

TARTU ÜLIKOOL
sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Roel Pedanik

**Kiirusliku jõu arendamise mõju HC Kehra käsipallurite kehalisele
võimekusele**

The effects of developing speed-strength qualities of HC Kehra handball players

Magistritöö

kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja: biol. knd. M.Viru

Tartu, 2023

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
LÜHIÜLEVAADE	4
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	5
1.1. Käsipalli üldisloomustus	6
1.2. Liigutuslik tegevus käsipallis	6
1.3. Tippkäsipalluri mudel	7
1.4. Kiiruslik jõud ja selle arendamine käsipallis	8
1.5. Kiiruslike võimete osatähtsus käsipallis	10
1.6. Hüppevõime osatähtsus käsipallis	11
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	12
3. TÖÖ METOODIKA	13
3.1. Vaatlusaluste üldisloomustus ja meetodika	13
3.2. Eksperimentaalgrupi kiirus- jõualaste võimete treeningprogramm	14
3.3. Vaatlusaluste kiirus-jõualaste võimete määramine	15
3.4. Vaatlusaluste käsipalli erialase motoorse võimekuse määramine	17
3.5. Andmete statistiline töötlus	17
4. TÖÖ TULEMUSED	19
4.1. Vaatlusaluste üldise ja erialase motoorse võimekuse testide tulemused	19
4.2. Eksperimentaal- ja kontrollgrupi üldise ja erialase motoorse võimekuse näitajad	21
4.3. Eksperimentaal –ja kontrollgrupi motoorse võimekuse võrdlus ettevalmistusperioodi alguses ja võistlusperioodi lõpus	24
4.4. Motoorse ja erialase motoorse võimekuse testide omavahelised seosed	26
5. TULEMUSTE ARUTELU	27
5.1. Vaatlusaluste kiirus- jõualased näitajad võrdluses varasemate uuringutega	27
5.2. Eksperimentaal –ja kontrollgrupi kiirus-jõualaste näitajate võrdlus	30
5.3. Vaatlusaluste kiirus –jõualaste näitajate omavahelised seosed	32
6. JÄRELDUSED	34
KASUTATUD KIRJANDUS	35
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	40

KASUTATUD LÜHENDID

EG – eksperimentaalgrupp

KG – kontrollgrupp

KÜK_HÜ – paigalt kükist üleshüpe käte hoota

MAX – maksimaalne näitaja

MIN – minimaalne näitaja

SD – standardhälve

SPRINT – 20 m sprint

T_TEST – t-test

T1 - vaatlusaluste kiirus-jõualaste võimete testimisperiood (juuli 2021)

T2 - vaatlusaluste kiirus-jõualaste võimete testimisperiood (oktoober 2021)

T3 - vaatlusaluste kiirus-jõualaste võimete testimisperiood (vebruar 2022)

T4 - vaatlusaluste kiirus-jõualaste võimete testimisperiood (mai 2022)

TPALL_I – istudes kahe käega topispalli (2 kg) vise rinnalt ette

TPALL_S – seistes topispallivise (4 kg) pea kohalt ette

WISE_H – 3-sammuga hüppega vise

WISE_IH – 3.sammuga hüppeta vise tugijalalt

ÜL_HÜ – paigalt üleshüpe käte hooga

\bar{X} – keskmine näitaja

LÜHIÜLEVAADE

Töö lühiülevaade

Eesmärk: Käesoleva magistr töö eesmärk oli välja selgitada HC Kehra käsipallurite kiirusliku jõu arendamise mõju mängijate kehalisele võimekusele ühe treening-võistlushooaja jooksul.

Metoodika: Uuringus osalesid HC Kehra esindusmeeskonna mängijad (n=17), kes olid juhusliku valimi alusel jaotatud eksperimentaalgruppi (n=9) ja kontrollgruppi (n=8). Eksperimentaalgrupi käsipallurid läbisid võistlushooaja jooksul kaks kiirusliku jõu arendamise treeningperioodi: 6-nädalase perioodi hooaja ettevalmistavas faasis ja 3-nädalase perioodi võistlushooaja siseselt. Kontrollgrupi käsipallurid sooritasid samaaegselt erialaseid tehnilis-taktikalisi käsipalliharjutusi. Kiirus-jõualase kehalise võimekuse määramiseks kasutati järgmisi teste: 20m paigalt püstistardist kiirjooks, t-test, paigalt üleshüpe käte hoota, paigalt kükist üleshüpe käte hoota, istudes kahe käega topispallivise rinnalt ette ja seistes topispallivise pea kohalt ette. Vaatlusaluste erialase motoorse võimekuse (viskekiiruse) määramiseks kasutati kahte testi: 3-sammuga hüppeta tugijalalt viset ja 3-sammuga hüppega viset käsipallivärvasse. Vaatlusaluste kiirus-jõualaseid võimeid testiti võistlushooaja jooksul neljal korral: juulis 2021, oktoobris 2021, veebruaris 2022 ja mais 2022.

Tulemused: Töö tulemustest selgus, et 6- ja 3-nädalane kiirusliku jõu treeningperiood ei avaldanud mõju mängijate kiirus-jõualasele võimekusele. Kiirus-jõualaste võimete omavaheliste seoste analüüsimisel ilmnnes, et mängijate viskekiiruse parandamisel on oluline arendada nii üla- ja alakeha jõuvõimeid. Hüppevõime parandamine arendab ka mängijate kiiruslikke võimeid. HC Kehra käsipallurite kiirus-jõualased näitajad on kohati võrreldavad Euroopa eliit tasemel käsipalluritega, kuid jäävad enamasti nende tulemustele alla.

Kokkuvõte: Magistr töö tulemustest lähtuvalt võib väita, et antud uuringus osalenud käsipallurite kiirus-jõualaste võimete arendamiseks ei piisa 6- ja 3-nädalastest treeningperioodidest. Et hinnata täpsemalt käsipallurite kiirus-jõualaste võimekuse arendamist, peaks läbi viima pikemaajalisemaid uuringuid, mida antud hetkel on tehtud puudulikult hulgal.

Märksõnad: kehalised võimed, kiirusliku jõu arendamine, käsipall

Abstract

Aim: The aim of this study was to investigate the development of speed-strength qualities of Handball club Kehra handball players during the course of one playing season.

Methods: Participants of this study were 17 players from Handball Club Kehra's First team, who were randomly assigned to experimental group (n=9) and control group (n=8). Players from the experimental group performed two speed-strength training periods during the season: a 6-week period in preseason and a 3-week training period during the competitive season. Players from the control group simultaneously practiced on their technical and tactical abilities. The speed-strength testing protocol included: 20 metre standing start sprint, t-test, counter movement jump without arm swing, squat jump without arm swing, medicine ball throw from the chest with two hands in seated position and overhead medicine ball throw with two hands in standing position. Handball-specific motor tests (throwing velocity) included a 3-step shot in the goal without a jump and 3-step shot with a jump. During the playing season, the participants of this study were tested four times: in July 2021, October 2021, February 2022 and May 2022.

Results: The results show that 6- and 3-week speed-strength training programs did not have any effects on the player's motor abilities. The improvements of throwing velocity is connected to the strength capacities of upper and lower extremities. The development of jumping height enhances the abilities of speed. The speed-strength abilities of the players from Handball Club Kehra are comparable with the elite players from Europe to some extent, but are principally lower.

Conclusions: Based on the results of this Master's thesis, it can be argued that the training periods of this study are not sufficient to develop speed-strength qualities. In order to assess the speed-strength abilities of handball players more clearly, longer-term studies should be carried out, which at this point are insufficient in numbers.

Keywords: motor abilities, development of speed-strength, handball

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Käsipalli üldiseloostus

Käsipalli iseloomustavad kiiretempolised ja pidevalt vahelduvad rünnaku –ja kaitsesituatsioonid, kus mängijad peavad sooritama palliga ja pallita suurel hulgal kiirendusi, pidurdusi, jõulisi suunamuutusi, hüppeid, blokeerimisi (Povoas et al., 2012; Wagner et al., 2014; Michalsik et al., 2018). Suurem osa liigutustegevust toimub aeroobses tööjõu režiimis, mida katkestavad pidevad täisvõimsusel tehtavad anaeroobsed liikumised (Sporiš et al., 2010). Käsipallis, nagu ka teistes meeskonna mängudes, on suur osa liigutustegevusest mõjutatud palli liikumissuunast ja vastasmängijate tegevusest. Mängija meisterlikkuse taseme määrab lisaks headele füüsilistele omadustele ka mänguolukordade lugemisoskus, reageerimiskiirus ning tehnilised ja taktikalised oskused (Gorostiaga et al., 2004; Moncef et al., 2011; Wagner et al., 2014; Horníková & Zemková, 2021).

Kuigi käsipallimängu pikkus on 2x30 minutit, siis efektiivseks mängupikkuseks on loetud ligikaudu 42 minutit, koosnedes järjestikku sooritatud ründe –ja kaitseolukordadest (Michalsik et al., 2018). Rahvusvahelise käsipalliföderatsiooni poolt koostatud statistika kohaselt oli 2019. aasta käsipalli maailmameistrivõistlustel keskmine rünnaku pikkus 35 sekundit ning keskmine rünnakute koguarv ühe meeskonna poolt 51. Viimase 12 aastaga (alates 2011. aastast) on keskmine rünnakute koguarv ühes mängus langenud 15% (IHF, 2022). Languse põhjuseks võib olla kaitsemängu agressiivsemaks ja tõhusamaks muutumine, mis nõuab ründemängijatelt pikemat taktikalist ülesehitamist (Karcher & Buchheit, 2014). Ferrari et al. (2019) poolt tehtud ülevaates selgus, et edukamad meeskonnad sooritavad rünnakuid tihti peale organiseerimata kaitse vastu ning rünnaku pikkus on alla 25 sekundi. Seevastu vähemedukamad meeskonnad ründavad pikemalt, kasutavad vähem taktikalisi liikumisi ning rünnakud tuginevad individuaalsetele oskustele.

1.2. Liigutuslik tegevus käsipallis

Käsipallis on olulised nii jooksmine (aeglane jooks ja sprint), hüppamine, viskamine, lükkamine ja blokeerimine, erisuunalised liikumised palliga ja pallita. Vajalik on arendada samaaegselt aeroobset võimekust kui ka kiirust ja lihasjõudu. Povoas et al. (2012) poolt tehtud uuringu põhjal toimub käsipallimängus keskmiselt iga 6 sekundi tagant liigutustegevuse muutus ning tempo ja intensiivsustaseme muutus toimub sealjuures keskmiselt iga 55 sekundi

järel. Täpsem statistika mängija liigutusliku tegevuse kohta on esitatud tabelis 1. Michalsik (2018) uuringu tulemustest selgub, et ühe mängu jooksul läbib eliittasemel mängija keskmiselt ligi 4 km, millest ligikaudu 40% moodustavad madala intensiivsusega liigutustegevused ja lisaks ka seismised. Keskmise intensiivsusega tegevustele kulutab mängija 52% ning järelejäänud 8% kulub kõrge intensiivsusega liigutustegevuste peale.

