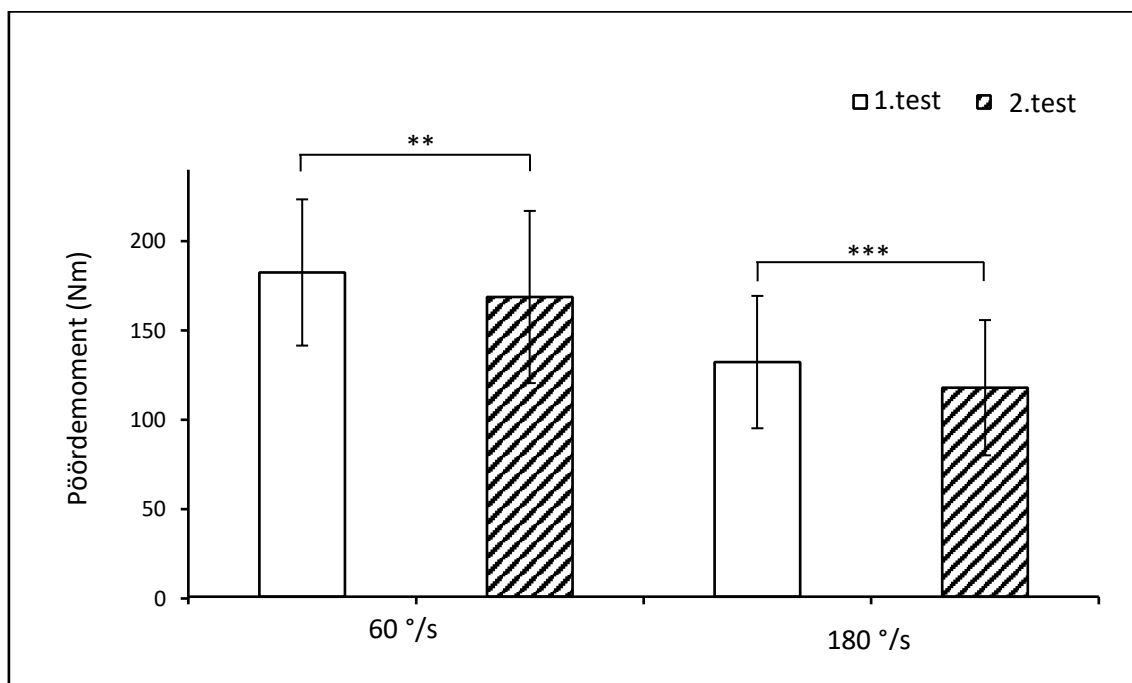
OP jäseme mõlema testi PM_{max} tulemused kasvasid: $60^\circ/s$ nurkkiiruse juures oli keskvväärtuste muutus 147.5 ± 6.6 Nm juurest 161.5 ± 7.4 Nm, antud tõus on statistiliselt oluline nivool $p < 0.05$. $180^\circ/s$ nurkkiiruse juures oli keskvväärtuste muutus 103.5 ± 5.3 Nm juurest 110.7 ± 5.7 Nm, mis ei olnud statistiliselt oluline.

NOP jäseme mõlemad testi PM_{max} tulemused kahanesid: $60^\circ/s$ nurkkiiruse juures oli keskvväärtuste muutus 182.5 ± 6.2 Nm juurest 168.8 ± 7.3 Nm, antud langud on statistiliselt

oluline nivool $p < 0.01$. $180^\circ/s$ nurkkiiruse juures oli keskvaartuste muutus 132.3 ± 5.6 Nm juurest 118 ± 5.7 Nm, mis on statistiliselt oluline nivool $p < 0.001$.



Joonis 4. OP jäseme põlveliigese sirutajalihaste 1. ja 2. testimise isokineetilise PM_{max} keskvaartuste võrdlus nurkkiirustel $60^\circ/s$ ja $180^\circ/s$. * $p < 0.05$

