

TARTU ÜLIKOOL

Spordibioloogia ja füsioteraapia instituut

Kerli Tammeveski

**Hilise põlveliigese osteoartroosiga patsientide alajäsemete liigeste
dünaamiliste näitajate muutused kõnnil enne ja pärast 8-nädalast koduse
kehaliste harjutuste programmi sooritamist**

Magistritöö

Füsioteraapia õppekava

(kliiniline rehabilitatsioon)

Juhendajad: MD PhD Helena Gapeyeva

PhD Jaan Ereline

Tartu 2014

SISUKORD

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID	3
SISSEJUHATUS	4
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1.1 Põlveliigese osteoartroosi epidemioloogia	6
1.2 Alajäsemete liigeste biomehaanika häired põlveliigese osteoartroosiga patsientidel ..	7
1.3 Lihasjõu languse ja proprioretseptiooni seos osteoartrootiliste muutustega	10
1.4 Kehalised harjutused põlveliigese osteoartroosi ravis	12
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	16
3. TÖÖ METOODIKA	17
3.1 Vaatlusalused	17
3.2 Kodune kehaliste harjutuste programm	18
3.3 Uurimismeetodid	18
3.3.1 Antropomeetrilised näitajad	18
3.3.2 Põlveliigese aktiivse liikuvusulatuse määramine	19
3.3.3 Põlveliigese valu tugevuse hindamine	19
3.3.4 Alajäsemete sirutajalihaste unilateraalse tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu määramine	20
3.3.5 Kõnni kinemaatiliste ja dünaamiliste näitajate määramine	20
3.4 Uuringu korraldus	23
3.5 Andmete statistiline analüüs	23
4. TÖÖ TULEMUSED	24
4.1 Kodune kehaliste harjutuste programm	24
4.2 Subjektiivne põlveliigese valu tugevus	25
4.3 Põlveliigese aktiivne liikuvusulatus fleksioonil ja ekstensioonil	25
4.4 Alajäsemete sirutajalihaste tahteline isomeetriline maksimaaljõud	27

4.5	Kõnni kinemaatilised näitajad.....	28
4.6	Kõnni dünaamilised näitajad	29
4.6.1	Puusaliigese jõumomendid	29
4.6.2	Põlveliigese jõumomendid	30
4.6.3	Hüppeliigese jõumomendid	32
4.7	Korrelatsioonanalüüs	32
5.	TÖÖ TULEMUSTE ARUTELU	35
5.1	Põlveliigese valu ja liikuvusulatus.....	35
5.2	Alajäsemete sirutajalihaste maksimaalne lihasjõud.....	37
5.3	Kõnni kinemaatilised ja dünaamilised näitajad	38
5.4	Uuringu limiteerivad faktorid ja praktilised väljundid	42
6.	JÄRELDUSED.....	44
	KASUTATUD KIRJANDUS	45
	SUMMARY	52
	TÄNUAVALDUS	54
	LISAD	55
	Lisa 1.....	56
	Lisa 2.....	58

TÖÖS KASUTATUD LÜHENDID

3D	kolmemõõtmeline (ingl <i>3-dimensional</i>)
ADL	igapäevategevused (ingl <i>activities of daily living</i>)
AM	hüppeliigese jõumoment (ingl <i>ankle moment</i>)
AROM	aktiivne liikuvusulatus (ingl <i>active range of motion</i>)
DJ	domineeriv jalg kontrollgrupil
GRF	toereaktsioon (ingl <i>ground reaction force</i>)
HJ	haaratud jalg
HM	puusaliigese jõumoment (ingl <i>hip moment</i>)
KKHP	kodune kehaliste harjutuste programm
KM	põlveliigese jõumoment (ingl <i>knee moment</i>)
KMI	kehamassiindeks (ingl <i>body mass index</i>)
OA	osteoaartroos (ingl <i>osteoarthritis</i>)
PAM	põlveliigese adduktsiooni moment (ingl <i>knee adduction moment</i>)
POA	põlveliigese osteoaartroos
VHJ	vähem haaratud jalg
TKA	põlveliigese täielik endoproteesimine (ingl <i>total knee arthroplasty</i>)

SISSEJUHATUS

Osteoartroos (OA) on maailmas laialdaselt levinud liigeshaigus. Haigestumine kasvab vanemas eas ja esineb sagedamini naissoo esindajatel. OA esinemissagedus on Eestis 10-20% ning seoses elanikkonna vananemisega on see järjest süvenev probleem. Tervisestatistika ja terviseuuringute andmebaasi andmetel registreeriti 2012. aastal 24 088 esmast OA haigusjuhtu, millest 69% naistel (Tervise Arengu Instituut, 2013). Haigus kahjustab kõige sagedamini labakäsi ning keharaskust kandvaid puusa- ja põlveliigeseid.

OA haarab liigest tervikuna, mõjutades lisaks luudele ja liigeskapslile ka ümbritsevaid struktuure. OA-d iseloomustab liigespilu ahenemine, osteofüütide teke ja subkondraalsed muutused, mis omakorda mõjutavad liigeste teljelisust, luupindadele avalduvate koormuste jaotumist ja liigeseid mõjutavaid dünaamilisi jõudusid. Põlveliigese osteoartroosi (POA) puhul asetleidvad muutused põhjustavad kõrvalekaldeid kõnnimustris. Kõnni hindamisel leiab kaasajal üha suuremat kasutust 3D kõnnianalüüsi meetod, mis määrab täpselt ja objektiivselt kõnni kinemaatilisi ja dünaamilisi näitajaid. See aitab toetada tõenduspõhist ravi ja hinnata sekkumismeetodite efektiivsust.

Kehaliste harjutuste sooritamise eesmärgiks on vähendada valu ja suurendada patsientide iseseisvust igapäevategevustel. Kui konservatiivne ravi ei anna enam soovitud tulemusi, siis on hilise POA-ga patsientidel näidustatud põlveliigese täielik endoproteesimine. Preoperatiivne taastusravi parandab liigeste funktsiooni ja vähendab haiglas olemise perioodi pikkust operatsioonijärgselt. Kodune kehaliste harjutuste programm on heaks alternatiiviks põlveliigese funktsiooni parandamisel, kuna füsioterapeutide ootejärjekorrad on pikad ning sageli eelistavad hilise POA-ga patsiendid teraapiasse sõitmise asemel koju jääda. Enamus uuringuid on hinnanud preoperatiivse füsioterapia mõju põlveliigese valu tugevusele, liigesliikuvusele ja lihasjõule. Vähe on aga uuritud harjutuste mõju kõnni dünaamilistele näitajatele.

Käesolevas magistritöös analüüsiti muutusi kõnnil avalduvates dünaamilistes näitajates hilise POA-ga patsientidel enne ja pärast 8-nädalast koduse kehaliste harjutuste programmi sooritamist ja võrreldi antud tulemusi ilma kaebusteta samaealiste naistega. Antud uurimistöö tulemusi saavad kasutada füsioterapid, arstid ja teised ortopeedia valdkonna spetsialistid, et saada rohkem teavet POA patsientide alajäsemete funktsiooni ja kõnni näitajate kohta.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Põlveliigese osteoartroosi epidemioloogia

Osteoartroos (OA) on krooniline aeglaselt progresseeruv liigeshaigus, mis on üheks peamiseks valu ja liikumiskiiruse põhjuseks vanemaealistel (Pereira *et al.*, 2011). OA haarab hüaliinliigeseid ning seda iseloomustab liigeskõhre pehmenemine ja lagunemine, sünoviaalne põletik, subkondraalsed luumuutused, liigespilu ahenemine, osteofüütide teke ning liigese turse (Baert *et al.*, 2013). Põletikuline sünoovia produtseerib kataboolseid ja proinflammatoorseid mediaatoreid, nagu näiteks tsütokiine, mis häirivad liigeskõhre ja kõhrealuse luukoe lagundamise ja sünteesi tasakaalu ning mille tulemusena on ülekaalus kõhre destruktsioon (Sellam ja Berenbaum, 2010). OA haarab liigest tervikuna, mis lisaks luudele ja liigeskapslile mõjutab ka ümbritsevaid sidemeid, kõõluseid ja lihaseid. Liigesele avalduvad mehaanilised jõud, muutunud jõudude jaotus ja biomehaanika avaldavad mõju OA progressioonile ning patsientide funktsionaalsele seisundile (Sharma *et al.*, 2001).

Kõige sagedamini on OA-st haaratud puusa-, põlve- ja labakäe liigesed (Grotle *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2011). Gonartroosi ehk põlveliigese osteoartroosi (POA) esinemissagedus on väga varieeruv, ulatudes 7%-st Norras kuni 30%-ni Jaapanis ja Ameerika Ühendriikides. Erinevused andmetes võivad olla tingitud demograafilistest teguritest, vanusest ja elustiilist. Lisaks on ilmnenu, et POA esinemissagedus radiograafiliselt diagnoosituna on suurem kui sümptomaatiliselt diagnoositud POA puhul, mis samuti mõjutab tulemusi (Pereira *et al.*, 2011).

POA patsiendid kaebavad valu, liigesjäikuse ning liikuvuspiiratud üle, mistõttu väheneb nende toimetulek funktsionaalsetes tegevustes, nagu näiteks toolilt püsti tõusmine, kõndimine ja treppidel liikumine. Lisaks kaasub POA-ga langenud lihasjõudlus, alanenud proprioretseptioon ja posturaalkontroll, mis võivad olla tingitud otseselt OA-st või olla kaudselt põhjustatud valust ja kehalise aktiivsuse vähenemisest (Bennell ja Hinman, 2011; Maly *et al.*, 2006).

POA väljakujunemist soodustavaid tegureid on mitmeid, millest peamisteks on suurenenud kehamassiindeks, naissugu ja vanus (Blagojevic *et al.*, 2010; Debi *et al.*, 2009). Pereira ja kolleegide (2011) läbiviidud meta-analüüsist selgus, et üle 60 aasta vanuste inimeste seas on POA levinud ligikaudu 34% naistest ning 24% meestest ning on täheldatud POA juhtude arvu kasvu tugevat seost vanusega. Kehakaalu tõusu tõttu langeb aga alajäsemetele suurem

koormus, mis võib omakorda põhjustada muutusi alajäsemete teljelisuses (Blagojevic *et al.*, 2010). Lisaks on POA väljakujunemise riskifaktoriteks vähenenud lihasjõud, varasem põlvevigastus (liigese, kõhre- ja ligamendivigastus), pikaajaline intensiivne kehaline aktiivsus (sportlased) ning teatud elukutsed, kus on vaja sagedasti kükitada ja põlvitada (Blagojevic *et al.*, 2010).

POA staadiumite klassifitseerimiseks röntgen-uuringu järgselt kasutatakse Kellgren ja Lawrence'i skaalat:

- 0 OA tunnused puuduvad
- I algav osteoartroos: osteofüütide tekke algus
- II kerge OA: vähene liigespilu ahenemine, selge osteofüütide teke
- III mõõdukas OA: liigespilu mõõdukas ahenemine, esineb subkondraalne skleroos, ulatuslik osteofüütide teke
- IV raske OA: suured osteofüüdid, liigespilu tugev ahenemine, ulatuslik subkondraalne skleroos, luu deformatsioon

(Kellgren ja Lawrence, 1957)

POA röntgenoloogilise raskusastme ja põlveliigese valu vahel esineb oluline positiivne seos (Neogi *et al.*, 2009). Mida suurem on valu tugevus ja põlveliigese jäikus ning mida suuremat pingutust nõudvamad on erinevad igapäevategevused (ingl *activities of daily living* - ADL) patsientide jaoks, seda enam on väljendunud röntgenoloogilised muutused (Duncan *et al.*, 2007). Seejuures on röntgenoloogilisel pildil ilmnev liigespilu vähenemine tugevamalt seotud põlveliigese valuga kui osteofüütide esinemine (Neogi *et al.*, 2009).

Ameerika Ühendriikides läbiviidud uuringus selgus, et viimase 20 aasta jooksul on põlveliigese valu ja sümptomaatilise POA esinemissagedus naiste hulgas kahekordistunud ja see näitab jätkuvalt tõusvat trendi (Nguyen *et al.*, 2011). Eestis on Tervisestatistika ja terviseuuringute andmebaasi andmetel (2012) OA esinemissagedus 10-20% ning 2012. aastal registreeriti 24 088 esmast haigusjuhtu, millest 69% esines naistel (Tervise Arengu Instituut, 2013). Seega on tähtis tähelepanu pöörata POA ennetamisele ja efektiivsele ravile.

1.2 Alajäsemete liigeste biomehaanika häired põlveliigese osteoartroosiga patsientidel

POA puhul leiavad aset muutused kõhrkoos, tekivad osteofüüdid ning väheneb liigespilu, mistõttu on häiritud liigestuvate pindade vaheline libisemine. Meniski eemaldamise, kõhre

vigastuse või liigete häirunud teljelisuse tõttu muutunud põlveliigese biomehaanika võib kiirendada kõhre degradatsiooni ja seega POA süvendada (Sun, 2010). Kõnnil alajäsemetele mõjuvad dünaamilised jõud, mis on tingitud nii kulg- kui ka roteeruvast liikumisest, on kuni viis korda suuremad keharaskusest. Seega on tähtis hinnata nende jõudude mõju liigetele ja POA kulule just kehalise aktiivsuse ajal (Egloff *et al.*, 2012).

Haaratud jala (HJ) põlvele avalduva koormuse vähendamiseks esineb POA patsientidel kõrvalekaldeid kõnni näitajates, mis arvatakse olevat kompensatoorseks kaitsemehhanismiks (Debi *et al.*, 2009; Zeni ja Higginson, 2011). Kuna suurem jalale avalduv koormus põhjustab valu, siis selle vältimiseks alaneb kõnnikiirus, lüheneb sammupikkus, väheneb üksik-toefaasi kestus HJ-l ning lüheneb hooperiood (Al-Zahrani ja Bakheit, 2002; Debi *et al.*, 2009). POA süvenemisega väheneb HJ põlveliigese liikuvus fleksioonil ja võib esineda liikuvuse piiratust ekstensioonil (Nagano *et al.*, 2012).

Liigete biomehaanika ja põlveliigesele avalduva koormuse jaotumise analüüsimiseks on tähtis hinnata nii anatoomilist sääreluu-reieluu nurka (ingl *tibiofemoral angle*), mis on keskmiselt $5-7^\circ$ valgus-asendis, kui ka alajäsemete mehaanilist telge. Mehaanilise telje määramiseks tõmmatakse sirgjoon reieluu pea keskelt otse alla kontsluu keskkoha. See telg läbib põntadevahekõbruksi (ingl *intercondylar eminence*) umbes 1° varus-asendis. Seega füsioloogilisest teljelisusest lähtuvalt kandub põlve mediaalsele poolele 60-75% koormusest, mis võib olla soodustavaks teguriks mediaalse tibiofemoraalse OA väljakujunemisele. Valgus-joondumine, mille puhul sääreluu-reieluu nurk $>5^\circ$ valguses, või varus-joondumine ($<5^\circ$ valguses) mõjutab koormuse jaotumist liigespindadel. Valgus-joondumise puhul on keharaskus kandunud enam põlveliigese lateraalsele osale ning varus-joondumise puhul mediaalsele (Egloff *et al.*, 2012; Yang *et al.*, 2010).

POA puhul aset leidnud biomehaaniliste muutuste kirjeldamiseks kasutatakse kõige sagedamini kolmemõõtmelist (3D) kõnnianalüüsi, millega saab hinnata nii liigete nurkasid kui ka liigetele avalduvaid jõudusid (Bovi *et al.*, 2011; Zeni ja Higginson, 2011). Kõnni hindamiseks kasutatakse kaameraid ning dünamograafilist platvormi, mis mõõdab toereaktsioone. Salvestatud toereaktsioonide ning liigete nurkade järgi arvutatakse välja välised jõumomendid, mis vastavad liigesesisestele koormustele. Kõnnil toimib alajäseme väline toereaktsiooni jõuvektor aga vastupidiselt iga liigesesegmendi lihasmomentidega. Jõumoment, mis on jõu võime põhjustada pöörlevat liikumist ümber teatud punkti, avaldub matemaatiliselt jõu ja jõuõla korrutisena. Põlveliigese varus-asendi puhul, mis on POA

patsientidel kõige enam levinud, esineb kõnnil põlveliigese adduktsiooni moment (PAM), mis on määratud toereaktsiooni jõu vertikaalse komponendi (GRF- *ground reaction force*, kõnni toeperioodil avalduv jõud, millega alus mõjutab keha ja liigeseid) ning toereaktsiooni vektori ja põlveliigese keskpunkti vahelise distantsi poolt. See jõumoment tekib GRF vektori möödumisel põlveliigese keskkohast mediaalsemalt. Välise PAM-ga saab hinnata dünaamilise koormuse ulatust kõnni toeperioodi ajal põlveliigese mediaalsele osale. Seega, mida suurem on põlveliigese *varus*-asend, seda suurem on PAM ja surve põlveliigese mediaalsele osale. PAM on omakorda seoses tibiofemoraalse OA raskusastmega (Baert *et al.*, 2013; Yang *et al.*, 2010), mistõttu arvatakse, et muutus liigeste teljelisuses on üheks oluliseks POA progressiooni soodustavaks riskiteguriks. Suurenenud koormus liigese ühele piirkonnale suurendab kõhrkoele ja teistele liigese struktuuridele avalduvat pinget, mis võib viia degeneratiivsete muutusteni (Tanamas *et al.*, 2009).

Lisaks suurenenud PAM-le, mida seostatakse kõige enam POA süvenemisega, on erineva raskusastme POA-ga patsientidel kõnni toeperioodi vertikaalmomendil vähenenud maksimaalne põlveliigese fleksiooni moment ning vähenenud puusaliigese maksimaalne ekstensiooni ja adduktsiooni moment. Hilise POA puhul on aga lisaks eelpool mainitule vähenenud toeperioodi algfaasis ka põlveliigese ekstensiooni moment. Arvatakse, et valu tõttu on patsientide kõnnikiirus alanenud ja seeläbi väheneb ka põlveliigesel avalduv jõumoment (Asthephen *et al.*, 2008; Baert *et al.*, 2013). Erinevusi puusa- ja põlveliigese jõumomentides on märgatud ka vähem haaratud jala (VHJ) võrdlemisel kontrollgrupiga (Metcalf *et al.*, 2013). Samuti on hilise POA-ga patsientide puhul toimunud muutused põlveliigese liikuvuses. Kõnnil on vähenenud puusa-, põlve- ja hüppeliigese liikuvusulatus, mida seostatakse valu ja liigese düsfunktsiooniga (Al-Zahrani ja Bakheit, 2002; Asthephen *et al.*, 2008). Piiratud maksimaalne põlveliigese fleksioon ja ekstensioon võib olla põhjustatud nii kontraktuurist kui ka liigutuse lõpp-amplituudis esinevast valust (Baert *et al.*, 2013).

Põlveliigesel avalduvate jõumomentide vähenemine võib olla kompensatoorseks strateegiaks, et vähendada vajadust tugeva reie nelipealihase järele. Suurem põlveliigese fleksiooni moment põhjustab suuremaid liigest ületavaid lihasjõudusid. Lihaste kontraktsioonijõu tõusu tõttu mõjuvad aga põlveliigesele suuremad kompressioonjõud, mis võivad omakorda soodustada kõhre degeneratsiooni (Mesfar ja Shirazi-Adl, 2005). Jõumomentide vähenemine võib olla ka reie nelipealihase jõu vähenemise tagajärjeks, mistõttu patsient toetub kõnnil enam puusa- ja hüppeliigese antigravitatiivsetele lihastele. Zeni ja Higginson (2011) leidsid, et põlveliigese osakaalu vähendamine suurendas hüppeliigese jõumomenti ning see omakorda

sääremarja-kolmpealihase aktiivsust. Kuigi reie nelipealihase aktiivsus võib olla alanenud, siis tänu sellele, et sääremarja-kolmpealihase kulgeb nii üle hüppe- kui ka põlveliigese, aitab ta põlveliigest stabiliseerida (Zeni ja Higginson, 2011).