Tabel 1. Käsipallimängu liigutuslik tegevus (Póvoas et al., 2012)

	Esimene poolaeg	Teine poolaeg	Koguarv
Hüpped	7,1 ± 3,91	6,7 ± 3,22	13,8 ± 6,14
Pealevisked	3,2 ± 2,49	3,5 ± 2,30	6,7 ± 3,95
Peatumisi ründes	7,5 ± 4,02	6,1 ± 3,36	13,6 ± 6,42
Peatumisi kaitses	9,5 ± 5,83	8,4 ± 4,46	17,9 ± 9,15
Suunamuutusi ründes	7,3 ± 3,81	5,9 ± 3,33	13,2 ± 6,20
Suunamuutusi kaitses	9,2 ± 5,94	8,3 ± 4,56	17,5 ± 9,34
1:1 vastu olukorrad	11,1 ± 8,28	9,2 ± 8,20	20,3 ± 15,7
Kiirrännakud			6 ± 4,2

1.3. Tippkäsipalluri mudel

Käsipallimängijad jagunevad kuuele erinevale mängupositsioonile: ääremängijad (parem -ja vasakäär), tagamängijad (mängujuht, parem -ja vasaksisemine), joonemängija ja väravavaht. Oma olemuselt on käsipall plahvatuslik spordiala, kus olulised on nii ala –kui ülajäsemete plahvatuslikud võimed (Marques, 2010). Edukuse määrab mitmekülgne füüsiline ettevalmistus, kuna näiteks viskel kasutab mängija nii alajäseme (hüpe), kui ka ülajäseme (viskeliigutus) plahvatuslikkust kombineeritult. Seega visketreeningul on oluline ka hüpevõimet trennida. Statistiliselt sooritab mängija 73-75% kõikidest mängu jooksul tehtud visetest hüppelt. Ülejäänud osakaalu (25-27%) moodustavad hoojooksult tugijalalt vise, vise kukkumiselt ja karistusvise (Wagner et al., 2011). Võrreldes käsipallimängu näiteks jalgpalliga, nõuab käsipallimäng rohkem füüsilist vastuseisu mängijate vahel. Lisaks on mängijad rohkem isoleeritud oma mängupositsioonile, mis omakorda nõuab kindlaid füüsilisi omadusi igale mängupositsioonile (Michalsik, 2018). Karcher & Buscheit (2014) toovad välja, et joonemängija liigub enamasti kahe kaitsemängija vahelisel mängualal suurusega 12m², ääremängija liikumisala on 15m² ja tagamängijatel on suurim liikumisala suurusega 64m². Lijewski et al. (2019) lisavad, et positsiooniliselt on joonemängijad võrreldes teiste

positsioonidega statistiliselt usutavalt pikemad ja raskemad. Tagamängijaid iseloomustab android-tüüpi kehaehitus ja madal nahaaluse rasva osakaal. Väravavahtidel on suhteliselt pikad üla- ja alajäsemed. Ääremängijad on seevastu lühemad ja kergemad ning väiksema keha rasvaprotsendiga. Ääremängija kehaehituslikud iseärasused on mõistetavad, kuna: a) nad läbivad mängu jooksul suurema distantsi kõrgel intensiivsusel joostes ja sprintides, b) on vähem füüsilises kontaktis vastasmängijatega ja c) on rohkem seotud kiirränakute lõpetamisega, mistõttu on madalam kehamass pigem eeliseks (Šibila et al., 2004; Haugen et al., 2014; Karcher & Buchheit, 2014).

Võrreldes omavahel eliit –ja amatöörmängijaid on eliittasemel käsipallurid raskemad, suurema rasvavaba massiga, parema vertikaalse hüppevõime ja suurema viskekiirusega (Ziv & Lidor, 2009; Nikolaidis & Ingebrigtsen, 2013). Rousanoglou et al. (2014) uuringus tuleb lisaks välja, et madalamal tasemel mängijad ei suuda sammudelt hüppelt viske puhul keha liigset ette liikumist vältida, mistõttu puudub hüppel stabiilne baas jõu ülekandumiselt viskeliigutusse. Teisisõnu on eliitmängijate kineetilise jõu ülekandumine hüppelt viske puhul efektiivsem. Visketehnika ebastabiilsus võib ühtlasi olla eelsoodumuseks vigastuste tekkimisel.

1.4. Kiiruslik jõud ja selle arendamine käsipallis

Kiiruslik jõud on jõuvõimete alamliik, mis omakorda jaguneb kiireks jõuks ja plahvatuslikuks jõuks. Et arendada kiiruslikku jõudu, on vajalik lühikese aja jooksul genereerida lihaskiududes kõrgel tasemel jõudu (Gamble, 2011). Biomehaanilisest seisukohast toimub kiirusliku jõu rakendumise puhul lihaskiududes ekstsentriline ja kontsentriline lihaskontraktsioon ehk venitus-lühenemistsükkel. Lihastöö kontsentrilises faasis väljendub see väikeses ajaühikus sooritatud võimsa liigutustegevusega (Chu & Myer, 2013).

Kiiruslikku jõudu, nagu ka teisi kehalisi võimeid ja nende alamliike, arendatakse käsipallis üldjuhul hooaja ettevalmistavas faasis. Hooajasisesel perioodil rõhutakse aeroobse ja anaeroobse võimekuse säilitamisele ning tehniliste ja taktikaliste võimete arendamisele (Mazurek et al., 2018). Tavapärased harjutused, et arendada ja hinnata kiiruslikku jõudu, on erinevad üleshüpped (kükist, käte hooga, allaliikumisega), topispalliviske harjutused, viskekiiruse ja -täpsuse harjutused, sprindi ja kiirendusharjutused, suunamuutusega maksimaalse või submaksimaalse tempoga jooksuharjutused ning vabade raskustega jõuharjutused (Ingebrigtsen et al., 2013; Mazurek et al., 2018; McGhie et al. 2020; Chaabene et al., 2021).

Gorostiaga et al. (2006) poolt läbiviidud uuringus analüüsiti tiptasemel käsipallimeeskonna tegevust 45-nädalase hooaja vältel. Saadud tulemustest selgus, et hooaja ettevalmistavas faasis (esimesed 5 nädalat) arendati kogu treeningmahust vastupidavust 31%, jõudu 29%, sprintimisvõimet 0,3%, pallitreeningut 31% ja treeningmängu 7%. Sealjuures koosnes jõutreening enamasti maksimaalset jõudu arendavatest vabade raskustega harjutustest ja spordiala spetsiifilistest harjutustest sh. märkejooksud, erinevad hüppetreeningud ja topispalliharjutused. Jõutreeningu sagedus kogu hooaja vältel oli keskmiselt 1-2 korda nädalas kogupikkusega 55-120 minutit. Hooaja ettevalmistavas faasis olid domineerivad madala intensiivsusega suuremate kordustega jõuharjutused ning võistlushooajal oli rõhk väiksematel kordustel ning suuremal harjutuste intensiivsusel (Gorostiaga et al. 2006).

Üks levinumaid viise kiirusliku jõu arendamiseks on kasutada plüomeetrilisi harjutusi, mille eesmärk on produtseerida lihastes maksimaalset võimsust võimalikult lühikese ajaga. Sellise efekti saavutamiseks on oluline konkreetse harjutuse maksimaalne või submaksimaalne intensiivsus (Chu & Myer, 2013). On leitud, et lisaks hüppevõime arenemisele on plüomeetiline treeningprogramm muuhulgas positiivse mõjuga ka kiiruslikele võimetele, sh. stardikiirendusele, otseliikumise kiirusele, suunamuutusega liikumise kiirusele (Asadi et al., 2016; Mazurek et al., 2018; Chaabene et al., 2021).

Et tekiks soovitud lihasadptsioon, peab treeningperioodi pikkus olema optimaalne. Mazurek et al. (2018) leidsid oma uuringus, et 5-nädalane plüomeetiline treeningperiood ei avalda statistiliselt suuremat mõju kiiruslikele võimetele, kui antud uuringu kontrollgrupi treening. 8-nädalase perioodi puhul, võrdluses kontrollgrupiga, on tulemused plüomeetrilise treeningu puhul oluliselt efektiivsemad (Chaabene et al., 2021). Ka teiste uuringute puhul jääb treeningperiood 7-10 nädala vahele (Chelly et al., 2014; Asadi et al., 2016; Hermassi et al., 2019). Samas toob Mazurek (2018, Potach & Chu, 2000 järgi) välja, et juba alates 2-4 korda nädalas 6-nädalase perioodi vältel treenides on piisav, et kutsuda organismis esile positiivsed treeningefektid. Maćkała & Fostiak (2015) lisavad, et juba 2-nädalane kõrge intensiivsusega plüomeetiline treeningperiood sagedusega 6 korda nädalas, on soovitatav, et arendada lühiajaliselt plahvatuslikku jõudu ja sprindikiirust kõrge tasemega sportlaste hulgas. Tasub veel märkida, et väljatoodud uuringute puhul on lisatud, et organismi adaptatsioon sõltub eelkõige sportlaste treenitusest, soost ja vanusest.

1.5. Kiiruslike võimete osatähtsus käsipallis

Käsipalli kiiruslikest võimetest on olulisemad stardikiirendus ning maksimaalsel kiirusel tehtavad liigutustegevused, mis üldjuhul pole otsesuunalised, vaid pidevate kiirete suunamuutustega. Kiiruslike liigutustegevuste distants on vahemikus 5-30m (Georgescu et al., 2019). Olulised on lühikesed ja pidevad kiirendused (kuni 3 m), mille koguarv ühes mängus võib olla kuni 40. Sellele lisandub veel ligikaudu 30 kõrgel intensiivsusel tehtud suunamuutusega liigutustegevust. Seda arvesse võttes esineb täiskiirusel tehtavaid spurte, mis hõlmab kogu mänguväljakut käsipallis vaid 1-3%. Korduvate sprintide võimekus (*RSA - repeated sprinting ability*) koos lühikeste taastumistega spurtide vahel on üheks olulisemaks edukuse määrajaks käsipallis (Wagner et al., 2014; Pereira et al., 2018; Georgescu et al., 2019).

Mängu spetsiifikast tulenevalt on erinevate positsioonide kiirusliku treeningu ettevalmistus erinev. Ääremängijad läbivad suurel kiirusel enam distantsi (20-30m), mistõttu peaks ka nende treeningettevalmistus keskenduma pikemale distantsile. Tagamängijad seevastu sooritavad mängu jooksul vähem pikemaid spurte, mille kogupikkus jääb keskmiselt 15m piiresse (Michalsik, 2018). Täpsemad nõudmised kiiruse arenemisel on esitatud tabelis 2.

Tabel 2. Erinevate positsioonide kiiruse arendamise nõudmised treeningul (Michalsik, 2018).

	Ääremängijad	Joonemängijad	Tagamängijad	Väravahid
Kiiruse arendamine	Reaktsioonikiirus ja kiirendus, 20-30m	Reaktsioonikiirus ja kiirendus, 15-30m	Reaktsioonikiirus ja kiirendus, alla 15m	Kiired ja spetsiifilised liigutused

Seoses viimaste mängureeglite muudatustega rahvusvahelise käsipalliföderatsiooni poolt (IHF, 2022), mis suurendab veelgi enam mängutempot, on kiiruslike võimete osatähtsus üks olulisemaid võimeid, millele treeningprotsessis tähelepanu pöörata. Mängus kasutatakse tihti formatsiooni, kus ründeolukorras vahetatakse väravavaht platsimängija vastu, et tekitada mänguline ülekaal vastase üle. See eeldab üleminekul kaitsesse kiiret väravavahi tagasivahetust, et ei tekiks olukorda, kus värav jääb tühjaks. Seega peab üheaegselt treenima kiireid mängijate vahetusi, kui ka olukordi, kus palli on võimalik kiirelt tegutsedes vastaste tühja väravasse visata.

1.6. Hüppevõime osatähtsus käsipallis

Plahvatusliku jõu ja hüppevõime arendamine on käsipallis olulise tähtsusega, kuna üle 70% kõikidest visetest sooritatakse hüppelt (Wagner et al., 2011). Chelly et al. (2011) lisavad, et tippkäsipallur teeb 6 mängu jooksul keskmiselt esimese 30 minuti jooksul üle 45 hüppe ning teisel poolajal üle 43 hüppe.

Mida parem on käsipalluri hüppevõime, seda segamatult saab mängija üle kaitsemängija bloki visata. Samuti peab ka kaitsemängija hüppevõime olema hästi arenenud, et tekiks võimalust viskeblokeeringuks. Pikima lennufaasiga mängijad on tavapäraselt ääremängijad, kuna nende resultatiivsus sõltub võimalikult pikaajaliselt õhulennust. Lisaks kõrgusele peab hüpe olema ka piisavalt pikk, et võimaldada võimalikult soodsat viskenurka väravale. Ääremängijate hüppevõime lennufaas jääb keskmiselt 600ms piiridesse (Karcher & Buscheit, 2017).

Vertikaalset hüppevõimet on käsipallurite hulgas palju uuritud. Ramirez-Campillo (2020) toob oma meta-analüüsis välja, et peale hüppevõime arendamise treeningperioodi jääb tipptasemel käsipallurite vertikaalne hüppevõime allaliikumise üleshüppel vahemikku 42-49cm (Chelly et al., 2014; Hermassi et al., 2014). Peña et al. (2016) uuringu tulemustest selgus, et eliittasemel käsipallurite vertikaalne hüppevõime allaliikumise üleshüppel ilma käte hoota on vahemikus 35–47 cm, kükist üleshüppel 33-43cm ja käte hooga allaliikumise üleshüppel 44-53cm. Samas uuringus osalenud korvpallurite tulemused olid vastavalt 30-57cm, 31-56cm ja 35-65cm. Võrkpalluritel olid tulemused vastavalt 40-56cm, 31-56cm ja 52-67cm.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Antud töö eesmärgiks oli määrata kiirus-jõualase treeningu mõju käsipallurite kehaliste võimete dünaamikale ettevalmistus- ja võistlusperioodi ajal.

