

TARTU ÜLIKOOL

sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Lisanna Liplik

Liigeste hüpermobiilsuse seos alakeha võimsusnäitajatega rühmvõimlejal

**The relation of aesthetic group gymnasts joint hypermobility
and lower body power indicators**

Magistritöö

kehalise kasvatuse ja spordi õppekava

Juhendaja:

PhD M. Arend

Tartu, 2023

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	3
LÜHIÜLEVAADE.....	4
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	6
1.1. Liigeste hüpermobiilsus	6
1.2. Liigeste hüpermobiilsuse hindamine	8
1.3. Hüpermobiilsus noortel võimlejal	9
1.4. Hüpermobiilsuse mõju hüppevõimele	10
1.5. Alakeha võimsuse testid	10
1.5.1. Kükist üleshüpe (SJ)	11
1.5.2. Allaliikumisega üleshüpe ühelt ja kahelt jalalt (CMJ).....	12
1.5.3. Sügavushüpe (DJ)	12
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED.....	13
3. METOODIKA	14
3.1. Vaatlusalused ja uuringu korraldus	14
3.2. Uurimismeetodid	14
3.2.1. Antropomeetrilised mõõtmised	14
3.2.2. Beightoni skaala.....	14
3.2.3. Goniomeetria.....	15
3.2.4. Hüppetestid	16
3.3. Andmete analüüs	17
4. TÖÖ TULEMUSED	18
4.1. Antropomeetrilised mõõtmised	18
4.2. Beightoni skaala.....	18
4.3. Hüppetestid	22
5. ARUTELU.....	27
6. JÄRELDUSED	31
KASUTATUD KIRJANDUS.....	32
LISAD	35
LISA 1: Mõõteandmed Beightoni skoori osas	35
LISA 2: Mõõteandmed hüpete tulemuste osas	36
LISA 3: Beightoni hüpermobiilsuse test.....	37
Autori lihtlitsents	38

KASUTATUD LÜHENDID

CMJ - (ingl. *countermovement jump*) - püstiasendist allaliikumisega üleshüpe

DJ – (ingl. *drop jump*) - sügavushüpe

HMS – (ingl. *hypermobility syndrome*) - hüpermobiilsus sündroom

SJ – (ingl. *squat jump*) - kükist üleshüpe

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva uurimistöö eesmärk oli hinnata rühmvõimlejal esinevat hüpermobiilsust ja selle seost hüppevõimega.

Metoodika: Töös kasutati kvantitatiivset uurimismeetodit. Mõõdeti antropomeetrilisi andmeid, nagu pikkus, kaal ja treeningstaaž. Uuring viidi läbi mõõtes rühmvõimlejate hüpermobiilsust Beightoni skaalaga, küünar- ja põlveliigese liikuvusulatus mõõdeti goniomeetriga ning viidi läbi hüppetestid - kükist üleshüpe, allaliikumisega üleshüpe nii paremalt kui ka vasakult jalalt ja sügavushüpe. Uurimistöös osalesid 29 noorte-, juuniori- ja meistriklassi rühmvõimlejat, vanuses 12-17 aastat.

Tulemused: Hüpermobiilsuse levimus rühmvõimlejate seas on üldpopulatsioonist suurem. Uuringu tulemuste järgi vanuse kasvades rühmvõimlejal Beightoni skoor tõusis. Vaadeldud grupis ei sõltunud hüppevõime vanusest, pikkusest, kehakaalust, ega treeningstaažist. Tuvastati positiivne seos Beightoni skoori ja hüppevõime vahel. Vastupidiselt uurimistöö hüpoteesile selgus, et kõrgema Beightoni skooriga võimlejate hüppevõime on parem.

Kokkuvõte: Uuringus tuvastati, et kõrgema Beightoni skooriga rühmvõimlejal oli hüppevõime parem.

Märksõnad: hüpermobiilsus, hüppevõimekus, Beightoni skaala, hüppetestid

Abstract

Aim: The aim of this research was to evaluate hypermobility in group gymnasts and its relation with jumping ability.

Methods: The quantitative research method was used determine the results of this thesis. Anthropometric data such as height, weight and training experience were measured. The study was conducted by measuring the hypermobility of group gymnasts with the Beighton scale, the range of motion of the elbow and knee joints were measured with a goniometer, and jumping tests were performed - jumping up from a squat, jumping up with downward movement from both the right and left leg, and depth jump. 29 youth, junior and master class group gymnasts, aged 12-17, participated in the research.

Results: The prevalence of hypermobility among team gymnasts is higher than in the general population. According to the results of the study, the Beighton score of group gymnasts increased with age. In the observed group, jumping ability did not depend on age, height, body weight, or training experience. A positive relationship between Beighton's score and jumping ability was identified. Contrary to the research hypothesis, it turned out that gymnasts with a higher Beighton score have better jumping ability.

Conclusions: The study found that team gymnasts with higher Beighton scores had a better vaulting ability.

Keywords: hypermobility, jumping ability, Beighton scale, jumping tests

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Liigeste hüpermobiilsus

Liigeste hüpermobiilsuseks peetakse seisundit, kus liigese liigutusulatus on suurem selle liigese puhul normaalseks peetavast ulatusest, võttes arvesse isiku vanust, sugu, treenitavust ja etnilist päritolu (Coles et al., 2018; Hakim & Grahame, 2003). Hüpermobiilsus võib olla pärilik või omandatud - näiteks balletitantsijate ja võimlejate puhul sageli aastatepikkuse treenimise ja venitamise tulemusena (Hakim & Grahame, 2003; Simmonds & Keer, 2007). Hüpermobiilsus kui selline ei ole meditsiiniline häire, vaid lihtsalt täheldatav nähtus, mis võib olla seotud luu- ja lihaskonna sümptomite või sümptomite kompleksidega (Murray, 2006). Simmonds ja Keer (2007) viitavad oma töös Beightoni uurimuse tulemusel, ning toovad välja, et hüpermobiilsus võib tekkida ka kaasuva nähtusena, kui sidekude muutub reumaatiliste haiguste, liigeste põletike või mõne muu haiguste korral. Samuti toovad nad välja, et kuigi hüpermobiilsus ise ei pruugi tekitada probleeme, siis võib sellega kaasneda eelsoodumus erinevate pehmete kudede vigastustele ja ravi vajavatele sisemiste liigeste häiretele (Simmonds & Keer, 2007).

Keskmiselt on lastel ja noorukitel liigeste liikuvus suurem kui täiskasvanutel (Murray, 2006). Murray (2006) väidab oma töös, et laste ja noorukite liigeste hüpermobiilsus ei pruugi endaga kaasa tuua meditsiinilisi probleeme. Liigeste traumasid on võimalik minimeerida dünaamilise lihaskontrolli parandamisega ja on tõestatud, et lapsed reageerivad hästi lihaseid tugevdavatele programmidele ning kuigi nad ei pruugi oma lihasmassi parandada, muudavad nad lihaste töö tõhusamaks, parandades jõudu ja neuromuskulaarset koordineerimist. (Murray, 2006). Samas toovad Coles ja kolleegid (2018) välja probleemkoha, et vanusega seotud kindlaid vahemikke ei ole piisavalt määratud ning seetõttu on ka ebaselge, mis hetkest on hüpermobiilsus meditsiinilise ohuga ja millal mitte. Kuigi on lapsi kellel on liigese liigne liikuvus asümptomaatiline, on siiski teada juhtumeid, kus antud sümptomid seotud märkimisväärse valuga (Coles et al., 2018).