Puusa-, põlve- ja hüppeliiges koos neid ümbritsevate lihastega moodustavad kinemaatilise ahela, mis võimaldavad meil liikuda, samal ajal tagades ka dünaamilise stabiilsuse. Liigete teljelisus ja lihastasakaal on peamisteks teguriteks, mis tagavad optimaalse liigetele avalduva koormuse vastuvõtmise ja jagamise. Sellest lähtuvalt mõjutab üks liiges ka enda naaberliigeseid (Egloff *et al.*, 2012). Kui ühes liigeses esineb funktsionaalne häire, siis toimuvad kompensatoorsed muutused ka lähedalasuvates liigestes, mistõttu on oluline hinnata POA puhul ka puusa- ja hüppeliigese näitajaid ning ka VHJ näitajaid (Motooka *et al.*, 2012).

1.3 Lihaskõõluse ja proprioretseptiooni seos osteoartrotiliste muutustega

Alajäseme lihastel on liikumisel tähtis roll liigese mobiilsuse ja dünaamilise stabiilsuse tagamisel, amortiseerides jõudusid ja kandes neid üle liigetele (Winby *et al.*, 2009). Inimesel on viis peamist lihast, mis tagavad kõnnil keha püstise hoiaku vastu gravitatsioonijõudu. Nendeks on reie nelipealihase (lad *m quadriceps femoris*) ja suur tuharalihase (lad *m gluteus maximus*) kõnni toeperioodi algfaasis, keskmine tuharalihase (lad *m gluteus medius*) vertikaalmomendil ning kaksik-sääremarjalihas (lad *m gastrocnemius*) ja lest-sääremarjalihas (lad *m soleus*) kõnni toeperioodi lõpposas. Need lihased tagavad peamiselt ka keha raskuskeskme kiirendused vertikaalses, antero-posterioorses ning medio-lateraalses suunas (Pandy ja Andriacchi, 2010).

Tervetel täiskasvanutel kandub toeperioodi ajal rohkem keharaskust põlveliigese mediaalsele osale, nagu ka POA patsientidel. Tulemused näitavad, kui toeperioodi ajal kannab keharaskust peamiselt põlveliigese mediaalne osa, siis lihased ja sidemed pakuvad stabiilsust, et vähendada välist PAM-i. Põlveliigese posterioorse ja lateraalse osa sidemed, lateraalne kollateraalside (lad *lig collaterale laterale*) ja põlveõnda-pindluu vaheline side (lad *lig popliteofibularis*), avaldavad suurimat passiivset vastupanu PAM-i tekkimisele. Lihastest on peamisteks stabiilsuse tagajateks reie nelipealihase (amortisatsioonifaasis) ja sääremarja-kolmpealihase (lad *m triceps surae*) (äratõukefaasis), kuigi ka hamstringlihaste (poolkõõluslihase (lad *m semitendinosus*), poolkilelihase (lad *m semimembranosus*) ja reie kakspealihase (lad *m biceps femoris*)) (toeperioodi algfaasis) ja laasidekirme-pingutaja (lad *m tensor fasciae latae*) (amortisatsioonifaasis) roll on märkimisväärne (Shelburne *et al.*, 2006; Winby *et al.*, 2009). Lisaks osalevad reie nelipealihase ja sääremarja-kolmpealihase kõnnil keha

edasiviimisel (ingl *gait propulsion*) (Shelburne *et al.*, 2006). Puusaliigese abduktorid on tähtsad vaagna kontrolli saavutamisel frontaaltasapinnas. Toeperioodi jala puusa abduktorite vähenenud jõud kõnni üksik-toefaasi ajal võib viia vaagna kalde suurenemiseni hoojala suunas (Sled *et al.*, 2010).

POA-ga kaasnevad muutused lihasaktivatsiooni muustrites ja alajäsemete lihasjõus (Baert *et al.*, 2013). Märgatavalt on vähenenud nii puusaliigese abduktorite (Sled *et al.*, 2010) kui ka põlveliigese ekstensorite jõud (Palmieri-Smith *et al.*, 2010). Lewek ja tema kolleegid (2004) leidsid, et POA patsientidel esines 24%-ne reie nelipealihase jõudefitsiit võrreldes kontrollgrupiga, mille põhjuseks võib olla lihase mittekasutamisest tingitud atroofia. Tugeva valu tõttu ei kannata patsiendid HJ-le piisavalt keharaskust, mistõttu ei aktiveerita vajalikul määral põlveliigese sirutajalihasid. Reie nelipealihase ekstsentriline kontraktsioon mängib aga olulist rolli põlveliigesele mõjuvate survejõudude amortisatsioonis ning reie nelipealihase jõu vähenemise tõttu nõrgeneb ka liigeste stabiliseerimisvõime (Lewek *et al.*, 2004).

Reie nelipealihase jõu defitsiiti on peetud üheks tähtsamaks POA süvenemise riskiteguriks. Lihaste jõud väheneb seoses ealiste muutustega, mis võib viia funktsionaalsete piiranguteni ning võimaliku kõhrkoe degeneratsioonini põlveliigeses. Samas ei ole aga suhe reie nelipealihase jõu ja struktuursete muutuste süvenemise vahel veel päris selge (Mikesky *et al.*, 2006). Amini ja kolleegide (2009) uuringu järgi ei paista olevat patsientide suuremal reie nelipealihase jõul mõju kõhrkoe kulumise pidurdamisele tibiofemoraalse OA puhul, küll aga väheneb kõhrkoe kadu patellofemoraalse OA puhul põlveliigese lateraalsel osal. Reielihaste jõud on POA patsientidel seotud põlvevalu vähemisega ja patsientide parema kehalise võimekusega, sõltumata sellest, missugune põlveliigese osa on haaratud (Amin *et al.*, 2009).

Põlveliigese stabiilsuse tagab dünaamiline neuromuskulaarne kontroll, milles on tähtis roll nii eespool analüüsitud lihastel ja sidemetel kui ka proprioretseptioonil. Mehhanoretseptorid, mis tagavad proprioretseptiivse funktsiooni, asuvad kõõlustes, sidemetes, liigeskapslis ja lihastes. Need retseptorid annavad sensorset tagasisidet liigesasendi ja liigese liikumise kohta, mis võimaldab meil kontrollida liigese asendit erinevates tegevustes (Koralewicz ja Engh, 2000). Kuigi ei ole täpselt selged reie nelipealihase jõu ja proprioretseptiooni vahelised seosed POA patsientidel, on väidetud, et lihaste düsfunktsioon võib olla seotud proprioretseptiivse puudujäägiga antud haiguse puhul (Holla *et al.*, 2012). Holla ja kolleegide poolt läbiviidud uuringu (2012) alusel põhjustab lihasjõu vähenemine tegevuspiiranguid pigem neil patsientidel, kellel on degeneratiivsete muutuste tõttu halvenenud ka

asenditundlikkus. Seejuures on oluline märkida, et POA tulemusena on asenditundlikkus vähenenud nii HJ-l kui ka VHJ-l (Koralewicz ja Engh, 2000). Langenud lihasjõud ja proprioretseptiooni häirumine võivad põhjustada kõnni- ja tasakaaluhäireid ning ka kukkumisi. Seega on hilise POA-ga patsientidele soovitatud taastusravi, et parandada nende iseseisvat toimetulekut ADL-tegevustega (Holla *et al.*, 2012).

1.4 Kehalised harjutused põlveliigese osteoartroosi ravis

POA patsientide peamiseks ravi eesmärgiks on vähendada valu ja parandada nende elukvaliteeti. Regulaarne kehaliste harjutuste sooritamine aitab suurendada patsientide osalust sotsiaalsetes, kodustes ja vaba ajaga seotud tegevustes. Lisaks sellele aitab kehaliste harjutuste sooritamine vähendada kukkumisrisiki, alandada kehakaalu, kiirendada ainevahetust ja parandada emotsionaalset seisundit (Bennell ja Hinman, 2011).

Ka Rahvusvaheline Osteoartriidi Uurimisselts (ingl *Osteoarthritis Research Society International - OARSI*) soovib esmase POA ravimeetodina konservatiivset ravi. Vastavalt viimastest teadusuuringutest saadud teadmistele ja meditsiinialaste ekspertide arvamustele hõlmab see endas patsientide nõustamist, füsioteraapiat ning kehakaalu langetamist, millele lisaks saab vajadusel kasutada farmakoloogilist ravi. Kui konservatiivne ravi ei ole andnud soovitud tulemusi, siis kasutatakse kirurgilist sekkumist (Zhang *et al.*, 2010).

Ulthman ja kolleegid (2013) võrdlesid 12 erineva füsioterapeutilise sekkumise mõju alajäsemete OA-ga patsientidele. Nad järeldasid, et harjutuste sooritamise tulemusena väheneb valu ja suureneb patsientide funktsionaalne võimekus. Jõuharjutused, jõuharjutused koos venitusarjutustega, liigesliikuvust suurendavad harjutused, aeroobne treening ning vesikeskkonnas treening on kõik efektiivsed. Lähenedes, kus kombineeritakse aeroobset treeningut jõu- ja venitusarjutustega, annavad siiski kõige paremad tulemused (Ulthman *et al.*, 2013).

Ageberg ja kolleegid (2013) uurisid neuromuskulaarse treeningu (NEMEX-TJR) mõju hilise põlve- või puusaliigese OA-ga patsientidele vanuses 60-77 eluaastat, kes olid liigese endoproteesimise järjekorras. Treeningud koosnesid 10- minutilisest soojendusest veloergomeetril ja ringtreeningust, mis keskendus kehatüve ja alajäsemete lihaste jõudu suurendavatele harjutustele, asendikontrollile (väljaastesammude ajal) ning funktsionaalsetele harjutustele. Pärast sekkumist hinnati patsientide kehalist võimekust (istest püstitõusmise test, maksimaalne põlvepainutuste arv 30 sek jooksul, reie nelipealihase jõud ning 20 m kõnnitest), subjektiivset hinnangut (ingl *Hip injury and Osteoarthritis Outcome Score – HOOS* ja *Knee*

injury and Osteoarthritis Outcome Score – KOOS küsimustikud) põlve- või puusaliigesega seotud sümptomite osas ning ADL-tegevustega hakkamasaamist. Pärast 15-nädalase harjutusprogrammi sooritamist oli paranemist näha kõikides testides, valu vähenes oluliselt 50% patsientidest ning 55%-l paranes funktsionaalne võimekus. Seega ka hilise POA-ga patsientide puhul on näha mitmekülgse treeningu mõju nende hetke tervislikule seisundile ning see võib kaasa aidata ka operatsioonist taastumisele (Ageberg *et al.*, 2013).

Reie nelipealihast tugevdavaid harjutusi kasutatakse sageli POA patsientide ravis, kuna on leitud, et need vähendavad valu ja parandavad põlveliigese funktsiooni (Jan *et al.*, 2009; Shakoor *et al.*, 2008). Lisaks võib lihaskonna tugevdamine parandada põlveliigese stabilisatsiooni ning seeläbi vähendada liigespindadele avalduvat koormust. Vähe on aga avaldatud uuringuid selle kohta, missugune on harjutuste mõju alajäsemete liigestel avalduvatele jõumomentidele ja POA progressioonile (Zhang *et al.*, 2010; Ulthman *et al.*, 2013). McQuade ja de Oliveira (2011) hindasid 8-nädalase reielihaseid tugevdava progresseeruva koormusega harjutusprogrammi mõju põlveliigesel avalduvatele jõumomentidele trepiastmele astumise ajal POA patsientidel. Vaatlusel suurenes lihasjõud põlveliigese ekstensorites kuni 30% ulatuses. Kuigi vähenesid valu ja sümptomid, paranes ADL-tegevuste sooritusvõime ning elukvaliteet, siiski ei täheldatud biomehaanilisi muutusi seoses jõumomentidega (McQuade ja de Oliveira, 2011). Varasemalt on leitud, et ühtviisi tõhusad on nii suletud kui ka avatud kinemaatilise ahelaga põlveliigese fleksioon/ekstensioon-harjutused, et suurendada POA patsientidel lihasjõudu ja parandada põlveliigese funktsiooni. Lisaks soodustavad oma keharaskusega sooritatud harjutused põlveliigese proprioretseptiooni ja neuromuskulaarset kontrolli, mis võivad kaasa aidata tasakaalu ja koordinatsiooni vajavate tegevuste sooritamisele (Jan *et al.*, 2009).

Gaudreault ja kolleegide (2011) eesmärgiks oli uurida lihasjõudu suurendavate harjutuste, venituse- ja tasakaaluharjutuste ning aeroobse treeningu mõju kõnni kinemaatilistele ja dünaamilistele näitajatele erineva raskusastme POA-ga patsientidel. Kaheteistnädalase treeningprogrammi tulemusena ilmnis mõõduka OA puhul (Kellgren ja Lawrence'i skaalal III-IV tasemele) põlveliigese ekstensioonmomentide suurenemine (amortisatsioonifaasis) ja adduktsiooni impulsimomendi vähenemine. Kui aga POA raskusastmeid arvesse ei võetud, siis harjutuste efektiivset mõju põlveliigese kinemaatilistele (põlveliigese liikuvusulatus) ja dünaamilistele (jõumomendid) näitajatele pärast koduse kehaliste harjutuste programmi (KKHP) sooritamist ei leitud. Sellest võib järeldada, et usaldusväärsete tulemuste saamiseks

on tähtis kõnni näitajaid analüüsida vastavalt põlveliigese kahjustuse tasemele (Gaudreault *et al.*, 2011).

POA puhul on tähelepanu pööratud ka puusa abduktorite jõu vähenemisele, mistõttu häirub kõnni ajal vaagna kontroll ning kandub rohkem keharaskust põlveliigese mediaalsele osale. Kaheksanädalase puusaliigese abduktorite jõuharjutustest koosneva KKHP sooritamise tulemusena suurenes märkimisväärselt patsientide lihasjõud, vähenes valu ning paranes funktsionaalne võimekus. Kuigi harjutused ei avaldanud mõju kõnnil avalduvale PAM-le, siis leidis kinnitust, et puusa abduktoritel on tähtis roll vaagna stabiilsuse tagamisel ning on oluline sooritada harjutusi mitte ainult reielihastele vaid ka alajäsemete teistele lihasgruppidele (Sled *et al.* 2010).

Füsioteraapias on lisaks jõuharjutustele kasutatud hilise POA-ga patsientide ravis ka proprioretseptiivset treeningut (Gstoettner *et al.*, 2011). Kuuenädalase harjutusprogrammi mõju hinnati põlveliigese täieliku endoproteesimise (ingl *total knee arthroplasty* - TKA) järjekorras olevate patsientide tasakaalule ja ADL-tegevustega hakkamasaamisele. Treeningujärgselt (mõõdetuna üks päev enne endoproteesimist) oli oluliselt paranenud Põlve Seltsi Skoori (ingl *Knee Society Score*) näitajad: valu, liigesliikuvus ja stabiilsus ning ka kõnnifunktsioon. Ei ole selge, kas proprioretseptiivne treening või jõutreening on efektiivsem parandamaks asenditundlikkust ja vähendamaks tegevuspiiranguid, aga on soovitatav neid mõlemaid kombineerida. Tõenäoliselt suurendavad eelkõige suletud kineetilise ahela harjutused lihaskävide aktiivsust ja stimuleerivad mehhanoretseptoreid, mis läbi paraneb ka põlveliigese stabiilsus (Gstoettner *et al.*, 2011).

Deyle kolleegidega (2000) on teinud uuringu, kus ta võrdles POA patsientidest koosnevat eksperimentaalgruppi, kes sai manuaalset teraapiat kombineerituna liigesliikuvust ja lihasjõudu suurendava harjutusprogrammiga, platseebogrupid, kellele rakendati ultraheli ravi (subterapeutilisel tasemel). Manuaalse teraapia puhul kasutati liigesmobilisatsiooni tehnikaid lülisamba lumbaalosa ja vaagna, puusa-, põlve- ja hüppeliigese piirkonnas, sõltuvalt sellest, kas patsientidel esines liikuvuspiiratus või valu mõnes nendest piirkondadest. Manuaalteraapia ja harjutuste sooritamise tulemusena vähenes põlveliigese valu tugevus 60% ulatuses ja paranes patsientide võimekus ADL toimingute sooritamisel, kontrollgrupis aga muutusi ei täheldatud (Deyle *et al.*, 2000).

Kui harjutusi sooritatakse füsioterapeudi juhendamisel, siis saab kindel olla, et harjutused on korrektselt sooritatud. Kahjuks aga on füsioterapeutide juurde pikad ootejärjekorrad ning

kõigi patsientide vajadusi ei suudeta täies mahus rahuldada. Paljudel ei ole ka majanduslikult võimalik rehabilitatsioonikeskusesse sõita ning suur osa hilise POA-ga patsientidest eelistavad iga nädal teraapiasse sõitmise asemel koju jääda (Wallis ja Taylor, 2011). Seega on heaks alternatiiviks sooritada kehalisi harjutusi kodus, nii et patsient kohtub füsioterapeudiga vaid mõnel korral ja vajadusel peab temaga nõu (Carvalho *et al.*, 2010).

Deyle kolleegidega (2005) võrdles nelja nädala pikkuse harjutusprogrammi mõju POA patsientide seisundile sooritatuna kodus või haiglas. Nad järeldasid, et füsioterapeudi juhendamisel sooritatud harjutuste korral on esialgsed ravitulemused paremad. Kui patsiendid jätkavad seejärel iseseisvalt koduse harjutusprogrammiga, on ühe aasta möödudes nii kodus kui ka haiglateskkonnas sooritatud harjutusprogrammi tulemuslikkus sama (Deyle *et al.*, 2005). See näitab, et kehaliste harjutuste sooritamine kodus on efektiivne preoperatiivse taastusravi võimalus, olles samal ajal ka kuluefektiivne meetod. Kodus sooritatud jõu- ja venitusharjutused vähendavad põlveliigese valu, suurendavad liigesliikuvust ja lihasjõudu, tänu millele paraneb patsientidel ADL-tegevustega hakkamasaamine (Carvalho *et al.*, 2010).

Hilise staadiumi POA puhul teostatakse patsientidele TKA, kui taastusraviga ei ole saavutatud soovitud tulemusi. Operatsiooni eesmärgiks on saavutada liigese valuvaba liikumine ja parandada põlveliigese funktsiooni, mis aitaks tõsta patsientide elukvaliteeti. Funktsionaalne seisund enne endoproteesimist on aga peamine näitaja, mille järgi saab ennustada operatsioonijärgset tulemust (Lingard *et al.*, 2004). Seega, patsientide füüsilise funktsionaalse võimekuse parandamine läbi harjutuste sooritamise enne TKA-d võib kiirendada operatsioonist taastumist (Topp *et al.*, 2009).

Enamus minule kättesaadavaid uuringuid oli keskendunud reie nelipealihase lihasjõu uurimisele hilise POA-ga patsientidel ning kehaliste harjutuste mõjust PAM-le. On väga vähe kliinilist tõestust selle kohta, et harjutused saavad mõjutada liigestele avalduvat mehaanilist koormust ja kõnni dünaamilisi näitajaid ning needki uuringud on vastuolulised. Sled *et al.* (2010) ei leidnud, et puusaliigese abduktorite jõuharjutused mõjutavad PAM-i, samal ajal kui Gaudreault *et al.* (2011) leidsid, et harjutuste sooritamisega on võimalik alajäsemete biomehaanikat mõjutada. Minule teadaolevalt ei ole varasemalt publitseeritud uuringuid ka KKHP sooritamise mõjust POA patsientide kõnninäitajatele.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Magistritöö eesmärgiks oli välja selgitada kõnnil avalduvate puusa-, põlve- ja hüppeliigese jõunäitajate muutused hilise põlveliigese osteoartroosiga naispatsientidel enne ja pärast 8-nädalast koduse kehaliste harjutuste programmi sooritamist ja võrrelda tulemusi ilma kaebusteta samaealistest naistest moodustatud kontrollgrupiga.