Lähtuvalt töö eesmärgist püstitati järgnevad ülesanded:

1. Määrata käsipallurite kiirus-jõualase võimekuse ning käsipalli erialaste kehaliste võimete tase.
2. Määrata käsipallurite kiirus-jõualaste võimete taseme muutused ettevalmistus –ja võistlusperioodil.
3. Välja selgitada ettevalmistusperioodil läbi viidava 6-nädalase kiirusliku jõu arendamise treeningtsükli mõju käsipallurite kehalisele võimekusele.
4. Välja selgitada võistlusperioodil läbi viidava 3-nädalase kiirusliku jõu arendamise treeningtsükli mõju käsipallurite kehalisele võimekusele.
5. Välja selgitada käsipallurite kiirus-jõualaste võimete omavahelised seosed.

3. TÖÖ METOODIKA

3.1. Vaatlusaluste üldiseloostus ja meetoodika

Käesoleva uurimistöö vaatlusalusteks olid 17 käsipalliklubi HC Kehra meeskäsipallurit (keskmine vanus 22 ± 5 aastat), kes treenisid süstemaatiliselt 7-8 tundi nädalas. Meeskond osales regulaarselt Eesti käsipalli meistri- ja karikavõistlustel.

Uurimistöös osalenud käsipalluritest moodustati juhusliku valimi alusel kaks gruppi: a) eksperimentaalgrupp ($n=9$), kes sooritasid lisaks tavapärasele treeningutele kiiruslikku jõudu arendava treeningprogrammi ning b) kontrollgrupp ($n=8$), kes jätkasid tavapärase treeningmahtudega. Kiirusliku jõu treeningprogramm koosnes kahest etapist: 6-nädalane periood hooaja ettevalmistavas faasis sagedusega 4 korda nädalas ning 3-nädalane treeningperiood võistlushooajal sagedusega 4 korda nädalas. Mõlema treeningperioodi järgselt anti mängijatele taastumiseks 12-14 päeva aega enne, kui toimusid kehaliste võimete määramise testid.

Kiirusliku jõu treeningud eelnesid tavapärasele treeningkorrale ning treeningu kogupikkus oli vahemikus 15-20 min. Treeningprogramm koosnes erinevatest kiiruslikku jõudu arendavatest harjutusetest – hüpped (sh. erisuunalised) keharaskuse ja kergete lisaraskustega, topispallivisked, harjutused kiirusredelil, sammhüpped ning hüpped üle tõkete. Kontrollgrupi liikmed sooritasid samaaegselt erialaseid tehnilisi-taktikalisi käsipalliharjutusi.

Kehaliste võimete määramise katsed viidi läbi Kehra Spordihoones (Spordi 2B, Kehra) antud uurimistöö autori poolt. Tulemuste mõõtmisel abistas TÜ sporditeaduste ja füsioteraapia instituudi doktorant ning kaks abilist, kellele oli eelnevalt õpetatud katsete meetoodikat. Kõik mõõtmised toimusid ajavahemikus 18:00-20:00. Testimistele eelnev päev oli osalejatel puhkepäev või kergem, taastava iseloomuga treeningpäev. Lisaks oli osalejatele antud korraldus testimisele eelneval ja testimise päeval hoiduda kofeiini sisaldavatest jookidest.

Uuringu eksperimentaalse osa pikkus oli üks ettevalmistus - võistlusperiood, mille puhul hinnati uuringus osalejate kehalisi võimeid neljal korral – 2021. aasta juulis (T1) ja oktoobris (T2) (ettevalmistusperiood) ning 2022. aasta veebruaris (T3) ja mais (T4) (võistlusperiood).

Uuring on kooskõlastatud ja kinnitatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komitee poolt protokolliga numbriga 361/T-23 kuupäeval 21.03.2022.

3.2 Eksperimentaalgrupi kiirus- jõualaste võimete treeningprogramm

Eksperimentaalgrupi kiirus-jõualane treeningprogramm hooaja ettevalmistavas faasis 6-nädalase perioodi jooksul koosnes topispallivisetest, kiirusredeli treeningust, tõkkehüpetest ja erisuunalistest keharaskusega hüpetest. Harjutused, nende seeriad ja korduste arvud olid treeningperioodi jooksul muutumatud. Ainus, mis erines, oli treeningute järjekord ja intensiivsus. Kiirus-jõualasele treeningprogrammile eelnes 4-nädalane periood, kus fookus oli aeroobse võimekuse, baasjõu ja maksimaalse jõu arendamisel. Treeningprogrammi kestuse ajal oli lisaks kiirus-jõualasele treeningule lisandunud nädala lõikes kasvavas mahus tehnilisi pallitreeninguid. Eksperimentaalgrupi täpne treeningkava on esitatud tabelis 3.

Tabel 3. 6-nädalane kiirus-jõualane treeningprogramm hooaja ettevalmistaval perioodil

Nädal	E	T	K	N	R	L	P
1	KR*	TP**		Hüpped	KR		
2	TP	Hüpped		TP	Tõkked		
3	Hüpped	TP		KR	TP		
4	Tõkked	TP		KR	TP		
5	TP	Tõkked		TP	KR		
6	TP	Hüpped		TP	Tõkked		

*- kiirusredel, **- topispall

3-nädalase treeningprogrammi kestuse ajal oli käsipallispetsiifiliste tehnilise ja taktikaliste treeningute osakaal lisaks kiirus-jõualasele keskmiselt 4 treeningkorda nädalas. Olenevalt sellest, kas nädalas oli võistlusmänge, lisandus ka raskustega jõusaalitreening, mille sagedus oli 1-2 korda nädalas. Täpne kiirus-jõualane eksperimentaalgrupi treeningprogramm on esitatud tabelis 4.

Tabel 4. 3-nädalane kiirus-jõualane treeningprogramm võistlussisesel perioodil

Nädal	E	T	K	N	R	L	P
1	Tõkked	TP**		Hüpped	KR*		
2	TP	Hüpped		KR	Tõkked		
3	Hüpped	TP		KR	Tõkked		

*- kiirusredel, **- topispall

Tabelis 5 on välja toodud näide eksperimentaalgrupi tõkkehüppetreeningust.

Tabel 5. Tõkkehüppetreeningu näide

Harjutus	Seeriad	Kordused	Märkused
Koosjalu hüpped üle tõkke (ilma pausita)	4	6	Kõrged tõkked (84cm)
Koosjalu tõkkehüpped, aga peale hüpet 2-3 sek paus poolkükis	4	6	Kõrged tõkked
Edasi ja külgsuunas tõkkehüpped (otse-külg-otse)	4	12	Kõrged tõkked
Külgsuunas tõkkehüpped (mõlemale poole)	4+4	6	Madalad tõkked (50cm)
„Kastis“ tõkkehüpped (tõkked ees, taga ja külgedel) – hüpe keskele, paremale, keskele, vasakule, keskele, ette ja 10m SPRINT	5	6	Madalad tõkked
Sama nagu eelmine harjutus, aga külgedele hüpates maandumine ühele jalale (paus 2 sek) ja 10m SPRINT	5	6	Madalad tõkked
Kokku	30	204	

3.3. Vaatlusaluste kiirus-jõualaste võimete määramine

Vaatlusaluste kiirus-jõualase võimete hindamiseks kasutati järgmisi teste:

1. 20m kiirjooks paigalt püstistardist (SPRINT) - vaatlusalune seisis markeeritud kohas 0,5m kaugusel stardijoonest ja ajamõõtja andurist. Sportlane startis ise ilma stardikäskluseta ning sooritas maksimaalsel kiirusel 20m kiirjooksu. Möödudes stardijoonel asetsevast andurist aeg käivitus. Käsipalliväljaku keskjoonel (finišijoon) asetsevatest anduritest möödudes aeg seiskus. Aeg mõõdeti elektroonilise ajamõõdusüsteemiga „IVAR“ (Eesti). Tulemus fikseeriti sajandiksekundi täpsusega. Vaatlusalustel oli kokku 2 katset, millest võeti arvesse parim.

2. T-test (T-TEST) (joonis 1) – vaatlusalune seisis markeeritud kohas 0,5m kaugusel stardijoonest ja ajamõõtja andurist. Möödudes andurist, liikus vaatlusalune maksimaalsel kiirusel 10m kaugusel oleva tähiseni (koonus – kõrgus 0,3m). Peale tähise puudutamist käega liikus mängija külgliikumisega vasakul oleva tähiseni (5m), seejärel külgliikumisega paremas suunas oleva tähiseni (10m), külgliikumisega tagasi vasakule (5m) ning selg ees liikumisega üle finišijoonest (10m). Aeg käivitus mängija esmakordsel möödumisel ajamõõtmise anduritest ning seiskus teistkordsel möödumisel anduritest. Aeg mõõdeti elektroonilise ajamõõdusüsteemiga „IVAR“ (Eesti). Tulemus fikseeriti sajandiksekundi täpsusega. Sportlasel oli kokku 2 katset, millest võeti arvesse parim.

3. Paigalt üleshüpe käte hoota (ÜL_HÜ) – vaatlusalune seisis sirgelt markeeritud kohas. Käed olid puusal. Üleshüppele eelnevalt liikus vaatlusalune kükki (põlvenurk 90 kraadi), millele järgnes koheselt üleshüpe. Tulemuse mõõtmisel kasutati infrapuna süsteemiga hüppematti „IVAR“ (Eesti).

4. Paigalt kükkist üleshüpe käte hoota (KÜK_HÜ) – vaatlusalune seisis sirgelt markeeritud kohas. Käed olid puusal. Üleshüppele eelnevalt liikus vaatlusalune kükki (põlvenurk 90 kraadi). Sportlane hoidis kirjeldatud asendit 2 sekundit, millele järgnes üleshüpe. Tulemuse mõõtmisel kasutati infrapuna süsteemiga hüppematti „IVAR“ (Eesti).

5. Istudes kahe käega topispalli (2kg) vise rinnalt ette (TPALL_I). Vaatlusalune istus, ülakeha toetas sirgelt vastu seinat, jalad olid sirgelt õlgade laiuselt ees. Küünarliigesed olid üles kõrvale tõstetud ning käed asetsevad topispalli külgedel. Sooritusele eelnevalt oli topispall rinna kõrgusel. Tulemus fikseeriti 10cm täpsusega ja mõõdeti 20m rull-mõõdulindiga.

6. Seistes topispallivise (4 kg) pea kohalt ette (TPALL_S) – vaatlusalune seisis fikseeritud joone taga, otsevaatega viske suunas. Topispall asetseb vaatlusaluse käes ees all. Viskele eelnevalt tõi vaatlusalune topispalli pea kohale ning sooritas viske kahe käega pea kohalt. Lubatud oli viskele järgnev üleshüpe. Katsetulemust ei võetud arvesse, kui: a) viskeks kasutati hoovõttu; b) vaatlusalune ületab viset tehes või viskejärgselt fikseeritud joont. Tulemus fikseeriti 10cm täpsusega ja mõõdeti 20m rull-mõõdulindiga.

Hüppe- ja visketestide puhul oli vaatlusalusel kolm katset, millest arvesse läks parim sooritus. Katsete läbiviija poolt tehti osalejatele praktiline demonstratsioon koos suuliste selgitustega eesseisvate testide kohta. Sportlased olid varasemalt eesseisvaid teste treeningutel harjutanud ning sooritasid katsed maksimaalsele tulemusele.