Liigeste liikuvus on tüdrukutel suurem kui poistel, suureneb kuni noorukieani ning seejärel langeb vanuse kasvades (Coles et al., 2018). Hüpermobiilsuse esinemissagedus lastel vanuses 11-17 eluaastat on hinnanguliselt 10–25%, kusjuures tütarlastel on esinemissagedus suurem kui poistel (Simmonds & Keer, 2007). See, kas aja jooksul väheneva liikuvuse põhjus on füsioloogiline, patoloogiline või mõlemat on väga individuaalne (Murray K. J., 2006). Balletitantsijate ja võimlejate treeningute iseloom on paljuski sarnane. Ka võimlejate

treeningrutiin sisaldab klassikalise balletitehnika tunde, mis sisaldavad endast hüpermobiilsuse ja lihaskontrolli treenimist. Sõltuvalt kasutatud kriteeriumidest näitavad epidemioloogilised uuringud, et (balleti)tantsijate hüpermobiilsus võib ulatuda 44% -ni, eriti õpilaste hulgas. Kuigi esteetiliste põhjustel arendavad tantsijad hüpermobiilsust, selle seisundiga seotud võimalikud riskid on jäetud tähelepanuta (Day et al., 2011). Seos üldise hüpermobiilsuse ja suurenenud vigastusriskide vahel ei ole lõplik, kuid üha rohkem leidub tõendeid sisemiste vigastuste kahjude kohta võimlejal ja balleti tantsijatel (Simmonds & Keer, 2007).

Siinkohal on ka väga oluline eristada hüpermobiilsust liigeste hüpermobiilsuse sündroomist. Hüpermobiilsus on asümptomaatiline liigesliikuvus ulatuse suurenemine vaid ühes liigeses või lülisamba segmentaalse liikuvuse suurenemine. Hüpermobiilsus võib olla kaasasündinud, tekkinud trauma tagajärjel või omandatud treening-spetsiifilistest harjutuste sooritamisest (Hakim & Grahame, 2003). Hüpermobiilsus sündroomi (HMS) kirjeldasid 1967. aastal Hammersmithi haigla reumatoloogid Kirk ja tema kolleegid (1967) et tähistada luu- ja lihaskonna sümptomite esinemist liigeste lõtvuse korral, mis ei ole seotud muude reumaatiliste haigustega (Hakim & Grahame, 2003). Seda kirjeldati kui puhtalt lihas-skeleti haigust, mis on tingitud liigeste lõtvusest ja hüpermobiilsusest, mis esinevad muidu tervetel inimestel (Kirk et al., 1967). Simmonds ja Keer (2007) toovad välja, et hüpermobiilsuse sündroom on geneetiliselt pärilik haigus, millel on domineeriv muster. Sümptomid algavad sageli lapsepõlves ja võivad jätkuda ka täiskasvanueas (Simmonds & Keer, 2007).

Arvatakse, et hüpermobiilsuse sündroom on palju vähem levinud kui asümptomaatiline hüpermobiilsus (Hakim & Grahame, 2003). Liigeste hüpermobiilsus muutub liigeste hüpermobiilsuse sündroomiks alles siis, kui kerkivad esile sümptomid, milledest kõige olulisemad on valu ja ebastabiilsus. Viimase nelja aastakümne jooksul on arusaam liigeste hüpermobiilsuse sündroomist - mille iseloomulikud tunnused on lõdvdad liigesed, valu treeningu ajal, liigeste nihetused - kui kergest või isegi tavalisest seisundist muutunud. Peamine vaevus on tugev valu, mis on laialdase levikuga ja pikaajaline. Lisaks on uuritavatelt saadud andmeid lihaste jäikuse, naksumise, nihetuse ja ebastabiilsuse kohta (Simmonds & Keer, 2007). Liigessidemete lõtvus soodustab sidemete vigastust ja põhjustab liigese ebastabiilsust, subluksatsiooni ja nihetust. Liigese klõpsamine/“ragistamine“ on sageli esinev sümptom. Paljud patsiendid klõpsavad/“ragistavad“ tahtlikult ja harjumuspäraselt oma liigeseid, et leevendada ebamugavustunnet (Hakim & Grahame, 2003). See on protsess, mis on endiselt lahti hargnemas, kuna hüpermobiilsuse uurijatele saab üha selgemaks, et vaevalt on ühtegi meditsiinilist eriala, mida see haigusseisund ei puudutaks (Grahame, 2013).

1.2. Liigeste hüpermobiilsuse hindamine

Liigeste hüpermobiilsuse hindamiseks on võimalik kasutada erinevaid diagnostikaid - Beightoni skaala ja Brightoni kriteeriumid, mis annavad hinnangu inimesele kui tervikule. Neli tegurit, mis mõjutavad erinevaid inimesi erineval määral on luude kuju, nõrgad või veninud sidemed, ebapiisav lihastoonus ja liigeste liikumistunne (proprioitsepsioon) (Day et al., 2011).

Beightoni skoor mõõdab liigeste painduvust ja koosneb üheksast testist (Kurto, 2023). Beightoni skaalaga hinnatakse järgnevat liigeseid mõlemal käel ja jalal ning kehatüvel. Beightoni skaala maksimaalseks tulemuseks on üheksa punkti ja punktid arvestatakse iga hinnatava liigese eest eraldi (Lisa 3):

1. Kehatüve ettepainutus sirutatud põlveliigestega – käelabade asetamine põrandale nii, et põlveliigesed on sirutatud (üks punkt);
2. Küünarliigese aktiivne 10° hüperekstensioon (üks punkt);
3. Põlveliigese aktiivne 10° hüperekstensioon (üks punkt);
4. Pöidla passiivne painutamine võimaldab puudutada küünarvarre mediaalset pinda – käsivarre puudutamine pöidlaga (üks punkt);
5. Viienda sõrme passiivne 90° hüperekstensioon (üks punkt)

Erinevad reumatoloogid tõlgendavad skoori erinevalt. Küsitluses, milles osales 319 reumatooloogi, määras 185 lävendiks 5, samas kui 92 leidis, et 3 on piisav (Kurto, 2023). Levinud on hinnang, et 4 või rohkem punkti näitavad üldist liigeste hüpermobiilsust.

Brightoni kriteeriumi kasutatakse 1997 aastast täiskasvanutel hüpermobiilsuse sündroomi diagnoosimiseks ning see ei võta arvesse mitte ainult liigese hüpermobiilsuse olemasolu, vaid seob selle ka sidekoe lõtvuse sümptomitega (Simmonds & Keer, 2007). Brightoni kriteeriumid loovad laiema võrgu ja hõlmavad Beightoni skoori, võttes arvesse ka muid sümptomeid, nagu liigesevalu, liigeste nihetus ja sümptomite kestus (Kurto, 2023). Brightoni kriteeriumid ja Hakimi ja Grahame'i (2003) koostatud lihtne 5-punktiline küsimustik on mõlemad kehtivad vahendid, mida saab haigusseisundi tuvastamiseks kasutada nii kliinilises kui ka uurimistöös (Simmonds & Keer, 2007). Antud küsimustikuga hinnatakse selle võimaliku rolli diagnostilise vahendina uuringutes, kus füüsilist läbivaatust on raske läbi viia (Hakim & Grahame, 2003)

- Kas saad (oled kunagi saanud) puudutada põrandat mõlema peopesaga, kuid ilma põlvi painutada?
- Kas saad (oled kunagi saanud) puudutada pöidlaga käsivart?

- Kas lapsena hämmastasid sõpru väänates oma keha kummaliselt või olid võimeline tegema spagaati?
- Kas lapse- või teismeeas nihestasid põlveliigest või õlaliigest rohkem kui ühe korra?
- Kas pead ennast —mitmeliigeseliseks (ingl k — double-jointed)?

Kahele või enamale küsimusele antud jaatav vastus viitab hüpermobiilsusele (Hakim & Grahame, 2003).