Töös püstitati järgmised ülesanded:

- Analüüsida subjektiivse põlveliigese valu tugevuse mõju kõnnil avalduvatele jõunäitajatele enne ja pärast KKHP sooritamist.
- Analüüsida põlveliigese aktiivse liikuvusulatuse mõju kõnnil avalduvatele jõunäitajatele enne ja pärast KKHP sooritamist.
- Analüüsida alajäsemete sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu muutuseid enne ja pärast KKHP sooritamist ja hinnata nende mõju kõnni jõunäitajatele.
- Võrrelda kinemaatilisi näitajad kõnnil enne ja pärast KKHP sooritamist ja hinnata nende mõju kõnnil avalduvatele jõunäitajatele.
- Võrrelda kõnnil alajäsemete liigestele avalduvaid jõunäitajaid enne ja pärast KKHP sooritamist.
- Võrrelda osteoartroosiga patsientide tulemusi kontrollgrupi andmetega.
- Analüüsida korrelatiivseid seoseid valu tugevuse, põlveliigese aktiivse liikuvusulatuse, alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõu ning kõnninäitajate vahel.

3. TÖÖ METOODIKA

3.1 Vaatlusalused

Uuringus osales 17 unilateraalse POA-ga naispatsienti (III – IV aste Kellgren & Lawrence klassifikatsiooni järgi) (Kellgren & Lawrence, 1957) (eksperimentaalgrupp), kes olid TKA ootejärjekorras ning 10 põlvevaevusteta tervet naist (kontrollgrupp) vanuses 50-74 eluaastat. Vaatlusaluste vanus ja antropomeetriselised näitajad on toodud tabelis 1. Eksperimentaalgrupi kõigil patsientidel oli haigusest haaratud põlveliigese mediaalse osa ning põlvevaevuste kestus enne KKHP sooritamist varieerus poolest aastast kuni 10 aastani.

Tabel 1. Vaatlusaluste vanus ja antropomeetriselised näitajad (keskmine \pm SE).

Näitaja	Eksperimentaalgrupp		Kontrollgrupp
	enne KKHP	pärast KKHP	
n	17	17	10
Vanus (aastad)	62,24 \pm 1,68	62,35 \pm 1,69	62,10 \pm 1,84
Kehamass (kg)	88,75 \pm 4,00**	88,43 \pm 3,93**	70,62 \pm 4,07
Pikkus (cm)	161,76 \pm 1,24	161,62 \pm 1,28	161,05 \pm 1,75
KMI (kg/ m ²)	33,65 \pm 1,52**	33,89 \pm 1,45**	27,2 \pm 1,45

KKHP - kodune kehaliste harjutuste programm, KMI - kehamassiindeks

** - statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,01$) võrreldes kontrollgrupi näitajatega

Uuringust väljalülitavad kriteeriumid nii eksperimentaal- kui ka kontrollgrupis olid teised ortopeedilised haigused, tasakaalu- ja koordinatsioonihäired, neuroloogilised haigused ja kognitiivsed probleemid. Kõik uuringus osalenud vaatlusalused olid võimelised liikuma ilma abivahendita. Seitsmeteistkümnest POA vaatlusalusest oli kaheteistkümnel haaratud põlveliigeseks parem ja viiel haaratud põlveliigeseks vasak.

POA patsiendid osalesid uuringus kahel korral: nii enne kui ka pärast 8-nädalast KKHP sooritamist (üks päev enne põlveliigese TKA-d) ning kontrollgruppi uuriti ühekordselt. Näitajad määrati nii eksperimentaalgrupi haaratud jalal, millele teostati hiljem TKA, kui ka vähem haaratud jalal. Võrreldes kontrollgrupi domineeriva (DJ) ja mittedomineeriva jala näitajaid, ei tulnud erinevates hindamismeetodites välja statistiliselt olulist erinevust ($p < 0,05$),

mistõttu on käesoleva uurimustöö tulemustes välja toodud ainult kontrollgrupi domineeriva jala näitajad. Domineeriv jalg määrati vaatlusaluse eelistuse järgi, millise jalaga ta lööks jalgpalli (Hewett et al., 2005).

Kõikidele patsientidele selgitati uuringu korraldust ning kõik patsiendid andsid kirjaliku nõusoleku uuringus vabatahtlikult osalemiseks. Uuring oli kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega.

3.2 Kodune kehaliste harjutuste programm

Patsiendid tegid läbi koduse kehaliste harjutuste programmi (modifitseeritud Gawler & Hanna (2011) järgi ja täiendatud uuringu raames (Sokk *et al.*, 2011)). Antud programm, milles kasutatud harjutuste tõhusust on antud diagnoosiga patsientidel eelnevalt uuritud, koosnes jõutreeningust kummilindiga (Thera-Band, System of Progressive Exercise, USA) (Deyle *et al.*, 2005; Topp *et al.*, 2009; Carvalho *et al.*, 2010), venitusharjutustest (Carvalho *et al.*, 2010, Deyle *et al.*, 2005), tasakaalu- ning kõnniharjutustest (Topp *et al.*, 2009; Gstoettner *et al.*, 2011). Treeningprogrammis kasutatud harjutuste kirjeldus on toodud Lisas 1. Esimesel kohtumisel selgitas füsioterapeut patsientidele KKHP olemust, andis neile kummilindid, prinditud harjutusprogrammi koos piltide ja selgitustega ning treeningpäeviku (Deyle *et al.* 2005). Treeningpäevikusse pidid nad üles märkima, mitu korda päevas nad iga harjutust sooritasid, treeningu kestuse, valu tugevuse põlveliigeses enne ja pärast harjutuste sooritamist skaalal 0 - 5 (0 - vähim valu, 5 - suurim valu) ning pingutuse intensiivsuse ja väsimuse astme treeningu ajal, kasutades Borgi 10-palli skaalat (0 - ei olnud pingutav, 10 - maksimaalne pingutus). Lisaks pandi kirja päeva jooksul väljas kõndimise aeg ja läbitud trepiastmete arv. Üks kord nädalas helistas füsioterapeut patsientidele ja küsis harjutuste sooritamise ning põlveliigese hetkeseisundi kohta.

3.3 Uurimismeetodid

3.3.1 Antropomeetrilised näitajad

Vaatlusaluste kehamassi määramiseks paluti neil kerges riietuses (lühikesed püksid, T-särk) astuda elektroonilisele kaalule (Soehnle Professional GmbH & Co. KG, Germany) ning pikkuse mõõtmiseks seista sein ääres jalad koos ning uurija registreeris antropomeetriga (Soehnle Professional GmbH & Co. KG, Germany) tulemuse. Saadud andmete põhjal arvutati kehamassiindeks (KMI). $KMI = \text{kehamass (kg)} / \text{pikkus}^2 (\text{m}^2)$.

3.3.2 Põlveliigese aktiivse liikuvusulatuse määramine

Põlveliigese aktiivse liikuvusulatuse (ingl *active range of motion* – AROM) mõõtmiseks kasutati mehaanilist goniomeetrit (Golleson Extendable Goniometer, model 01135, Lafayette Instrument, USA). Antud meetodi valiidsus ja korratavus liigesliikuvuse hindamiseks on tõestatud (Brosseau *et al.*, 2001). Põlveliigese AROM määramiseks fleksioonil (joonis 1) paluti vaatlusalusel lamada teraapialaual kõhuli. Goniomeetri keskkohk asetati põlveliigese liigespilu kohale, liikumatu haar reie välisküljele, nii et selle pikitelg läbiks reieluu suure pöörila keskpunkti, ning liikuva haara pikitelg lateraalse malleoluse keskpunkti. Seejärel paluti vaatlusalusel sooritada iseseisvalt põlveliigese maksimaalne fleksioon. Põlveliigese AROM määramiseks ekstensioonil paluti vaatlusalusel pöörata selili ning suruda põlveõndlat vastu teraapialauda, misjärel uuringu läbiviija fikseeris tulemuse. Liigesliikuvust mõõdeti mõlemal jalal ning põlveliigese AROM (nii fleksioonil kui ka ekstensioonil) määramisel läks arvesse parim tulemus kolmest mõõtmiskorrast.



Joonis 1. Põlveliigese aktiivse liikuvuse määramine fleksioonil.

3.3.3 Põlveliigese valu tugevuse hindamine

Põlveliigese valu hindamiseks kasutati 10-punktilist valuskaalat (Ferraz *et al.*, 2010).

Valu tugevuse aste oli patsientidele kirjeldatud järgmiselt:

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 0 – valu puudub | 6 – keskmisest tugevam valu |
| 1 – väga nõrk valu | 7 – suhteliselt tugev valu |
| 2 – suhteliselt nõrk valu | 8 – tugev valu |
| 3 – nõrk valu | 9 – väga tugev valu |
| 4 – keskmisest nõrgem valu | 10 – väljakannatamatu valu |
| 5 – keskmine valu | |

Vaatlusalustel paluti hinnata valu tugevust mõlema jala põlveliigeses viiel erineval ajahetkel (puhkeajal, kõndimisel tasasel pinnal, liikumisel trepist üles, liikumisel trepist alla ja pingutushetkel), mõeldes tagasi viimasele nädalale, ning nende põhjal arvutati keskmine koguväärtus. Uuringu ajal ei kasutanud patsiendid põletiku- ja valuvastaseid ravimeid.

3.3.4 Alajäsemete sirutajalihaste unilateraalse tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu määramine

Alajäsemete sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu määramisel istus vaatlusalune spetsiaalselt konstrueeritud dünamomeetrilisel pingil, mis koosnes raamist, reguleeritava kaugusega seljatoega istmest ja dünamograafilisest jalaplaadist (joonis 2). Vaatlusaluse labajalad asetsesid dünamograafilisel plaadil, nii et nurk põlveliigeses oli ligikaudu 120 kraadi. Kere fikseeriti kahe rihmaga dünamomeetrilise pingi seljatoe külge ning puusade ette liikumise vältimiseks asetati ümber vöökoha rihm. Vaatlusalune sooritas testi nii vasaku kui parema alajäsemega eraldi (unilateraalne maksimaaljõud). Testi sooritamisel surus vaatlusalune alajäsemega dünamograafilisele jalaplaadile 2-3 sekundi jooksul, pingutades maksimaalselt alajäseme sirutajalihaseid. Kõigepealt sooritati proovikatse ja seejärel kolm maksimaalse tugevusega pingutust, millest arvesse läks parima testi tulemus. Paus testide vahel oli umbes 1 minut. Arvutati maksimaalne jõud kehamassi suhtes (N/kg).

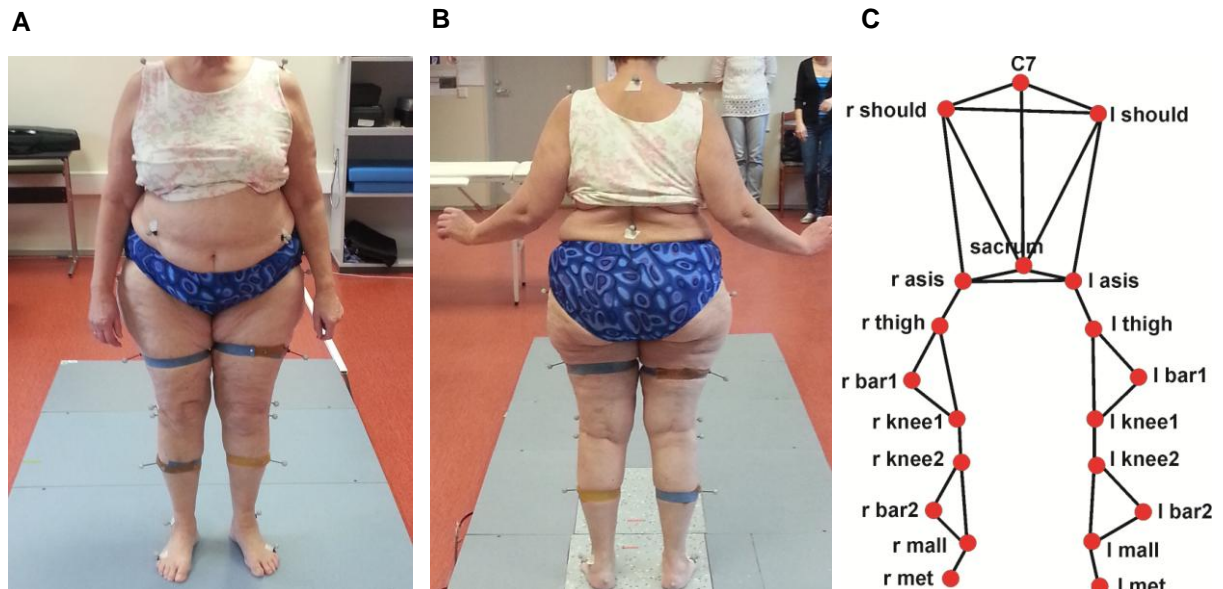


Joonis 2. Alajäsemete sirutajalihaste unilateraalse maksimaaljõu määramine.

3.3.5 Kõnni kinemaatiliste ja dünaamiliste näitajate määramine

Uuringus kasutati liigutustegevuse biomehaaniliseks analüüsiks optilis-elektronilist aparatuurikompleksi BTS Elite 2002 (Bioengineering Technology & Systems, Itaalia). Käesolevas uuringus kasutati liigutustegevuse analüüsiks 6 infrapunakaamerat (100Hz) kõnni kinemaatiliste näitajate registreerimiseks ja 2 dünamograafilist platvormi (Kistler 9286A,

Šveits) tugipinnal avalduvate toereaktsioonide registreerimiseks. Vaatlusaluse nahapinnale tema keha teatud punktidesse kinnitati kleeplindi abil 20 infrapunases alas kiirgavat fluorestseeruvat andurit (joonis 3), tähistamaks vastava kehasegmendi asukohta. Markerid kinnitati vastavalt Helen Hayes protokollile ja Davis’e biomehaanilisele mudelile (Davis *et al.*, 1991) (joonis 3C).



Joonis 3. 3D kõnnianalüüsis kasutatavate markerite asukohad eestvaates (A) ja tagantvaates (B); markeritest moodustatud biomehaaniline mudel (Davis *et al.*, 1991) (C).

Testi sooritamise käigus paluti vaatlusalusel kõndida tavapärase kõnnikiirusega mööda kõnnirada, nii et ta astuks ka dünamograafilisele platvormile. Kõndi sooritati 3-5 korda ning analüüsimiseks valiti neist testidest parim, mille puhul markerid olid kõige paremini nähtavad ning vähemalt kaks sammu oli astunud dünamograafilisele platvormile (Bovi *et al.*, 2011). Liikumisraja pikkus oli 5,3 m.

Liigutustegevuse biomehaaniliseks analüüsiks ühendati esmalt arvutis markerite punktid vastavalt tarkvaras Elite Clinic (BTS, S.p.A, Itaalia) olemasolevale Davis’e mudelile. Dünamograafilistelt platvormidelt saadud informatsiooni alusel saadi alajäsemete poolt tugipinnale avalduvad jõukarakteristikud. Määrati kõnni sammutsükli toe- ja hooperiodi pikkused, mille põhjal arvutati välja kõnni ajalised, ruumilis-ajalised ja dünaamilised näitajad. Saadud mõõtmisandmed eksporditi tarkvarasse MS Excel 7.0, kus valiti iga liigese maksimaalsed jõumomendi väärtused (Kirtley, 2006).

Registreeriti järgnevad kõnni kinemaatilised näitajad:

a.) Ajalised näitajad:

1. Toeperioodi kestus (s)
2. Hooperioodi kestus (s)
3. Sammutsükli aeg (s)

b.) Ruumilis-ajalised näitajad:

4. Sammusagedus (sammu/minutis)
5. Liikumise kiirus kõnnil (m/s)

Töös analüüsiti järgmisi dünaamilisi näitajaid sagitaaltasapinnas (Lisa 2):

1. Puusaliigese fleksiooni-ekstensiooni suhteline jõumoment ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$)

HM1 (ingl *hip moment*) maksimaalne puusaliigese fleksiooni suhteline jõumoment toeperioodi lõpposas (äratõukefaasis) (ingl *terminal stance*)

HM2 maksimaalne puusaliigese ekstensiooni suhteline jõumoment hooperioodi lõpposas

2. Põlveliigese fleksiooni-ekstensiooni suhteline jõumoment ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$)

KM1 (ingl *knee moment*) esialgne maksimaalne põlveliigese fleksiooni suhteline jõumoment kannalöögi ajal (ingl *initial contact*)

KM2 esialgne maksimaalne põlveliigese ekstensiooni suhteline jõumoment toeperioodi algfaasis (amortisatsioonifaasis) (ingl *loading response*)

KM3 teine maksimaalne põlveliigese fleksiooni suhteline jõumoment toeperioodi keskosas (vertikaalmomendil) (ingl *midstance*)

KM4 teine maksimaalne põlveliigese ekstensiooni suhteline jõumoment toeperioodi lõpposas (äratõukefaasis)

3. Hüppeliigese dorsaal-plantaarfleksiooni suhteline jõumoment ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$)

AM1 (ingl *ankle moment*) maksimaalne hüppeliigese dorsaalfleksiooni suhteline jõumoment kannalöögi ajal

AM2 maksimaalne hüppeliigese plantaarfleksiooni suhteline jõumoment toeperioodi lõpposas (äratõukefaasis)

Arvutati suhtelised jõumomendid ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$), jagades liigete välised jõumomendid (N) kehamassiga (kg).

3.4 Uuringu korraldus

Uuring viidi läbi Tartu Ülikooli kinesioloogia ja biomehaanika laboris ajavahemikus veebruar 2011 - jaanuar 2013. Uuringud viidi läbi hommikupoolikul.

Vaatlusalustel mõõdeti kehamass ning kehapikkus, mille alusel arvutati välja KMI, ning hinnati subjektiivse valu tugevust skaalal. Seejärel määrati nii parema kui ka vasaku jala põlveliigese AROM fleksioonil ja ekstensioonil ning mõõdeti istepingil alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõud. Viimasena viidi läbi 3D kõnnianalüüs.

3.5 Andmete statistiline analüüs

Andmete analüüsimisel kasutati tarkvara Microsoft Excel. Arvutati kõikide saadud näitajate aritmeetiline keskmine (\bar{X}) ja standardviga (SE). Paaris Student t-testiga võrreldi tulemusi eksperimentaalgrupis enne ja pärast KKHP sooritust. Analüüsiti erinevusi kontrollgrupi ja eksperimentaalgrupi näitajate ning patsientide haaratud jala ja vähem haaratud jala näitajate vahel, kasutades paaritut Student t-testi. Madalaimaks statistilise olulisuse nivooks võeti $p < 0,05$. Alajäsemete sirutajalihaste jõu, liigesliikuvuse, valu, kõnni ajaliste ja ruumilis-ajaliste näitajate ning kõnnil avalduvate jõumomentide vaheliste seoste välja selgitamiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonikordajat.

4. TÖÖ TULEMUSED

4.1 Kodune kehaliste harjutuste programm

Kõik eksperimentaalgrupis osalevad patsiendid sooritasid kodus iseseisvalt harjutusi vastavalt uuringu jaoks koostatud KKHP programmile. Treeningpäeviku andmed on toodud tabelis 2. Patsiendid sooritasid harjutusi üks kord päevas, välja arvatud üks patsient, kes sooritas harjutusi kaks korda päevas. Haigestumisel või väga tugeva valu puhul mõned patsiendid antud päeval harjutusi ei teinud (n=5, 29,4%) või tegid vähem kordusi. Harjutuste korduste arv oli soovituslik. Kui harjutus muutus liiga kergeks/raskeks, kohandati korduste arvu.

Tabel 2. Patsientide treeningpäeviku andmed, (n=17).