3.4. Vaatlusaluste käsipalli erialase motoorse võimekuse määramine

Vaatlusaluste erialase motoorse võimekuse (viskekiiruse) määramiseks kasutati järgmisi teste:

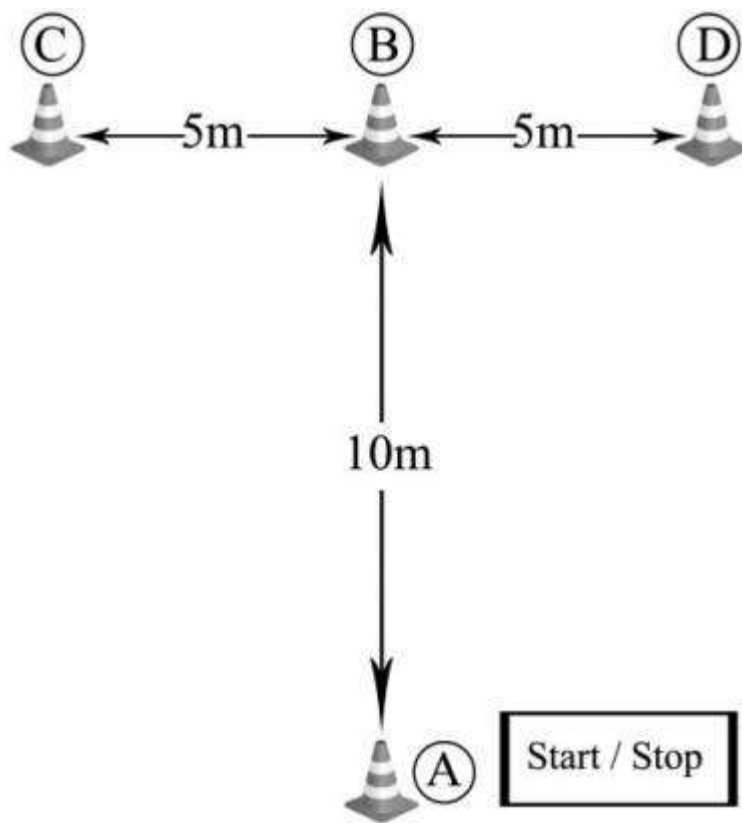
1. 3-sammuga hüppeta vise tugijalalt (VISE_IH) – vaatlusalused sooritasid 9-meetri kauguselt (markeeritud katkendjoonega) maksimaalse tugevusega ilma hüppeta viske käsipallivärvasse. Viskele eelnes käsipalli põhitehnikasse kuuluv 3-sammuline hoovõtt.

2. 3-sammuga hüppega vise (VISE_H) – vaatlusalused sooritasid 9-meetri kauguselt (markeeritud katkendjoonega) hüppelt maksimaalse tugevusega viske käsipallivärvasse. Viskele eelnes käsipalli põhitehnikasse kuuluv 3-sammuline hoovõtt.

Viskekiiruse võimekuse testid loeti arvestatuks siis, kui vaatlusalune viskas palli käsipallivärava paremasse või vasakusse ülemisse nurka. Tähistamiseks viske sihtmärki, oli värava paremasse ja vasakusse ülemisse nurka markeeritud 1m² ala, mida mängijad pidid tabama. Katse loeti mitteamarvestatuks, kui vaatlusalune viskas käsipalli värava posti, põiklatti, väravast mööda või ei tabanud markeeritud sihtmärki. Kokku sooritas iga sportlane 3 katset, millest arvesse võeti parim katsetulemus. Ebaõnnestunud katse puhul sai vaatlusalune korduskatse. Tulemus mõõdeti viskekiiruse radariga *Pocket Radar Model Number SD2000* (USA). Tulemuse mõõteühik oli km/h.

3.5. Andmete statistiline töötlus

Saadud tulemuste statistiliseks analüüsimiseks kasutati tarkvaraprogrammi Microsoft Excel ning statistikapaketti *Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 20.0*. Analüüsi käigus määrati kõikide parameetrite aritmeetilised keskmised (\bar{X}), miinimum – ja maksimumväärtused (MIN, MAX) ja standardhälve (SD). Andmete normaaljaotuvust hinnati *Shapiro-Wilk* testiga. Gruppide vahelisi erinevusi hinnati ühefaktorilise ANOVA abil. Tunnuste omavaheliste seoste leidmiseks kasutati Pearsoni korrelatsioonianalüüsi. Statistilise olulisuse nivooaks rakendati $p < 0,05$.



Joonis 1. T-test (Fessi et al. 2016)

4. TÖÖ TULEMUSED

4.1. Vaatlusaluste üldise ja erialase motoorse võimekuse testide tulemused

Vaatlusaluste üldise ja erialase motoorse võimekuse testide näitajad - aritmeetilised keskmised (\bar{X}), standardhälved (SD) ja miinimum –ja maksimumnäitajad (MIN, MAX) ettevalmistusperioodil (T1, T2) ja võistlushooajal (T3, T4) on esitatud tabelites 1 ja 2.

Tabel 1. Vaatlusaluste üldise ja erialase motoorse võimekuse testide näitajad ettevalmistusperioodi alguses (T1) ja lõpus (T2).

n=17	$\bar{X} \pm SD$	T1		T2		
		MIN	MAX	$\bar{X} \pm SD$	MIN	MAX
SPRINT (s)	3,18 ± 0,15	2,87	3,44	3,10 ± 0,16	2,87	3,41
T-TEST (s)	10,49 ± 0,52	9,81	11,74	10,37 ± 0,61	9,60	11,88
ÜL_HÜ (cm)	37,41 ± 4,68	26,20	44,30	39,72 ± 5,77	28,30	50,20
KÜK_HÜ (cm)	33,63 ± 3,69	23,50	38,70	34,99 ± 4,91	23,60	40,60
TPALL_I (m)	7,36 ± 0,99	5,50	9,10	7,65 ± 1,08	5,70	10,00
TPALL_S (m)	8,35 ± 1,74	5,70	11,80	8,38 ± 1,28	6,40	10,75
WISE_IH (km/h)	93 ± 8,18	71	106	92,56 ± 8,31	77	108
WISE_H (km/h)	85,33 ± 8,03	69	98	87,38 ± 8,66	69	98

Tabelist 1 selgub, et võrreldes ettevalmistusperioodi algusega oli peaaegu kõikide testide tulemustel trend paremusele, kuid ei esinenud statistiliselt usutavat ($p < 0,05$) muutust. Vaid ilma hüppeta viskekiiruse testis (WISE_IH) oli trend tulemuse langusele.

Tabel 2. Vaatlusaluste üldise ja erialase motoorse võimekuse testide näitajad võistlusperioodil (T3, T4).

n=17	$\bar{X} \pm SD$	T3		T4		
		MIN	MAX	$\bar{X} \pm SD$	MIN	MAX
SPRINT (s)	3,12 ± 0,13	2,92	3,37	3,14 ± 0,18	2,77	3,37
T-TEST (s)	10,30 ± 0,76	9,55	12,22	10,23 ± 0,71	9,42	11,56
ÜL_HÜ (cm)	38,52 ± 4,2	29,40	44	38,90 ± 4,77	33,30	48,50
KÜK_HÜ (cm)	37,26 ± 4,0	30,20	42,80	37,13 ± 4,35	31,90	44,70
TPALL_I (m)	7,54 ± 1,08	5,75	9,30	7,41 ± 1,02	6,30	9,10
TPALL_S (m)	8,41 ± 1,26	6,80	10,60	8,30 ± 1,03	6,80	10,20
WISE_IH (km/h)	89,20 ± 8,19	74	103	88,50 ± 8,22	77	105
WISE_H (km/h)	83 ± 6,48	74	95	85,20 ± 7,48	73	99

Tabel 2 näitab võistlushooaja siseselt tehtud motoorse võimekuse testide tulemusi. Testide tulemused näitavad, et trend paremusele oli t-testi, allalaskumisega üleshüppe ning hüppega viskekiiruse testide tulemustes. Kõigi ülejäänud testide tulemustes oli trend langusele võrreldes veebruaris (T3) tehtud katsetega. Statistiliselt usaldusväärseid ($p < 0,05$) muutusi ei esinenud.

4.2. Eksperimentaal- ja kontrollgrupi üldise ja erialase motoorse võimekuse näitajad

Eksperimentaalgrupi (EG) ja kontrollgrupi (KG) üldise ja erialase motoorse võimekuse näitajad ($\bar{X} \pm SD$, MIN, MAX) ettevalmistusperioodi alguses (T1) ja lõpus (T2) on esitatud tabelis 3. Võistlusperioodi (T3, T4) motoorse võimekuse näitajad on esitatud tabelis 4.

Tabel 3. Eksperimentaalgrupi (EG) ja kontrollgrupi (KG) üldise ja erialase motoorse võimekuse näitajad ettevalmistusperioodil (T1, T2).

	$\bar{X} \pm SD$	MIN	MAX	$\bar{X} \pm SD$	MIN	MAX
	T1			T2		
	EG (n=9)					
SPRINT (s)	3,12 ± 0,16	2,87	3,32	3,03 ± 0,12	2,87	3,27
T-TEST (s)	10,22 ± 0,26	9,97	10,77	10,04 ± 0,28	9,74	10,54
ÜL_HÜ (cm)	39,35 ± 3,32	34,40	44,30	41,95 ± 3,77	35	46,20
KÜK_HÜ (cm)	34,69 ± 2,49	30,20	38,70	37 ± 3,54	30,10	40,60
TPALL_I (m)	7,60 ± 0,98	6,50	9,10	8,02 ± 1,03	6,70	10
TPALL_S (m)	8,94 ± 1,83	7,20	11,80	8,83 ± 1,33	7,20	10,75
WISE_IH (km/h)	96,25 ± 5,50	90	106	94,75 ± 9,34	80	108
WISE_H (km/h)	88 ± 7,80	77	98	87,88 ± 8,66	76	98
	KG (n=8)					
SPRINT (s)	3,25 ± 0,16	3,09	3,44	3,16 ± 0,17	2,90	3,41
T-TEST (s)	10,77 ± 0,59*	9,81	11,74	10,70 ± 0,69*	9,60	11,88
ÜL_HÜ (cm)	35,46 ± 5,22	26,20	42	37,49 ± 6,77	28,30	50,20
KÜK_HÜ (cm)	32,56 ± 4,52	23,50	38	32,98 ± 5,47	23,60	39,10
TPALL_I (m)	7,13 ± 1,01	5,50	8,80	7,28 ± 1,06	5,70	9,20
TPALL_S (m)	7,69 ± 1,48	5,70	9,90	7,92 ± 1,13	6,40	10,30
WISE_IH (km/h)	89,29 ± 9,52	71	100	90,38 ± 7,05	77	98
WISE_H (km/h)	82,29 ± 7,70	69	93	86,88 ± 9,23	69	95

*statistiliselt oluline erinevus EG ja KG vahel

Tabelis 3 on välja toodud eksperimentaal –ja kontrollgrupi tulemused ettevalmistusperioodi alguses (T1) ja lõpus (T2). Eksperimentaalgrupi tulemustel kiiruslikes testides (SPRINT, T_TEST), vertikaalse hüppevõime testides (ÜL_HÜ, KÜK_HÜ) ja istudes topispalliviske testis oli peale 6-nädalast treeningperioodi trend paremusele, kuid statistiliselt usaldusväärset ($p < 0,05$) muutust ei esinenud. Trend langusele oli viskekiiruse testides (VISE_IH, VISE_H) ning seistes topispalliviske testis (TPALL_S). Jällegi puudub muutustel statistiline usaldusväärsus.

Kontrollgrupi puhul oli kõikide testide tulemuste muutustes trend paremusele, kuid statistiliselt usaldusväärne nihe puudub. Gruppide vahelisest võrdlusest oli näha, et eksperimentaalgrupi kõik keskmised tulemused olid võrreldes kontrollgrupi testidega paremad. T-testi (T_TEST) puhul oli nii T1 ($f=5,78$; $p=0,03$) kui T2 puhul erinevused statistiliselt usaldusväärsed ($f=6,26$; $p=0,02$).

Tabel 4. Eksperimentaalgrupi (EG) ja kontrollgrupi (KG) üldise ja erialase motoorse võimekuse näitajad võistlusperioodil (T3, T4).