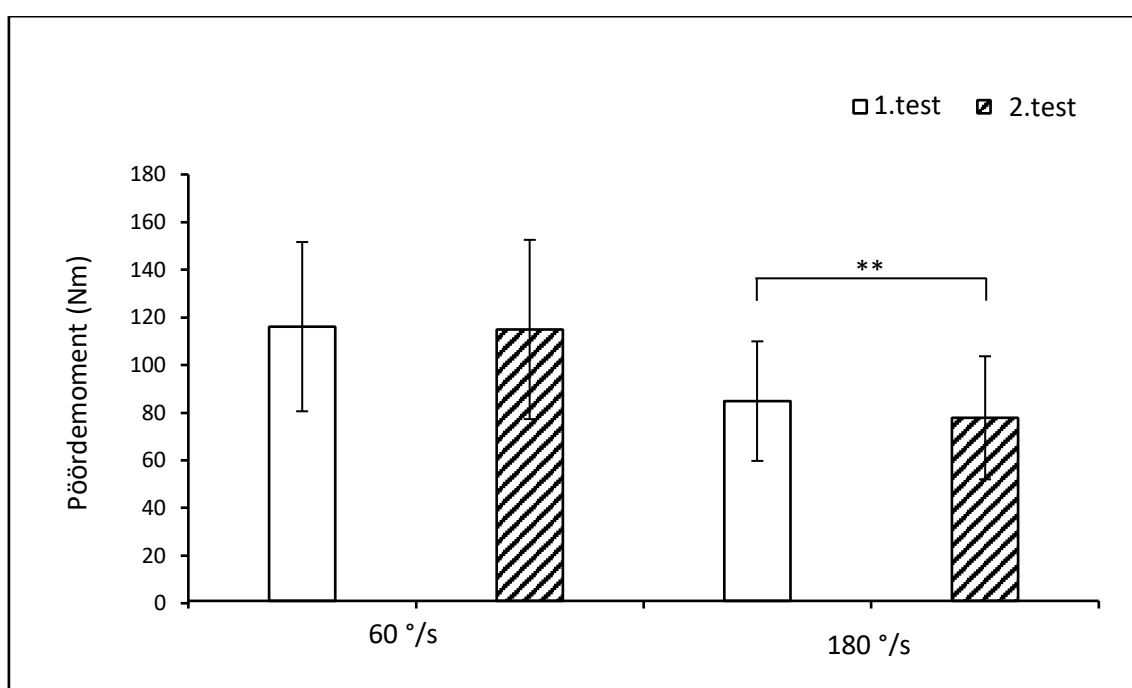


Joonis 5. NOP jäseme põlveliigese sirutajalihaste 1. ja 2. testimise isokineetilise PM_{max} keskvaartuste võrdlus nurkkiirustel $60^\circ/s$ ja $180^\circ/s$. ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

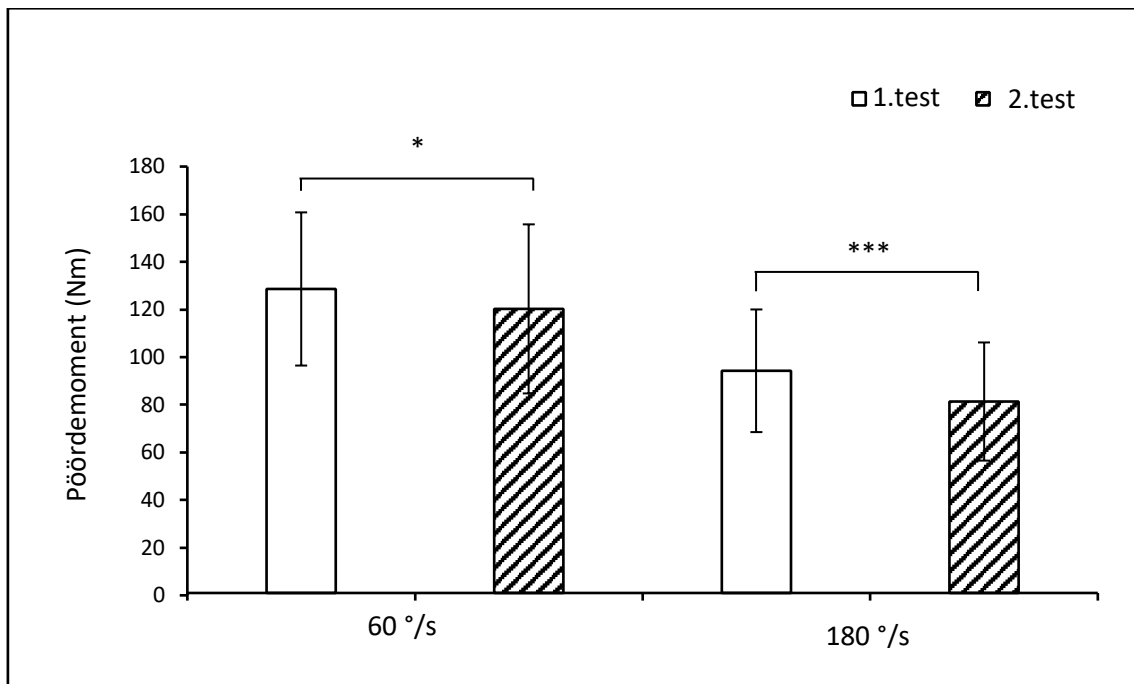
OP põleviigese painutajalihaste 1. ja 2. testimisel mõõdetud isokineetilise maksimaalse pöördemomendi (PM_{max}) keskväärtuste võrdlus nurkkiirustel $60^\circ/s$ ja $180^\circ/s$ on esitatud joonisel 6, samad andmed NOP jäseme kohta kajastuvad joonisel 7.

OP jäseme mõlema testi PM_{max} tulemused kahanesid : $60^\circ/s$ nurkkiiruse juures oli keskväärtuste langus 116.1 ± 5.4 Nm juurest 114.9 ± 5.7 Nm ja $180^\circ/s$ 84.9 ± 3.8 Nm juurest 77.9 ± 3.9 Nm. $180^\circ/s$ nurkkiiruse juures on tulemuste langus ka statistiliselt oluline ($p < 0.05$).

NOP jäseme mõlema testi PM_{max} tulemused samuti kahanesid: $60^\circ/s$ nurkkiiruse juures langesid keskväärtused 128.6 ± 4.8 Nm 110.7 ± 5.7 Nm juurde. $180^\circ/s$ 94.3 ± 3.9 Nm juurest 81.4 ± 3.7 . $60^\circ/s$ nurkkiiruse juures on langus statistiliselt oluline nivool $p < 0.05$ ja $180^\circ/s$ juures $p < 0.001$.