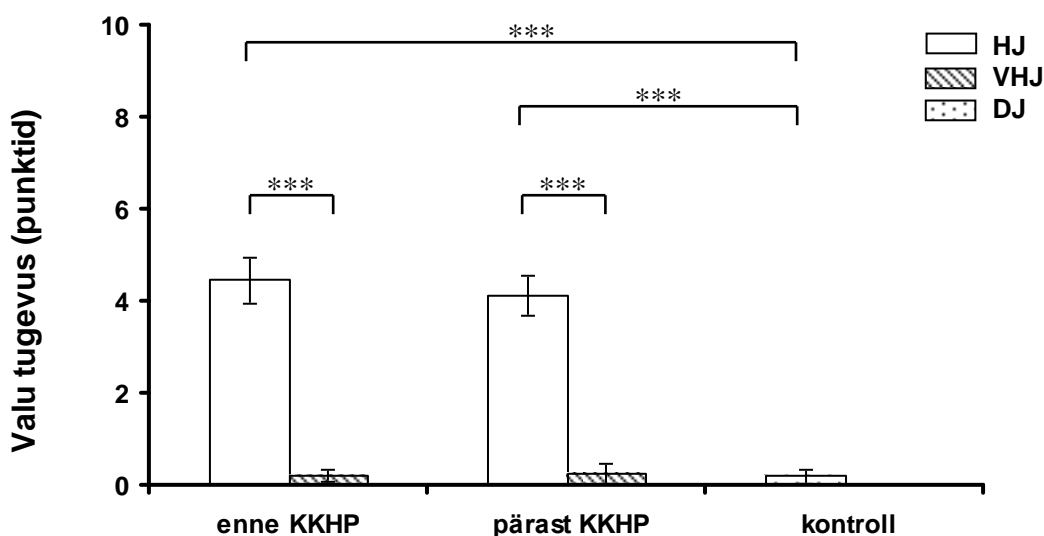
Näitajad	Keskmine	±SE	Miinumum	Maksimum	Mediaan
Treeningpäevade arv (päevad)	58,1	4	21	83	58
Treeningu kestvus (min/päevas)	30,2	2,1	15	52,2	30,2
Pingutuse tugevus Borgi skaalal (0-10) (punktid)	2,7	0,2	1,2	4,5	2,8
Valu põlveliigeses enne koormust (0-5) (punktid)	2,5	0,3	0,3	5	2,5
Valu põlveliigeses pärast koormust (0-5) (punktid)	2,7	0,3	0,5	4,3	2,7
Väljas kõndimise aeg (min/päevas)*	88,4	17,5	9	215	68,5
Läbitud trepiastmete arv (trepiastet/päevas)	67,8	19,9	3,8	283,3	43,7

*väljas kõndimise andmetes võib esineda ebatäpsust, sest mõned vaatlusalused panid kirja kogu õues oldud aja.

Seitsmeteistkümnest vaatlusalusest kaheksa (47%) olid päevikut täitnud järjepidevalt, teistel esines andmete osas puudujääke. Keskmiselt sooritati harjutusi 58 päeva ning ühe treeningu kestvuseks oli keskmiselt 30 minutit. Põlveliigeses esines mõõdukas valu nii enne kui ka pärast koormust. Pärast harjutuste sooritamist suurenes valu tugevus keskmiselt 4% võrra võrreldes koormuseelse näitajaga. Subjektiivselt tunnetatud pingutuse tugevus harjutuste sooritamise ajal oli umbes 30% patsientide maksimumist. Vaatlusalused viibisid väljas ligikaudu 1,5 tundi päevas, aga ei olnud võimalik täpsustada, kui palju nad sellest ajast kõndisid. Lisaks sõitis üks patsient iga päev jalgrattaga, keskmiselt 3,6 km päevas.

4.2 Subjektiivne põlveliigese valu tugevus

Patsientide subjektiivselt tunnetatud põlveliigese valu tugevuse näitajad on toodud joonisel 4. Enne KKHP sooritamist oli patsientide HJ põlveliigese valu oluliselt ($p < 0,001$) suurem võrreldes VHJ ja kontrollgrupi DJ-ga ning see erinevus ei muutunud ka pärast KKHP sooritamist, jäädes endiselt statistiliselt oluliseks ($p < 0,001$). Oli näha harjutuste sooritamise järel tendentsi valu vähenemisele HJ põlveliigeses, aga see ei olnud statistiliselt oluline.



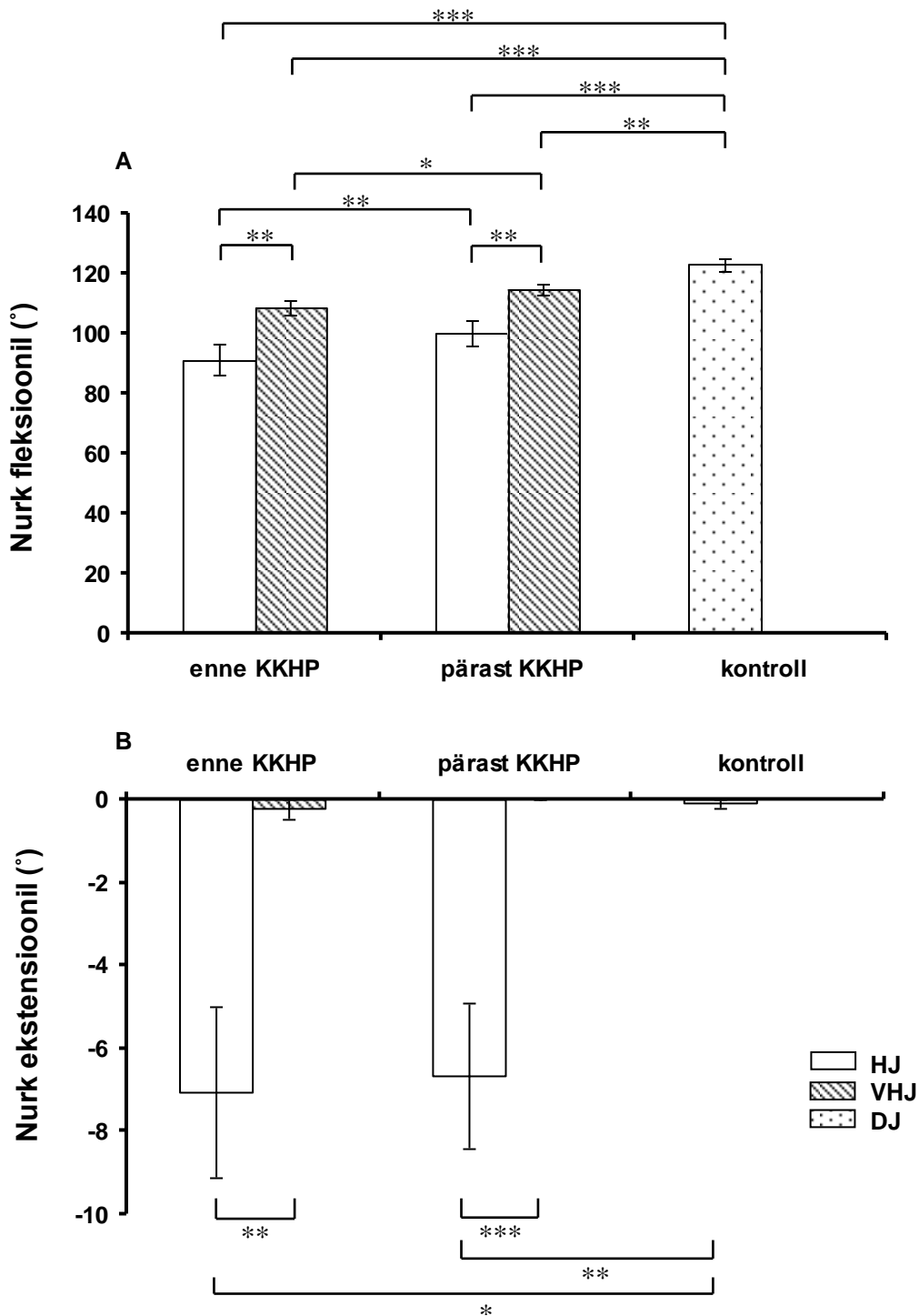
Joonis 4. Põlveliigese osteoartriidiga patsientide haaratud (HJ) ja vähem haaratud (VHJ) jala põlveliigese valu näitajad enne ja pärast KKHP sooritamist võrreldes kontrollgrupi domineeriva jalaga (DJ) (keskmine±SE). *** $p < 0,001$

4.3 Põlveliigese aktiivne liikuvusulatus fleksioonil ja ekstensioonil

Põlveliigese AROM näitajad fleksioonil on toodud joonisel 5A. Enne KKHP sooritamist oli HJ põlveliigese fleksioon oluliselt väiksem võrreldes VHJ ($p < 0,01$) ja kontrollgrupi DJ-ga ($p < 0,001$). Pärast harjutuste sooritamist oli nii HJ ($p < 0,01$) kui ka VHJ ($p < 0,05$) põlveliigese fleksioon oluliselt suurenenud, kuid HJ ja VHJ vaheline oluline AROM erinevus ($p < 0,01$) fleksioonil püsis muutumatuks. Pärast KKHP sooritamist oli HJ põlveliigese fleksioon endiselt oluliselt väiksem ($p < 0,001$) võrreldes kontrollgrupi DJ-ga. Ka eksperimentaalgrupi VHJ selle näitaja väärtused olid enne ($p < 0,001$) ja pärast ($p < 0,01$) KKHP sooritamist oluliselt väiksemad kontrollgrupi DJ näitajatest.

Põlveliigese AROM näitajad ekstensioonil on toodud joonisel 5B. Enne KKHP sooritamist oli HJ ekstensioon oluliselt väiksem võrreldes VHJ ($p < 0,01$) ja kontrollgrupi DJ-ga ($p < 0,05$). Ka pärast harjutuste sooritamist oli HJ ekstensioon jätkuvalt oluliselt väiksem VHJ ($p < 0,001$) ja

kontrollgrupi DJ ($p < 0,01$) aktiivsest ekstensioonist. Harjutuste sooritamise järel ilmnis tendents HJ põlveliigese AROM suurenemisele ekstensioonil, aga see ei olnud statistiliselt oluline.

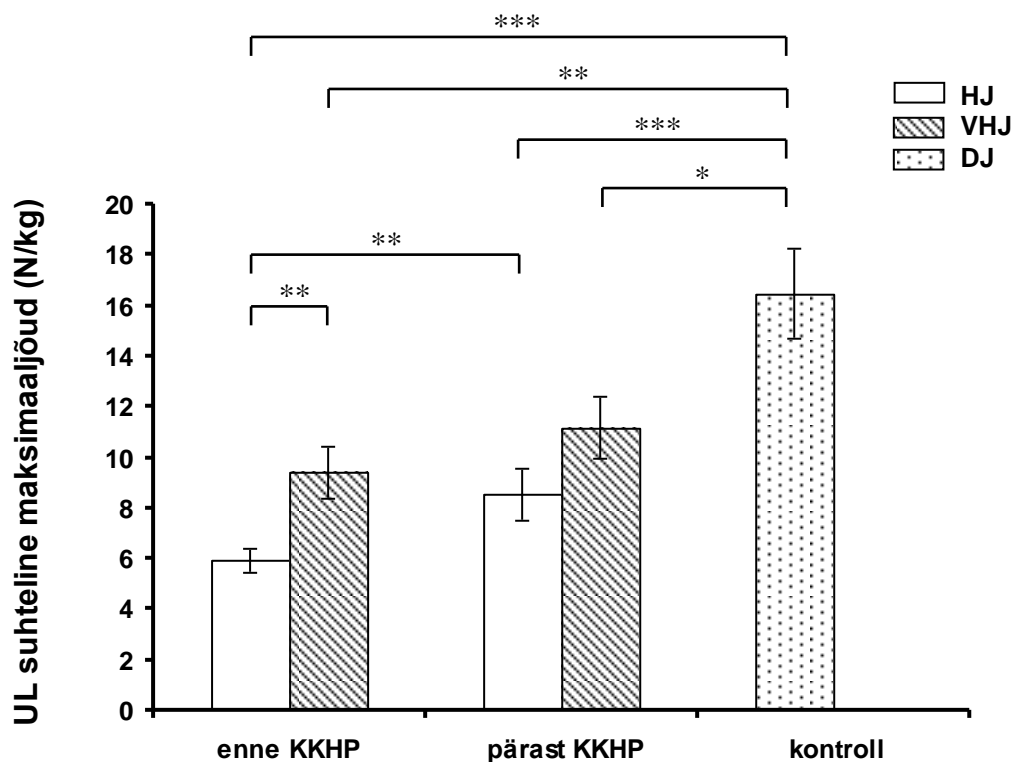


Joonis 5. Põlveliigese aktiivse liikuvusulatus näitajad fleksioonil (A) ja ekstensioonil (ekstensioonpuudulikkus) (B) põlveliigese osteoartriidiga patsientide haaratud (HJ) ja vähem haaratud (VHJ) jalal enne ja pärast KKHP sooritamist võrreldes kontrollgrupi domineeriva jalaga (DJ) (keskmine±SE). * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

4.4 Alajäsemete sirutajalihaste tahteline isomeetriline maksimaaljõud

Alajäsemete sirutajalihaste unilateraalse maksimaaljõu suhtelised näitajad (normaliseeritud kehamassi suhtes, kg) on toodud joonisel 6. Patsientide HJ maksimaaljõu näitajad olid enne KKHP sooritamist oluliselt väiksemad võrreldes VHJ ($p<0,01$) ning kontrollgrupi DJ ($p<0,001$) näitajatega. Ka VHJ näitajad olid oluliselt väiksemad ($p<0,01$) võrreldes kontrollgrupi DJ-ga.

Pärast KKHP sooritamist suurenes HJ sirutajalihaste maksimaaljõud oluliselt ($p<0,01$) võrreldes treeningueelse tasemega ning esines ka tendents VHJ isomeetrilise maksimaaljõu suurenemisele. Pärast KKHP sooritamist ei olnud erinevus HJ ja VHJ maksimaaljõu näitajate osas enam statistiliselt oluline. Siiski olid patsientide HJ ($p<0,001$) ja VHJ ($p<0,05$) näitajad oluliselt väiksemad võrreldes kontrollgrupi DJ näitajatega.



Joonis 6. Põlveliigese osteoartroosiga patsientide haaratud (HJ) ja vähem haaratud (VHJ) jala sirutajalihaste unilateraalne (UL) suhteline maksimaaljõud enne ja pärast KKHP sooritamist võrreldes kontrollgrupi domineeriva jalaga (DJ) (keskmine \pm SE). * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$

4.5 Kõnni kinemaatilised näitajad

Kõnni ajalised ja ruumilis-ajalised näitajad on esitatud tabelis 3. Enne KKHP sooritamist erinesid kõik näitajad statistiliselt oluliselt ($p < 0,001$) kontrollgrupi näitajatest. Nii HJ kui ka VHJ kinemaatiliste näitajate võrdlemisel enne ja pärast KKHP sooritamist statistiliselt olulisi muutusi ei täheldatud, kuigi ilmselt tendents toe- ja hooperioodi ning sammutsükli kestuse vähenemisele ning sammusageduse ja kõnnikiiruse suurenemisele. Pärast KKHP sooritamist püsis statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$) kõnni kinemaatilistes näitajates võrreldes kontrollgrupiga.

Tabel 3. Kõnni kinemaatilised näitajad (keskmine \pm SE).

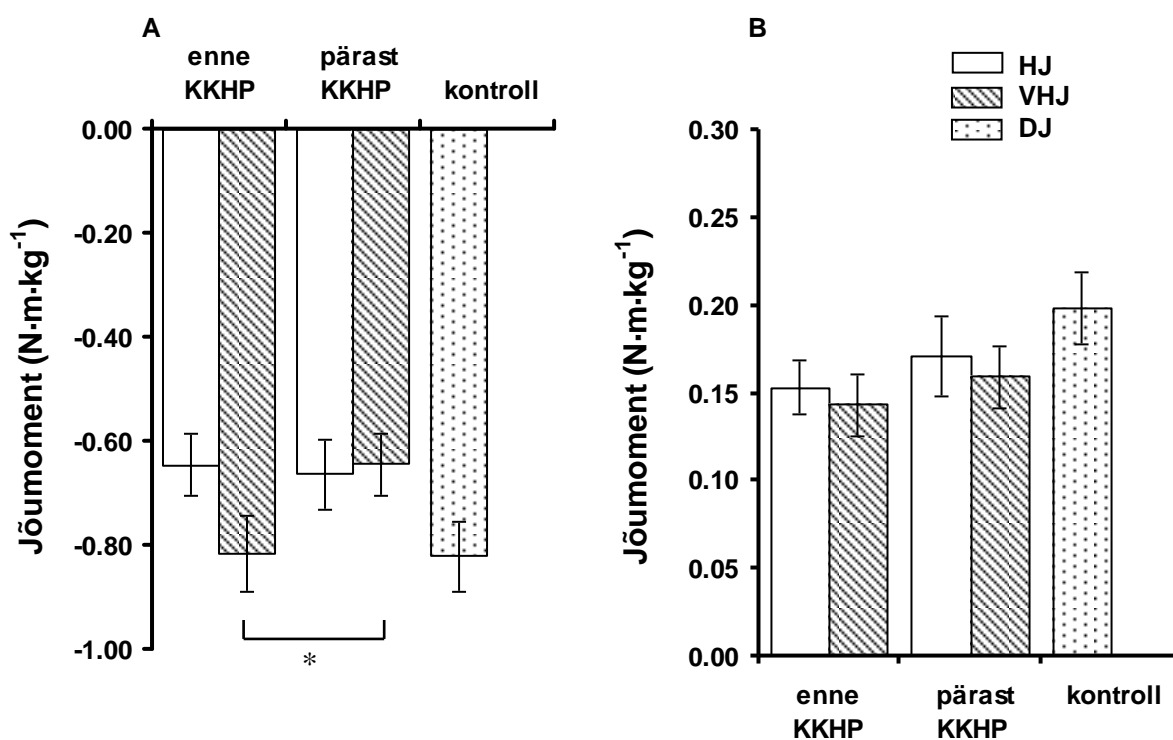
	Enne KKHP		Pärast KKHP		Kontroll
	HJ	VHJ	HJ	VHJ	
Toeperiood (s)	0,66 \pm 0,01***	0,68 \pm 0,02***	0,65 \pm 0,02***	0,67 \pm 0,02**	0,55 \pm 0,01
Hooperiood(s)	0,46 \pm 0,01***	0,46 \pm 0,01***	0,45 \pm 0,01*	0,45 \pm 0,01*	0,41 \pm 0,01
Sammutsükli aeg (s)	1,12 \pm 0,02***	1,14 \pm 0,02***	1,10 \pm 0,03**	1,11 \pm 0,03**	0,96 \pm 0,02
Sagedus (sammu/min)	106,72 \pm 1,84***		109,99 \pm 2,88**		124,41 \pm 2,86
Kiirus (m/s)	1,11 \pm 0,04***		1,15 \pm 0,04***		1,46 \pm 0,04

KKHP - kodune kehaliste harjutuste programm; $p > 0,05$ võrreldes enne ja pärast KKHP; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ võrreldes kontrollgrupiga

4.6 Kõnni dünaamilised näitajad

4.6.1 Puusaliigese jõumomendid

Kõnnil puusaliigesel avalduvatest suhtelistest jõumomentidest (normaliseeritud kehamassi suhtes, kg) annab ülevaate joonis 7. Jõumomente on hinnatud kahel ajahetkel: maksimaalne puusaliigese fleksioonmoment kõnni toeperioodi lõpposas ja maksimaalne puusaliigese ekstensioonmoment hooperioodi lõpposas. Maksimaalse fleksioonmomendi puhul (joonis 7A) olid VHJ näitajad oluliselt vähenenud ($p < 0,05$) pärast KKHP sooritamist. Võrreldes VHJ näitajaid HJ ja kontrollgrupi DJ näitajatega statistiliselt olulist erinevust aga ei täheldatud. Ka ei ilmnenud statistiliselt olulisi muutusi pärast harjutusperioodi lõppu HJ näitajates. Puusaliigese maksimaalne ekstensioonmoment (joonis 7B) võrreldes enne ja pärast KKHP sooritamist ei erinenud oluliselt HJ ja VHJ ning kontrollgrupi DJ vahel.