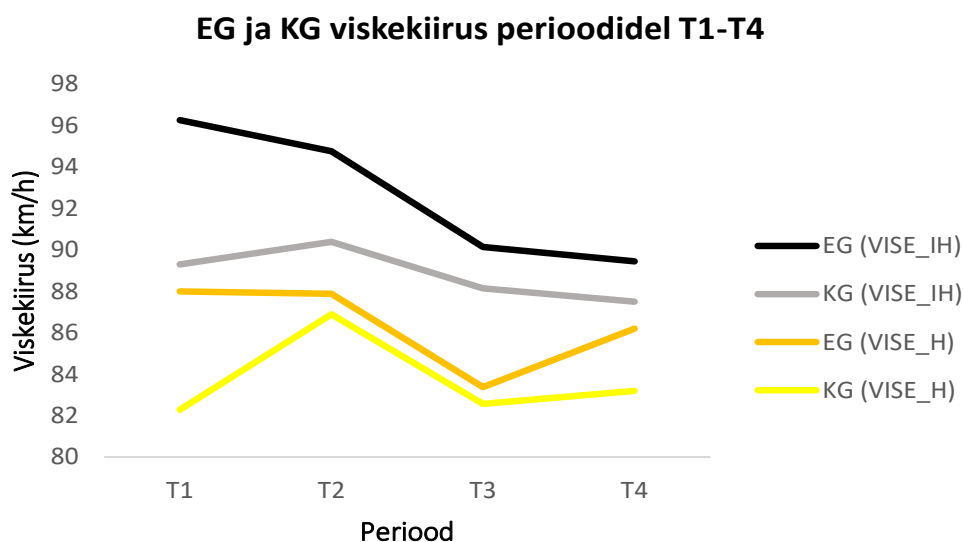
n=17	$\bar{X} \pm SD$	MIN	MAX	$\bar{X} \pm SD$	MIN	MAX
T3			T4			
EG (n=9)						
SPRINT (s)	3,11 ± 0,10	2,92	3,20	3,17 ± 0,16	3,01	3,37
T-TEST (s)	10,13 ± 0,51	9,58	11,20	9,87 ± 0,20	9,61	10,08
ÜL_HÜ (cm)	39,24 ± 3,37	34,30	43,10	38,93 ± 3,89	35	44,30
KÜK_HÜ (cm)	37,85 ± 2,90	33,90	42,80	37,13 ± 4,35	33,70	43,10
TPALL_I (m)	7,61 ± 0,84	6,55	8,90	7,70 ± 0,82	6,90	8,50
TPALL_S (m)	8,73 ± 1,38	7,25	10,60	8,50 ± 0,77	7,80	9,60
WISE_IH (km/h)	90,13 ± 9,75	76	103	89,45 ± 7,22	78	104
WISE_H (km/h)	83,38 ± 7,01	74	95	86,20 ± 7,23	73	98
KG (n=8)						
SPRINT (s)	3,14 ± 0,16	2,95	3,37	3,13 ± 0,21	2,77	3,31
T-TEST (s)	10,50 ± 0,98	9,55	12,22	10,51 ± 0,87	9,42	11,56
ÜL_HÜ (cm)	37,70 ± 5,14	29,40	44	38,88 ± 5,84	33,30	48,50
KÜK_HÜ (cm)	36,59 ± 5,07	30,20	42,40	37,14 ± 4,95	31,90	44,70
TPALL_I (m)	7,47 ± 1,37	5,75	9,30	7,18 ± 1,19	6,30	9,10
TPALL_S (m)	8,13 ± 1,17	6,80	10,15	8,13 ± 1,46	6,80	10,20
WISE_IH (km/h)	88,14 ± 6,57	74	93	87,50 ± 8,02	79	102
WISE_H (km/h)	82,57 ± 6,35	74	89	83,20 ± 7,62	71	98

Tabelis 4 on välja toodud võistlushooajal tehtud motoorse võimekuse testide näitajad. Eksperimentaalgrupil jäi kahe testimise (T3 ja T4) vahele 3-nädalane kiirusliku jõu treeningperiood. Tulemustest on näha, et statistiliselt olulisi muutusi pole sel perioodil toimunud. Eksperimentaalgrupi tulemustes oli trend paremusele t-testis (T_TEST), istudes topispalliviskes (TPALL_I) ning hüppega viskekiiruse testis (WISE_H). Kõikides teiste testide tulemustes oli trend langusele.

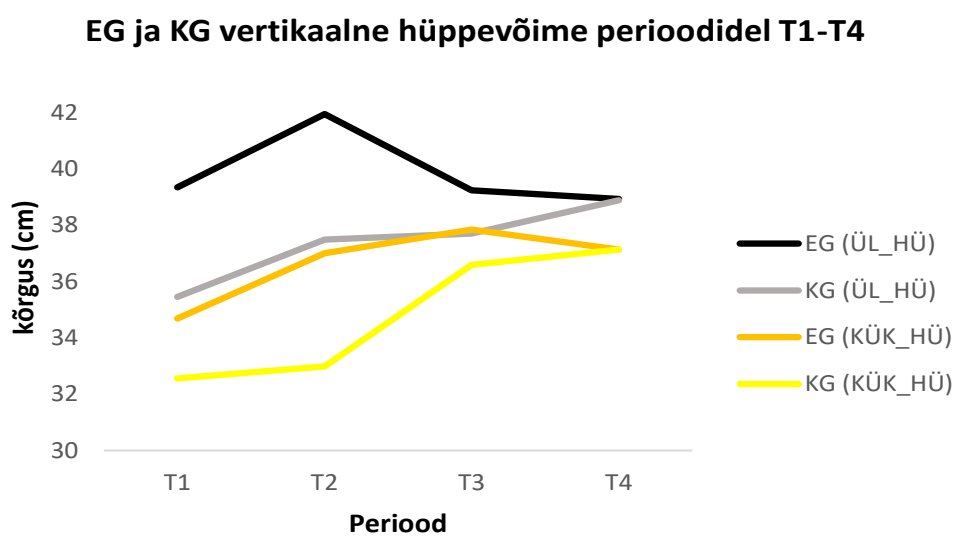
Kontrollgrupil pole samuti tulemused statistiliselt usaldusväärselt muutunud. Langustrendis või samale tasemele on jäänud näitajad 20-meetri sprindis (SPRINT), t-testis (T_TEST), topispalliviske testides (TPALL_I, TPALL_S) ning ilma hüpeta viskekiiruse testis (WISE_IH). Trend tõusule on vertikaalse hüppevõime testide (ÜL_HÜ, KÜK_HÜ) ning hüppega viskekiiruse testi (WISE_H) tulemustes. Gruppide omavahelises võrdluses statistiliselt usaldusväärsed erinevused puuduvad.

4.3. Eksperimentaal –ja kontrollgrupi motoorse võimekuse võrdlus ettevalmistusperioodi alguses ja võistlusperioodi lõpus

Joonistel 1-5 on esitatud eksperimentaal (EG) –ja kontrollgrupi (KG) motoorse võimekuse keskmiste näitajate muutused kogu ettevalmistus - võistlushooaja lõikes (\bar{X}).

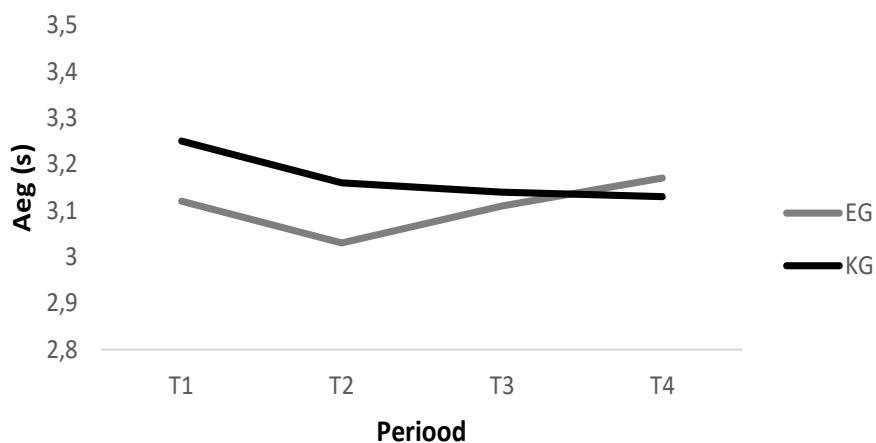


Joonis 1. Viskekiiruse keskmiste näitajate muutused perioodidel T1-T4.



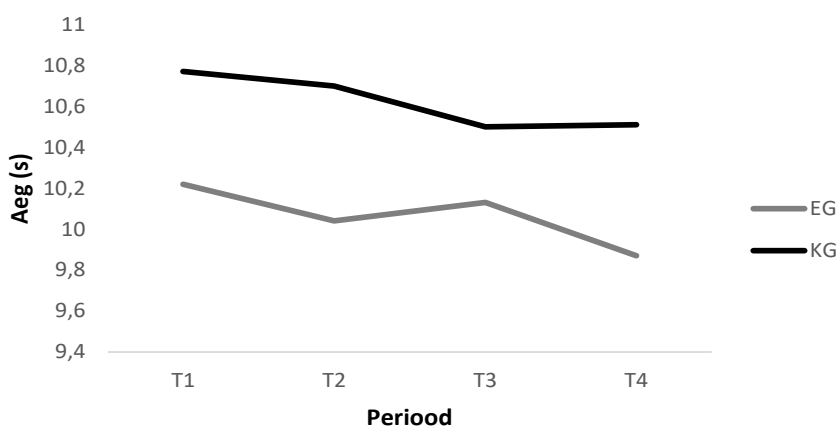
Joonis 2. Hüppevõime keskmiste näitajate muutused perioodidel T1-T4.

EG ja KG 20m sprint perioodidel T1-T4



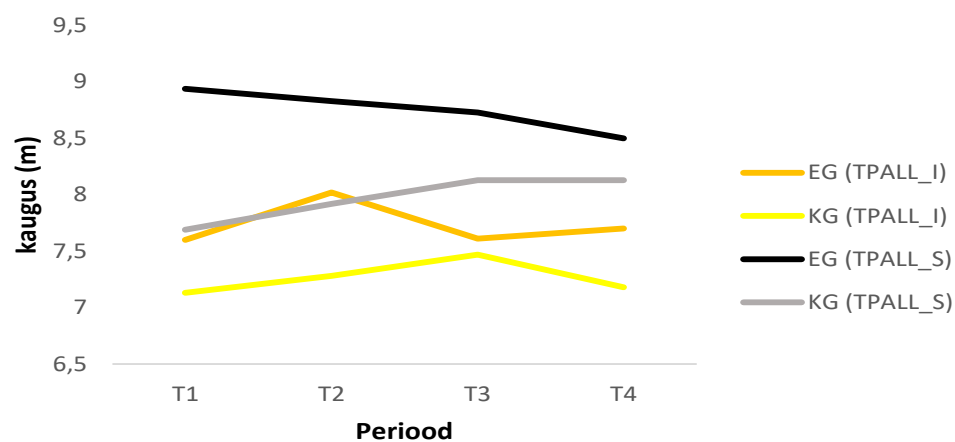
Joonis 3. 20m sprindi keskmiste näitajate muutused perioodidel T1-T4.

EG ja KG t-test perioodidel T1-T4



Joonis 4. T-testi keskmiste näitajate muutused perioodidel T1-T4.

EG ja KG topispallivise perioodidel T1-T4



Joonis 5. Topispalliviske keskmiste näitajate muutused perioodidel T1-T4.

Joonistel 1-5 on esitatud tulemused ettevalmistusperioodi algusest (T1) kuni võistlushooaja lõpuni (T4), et hinnata vaatlusaluste kehaliste võimete muutusi 9-kuulise võistlusperioodi jooksul. Tulemustest selgub, et eksperimentaalgrupi tulemustes on trend langusele nii viskekiiruse ja topispalliviske testides ning 20m sprindi testis. Tulemuste tõusutrend on vaid t-testis ja kükist üleshüppe testis. Statistiliselt usaldusväärsed seosed tulemuste vahel puuduvad.

Kontrollgrupi puhul on tulemuste langusetrend vaid viskekiiruse testides ja istes topispalliviske testis. Ülejäänud testide tulemused on tõusutrendis, kuid statistiliselt usaldusväärsed seosed puuduvad.

4.4. Motoorse ja erialase motoorse võimekuse testide omavahelised seosed

Tabelis 6 on välja toodud motoorse võimekuse testide omavahelised seosed.

Tabel 6. Kiirus-jõualaste ja erialaste motoorse võimekuse näitajate omavahelised seosed (r).