1.3. Hüpermobiilsus noortel võimlejal

Võimlemine on spordiala, mis nõuab suurt liigesliikuvust, lihaste elastsust, lihasvõimsust- ja aeroobset võimekust, koordinatsiooni ning liigutuste esteetilisust. Liikumise ulatus igas liigeses sõltub erinevatest toimingutest, sealhulgas lihastoonusest, sidemete ja liigesekapslite lõtvusest ning luukontuuride kujust (Beighton et al., 2012). Liigete hüpermobiilsuse mõõtmine lastel on keeruline, arvestades nende liigete suuremat loomulikku lõtvust (Beighton et al., 2012). Hüpermobiilsus toimib nii tüdrukute kui ka poiste balleti treeningrühmadesse valikus positiivse faktorina (Hakim & Grahame, 2003). Testimaks hüpoteesi, et üldine hüpermobiilsus võib anda positiivse eelise tulevaste balletitantsijate valimisel treenimiseks, viidi läbi liigete liikuvuse võrdlev uuring 53 Londoni Kuningliku Balletikooli õpilase ja 53 Guy haigla medõdede seas. Tulemused näitasid, et võrreldes õdedega esines balleti õpilastel märkimisväärselt sagedamini liigete hüpermobiilsust, mitte ainult lülisambas, puusades ja pahkludes, mida mõjutati treeninguga, vaid ka liigestes, näiteks põlveliigete hüpermobiilsus (Beighton, Grahame, & Bird, 2012). Võimlejate hüpermobiilsus võib olla pärilik või omandatud aastatepikkuste treeningute ja venituste sooritamise käigus. Hüpermobiilsuse sümptomite esinemise esimesed märgid noortel võimlejal on seotud suure treeningkoormuse ja kasvuvälundega, mis võivad põhjustada kroonilise valusündroomi (Hakim & Grahame, 2003). Lastel on liigete liikuvus pöördvõrdeline vanusega, noorematel on liigete liikuvus suurem kui vanematel (Smits-Engelsman et al., 2011). Uuringus järelitati, et kolmel neljandikul hüpermobiilsetest noorukitest tekkisid sümptomid 15. eluaastaks ning Lewkonia ja Ansell (1983) ning Murray ja Woo (2001) selgitasid, et hüpermobiilsuse sündroom on üks sagedasemaid luu- ja lihaskonna vaevuste põhjustajaid lastel ja noorukitel, eriti tüdrukutel vanuses 13–19 aastat (Simmonds & Keer, 2007). Murray ja Woo (2001) tõid oma uuringus välja ka seljavalu on seostatud hüpermobiilsusega lapsepõlves, eriti noorukieas, ning mitmed uuringud on näidanud põhjuslikku seost kroonilise või korduva seljavalu ja üldise hüpermobiilsuse vahel (Murray & Woo, 2001)

Seega hüpermobiilsete liigestega tantsijad tunduvad luu-lihaskonna kaebuste suhtes haavatavamad. Lisaks tekkis vaatamata treeningule ka seos madalama füüsilise vormiga. Professionaalsete tantsijate treenerid peaksid seetõttu hoolikalt jälgima nende füüsilisi võimeid ja psühholoogilise pingest suurust (Scheper, et al., 2013).

1.4. Hüpermobiilsuse mõju hüppevõimele

Hüppamine on liikumine, mis nõuab mitmekülgset mootorset koordinatsiooni ülakeha ja alakeha vahel. Hüppamise tulemuslikkust toetavad mitmed füsioloogilised tegurid, eelkõige lihaste jõud ja võimsus, keha koostis ja hüppe tehnika. Lihaskõuet- ja võimsus on paljudel individuaal- ning meeskonnasportlaskudel peamine sooritusvõime määraja. Harukordselt lödvad liigesed nõuavad veelgi intensiivsemat lihaskõuet, et säilitada stabiilsus ja vähendada luu- ja lihaskonna seisundite riski (Steinberg, et al., 2021). Vertikaalne hüppevõime on oma olemuselt ühekordne maksimaalne plahvatuslik tegevus. On leitud, et vertikaalne hüppevõime on valiidne alakeha võimsuse näitaja (Markovic, 2004). Vähenenud lihaskõuet on seletatav sidekoe erinevuste ja haprate elastsete kiudude suurenenud hulga, mille tulemuseks on ebaefektiivne jõuülekanne lihaskiudude kaudu (Steinberg, et al., 2021). Lisaks liigeste lõtvusele ja kroonilisele valule seostatakse hüpermobiilsuse sündroomiga lihaskõuet, vähenenud lihaste jäikust, halvenenud propriotseptiooni, tasakaalu kaotust, korduvaid vigastusi ja väsimust, mis omakorda vähendab füüsilist heaolu (Alsiri et al., 2020) Uuringu tulemusel leiti, et liigeste liikuvuse suurenemine on seotud lihaskõuet vähenemisega. Liigeste (hüper)liikuvuse mõju nii funktsionaalsele hüppekaugusele kui ka üldisele füüsilisele aktiivsusele aga ei leitud (Scheper et al., 2013) Hüpermobiilsetel inimestel on madalam lihaskõuet, eriti hüppeliigeses, ja paindlikumad liigesed, mis võivad olla ebastabiilsed (Scheper et al., 2013). Hüppamise ajal integreeruvad keha paljude lihaskõueti elementide, sealhulgas lihaste, kõõluste ja sidemete toimingud, nii et kogu lihaskõueti süsteem käitub nagu üks vedru. Kui inimesed hüppavad kohapeal või jooksevad edasi, kohandavad nad jalgade jäikust, et kohandada sammu sageduse või pinna jäikuse muutustega (Farley & Morgenroth, 1999). Mittespetsiifiline vertikaalne hüppe test oli kõige usaldusväärsem lihaskõuet hindamine. (Salse-Batan et al., 2022) Vertikaalse hüppe test esitab väljakutse alajäsemete lihaskõueti süsteemile ning see on lihtne ja praktiline (Aragon – Vargas, 2000; Farley & Morgenroth, 1999)

1.5. Alakeha võimsuse testid

Alakeha funktsioonide hindamiseks on pakutud välja erinevat tüüpi vertikaalseid hüppeid, nagu kükist üleshüpe (*squat jump* e. SJ), allaliikumisega üleshüpe (*countermovement*

jump e. CMJ), sügavushüpe (*drop jump* e. DJ) ja hüpped ühel jalal. Need harjutused võimaldavad arendada suuremat jõudu ja sellest tulenevalt ka kõrgemat hüpet. Seostades erinevat tüüpi hüppeid, saadakse samade tulemuste põhjal erinevat informatsiooni alakeha lihaste funktsioonide kohta (Petronijevic, et al., 2018). Erinevate uuringute tulemused selgitavad välja horisontaalsete ja vertikaalsete hüppekatsetuste usaldusväärsuse ja nende andmete põhjal järelduste tegemise (Markovic, 2004). Hüppeliigutuse omadused (venituse lühendamise tsükkel, suletud kineetiline ahel ja suhteliselt suur kiirus) on enamiku hüpete puhul sarnased (Bartol et al., 2022). Hüppe kiirus, jõud, kiirendus ja pöördemoment on füüsilised suurused, mis on seotud mis tahes tüüpi vertikaalse hüppega (Bartol et al., 2022). Eelkõige on alajäsemete tõukejõudu hüppe ajal peetud eriti sobivaks sportlaste plahvatuslike omaduste hindamiseks (Markovic, 2004). Plahvatuslik lihasjõud on paljudel spordialadel peamine sooritusvõime määraja ning seda saab edukalt arendada treeninguga, mis sooritatakse kiiresti maksimaalses pingeseisundis. Seega on treeningu jälgimise puhul oluline, et treenerid kasutaksid sportlaste plahvatusjõu hindamisel usaldusväärseid ja kehtivaid teste (Markovic, 2004). Kõigist populaarsetest hüppetestidest on digitaaltaimeriga ühendatud kontaktmatiga mõõdetud kükist üleshüpe (SJ) ja allaliikumisega üleshüpe (CMJ) kõige usaldusväärsemad testid alajäsemete plahvatusjõu hindamiseks (Markovic, 2004)

