

TARTU ÜLIKOOL

Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Timo Oja

**Hüppeharjutuste mõju reie-nelipealihase kontraktilsete
omaduste näitajatele passiivsel puhkepausil korvpalli
vahetusmängijatel**

**Jumping exercises effect on knee extensor muscle contractile properties characteristic
after resting pause in basketball substitution players**

Magistritöö

Kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendajad:

Doktorant Teet Meerits, MA

Teadur Helena Gapeyev, MD PhD

Autori allkiri

Tartu 2018

SISUKORD

Lühendid.....	3
LÜHIÜLEVAADE.....	4
ABSTRACT	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1.1. Üldine soojendus.....	6
1.2. Venitusharjutused soojenduse osana	7
1.3. Spordialaspetsiifiline soojendus	9
1.4. Vahetumängijad korvpallis	11
2. UURIMISTÖÖ EESMÄRK.....	13
3. METOODIKA.....	14
3.1. Uuritavad	14
3.2. Labori uuringu korraldus ja läbiviimine	15
3.3. Meetodid	18
3.4. Andmete statistiline analüüs	19
4. TULEMUSED.....	20
4.1. Soojenduse lõpust kuni esimese vahetuseni kulunud aeg.....	20
4.2. Südame löögisagedus ja naha temperatuur soojendusel	20
4.3. Üksikkontraktsiooni maksimaaljõud	21
4.4. Üksikkontraktsiooni maksimaalne jõugradient kontraktsiooni faasis	21
4.5. Üksikkontraktsiooni maksimaalne jõugradient lõõgastus faasis	22
4.6. Aktiivsuse järgse potentsierumisindeks	23
5. Arutelu.....	25
6. Järeldused	29
7. Kasutatud kirjandus.....	30
Lisa 1. Vaatlusaluse küsitluse vorm	35
Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	36

Lühendid

PP	passiivne puhkepaus
AP	aktiivne puhkepaus
CMJ	poolkük asendist üleshüpe (<i>ingl.</i> countermovement jump)
NCAA	USA ülikooliliiga (<i>ingl.</i> National Collegiate Athletic Association)
SLS	südame löögisagedus
Time out	minutiline mõtteaeg
FIFA	Rahvusvaheline jalgpalliföderatsioon (<i>prantsuse k.</i> Fédération Internationale de Football Association)
IHF	Rahvusvaheline käsipalliföderatsioon (<i>prantsuse k.</i> International Handball Federation)
FIVB	Rahvusvaheline võrkpalliföderatsioon (<i>prantsuse k.</i> Fédération Internationale de Volleyball)
FIBA	Rahvusvaheline korvpalliföderatsioon (<i>prantsuse k.</i> Fédération Internationale de Basketball Amateur)
DV	Dünaamiline venituse
SV	Staatiline venituse
PAP	Post-Activation Potentiation – aktiivsusejärgne potentsioneerimine
Netball	Võistkondlik pallimäng, kus peab palli rõngast läbi viskama

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva töö eesmärgiks oli välja selgitada korvpalli soojenduse ja selle järgse puhkeperioodi aeg kuni esimese vahetuseni. Määrata hüppeharjutuste mõju reie-nelipealihase kontraktiilsete omaduste näitajatele passiivse puhkepauside järgselt korvpalli vahetumängijatel.

Metoodika: Piloot uuringus tehti 75 mänguvaatlust, kus vaadeldi 19 erinevat korvpalliklubi. 15 meeskorvpallurit vanusega ($24,0 \pm 3,0$) Eesti esiliiga ja meistriliiga mängijat osales uuringus. Määrati keskmine aeg, mis jääb pärast soojendust, kuni esimese vahetuseni korvpallimängus. Vaatlusalused osalesid uuringus kahel korral ja sooritasid mõlemal korral korvpallimängule kohase soojenduse. Esimese uuringu korral vaatlusalused istusid passiivselt toolil (passiivne puhkepaus, PP) ning teisel uuringu korral sooritasid vahetult enne mõõtmisi 5 poolkükki laskumisega üleshüpe (aktiivne puhkepaus, AP). Reie-nelipealihase kontraktiilsed omadused isomeetrilise üksikkontraktsiooni tingimustes, kasutades dünamomeetria ja elektromüostimulatsiooni meetodeid. Näitajad mõõdeti enne ning pärast soojendust ja 10 minutit pärast soojendust. Registreeriti maksimaaljõud (PF), jõugradient lihase kontraktsiooni- (RFD) ja lõõgastusfaasis (RR) puhkeolekus ning arvutati potentseerumisindeks (PAP).

Tulemused: Mänguvaatluse tulemusena leiti, et keskmine aeg pärast soojenduse ja esimese korvpalli vahetuse vahel oli $10,2 \pm 2,7$ minutit. PP korral, sääresirutaja lihase PF vähenes 5.3% ($p < 0,01$), RFD ei muutunud märkimisväärselt, RR langes 8.1% ($p < 0,01$). PAP saavutas kohe pärast soojendust 3,1% tõusu ja 10 minuti möödumisel see näitaja vähenes ($p < 0,05$) võrreldes algtasemega. AP tõusis sääresirutaja lihaste PF 6,7% ($p < 0,01$), RFD tõusis 8,1% ($p < 0,01$), RR 2,1% ($p < 0,05$)

Kokkuvõte: Keskmine aeg pärast soojendust ja esimese korvpalli vahetumängija sisse vahetamisel on 10,1 minutit. Aktiivsel puhkepausil korvpalli vahetumängijatel hüppe harjutused parandavad reie-nelipealihase jõu genereerimise võimet.

Märksõnad: soojendus, aktiivsusejärgne potentseerumine, korvpalli vahetumängija, lihasjõud, kontraktiilsed omadused

ABSTRACT

Aim: The aims of the study were to measure average time of rest between end of basketball warm-up and first substitution. How jumping exercises effect on knee extensor muscle contractile properties characteristic after resting pause in basketball substitution players.

how passive sitting on bench after warm-up affects capacity of knee extensor (KE) muscles and evaluate acute effect of jumping exercises on KE muscles after sitting on the bench.

Methods: Seventy five observations of Estonian basketball clubs took part of study to measure average time between end of warm up and first substitution time. Total 19 different clubs indicated. Fifteen male basketball players aged 24.0 ± 3.4 years took part. Subjects performed standard basketball warm-up. At first time they sit on the bench 10 min (passive rest) and second time they performed after 10 min 5 countermovement jumps (active rest) . Before and after warm-up and 10 minutes following the warm-up program the contractile properties of the knee extensor muscles were measured by isometric dynamometry and electromyostimulation. The following characteristics of twitch contraction were registered: peak force (PF), rate of force development (RFD), rate of relaxation (RR), and post-activation potentiation (PAP).

Results: Average time between end of warm-up and first basketball substitution was $10.1 \pm 2,7$ min. Peak force (PF) of KE muscles decreased 5,3% ($p < 0,01$), rate of force development (RFD) did not change, rate of relaxation (RR) decreased by 8,1% ($p < 0,01$) after 10 minutes passive pause. PAP index peaked at after warm-up 3,1% ($p < 0,05$) and had decreased at 10 minutes after the warm-up when compared to baseline measurements. Inactive rest performing 5 CMJ 10 minutes after post warm-up, PF of KE muscles increased by 6,7% ($p < 0,01$), RFD increased by 8,1% ($p < 0,01$), RR by 2,1% ($p < 0,05$). PAP index did not change significantly after jumping exercises.

Conclusions: average time between end of the warm-up and first substitution in basketball game is 10,1 min. Jumping exercise after 10 minutes passive rest are helpful for enhance force-generation capacity of KE muscle performance of basketball substitution player.

Keywords: warm-up in game, post-activation potentiation, sports performance, basketball substitution players, muscle strength , team sports

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Üldine soojendus

Soojendus kasutuses ja väga levinud erinevate spordialade juures, mis nõuavad kehalist ja vaimset pingutus pingutust. Peamine ülesanne soojendusprotsessil on valmistada sportlane nii füüsiliselt, kui ka mentaalselt ette treeninguks või võistlusteks (Sole et al., 2013). Efektiivne soojendus kutsub esile muutusi, mis aitavad sooritusvõimet parandada (Jeffreys, 2007). Mitte sobilik soojenduse sooritus võib aga võistlustulemusele mõjuda hoopis pärssivalt - kui soojendus on liiga pikaajaline ja intensiivne, siis kulutatakse selle käigus liiga palju energiat. Selline soojendus võib endaga kaasa tuua aga sooritusvõime langust ja vigastusi võistluste ajal. (Bishop, 2003)

Klassikaline soojendus algab tavaliselt madalate aeroobsete harjutustega, millele järgneb venitusharjutuste mobiliseerimine ja viimaseks spordiala spetsiifilised harjutused (Safran et al., 1998). Üldise soojenduse eesmärgiks on tõsta südamelöögisagedust (SLS), keha temperatuuri tõstmine ning vere ja hapniku juurdevool suurenemine töötavatesse lihastesse. Vere viskoossus väheneb, mille tõttu lihastöö on mehaaniliselt efektiivsem ning võimsam. See tagab lihaste parema kiiruse ja jõu genereerimise võime. Samuti on näidanud uuringutes soojenduse teostamine positiivseid tulemusi vigastuse vältimisel. (Bishop, 2003; Woods et al., 2007)