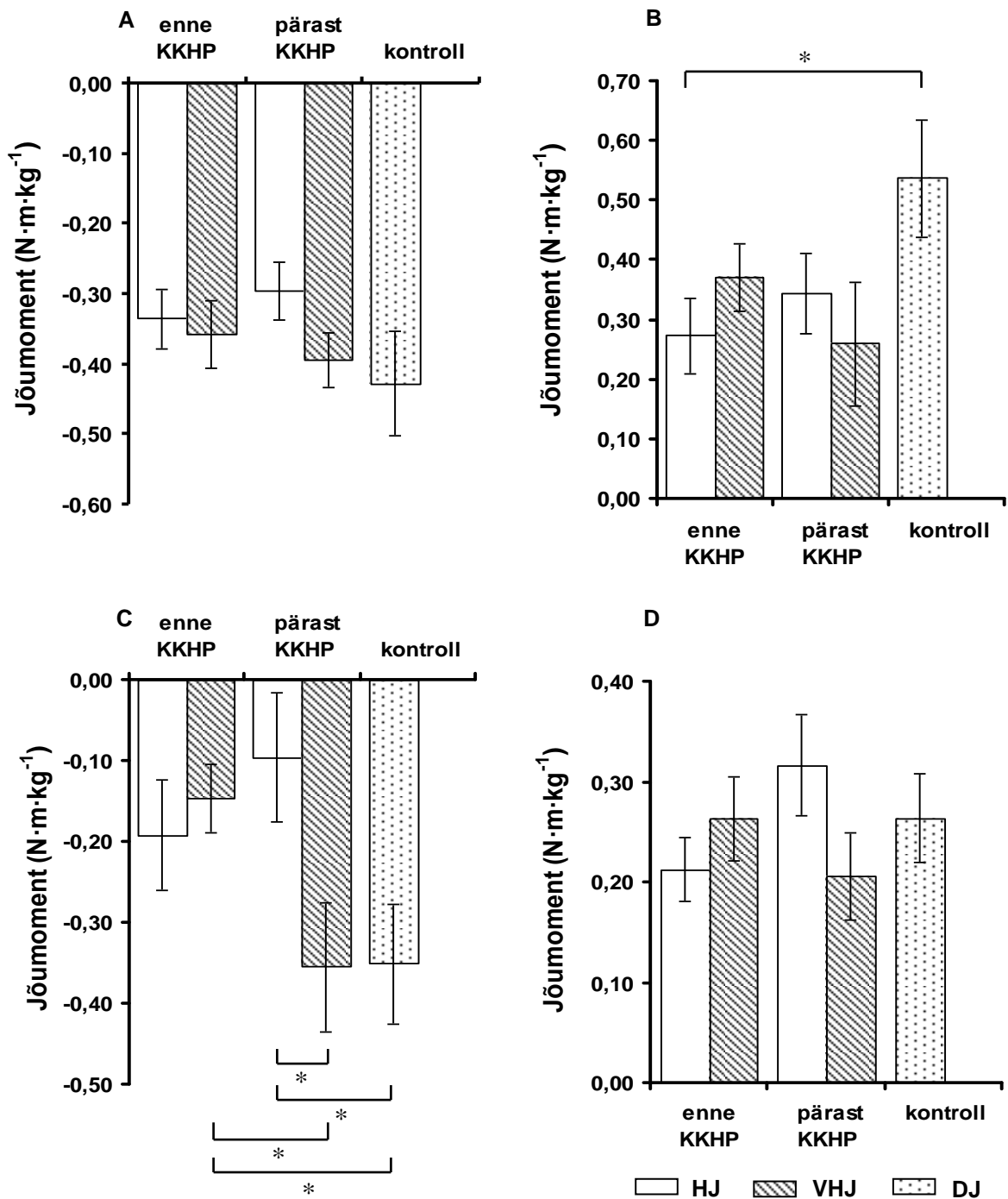


Joonis 7. Põlveliigese osteoartroosiga patsientide haaratud (HJ) ja vähem haaratud (VHJ) jala puusaliigese suhtelised jõumomendid kõnni erinevates faasides sagitaaltasapinnal võrreldes kontrollgrupi domineeriva jalaga (DJ) (keskmine \pm SE). A - puusaliigese fleksioonmoment toeperioodil lõpposas, B - puusaliigese ekstensioonmoment hooperioodi lõpposas. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

4.6.2 Põlveliigese jõumomendid

Kõnnil põlveliigesel avalduvad suhtelised jõumomendid (normaliseeritud kehamassi suhtes, kg) toeperioodi erinevates faasides: maksimaalne fleksioonmoment kannalöögi ajal (KM1), maksimaalne ekstensioonmoment amortisatsioonifaasis (KM2), maksimaalne fleksioonmoment vertikaalmomendil (KM3) ja maksimaalne ekstensioonmoment äratõukefaasis (KM4) on esitatud joonisel 8. Statistiliselt olulised erinevused esinesid ainult KM2 (joonis 8B) ja KM3 (joonis 8C) puhul. Põlveliigese maksimaalne ekstensioonmoment (KM2) (joonis 8B) oli enne KKHP sooritamist HJ-l oluliselt väiksem ($p < 0,05$) kui kontrollgrupi DJ-l. Antud kõnnifaasis ei esinenud aga olulist erinevust nii enne kui ka pärast harjutuste sooritamist HJ ja VHJ vahel ning VHJ ja kontrollgrupi DJ vahel.

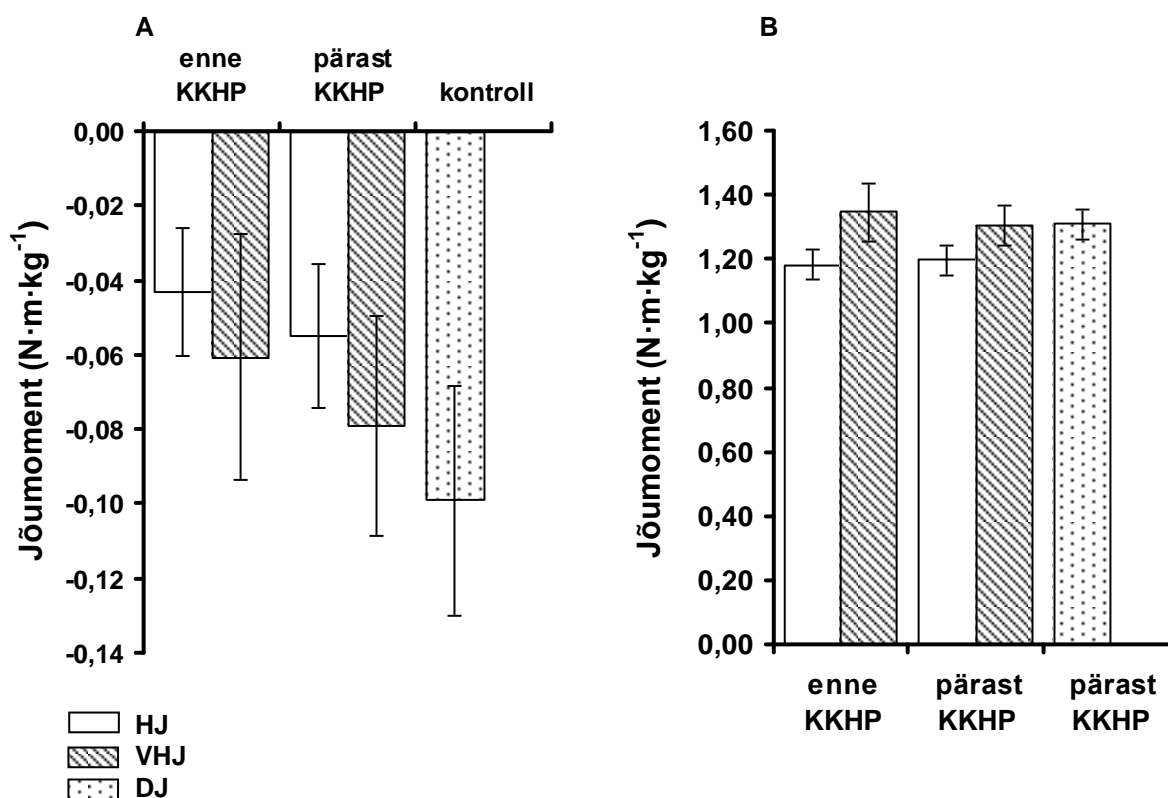
Põlveliigese maksimaalse fleksioonmomendi (KM3) näitajates (joonis 8C) enne KKHP sooritamist esinesid olulised erinevused ainult VHJ puhul. VHJ fleksioonmoment oli oluliselt väiksem ($p < 0,05$) enne KKHP sooritamist võrreldes pärast KKHP sooritamist saadud näitajatega ning võrreldes kontrollgrupi DJ näitajatega ($p < 0,05$). Pärast KKHP sooritamist ilmnisid erinevused aga HJ näitajates, kus HJ põlveliigese maksimaalne fleksioonmoment oli oluliselt väiksem võrreldes VHJ ($p < 0,05$) ning kontrollgrupi DJ ($p < 0,05$) näitajatega. Pärast KKHP sooritamist oli tendents HJ põlveliigese fleksioonmomendi vähenemisele võrreldes enne KKHP sooritamise algust saadud näitudega, aga selle puhul statistilist muutust ei täheldatud.



Joonis 8. Põlveliigese osteoartroosiga naispatsientide haaratud (HJ) ja vähem haaratud (VHJ) jala põlveliigese suhtelised jõumomendid kõnni erinevates faasides sagitaaltasapinnal võrreldes kontrollgrupi domineeriva jalaga (DJ) (keskmine±SE). A - põlveliigese fleksioonmoment kannalöögi ajal, B - põlveliigese ekstensioonmoment toeperioodi algfaasis, C - põlveliigese teine maksimaalne fleksioonmoment toeperioodi keskosas, D - põlveliigese teine maksimaalne ekstensioonmoment toeperioodi lõpposas. *p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001

4.6.3 Hüppeliigese jõumomendid

Kõnnil hüppeliigesel avalduvad suhtelised jõumomendid (normaliseeritud kehamassi suhtes, kg) toeperioodi erinevates faasides on välja toodud joonisel 9. HJ, VHJ ja kontrollgrupi domineeriva jala võrdluses nii enne kui ka pärast KKHP sooritamist statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud ($p > 0,05$).



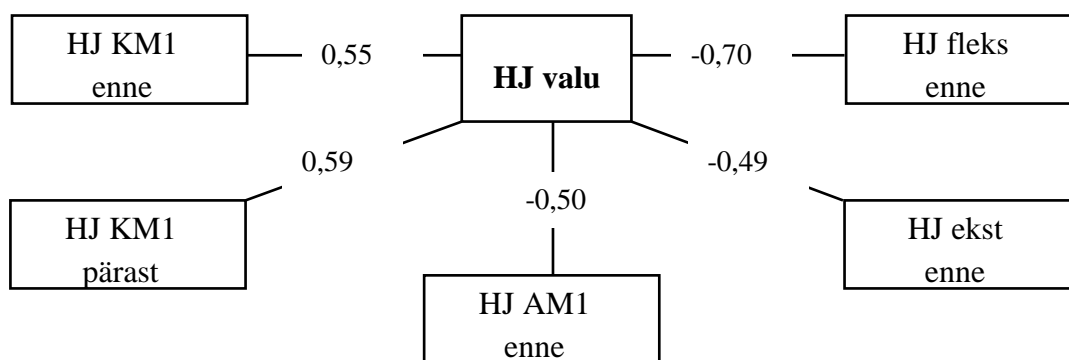
Joonis 9. Põlveliigese osteoartrroosiga naispatsientide haaratud (HJ) ja vähem haaratud (VHJ) jala hüppeliigese suhtelised jõumomendid kõnni erinevates faasides sagitaaltasapinnal võrreldes kontrollgrupi domineeriva jalaga (DJ) (keskmine±SE). A - hüppeliigese dorsaalfleksiooni jõumoment kannalöögi ajal, B - hüppeliigese plantaarfleksiooni jõumoment toeperioodi lõpposas.

4.7 Korrelatsioonanalüüs

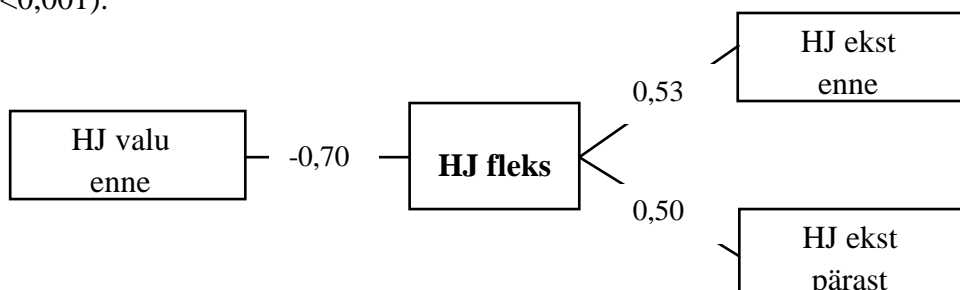
POA naispatsientide HJ näitajate olulisemad korrelatiivsed seosed enne ja pärast KKHP sooritamist on esitatud joonistel 10-12: HJ põlveliigese valu tugevuse, liigesliikuvuse ja jõumomentide vahelised seosed (joonised 10 ja 11); põlve- ja hüppeliigese jõumomentide ja tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu vahelised seosed (joonis 12). Kontrollgrupi DJ jõumomentide vahelised seosed on samuti esitatud joonisel 12. Kõnni kinemaatilised näitajad

korreleerusid omavahel tugevasti HJ ja VHJ puhul nii enne kui ka pärast KKHP sooritamist ja ka kontrollgrupil (töös ei esitatud). HJ, VHJ ja kontrollgrupi domineeriva jala liigesliikuvuse ning jõumomentide vahelisi olulisi seoseid ei täheldatud (töös andmeid ei esitatud).

Keskmine negatiivne korrelatsioon esines HJ valu ning HJ fleksiooni ($p < 0,01$) ja ekstensiooni ($p < 0,05$) vahel, mis näitab, mida väiksem on valu tugevus, seda suurem on liigesliikuvus (joonis 10). HJ valu tugevuse ja põlveliigese fleksioonmomentide vahel esines nii enne kui ka pärast KKHP sooritamist positiivne seos ($p < 0,05$), valu tugevuse ja hüppeliigese dorsaalfleksiooni jõumomendi vahel enne KKHP sooritamist aga negatiivne seos ($p < 0,05$) (joonis 10). Omavahelises olulises positiivses seoses olid HJ fleksiooni ja ekstensiooni näitajad, nii enne ($p < 0,05$) kui ka pärast KKHP ($p < 0,05$) sooritamist (joonis 11).

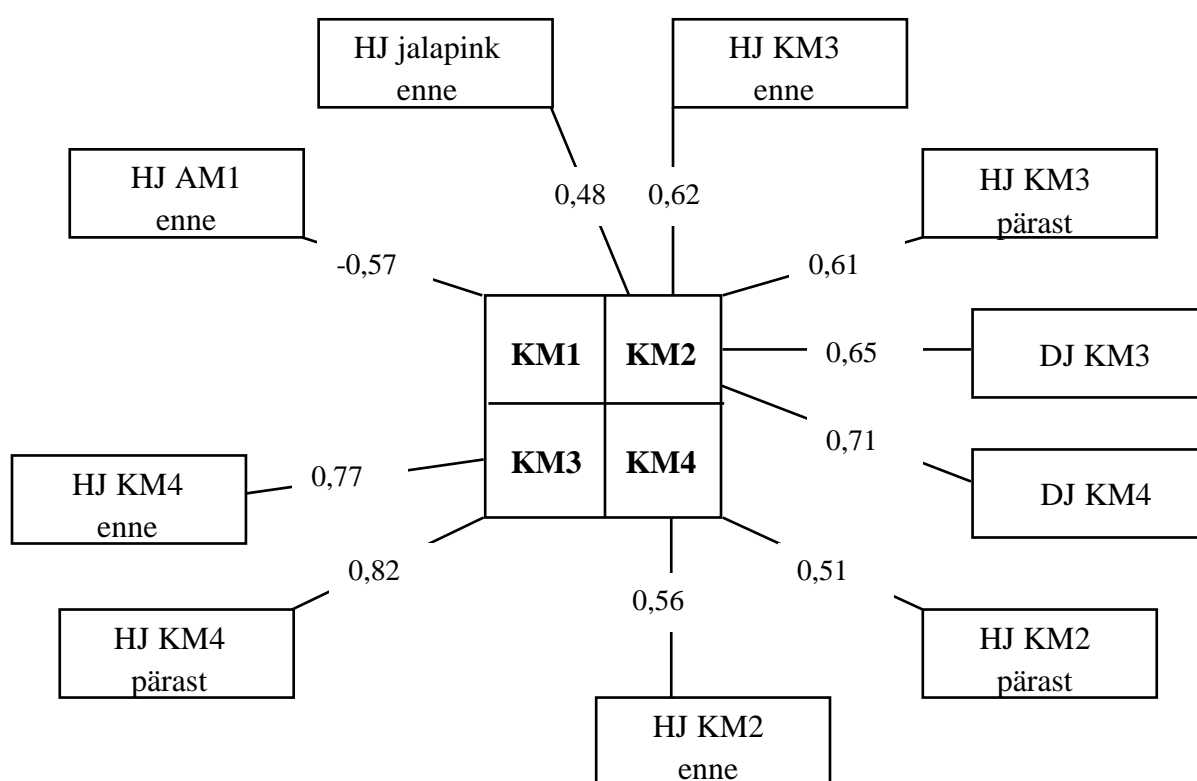


Joonis 10. Haaratud jala (HJ) põlveliigese valu tugevuse olulised korrelatiivsed seosed põlveliigese liikuvuse ja alajäsemete liigeste jõumomentidega enne ja pärast koduse kehaliste harjutuste programmi (KKHP) sooritamist põlveliigese osteoartroosiga naispatsientidel ($n=17$). fleks- fleksioon, ekst – ekstensioon, AM1- hüppeliigese dorsaalfleksiooni jõumoment, KM1 - põlveliigese fleksioonmoment kannalöögi ajal. $r \geq 0,48$ ($p < 0,05$); $r \geq 0,60$ ($p < 0,01$); $r \geq 0,71$ ($p < 0,001$).



Joonis 11. Haaratud jala (HJ) põlveliigese aktiivse fleksiooni olulised korrelatiivsed seosed põlveliigese ekstensiooni ja valuga enne ja pärast koduse kehaliste harjutuste programmi (KKHP) sooritamist põlveliigese osteoartroosiga naispatsientidel ($n=17$). fleks- fleksioon, ekst- ekstensioon. $r \geq 0,48$ ($p < 0,05$); $r \geq 0,60$ ($p < 0,01$); $r \geq 0,71$ ($p < 0,001$).

HJ sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu ja amortisatsioonifaasi põlveliigese ekstensioonmomendi vahel esines keskmine positiivne korrelatsioon ($p < 0,05$). HJ põlveliigese fleksioonmomendi KM1 ja hüppeliigese dorsaalfleksiooni jõumomendi vahel esines aga negatiivne korrelatsioon ($p < 0,05$). Olulised positiivsed korrelatiivsed seosed ($p < 0,05$) ilmnesid HJ põlveliigese jõumomentide KM2, KM3 ja KM4 vahel, mis näitab, et kui üks nendest näitajatest suureneb, siis suurenevad ka teised (joonis 12). Samuti oli kontrollgrupi DJ põlveliigese jõumoment KM2 olulises positiivses korrelatiivses seoses ($p < 0,05$) KM3 ja KM4-ga. Puusaliigese suhtelise jõumomendi ja teiste määratud näitajate vahel olulisi korrelatiivseid seoseid ei esinenud.



Joonis 12. Olulised korrelatiivsed seosed põlve- ja hüppeliigese jõumomentide ning sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu vahel põlveliigese osteoartroosiga naispatsientide ($n=17$) haaratud jalal (HJ) enne ja pärast koduse kehaliste harjutuste programmi (KKHP) ning kontrollgrupi ($n=10$) domineerival jalal (DJ). KM2 - põlveliigese ekstensioonmoment amortisatsioonifaasis, KM3 - põlveliigese fleksioonmoment vertikaalmomendil, KM4 - põlveliigese ekstensioonmoment äratõukefaasis, AM1 - hüppeliigese dorsaalfleksiooni jõumoment. $n=17$: $r \geq 0,48$ ($p < 0,05$); $r \geq 0,60$ ($p < 0,01$); $r \geq 0,71$ ($p < 0,001$). $n=10$: $r \geq 0,62$ ($p < 0,05$); $r \geq 0,74$ ($p < 0,01$); $r \geq 0,84$ ($p < 0,001$).