Uuemad uuringud viitavad jõu ja kiiruse mehaaniliste võimete seosele kui hüppevõime olulisemale muutujale (Escobar et al., 2019) Traditsiooniliselt peetakse suuremat erinevust allaliikumisega üleshüppe ja kükist üleshüppe vahel kasulikuks, kuna see peegeldab võimet kasutada venitus-lühendamistsükli. Esineb uuringuid kus on esile toodud vastuargumente, et see ei pruugi alati nii olla, kuna suuremad erinevused hüpete vahel võivad viidata ka suuremale lihaste-kõõluste lõtvumisele või halvale võimele seda lõtvust kiiresti maha võtta (Kozinc, 2021)

1.5.1. Kükist üleshüpe (SJ)

Kükist üleshüpe annab teavet jalgade jõu jõudluse kohta. Kükist üleshüppe tulemuslikkust peetakse ka koordineeritud tegevuste mõõdupuuks. Hüppe kõrgus on korrelatsioonis plahvatusliku lihasjõu ja sooritusvõimega kiiresti ja lihtsalt liikuda (Petrigna, et al., 2019). Kükist üleshüpet (SJ) kasutatakse, hinnates alakeha lihaste võimet avaldada jõudu ainult kontsentrilise tegevuse ajal. Antud hüpet on sageli rakendatud ka vastupidavustreeningu programmides, kus on oluline keha kiire kiirendamine. Treeneritel soovitatakse jala jõu hindamisel kasutada kükist üleshüpet (SJ) ja allaliikumisega üleshüpet (CMJ). Täpsuse ja usaldusväärsuse tagamiseks peavad sportlased kükist üleshüpe (SJ) ja allaliikumisega üleshüpe

(CMJ) sooritamisel kasutama kindlat maandumis tehnikat väljasirutatud jalgade ja puusadega kuni kontaktini matiga (Markovic, 2004).

1.5.2. Allaliikumisega üleshüpe ühelt ja kahelt jalalt (CMJ)

Allaliikumisega üleshüpet (CMJ) kasutatakse alakeha jõu ja võimsuse määramiseks hüppe kõrguse kaudu, kui ka alajäsemete asümmeetriate mõõtmisteks (Petrigna, et al., 2019). Allaliikumisega üleshüpe (CMJ) alustab lihaste kõõluste lühikese eelkoormusega, millele järgneb kohene kokkutõmbumine, see funktsioon muudab allaliikumisega üleshüpe (CMJ) loomulikumaks (Mascherini & Marella, 2019). Hüpet sooritatakse nii ühel kui ka kahel jalal (Petrigna et al., 2019). Peamine kriitika nii allaliikumisega üleshüpe (CMJ) kui ka kükist hüpe (SJ) testi kohta on testide ühtse standardi puudumine (Petrigna, et al., 2019). Usaldusväärsed tulemused, mis saadi noorte testimisel allaliikumisega üleshüpe (CMJ) kui ka kükist üleshüppega (SJ) annavad adekvaatset teavet alajäsemete reaktiivtugevuse kohta (Petrigna et al., 2019).

1.5.3. Sügavushüpe (DJ)

Vertikaalne sügavushüpe (DVJ) (mida nimetatakse ka "langevaks hüppamiseks" või "sügavushüpeks") on populaarne alajäsemete mitmemõõduline harjutus. Sügavushüpe (DVJ) tähendab, et sportlane astub paigal seisvalt platvormilt maha, maandub mõlemale jalale, sooritab kohe maksimaalse vertikaalse hüppe ja maandub uuesti. Platvormilt laskumise alustamiseks on kirjeldatud kahte erinevat tehnikat ("astumine" või "langemine"). Langemise tehnika puhul astuvad sportlased maha ühe jalaga (tavaliselt domineeriva jalaga), samal ajal kui nende tagumine jalg jääb platvormile. Seevastu nn mahakukkumise tehnika puhul kaldub sportlane ettepoole, tema keha raskuskese liigub tugijalast ette, platvormilt matile hüpates, sooritab antud hüppe mõlema jalaga korraga. Sügavushüpe (DVJ) esialgne maandumisfaas hõlmab peamiselt alajäsemete liigete ekstsentrilist tegevust, et kontrollida ja aeglustada keha liikumist, millele järgneb suures osas kontsentiline faas, kus alajäsemed kiirendavad hüppe sooritamiseks kehamassi. (lisiin selle) (Wilder et al., 2021).

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli välja selgitada seosed hüpermobiilsuse ja hüppevõime vahel rühmvõimlejal.

Uurimistöö ülesanded:

1. Mõõta testides osalevate rühmvõimlejate antropomeetrilisi andmeid;
2. Mõõta rühmvõimlejate hüpermobiilsust vastavalt Beightoni skaalale;
3. Hinnata võimlejate hüppevõimekust läbi erinevate hüppetestide - kükist üleshüpe, allaliikumisega üleshüpe nii paremalt kui ka vasakult jalalt ja sügavushüpe;

Uurimistööle püstitati hüpotees:

1. Mida rohkem esineb võimlejal hüpermobiilsust, seda nõrgem hüppevõime

Noorte rühmvõimlejate hüppevõimekuse seost Beightoni skaala kohase hüpermobiilsusega pole autori teada varasemalt uuritud. Autor soovis saada oma uuringuga kinnitust hüpoteesile, et hüpermobiilsus mõjutab hüppevõimet negatiivselt selleks, et teadlikumalt läbi viia treeningprotsesse ja püüda viia miinimumini hüpermobiilsusega sageli kaasnevaid vigastusi.

3. METOODIKA

3.1. Vaatlusalused ja uuringu korraldus

Käesoleva uurimistöös osalejad olid Võimlemisklubist Janika rühmvõimlemise treeningutel osalevad tütarlapsed vanuses 12-17 eluaastat. Uuringusse oli kaasatud 29 noorsportlast, kes treenivad regulaarselt viis korda nädalas, ühe treeningu pikkus keskmiselt 2 tundi.

Uuringu sooritamiseks saadi kooskõlastus Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteelt (376/T-10) 04.05.23. Testid viidi läbi 12.mai 2023, asukohaga Tartu Sport SA, A.Le Coq Sport Spordimajas. Uuringutesse olid kaasatud Võimlemisklubi Janika noorsportlased vanuses 12-17a. Laste uuringus osalemiseks andsid lapsevanemad kirjaliku nõusoleku nii “Lapsevanema informeerimise ja teadliku nõusoleku vormile” kui ka “Uuritava teadliku nõusoleku vorm lapsele”. Ettepaneku tegemise käigus informeeriti vabatahtlikke osavõtjaid uuringu eesmärkidest. Uuringus osalemiseks nõusoleku andnutele selgitati täpsemalt testide teostamise viisi. Kõigile testist osavõtjatele selgitati uuringu korraldust. Testitavate hindamise järjestus oli kõigil sama: antropomeetrilised mõõtmised, hüpermobiilsuse hindamine Beightoni skaala abil, goniomeetria ning sooritati hüppetestid - kükist hüpe, allaliikumisega üleshüpe paremalt ja vasakult jalalt ja sügavushüpe. Lapsevanemad kinnitasid oma allkirjaga nõusolekut uurimistöö andmete anonüümseks kasutamiseks käesolevas magistritöös.

3.2. Uurimismeetodid

3.2.1. Antropomeetrilised mõõtmised

Antropomeetrilised andmed koguti vanuse, pikkuse ja kaalu kohta. Vaatlusaluste pikkust (täpsusega ± 1.0 mm) ja kaalu (täpsusega ± 0.1 kg) mõõdeti standardmeetodil.

3.2.2. Beightoni skaala

Liigese hüpermobiilsuse olemasolu kvantifitseeriti Beightoni skaala järgi. Kõigil võimlejatel selgitati välja hüpermobiilsuse olemasolu. Osaleja klassifitseeriti hüpermobiilsusega, juhul kui Beightoni skooriks saadi ≥ 4 punkti 9-st, testiti ka võimleja hüppevõimekust.