	SPRINT	T_TEST	ÜL_HÜ	KÜK_HÜ	TPALL_I	TPALL_S	WISE_IH	WISE_H
SPRINT	1							
T_TEST	0,72*	1						
ÜL_HÜ	-0,64*	-0,63*	1					
KÜK_HÜ	-0,8*	-0,66*	0,9*	1				
TPALL_I	-0,11	-0,22	0,43	0,37	1			
TPALL_S	-0,13	-0,15	0,46	0,34	0,93*	1		
WISE_IH	-0,42	-0,5	0,50	0,48	0,49	0,52*	1	
WISE_H	-0,36	-0,34	0,65*	0,55*	0,54*	0,71*	0,8*	1

*- p<0,05

Tabelis 6 on esitatud näitajate korrelatiivsed seosed. Tugevas omavahelises seoses on kiiruslike võimete testid (SPRINT ja T_TEST), mille korrelatsioonikordaja on 0,72 (p=0,002). Samuti ka vertikaalse hüppevõime testid (ÜL_HÜ ja KÜK_HÜ), mille korrelatsioonikordaja on 0,90 (p<0,001). Lisaks ülakeha plahvatusliku jõu testid, mille puhul topispalliviske seistes ja istudes (TPALL_S ja TPALL_I) variatsioonide vahel on korrelatsioonikordaja 0,93 (p<0,001) ning viskekiiruse näitajate vahel, mille puhul hüppega ja ilma hüppeta (WISE_H ja WISE_IH) viske puhul on kordaja tulemus 0,80 (p<0,001). Keskmise omavaheline seos (r=0,65; p=0,01) on hüppelt viskekiiruse (WISE_H) ja allalaskumisega üleshüppe (ÜL_HÜ) vahel. Ülejäänud mootorsete näitajate vahelised seosed on kas nõrgad või väga nõrgad.

5. TULEMUSTE ARUTELU

5.1. Vaatlusaluste kiirus- jõualased näitajad võrdluses varasemate uuringutega

Kuigi valdav osa käsipalli liigutustegevusest on kõndimine või aeglane jooks, siis lühikesed, 15-30 meetrised kiirendused koos pidurduste, hüpete ja suunamuutustega määravad võistkonna edukuse. Kiirenduse ja tippkiiruse arendamine loob eeliseid nii üleminekul kaitse olukorrast ründesse, kiirrünnakul ning positsioonirünnakul vabade viskepositsioonide loomisel (Michalsik, 2018).

Iacono et al. (2015) uuringu tulemustest selgus, et eliittasemel Iisraeli käsipalluri 20-meetri paigalt stardiga sprindiaeg jäi vahemikku 2,75-2,81 sekundit. Käesolevas uuringus osalenud HC Kehra käsipallurite keskmine tulemus oli nõrgem, jäädes läbivalt hooaja jooksul vahemikku 3,10-3,18 sekundit. Võttes aluseks vaid eksperimentaalgrupi tulemused, siis oli parim keskmine 20-meetri sprindi tulemus 3,03 sekundit (tabel 3), jäädes Iacono et al. (2015) uuringus osalenud käsipalluritele alla ligikaudu 0,2 sekundit. Tasub märkida, et väljatoodud uuringus osalenud käsipallurid treenisid 8-nädala jooksul spetsiifiliselt vaid sprindikiirust. Käesoleva uuringu vaatlusaluste pikim spetsiaalne treeningperiood oli 6-nädalat ning arendati laiemalt nii üla – kui alakeha kiiruslikku jõudu. Seega ei saa konkreetseid paralleele uuringutes toimunud võimete arengus omavahelises võrdluses välja tuua.

Võrreldes HC Kehra käsipallurite tulemusi uuringuga, kus puudus spetsiifiline treeningsekkumine, siis Haugen et al. (2014) tulemustest järeldub, et Norra eliittaseme keskmine 20-meetri paigalt stardiga tulemus jäi vahemikku 2,77-2,96 sekundit. Sealjuures kiiremad tulemused on sooritatud ääremängijate poolt ning aeglasemad olid väravavahtide tulemused. Käesoleva uuringu prima tulemuse tegi samuti ääremängija (2,77 sekundit, T4), mis on võrreldav Norra tippääremängijatega. Võistkonna keskmine tulemus läbi hooaja on siiski selgelt kehvem kui Norra eliitkäsipallurite tulemused.

HC Kehra käsipallurite tulemused on võrreldavad Ortega-Becerra et al. (2018) tulemustega, kus Hispaania käsipalliklubi eliittasemel käsipallurite (n=13) 20-meetri sprindi tulemus oli hooaja ettevalmistusfaasi lõpus 3,14 sekundit, jäädes sarnasesse vahemikku antud uuringu vaatlusalustega. Sarnaselt Haugen et al. (2015) uuringuga puudus nimetatud uuringus spetsiaalne treeningsekkumine. Sealjuures on teadmata, millisel tasemel on uuringus osalenud klubi Hispaania kõrgliigas, kuid nädalaste treeningmahtude alusel (9 treeningut ja 1 ametlik mäng) on tegemist kõrgel tasemel meeskonnaga.

T-testi kasutati antud uurimistöös eesmärgiga selgitada mängijate kiiruslikud omadused koos erisuunalise liikumisega. Nimetatud testi ning selle variatsioone on varasemates võistkonnaspordi uuringutes palju kasutatud, kuna see jäljendab suurel kiirusel tehtavaid suunamuutusi, mis on võistkonnaspordis tavapärased (Fessi et al., 2016; Bilge et al., 2020; Ishak et al., 2022). Ühtlasi on leitud, et t-test on kõrge reliaablusega, mis hindab alajäsemete kiirust, võimsust ja väledust ning eristab eri tasemel sportlasi (Pauole et al., 2000). Lisaks on t-test efektiivne viis leidmaks ka väikeseid muutusi sportlase võimekuses, tänu millele saab tulemuslikumalt treeningprogramme üles ehitada (Pavlovic et al., 2017).

Kuna t-testi puhul kasutatakse hulgaliselt modifitseeritud variante, siis otseseid võrdlusi antud uurimistöös katsealuste ja varasemate uuringute vahel on vähe. Taani meeste käsipallikoondis läbis enne 2016. aasta Rio olümpiamänge 8-nädalase treeningprogrammi, kus mängijaid mõõdeti muuhulgas ka t-testis (Kvorning et al., 2017). Keskmine tulemus pärast treeningprogrammi läbimist oli 8,17 sekundit, mis võrreldes HC Kehra vaatlusalustega oli peaaegu 2 sekundit parem. Taani mängijate puhul on tegemist maailma parimate käsipalluritega ning võrdlus toob hästi esile tasemevahe. Käesoleva uurimuse parim t-testi tulemus oli 9,40 sekundit (tabel 4), jäädes endiselt selgelt Taani käsipalluritele alla. Tasub siiski lisada, et Taani käsipallurite puhul kasutati t-testi variatsiooni, kus liikumisvahemaad on lühemad – 10m+5m+10m+5m+10m asemel kasutati 9,14m+4,57m+9,14m+4,57m+9,14m. Fessi et al. (2016) uurisid pool –ja täisprofessionaalsete jalgpallurite, käsipallurite ja ragbimängijate t-testi tulemusi, kus vaatlusalused sooritasid kokku seitse katset 25 sekundiliste vahedega, hinnates seejuures ka väsimuse kuhjumist. Keskmine parima katse tulemus spordialade peale kokku oli 10.3±0,8 sekundit, mis on veidi madalam võrreldes antud uurimistöös katsealustega, kus eksperimentaalgrupi keskmised tulemused jäid vahemikku 9,87-10,22 sekundit.

HC Kehra käsipallurite alajäsemete plahvatusliku jõu hindamiseks kasutati kahte hüppevõime testi – paigalt üleshüpe (ÜL_HÜ) ja paigalt kükist üleshüpe (KÜK_HÜ), mida on laialdaselt varasemates uuringutes kasutatud (Chelly et al., 2014; Pereira et al., 2018; Mazurek et al., 2018). Keskmiselt parim tulemus paigalt üleshüppel jäi eksperimentaalgrupil ettevalmistusperioodi lõppu (tabel 3, T2), kui tulemuseks saadi 41,95cm. Tulemus on madalam Poola professionaalsete käsipallurite omast (47 cm), kus sarnaselt käesoleva uuringu katsealustega läbiti kiirusliku jõu treeningprogramm, kuid seda 5-nädala jooksul (Mazurek et al., 2018). Samas sooritasid võrdluse all oleva uuringu vaatlusalused üleshüppel käte hoogu, mis selgitab kahe grupi tulemuste suuremat vahe. Samas uuringus teostati ka käed puusal kükist üleshüpe, kus pärast treeningperioodi lõppu oli keskmine tulemus 40cm. HC Kehra eksperimentaalgrupi keskmine tulemus pärast treeningperioodi lõppu oli 37cm. Chelly et al.

(2014) teostasid U18 vanusegrupi koondisemängijatele 8-nädalase plüomeetriliste harjutustega treeningprogrammi, kus eksperimentaalgrupi mängijate kükist ja paigalt üleshüppe tulemused olid teistkordsel mõõtmisel vastavalt 44 ja 46cm. Taaskord on käesoleva uurimistöö eksperimentaalgrupi keskmised tulemused selgelt madalamad. Ühtlasi tuleb väljatoodud uuringutest ning ka käesolevast uuringust välja see, et parima vertikaalse hüppevõimega mängijad on ääremängijad.

Topispallivise on samuti levinud meetod hindamaks käsipallurite ülajäsemete plahvatuslikku jõudu. Sarnaselt t-testile, on ka topispalliviske puhul hulgaliselt variatsioone ning seoses sellega on käesoleva uuringuga sarnaseid teste vähe. Kasutatakse nii üle pea kahe käega viset, istudes viset, ühe käega viset ja tõuget, rinnalt viset, selja taha üle pea viset ja teisi variatsioone (Visnapuu & Jürimäe, 2009; Ignjatovic et al., 2012). Rivilla-García et al. (2011) teostasid sarnaselt käesoleva uuringuga samuti üle pea kahe käega topispalliviske testi. Väljatoodud uuringu puhul oli kasutuses 1kg kergem topispall (3kg). Uuringus osalenud Hispaania eliitaseme käsipallurite keskmine tulemus oli $10.61 \pm 1.58m$, mis võrdluses HC Kehra käsipallurite parima keskmise tulemusega (8,94m, tabel 3) on peaaegu 2 meetrit parem. Kuna topispallide raskus oli erinev, siis uuringuid ei saa üheselt võrrelda. Sarnaselt Rivilla-Garcia et al. (2011) uuringule võib siiski välja tuua, et parimad tulemused olid sarnaselt HC Kehra käsipalluritega taga –ja joonemängijatel. Kuigi Decleve et al. (2020) toovad oma uuringus välja, et istudes rinnalt kahe käega topispallivise on väärtuslik meetod hindamaks käsipallurite ülakeha jõudu, siis sama meetodikaga ning samal tasemel katsealustega uuringuid on vähe. Eestis on varasemalt teostatud uuringuid, kus vaatlusalused sooritavad istes topispalliviske domineeriva ja/või mittedomineeriva käega, hindamaks kahe käe jõuvõimete erinevusi (Karuauk, 2008; Veber 2013).

Viskekiiruse mõõtmisel pidas antud uurimistöö autor uuringu planeerimisel oluliseks mitte ainult kiirust, vaid ka täpsust. Sel põhjusel pidid uurimistöö katsealused viskama käsipalli maksimaalse kiirusega värava ülemisse paremasse või vasakusse nurka ($1m^2$ ala). Garcia et al. (2013) uuringust selgub, et viskekiiruse tõusule või langusele ei järgne tingimata visketäpsuse tõus ja langus. Samuti pole täpsus suurematel viskekiirustel madalam ning visketäpsus ei parane ka siis, kui viskekiirused olid märgatavalt madalamad (Garcia et al., 2013). Antud uurimistöö vaatlusaluste näitel on näha, et hooaja lõikes on eksperimentaalgrupil igal testperioodil viskekiirus langenud (joonis 1). Erand on vaid T4, kui hüppelt vise on veidi parem kui eelmisel mõõtmisel. Autori hinnangul on tulemuste langus üllatav, kuna hooaja dünaamikat arvestades ning visketreeningute olulisuse kasv üheskoos mängude arvu kasvuga võis eeldada vastupidist tulemust. Languse põhjus võib olla hooaja dünaamikas, kus mängijate üldine koormus –ja

väsimusaste (nii füüsiline kui mentaalne) on kõrgem. Täpseid põhjuseid on keeruline välja tuua, kuna samalaadseid tervet võistlushooaega läbivaid uuringuid, antud uurimistöö autor ei leidnud. Välja võib tuua aga selle, et ühel treeningkorral kuhjunud füüsiline väsimus mõjutab oluliselt nii mängijate viskekiirust –kui täpsust (Nuño et al., 2018). Sama tendents kehtib ka mentaalse väsimuse kohta – mida suurem on mentaalse väsimuse aste, seda madalam on viskekiirus –ja täpsus (Jalalifar et al., 2023).