Soovituslik aeroobne intensiivsus soojendusosas peab jääma vahemikku 40-60% maksimaalsest hapnikutarbimisest (VO_{2max}) ning seda 5-10 minutit tehes. Sellele VO_{2max} soovitatakse jätta 5 minuti pikkune periood organismi taastumiseks, sooritamaks paremaid tulemusi. (Bishop, 2003)

Soojenduse intensiivsuse ja kestuse optimaalsus võib olla sportlaste puhul varieeruv, sõltudes antropomeetristest erinevustest, sportimise iseloomust (Mandengue et al., 2005). Võistluseelse soojendusprogrammi planeerimisel ja selle sooritamise tegemisel tuleb silmas pidada spordiala võistluskorraldust ja reeglistikku. Korvpalliliidu poolt väljastatud juhendis on ettenähtud, et mängu korraldav klubi peab tagama külalismskonnale vähemalt 15 minutit

soojenduse läbiviimist korvpalliväljakul. See käib hooaegadel 2017/18 kõikide liigade kohta, välja arvatud kõrgliiga. Alexela Korvpalli Meistriliigas, aga on minimaalseks soojenduse ajaks 40 minutit, mida peab kodumeeskond tagama (EKL üldjuhend, 2017; EKL Alexela korvpalli meistriliiga võistlusjuhend, 2017). Võistkondlikel spordialadel nagu korvpall, sooritab enamasti terve võistkond identse soojendusse (Alter, 1998). Korvpallis hakkab tavaliselt üldine soojendus ühel väljakupoolel. Võistkonna mängijad hakkavad sooritama viskeid korvile. Näiteks erinevate variatsioonidena sooritatakse põrgatuse pealt sammudest või korvist eemalt hüppevisetega. (Galazoulas et al., 2012)

1.2. Venitusharjutused soojenduse osana

Üldisele soojendusele järgnevad soojenduse etapis venitusharjutused. Algusaastatega võrreldes on korvpall muutunud jõulisemaks ja kiiremaks, mis seab mängijatele kõrged nõudmised. Seda on soosinud muudatused mängureeglites, mida on muudetud nii, et mäng oleks oma olemuselt kiirem. Korvpall on väga intensiivne mäng mille käigus tuleb teha palju spurte, hüppeid, kiireid pidurdusi ja suunamuutusi. Selliste mootorseteks sooritusteks peab mängija olema kohe valmis, kui sisenetakse mängu vahetusest. (Alemdaroglu, 2012)

Venitusharjutused annavad lihastele ja liigestele parema liigeseliikuvuse ulatuse, mis võimaldab sooritada vajalikke liigutusi ökonoomsemalt ja koordineeritult ning mõjub positiivsel lihasjäõudluse rakendumisele (Bishop, 2003).

Kõige uuritumad venitusharjutused soojendusel sporditeaduses on staatiline ja dünaamiline venitus (Behm ja Chaouachi, 2011; Simic et al., 2013; Yamaguchi ja Ishii, 2014). Judge et al. (2011) uuring toetab seda fakti ka korvpallitreenerite seas. Nad küsitlesid 76 NCAA I ja III liiga korvpallitreenerit, teadmaks milliseid venitusharjutusi nad soojenduse osas treening- ja võistlusrežiimis kasutavad. Vastuseid jagunesid järgnevalt: 6 (7,8%) treeneritest ei kasutanud üldse venitusharjutusi; 8 (10,5%) kasutasid kas staatilist-, ballistilist- või propriotseptiivse närvi-lihase stimulatsioon venitust; 22 (28,98%) treenerit dünaamilist venitust; 39 (51,3%) treenerit kombineeris omavahel staatilisi venitusharjutusi (SV) ja dünaamilisi venitusharjutusi (DV) soojenduse etapis. SV harjutuste all mõeldakse lihase hoidmist ühes väljavenitatud

asendis. Selle tulemusel tuntakse venituspinge tõttu vastupanu, ebamugavust või isegi kerget valu lihases (Walker, 2007).

Dünaamilise venituse all mõeldakse lihase aktiivset pikkuse muutmist läbi kontrollitud hooglevate või aeglase tempoga sooritatud liigutuste. Venitusel toimub lihase pikendamine korduvate liigutustega. Lihasgrupp viiakse hetkeks (~1 s) maksimaalsesse venitusse kasutades selleks antagonistlihaste jõudu. Järgnevalt liigub liiges tagasi algasendisse ning toimub lihase lõdvestus. (Walker, 2007)

Kruse et al. (2013) uuriti venitusharjutuste toime mõju 1, 5, 15 ja 25 minuti möödudes. 11 naisvõrkpalluritel mõõdeti hüppevõimet poolkükist üleshüppel (CMJ) pärast 7 minutilisi venitusharjutusi. Võrkpallurid SV ja DV järel sooritasid hüpped ning nende tulemused võrreldi kontrollgrupiga, kes istusid pingil. Tulemused (tabel 1) näitasid, et vahepaus kuni 15 minutini mõjus hüppevõimele SV negatiivselt ja DV positiivselt. Alates 15 minutist pole üleshüppe katsetel märkimisväärset erinevust võrdluses kontrollgrupiga.

Tabel 1. Venitusharjutuste ajaline mõju üleshüppe kõrgusele, (n=11) (keskmine ± SD), (Kruse et al., 2013).

Vahepausi aeg	Üleshüppe kõrgus, cm		
	Kontrollgrupp	Staatiline venitus	Dünaamiline venitus
1 min	48.91 ± 3.08	47.27 ± 3.64	52.45 ± 3.05
5 min	49.09 ± 3.33	49.27 ± 3.90	52.00 ± 2.97
15 min	49.00 ± 3.46	48.72 ± 4.45	49.73 ± 3.07
25 min	48.45 ± 2.91	49.36 ± 3.61	48.82 ± 3.37

Korvpallimäng nõuab lihase maksimaalset, plahvatuslikku ja kiiruslikku jõudu ning selle puhul ei soovitata kasutada SV (Galazoulas, 2017). SV seonduvat sooritusvõime langust seostatakse vähenenud närvisüsteemi aktiveerimisega ning kõõlusjäikuse kahanemisega, mis pärsib jõu rakendamist (Nelson et al., 2004). SV mõju avaldub seda tõenäolisemalt, mida väiksem paus venituse ja soorituse vahel (Hough et al., 2009). SV mõjub negatiivselt

hüppekõrgusele, jooksukiirusele, isomeetrilisele maksimaaljõule, reaktsioonijale ja tasakaalule (Taylor et al., 2009; Behm ja Chaouachi, 2011; Galazoulas, 2017). Galazoulas (2017) uuris milliseid neist kahest venitusharjutustest tuleks teha enne mängu soojendusel. Kümne minutilise soojendusele järgnes 2x10s venitusharjutused alajäsemetele. Pärast seda järgnesid ühe minuti järel üleshüppe- ja 10 m sprindi katsed. DV järgselt paranesid mõlema katse tulemused. SV mõjus mõlemal juhul tulemustele pärssivalt.

Suurenenud motoorsete ühikute erutatavust ja paranenud kinesteetilist tunnetust peetakse põhiliseks tunnuseks DV, mis viib paranenud proprioretseptioonini ja lihaste eelaktivatsioonini. Sooritusel paraneb sportlik võimekus, mis on seotud närvisüsteemi kaudu suurema aktiivsuse tõusuga. (Fletcher, 2010)

1.3. Spordialaspetsiifiline soojendus

Korvpalli üldisele soojendusel venitusharjutustele järgneb tavaliselt spordispetsiifilised harjutused. Spordiala spetsiifiline soojenduse osas tuleks sooritada harjutusi, mis sarnaneb liigutustelt treening või võistlus olukorraga. Kiired ja dünaamilised spordispetsiifilised liigutused suurendavad kesknärvisüsteemi erutust. Närviimpulsside kiirem levik parandab neuromuskulaarset koordinatsiooni ja tasakaalu. See aitab mobiliseerida jõudu efektiivsemalt, vähendab reaktsiooni aega ja vähendab vigastuse tekkeriski. (Sotiropoulos et al., 2010; Woods et al., 2007) Spordispetsiifilise soojenduse osa intensiivsus peab jääma vahemikusse 60-70% maksimaalsest hapnikutarbimisest ning tehes seda ajavahemikus 5-10 minutit. Sellele peab järgnema 5 minutit taastumist vältimaks väsimust ja tulemuste halvenemist maksimaalsel pingutusel. (Bishop, 2003, Sotiropoulos et al., 2010)

Võttes arvesse Judge et al. (2013) uuringut, kus 51,3% treeneritest kombineerib soojendusel omavahel DV ja SV. Kas viimase meetodi kasutamise pärssiv mõju võib avalduda hilisemas faasis? Korvpallis pärast venitusharjutusi toimub veel spordispetsiifiline osa ning mängu alguseni kulub aega. Teadusartiklites, uuringute venitusharjutuste protokollid ei kopeeri reaalselt treeningu või võistluse ülesehitust (Taylor et al., 2009). Sellest tulenevalt uurisid Taylor et al. (2009) kuidas mõjutab 15 minutilise spordispetsiifiline osa üleshüppe katseid ja

sprindi tulemusi, kui on sooritatud eelnevalt venitusharjutused (tabel 2). 13 *netballi* mängijat sooritasid üleshüppe ja 20 m sprindijooksu testid, mis sooritati pärast 2-3 min puhkust. Test 2 osas, kus tehti *netballi* spordispetsiifilist osa (15 min) venitusjärgselt, pole märkimisväärset erinevust SV ja DV vahel.