Vaatlusaluste liigete hüpermobiilsuse tuvastamise meetod oli Beightoni (Beighton, Solomon, & Soskolne, 1973) üheksapunktiline hindamissüsteem järgmistel liigutuste (tabel 1):

Tabel 1. Liigete hüpermobiilsuse määramine võimlejal vastavalt Beightoni skoorile (Beighton, Solomon, & Soskolne, 1973)

	Võimekus sooritada vastavaid harjutusi	Parem	Vasak
1	Viienda sõrme passiivne hüperekstensioon (>90°)	1 punkt	1 punkt
2	Pöidla passiivne painutamine küünarvarrele	1 punkt	1 punkt
3	Küünarliigese aktiivne hüperekstensioon (>10°)	1 punkt	1 punkt
4	Põlveliigese aktiivne hüperekstensioon (>10°)	1 punkt	1 punkt
5	Võimeline asetama peopesad maha ilma põlveliigete fleksiooni sooritamata	1 punkti	
	Kokku	9 punkti	

3.2.3. Goniomeetria

Aktiivse liigesliikuvuse puhul viiakse läbi ja kontrollitakse liigese liikumist ainult testitava lihasjõu poolt, ilma välise abi ja vastu surveta ehk testitav on selles soorituses teistest sõltumatu. Liigete aktiivse liikuvusulatuse (ingl *active range of motion* - AROM) ja liigesnurkade mõõtmiseks kasutatakse mehaanilist goniomeetrit (*Lafayette Instrument, Gollehon Extendable Goniometer, USA*). Liikuvusulatused hinnati küünar- ja põlveliigestel, liigutades liigest ilma abita. Antud liikuvust määrati funktsionaalse testi järgselt (Lisa 3), millega tuvastati vastavate liigete liikuvus (üleliikuvus või väike liikuvuse amplituud).

Põlveliigese aktiivse liikuvusulatuse määramiseks testitav seisis. Goniomeetri "0" – punkt asetati põlveliigese liigespilu kohale, liikumatu haar reie välisküljele nii, et haara pikitelg läbiks reieluu suure pöörli keskpunkti ning liikuva haara pikitelg pindluu külgmise peksi keskpunkti. Testitav sooritas iseseisvalt põlveliigese maksimaalse ekstensiooni. Samal ajal mõõdeti goniomeetriga põlveliigese ekstensiooni ulatust. Uuringu läbiviija fikseeris tulemuse - liigesliikuvust mõõdeti mõlemal jala põlveliigeses. Tegemist oli ühekordse mõõtmisega. Küünarliigese aktiivse liikuvusulatuse määramiseks oli testitav püstiasendis, seljaga vastu seinat, sirutas käe ette, küünarliiges täielikult välja sirutatud ja seejärel viis peopesad üles. Goniomeetri "0" - punkt asetati õlavarreluu külgmise epikondüliidi keskele. Asetati liikumatu käsi mööda õlavarreluu külgmist keskjoont akromioni suunas ja liikuv käsi mööda raadiuse

külgmist keskjoont randme radiaalse stüloidi suunas. Veenduda tuleb, et testitava peopesa vaataks ülespoole. Samal ajal mõõdeti goniomeetriga küünarliigese ekstensiooni ulatust.

3.2.4. Hüppetestid

Võimlejate alakeha võimsuse testide läbiviimiseks kasutati vertikaalse hüppe testimise süsteemi EZEJUMP. Mõõtesüsteem koosneb roostevabast plaadist, mis on ühendatud Bluetoothiga rakendusse EZEJUMP tahvelarvutis, mis edastab hüpete testimise protokolle, sealhulgas hüppekõrgust. Sügavushüpete sooritamise abivahendiks kasutati puidust 30 cm kõrgust kasti. Katsete arv hüpete sooritamisel oli erinev. Kükist hüpetel ja sügavushüpetel kolm katset, allaliikumisega üleshüpetel nii paremalt kui vasakult jalalt sooritati kaks katset.

3.2.4.1. Kükist üleshüpe

Kükist hüpe lähteasendiks on põlve paindenurgaga 90°, torso sirge, käed puusadel ja jalad õlgade laiuselt. Enne hüppe sooritamist hoida asendit 2 sek. Tõukefaasi läbi viimisel tuleb vältida vastuliikumist ning sooritus nõuab maksimaalset pingutust. Hüppefaasi tipus peaksid osalejad hoidma oma jalgu täielikult sirutatud. Maandumisfaas peab toimuma mõlemale kõverdatud jalale ja kontrollitult.

3.2.4.2. Allaliikumisega üleshüpe paremalt ja vasakult jalalt

Osalejad alustavad hüpet püstisest ühel sirgel jalal seisvast asendist sirge torsoga ja käed puusadel. Antud asendit hoida vähemalt 2 sek enne laskumiskaasi. Hüppe tõukefaasi iseloomustab sportlase vabalt valitud sügavusele liikumine ning antud sooritust kontrollida visuaalselt kasutades kiirendusmõõturit. Hüppe sooritamisel on jalg sirutatud. Maandumiskaasi esimene etapp on maandumine päkale, seejärel langetab kann, kõverdab jala, sooritades seda maksimaalse pingutusega.

3.2.4.3. Sügavushüpe

Testitav, käed puusadel, alustab sooritust 30 cm kõrguselt kastilt, astudes matile. Sportlane maandub matile, kõverdab jalgu, seejärel sooritab kohe maksimaalse vertikaalse üleshüppe nii kõrgele kui on võimeline. Matile tagasi maandudes peavad mõlemad jalad puudutama matti üheaegselt.

3.3. Andmete analüüs

Saadud andmete töötamiseks, analüüsiks ja jooniste koostamiseks kasutati tarkvaraprogrammi Microsoft Office Excel 2010 ja kvantitatiivset andmeanalüüs andmetöötlusprogrammi JASP. Otsiti tunnust, mis korreleerub hüppevõimega kõige enam. Võrreldi võimlejate hüpete koondtulemusi Beightoni skaala punktisummaga. Nende parameetrite osas määrati aritmeetiline keskmine (\bar{X}), määrati standardhälve ($\pm SD$), kontrolliti andmete vastavust normaaljaotusele, viidi läbi korrelatsioonanalüüs. Normaaljaotusele vastavate tunnuste osas leiti Pearsoni lineaarne korrelatsioonikordaja ning normaaljaotusele mitte vastavate tunnuste osas kasutati Spearmani korrelatsioonikordajat. Madalaimaks olulisuse nivooks võeti $p < 0,05$.

4. TÖÖ TULEMUSED

Töö tulemuste osas tuuakse välja antropomeetriliste mõõtmiste tulemusi, Beightoni skaala tulemusi ja hüppetestide tulemusi. Andmete analüüsiks ja visualiseerimiseks kasutati Amsterdami Ülikooli poolt loodud ja hallatavat statistikatarkvara JASP.

4.1. Antropomeetrilised mõõtmised

Hüpermobiilsete ja mitte hüpermobiilsete võimlejate antropomeetrilised mõõtmised on esitatud tabelis 2. Andmeid kirjeldava statistika alusel on näha, et võimlejate vanus, pikkus, kehamass ja ka treeningstaaž olid erinevad.