Joonis 6. OP jäseme põleviigese painutajalihaste 1. ja 2. testimise isokineetilise PM_{max} keskväärtuste võrdlus nurkkiirustel $60^\circ/s$ ja $180^\circ/s$. ** $p < 0.01$

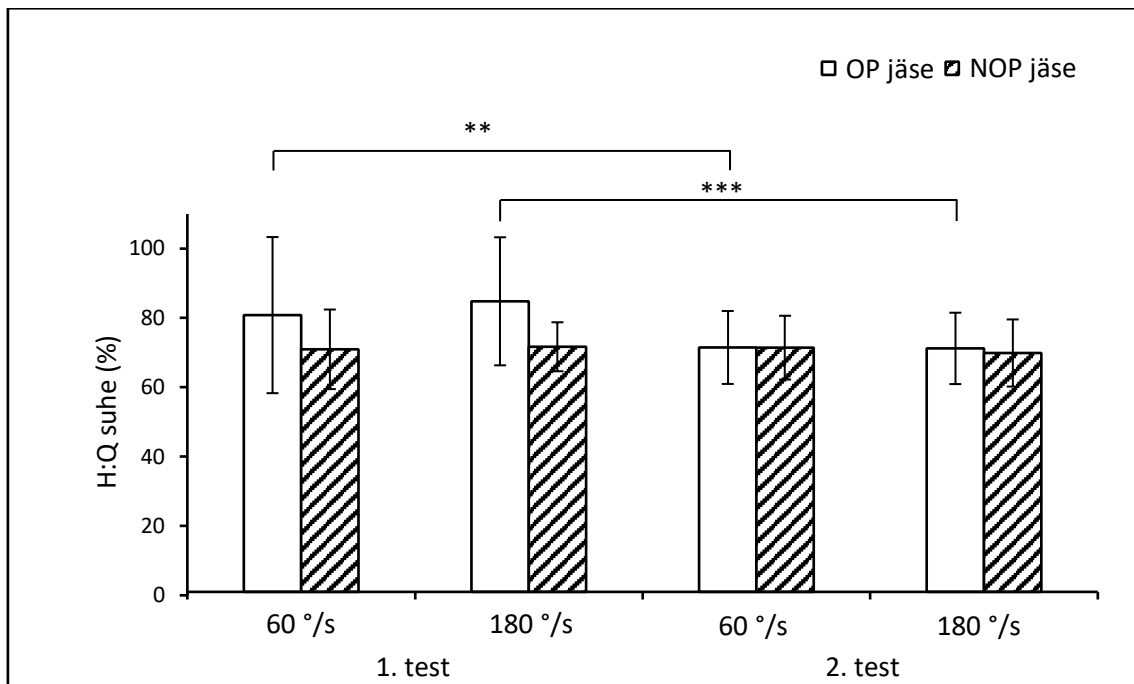


Joonis 7. NOP jäseme põlveliigese painutajalihaste 1. ja 2. testimise isokineetilise PM_{max} keskväärtuste võrdlus nurkkiirustel 60 °/s ja 180 °/s. * $p < 0.05$; *** $p < 0.001$

4.2. H:Q

Reie painutaja- ja sirutajalihaste pöördemomentide suhte muutused 1. ja 2. testimise võrdluses nurkkiirustel 60°/s ja 180°/s on toodud joonisel 7. Aeglasema nurkkiiruse juures on OP jäseme H:Q suhe madalam, võrreldes 1. testimisega (statistiliselt oluline muutus nivool $p < 0.01$). Kiirema nurkkiiruse juures on OP jäseme H:Q suhe samuti võrreldes esimese testimisega madalam (statistiliselt oluline muutus nivool $p < 0.001$). NOP jäseme puhul on H:Q suhted jäänud sisuliselt samaks ja statistiliselt olulisi erinevusi ei esine.

H:Q suhte normväärtusteks 60°/s nurkkiiruse juures loetakse tulemusi, mis on üle 60%, nurkkiiruse tõustes suhte normväärtused kasvavad (Ermiş et al., 2019).



Joonis 8. Reie painutaja- ja sirutajalihaste pöördemomentide suhte muutused 1. ja 2. testimise võrdluses nurkkiirustel 60°/s ja 180°/s. ** p< 0.01; *** p< 0.001