Pueo et al. (2023) uurisid 2020. aasta Euroopa meistrivõistlustel osalevate meeskäsi­pallurite viskekiirusi, mille tulemustest selgub, et suurimad keskmised viskekiirused mängusituatsioonides, mis on saadud tagamängijate poolt, ulatuvad kohati üle 100 km/h (28m/s). Wagner et al. (2010) uuringus osalenud eliitkäsi­pallurite hüppelt viskekiirused jäid aga keskmiselt 80 km/h juurde. Võrreldes HC Kehra käsi­pallurite keskmisi tulemusi, siis selgub, et hüppelt vise ettevalmistusperioodi lõpus oli 87 km/h (tabel 3), mis on Wagner et al. (2010) uuringus osalenud käsi­palluritest oluliselt parem. Kuigi Pueo et al. (2023) uuringus pole eraldi välja toodud hüppega ja ilma hüppeta viske kiirused, võib siiski välja tuua, et 2020. aasta Euroopa meistrivõistlustel osalenud eliitmängijad on keskmiselt suurema viskekiirusega, sest parimad HC Kehra mängijate tulemused eksperimentaalgrupil ulatusid keskmiselt 96 km/h (ilma hüppeta vise). Kuigi vahe on väike, siis tõenäoliselt oleks Pueo et al. (2023) uuringu viskekiirused suuremad, kui arvestatud oleks vaid ilma hüppeta viset, mis tänu kontaktile maapinnaga ning paremale jõu ülekandele annab suurema viskekiiruse (Fadhloun et al., 2011). HC Kehra mängijate tulemused on paremad ka kui Horvaatia meesjuuniorite võistkond, kes samadel meetoditel sai tulemuseks ligi 93 km/h (Vuleta, 2010). Vastupidiselt käesoleva uurimuse tulemustele toovad Gorostiaga et al. (2005) oma uurimustöös välja, et võistlushooaja jooksul paranes eliittasemel käsi­pallurite viskekiirus (üle 6%), kuid sarnaselt ka käesoleva töö tulemustele jäid muutumatuks mängijate kiirus-jõualased näitajad.

5.2. Eksperimentaal –ja kontrollgrupi kiirus-jõualaste näitajate võrdlus

Antud uuringust selgus, et eksperimentaal –ja kontrollgrupi võrdluses on keskmiste näitajate järgi paremad tulemused kiirus –ja jõualastes testides kogu hooaja lõikes eksperimentaalgrupil, kuid statistiliselt usaldusväärne vahe on vaid t-testi (T_TEST) tulemustes T1 ja T2 perioodidel. Samas oli t-testi statistiliselt usaldusväärne vahe gruppide vahel ilmne juba enne eksperimentaalgrupi treeningperioodi algust, mistõttu on keeruline välja tuua selle mõju. Selgemalt on näha, et keskmised tulemused eksperimentaalgrupi kasuks on enne ja pärast hooaja ettevalmistavat perioodi, kuid võistlushooajal on tulemuste vahe juba võrdsem, või isegi

mõnel juhul paremad kontrollgrupi poole (T4 – SPRINT, KÜK_HÜ). Autori hinnangul võisid käesoleva uuringu treeningperioodide pikkused olla liiga lühikesed, et statistiliselt usaldusväärseid muutusi esile kutsuda. Vaadates teisi, sarnase metoodikaga uuringuid, siis selgub, et minimaalne treeningperiood võiks olla 8 nädalat, kus statistiliselt usaldusväärne muutus võiks esineda (Chelly et al., 2014; Spieszny & Zubik, 2018; Aloui et al., 2020; Chaabene et al., 2021). Seda kinnitab ka Mazurek et al. (2018) uuring, kus 5-nädalane periood ei toonud esile ühtegi statistiliselt olulist tulemust. Slimani et al. (2016) lisavad, et lühem treeningperiood (alates 4 nädalat) võib tõenäoliselt usaldusväärseid muutusi esile tuua laste ja nooruki eas sportlaste seas, kuid juba 6-7 nädalane periood eliittasemel sportlastele jääb muutuste esiletoomiseks liiga lühikeseks. Samas toovad autorid välja, et efektiivse tulemuse võivad anda ka lühemad treeningprogrammid, kus harjutuste kavandamisel on arvestatud mitmekülgset ja mitmesuunalist hüppeid ja liikumisi ning treeningu intensiivsust, vastandudes ühekülgsemale treeningule. Antud uuringu treeningprogramm oli autori hinnangul pigem mitmekülgne ning rõhutas mitmekülgset kiirusliku jõu arengut. Käesoleva uuringu vaatlusaluste üldine koormus on seoses treeningmahtude ning ametlike mängude ja kontrollturniiridega kõrgel tasemel, mistõttu kiirus-jõualane treeningprogramm oli üles ehitatud mittelineaarsel lainetava (*undulating non-linear*) meetodil, kus treeningute intensiivsustase oli nädala lõikes kõikuv. Taoline treeningprogramm on mõeldud eelkõige kõrge tasemega sportlastele ning meeskonnaspordialadele, kus võistlushooaeg kestab pikema perioodi (Gamble 2012; Monteiro et al. 2009 järgi). Siiski oli käesoleva uuringu ainus statistiliselt oluline muutus vaid t-testi (T_TEST) tulemustes, mille puhul eksperimentaalgrupi tulemused olid paremad ettevalmistusperioodi alguses ja lõpus.

Võistlusperioodi treeningprogramm ei toonud esile ühtegi statistiliselt olulist muutust nii gruppide siseselt kui ka kahe grupi omavahelises võrdluses. Ühtlasi on näha, et võistlusperioodil sooritatud treeningprogramm, antud uuringu kontekstis, pigem viis mängijate tulemuste langustrendile. Langustrendis või samale tasemele on jäänud enamus testide tulemusi. Põhjuseks võib olla lühem treeningperiood, mängukoormuse tõus, mängijate füüsiline ja emotsionaalne väsimus ning taktikaliste pallitreeningute olulisuse kasv. Samuti tuleb arvestada ka üldist hooaja ülesehituse dünaamikat, kus võistlushooaja jooksul on ka meeste -ja järelkasvukoondise treeninglaagrid. Lisaks koondiste esindamisele on HC Kehra esindusmeeskonnas ka duubelmeeskonna mängijaid. Arvestades väljatoodud aspekte, on võistlushooajal mängijate koormuse tase (mängu -ja treeningkoormus) väga varieeruv ning võis mõjutada ka antud uuringu tulemusi.

5.3. Vaatlusaluste kiirus –jõualaste näitajate omavahelised seosed

Tabel 6 näitab kiirus-jõualaseid omavahelisi seoseid, kus korrelatsioonikordaja (r) vahemik 0,51-0,60 tähistab näitajate vahelist nõrka seost, 0,61-0,70 tähistab keskmist seost ning $\geq 0,71$ tähistab tugevat seost. Oodatult on tugevad seosed kehalise võimekuse testidel, kus tegemist on sama testi variatsiooniga. Seega on tugev seos nii vertikaalse hüppevõime testides (KÜK_HÜ ja ÜL_HÜ; $r=0,90$; $p<0,001$), topispalliviske testides (TPALL_I ja TPALL_S; $r=0,93$; $p<0,001$) ning viskekiiruse testides (VISE_IH ja VISE_H; $r=0,80$; $p<0,001$). 20m sprindi (SPRINT) ja t-testi (T_TEST) omavaheline tugev seos ($r=0,72$; $p<0,01$) on samuti mõistetav, kuna füüsilised eeldused on mõlemal testil sarnased. Tulemustest võib järeldada, et ka treeningprotsessis on soovitatav arendada kehalisi võimeid võimalikult mitmekülgset, et sportlase areng liiguks soovitud suunas.

Samuti on tugevas omavahelises seoses ($r=0,71$; $p<0,01$) seistes topispalliviske (TPALL_S) ja hüppelt viske väravasse (VISE_H). Ka Fadhloun et al. (2011) uuringus oli samuti omavahelises tugevas seoses õla rotaatorlihaste isokineetiline jõud (liigutustegevus üle pea topispalliviske puhul) ning mängija hüppelt viskekiirus. Ilma hüppeta viske puhul on tänu kontaktile maapinnaga efektiivsemalt kaasatud alajäsemete jõud ja ülakeha roteerumine, mis kombineeritult võib suurendada palli viskekiirust. Hüppelt viske puhul, kui mängija on õhus, on keerulisem siduda omavahel alajäsemete jõudu ja ülakeha roteerumist ning viskekiiruse tulemused võivad olla madalamad (Fadhloun et al., 2011). Seda näitavad ka antud uuringu tulemused, kus olenemata grupist on ilma hüppeta käsipalliviske keskmised näitajad paremad kui hüppega viske puhul, kuid mitte statistiliselt usaldusväärset. Ka teised viskekiiruse ja ülakeha jõu näitajad on omavahelises positiivses korrelatsioonis. Korrelatsioonikordaja ilma hüppeta viskekiiruse (VISE_IH) ja istudes topispalliviske (TPALL_I) vahel on 0,49 ning seistes topispalliviske (TPALL_S) puhul on kordaja 0,52. Hüppelt viskekiiruse (VISE_H) testi puhul on positiivne korrelatsioonikordaja istudes topispalliviskega (TPALL_I) 0,54 ($p<0,05$).

Sama tendents kandub üle ka alakeha jõule, kus viskekiiruse testide tulemused korreleeruvad vertikaalse üleshüppe testide tulemustega. Ilma hüppeta viske (VISE_IH) puhul on korrelatsioonikordaja seoses paigalt üleshüppega (ÜL_HÜ) 0,50 ning kükit üleshüppega (KÜK_HÜ) on tulemus 0,48. Hüppega viske (VISE_H) puhul on seosed tugevamad – vastavalt 0,65 (ÜL_HÜ; $p<0,01$) ja 0,55 (KÜK_HÜ; $p<0,05$). Ka varasemates uuringutes on välja toodud sarnased tulemused, kus viskekiirus korreleerub üla –ja alakeha jõuga (Granados et al., 2007; Singh & Ram, 2013). Tulemus näitab, et viskekiiruse suurendamiseks on oluline treeningprotsessis tähelepanu pöörata ülakeha ja õlavöötme jõu arendamisele.

Negatiivne korrelatsioon oli kiiruslike testide ja vertikaalse üleshüppe testide vahel. 20 meetri sprindi (SPRINT) ning paigalt üleshüppe (ÜL_HÜ) puhul oli negatiivne korrelatsioonikordaja $-0,64$ ($p < 0,05$). Paigalt üleshüppe (ÜL_HÜ) ja t-testi (T_TEST) tulemus oli $-0,63$ ($p < 0,05$). Kükist üleshüppe (KÜK_HÜ) puhul oli negatiivne korrelatsioonikordaja 20 meetri sprindi (SPRINT) puhul $-0,80$ ($p < 0,001$) ning t-testi (T_TEST) puhul $-0,66$ ($p < 0,05$). Nendest tulemustest saab järeldada, et käsipalluritel treeningutel hüppevõime parandamine viib ka kiiruslike võimete arengule. Seda peaksid käsipallitreenerid järgima oma treeningprogrammide koostamisel.

5.4. Magistritöö tugevused ja piirangud

Uuringu tugevuseks võib pidada uuringu pikkust, tänu millele sai uuringu läbiviija vaatlusaluste kehalisi võimeid hinnata nii hooaja ettevalmistusperioodi järgselt kui ka võistlushooaja siseselt. Tööst saadud tulemused annavad käsipallitreeneritele ülevaate mängijate füüsilisest võimekusest hooaja erinevatel etappidel ning aitavad treeningprotsesside planeerimisel, et mängijate ettevalmistus oleks optimaalne. Lisaks võib töö tugevuseks pidada asjaolu, et terve võistlushooaja jooksul ei olnud ühtegi mängijat vigastustega eemal, välja arvatud üks mängija, kes oli juba hooajaelsel perioodil seoses varasema põlvevigastusega individuaalse treeningprogrammiga seotud. Ette tuli erinevaid väiksemaid vigastusi, mis siiski treeninguid ja võistlusmänge ei seganud.