Tabel 2. Üleshüppe kõrgus ja 20 m sprindijooksu tulemused. Test 1: pärast venitusharjutusi sooritus. Test 2: venitusharjutused + 15 min *netballi* spordispetsiifiline osa. (n=13) usaldusintervall (95% CI) (Taylor et al., 2009).

	Test 1		Test 2	
	Üleshüpe (cm)	20m sprint (s)	Üleshüpe (cm)	20 m sprint (s)
Staatiline venitus	43 (40,1 ± 46,0)	3,53 (3,45 ±3,61)	45 (42,5±48,6)	3,50 (3,40 ±3,60)
Dünaamiline venitus	45 (42,1 ± 47,9)	3,48 (3,39 ±3,57)	45 (42,8 ±48,9)	3,49 (3,39 ±3,59)

Kistler et al. (2010) uurisid, 30-s sääre-, hamstring- ja reielihaste SV soorituse mõju 100 m sprindijooksu tulemustele. 18 kergejõustiklast, keskmise vanusega 20 aastat. Jooksul registreeriti 20 m, 40 m, 60 m ja 100 m läbimise tulemused. Kõige enam mõjutas SV jooksuaegu esimesel 40 meetril, kuid järgnevate mõõdetud distantsi pealt selle negatiivset mõju enam ei registreeritud.

Treeneritel on suur vastutus sporditulemuste osas ning nad peavad olema kursis viimase aja teaduslike sporditeaduse uuringute tulemustega. Treenerid kujundavad soojenduse ülesehitust ning see võib mängida suurt rolli sportlaste tulemuse kujunemisel. Korralikult läbiviidud soojendus tagab treeningu parema kvaliteedi ja vähendab sporditrauma saamise ohtu. (Galazoulas et al., 2017)

1.4. Vahetusmängijad korvpallis

Korvpallis võib mängu ajal olla korraga 5 mängijat väljakul ning maksimaalselt 7 vahetusmängijat võib istepingil oodata mängu vahetamist (FIBA, 2017). Sama olukord on ka teistest pallimängu alades ning mõni vahetusmängija ei saa nii pea mängu pärast soojenduse sooritamist.

Jalgpallis tohivad mängu ajal vahetusmängijad lahkuda tehnilisest alast soojenduse sooritamiseks kohtuniku poolt ette määratud alasse. Korraga tohivad soojendust teha mõlemast võistkonnast kuni 3 vahetusmängijat koos juhendajaga. (FIFA, 2017)

Käsipallis on lubatud sooritada pingi taga ilma pallita soojendust, kui selleks on piisavalt ruumi ja see ei sega mängu (IHF, 2017). Võrkpallis on mängu ajal vabas tsoonis, vahetusmängijate istepingi otsas ette nähtud 3x3 m ala, mida saavad vahetusmängijad mängu ajal kasutada soojenduse tegemisel (FIVB, 2016).

Korvpalli reeglites pole reglementeeritud, et mängijad võivad meeskonna istepingi ala kasutada soojenduse tegemiseks. Mängu ajal on vahetusmängijal õigus istepingilt tõusta ja minna kohtunikulaua juurde ning küsida vahetust peale treenerilt märguande saamist. Sellest tulenevalt võib järeldada, et istepingil istuvatel mängijatel pole lubatud mängu ajal püstiseismine, ega ka soojendusharjutuste tegemine. On kolm erandit, kus on võimalus pingilt tõusta ja võimelda: 1) 90-s *time-out* aeg, mida võistkonnad saavad kasutada mängu jooksul vastavalt. Esimesel poolajal kaks ja teisel kolm korda on võimalus vahetusmängijatel seista püsti pingi alal ning vajadusel võimelda sellel ajal; 2) esimese ja kolmanda veerandaja lõpus, enne uue veerandaja algust 2 minutit; 3) Poolajal, kui võistkonnal on 15 minutit aega ühte väljakupoolt kasutada korvpalli soojenduseks. (Galazoulas et al., 2012; FIBA, 2017) Pärast mängueelset soojendust järgmine võimalus vahetusmängijal pikemalt, kui 2 minutit soojendust sooritada on poolajal, kui ta pole vahepeal vahetusest mängu lülitunud. Selle tulemusena võib vahetusmängija istuda üle 30 minuti pingil passiivselt (Galazoulas et al., 2012).

Galazoulase et al. (2012) uuringus, kus pärast korvpalli spetsiifilist soojendust mõõdeti 10, 20, 30 ja 40 minutiliste pauside järel sportlaste üleshüppe kõrgust ja 20 m sprindijooksu tulemust. Uuringus osales 14 korvpallurit (7 meest ja 7 naist) vanuses 21-22a ning kelle treeningstaaž oli keskmisel 12 aastat. Selgus, et hüppe kõrgus vähenes 10 minutiks 13% ning 40 minutiks juba 20%. Negatiivne mõju oli ka 20 m sprindijooksu ajale, mis pärast 10 minutit oli pikenenud 3,9% ning 40 minutiks 6,3%. Tulemuste negatiivne mõju inaktiivsuse tõttu võib olla seotud keha temperatuuri langusega. Leiti, et temperatuur oli langenud pärast 40 minutit 36.9 °C 36.2 °C peale. Järeldati, et vahetumängijad võivad istuda pingil kuni 30 minutit.

Sarnaselt eelnevale uuringule Crowther et al. (2017) uurisid kahte mängijat, kes istusid mänguvormis poolaja lõpuni (38min) pärast soojenduse sooritamist. Pärast soojendust tõusis üleshüppe kõrgus (~7%), SLS (~100 l/min), keha temperatuur (~0.8 °C) ja naha temperatuur (~1°C). Pärast kahte veerandaega (38 min) mõõdeti uuesti ning tulemused näitasid langust kõigis näitajates: üleshüppe kõrgus (~13%), SLS (~100 l/min), keha temperatuur (~0.5 °C) ja naha temperatuur (~2.0 °C).

Stromheyer ja Eckrich (2017) uurisid, kas soojenduse järgse passiivse seismise ja istumise vahel esineb erinevusi pärast vertikaalsele hüppevõimele. Kolmkümmend viis üliõpilast läbisid enda poolt valitud soojenduse, mille järel toimus vertikaalse hüppe kõrguse mõõtmine. Pärast seda toimus tunni aja jooksul 3 erinevat uuringu etappi. 1) harjutuste jätkamine, 2) passiivne istumine 3) inaktiivselt seismine. Iga 10 minuti järel ühe tunni jooksul järjest registreeriti üleshüppe tulemused. Selgus, et märkimisväärset erinevust võrdluses soojenduse järgse istumise ja seismise vahel ei leitud, mõlemal juhul toimus aja möödudes soorituse tulemuse langus.

2. UURIMISTÖÖ EESMÄRK

Töö eesmärgiks on välja selgitada hüppeharjutuste mõju reie-nelipealihaste funktsionaalsete omaduste näitajatele passiivsel puhkepausil korvpalli vahetusmängijatel.

Vastavalt töö eesmärgile püstitati eesmärgid:

- 1) välja selgitada keskmine aeg, mille esimene vahetusmängija veedab passiivsel puhkepausil enne mängu lülitamist.
- 2) välja selgitada reie-nelipealihase kontraktilsete omaduste näitajate muutused enne soojenduse sooritamist, kohe pärast seda ning 10 min puhkepausi järgselt.
- 3) võrrelda reie-nelipealihase kontraktilsete omaduste näitajad kahe puhkepausi järgselt.

Hüpotees 1: potentseerivate hüppeharjutuste harjutuste kasutamine enne vahetusmängijate mängu sekkumist parandab reielihaste funktsionaalset seisundit.

3. METOODIKA

3.1. Uuritavad

Uuringus osales 15 Eesti korvpalli meistriliiga ja esiliiga meessoost korvpallurit, kes mängisid hooaegadel 2016/17. Vaatlusaluste (VA) antropomeetrilised näitajad, treeningkoormus ja treeningstaaž on toodud tabelis 3.

Tabel 3. Vaatlusaluste antropomeetrilised ja treeninguga seotud näitajad, (n= 15) ($\bar{X} \pm SD$).

Näitajad	Keskmine \pm SD
Vanus (aastad)	24,0 \pm 3,4
Pikkus (cm)	194,5 \pm 5,7
Kehamass (kg)	90,7 \pm 7,5
Treeningstaaž (aastad)	12,5 \pm 3,4
Treeningtunnid nädalas (tundide arv)	12,0 \pm 2,6
Treeningute arv nädalas (kordade arv)	6,4 \pm 2,0

Uuringus said osaleda korvpallurid, kes regulaarselt treenivad ja osalevad riigisisestel meistrivõistlustel, on vähemalt 18 aastat vanad.