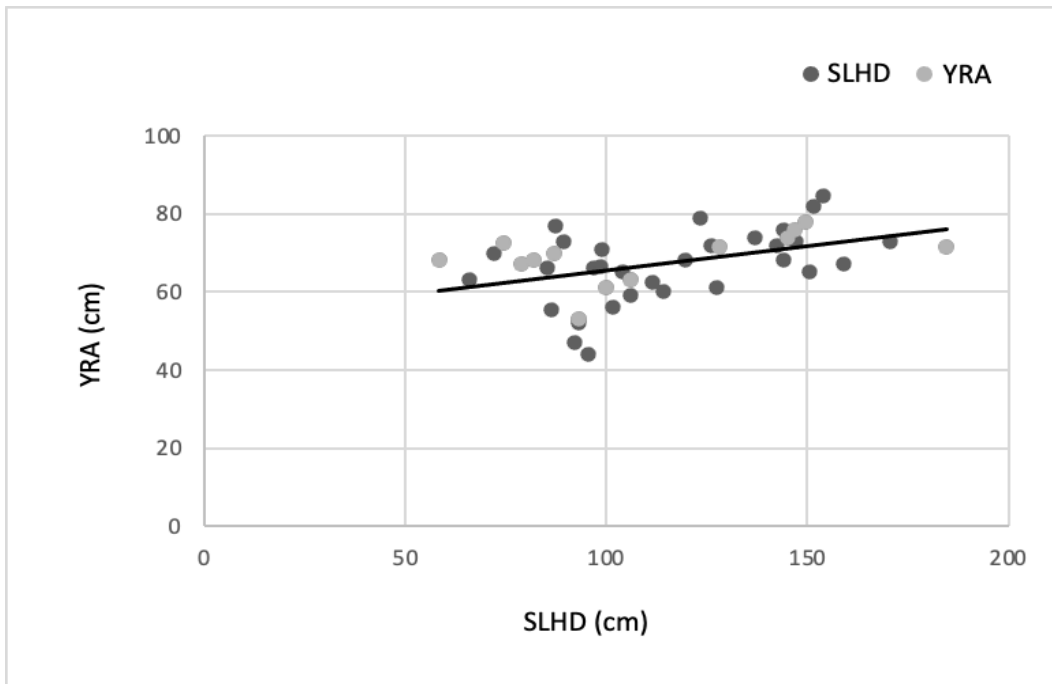
4.3. SLHD ja YBA

OP jäseme SLHD tulemused olid keskmiselt 114.3 ± 30.6 cm ja NOP jäsemel 122.3 ± 26.7 cm, mis tähendab, et OP jäseme näitajaid olid keskmiselt 93.5 % NOP jäseme tulemustest. YBA OP ja NOP jäseme keskmisi tulemusi vaadeldes on numbrid sisuliselt võrdsed, vastavalt 67.3 ± 8.7 ja 67.3 ± 8.1 cm.

Testimise käigus läbi viidud funktsionaalsete testide omavaheline lineaarne korrelatiivne seos OP jala puhul kajastub joonisel 9. OP jäseme SLHD ja YBA testi tulemustes kajastus keskmine positiivne seos ($r= 0.44$), NOP puhul oli sama seos nõrk ($r=0.29$).

OP jäseme sirutajalihaste maksimaalse pöördemomendi ja SLHD vaheline korrelatiivne seos nii 60°/s kui ka 180°/s nurkkiiruse juures oli nõrk ($r=0.32$ ja $r=0.37$). Sirutajalihaste maksimaalse pöördemomendi ja YBA testi tulemuste vahelised korrelatiivsed seosed olid ebaolulised.

28 uuritava OP jäseme SLHD testi parim tulemus oli <70% nende kehapikkusest, kogu grupi keskmine tulemus oli 63.9 ± 16.3 % nende pikkusest, NOP jäseme puhul oli sama näitaja 68.5 ± 14.2 % ning <70 % tulemust demonstreerisid 25 uuritavat.



Joonis 9. OP jala YBA ja SLHD testide korrelatiivne seos.

5. ARUTELU

Antud magistritöö raames läbi viidud uuringus testiti 44 TÜ Kliinikumi spordimeditsiini ja taastusravi osakonnas ERSR ja taastusravi läbinud patsiendi reielihaste jõunäitajaid keskmiselt 4.5 aastat pärast ERSi operatiivset taastamist, hindamaks ERSR järgseid kaugtulemusi ning vaatlemaks lihasjõu taastumist ja selle seost funktsionaalsete testide tulemustega.

OP jäseme põlveliigese sirutajalihaste keskmine maksimaalne pöördemoment võrreldes 1. testimisega oli märkimisväärselt kasvanud $60^\circ/s$ nurkkiiruse juures, tõus oli ka $180^\circ/s$ kiiruse juures. NOP jäseme puhul olid sirutajalihaste jõunäitajad mõlemal nurkkiirusel statistiliselt olulisel määral langenud, seega arvab autor, et on otstarbekas lisaks OP ja NOP jäseme omavahelisele võrdlusele rakendada lisanduvaid meetodeid, näiteks võimalusel hinnata NOP jäseme lihasjõudu ka enne operatsiooni, sest ERS rebendi järgselt ilmnev neutraalne defitsiit mõjutab alajäsemete lihasjõudu bilateraalselt (Grooms et al., 2015).

Võrreldes nii OP kui ka NOP jäseme painutajalihaste isokineetilisi PM_{max} -e keskmiselt 18 nädalat pärast ERSR-i ja 4.5 aastat hiljem selgub antud uuringu tulemuste põhjal, et lihasjõud mõlema nurkkiiruse juures on olulisel määral langenud. Sellest johtuvalt näitavad langustrendi ka OP jäseme H:Q suhted, NOP jäseme grupis on reie tagumise ja eesmise lihasgrupi jõu suhe jäänud sisuliselt samaks. Kõrgemad H:Q suhte väärtused on leitud olevat eelduseks edukaks vigastusjärgseks sporti naasmiseks ja vigastusriski vähendamiseks (Welling et al., 2020), antud teadmiste põhjal on seega otstarbekas hinnata H:Q suhte korrelatiivseid seoseid sporti naasmise ja H:Q suhte ning uute vigastusepisoodide vahel. Antud uuringus piirduti H:Q suhete keskväärtuste muutuste analüüsiga.