Tabel 2. Võimlejate antropomeetrilisi andmeid kirjeldav statistika

	Vanus (aastates)	Pikkus (cm)	Kehamass (kg)	Treeningstaaž (aastates)
Mean	14.034	163.007	53.376	9.862
Std. Deviation	1,721	8.622	9.773	2.475
Minimum	12.000	144.100	33.300	5.000
Maximum	17.000	176.000	68.800	14.000

4.2. Beightoni skaala

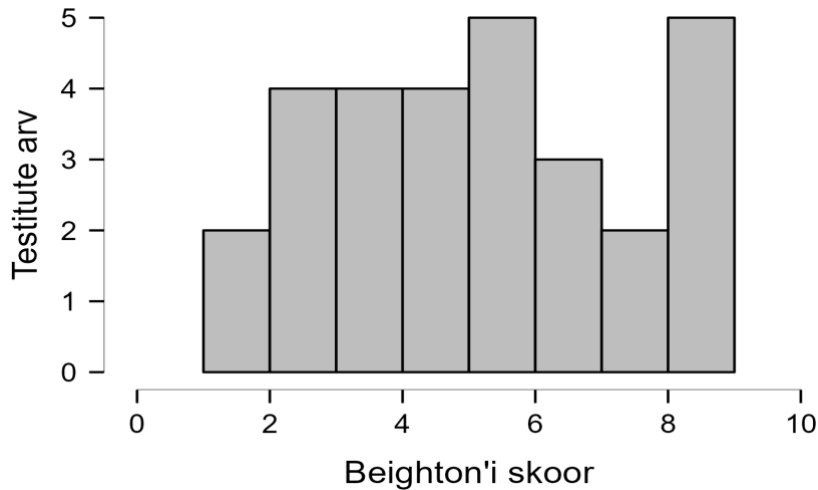
Beightoni skaala põhjal sooviti käesoleva uurimistöo testitavatel tuvastada hüpermobiilsus. Beightoni skoor mõõdab liigete painduvust ja koosneb üheksast testist (Kurto, 2023). Beightoni skaalaga hinnatakse järgnevaid liigeseid mõlemal käel ja jalal ning kehatüvel. Beightoni skaala maksimaalseks tulemuseks on üheksa punkti ja punktid arvestatakse iga hinnatava liigese eest eraldi. Autor lähtus levinud standardist, et 4 või rohkem punkti näitavad üldist liigete hüpermobiilsust. Testitavate tulemused on esitatud statistilise koondandmestikuna tabelis 3.

Tabel 3. Beightoni skoori jagunemise kirjeldav statistika

	Beighton'i skoor
Valid	29
Missing	0
Mean	5.621
Std. Deviation	2.305
Skewness	-0.025
Std. Error of Skewness	0.434
Kurtosis	-0.888
Std. Error of Kurtosis	0.845
Shapiro-Wilk	0.947
P-value of Shapiro-Wilk	0.153
Minimum	1.000
Maximum	9.000

Kuna asümmeetriakordaja (*Skewness*) ja järsakuskordaja (*Kurtosis*) jäävad -1 ja +1 vahele, siis on tulemuste jaotus sarnane normaaljaotusele.

Joonisel 1 on näha, et Beightoni skoor jaguneb valimis laialt, kuid lähtudes levinud standardist, et 4 või rohkem punkti näitavad üldist liigeste hüpermobiilsust, on näha, et enamus testitute on skaala ≥ 4 osas. Hüpermobiilseid võimlejad on kokku 23 ja 6 võimleja Beightoni skoor on madalam kui hüpermobiilsuse piir ≥ 4 . Andmete kohaselt oli võimlejatest 80% hüpermobiilsed.



Joonis 1. Beightoni skoori jagunemise graafik

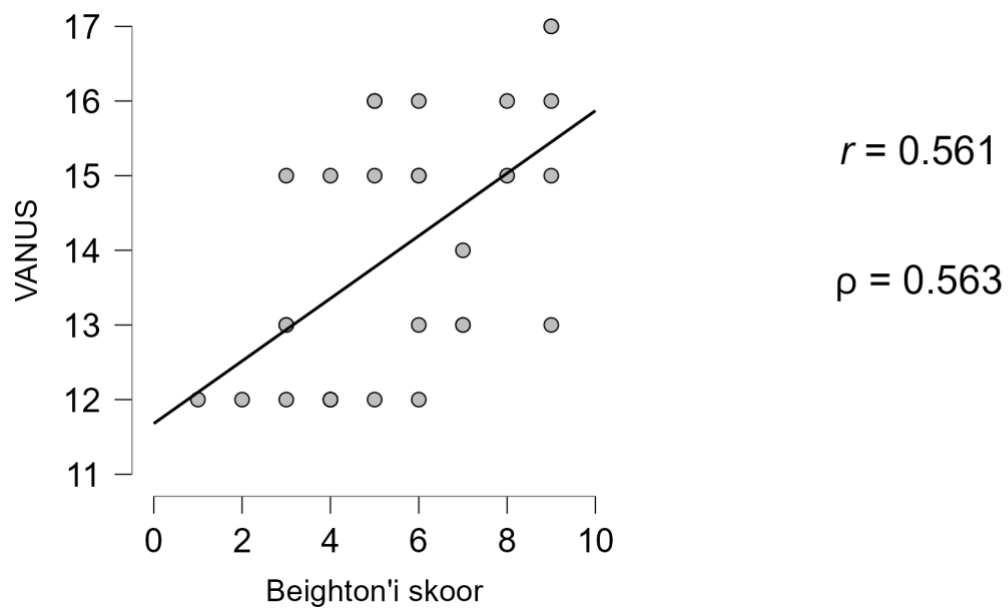
Korrelatsioonianalüüs Beightoni skoori ja vanuse vahel tõi välja, et nooremate testitavate Beightoni skoor oli madalam võrreldes vanemate testitavatega. Analüüsil ilmnis tugev korrelatsioon vanuse ja Beightoni skoori vahel (tabel 4):

Tabel 4. Korrelatsioonianalüüs Beightoni skoori ja vanuse vahel

		Pearson		Spearman	
		r	p	rho	p
VANUS	- Beighton'i skoor	0.561 **	0.002	0.563 **	0.001

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Sõltuvus Beightoni skoori ja vanuse vahel on esitatud joonisel 2. Kuna vanus ei jaotunud normaaljaotuse järgi, siis tehti korrelatsioonianalüüs Spearmani meetodiga ja korrelatsioonikordaja $r = 0,563$, mis näitab tugevat korrelatsiooni.



Joonis 2. Sõltuvus Beightoni skoori ja vanuse vahel

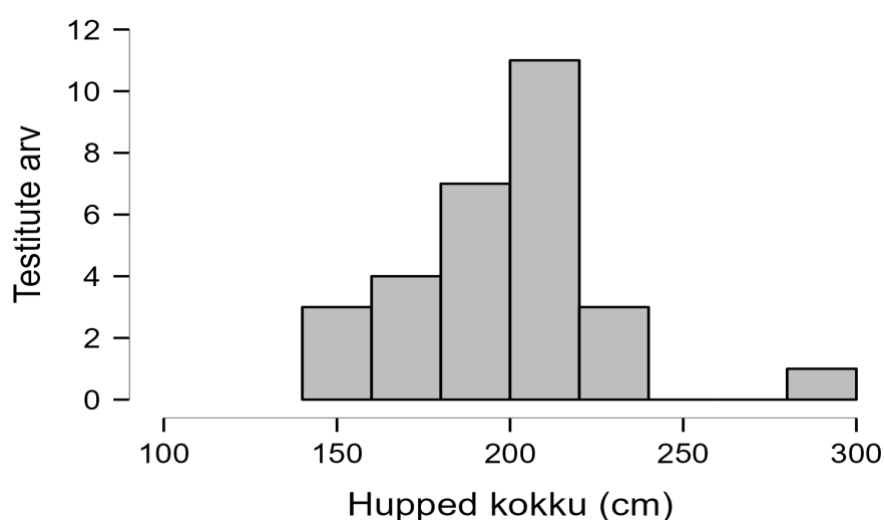
4.3. Hüppetestid

Võimlejate alakeha võimsuse testide läbiviimiseks kasutati vertikaalse hüppe testimise süsteemi EZEJUMP. Sügavushüpete sooritamise abivahendiks kasutati puidust 30 cm kõrgust kasti. Tabelis 5 on esitatud nelja erineva hüppe tulemuste keskmised väärtused. Võimlejate hüppetestide tulemused olid järgmised:

Tabel 5. Hüppetestide tulemused

	Kükist üleshüpe (keskmine, cm)	Sügavushüpe (keskmine, cm)	CMJ Vasak (keskmine, cm)	CMJ Parem (keskmine, cm)
Mean	22.672	26.452	12.400	12.307
Std. Deviation	2.968	4.221	2.266	2.055
Minimum	16.600	16.700	9.300	8.700
Maximum	30.300	39.100	19.500	18.700

Kuna hüppetestide tulemused sisaldavad kolme kükist üleshüpet, kolme sügavushüpet ja kahte nii parema kui vasaku jalalt allaliikumiseiga üleshüpet, siis võimleja üldise hüppevõime iseloomustamiseks liideti kõikide hüpete tulemused kokku (joonis 3).