Korvpallimängijate positsioonid mängus olid esindatud vastavalt: nr 1 – 1 VA, nr.2 – 4 VA, nr.3- 2 VA, nr. 4 – 4 VA, nr.5 – 4 VA. Uuringusse kaasati vaatlusalused tingimusel, et neil puuduvad alajäsemete traumad ja neuromuskulaarsed haigused viimase 6 kuu vältel. Vaatlusaluseid informeeriti uuringukorraldusest ning kinnitasid allkirjaga nõusoleku uuringus vabatahtlikuks osalemiseks. Sportlastel paluti uuringule eelneval päeval vältida kehaliselt intensiivseid koormuseid. Uuring on kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega (protokolli nr 25-T-2, 2016 a).

3.2. Labori uuringu korraldus ja läbiviimine

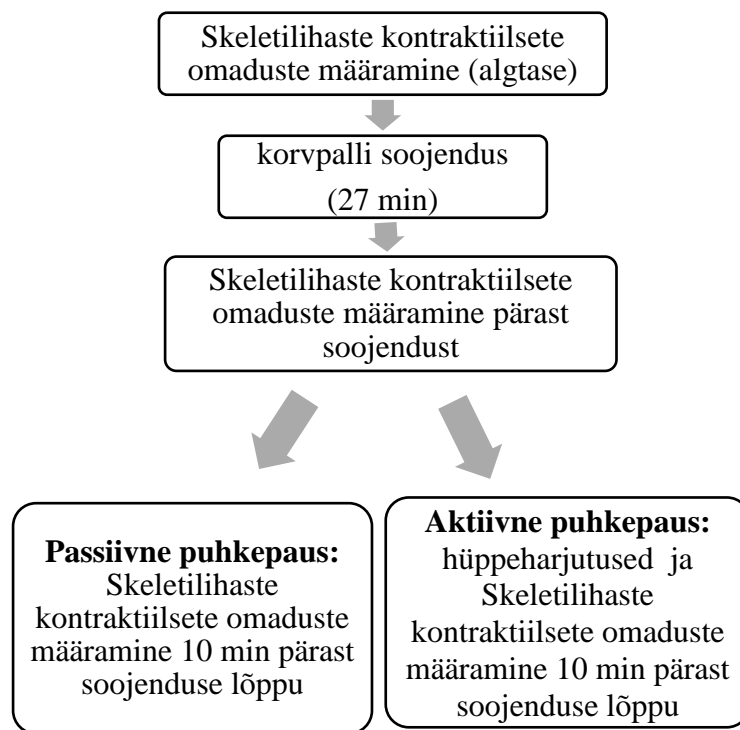
Korvpalli vahetusmängijate vaatlus viidi läbi perioodil 14.01-23.05.2016. Vaadeldi Eesti korvpalli esiliiga, meistriliiga, BBL ja VTB liiga mängu, kus osales vähemalt üks Eesti klubi. Kokku sai jälgitud 74 vahetust, kokku siis 37 mängu 20 erineva klubi esituses. Millest 12 olid Eesti ja 8 välismaa klubi. Minutilise täpsusega märgiti võistkondade soojenduse lõpp ja esimene vahetus. Mitte sunnitud vahetusi, vigastus ei registreeritud vaatluse käigus.

Käesolev uuring viidi läbi Tartu Ülikooli kinesioloogia ja biomehaanika laboratooriumis ning Tartu Ülikooli Akadeemilise spordihoone korvpalliväljakul (Ujula 4, Tartu). Enne uuringu algust tutvustati vaatlusalustele uuringu eesmärke ja meetodeid. Vaatlusalused täitsid ankeedi, mis sisaldas küsimusi nende tervisliku seisundi ja kehalise aktiivsuse kohta (lisa 1).

Vaatlusalusteks olid korvpallurid, kes osalesid 2 korda, erinevatel uuringu päevadel. Kahe uuringu vahel oli vähemalt 48 tundi ning ei toimunud ühtegi füüsiliselt rasket tegevust.

Mõlemal korral sooritati soojendus Galazoulase et al. (2012) uuringus tehtud protokoll järgi. See koosnes 7,5 min üldisest korvpalli soojendusest (50% max SLS), 8,5 min dünaamilistest venitusharjutustest ja viimaseks 11 min spordiala spetsiifilistest harjutustest (80-90% max SLS).

Uuringu skeem on esitatud joon 1. Esimesele reie nelipealihase kontraktiilsete omaduste ja tahtelise isomeetrilise maksimaljõu määramisele järgnes soojendusprogramm (Joonis 1). Pärast soojendusprogrammi läbimist korrati skeletilihaste kontraktiilsete omaduste määramine koheselt pärast soojendust ning 10 minutit pärast soojenduse lõppu. Esimese uuringu mõõtmiste vahel oli sportlane dünamomeetrilisel pingil. Teisel uuringu katsel tehti 10 minutil hüppeharjutused (5 CMJ) ning siis koheselt registreeriti uuesti dünamomeetria pingil reie-nelipealihase jõu näitajad.



Joonis 1. Uuringu korralduse skeem.



Joonis 2. Vaatlusaluse asend reie nelipealihaste kontraktiilsete omaduste mõõtmisel.

3.3. Meetodid

Antropomeetrilised näitajad

Vaatlusaluste keha pikkuse ja massi mõõtmised teostati standardse stabilomeetri ja kaalu (Soehnle, Saksamaa) abil täpsusega ± 1 mm ja $\pm 0,1$ kg.

Nahapinna temperatuuri määramine

Nahapinna temperatuuri määramiseks kasutatakse nahatemperatuuri andureid (DS1922L, Maxim Integrated Products, Inc, USA).

Südamelöögisageduse määramine

Südamelöögisageduse määramiseks kasutatakse südamelöögisageduse monitori Polar M400 (Polar OY, Soome).

Reie nelipealihase kontraktiilsete omaduste määramine

Reie nelipealihase kontraktiilsete omaduste ja tahtelise isomeetrilise maksimaljõu määramiseks istub vaatlusalune spetsiaalselt disainitud dünamomeetrilisele toolile, mis on varustatud standardse tensoanduriga DST 1778 (Venemaa). Vaatlusalune istub toolil asendis, kus nurk põlve- ja puusaliigeses on vastavalt 90° ja 110°

Dominantne jalg määrati küsides vaatlusaluselt millise jalaga ta eelistab palli lüüa (English et al., 2006). Keha asendi säilitamiseks kinnitatakse vaatlusalune rihmadega rinna, puusa ja sääre piirkonnast. Keskmise- ja maksimaalne südame löögisagedus mõõdeti kogu soojenduse. Naha temperatuur mõõdeti iga 60 sekundi järel kogu uuringu jooksul.

Teiste lihasgruppide kompensatoorse liigutuste võimekuse elimineerimiseks kinnitatakse rihmadega jalg, vaagen, õla ja sääre.

Elektrostimulatsiooniga esilekutsutud isomeetrilise üksikkontraktsiooni näitajate määramiseks dominantset jalal kasutatakse kahte karboniseeritud kummist elektrostimulatsiooni elektroodi (5x10 cm) (Joonis 2). Katood (5x5 cm) asetatakse reie nelipealihast inerveerivale reieluu

närvile (*n. femoris*) ja anood sääre keskosale. Ärritus tekitatakse ristkülikukujulise alalisvoolu impulsi, mille kestvuseks on 1 ms. Elektrostimulatsiooni abil kutsutakse esile isomeetiline üksikkontraktsioon puhkeolekus ja aktiivsusejärgses potentseerumis seisundis. Määrati järgmised näitajad:

- 1) Üksikkontraktsiooni maksimaaljõud (ingl. k. *peak force*, PF) – suurim isomeetrisel kontraktsioonil esile kutsutud jõud (N);
- 2) Üksikkontraktsiooni maksimaalne jõugradient kontraktsiooni faasis (ingl. k. *rate of force development*, RFD) – kiirus, millega skeletilihase kontraktiilsed omadused suudavad jõudu genereerida ($+dF/dt$) [N/s]
- 3) Üksikkontraktsiooni maksimaalne jõugradient lõõgastus faasis (ingl. k. *rate of relaxation*, RR) ($-df/df$) [N/s]
- 4) Aktiivsusejärgse potentseerumis indeks (ingl. k. *post activation potentiation*, PAP) – arvutatakse valemiga: $PAP = (PF_p : PF) \times 100 (\%)$, kus PF on maksimaalne jõud puhkeolekus ja PF_p on maksimaalne jõud skeletilihase potentseerunud seisundis (potentseerunud seisundi esile kutsumiseks kasutati reie-nelipealihase 5-sekundilist isomeetrist tahtelist maksimaalset kontraktsioon (Ereline, 2006). Mõõtmisi teostati neljal korral: enne-, pärast- ja 10 minutit pärast soojenduse lõppu.

3.4. Andmete statistiline analüüs

Kõik andmed on esitatud aritmeetilise keskmisena (\bar{X}) \pm Standardhälve (SD). Uuringus saadud tulemuste statistiliseks töötamiseks kasutati IBM SPSS Statistics 20 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) analüütilist tarkvara. Keskmiste võrdlus toimus kasutades ühefaktorilise ANOVA järgi (koos Bonferroni post hoc testiga). Statistilise olulisuse kõige madalamaks nivooks võeti $p < 0,05$.