OP jäseme sirutajalihaste jõunäitajad võrreldes NOP jäsemega on isokineetiliste testide põhjal küll madalamad, kuid erinevus jääb keskmiselt siiski alla 10%, sarnaseid tulemusi kirjeldasid ka Otzel ja kolleegid (2015), kes uurisid harrastussportlaste ERSR-i järgseid kaugtulemusi keskmiselt 3 aastat pärast operatsiooni ning Luik ja kolleegid (2020), kes testisid reielihaste jõunäitajaid endistel tippportlastel 20 aastat pärast ERSR-i. Lihasjõudefitsiit alla 10% on oluliseks printsiibiks sporti naasmise valmiduse hindamisel (Adams et al., 2012; Davies et al., 2017). Antud uuringus ei käsitletud patsientide osalemist spordi- ja vabaaja tegevustel pärast ERSR-i, seega ei saa antud seost hinnata, kuid OP jäseme sirutajalihaste jõunäitajate väärtusi $>90\%$ NOP jäseme tulemustest võib siiski pidada tavapäraseks nähtuseks. OP jäseme sirutajalihaste maksimaalseid pöördemomente vaadeldes on näha tõusu, ka andmete võrdluse põhjal jääb OP ja NOP jäsemete reielihaste jõu erinevus keskmiselt alla 10%. 1. ja 2. testimise tulemusi võrreldes ei tulene jäsemete ja lihasgruppide vaheline jõudude tasakaalustumine autori

hinnangul niivõrd sellest, et uuritavad oleksid OP jäseme treeninud NOP jäsemega sarnasele tasemele, vaid sellest, et protsentuaalselt on NOP jäseme reielihaste jõud oluliselt langenud ja see on justkui toonud kaasa optimaalsed jõumomentide suhted.

Pinczewski ja kolleegid (2007) analüüsisid 180 ERSR järgse patsiendi objektiivseid, subjektiivseid ja radiograafilisi kaugtulemusi 2-10 aastat pärast ligamendi taastamist BTB ja STG siirikuga ning leidsid, et SLHD OP testi tulemus <90% NOPst aasta pärast sekkumist ennustab osteoartriidi teket hilisemas elus, samuti selgus, et suurem osa (80-97%) uuringus osalejate OP jäseme SLHD tulemustest oli > 90%. Antud uuringus oli OP jäseme keskmine näitaja 93.5% NOP jäsemest, mis eelnevat uuringut silmas pidades on sarnane leid, erinevate siirikutüüpide grupe antud uuringus ei võrreldud, seega ei saa teha järeldusi, kas üht või teist siirikut eelistades on OP jäseme funktsionaalne võimekus parem või mitte.

SLHD testi tulemus <70% kehapiikkusest võib olla sporti naasmist pärssivaks (Ohji et al., 2021). OP jäsemega demonstreerisid 44 uuritavast 28 madalamat tulemust, NOP jäsemega 25, mis tähendab, et valimist rohkem kui poolte SLHD tulemus ei ulatu sporti naasmist toetavale tasemele, isegi kui OP jäseme keskväärtus NOP jäseme keskmisest on >90%. Kuigi antud parameetrite vahelist seose tugevust antud uuringus ei hinnatud, järeldab autor, et lisaks OP ja NOP jäseme tulemuste võrdlemisele on patsiendi sporti naasmise soovi arvesse võttes otstarbekas SLHD tulemusi võrrelda keha pikkusega.

Põlveliigese sirutajalihaste atroofia või nõrkus korreleerub halva põlveliigese funktsionaalsusega (Herrington et al., 2021): antud uuringus olid OP jäseme sirutajalihaste jõunäitajad küll väiksemad kui NOP jäsemel, kuid erinevus jäi alla 10% ja funktsionaalsete testide puhul oli kahe jäseme võrdluses defitsiit samuti alla 10% või YRA puhul sisuliselt olematu. Jõunäitajate ja funktsionaalsete testide vaheline korrelatiivne seos siinkohal puudus.

Autori väitel on anlüüsi käigus selgunud tulemust põhjal uuringus osalejate alajäsemete lihasfunktsioon ja jõud taastunud hästi, mis tähendab, et taastusravi suurim eesmärk on täidetud (Adams et al., 2012; Cheatham & Johnson 2010).

Käesolevas uurimistöös kasutati vaid objektiivseid lihasjõu hindamismeetodeid, kuid nagu kirjandusülevaates eelnevalt kirjeldatud, omab ERS vigastus ja sellest taastumine ka psühholoogilist aspekti, mida ei tohi vähetähtsustada (Nwachukwu et al., 2019). Sellest lähtudes peab taastusravi käigus hindama lisaks füüsilistele parameetritele ka patsiendi psühholoogilist seisundit, kasutades erinevaid subjektiivseid küsimustikke.

Antud uuringu piiranguna saab välja tuua ainiti füüsiliste kaugtulemuste analüüsi, kuigi see oli suuresti antud uuringu eesmärk, tulevikku vaadates on vigastusjärgselt oluline uurida seoseid patsiendi füüsilise ja vaimse tervise vahel, et maksimeerida ravitulemusi. Samuti ei

olnud saadaval andmeid funktsionaalsete testide tulemustest 1. isokineetilise testimise ajal ja radiograafilisi andmeid hindamaks objektiivselt põlveliigese erinevate struktuuride seisundit.

Uurimistöö tugevusena võib välja tuua võrdlemisi suure ja motiveeritud valimi ning fakti, et kõik patsiendid on ERSRi järgse taastusravi programmi läbinud TÜ Kliinikumi spordimediitsiini ja taastusravi kliinikus ühesugust strateegiat ja tõekspidamisi kasutanud füsioterapeutide hoole all. Kõik operatsioonid on sooritatud kahe antud valdkonnas kogenud TÜ Kliinikumi ortopeedi poolt, mis tähendab ühtlast ja head operatiivse ravi kvaliteeti.