5. TÖÖ TULEMUSTE ARUTELU

5.1 Põlveliigese valu ja liikuvusulatus

Põlveliigese osteoartriooni süvenemisega kaasneb enamasti valu suurenemine, mis limiteerib igapäevategevuste sooritamist ja iseseisvat toimetulekuvõimet. Seega on füsioteraapia üheks eesmärgiks läbi harjutuste põlveliigese valu vähendamine (Shakoor *et al.*, 2008). Antud uuringus ei ilmnenud olulisi muutusi valu tugevuse näitajates KKHP sooritamise ajal. Enne koormust oli valu põlveliigeses keskmiselt 2,5 punkti (5-punktilisel valuskaalal) ja pärast koormust 2,7 punkti, mis näitab, et patsientidel püsis mõõdukas valu kogu harjutusperioodi jooksul. Võrreldes valuskaala tulemusi enne ja pärast KKHP sooritamist, oli HJ põlveliigese valu vähenenud 9% võrra. Muutus valu tugevuses, võttes arvesse kogu eksperimentaalgrupi tulemusi, ei olnud märkimisväärne, aga on oluline välja tuua, et viis patsienti seitsmeteistkümnest lükkasid TKA edasi, sealhulgas neli nendest (23,5%) tänu valu vähenemisele ja igapäevategevustega hakkamasaamise paranemisele ning üks teistel põhjustel. Minimaalne valu KKHP sooritamise ajal oli 0,5 punkti ja maksimaalne 4,3 punkti (5-punktilisel skaalal), mis näitab samuti suurt varieeruvust valu tugevuses ja patsientide seisundis. Võib oletada, et väiksema subjektiivselt tajutud valuga patsiendid kuulusid Kellgren ja Lawrence'i skaalal III tasemele, kus ei ilmne veel ulatuslikku subkondraalset skleroosi ja luu deformatsioone ning mille puhul on treeningu tulemusena võimalik liigese funktsiooni parandada. Seejuures on mõõduka POA puhul saadud harjutuste tulemusena isegi kuni 20% valu vähenemine (Weng *et al.*, 2009). Ka Topp *et al.* (2009) hindasid preoperatiivse harjutusprogrammi mõju POA patsientide põlveliigese valu tugevusele erinevatel tegevustel ja nad leidsid, et see hoopis suurenes 1,4 punkti võrra mõõdetuna 10-punktilisel valuskaalal. Shakoor koos kolleegidega (2008) on oma töös järeldanud, et KKHP sooritamise tulemusena väheneb valu ja paraneb funktsioon enam varajase POA-ga patsientidel. Seega võib järeldada, et kuna käesolevas uuringus osalesid hilise POA-ga patsiendid, siis liigesjäikus ja funktsiooni piiratus võisid olla nii süvenenud, et harjutustel ei olnud märkimisväärset mõju valu vähenemisele.

Põlveliigese valu võib negatiivselt mõjutada nii lihasjõudu, liigesliikuvust kui ka kõnnimustrit. Varasemates uuringutes on leitud seos reie nelipealihase jõu ja põlveliigese valu vahel, mille puhul valu vähenemisel maksimaalne tahteline lihasjõud suureneb (Hassan *et al.*, 2002, Shakoor *et al.*, 2008). Antud uuringus see väide aga kinnitust ei leidnud, kuna ei ilmnenud olulist korrelatiivset seost valu tugevuse ja alajäsemete sirutajalihaste jõu vahel. See

võib olla tingitud sellest, et käesoleva uuringu eksperimentaalgrupis ei toimunud KKHP soorituse tulemusena olulist muutust valu tugevuse osas. Küll aga esines tugev negatiivne seos valu ja põlveliigese liikuvuse vahel, mis näitab, et valu vähenemisel põlveliigese AROM nii fleksioonil kui ka ekstensioonil suurenes. Valu tekib POA patsientidel enamasti just liigutustegevusel ja puhkusel see väheneb. Liigesliikuvus on valuvaba vaid kindlas ulatuses ja seda ületades tekib ebameeldiv valuaisting, mistõttu edasine liigutustegevus on piiratud (Holla *et al.*, 2011). On leitud, et vähendades anesteesiaga põlveliigese valu, suureneb POA patsientidel (n=141) passiivne põlveliigese fleksioon $13,4^\circ$ ja ekstensioon $3,0^\circ$ võrra. Valu vähendamise tulemusena suureneb põlveliigese liikuvus märkimisväärselt, mis näitab, et valul on tugev liigesliikuvust piirav toime (Bennett *et al.*, 2009).

Käesoleva töö eksperimentaalgrupi HJ põlveliigese AROM fleksioonil enne KKHP sooritamist oli keskmiselt $91,2^\circ$ ja pärast KKHP $100,1^\circ$, mis oli vastavalt 16% ja 12,7% väiksem võrreldes VHJ-ga. Pärast 8 nädala pikkuse KKHP sooritamist oli nii HJ kui ka VHJ põlveliigese AROM fleksioonil märkimisväärselt paranenud (vastavalt 8,9% ja 5,3%) võrreldes harjutuseelse tasemega, jäädes aga oluliselt väiksemaks kontrollgrupi DJ põlveliigese liikuvusest, mis oli $122,8^\circ$. Jõu- ja venitusharjutuste mõju POA patsientide liigesliikuvusele on hinnanud ka Weng *et al.* (2009). Pärast 8-nädalast harjutuste sooritamist suurenes patsientide HJ põlveliigese fleksioon 17% võrra, mis on sarnane antud eksperimentaalgrupi tulemustega. Nad järeldasid, et kõige efektiivsem on liigesliikuvuse suurendamiseks ja valu vähendamiseks kompleksne treeningprogramm, kus kombineeritakse nii staatilisi kui ka pingutus-lõdvestus-venitus meetodil venitusharjutusi jõuharjutustega (Weng *et al.*, 2009).

Alajäsemete jõu- ja venitusharjutustest koosneva preoperatiivse koduse harjutusprogrammi mõju põlveliigese liikuvusele on uurinud ka Matassi *et al.* (2014). Enne harjutuste sooritamist oli POA naispatsientide põlveliigese AROM fleksioonil $117,5^\circ$ ja ekstensioonil $-3,1^\circ$, mis suurenesid pärast 6-nädalast harjutusprogrammi oluliselt (Matassi *et al.*, 2014). Käesolevas uurimustöös ilmnes põlveliigese liikuvuse näitajate hindamisel ekstensioonil enne KKHP sooritamist POA patsientide HJ-l ekstensioonpuudulikkus $-7,1^\circ$, mis harjutuste tulemusena vähenes vaid $0,4^\circ$ võrra. VHJ-l ja kontrollgrupi DJ-l ilmnes põlveliigese ekstensioonil minimaalne liikuvuspiiratus ($-0,2^\circ$). Erinevused uuringute tulemuste vahel võivad tuleneda põlveliigese liikuvuspiiratuse ulatuse suurusest harjutuste sooritamise eelselt.

On leitud, et pärast TKA-d saavutavad preoperatiivse harjutusprogrammi sooritanud patsiendid kiiremini 90°-se põlveliigese aktiivse fleksiooni ja nende haiglas olemise periood on lühem (Matassi *et al.*, 2014). Seega võib olla füsioteraapiast ja kodus teostavatest kehalistest harjutustest kasu POA patsientidele, et vähendada valu ja parandada liigesliikuvust. Harjutuste tõhusus preoperatiivselt võib aga sõltuda POA raskusastmest ning põlveliigese deformatsioonide ja subkondraalse luu haaratuse ulatusest.

5.2 Alajäsemete sirutajalihaste maksimaalne lihasjõud

Eelnevalt on näidatud, et POA patsientidel on vähenenud alajäsemete lihasjõud, mistõttu konservatiivse ravimeetodina keskendutakse sageli just lihasjõu treeningule (Ulthman *et al.*, 2013). Kui enamuses uuringutes käsitletakse harjutuste mõju reie nelipealihase jõu suurenemisele (Ageberg *et al.*, 2013, Mizner *et al.*, 2005, Topp *et al.*, 2009), siis antud uuringu eesmärgiks oli treenida alajäsemete kõiki peamisi lihasgruppe ja hinnata KKHP mõju isomeetrilise maksimaaljõu näitajatele. Käesoleva töö tulemustest selgus, et hilise POA-ga patsientidel suurenes HJ sirutajalihaste maksimaalne lihasjõud 44% ja VHJ lihasjõud 19% võrreldes harjutuste eelse tasemega, jäädes aga oluliselt väiksemateks (vastavalt 48% ja 37%) võrreldes kontrollgrupi DJ näitajatega. Erinevus HJ ja VHJ lihasjõus oli enne KKHP sooritamist 37% ja pärast KKHP 23,5%, mis aga ei olnud enam statistiliselt oluline erinevus. Samal meetodil on hinnanud preoperatiivselt alajäsemete sirutajalihaste unilateraalset maksimaaljõudu ka Vahtrik *et al.* (2012), kes samuti täheldasid, et enne põlveliigese TKA-d ilmnis oluline erinevus HJ ja VHJ isomeetrilise maksimaaljõu näitajates. Esimese kaheksa treeningnädala jooksul saavutatakse lihasjõu suurenemine enamasti neuraalse adaptatsiooni tulemusena, mille puhul lihaskoordinatsioon täiustub (Kraemer *et al.*, 1996). See seletab tõenäoliselt ka maksimaaljõu suurenemist antud uuringus. Jalapingil on POA patsientidel alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõudu hinnatud ka bilateraalset ning preoperatiivsete harjutuste järgselt oli see suurenenud 20% võrra (Rooks *et al.*, 2006).

Topp *et al.* (2009) on hinnanud kompleksse harjutusprogrammi, mis koosnes kummilindiga vastupanuharjutustest, venitusharjutustest ja kõnniharjutustest, mõju POA patsientide lihasjõule enne põlveliigese endoproteesimist. Treeningujärgselt esines trend reie nelipealihase lihasjõu suurenemisele, aga erinevalt käesolevast uuringust ei ilmnunud nende uuringus patsientide lihasjõus olulist muutust. Põhjuseks võib olla erinev treeningperioodi pikkus, kuna Topp *et al.* (2009) uuringus sooritasid patsiendid harjutusi 4-nädala jooksul, mis oli poole lühem periood kui antud uuringus, ning keskmine treeningpäevade arv oli neil 13. Lisaks on oluline märkida, et Topp'i ja ta kolleegide (2009) uuringu kontrollgrupi

patsientidel, kes harjutusi ei sooritanud, aga olid samuti TKA järjekorras, lihasjõud hoopis langes. Erinevused tulemuste vahel võivad olla mõjutatud ka sellest, kui aktiivsed olid patsiendid olnud enne uuringusse kaasamist.

Alajäsemete sirutajalihaste jõud on seotud sooritusvõime paranemisega funktsionaalsetes tegevustes, nagu näiteks kõndimine, istest püsti tõusmine ja treppidest kõndimine (Maly *et al.*, 2006). On leitud, et preoperatiivsed harjutused enne TKA-d kiirendavad postoperatiivset taastumist ning reie nelipealihase jõudlus on heaks kehalise võimekuse ennustajaks (*Timed Up and Go* ja trepist kõnni testis) aasta pärast operatsiooni. Seega on harjutused soovituslikud ka hilise POA-ga patsientidele (Mizner *et al.*, 2005).

5.3 Kõnni kinemaatilised ja dünaamilised näitajad

Käesolevas uuringus hinnati hilise POA-ga naispatsientidel kõnnil avalduvaid puusa-, põlve- ja hüppeliigese jõumomente. Kinemaatilise ahela kaudu mõjutab ühe liigese liikuvus ka teisi liigeseid. Seega võis oletada, et muutused HJ põlveliigese biomehaanikas mõjutavad nii ipsilateraalse jala lähedalasuvaid liigeseid kui ka VHJ liigese biomehaanikat. Varasemad uuringud on näidanud, et lisaks põlveliigesele on OA patsientide HJ puusa- ja hüppeliigese jõumomendid samuti muutunud (Astefhen *et al.*, 2008; Metcalfe *et al.*, 2013). Ka antud uuringus ilmnes, et võrreldes kontrollgrupi DJ-ga on muutunud nii HJ kui ka VHJ puusa-, põlve- ja hüppeliigese jõumomendid, kuigi enamasti ei olnud see muutus oluline. Nii enne kui ka pärast KKHP sooritamist esinesid olulised korrelatiivsed seosed HJ põlve- ja hüppeliigese jõumomentide vahel ning kontrollgrupi DJ põlveliigese jõumomentide vahel, mis kinnitab eespool mainitud, et muutus ühes jõumomendi näitajas põhjustab muutuse ka järgnevas jõumomendi näitajas.

KKHP sooritamise tulemusena täheldati kõnnil kannalöögi ajal HJ ja VHJ hüppeliigeses tendentsi dorsaalfleksiooni jõumomentide (AM1) suurenemisele, mis jäid aga väiksemaks võrreldes kontrollgrupi DJ-ga. Seejuures HJ dorsaalfleksiooni jõumomendid olid nii enne kui ka pärast KKHP sooritamist väiksemad võrreldes VHJ-ga. Antud erinevus võib olla tingitud hüppeliigese nurgast kannalöögi ajal ning jala maha asetamise kiirusest (Zeni ja Higginson, 2009). Esines ka negatiivne korrelatsioon HJ valu tugevuse ja AM1 vahel, mis näitab, et valu tõttu on AM1 haaratud jalal vähenenud. Võib oletada, et selle tulemusena kannavad patsiendid enam keharaskust just VHJ jalale.

Põlveliigese jõumomendid olid HJ-l nii enne kui ka pärast KKHP sooritamist kõnni toeperioodi kõikidest faasides, va pärast KKHP sooritamist toeperioodi lõpposas, väiksemad

võrreldes kontrollgrupi DJ-ga, aga statistiliselt oluline erinevus ilmnes ainult amortisatsioonifaasis ja vertikaalmomendil. Ka varasemalt on leitud, et sagitaaltasapinnas hinnatavad ekstensioon-fleksioon jõumomendid on POA patsientidel alanenud (Astephen *et al.*, 2008; Baliunas *et al.*, 2002; Manetta *et al.*, 2002). Kuigi Baliunas koos kolleegidega (2002) ei leidnud üheski toeperioodi faasis põlveliigese jõumomentides olulisi erinevusi võrreldes kontrollgrupiga, siis ilmnisid ka nende uuringus kõige suuremad muutused POA patsientide ja kontrollgrupi vahel just amortisatsioonifaasis ja vertikaalmomendil avalduvates jõumomentides.

Varasemaid uuringuid treeningprogrammi mõjust OA patsientide kõnni näitajatele on väga vähe ning enamus neist on hinnanud harjutuste mõju vaid PAM-le. Lim *et al.* (2008) ja Sled *et al.* (2010) ei leidnud, et puusaliigese abduktorite jõuharjutused ja põlveliigese ekstensorite jõuharjutused PAM-i mõjutaksid. Vastupidisele järeldusele on jõudnud aga Thorp *et al.* (2010), kes leidsid, et jõuharjutuste sooritamine avaldab mõju PAM-le. Tugevamad abduktorid stabiliseerivad vaagent ja tänu sellele võivad aidata vältida keha raskuskesmel liikumast hoojala suunas (Thorp *et al.*, 2010).

Harjutuste mõju sagitaaltasapinnas avalduvatele jõumomentidele POA patsientidel on käesoleva töö autorile kättesaadavate artiklite põhjal hinnanud vaid Gaudreault koos kolleegidega (2011). Nad leidsid, et 12 nädala pikkuse jõu-, venitus- ja tasakaaluharjutuste programmi tulemusena OA III ja IV raskusastme grupis (Kellgren ja Lawrence'i järgi) suurenes põlveliigese väline maksimaalne ekstensiooni moment, mis leidis kinnitust ka antud uuringus. Enne KKHP sooritamist oli KM2 haaratud jala puhul 26% väiksem võrreldes VHJ-ga ja 50% väiksem võrreldes kontrollgrupi DJ-ga. Pärast KKHP sooritamist oli haaratud jala KM2 suurenenud 21% võrra, misjärel enam ei esinenud olulist erinevust HJ ja kontrollgrupi DJ vahel.

Muutused kõnnil põlveliigesel avalduvates fleksioon-ekstensioon jõumomentides võivad olla tingitud puudulikust põlveliigese liikuvusulatuses fleksioonil ja ekstensioonil ning vähenenud põlveliigese ekstensorite jõust. Antud uuringus oli enne KKHP sooritamist põlveliigese AROM fleksioonil keskmiselt 91°, mis on normipärase kõnnimustrile saavutamiseks piisav (Rowe *et al.*, 2000). Samas põlveliigese minimaalseks liikuvusulatuses fleksioonil oli antud eksperimentaalgrupi puhul 50°, mis võib aga kõnnimustrile mõju avaldada, kuna ilma skeletilihassüsteemi kaebusteta eakatel inimestel (vanuses 49-80 eluaastat) on maksimaalseks põlveliigese fleksiooniks kõnnil umbes 67° (Rowe *et al.*, 2000). Rowe koos kolleegidega

(2000) on leidnud, et minimaalseks põlveliigese fleksiooniks kõnnil on umbes $2,2^\circ$, mis viitab sellele, et tavaliselt ei esine toeperioodil täielikku põlveliigese ekstensiooni (0°). Käesolevas uuringus oli põlveliigese ekstensioonpuudulikkus $-7,1^\circ$, mis võib seega põhjustada kõnni toeperioodil nii kannalöögi kui ka vertikaalmomendi faasi häirumise puuduliku põlveliigese ekstensiooni tõttu. Korrelatsioonanalüüsis aga ei ilmnud seost jõumomentide ning põlveliigese ekstensioon- ja fleksioonulatuse vahel. Antud uuringus oli põlveliigese AROM hinnatud lamades asendis goniomeetriga, seega oleks oluline määrata edasistes uuringutes täpsete seoste hindamiseks liigete liikuvusulatused kõnni ajal.

Vähenenud põlveliigese fleksioonnurga tõttu kõnni amortisatsiooni- ja äratõukefaasis võisid olla alanenud POA patsientidel põlveliigese ekstensioonimomendid, kuna on leitud, et mida ekstenseeritum on põlveliiges, seda väiksemaid ekstensioonmomente suudavad ekstensorlihased tekitada (Henriksen *et al.*, 2006). Patsiendid võivad vältida põlveliigese fleksiooni, kuna suurem põlveliigese fleksiooni nurk amortisatsioonifaasis suurendab reie nelipealihase ekstsentrilist lihastööd. See omakorda suurendab põlveliigesele mõjuvaid survejõude ja seetõttu ka valu (Bennell *et al.*, 2004; Manetta *et al.*, 2002). Antud uuringus esines oluline keskmine korrelatiivne seos HJ sirutajalihaste tahtelise isomeetrilise maksimaaljõu ja amortisatsioonifaasis ilmneva KM2 vahel enne KKHP sooritamist. Kui reie nelipealihase jõud on vähenenud, ei suuda ta kontrollida piisavalt põlveliigese fleksiooni amortisatsioonifaasis. Põlveliigese fleksiooni nurk väheneb, kuna patsiendid kannavad keharaskuse kiiremini üle VHJ-le ja seeläbi vähenevad ka jõumomendid (Bennell *et al.*, 2004). Antud uuringu vaatlusaluste alajäsemete sirutajalihaste jõu juurdekasv pärast harjutusprogrammi võib seletada asjaolu, et HJ põlveliigese ekstensioonimomendid (KM2 ja KM4) suurenesid.

Olulised erinevused HJ ja VHJ jõumomentide vahel esinesid toeperioodi vertikaalmomendi faasis põlveliigese fleksioonimomendil (KM3). Pärast KKHP sooritamist oli HJ KM3 vähenenud, samal ajal kui VHJ KM3 oli oluliselt suurenenud, mistõttu erinevus HJ ja VHJ näitajate vahel suurenes. Selle tulemusena kandub VHJ põlveliigesele suurem koormus, mis soodustab liigeskõhre kulumist ja on riskifaktoriks ka VHJ-l osteoartroosi välja kujunemisele (Metcalf *et al.*, 2013). Seega on tähtis füsioteraapias tähelepanu pöörata patsientide kõnnimustrile, et läbi harjutuste ja suulise juhendamise vähendada erinevust HJ ja VHJ jõumomentide näitajates. Pärast KKHP sooritamist suurenenud erinevus HJ ja VHJ vahel võib viidata ka sellele, et HJ liigese sümptomid võisid progresseeruda. Selleks, et vähendada HJ

avalduvat koormust, kandsid patsiendid keharaskuse kiiremini üle VHJ-le (Bejek *et al.*, 2006).