4. TULEMUSED

4.1. Soojenduse lõpust kuni esimese vahetuseni kulunud aeg

Sooritati 75 mängu vaatlust, kus osalesid Eesti korvpalliklubid. Kokku oli nendest 20 erinevat klubi, kus osales vähemalt üks Eesti klubi korvpalli esiliiga, meistriliiga, BBL ja VTB liiga mängudes. Üks võistkonna vahetus eemaldati uuringust, kuna vahetus toimus vigastuse tõttu. Puhkeperioodi keskmine aeg pärast soojendust ja esimese vahetuse vahel oli $10,2 \pm 2,7$ minutit. Sagedaseim periood (mood) oli 11 minutit ja mediaan 10 minutit.

4.2. Südame löögisagedus ja naha temperatuur soojendusel

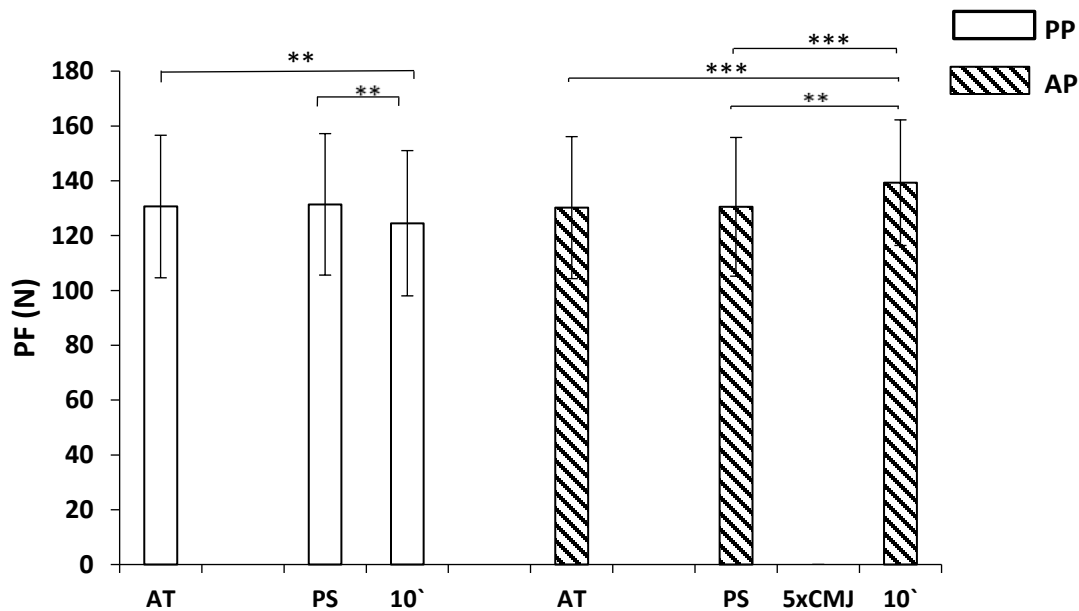
Keskmine soojenduse pikkus esimesel uuringul passiivne puhkepaus oli $1621,3 \pm 11,5$ sekundit ning teisel aktiivsel puhkepausil oli $1620,1 \pm 11,8$ sekundit. Maksimaalne südame löögisagedus esimesel $166,3 \pm 4,5$ l/min ja teisel $166,3 \pm 5,7$ l/min. Keskmine SLS esimesel uuringu soojendusel $117,8 \pm 6,7$ l/min ja teisel $118,0 \pm 7,5$ l/min. Reie nelipealihase naha temperatuur tõusis pärast soojendust ($p < 0,01$) ja püsis sellel temperatuuril 10 min pärast soojendust ($p < 0,01$). Nahapinna temperatuur ei muutunud märkimisväärselt inaktiivsusel ja pärast 5 CMJ-d ($p < 0,01$) (tabel 4).

Tabel 4. Reie-nelipealihase mediaalsel osal naha temperatuuri algtase (AT), pärast soojendust (PS), 10 minutit pärast passiivset puhkepausi, pärast 5 poolkükist üleshüpet ehk aktiivne puhkepaus. *** $p < 0,001$ võrreldes AT; # $p < 0,01$ võrreldes tasemega pärast soojendust ($n=15$).

	Algtase	Kohe pärast soojendust	10 min pärast soojendust
Passiivne puhkepaus	$28,2 \pm 0,6$	$30,5 \pm 0,9^{***}$	$30,2 \pm 0,8^{***}$
Aktiivne puhkepaus	$28,2 \pm 0,6^{***}$	$29,6 \pm 1,2^{***}$	$30,5 \pm 0,8^{***}/ \#$

4.3. Üksikkontraktsiooni maksimaaljõud

PF näitajate muutused ajas on illustreeritud joonisel 3. Pärast soojenduse lõppu passiivsel puhkepausil keskmine PF langes 6,9 N, enne $131,4 \pm 25,8$ N ($p < 0,001$), pärast $124,5 \pm 26,5$ N ($p < 0,01$). aktiivsel puhkepausil kasutades hüppeharjutusi (5 CMJ) suurenes PF pärast soojenduse lõppu tehtud katsetele 8,8 N, enne $130,5 \pm 25,3$ N, pärast $139,3 \pm 22,9$ N.

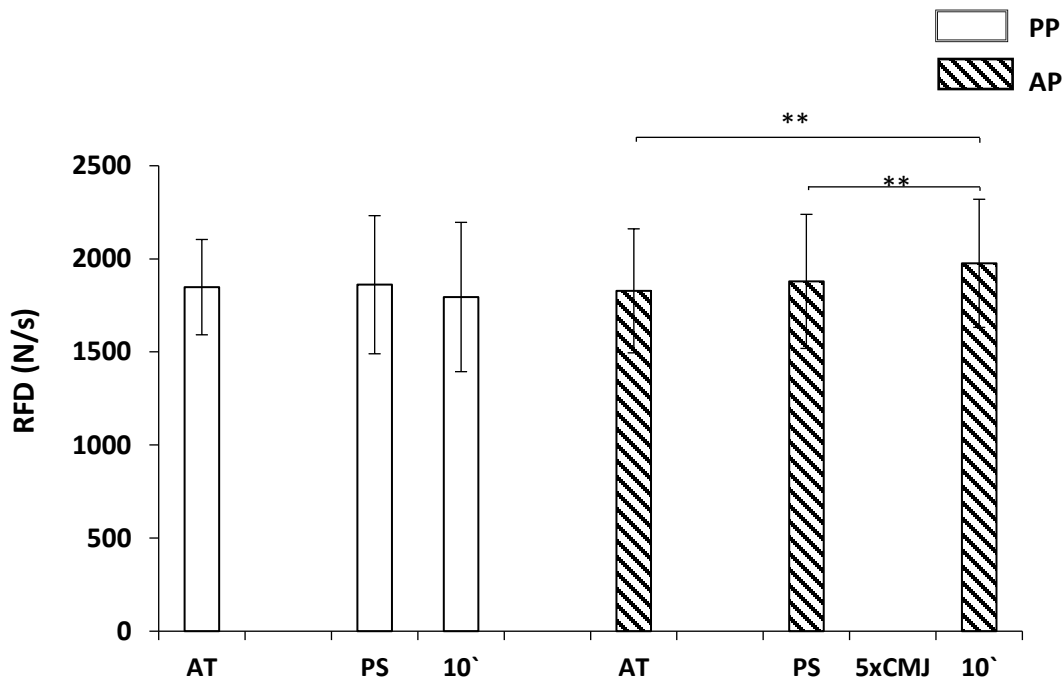


Joonis 3. Üksikkontraktsiooni maksimaaljõud (PF) passiivsel puhkepausil (PP) ja aktiivsel puhkepausil (AP) kasutades 5 poolkükki laskumisega üleshüppel (5 CMJ). Enne soojendust algase (AT), kohe pärast soojendust (PS) ja 10 minutit pärast (10') soojenduse lõppu. Keskmine \pm SD; $n=15$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0.001$.

4.4. Üksikkontraktsiooni maksimaalne jõugradient kontraktsiooni faasis

RFD näitaja muutused on illustreeritud joonisel 4. Pärast soojenduse lõppu passiivsel puhkepausil keskmine RFD langes 66 N/s, võrreldes enne 1861 ± 371 N/s, pärast $1795 \pm$

401 N/s ($p < 0,01$). Aaktiivsel puhkepausil kasutades hüppeharjutusi (5 CMJ) suurenes jõugradient pärast soojenduse lõppu tehtud katsetele 97 N/s, enne 1879 ± 360 N/s, pärast 1976 ± 344 N/s ($p < 0,01$).