6. JÄRELDUSED

1. Keskmiselt 4.5 aastat pärast ERSRi esineb OP jäsene põlveliigese sirutajalihaste isokineetiliste jõumomentide mõõdetuna 60°/s ja 180°/s nurkkiiruste juures ja hüppevõimekuse defitsiit võrreldes NOP jäsemega, mis jääb keskmiselt alla 10%.
2. Isokineetilised pöördemomentide keskvaartused OP põlveliigese painutajalihaseid ja NOP jäset vaadeldes on märkimisväärselt madalamad, võrreldes keskmiselt 18 nädalat pärast ERSRi, mis on OP ja NOP jäsene jõunäitajate tasakaalustumise üheks mõjutavaks faktoriks.
3. Põlveliigese funktsionaalne võimekus keskmiselt 4.5 aastat pärast ERSRi on sarnane NOP jäsemega.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Bojsen-Møller F, et al. Antagonist muscle coactivation during isokinetic knee extension. *Scand J Med Sci Sports* 2000;10(2):58–67
2. Adams D, Logerstedt D, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current Concepts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Criterion–Based Rehabilitation Progression. *J Orthop Sports Phys Ther* 2012; 42(7):601–14
3. Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *Am J Sports Med* 2005;33(4):524–30
4. Akoglu H. User’s guide to correlation coefficients. *Turk J Emerg Med* 2018;18(3):91–3
5. Anderson MJ, Browning WM, Urbani CE, Kluczynski MA, Bisson LJ. A Systematic Summary of Systematic Reviews on the Topic of the Anterior Cruciate Ligament. *Orthop J Sports Med* 2016;4(3)
6. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med* 2014;48(21):1543–52
7. Asaeda M, Deie M, Kono Y, Mikami Y, Kimura H, The relationship between knee muscle strength and knee biomechanics during running at 6 and 12 months after anterior cruciate ligament reconstruction. *Asia-Pacific J Sports Med, Arthr, Rehab and Tech.* 2019;16:14–8
8. Bartlett RJ, Clatworthy MG, Nguyen TNV. Graft selection in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *The J Bone and Joint Sur Br vol.* 2001; 83-B(5):625–34
9. Beynon BD, Johnson RJ, Abate JA, Braden CF, Claude EN Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries, Part I. *The Am J of Sports Med.* 2005;33(10):1579-1602
10. Boden BP, Dean GS, Feagin JA, Garrett WE. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics.* 2000 Jun;23(6):573–8
11. Bordonni B, Varacallo M. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Thigh Quadriceps Muscle. *StatPearls Publishing* 2021: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513334/> 11.05.2021
12. Brant JA, Johnson B, Brou L, Comstock RD, Vu T. Rates and Patterns of Lower Extremity Sports Injuries in All Gender-Comparable US High School Sports. *Orthopaedic J Sports Med* 2019; 7(10)

13. Buckthorpe M, La Rosa G, Villa FD. restoring knee extensor strength after anterior cruciate ligament reconstruction: a clinical commentary. *Int J Sports Phys Ther* 2019; 1:159–72
14. Cheatham SA, Johnson DL. Current Concepts in ACL Injuries. *The Phys and Sportsmed* 2010; 38(3):61–8
15. Davies GJ, McCarty E, Provencher M, Manske RC. ACL Return to Sport Guidelines and Criteria. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2017; 10(3):307–14
16. Duthon VB, Barea C, Abrassart S, Fasel JH, Fritschy D, Ménétrety J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; (3):204–13
17. Dyhre-Poulsen P, Krogsgaard MR. Muscular reflexes elicited by electrical stimulation of the anterior cruciate ligament in humans. *J of Applied Physiol* 2000; 89(6):2191–5
18. Enoka RM. Muscle strength and its development. New perspectives. *Sports Med* 1988; (3):146–68
19. Ermiş E, Yilmaz AK, Kabadayi M, Bostanci Ö, Mayda MH. Bilateral and ipsilateral peak torque of quadriceps and hamstring muscles in elite judokas. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2019; 19(3):286-293.
20. Ferguson D, Palmer A, Khan S, Oduoza U, Atkinson H. Early or delayed anterior cruciate ligament reconstruction: Is one superior? A systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2019;29(6):1277–89
21. Filbay SR, Ackerman IN, Russell TG, Crossley KM. Return to sport matters — longer-term quality of life after ACL reconstruction in people with knee difficulties. *Scand J Med & Sci Sports.* 2017;27(5):514–24
22. Frobell RB, Lohmander LS, Roos HP. Acute rotational trauma to the knee: poor agreement between clinical assessment and magnetic resonance imaging findings. *Scand J Med Sci Sports.* 2007; 17(2):109–14
23. Frobell RB, Roos EM, Roos HP, Ranstam J, Lohmander LS. A Randomized Trial of Treatment for Acute Anterior Cruciate Ligament Tears. *N Eng J Med* 2010; 363(4):331–42
24. Fry CS, Johnson DL, Ireland ML, Noehren B. ACL injury reduces satellite cell abundance and promotes fibrogenic cell expansion within skeletal muscle. *J Orthop Res.* 2017; 35(9):1876–85
25. Garcia GH, Wu H-H, Park MJ, Tjoumakaris FP, Tucker BS, et al. Depression Symptomatology and Anterior Cruciate Ligament Injury: Incidence and Effect on Functional Outcome—A Prospective Cohort Study. *Am J Sports Med.* 2016; 44(3):572–9
26. Garrison JC, Bothwell JM, Wolf G, Aryal S, Thigpen CA. y balance testtm anterior reach symmetry at three months is related to single leg functional performance at time of return to