Joonis 3. Hüpete koondtulemused sentimeetrites

Tabel 6. Hüpete tulemusi kirjeldav statistika

	Hüpped kokku
Valid	29
Missing	0
Mean	196.621
Std. Deviation	27.796
Skewness	0.766
Std. Error of Skewness	0.434
Kurtosis	2.220
Std. Error of Kurtosis	0.845
Minimum	151.400
Maximum	283.700

Tabelist 6 on näha et asümmeetriakordaja (*Skewness*) jääb -1 ja 1 vahele, aga järsakuskordaja (*Kurtosis*) on suurem kui 1, mis tähendab et tulemuste jaotus ei vasta normaaljaotusele. Seetõttu tehti korrelatsioonianalüüs Spearmani meetodiga.

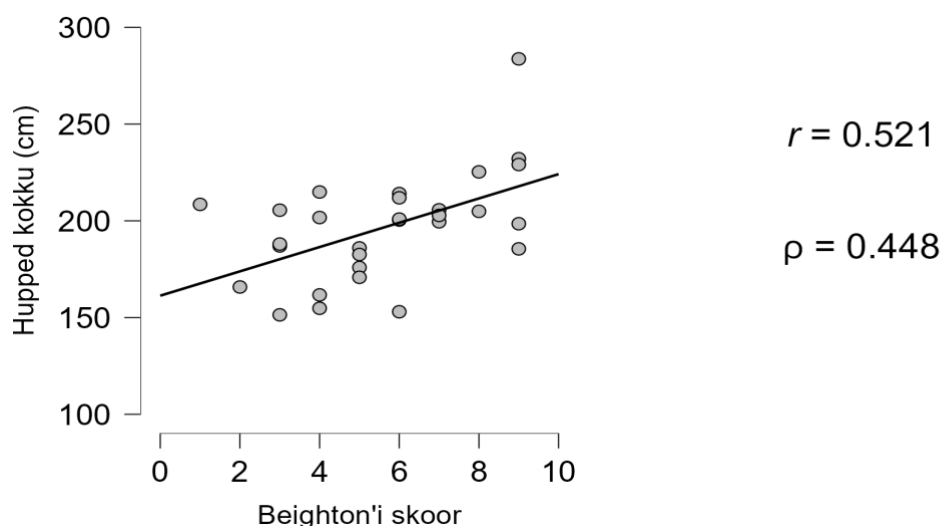
Korrelatsioonianalüüs Beightoni skoori ja hüppevõime vahel tuuakse välja tabelis 7:

Tabel 7. Korrelatsioonianalüüs Beightoni skoori ja hüppevõime vahel

		Pearson		Spearman	
		r	p	rho	p
Beighton'i skoor	- Hüpped kokku (cm)	0.521**	0.004	0.448*	0.015

* p < .05, ** p < .01, *** p < .001

Hüppevõime ja Beightoni skoori korrelatsiooni tuvastamiseks tehti analüüs, mille tulemus (joonisel 4) näitab, et hüppevõime ja Beightoni skoori vahel on mõõdukas ja korrelatsioonikordaja Spearmani meetodiga $r = 0,448$.



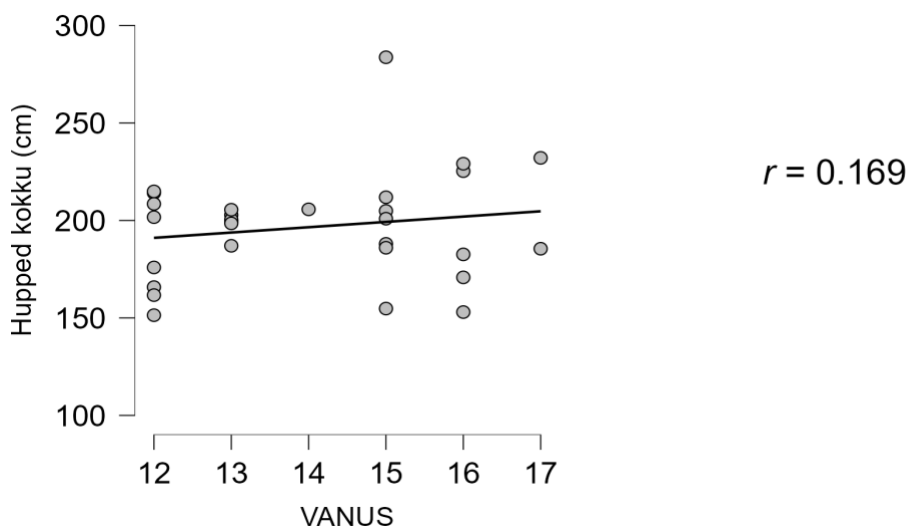
Joonis 4. Sõltuvus Beightoni skoori ja hüppevõime vahel

Tabelis 8 on esitatud hüppevõime korrelatsioon võimlejate antropomeetriliste andmetega. Kui võrrelda antud korrelatsioonikordajaid Beightoni skoori ja hüppevõime vahelise korrelatsioonikordajaga, siis on näha et Beightoni skoor korreleerub selgelt kõige paremini hüppevõimega.

Tabel 8. Korrelatsioonianalüüs antropomeetriliste andmete ja hüppevõime vahel

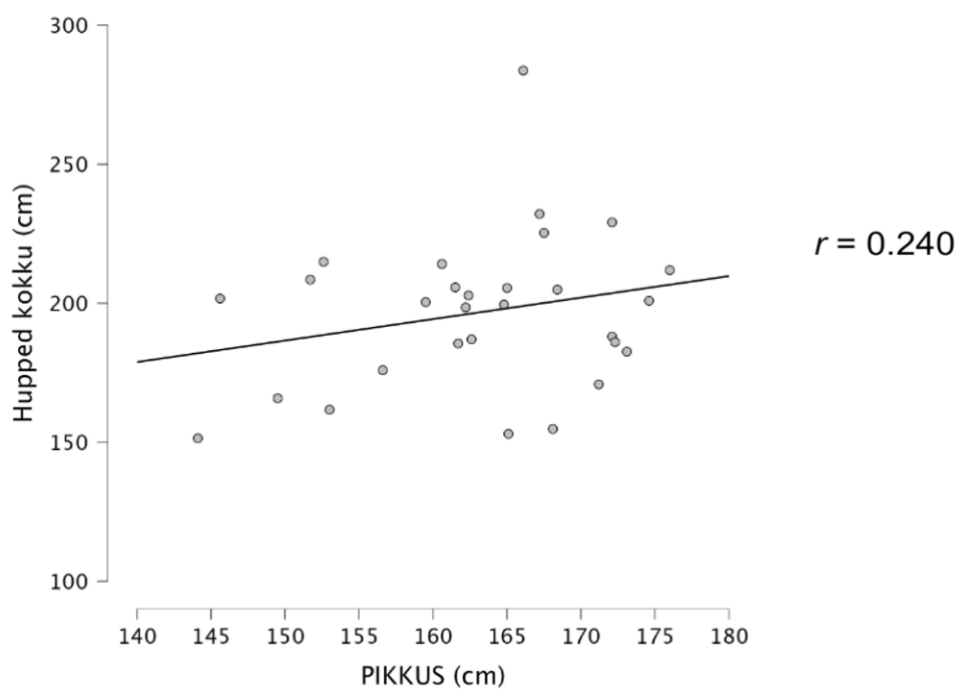
			Pearson's r	p
Vanus	-	Hüpped kokku (cm)	0.169	0.381
Pikkus (cm)	-	Hüpped kokku (cm)	0.240	0.210
Kehamass (kg)	-	Hüpped kokku (cm)	0.080	0.682
Treeningstaaž (aastat)	-	Hüpped kokku (cm)	0.218	0.255

Joonisel 5 kuvatud tulemuste alusel võib järeldada, et vaadeldavas grupis sõltuvus vanuse ja hüppevõime vahel on väga nõrk või puudub.