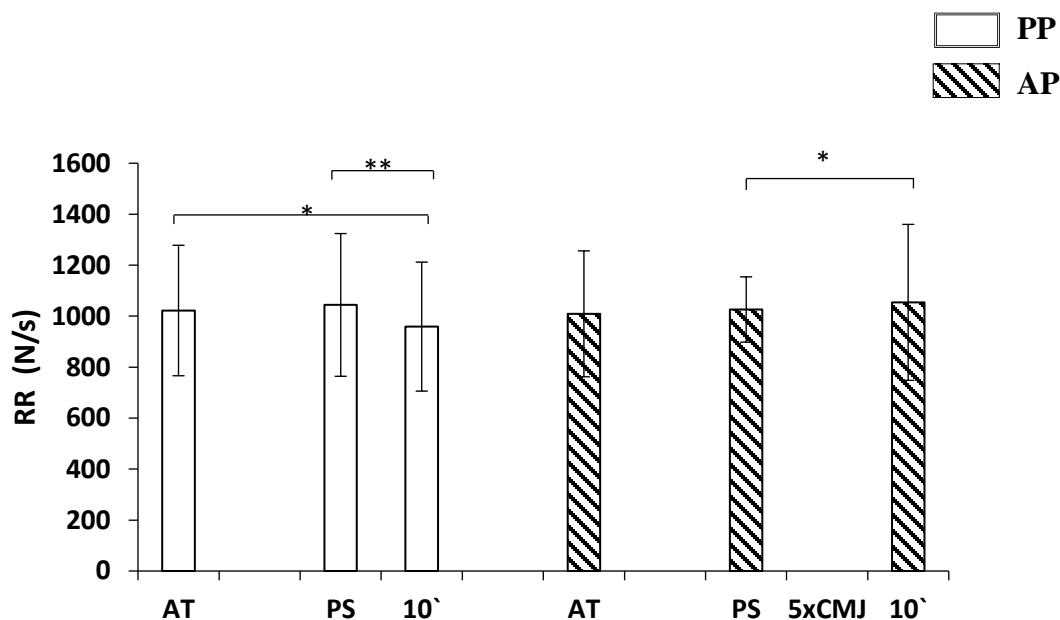


Joonis 4. Üksikkontraktsiooni maksimaalne jõugradient kontraktsiooni faasis (RFD) passiivsel puhkepausil (PP) ja aktiivsel puhkepausil (AP) ehk 5 poolkükki laskumisega üleshüppel (5 CMJ). Enne soojendust algfase (AT), kohe pärast soojendust (PS) ja 10 minutit pärast (10') soojenduse lõppu. Keskmine \pm SD; $n=15$, $**p < 0,01$.

4.5. Üksikkontraktsiooni maksimaalne jõugradient lõõgastus faasis

RR näitaja muutused on illustreeritud joonisel 5. Pärast soojenduse lõppu passiivsel puhkepausil keskmine RR langes 85 N/s, võrreldes enne 1044 ± 280 N/s, pärast 959 ± 253

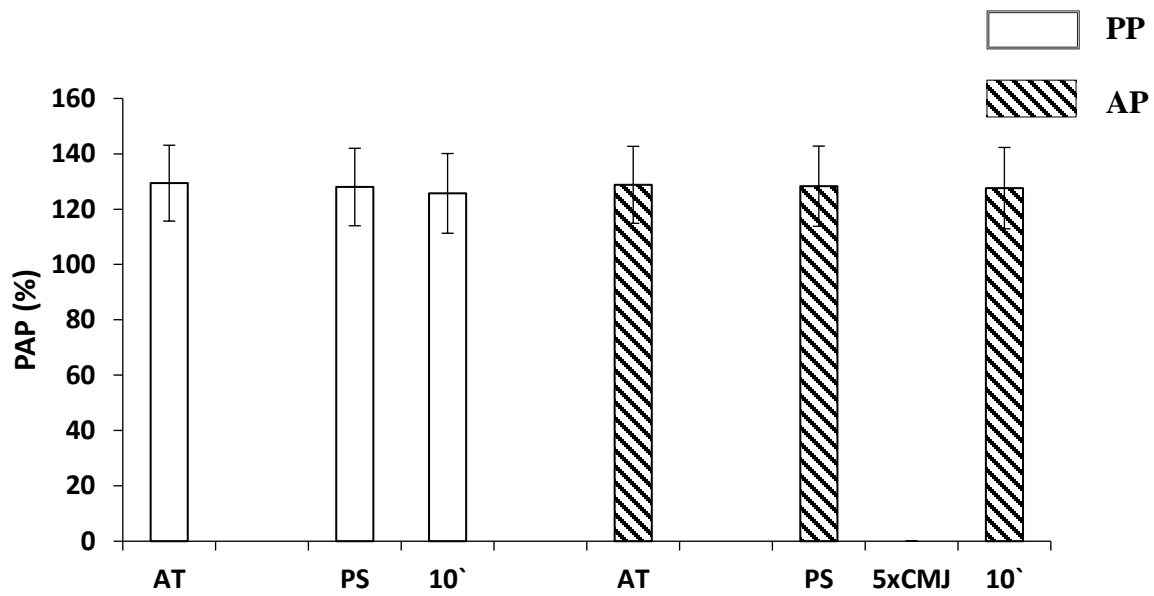
N/s ($p < 0,05$). Aktiivsel puhkepausil kasutades hüppeharjutusi (5 CMJ) suurenes jõugradient pärast soojenduse lõppu tehtud katsetele 28 N/s, enne 1026 ± 128 N/s, pärast 1054 ± 306 N/s ($p < 0,05$).



Joonis 5. Üksikkontraktsiooni maksimaalne jõugradient lõögastuse faasis (RR) passiivsel puhkepausil (PP) ja aktiivset puhkepausi (AP) ehk 5 poolkükki laskumisega üleshüppel (5 CMJ). Enne soojendust algase (AT), kohe pärast soojendust (PS) ja 10 minutit pärast (10') soojenduse lõppu. Keskmine \pm SD; n=15. Keskmine \pm SD; n=15, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

4.6. Aktiivsusjärgse potentseerumisindeks

PAP näitaja muutused ajas on illustreeritud joonisel 6. Pärast soojenduse lõppu passiivsel puhkusel keskmine PAP tõusis 3,1%, võrreldes enne $125,7 \pm 14,4\%$, pärast $128,8 \pm 13,9\%$ ($p < 0,05$). Aktiivsel puhkepausil kasutades hüppeharjutusi (5 CMJ) polnud märkimisväärset erinevust; 0,4%, enne $128,3 \pm 14,5\%$, pärast $127,6 \pm 14,7$ ($p < 0,05$).



Joonis 6. Aktiivsusjärgse potentseerumisindeks (PAP võrreldes passiivset puhkepausi (PP) ja aktiivsel puhkepausil (AP) kasutades 5 poolkükki laskumisega üleshüppel (5 CMJ). Enne soojendust algase (AT), kohe pärast soojendust (PS) ja 10 minutit pärast (10') soojenduse lõppu. Keskmine \pm SD; n=15, *p<0,05.

5. Arutelu

Uuringu esimeseks ülesandeks oli välja selgitada keskmine aeg, mille esimene vahetumängija veedab passiivsel puhkepausil enne mängu lülitamist. Varasemas uuringus on leitud, et Itaalia A seeria korvpallivõistkonnad teevad oma esimese vahetuse 3-6 minutit pärast ametlikku mängu aega. Selles koguti kogu liiga individuaalsete mängijate statistika ülevaade, milles vaadati esimese vahetuse toimumise ametlik aeg. Kui sellele lisada mängupausid, mille järel mängu oma aeg seisab, siis tegelik aeg esimese vahetuse hetkel jääb 6-12 minuti sisse. (Alberti et al., 2014)

Eelneva löigu uuringu tulemused on võrreldavad hetke uuringuga, kuid selles uuringus alustati aja arvestamist alates soojenduse lõpust kuni selleni, kui toimus esimene vahetus. Selletõttu on see täpsem ja informatiivsem.

Teine eesmärk oli välja selgitada reie-nelipealihase kontraktilsete omaduste näitajate muutused enne soojenduse sooritamist, kohe pärast seda ning 10 min puhkepausi järgselt. Pärast 10 minutist puhkeperioodi pingil, vähenesid PF, RR, RFD näitajad. Meie tulemused sarnanesid Galazoulas et al. (2012) uuringu omadega, kus samuti registreeriti võimekuse tulemused pärast 10 minutit puhkust pingil. Antud uuringus sooritati identne soojendus nagu Galazoulase kasutasid oma uuringus. Soojenduse kestvus oli mõlemas 27 min. Mõlemas Nad registreerisid pärssiva mõju nii CMJ, kui ka 20m sprindi tulemustes. Keha temperatuur võrreldes soojenduse järgse mõõtmisega oli langenud 40 minuti järel 0,7 °C.

Kehaliste võimete tulemuslikkuse langus on seotud lihasesisese temperatuuri langusega, mille tõttu väheneb glükogeenivarude kättesaadavus ning jõu genereerimise määr. Viimasest saavad kasu kõrge intensiivsusega spordialade harrastajad. (McGowan et al., 2015) Seos esineb lihaste poolt genereeritava võimsuse ja lihasesisese temperatuuri vahel – 1 °C temperatuuritõus lihases tõstab sooritava kehalise töö tulemust 2–5 % olenevalt töö iseloomust ja lihaskontraktsiooni kiirusest (Bergh ja Ekblom, 1979).