Puusaliigesel avalduvad suhtelised jõumomendid olid käesolevas uuringus nii HJ kui ka VHJ väiksemad võrreldes kontrollgrupiga. Ainus oluline muutus ilmnes pärast KKHP sooritamist, kui VHJ maksimaalne puusaliigese fleksioonmoment toeperioodi lõpposas oli väiksem võrreldes enne KKHP sooritamist. Samas esines sümmeetria HJ ja VHJ jõumomentide vahel, mis näitab, et mõlema jala puusaliigesele avalduv koormus oli võrdne.

Antud uurimistöös hinnati korrelatiivseid seoseid põlveliigese valu ja kõnninäitajate vahel. Leiti, et põlveliigese valu tugevus on seotud hüppeliigese ja põlveliigese jõumomentidega. Henriksen *et al.* (2006) hindasid valu mõju kõnni kinemaatilistele ja dünaamilistele näitajatele ja järeldasid, et pärast valuvaigisti manustamist liigestele mõjuvad jõud suurenesid, eriti just põlveliigese maksimaalse fleksioonmomenti ajal (KM3). Antud töös esines valu ja põlveliigese fleksioonmomentide KM1 vahel nii enne kui ka pärast KKHP sooritamist aga positiivne seos. See viitab asjaolule, et jalg asetatakse kiiremini maha, mille tõttu toereaktsioon suureneb ning seetõttu suurenevad ka jõumomendid.

Kõnni kinemaatilistes näitajates ilmnemiseid eksperimentaalgrupi ja kontrollgrupi vahel olulised erinevused. POA patsientidel oli oluliselt pikenenud toeperioodi kestus, sammutsükli kestus, vähenenud sammusagedus ja kõnnikiirus ning antud erinevused püsisid ka pärast KKHP sooritamist. Analoogsed tulemused on saadud ka varasemates uuringutes (Asthephen *et al.*, 2008; Baert *et al.*, 2013; Manetta *et al.*, 2002). Antud uuringus suurenes KKHP tulemusena kõnnikiirus 3,6% võrra ja vähenes sammusagedus 3% võrra, mis olid minimaalsed muutused. Sarnased tulemused on leitud ka teistes uuringutes, kus preoperatiivse tasakaalu- ja kõnniharjutustest koosneva treeningprogrammi sooritamise tulemusena suurenes POA patsientide kõnnikiirus 7,6% (mõõdetuna 60 m kõnnitestil, kus patsiendid pidid kõndima maksimaalkiirusel) (Gstoettner *et al.*, 2011) ja vähenes sammusagedus 3% (Gaudreault *et al.*, 2011), aga ka need muutused ei olnud statistiliselt olulised. Käesolevas uuringus oli nii enne kui ka pärast KKHP sooritamist VHJ toeperioodi kestus keskmiselt 0,02 sekundit pikem võrreldes HJ-ga ning see esines ka kontrollgrupi DJ ja mittedomineeriva jala võrdluses (töös ei ole esitatud). Seega võib järeldada, et treeningprogrammil ei ole olulist mõju hilise POA patsientide kõnni ajaliste ja ruumilis-ajaliste näitajatele.

Korrelatiivsed seosed esinesid kõnni ajaliste ja ruumilis-ajaliste näitajate omavahelises võrdluses, aga ei ilmnunud korrelatsioone lihasjõu, valu, liigesliikuvuse ja jõumomentidega.

Varasemates uuringutes on näidatud, et kui vaatlusalustel paluti kõndida tavapärasel kõnnikiirusel ning seejärel sellest kiiremini ja aeglasemalt, siis kõnnikiiruse suurenedes sagitaaltasapinnas hinnatavad puusa-, põlve- ja hüppeliigese jõumomendid suurenevad (Lelas *et al.*, 2003). Ka Zeni ja Higginson (2009) leidsid seose fleksioon-ekstensioon jõumomentide ja kõnnikiiruse vahel, võrreldes erineva raskusastmega OA patsiente. Kui kõik vaatlusalused kõndisid aga ettemääratud kiirusel 1m/s, siis erinevusi jõumomentides ei esinenud (Zeni ja Higginson, 2009). Käesolevas uuringus oli eksperimentaalgrupi kõnnikiirus pärast KKHP sooritamist 1,15 m/s ja kontrollgrupil 1,46 m/s. Vastavalt Newtoni teisele seadusele on kehale mõjuv jõud võrdeline keha massi ning selle jõu poolt kehale antud kiirenduse korrutisega (Rodgers ja Cavanagh, 1985). Kõnnikiiruse suurenemisel suurenevad ka inertsijõud, mistõttu suurenevad ka põlveliigese jõumomendid (Lelas *et al.*, 2003; Manetta *et al.*, 2002). Seega võib oletada, et ka antud töös olid erinevused osaliselt tingitud kõnnikiirusest.

Kuigi antud töös ei ilmnenu olulisi muutusi kõnni kinemaatilistes ja dünaamilistes näitajates hilise POA-ga patsientide HJ puhul, siis kasutatud harjutused kutsusid esile liigesliikuvuse ja alajäsemete sirutajalihaste maksimaaljõu suurenemise pärast KKHP sooritamist.

5.4 Uuringu limiteerivad faktorid ja praktilised väljundid

Treeningpäeviku analüüsimisel selgus, et üks patsient tegi harjutusi kaks korda päevas ja üks patsient sõitis lisaks rattaga. Samal ajal mõned vaatlusalused sooritasid vähem harjutusi või mõnel päeval ei sooritanud harjutusi üldse. Seega patsientide suutlikkus harjutusi sooritada oli erinev. Lisaks võis tulemusi mõjutada harjutuste väike koormus. POA patsientide subjektiivselt tajutud pingutuse tugevus harjutuste ajal oli umbes 30% nende maksimumist.

Käesoleva uuringu üheks limiteerivaks teguriks võib pidada vaatlusaluste väikest arvu ning valu tugevuse ja liigesliikuvuse näitajate suurt varieeruvust. Kuigi osa patsientidest ei läinud TKA-le tänu põlveliigese funktsiooni paranemisele, siis ülejäänud patsientide seisund püsis stabiilsena või halvenes, mistõttu kõnni keskmistes näitajates olulisi muutusi ei ilmnenu.

Limiteeriv faktor võib olla ka kõnnikiirus. Antud uuringus ei esinenud korrelatiivseid seoseid kõnni kinemaatiliste ja dünaamiliste näitajate vahel, aga on leitud (Zeni ja Higginson, 2009), et kõnnikiirus võib mõjutada kõnni dünaamilisi näitajaid. POA patsientidel on kõnnil märgatavalt väiksemad põlve- ja hüppeliigese jõumomendid võrreldes kontrollgrupiga, mis võib olla muutunud kõnnikiiruse tulemus. Antud uuringus valisid vaatlusalused kõnnikiiruse ise ning seda andmete töötlemisel arvesse ei võetud. Seega võiks edaspidi hinnata

harjutusprogrammi mõju kõnni dünaamilistele näitajatele kõnnirajal, mille puhul kõnnikiirus on ette määratud.

Lisaks tuleb arvesse võtta, et igal inimesel on unikaalne kõnnimuster, mis põhjustab hajuvust kõnni näitajates. Käesolevas uuringus esinesid suured standardvead, mis võisid mõjutada kõnnil avalduvaid jõumomente. Ka Manetta *et al.* (2002) uuringus ilmnisid standardvigades suured erinevused, mistõttu ilmnis küll tendents muutustele kõnni dünaamilistes näitajates, aga statistiliselt olulisi erinevusi ei esinenud.

3D kõnnianalüüsi tulemused võivad olla samuti mõjutatud hindaja kogemusest, pädevusest ja professionaalsest taustast. Algaja hindaja puhul võivad olla vead suuremad, mistõttu on soovitatud eelnevalt läbida spetsiaalsed kõnnianalüüsiga seotud kursused (McGinley *et al.*, 2009).

Lähtudes lihasjõu ja liigesliikuvuse suurenemisest, olid harjutused valitud sihipäraselt ja piisavas mahus, et tekitada olulisi muutusi lihas- ja liigesfunktsioonis. Seega uuringu ühe praktilise väljundina võib välja tuua, et koostatud harjutusprogrammi saab efektiivselt kasutada preoperatiivselt POA ravis ka hilise staadiumiga patsientide puhul.

Edaspidi saaks läbi viia analoogse uuringu POA patsientidel, kus lihaste bioelektriline aktiivsus oleks sünkroonitud kõnniga, et saada täpsemat informatsiooni lihaste aktivatsioonimustritest kõnnil. Lisaks võib hinnata ka antud harjutusprogrammi mõju trepist üles ja alla kõnnil.

Antud uurimistöö tulemusi saavad kasutada füsioterapeudid hilise POA-ga patsientide preoperatiivse taastusravi planeerimisel. Samuti saavad arstid ja teised taastusravi spetsialistid rohkem teavet POA patsientide alajäsemete funktsiooni ja kõnni näitajate kohta, mis aitab võtta vastu otsuseid seoses patsientide edasise raviga.

6. JÄRELDUSED

1. Pärast 8-nädalast KKHP sooritamist POA patsientide haaratud jala põlveliigese valu tugevuses olulist vähenemist ei esine. HJ valu tugevuse ja põlveliigese fleksioonmomendi vahel ilmneb positiivne seos ning valu ja hüppeliigese dorsaalfleksiooni jõumomendi vahel negatiivne seos kõnni kannalöögil.
2. Hilise staadiumi POA patsientidel suureneb oluliselt pärast 8-nädalast KKHP sooritamist nii haaratud kui ka vähem haaratud jala põlveliigese aktiivne liikuvusulatus fleksioonil, jäädes aga jätkuvalt oluliselt väiksemaks kontrollgrupi domineeriva jala liikuvusest. Haaratud jala ekstensioonpuudulikkus KKHP tulemusena oluliselt ei vähene. Põlveliigese liikuvuse ja valu vahel esineb POA patsientidel oluline seos, aga liikuvuse ning kõnni kinemaatiliste ja dünaamiliste näitajate vahel olulisi seoseid ei ilmne.
3. Kaheksanädalase KKHP tulemusena suureneb hilise POA vaatlusalustel alajäsemete sirutajalihaste isomeetrilise jõu genereerimisvõime, jäädes aga oluliselt väiksemaks võrreldes kontrollgrupiga. Oluline positiivne seos esineb haaratud jala sirutajalihaste maksimaaljõu ja amortisatsioonifaasis esineva põlveliigese ekstensioonmomendi vahel.
4. Olulisi muutusi POA naispatsientide kõnni kinemaatilistes näitajates (kõnnikiirus, sammusagedus, toeperioodi kestus) enne ja pärast KKHP sooritamist ei ilmne ning püsib oluline erinevus võrreldes kontrollgrupiga. Seost kõnni kinemaatiliste ja dünaamiliste näitajate vahel ei esine.
5. Pärast 8-nädalast KKHP sooritamist ei esine hilise POA patsientidel olulisi muutusi kõnnil haaratud jala puusa-, põlve- ja hüppeliigesele avalduvates dünaamilistes näitajates. Seejuures ilmneb asümmeetria vähenemine puusaliigese jõumomendis toeperioodi lõpposal HJ ja VHJ vahel ning VHJ põlveliigese jõumomendi oluline suurenemine toeperioodi keskosal. Kõnnil avalduvad HJ põlveliigese jõumomentide näitajad on POA patsientidel oluliselt väiksemad toeperioodi amortisatsioonifaasis ja vertikaalmomendil võrreldes kontrollgrupiga.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ageberg E, Nilsson A, Kosek E, Roos EM. Effects of neuromuscular training (NEMEX-TJR) on patient-reported outcomes and physical function in severe primary hip or knee osteoarthritis: a controlled before-and-after study. *BMC Musculoskeletal Disord* 2013; 14(1): 1-14.
2. Al-Zahrani KS, Bakheit AM. A study of the gait characteristics of patients with chronic osteoarthritis of the knee. *Disabil Rehabil* 2002; 24(5): 275-280.
3. Amin S, Baker K, Niu J, Clancy M, Goggins J, Guermazi A, Grigoryan M, Hunter DJ, Felson DT. Quadriceps strength and the risk of cartilage loss and symptom progression in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2009; 60: 189-198.
4. Astephan JL, Deluzio KJ, Caldwell GE, Dunbar MJ. Biomechanical changes at the hip, knee, and ankle joints during gait are associated with knee osteoarthritis severity. *J Orthop Res* 2008a; 26: 332-341.
5. Baert IA, Jonkers I, Staes F, Luyten FP, Truijzen S, Verschueren SM. Gait characteristics and lower limb muscle strength in women with early and established knee osteoarthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2013; 28(1): 40-47.
6. Baliunas AJ, Hurwitz DE, Ryals AB, Karrar A, Case JP, Block JA, Andriacchi TP. Increased knee joint loads during walking are present in subjects with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2002; 10(7): 573-579.
7. Bejek Z, Paróczai R, Illyés A, Kiss RM. The influence of walking speed on gait parameters in healthy people and in patients with osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14(7): 612-622.
8. Bennell KL, Hinman RS, Metcalf BR. Association of sensorimotor function with knee joint kinematics during locomotion in knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil* 2004; 83(6): 455-463.
9. Bennell KL, Hinman RS. A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee. *J Sci Med Sport* 2011; 14: 4-9.
10. Bennett D, Hanratty B, Thompson N, Beverland DE. The influence of pain on knee motion in patients with osteoarthritis undergoing total knee arthroplasty. *Orthopedics* 2009; 32(4).
11. Blagojevic M, Jinks C, Jeffery A, Jordan KP. Risk factors for onset of osteoarthritis of the knee in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage* 2010; 18: 24-33.

12. Bovi G, Rabuffetti M, Mazzoleni P, Ferrarin M. A multiple-task gait analysis approach: kinematic, kinetic and EMG reference data for healthy young and adult subjects. *Gait Posture* 2011; 33(1): 6-13.
13. Brosseau L, Balmer S, Tousignant M, O'Sullivan JP, Goudreault C, Goudreault M, Gringras S. Intra- and intertester reliability and criterion validity of the parallelogram and universal goniometers for measuring maximum active knee flexion and extension of patients with knee restrictions. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82(3): 396-402.
14. Carvalho NA, Bittar ST, Pinto FR, Ferreira M, Sitta RR. Manual for guided home exercises for osteoarthritis of the knee. *Clinics* 2010; 65(8): 775-780.
15. Davis RB, Öunpuu S, Tyburski D, Gage JR. A gait analysis data collection and reduction technique. *Human Movement Science* 1991; 10: 575-587.
16. Debi R, Mor A, Segal O, Segal G, Debbi E, Agar G, Halperin N, Haim A, Elbaz A. Differences in gait patterns, pain, function and quality of life between males and females with knee osteoarthritis: a clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2009; 10: 127.
17. Deyle GD, Henderson NE, Matekel RL, Ryder MG, Garber MB, Allison SC. Effectiveness of manual physical therapy and exercise in osteoarthritis of the knee. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2000; 132: 173-181.
18. Deyle GD, Allison SC, Matekel RL, Ryder MG, Stang JM, Gohdes DD et al. Physical therapy treatment effectiveness for osteoarthritis of the knee: a randomized comparison of supervised clinical exercise and manual therapy procedures versus a home exercise program. *Phys Ther* 2005; 85: 1301-1317.
19. Duncan R, Peat G, Thomas E, Hay E, McCall I, Croft P. Symptoms and radiographic osteoarthritis: not as discordant as they are made out to be? *Ann Rheum Dis* 2007; 66(1): 86-91.
20. Egloff C, Hügle T, Valderrabano V. Biomechanics and pathomechanisms of osteoarthritis. *Swiss Med Wkly* 2012; 142: w13583.
21. Ferraz MB, Quaresma MR, Aquino LR, Atra E, Tugwell P, Goldsmith CH. Reliability of pain scales in the assessment of literate and illiterate patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol* 1990; 17: 1022-1024.
22. Gaudreault N, Mezghani N, Turcot K, Hagemester N, Boivin K, de Guise JA. Effects of physiotherapy treatment on knee osteoarthritis gait data using principal component analysis. *Clinical biomechanics* 2011; 26: 284-291.

23. Gawler S, Hanna S. Chair based home exercise programme. Southern Cambridgeshire Falls Prevention Service, 2011.
<http://www.laterlifetraining.co.uk/wp-content/uploads/2011/05/Chair-Based-Home-Exercise-Programme.pdf>, 25.10.2013
24. Grotle M, Hagen KB, Natvig B, Dahl FA, Kvien TK Prevalence and burden of osteoarthritis: results from a population survey in Norway. *J Rheumatol* 2008; 35(4): 677-684.
25. Gstoettner M, Raschner C, Dirnberger E, Leimser H, Krismer M. Preoperative proprioceptive training in patients with total knee arthroplasty. *Knee* 2011; 18(4): 265-270.
26. Hassan BS, Doherty SA, Mockett S, Doherty M. Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 2002; 61: 422-428.
27. Henriksen M, Simonsen EB, Alkjaer T, Lund H, Graven-Nielsen T, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Increased joint loads during walking--a consequence of pain relief in knee osteoarthritis. *Knee* 2006; 13(6): 445-450.
28. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS Jr, Colosimo AJ, McLean SG, van den Bogert AJ, Paterno MV, Succop P. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *Am J Sports Med* 2005; 33(4): 492-501.
29. Holla JF, van der Leeden M, Peter WF, Roorda LD, van der Esch M, Lems WF, Gerritsen M, Voorneman RE, Steultjens MP, Dekker J. Proprioception, laxity, muscle strength and activity limitations in early symptomatic knee osteoarthritis: results from the CHECK cohort. *J Rehabil Med* 2012; 44(10): 862-868.
30. Holla JF, Steultjens MP, van der Leeden M, Roorda LD, Bierma-Zeinstra SM, den Broeder AA, Dekker J. Determinants of range of joint motion in patients with early symptomatic osteoarthritis of the hip and/or knee: an exploratory study in the CHECK cohort. *Osteoarthritis Cartilage* 2011; 19(4): 411-419.
31. Jan MH, Lin CH, Lin YF, Lin JJ, Lin DH. Effects of weight-bearing versus nonweight-bearing exercise on function, walking speed, and position sense in participants with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2009; 90(6): 897-904.
32. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Ann Rheum Dis* 1957; 16(4): 494-502.

33. Kirtley C. Clinical gait analysis: theory and practice. London: Elsevier Churchill Livingstone; 2006.
34. Koralewicz LM, Engh GA. Comparison of proprioception in arthritic and age-matched normal knees. *J Bone Joint Surg Am* 2000; 82-A(11): 1582-1588.
35. Kraemer WJ, Fleck SJ, Evans WJ. Strength and power training: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc Sport Sci Rev* 1996; 24: 363-397.
36. Lelas JL, Merriman GJ, Riley PO, Kerrigan DC. Predicting peak kinematic and kinetic parameters from gait speed. *Gait Posture* 2003; 17(2): 106-112.
37. Lewek MD, Rudolph KS, Snyder-Mackler L. Quadriceps femoris muscle weakness and activation failure in patients with symptomatic knee osteoarthritis. *J Orthop Res* 2004; 22(1): 110-115.
38. Lim BW, Hinman RS, Wrigley TV, Sharma L, Bennell KL. Does knee malalignment mediate the effects of quadriceps strengthening on knee adduction moment, pain, and function in medial knee osteoarthritis? A randomized controlled trial. *Arthritis Rheum* 2008; 59(7): 943-951.
39. Lingard EA, Katz JN, Wright EA, Sledge CB. Predicting the outcome of total knee arthroplasty. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2004; 86(10): 2179-2186.
40. Maly MR, Costigan PA, Olney SJ. Determinants of self-report outcome measures in people with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 2006; 87(1): 96-104.
41. Manetta J, Franz LH, Moon C, Perell KL, Fang M. Comparison of hip and knee muscle moments in subjects with and without knee pain. *Gait Posture* 2002; 16(3): 249-254.
42. Matassi F, Duerinckx J, Vandenuecker H, Bellemans J. Range of motion after total knee arthroplasty: the effect of a preoperative home exercise program. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014; 22(3): 703-709.
43. Mesfar W, Shirazi-Adl A. Biomechanics of the knee joint in flexion under various quadriceps forces. *Knee* 2005; 12(6): 424-434.
44. McGinley JL, Baker R, Wolfe R, Morris ME. The reliability of three-dimensional kinematic gait measurements: a systematic review. *Gait Posture* 2009; 29(3): 360-369.
45. McQuade KJ, de Oliveira AS. Effects of progressive resistance strength training on knee biomechanics during single leg step-up in persons with mild knee osteoarthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2011; 26(7): 741-748.