Töö piiranguks on treeningperioodide pikkused – saadud tulemustest on näha, et 6 -ja 3-nädalane periood on võimalike muutuste esiletoomiseks liiga lühike. Autori hinnangul oli ka valimi suurus selgemate tulemuste esiletoomiseks liiga väike. Esiolguandel andmetel oli planeeritud valimi koguarvuks 20 käsipallurit, kui erinevatel põhjustel oli lõplik valimi suurus 17. Lisaks eelnevale polnud võistlushooaja sisesel treeningperioodil mängijate treeningud ja koormused homogeensed, va. perioodil, kui mängijad läbisid käesoleva uuringu 3-nädalase treeningperioodi. See võis samuti mõjutada antud uurimistöö tulemusi.

Tööst saadud tulemused on autori hinnangul käsipalli arendamisel Eestis olulised ning samalaadset uuringut võiks tulevikus, võttes arvesse käesoleva töö puudusi, edasi uurida. Eelkõige peab autor silmas treeningperioodide pikkuse ning valimi suurendamist. Samuti oleks kasulik eraldi analüüsida ka mängijate positsioonilisi erinevusi, kuna füüsilised eeldused igale mängupositsioonile on erinevad ning saadud tulemused aitavad treeninguid paremini ette valmistada. Väärtust lisaks veel ka kehakoostise parameetrite analüüs, hindamaks nende seoseid kiirusliku jõu treeningute erinevatel hooajaetappidel.

6. JÄRELDUSED

1. HC Kehra käsipallurite kiirus-jõualaste võimete tase jääb enamasti alla Euroopa tippkäsipallurite tasemele, võrdsemad on mängijate kiiruslikud võimed.
2. Hooaja ettevalmistavas faasis läbi viidud 6-nädalane kiirusliku jõu arendamise treeningperiood ei tõstnud käsipallurite kiirus-jõualaste võimete taset.
3. Kolmenädalane võistlushooajal toimunud kiirusliku jõu arendamise treeningperiood ei parandanud käsipallurite kiirus-jõualasteid võimeid.
4. Käsipallurite ala- ja ülakeha kiirusliku jõu tase on positiivses korrelatsioonis viskekiirusega.
5. Käsipallurite hüppevõime tase on positiivses korrelatsioonis mängijate kiiruslike võimete tasemega.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Aloui, G., Hermassi, S., Hammami, M., Cherni, Y., Gaamouri, N., Shephard, R. J., van den Tillaar, R., & Chelly, M. S. (2020). Effects of elastic band based plyometric exercise on explosive muscular performance and change of direction abilities of male team handball players. *Frontiers in Physiology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.604983>.
2. Asadi, A., Arazi, H., Young, W. B., & de Villarreal, E. S. (2016). The effects of plyometric training on change-of-direction ability: A meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 563–573. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0694>.
3. Bilge, M., Caglar, E., & Saavedra, J. M. (2020). The roles of some agility performance parameters on the linear, single sprint skills of young male basketball and handball players. *Progress in Nutrition*, 22, 72–79. <https://doi.org/10.23751/pn.v22i1-S.9788>.
4. Chaabene, H., Negra, Y., Moran, J., Prieske, O., Sammoud, S., Ramirez-Campillo, R., & Granacher, U. (2021). Plyometric training improves not only measures of linear speed, power, and change-of-direction speed but also repeated sprint ability in young female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(8), 2230–2235. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003128>.
5. Chelly, M. S., Hermassi, S., Aouadi, R., & Shephard, R. J. (2014). Effects of 8-week in-season plyometric training on Upper and lower limb performance of elite adolescent handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1401–1410. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000279>.
6. Chu, D. A., & Myer, G. D. (2013b). *Plyometrics* (1st ed.). Human Kinetics.
7. Declève, P., Van Cant, J., De Buck, E., Van Doren, J., Verkouille, J., & Cools, A. M. (2020). The self-assessment corner for shoulder strength: Reliability, validity, and correlations with upper extremity physical performance tests. *Journal of Athletic Training*, 55(4), 350–358. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-471-18>.
8. Fadhloun, M., Hermassi, S., & Chelly, M. S. (2011). Relationship between medicine ball explosive power tests, throwing ball velocity and jump performance in team handball players. *Pedagogics Psychology Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports*, 4.

9. Ferrari, W. R., Sarmiento, H., & Vaz, V. (2019). Match Analysis in handball: A systematic review. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 8(2), 63–76. <https://doi.org/10.26773/mjssm.190909>.
10. Fessi, M., Makni, E., Jemni, M., Elloumi, M., Padulo, J., Nabli, M., Chamari, K., & Moalla, W. (2016). Reliability and criterion-related validity of a new repeated agility test. *Biology of Sport*, 33(2), 159–164. <https://doi.org/10.5604/20831862.1198635>.
11. Gamble, P. (2011). The ‘stretch-shortening cycle’ during locomotion. In *Training for Sports Speed and Agility: An Evidence-Based Approach* (pp. 9–10). Routledge.
12. Gamble, P. (2012). Planning and scheduling. In *Training for sports speed and agility: An evidence-based approach* (pp. 160–160). Routledge.
13. García, J. A., Sabido, R., Barbado, D., & Moreno, F. J. (2013). Analysis of the relation between throwing speed and throwing accuracy in team-handball according to instruction. *European Journal of Sport Science*, 13(2), 149–154. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.606835>.
14. Georgescu, A., Varzaru, C., & Rizescu, C. (2019). Improving speed to handball players. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*, 11(1), 73. <https://doi.org/10.18662/rrem/97>.
15. Gorostiaga, E., Granados, C., Ibanez, J., Gonzalez-Badillo, J., & Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(2), 357–366. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000184586.74398.03>.
16. Granados, C., Izquierdo, M., Ibañez, J., Bonnbau, H., & Gorostiaga, E. (2007). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(10), 860–867. <https://doi.org/10.1055/s-2007-964989>.
17. Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2014). Physical and physiological characteristics of male handball players: influence of playing position and competitive level. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/268109709>.
18. Hermassi, S., Ghaith, A., Schwesig, R., Shephard, R. J., & Souhail Chelly, M. (2019). Effects of short-term resistance training and tapering on maximal strength, peak power, throwing ball velocity, and sprint performance in handball players. *PLOS ONE*, 14(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214827>.

19. Horníková, H., & Zemková, E. (2021). Relationship between Physical Factors and Change of Direction Speed in Team Sports. *Applied Sciences*, 11(2), 655. <https://doi.org/10.3390/app11020655>.
20. Iacono, A. D., Eliakim, A., & Meckel, Y. (2015). Improving fitness of elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(3), 835–843. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000686>.
21. Ignjatovic, A. M., Markovic, Z. M., & Radovanovic, D. S. (2012). Effects of 12-week medicine ball training on muscle strength and power in young female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2166–2173. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31823c477e>.
22. International Handball Federation. (2022). In IX. Rules of the Game a) Indoor Handball (1st ed., pp. 18–33).
23. Ingebrigtsen, J., Jeffreys, I., & Rodahl, S. (2013). Physical characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 302–309. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318254899f>.
24. Ishak, A., Wong, F. Y., Seurot, A., Cocking, S., & Pullinger, S. A. (2022). The influence of recovery period following a pre-load stimulus on physical performance measures in handball players. *PLOS ONE*, 17(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249969>.
25. Jalalifar, N., Pashabadi, A., & Mohammadi, F. (2023). The Effect of Different Levels of Mental Fatigue on the Performance of Throwing of Skilled Handball Players. *International Journal of Motor Control and Learning (IJMCL)*, 4 (4), 7–12. <https://doi.org/10.52547/ijmcl.4.4.6>.
26. Karcher, C., & Buchheit, M. (2017). Shooting performance and fly time in highly trained wing handball players: Not everything is as it seems. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(3), 322–328. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0055>.
27. Karuauk, K. (2008). Kõrge meisterlikkusega noorkäsipallurite mänguliste näitajate seosed kehaehituslike iseärasuste ja motoorse võimekusega. Magistritöö. Tartu: Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskond.
28. Kvorning, T., Hansen, M. R. B., & Jensen, K. (2017). Strength and conditioning training by the Danish national handball team before an olympic tournament. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1759–1765. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001927>.
29. Maćkała, K., & Fostiak, M. (2015). Acute effects of plyometric intervention—performance improvement and related changes in sprinting gait variability. *Journal of*

- Strength and Conditioning Research, 29(7), 1956–1965.
<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000853>.
30. Marques MC. In-season strength and power training for professional Male team handball players. *Strength Cond J* 2010; 32, 5:74-81. doi: 10.1519/SSC.0b013e3181fbec32.
31. Mazurek, K., Zmijewski, P., Makaruk, H., Mróz, A., Czajkowska, A., Witek, K., Bodasiński, S., & Lipińska, P. (2018). Effects of short-term plyometric training on physical performance in male handball players. *Journal of Human Kinetics*, 63(1), 137–148. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0014>.
32. McGhie, D., Østerås, S., Ettema, G., Paulsen, G., & Sandbakk, Ø. (2020). Strength determinants of jump height in the jump throw movement in women handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(10), 2937–2946. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002684>.
33. Michalsik, L. B. (2018). On-court physical demands and physiological aspects in elite team handball. *Handball Sports Medicine*, 15–33. https://doi.org/10.1007/978-3-662-55892-8_2.
34. Nikolaidis, P. T., & Ingebrigtsen, J. (2013). Physical and physiological characteristics of elite male handball players from teams with a different ranking. *Journal of Human Kinetics*, 38, 115–124. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0051>.
35. Nuño, A., Chiroso, I. J., van den Tillaar, R., Guisado, R., Martín, I., Martínez, I., & Chiroso, L. J. (2016). Effects of fatigue on throwing performance in experienced team handball players. *Journal of Human Kinetics*, 54(1), 103–113. <https://doi.org/10.1515/hukin-2016-0039>.
36. Ortega-Becerra, M., Pareja-Blanco, F., Jiménez-Reyes, P., Cuadrado-Peñafiel, V., & González-Badillo, J. J. (2018). Determinant factors of physical performance and specific throwing in handball players of different ages. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(6), 1778–1786. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002050>.
37. Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 443. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2000\)014<0443:ravott>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2000)014<0443:ravott>2.0.co;2).
38. Pavlovic, L., Stojanovic, E., Aksović, N., Stojiljkovic, N., & Milanović, Z. (2017). Brief Review of the Agility and Change of Direction Speed Testing in Handball. *International Scientific Conference*, 309–316.

39. Pereira, L. A., Nimphius, S., Kobal, R., Kitamura, K., Turisco, L. A. L., Orsi, R. C., Cal Abad, C. C., & Loturco, I. (2018). Relationship between change of direction, speed, and power in male and female National Olympic team handball athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2987–2994. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002494>.
40. Pueo, B., Tortosa-Martínez, J., Chiroso-Rios, L., & Manchado, C. (2023). On-court throwing activity of male handball players during the European Championship 2020. *Biology of Sport*, 40(2), 531–541. <https://doi.org/10.5114/biol sport.2023.116451>.
41. Rousanoglou, E., Noutsos, K., Bayios, I., & Boudolos, K. (2014). Ground reaction forces and throwing performance in elite and novice players in two types of handball shot. *Journal of Human Kinetics*, 40(1), 49–55. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0006>.
42. Singh, K., & Ram, M. (2013). Relationship Between Playing Ability of Handball Players and Motor Fitness Components. *Global Journal For Research Analysis*, 2(9).
43. Spieszny, M., & Zubik, M. (2018). Modification of strength training programs in handball players and its influence on power during the competitive period. *Journal of Human Kinetics*, 63(1), 149–160. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0015>.
44. Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: A Review. *European Journal of Sport Science*, 9(6), 375–386. <https://doi.org/10.1080/17461390903038470>.
45. Wagner, H., Ffusterschmied, J., von Duvillard, SP., Miiller, E. Performance and kinematics of various throwing techniques in team-handball. *J Sports Sci Med* 2011; 10:73-80.
46. Veber. R. (2013). Võistlusspordiga tegelevate naiskorvpallurite, -käsipallurite ja võrkpallurite kehaehituslikud iseärasused ja motoorne võimekus. Magistritöö. Tartu: Tartu Ülikooli kehakultuuriteaduskond.
47. Visnapuu, M., & Jürimäe, T. (2009). Relations of anthropometric parameters with scores on basic and specific motor tasks in young handball players. *Perceptual and Motor Skills*, 108(3), 670–676. <https://doi.org/10.2466/pms.108.3.670-676>.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Roel Pedanik (29.03.1989),

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose
„Kiirusliku jõu arendamise mõju HC Kehra käsipallurite kehalisele võimekusele“,
mille juhendaja on Mehis Viru,
reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Roel Pedanik

15.05.2023