Temperatuuriga seotud mehhanismid on paranenud lihaste ning kõõluste venitatus, hapniku vabanemine verest ja toimetamine töötavatesse lihastesse, ainevahetusregulatsiooni intensiivistumine, keha termoregulatsioonil aktiveerumine ja suurenenud kesknärvisüsteemi erutuvus (Bishop, 2003). Käesoleva uuringus mõõdeti nahatemperatuuri, mis toimib kehatemperatuuri teistsugusel viisil.

Kolmas osa uuringust keskendus sooritusvõime parandamisele võimalikult lühikese aja jooksul pärast passiivse puhkepausi, enne mängu sekkumist. Korvpallireeglid ei luba mängu ajal püsti seista (FIBA, 2017) ning selle tõttu on mängijatel väga piiratud võimalused soojenduseks. See võib aga mängu lõpus tähtsal hetkel üsna otsustavaks saada, kui mängu lõpu momentidel on vaja hankida tähtis lauapall. Kui treener on mängija valinud välja vahetamiseks väljakul oleva mängijaga on oluline leida sobivad harjutused, et tõsta kehalist võimekust, kuna aega soojenduse lõpust võib olla kulunud 20-30 minutit. Ettevalmistavaks soojenduseks pole vahetusmängijatel ruumi ega aega, kasutati antud uuringus 5 CMJ-d. Hüppeharjutused on näidanud positiivset efekti alajäsemete jõu produktioonile parandades hüppevõimet. (Tobin ja Delahunt, 2014; Bergmann et al., 2013)

Käesoleva uuringu tulemused näitasid, et pärast hüppeharjutuste sooritust paranesid alajäsemete kontraktiilsed omadused. Varem on täheldatud, et sääre sirutajalihase üksik kontraktsiooni jõud on hüppevõime ja sprindi kiirusega korrelatsioonis (Requena et al., 2011). Tehes maksimumi või selle lähedase raskusega pingutust paraneb järgneva lihaskontraktsiooni võimekus. Sellist nähtust nimetatakse aktiivsujärgseks potentseerumiseks (PAP). Viimane mõjub tulemuslikult lihase kokkutõmbe kontraktsiooni võimsusele, plahvatuslikele liigutustele ja lihasjõudluse rakendamisele. (Tillin ja Bishop, 2009)

Soovitava lihasgruppi kontraktsioonivõime potenseerumiseks on vaja ka tekitada antud lihasele stiimulit. See kutsutakse tavaliselt esile läbi kõrge intensiivsuse ja lihas-spetsiifilisuse. Potenseeruvale stiimulile reageerivad paremini tugevama maksimaaljõuga sportlased ja hästi treenitud mehed. (Jo et al., 2010) Chiu et al. (2003) leidsid, et suurte raskustega vastupanuharjutustel on kõige suurem akuutne mõju sooritusvõimele PAP-i fenomeni tekkimisel.

Korvpalli vahetusmängijatel on suur osakaal mängu kujunemisel tähtsamatel hetkedel. Iga väiksem kehalise võime langus võib otsustada mängu saatuse. Selleks peab vahetumängijad olema valmis mänguks koheselt valmis olema, kui treener annab märguande mängu sisenemiseks. Treeneri otsus mängijate rotatsiooni kasutamine kogu mängu vältel parandab mängijate sooritust (Ferreira et al., 2014). Gomez et al. (2016) leidis veel, et pärast vahetusest tulekut mängu jooksul on visketabavus parem.

Golas et al. (2016) uuringus osalesid skeletoni, korvpalli ja heitealade mees-tippSPORTlased. Leiti, et kehaliselt treenitud mehed reageerivad potentseeruvale stiimulile paremini. Gourgoulis et al. (2003) leidsid, et suurema maksimaalse jõuga uuritavad näitavad märgatavalt PAP suurenemist pärast potentseerivat stiimulit- vastavalt 4,01% võrreldes väiksema maksimaalse jõuga osavõtjatel, kelle PAP suurenes 0,42% võrra. Korvpallitreening sisaldab suuremas osas jõu, tehnika ja vastupidavuse elemente. See võib olla üks faktor miks PAP indeks ei muutunud märkimisväärselt antud uuringus.

Antud uuringus pärast soojendust PF, RFD ja RR ning reie-nelipea lihase üksik kontraktsioon suurenes pärast 5 CMJ. Selliste karakterite tõus seostatakse närvisüsteemi aktivatsioonile, mis viitab PAP-ile (Pääsuke et al., 2007). Saab järeldada, et passiivne puhkus tõstab kesknärvisüsteemi erutatavust ning pärast 5 CMJ aitab stimuleerida seda uuesti, mis tagab parema alajäsemete jõu genereerimist.

Mehhanismi, mis PAPi juures tekib seostatakse müosiini reguleerivate kerge ahelate fosforüleerumisega lihase kontraktsiooni ajal, mis omakorda suurendab aktiini-müosiini tundlikkust Ca^{2+} suhtes järgneval lihaskontraktsioonil ning tänu sellele jõu genereerimise võime suureneb ristsillakestel. (Sweeney jt., 2003). Westerblad et al. (1997) on eelnevalt leidnud, et jõugradient lihase kontraktsiooni lõõgastusfaasis toimub väsimuse foonil aeglasem lihase lõõgastusvõime – see on Ca-ioonide pumpade töövõime häirumise tõttu. Väsimus halvendab Ca-ioonide tarbimist, vabanemist ja Ca-ATPaasi aktiivsust skeletilihastes. Käesolevas uuringus pärast soojendust tekkinud tulemuste langus, on tõenäoliselt tingitud eelnevalt kirjeldatud mehhanismist. Aktiivsuse järgsel pontenseerumise efekti jaoks harjutuste ja soorituse vahel peab olema piisav puhkeaeg mis on olemas sportlase treenitusest, organismi

väsimusseisust ja lihas tüübist. Uuringute põhjal on leitud, et sobiv puhkuse aeg peale potenseerivaid harjutusi säilitamiseks efektiivsed tulemused jääb 3-12 minuti sisse. (Wilson, et al., 2013; Tillin ja Bishop, 2009).

Meie uuring demonstreeris, et puhkepausil 5 CMJ sooritamine võib olla efektiivne selleks, et tõsta vahetumängija sooritust pärast soojenduse järgset puhkeperioodi. Meie uuringu tulemused pakuvad mõtteainet korvpalluritele, nende treeneritele, võistluste korraldajatele ja korvpalli alaliidule, kuna see on probleem on püsiv korvpallis. FIBA peab kaaluma reeglite muutmist (Galazoulas et al., 2012). Sellega reglementeeritakse vahetumängijate soojendusala ning tingimused ja mängija õigused selle sees. Kindlasti peab vahetumängijad kasutama esimese ja kolmanda veerandi lõpu ning *time-out* aeg selleks, et tõsta langenud keha temperatuuri. Treenerid peavad seda jälgima ning suunama harjutusi tegema kui nad tahavad, et mängijad oleksid valmis mänguks kuna pärast passiivset puhkepausi reielihaste funktsionaalne seisund langeb

Käesoleva töö limiteerivateks faktoriteks on väike valim ($n=15$). Uuritavad olid keskmiselt 24 aastased mehed, järgnevad uuringud võiks läbi viia noorematel ja vanematel ning naiskorvpalluritel. Uuringus kasutati ainult hüppeharjutust (5 CMJ) ning uuriti ainult muutusi esimese vahetumängijal. Järgnevad uuringud võiksid kasutada erinevaid harjutusi ning uurida hilisemal perioodil toimuvaid vahetusi.

Uurimistöo tugevusena võib välja tuua teema uudsuse. Antud temaatika kohta on väga vähe uuringuid. Veel võib välja tuua sooritusvõime hindamise meetodi – kasutades elektrostimulatsiooni meetodil esilekutsutud kontraktsiooni hindamist, välistatakse vaatlusaluse tahtelise jõu kaasamist.

Edaspidi oleks vaja uurida kuidas mõjub reageerimiskiiruse tulemustele sportmängudes kuni 30 minutilise puhkeperioodi järel. Kuidas mõjutab inaktiivsus taju-, otsustus- ja reaktsiooni kiirusele. (Crowther et al., 2017).

Antud töös said mõlemad hüpoteesid saadud tõestatud, potenseerivate hüppeharjutuste harjutuste kasutamine enne vahetumängijate mängu sekkumist parandab reielihaste funktsionaalset seisundit.

6. Järeldused

- 1) Keskmine aeg pärast soojenduse lõppu ja enne esimese korvpalli vahetusmängija sekkumist mängu on 10,1 minutit.
- 2) Meessoost korvpallurite reie-nelipealihase jõu genereerimise võime väheneb pärast 10 minutilist passiivset puhkepausi soojenduse järgselt.
- 3) Hüppeharjutuste sooritamisega aktiivsel puhkepausil 10 min soojenduse järgselt reie-nelipealihase jõu genereerimise võime suureneb.