- sports following anterior cruciate ligament reconstruction. *Int J Sports Phys Ther.* 2015; 10(5):602–11
27. Grevnerts HT, Fältström A, Sonesson S, Gauffin H, Carlford S, Kvist J. Activity demands and instability are the most important factors for recommending to treat ACL injuries with reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; 26(8):2401–9
28. Grindem H, Logerstedt D, Eitzen I, Moksnes H, Axe MJ, et al. Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function in nonoperatively treated individuals with anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2011; 39(11):2347–54
29. Grooms D, Appelbaum G, Onate J. Neuroplasticity Following Anterior Cruciate Ligament Injury: A Framework for Visual-Motor Training Approaches in Rehabilitation. *J Orthop Sports Phys Ther* 2015;45(5):381–93
30. Gupton M, Imonugo O, Terreberry RR. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee. 2021; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK500017/> 11.05.2021
31. Herrington L, Ghulam H, Comfort P. Quadriceps Strength and Functional Performance After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Professional Soccer players at Time of Return to Sport. *The J Stre & Cond Research* 2021; 35(3):769–75
32. Hirschmann M, Müller W. Complex function of the knee joint: the current understanding of the knee. *Knee surg, sports traumat, arthrosc: off j of the ESSKA.* 2015; 23: 2780–2788
33. Ithurburn MP, Paljieg A, Thomas S, Hewett TE, Paterno MV, et al. Strength and Function Across Maturational Levels in Young Athletes at the Time of Return to Sport After ACL Reconstruction. *Sports Health* 2019; 11(4):324–31
34. Khan A, Arain A. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Anterior Thigh Muscles. 2021; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538425/> 11.05.2021
35. Kline PW, Burnham J, Yonz M, Johnson D, Ireland ML, et al. Hip external rotation strength predicts hop performance after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018; 26(4):1137–44
36. Krogsgaard MR, Fischer-Rasmussen T, Dyhre-Poulsen P. Absence of sensory function in the reconstructed anterior cruciate ligament. *J Electromyog and Kinesiol.* 2011; 21(1):82–6
37. Lautamies R, Harilainen A, Kettunen J, Sandelin J, Kujala UM. Isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength and knee function 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008; 16(11):1009–16
38. Luik M, Koovit T, Rahu M, Kuik R, Rips L. Põlveliigese funktsionaalne võimekus ja subjektiivne seisund 20 aastat pärast eesmise ristatideme rekonstruktsiooni

põlvekerdakõõluse autotransplantaadiga endistel tippsportlastel. Eesti Arst 2020; 99(11): 669-75

39. Macaulay AA, Perfetti DC, Levine WN. Anterior Cruciate Ligament Graft Choices. Sports Health 2012; 4(1):63–8

40. Männi M. Postoperatiivsed muutused reie nelipealihase kontraktiilsetes omadustes põlveliigese ees- mise ristatisideme vigastusega patsientidel. 2003

41. Marieswaran M, Jain I, Garg B, Sharma V, Kalyanasundaram D. A Review on Biomechanics of Anterior Cruciate Ligament and Materials for Reconstruction. Appl Bionics Biomech 2018; <https://www.hindawi.com/journals/abb/2018/4657824/> 11.05.2021

42. van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. Br J Sports Med. 2016; 50(24):1506–15

43. Moses B, Orchard J, Orchard J. Systematic review: Annual incidence of ACL injury and surgery in various populations. Res Sports Med. 2012; 20(3–4):157–79

44. Myer GD, Schmitt LC, Brent JL, Ford KR, Barber Foss KD, et al. Utilization of modified NFL combine testing to identify functional deficits in athletes following ACL reconstruction. J Orthop Sports Phys Ther 2011;41(6):377–87

45. Noyes FR. The Function of the Human Anterior Cruciate Ligament and Analysis of Single- and Double-Bundle Graft Reconstructions. Sports Health. 2009; 1(1):66–75

46. Nwachukwu BU, Adjei J, Rauck RC, Chahla J, Okoroha KR, et al. How Much Do Psychological Factors Affect Lack of Return to Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? A Systematic Review. Orthop J Sports Med 2019; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6537068/> 11.05.2021

47. Ohji S, Aizawa J, Hirohata K, Ohmi T, Mitomo S, et al. Single-leg hop distance normalized to body height is associated with the return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. J Experim Orthop 2021; 8(1):26

48. Otsubo H, Akatsuka Y, Takashima H, Suzuki T, Suzuki D, et al. MRI depiction and 3D visualization of three anterior cruciate ligament bundles. Clinic Anat. 2017; 30(2):276–83.

49. Otzel DM, Chow JW, Tillman MD. Long-term deficits in quadriceps strength and activation following anterior cruciate ligament reconstruction. Physic Ther Sport. 2015; 16(1):22–8

50. Padaki AS, Noticewala MS, Levine WN, Ahmad CS, Popkin MK, et al. Prevalence of Posttraumatic Stress Disorder Symptoms Among Young Athletes After Anterior Cruciate Ligament Rupture. Orthop J Sports Med. 2018; 6(7):

https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967118787159?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed 11.05.2021

51. Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Wojtys EM. Maximizing Quadriceps Strength After ACL Reconstruction. *Clinics Sports Med* 2008; 27(3):405–24
52. Paterno M, Schmitt L, Ford K, Rauh M, Myer G, et al. Biomechanical Measures During Landing and Postural Stability Predict Second Anterior Cruciate Ligament Injury After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Return to Sport. *Amer J Sports Med.* 2010; 38:1968–78
53. Pua Y-H, Ong P-H, Ho J-Y, Bryant AL, E Webster K, et al. Associations of isokinetic knee steadiness with hop performance in patients with ACL deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; 23(8):2185–95
54. Rips L, Pääsuke R, Luik M, Koovit T, Rahu M. Põlveliigese eesmise ristatisideme taastamise operatsioon – mitte alati õnnestumine. *Eesti Arst* 2020; 99(4):223–231
55. Roos H, Ornell M, Gärdsell P, Lohmander LS, Lindstrand A. Soccer after anterior cruciate ligament injury – an incompatible combination? A national survey of incidence and risk factors and a 7-year follow-up of 310 players. *Acta Orthop Scand* 1995; 66(2):107–12
56. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, et al. Y-Balance Test: A Reliability Study Involving Multiple Raters. *Military Medicine* 2013; 178(11):1264–70
57. Smith LJ, Creps JR, Bean R, Rodda B, Alsalaheen B. Performance and reliability of the Y-Balance Test™ in high school athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2018; 58(11):1671–5
58. Snoeker B, Turkiewicz A, Magnusson K, Frobell R, Yu D, et al. Risk of knee osteoarthritis after different types of knee injuries in young adults: a population-based cohort study. *Br J Sports Med.* 2020; 54(12):725–30.
59. Solomonow M, Baratta R, Zhou BH, Shoji H, Bose W, et al. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *Am J Sports Med.* 1987; 15(3):207–13
60. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Quelard B, Daggett M, Borade A, et al. Arthrogenic muscle inhibition after ACL reconstruction: a scoping review of the efficacy of interventions. *Br J Sports Med.* 2019; 53(5):289–98.
61. Streich NA, Zimmermann D, Bode G, Schmitt H. Reconstructive versus non-reconstructive treatment of anterior cruciate ligament insufficiency. A retrospective matched-pair long-term follow-up. *Int Orthop.* 2011; 35(4):607–13
62. Sugimoto D, LeBlanc JC, Wooley SE, Micheli LJ, Kramer DE. The Effectiveness of a Functional Knee Brace on Joint-Position Sense in Anterior Cruciate Ligament-Reconstructed Individuals. *J Sport Rehabil.* 2016; 25(2):190–4.

63. Thomas AC, Wojtys EM, Brandon C, Palmieri-Smith RM. Muscle Atrophy Contributes to Quadriceps Weakness after ACL Reconstruction. *J Sci Med Sport*. 2016 Jan;19(1):7–11.
64. Tsuda E, Okamura Y, Ishibashi Y, Otsuka H, Toh S. Techniques for reducing anterior knee symptoms after anterior cruciate ligament reconstruction using a bone-patellar tendon-bone autograft. *Amer J Sports Med*. 2001; 29:450–6.
65. Webster KE, Hewett TE. Anterior Cruciate Ligament Injury and Knee Osteoarthritis: An Umbrella Systematic Review and Meta-analysis. *Clin J Sport Med* 2021 (in press).
66. Welling W, Benjaminse A, Lemmink K, Gokeler A. Passing return to sports tests after ACL reconstruction is associated with greater likelihood for return to sport but fail to identify second injury risk. *The Knee* 2020; 27(3):949–57.
67. te Wierike SCM, van der Sluis A, van den Akker-Scheek I, Elferink-Gemser MT, Visscher C. Psychosocial factors influencing the recovery of athletes with anterior cruciate ligament injury: A systematic review. *Scand J Med & Sci Sports*. 2013;23(5):527–40
68. Woo SLY, Wong EK, Lee JM, Yagi M, Fu FH. Ligaments of the Knee in Sports Injuries and Rehabilitation. In: Puddu G, Giombini A, Selvanetti A, eds. *Rehabilitation of Sports Injuries*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2001, 1-10
69. Yoo H, Marappa-Ganeshan R. *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Anterior Cruciate Ligament*. StatPearls Publishing 2021:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559233/> 06.05.2021
70. Zhang J, Pan T, Im H-J, Fu F, Wang J. Differential properties of human ACL and MCL stem cells may be responsible for their differential healing capacity. *BMC medicine*. 2011; 9:68
71. CSMI (Global Sports Medicine Inc.) HUMAC ®/ NORM™ Testing & Rehabilitation System. User's Guide, Model 770, USA. 2010.,
<https://www.yumpu.com/en/document/read/8976833/300004d-409-humac-norm-user-manual-csmi-solutions>, 11.05.2021.

LISAD

Lisa 1. Humac Norm põlveliigese testimise parameetrid (istudes) (CSMI 2010)

Humac Norm põlveliigese testimise parameetrid (istudes) (CSMI 2010)

Pingi pöördenurk (Rotation Scale)	40°
Pingi seljatoe kaldenurk (Back Angle)	85°
Pingi edasi-tagasi asend (Fore/ Aft Position)	15 cm
Pingi istumistoe asend (Seat Pos)	Ülesse tõstetud
Pingi asend relssidel (Monorail)	36-38 cm
Dünamomeetri pea kalle (Dyna Tilt)	0°
Dünamomeetri pea pöördenurk (Dyna Rotation)	40°
Dünamomeetri pea kõrgus (Dyna Height)	8 ühikut

Mina, Helena Saar

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

Põlveliigese funktsionaalne võimekus 4.5 aastat pärast eesmise ristatsideme rekonstruktsiooni,

mille juhendaja on Tauno Koovit ja Eve Unt,

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.

Helena Saar

21.05.2021