46. Metcalfe AJ, Stewart C, Postans N, Dodds AL, Holt CA, Roberts AP. The effect of osteoarthritis of the knee on the biomechanics of other joints in the lower limbs. *Bone Joint J* 2013; 95-B(3): 348-353.
47. Mikesky AE, Mazzuca SA, Brandt KD, Perkins SM, Damush T, Lane KA. Effects of strength training on the incidence and progression of knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2006; 55: 690-699.
48. Mizner RL, Petterson SC, Stevens JE, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty. *J Rheumatol* 2005; 32: 1533-1539.
49. Motooka T, Tanaka H, Ide S, Mawatari M, Hotokebuchi T. Foot pressure distribution in patients with gonarthrosis. *The Foot* 2012; 22: 70-73.
50. Nagano Y, Naito K, Saho Y, Torii S, Ogata T, Nakazawa K, Akai M, Fukubayashi T. Association between in vivo knee kinematics during gait and the severity of knee osteoarthritis. *Knee* 2012; 19(5): 628-632.
51. Neogi T, Felson D, Niu J, Nevitt M, Lewis CE, Aliabadi P, Sack B, Torner J, Bradley L, Zhang Y. Association between radiographic features of knee osteoarthritis and pain: results from two cohort studies. *BMJ* 2009; 339: b2844.
52. Nguyen UDT, Zhang Y, Zhu Y, Niu J, Zhang B, Aliabadi P, Felson DT. Increasing prevalence of knee pain and symptomatic knee osteoarthritis: survey and cohort data. *Ann Intern Med* 2011; 155(11): 725-732.
53. Pandy MG, Andriacchi TP. Muscle and joint function in human locomotion. *Annu Rev Biomed Eng* 2010; 12: 401-433.
54. Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Karvonen-Gutierrez C, Sowers MF. Isometric quadriceps strength in women with mild, moderate, and severe knee osteoarthritis. *Am J Phys Med Rehabil* 2010; 89(7): 541-548.
55. Pereira D, Peleteiro B, Araújo J, Branco J, Santos RA, Ramos E. The effect of osteoarthritis definition on prevalence and incidence estimates: a systematic review. *Osteoarthritis Cartilage* 2011; 19(11): 1270-1285.
56. Rodgers MM, Cavanagh PR. Glossary of biomechanical terms, concepts, and units. *Phys Ther* 1984; 64(12): 1886-902.
57. Rooks DS, Huang J, Bierbaum BE, Bolus SA, Rubano J, Connolly CE, Alpert S, Iversen MD, Katz JN. Effect of preoperative exercise on measures of functional status in men and women undergoing total hip and knee arthroplasty. *Arthritis Rheum* 2006; 55(5): 700-708.

58. Rowe PJ, Myles CM, Walker C, Nutton R. Knee joint kinematics in gait and other functional activities measured using flexible electrogoniometry: how much knee motion is sufficient for normal daily life? *Gait Posture* 2000; 12(2): 143-155.
59. Saksniit, K. Hilise põlveliigese osteoartroosiga patsientide alajäseme lihaste toonuse ja survejõudude jaotuse jalatallale näitajad enne ja pärast 8-nädalast kodu harjutusprogrammi sooritamist. Magistritöö. Käsikiri Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskonnas, 2013.
60. Sellam J, Berenbaum F. The role of synovitis in pathophysiology and clinical symptoms of osteoarthritis. *Nat Rev Rheumatol* 2010; 6: 625-635.
61. Shakoor N, Furmanov S, Nelson DE, Li Y, Block JA. Pain and its relationship with muscle strength and proprioception in knee OA: results of an 8-week home exercise pilot study. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2008; 8(1): 35-42.
62. Sharma L, Song J, Felson DT, Cahue S, Shamiyeh E, Dunlop DD. The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA* 2001; 286(2): 188-195.
63. Shelburne KB, Torry MR, Pandy MG. Contributions of muscles, ligaments, and the ground-reaction force to tibiofemoral joint loading during normal gait. *J Orthop Res* 2006; 24: 1983-1990.
64. Sled EA, Khoja L, Deluzio KJ, Olney SJ, Culham EG. Effect of a home program of hip abductor exercises on knee joint loading, strength, function, and pain in people with knee osteoarthritis: a clinical trial. *Phys Ther* 2010; 90(6): 895-904.
65. Sokk J, Gapeyeva H, Ereline J, Haviko T, Pääsuke M. Effect of home exercise programme on thigh muscle strength before total knee arthroplasty. *Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis* 2011; 17: 187-198.
66. Sun HB. Mechanical loading, cartilage degradation, and arthritis. *Ann N Y Acad Sci* 2010; 1211: 37-50.
67. Tanamas S, Hanna FS, Cicuttini FM, Wluka AE, Berry P, Urquhart DM. Does knee malalignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis Rheum* 2009; 61(4): 459-467.
68. Tervise Arengu Instituut. Tervisestatistika ja terviseuuringute andmebaas 2013. <http://pxweb.tai.ee/esf/pxweb2008/dialog/statfile2.asp>, 23.04.2014.
69. Thorp LE, Wimmer MA, Foucher KC, Sumner DR, Shakoor N, Block JA. The biomechanical effects of focused muscle training on medial knee loads in OA of the

- knee: a pilot, proof of concept study. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2010; 10(2): 166-173.
70. Topp R, Swank AM, Quesada PM, Nyland J, Malkani A. The effect of prehabilitation exercise on strength and functioning after total knee arthroplasty. *PM R* 2009; 1(8): 729-735.
71. Ulthman OA, van der Windt DA, Jordan JL, Dziedzic KS, Healey EL, Peat GM, Foster NE. Exercise for lower limb osteoarthritis: systematic review incorporating trial sequential analysis and network meta-analysis. *BMJ* 2013; 1-13.
72. Vahtrik D, Gapeyeva H, Aibast H, Ereline J, Kums T, Haviko T, Märtson A, Schneider G, Pääsuke M. Quadriceps femoris muscle function prior and after total knee arthroplasty in women with knee osteoarthritis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012; 20(10): 2017-2025.
73. Zhang W, Nuki G, Moskowitz RW, Abramson S, Altman RD, Arden NK, Bierma-Zeinstra S, Brandt KD, Croft P, Doherty M, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis: part III: Changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009. *Osteoarthr Cartil* 2010; 18(4): 476-499.
74. Zeni JA Jr, Higginson JS. Knee Osteoarthritis Affects the Distribution of Joint Moments During Gait. *Knee* 2011; 18(3): 156-159.
75. Zeni JA Jr, Higginson JS. Differences in gait parameters between healthy subjects and persons with moderate and severe knee osteoarthritis: a result of altered walking speed? *Clin Biomech* 2009; 24(4): 372-378.
76. Wallis JA, Taylor NF. Pre-operative interventions (non-surgical and non-pharmacological) for patients with hip or knee osteoarthritis awaiting joint replacement surgery-a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage* 2011; 19(12): 1381-1395.
77. Weng MC, Lee CL, Chen CH, Hsu JJ, Lee WD, Huang MH, Chen TW. Effects of different stretching techniques on the outcomes of isokinetic exercise in patients with knee osteoarthritis. *Kaohsiung J Med Sci* 2009; 25(6): 306-315.
78. Winby CR, Lloyd DG, Besier TF, Kirk TB. Muscle and external load contribution to knee joint contact loads during normal gait. *J Biomech* 2009; 42(14): 2294-2300.
79. Yang NH, Nayeb-Hashemi H, Canavan PK, Vaziri A. Effect of frontal plane tibiofemoral angle on the stress and strain at the knee cartilage during the stance phase of gait. *J Orthop Res* 2010; 28(12): 1539-1547.

Changes in lower extremity kinetic characteristics at gait in patients with severe knee osteoarthritis before and after 8-week home exercise programme

Kerli Tammeveski

SUMMARY

The aim of the present study was to analyse the effect of 8-week home exercise programme (HEP) on gait kinetic parameters in patients with knee osteoarthritis (KOA) before total knee arthroplasty. Seventeen female patients with KOA in stage III-IV by Kellgren & Lawrence scale scheduled for primary total knee arthroplasty were measured before and after HEP. Their results were compared with 10 age-and-gender matched control subjects. All patients ranged in age from 50-74. Knee active range of motion (AROM) of flexion and extension was measured with goniometry and pain was measured with numerical rating scale. The leg extensor muscles isometric maximal voluntary contraction force was assessed using custom-made dynamometer. Gait kinematic variables and sagittal plane joint moments were measured using a 3-D motion analysis system (BTS, S.p.A, Italy) and force plates (Kistler, Switzerland). The correlations between pain, muscle force, knee range of motion and gait parameters were also determined. Patients in experimental group were evaluated before HEP and after 8-week of HEP, the control group was measured once.

In conclusion it was found that:

- After 8-weeks of HEP the subjectively assessed knee pain in involved leg of KOA patients does not differ significantly as compared to before it. Significant positive correlation was noted between knee pain and knee flexion moment and negative correlation between knee pain and ankle dorsiflexion moment at initial contact.
- In KOA patients the knee AROM at flexion of the involved leg increases after 8-week HEP, but is still lower than AROM of the uninvolved leg and of the dominant leg of the control group. Significant negative correlation between knee AROM and pain is noted but no correlation between knee AROM and gait kinematic and kinetic characteristics is found.
- Patients demonstrated significant increase in isometric maximal voluntary contraction force of the lower extremities after 8-week HEP, but this characteristic remains significantly lower compared to controls. There is positive relationship between

involved leg extensors muscle strength and knee extension moment during loading response.

- KOA subjects walk at a slower speed and cadence and the stance phase of gait is longer compared to controls before and after HEP. No significant differences in these parameters as well as no relationship between gait kinematic and kinetic characteristics is found following HEP.
- After 8-weeks of HEP no significant changes in involved leg kinetic characteristics at gait in KOA patients is found. Asymmetry in hip flexion moments between involved and uninvolved leg and significant increase in knee flexion moment during midstance in uninvolved leg is noted. Knee extension moment in loading response and knee flexion moment in midstance are significantly lower in the OA group as compared to the control group.

Acknowledgements: This study was partly supported by the Estonian Ministry of Education and Research project SF0180030s07 and Estonian Science Foundation project 7939, and by the European Union FP7 223576 project.

TÄNUAVALDUS

Antud uuring teostati Eesti Haridus- ja Kultuuriministeeriumi projekti SF0180030s07, Eesti Teadusfondi projekti 7939 ja EL projekti FP7 223576 toetusel.

Olen siiralt tänulik minu juhendajatele Helena Gapeyevale ja Jaan Ereline'le.

Soovin tänada Tartu Ülikooli Kliinikumi traumatoloogia ja ortopeedia osakonna kirurge patsientide uuringusse valimise eest.

Suur aitäh Jelena Sokule patsientidele koduse kehaliste harjutuste programmi koostamise ja õpetamise eest.

Suur tänu soovitude eest Monika Rätsepsoole.

Täna kõiki vaatlusaluseid, kes osalesid uuringutel ja andsid sellega oma panuse antud uurimistöö valmimisel.

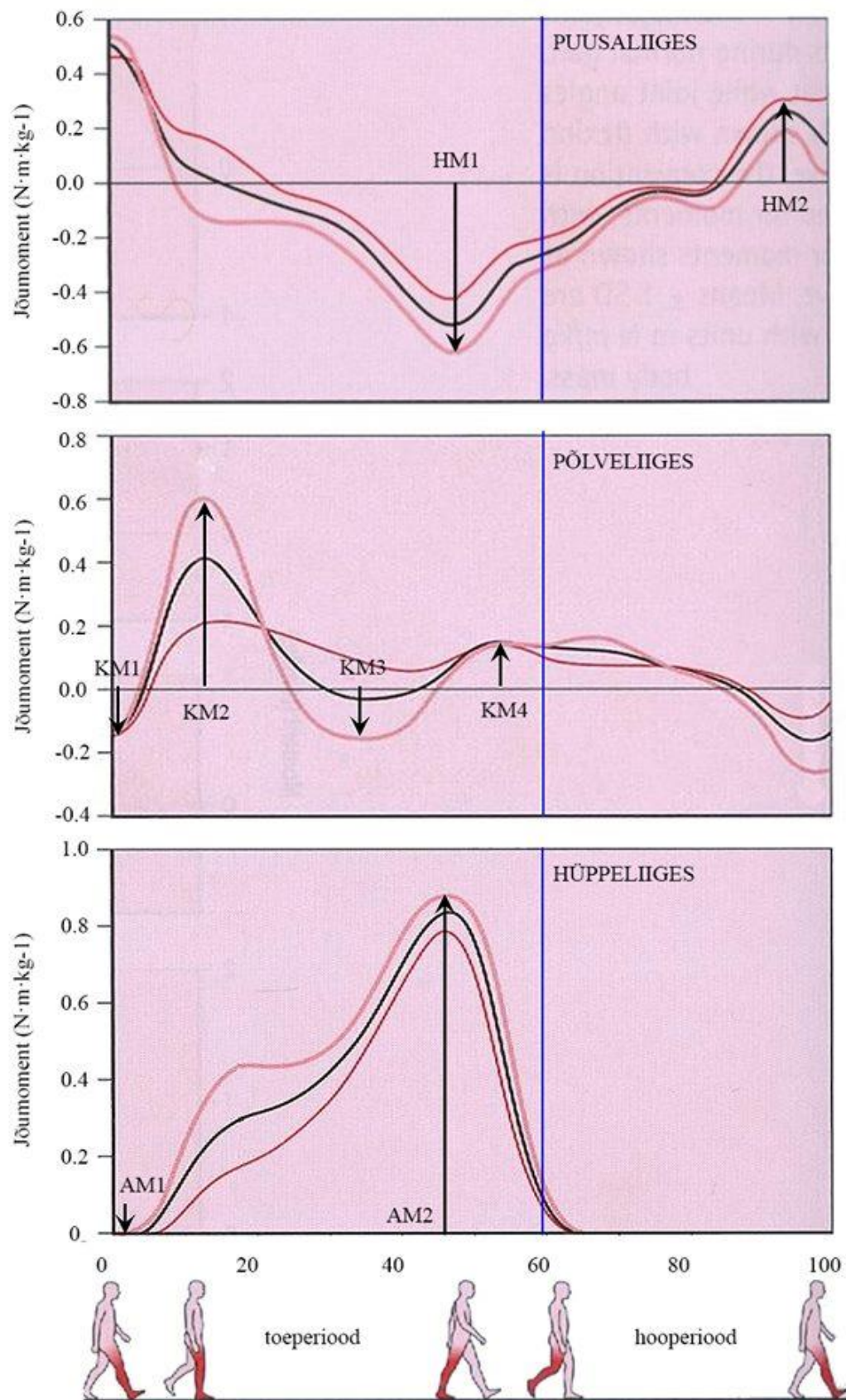
LISAD

LISA 1. Koduse kehaliste harjutuste programmi eesmärgid ja harjutused (modifitseeritud Gawler & Hanna (2011) järgi ja täiendatud uuringu raames), koostanud J.Sokk (Sokk et al., 2011) ja kirjeldatud eelnevalt eesmärkidest lähtudes K. Saksniidu (2013) töös.

1. eesmärk: alajäsemete lihasjõu suurendamine		
1. alaeesmärk: Põlveliigese ekstensorite (<i>m. rectus femoris, m. vastus lateralis, m. vastus medialis</i>), fleksorite (<i>m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus</i>) ja tuharalihaste tugevdamine	a. Toolilt pooleldi püsti tõusmine ja tagasi istumine. b. Toolilt püsti tõusmine. c. Seisvast asendist poolkükki laskumine tooli seljatoest kinni hoides. d. Toolil istudes vaheldumisi jalgade sirutamine kannast asetamisega põrandale.	3 x + }12 x 1 x 16 x 16 x
2. alaeesmärk: Puusaliigese abduktorlihaste (<i>m. gluteus medius, m. gluteus minimus, m. tensor fasciae latae</i>) tugevdamine	a. Istudes kummilint ümber reite distaalse osa, jalgade eemaldamine üksteisest. Hoida 2-3 sek. b. Seistes sirge jala viimine kõrvale, hoides kinni tooli seljatoest.	10 – 16 x 20 x
3. alaeesmärk: Puusaliigese adduktorlihaste (<i>m. adductor brevis, longus, magnus, m. pectineus, m. gracilis, m. vastus medialis</i>) tugevdamine	Istudes palli/padja kokkusurumine põlvede vahel. Hoida 2-3 sek.	16 x
4. alaeesmärk: Plantaarfleksorite (<i>m. gastrocnemius, m. soleus, m. tibialis posterior, m. plantaris, m. flexor hallucis longus, flexor digitorum longus, m. peroneus brevis & longus</i>) ja <i>m. vastus medialis & lateralis</i> tugevdamine	a. Püsti asendis varvastele tõus, vajadusel tooli seljatoest kinni hoides. Püsida 2-3 sek. b. Iste toolil, treenitav jalg põlveliigesest sirge, kummilint jalatalla alt läbi, plantaarfleksiooni sooritamine. Hoida 2-3 sek.	20 x 20 x
5. alaeesmärk: Dorsaalfleksorite (<i>m. tibialis anterior, m. extensor digitorum longus, m. extensor hallucis longus, m. peroneus tertius</i>) ja <i>m. vastus medialis & lateralis</i> tugevdamine	a. Püsti asendis kandadele tõus, vajadusel tooli seljatoest kinni hoides. Püsida 2-3 sek.	16 x

2. eesmärk: liigesliikuvuse suurendamine		
1. alaeesmärk: Põlveliigese fleksorite (<i>m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus</i>) venitamine	Toolil esimesel kolmandikul istudes venitatakse jalg põlveliigesest sirge, kand maas. Käte toetamine mittevenitatava jala reiele. Keha ettepainutamine puusaliigesest. Hoida 6-8 sek.	6 x
2. alaeesmärk: Plantaarfleksorite (<i>m. gastrocnemius, m. soleus</i>) venitamine	Toolil esimesel kolmandikul sirgelt istudes venitatakse jalg põlveliigesest sirge, kand maas, varbad enda pool. Tõmba varbaid enda poole. Hoida 6-8 sek.	6 x
3. eesmärk: keha tasakaalu ja proprioretseptiooni arendamine Keha tasakaalu hoidmisel lihas-, luu- ja liigese struktuuride ja vastavate analüsaatorite (nägemine, proprioretseptorid jne) koostöö	a. Seis ühel jalal. b. Kõnd kohapeal. c. Põlvetõstekõnd kohapeal käte hoogsate kaasliigutustega. d. Püsti seistes kandadele tõus, varvastele tõus.	2 x 8 3 min 1 min 20 x

LISA 2. Kõnnil puusa-, põlve- ja hüppeliigesel avalduvad jõumomendid (Kirtley, 2006).



Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Kerli Tammeveski

(autori nimi)

(sünnikuupäev: 09.06.1989)

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

Hilise põlveliigese osteoartroosiga patsientide alajäsemete liigete dünaamiliste näitajate muutused kõnnil enne ja pärast 8-nädalast koduse kehaliste harjutuste programmi sooritamist,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendajad on Helena Gapeyeva ja Jaan Ereline,

(juhendaja nimi)

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 20.05.2014 *(kuupäev)*