7. Kasutatud kirjandus

1. Alberti G, Annoni M, Ongaro L, et al. Athletic performance decreases in young basketball players after sitting. *International Journal of Sports Science & Coaching* 2014; 9(5): 975-84.
2. Alter MJ. *Sport stretch*. Chicago: Human Kinetics; 1998
3. Alemdaroglu U. The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. *Journal of human kinetics* 2012; 3: 149-158.
4. Behm DG, Chaouachi A. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European journal of applied physiology* 2011; 111(11): 2633-2651.
5. Bergh U, Ekblom B. Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. *Acta Physiologica Scandinavica* 1979; 107: 33 – 37.
6. Bergmann J, Kramer A, Gruber M. Repetitive hops induce postactivation potentiation in triceps surae as well as an increase in the jump height of subsequent maximal drop jumps. *Plos One* 2013; 8(10): e77705.
7. Bishop D. Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm Up. *Sports Medicine* 2003; 33(7): 483-498.
8. Chiu LZ, Fry AC, Weiss LW, Schilling BK, Brown LE, et al. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2003; 17(4): 671-7.
9. Crowther RG, Leicht AS, Pohlmann JM, Shakespear DJ. influence of rest on players performance and physiological responses during basketball play. *Sports*. 2017; 10;5(2): 27.
10. English R, Brannock M, Chik WT, Eastwood L, Uhl T. The relationship between lower extremity isokinetic work and single-leg functional hop-work test. *Journal of Sports Rehabilitation* 2006; 15(2): 95-104.

11. Ferreira AP, Volossovitch, A, Sampaio J. Towards the game critical moments in basketball: A grounded theory approach. *International Journal of Performance Analysis in Sport* 2014; 14: 428–442.
12. FIBA. Official basketball rules. Mies, Switzerland. 2017. <http://www.fiba.basketball/OBR2017/Final.pdf>
13. FIVB. Official volleyball rules 2017-2020. Chesaux, France. 2016. http://www.fivb.org/EN/Refereeing-Rules/documents/FIVB-Volleyball_Rules_2017-2020-EN-v04.pdf
14. Fletcher IM. The effect of different dynamic stretch velocities on jump performance. *European journal of applied physiology* 2010; 109(3): 491-8.
15. Galazoulas C. Acute effects of static and dynamic stretching on the sprint and countermovement jump of basketball players. *Journal of Physical Education and Sport* 2017; 17(1): 219 – 223.
16. Galazoulas C, Tzimou A, Karamousalidis G, Mougios V. Gradual decline in performance and changes in biochemical parameters of basketball players while puhkusing after warm-up. *European journal of applied physiology* 2012; 112(9): 3327–34.
17. Golas A, Maszczyk A, Adam Zajac, Mikołajec K, Stastny P. Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *Journal of human kinetics* 2016; 52(1): 95–106.
18. Gomez MÁ, Silva R, Lorenzo A, Kreivyte R, Sampaio J. Exploring the effects of substituting basketball players in high-level teams. *Journal of sports science* 2017; 35(3): 247-54.
19. Gourgoulis V, Aggeloussis N, Kasimatis P, Mavromatis G, Garas A. Effect of a submaximal half-squats warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17(2): 342–4.
20. Hough PA, Ross EZ, Howatson G. Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *J Strength Cond Res* 2009; 23(2): 507-512.

21. IHF. Rules of the game indoor handball. 2016.
http://www.ihf.info/files/Uploads/NewsAttachments/0_New-Rules%20of%20the%20Game_GB.pdf
22. Jeffreys I. Warm-up revisited: The ramp method of optimizing warm-ups. *Professional Strength and Conditioning* 2007; 2(6): 12-18.
23. Jo E, Judelson DA, Brown LE, Coburn JW, Dabbs NC. Influence of recovery duration after a potentiating stimulus on muscular power in recreationally trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2010; 24(2): 343-7.
24. Judge LW, Bellar DM, Gilreath EL, Petersen JC, Craig BW. An examination of pre-activity and post-activity stretching practices of NCAA division I and NCAA division III basketball programs. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2013; 27(10): 2691–2699.
25. Kistler BM, Walsh MS, Horn TS, Cox RH. The acute effects of static stretching on the sprint performance of collegiate men in the 60- and 100-m dash after a dynamic warm-up. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2010; 24: 2280–2284.
26. Kruse NT, Barr MW, Gilders RM, Kushnick MR, Rana SR. Using a practical approach for determining the most effective stretching strategy in female college division I volleyball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2013; 27(11): 3060-3067.
27. Latin RW, Berg K, Baechle T. Physical and performance characteristics of NCAA Division I male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 1994; 8: 214–218.
28. Mandengue SH, Miladi I, Bishop D, Temfemo A, Cisse F, et al. Methodological approach for determining optimal active warm-up intensity: predictive equations. *Science and Sports* 2009; 24(1): 9-14.
29. McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-up strategies for sport and exercise: mechanisms and applications. *Sports Medicine* 2015; 45(11):1523-46.
30. Nelson AG, Driscoll NM, Landin DK, Young MA, Schexnayder IC. Acute effects of passive muscle stretching on sprint performance. *Journal of sports science* 2005; 23(5): 449-454.

31. Pääsuke M, Ereline J, Gapeyeva H. Neuromuscular fatigue during repeated exhaustive submaximal static contractions of knee extensor muscles in endurance-trained, power-trained and untrained men. *Acta Physiologica* 1999; 166(4): 319-26
32. Pääsuke M, Saapar L, Ereline J, Gapeyeva H, Requena B, et al. Postactivation potentiation of knee extensor muscles in power-and endurance-trained, and untrained women. *European journal of applied physiology* 2007; 101(5): 577-85.
33. Racinais S, Oksa J. Temperature and neuromuscular function. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2010; 20(3): 1–18.
34. Requena B, De Villarreal ES, Gapeyeva H, Ereline J, García I, et al. Relationship between postactivation potentiation of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2011; 25(2): 367-73.
35. Safran MR, Seaber AV, Garrett Jr WE. Warm-up and muscular injury prevention: an update. *Sports Medicine* 1989; 8(4): 239-50.
36. Simic L, Sarabon N, Markovic G. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2013; 23(2): 131–148.
37. Sole CH, Gavin L, Moir GL, Davis SE, Witmer CA. Mechanical analysis of the acute effects of a heavy resistance exercise warm-Up on agility performance in court-sport athletes. *Journal of human kinetics* 2013; 39(1): 147-56.
38. Sotiropoulos K, Smilios I, Christou M, Barzouka K, Spaias A, et al. Effects of warm-up on vertical jump performance and muscle electrical activity using half-squats at low and moderate intensity. *Journal of sports science & medicine* 2010; 9(2): 326-31.
39. Sweeney HI, Bowman BF, Stull JT. Myosin light chain phosphorylation in vertebrate striated muscle: regulation and function. *American Journal of Physiology-Cell Physiology* 1993; 264: 1085-95.
40. Taylor KL, Sheppard JM, Lee H, Plummer N. Negative effect of static stretching restored when combined with a sport specific warm-up component. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2009; 12: 657-661.

41. Tillin NA ja Bishop D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities *Sports medicine* 2009; 39(2): 147–66.
42. Tobin DP, Delahunt E. The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2014; 28: 367–372.
43. Walker B. *The Stretching Handbook*. 3rd ed. AUS: Walkerbout Health Pty Ltd And The Stretching Institute; 2007.
44. Westerblad H, Lännergren J, Allen DG. Slowed relaxation in fatigued skeletal muscle fibers of xenopus and mouse. *The Journal of General Physiology* 1997; 109(3): 385-99.
45. Wilson JM, Duncan NM, Marin PJ, Brown LE, Loenneke JP, et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 2013; 27(3): 854-9.
46. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports medicine* 2007; 37: 1089–99.
47. Yamaguchi T, Ishii K. An optimal protocol for dynamic stretching to improve explosive performance. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine* 2014; 3(1): 121-129.

Lisa 1. Vaatlusaluse küsitluse vorm

VAATLUSALUSE KÜSITLUS:

KOOD (täidab uurija): _____

VANUS _____ MÄNGU POSITSIOON _____

TREENINGUTE ARV NÄDALAS _____

TREENING TUNDI NÄDLAS _____ TREENING AASTATES _____

KAS ON ESINENEUD TÕSISEID VIGASTUSI (vigastus, mis on teid sportlikkustegevusest eemal hoidnud rohkem kui 4 nädalat)? _____

KUI **JAH**, SIIS MIS VIGASTUS (ED) MITU KUUD, AASTAT TAGASI NING KUIDAS RAVITI?

MUUD FÜÜSILISED PROBLEEMID (tallatoed, ortoosid jne)?

MILLEST LÄHTUTE VÕISTLUSEELSETE SOOJENDUSHARJUTUSTE SOORITAMISEL?

MILLISEL MÄÄRAL ERINEB TEIE VÕISTLUSEELNE SOOJENDUS TAVAPÄRASEST SOOJENDUSEST?

Tänan teid vastamast!

Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö

üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina _____ Timo Oja _____

(*autori nimi*)

(sünnikuupäev: _____ 03.07.1987 _____)

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

„Hüppeharjutuste kasutamine soojendusjärgselt korvpalli vahetusmängijate alajäsemete funktsionaalsele seisundile“

_____ ,

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendajad on Teet Meerits, ja Helena Gapeyeva

_____ ,

(*juhendajate nimed*)

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, 11.05.2018 (*kuupäev*)