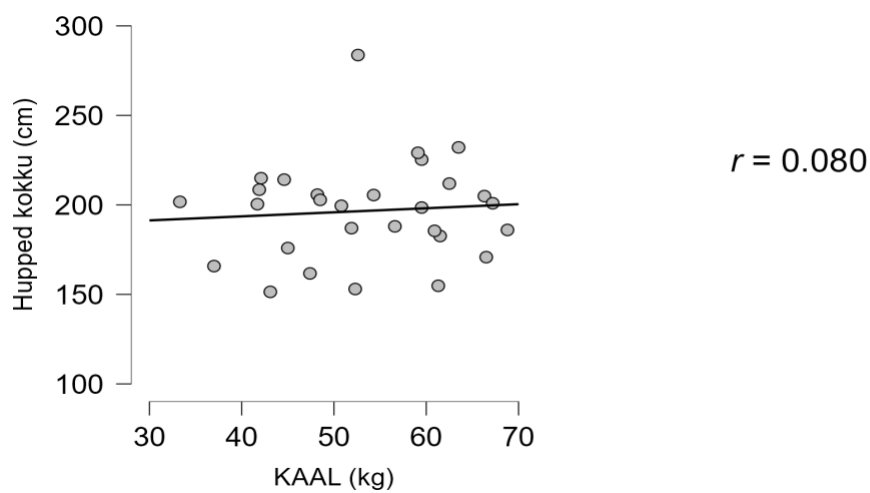
Joonis 5. Sõltuvus vanuse ja hüppevõime vahel

Joonisel 6 kuvatud tulemuste alusel võib järeldada, et sõltuvus pikkuse ja hüppevõime vahel on nõrk.



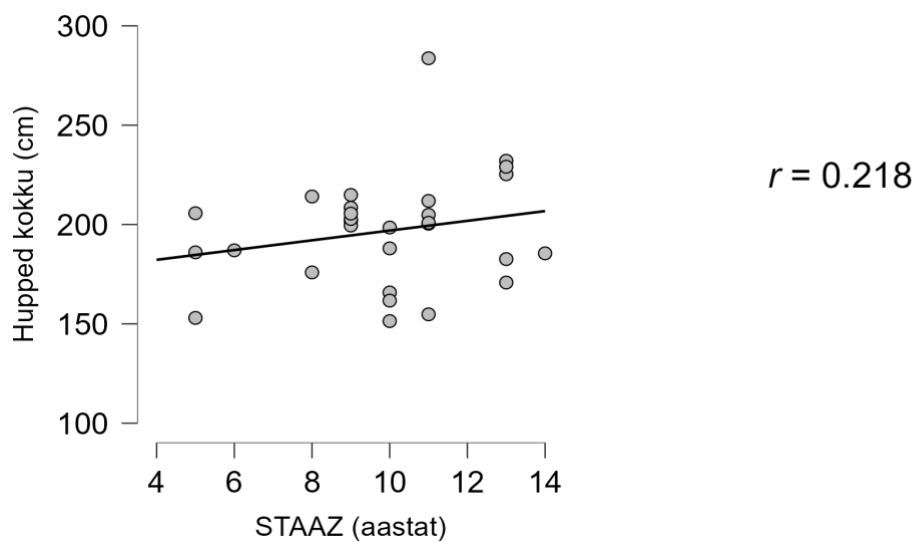
Joonis 6. Pikkuse ja hüppevõime sõltuvus

Tuvastatud sõltuvus kaalu ja hüppevõime vahel on väga nõrk või puudub (joonis 7).



Joonis 7. Sõltuvus kaalu ja hüppevõime vahel

Analüüsi tulemusel tuvastati, et ka sõltuvus staaži ja hüppevõime vahel on nõrk (joonis 8).



Joonis 8. Sõltuvus staaži ja hüppevõime vahel

5. ARUTELU

Käesoleva uurimistöö eesmärk oli välja selgitada seosed rühmvõimlejate hüpermobiilsuse ja hüpevõime vahel. Uurimistöös testitavad olid 12–17 aastased võimlejad. Võrdlevasse uuringusse kaasati 29 noorsportlast kelle, keskmine vanus oli 14,0 aastat, keskmine pikkus 163 cm, keskmine kehamass 53,3 kg, keskmine treeningstaaž 9 aastat, keskmine vanus treeningutega alustamisel oli 4 aastaselt. 48% võimlejatest olid vanuses 12-13a., 28% olid 14-15a. ja 24% olid 16-17 a.. 45% võimlejatest olid võimlemistreeningutega alustanud 2-3 aastaselt, 41% alustasid 4-6aastasel ning 14% alustasid vanuses 7-11 a.

Hüpermobiilsuse väljaselgitamiseks mõõdeti Beightoni skaala abil liigeste liikuvust. Beightoni skoor oli 23 võimlejal >4 punkti 9-st, 5 võimleja testitulemuseks saadi maksimum ehk 9 punkti. Kui võrrelda saadud tulemusi Reuteri ja tema kaaskolleegi (2019) samalaadse üliõpilastega läbi viidud uuringuga, said mehed 44% ja naised 23% Beightoni skoori 0. Beightoni skoori punktidega 1-4 said 47% mehed, 61% naised ning 34% võimlejad. Võimlejatel jäi Beightoni skoor vahemikku 5-9 punkti, mis on 66% juhtudest üle 4 korra suurem kui naistel keskmiselt ja üle 7 korra suurem kui meestel keskmiselt. Reuteri ja tema kolleegi (2019) uuringuga võrreldes tooksin välja milliste liigutuste võimekuste testimisel said võimlejad oluliselt rohkem punkte, kui üliõpilastega läbi viidud uuringus olevad mehed ja naised. Kõige suuremad erinevused ilmnevad kehatüve ja parema ning vasaku viienda sõrme liigutuse võimekuse puhul. Kehatüve flektsioon on suurel määral tingitud võimelejade treeningu spetsiifikast, kuid võrreldes teise uuringuga on naistel ettepainutamine lihtsam kui meestel. Nende uuringus samuti kõige rohkem andnud punkte liigutus. Kõige vähem andis vasak ning parem küünarliiges.

Erinevalt tavapopulatsioonist näitas rühmvõimlejate seas läbi viidud uuring oluliselt kõrgemat hüpermobiilsuse esinemissagedust. Kui tavapopulatsioonis esineb hüpermobiilsus 10-30% inimestest (Reuter & Fichthorn, 2019), siis rühmvõimlejate seas läbi viidud uuringus oli 29-st võimlejast 23 hüpermobiilsed ehk 79%. See on seletatav rühmvõimlejate treeningu spetsiifilisusega. Lisaks selgus uuringust veel see, et vanuse kasvades rühmvõimlejal Beightoni skoor kasvas. See viitab autori arvates asjaolule, et rühmvõimlejate Beightoni skoor ei näita mitte ainult pärilikku hüpermobiilsust, vaid kinnitab kirjanduse ülevaates esitatud infot, et hüpermobiilsus võib olla treeningutega omandatud. Scheperi uuringus teostatud mitme muutujaga analüüs näitas, et (balleti)tantsijatel on kõrgem füüsiline ettevalmistus, aga kui võtta arvesse üldist liigeste hüpermobiilsust, siis see eelis kadus, mis viitab madalamale füüsilisele vormile võrreldes kontrollsubjektidega. (Balleti)tantsijad kogesid rohkem väsimust ja

psühholoogilist stressi, ning üldist liigeste hüpermobiilsust seostati veelgi suurema väsimuse ja psühholoogilise stressiga. (Scheper, et al., 2013). Selja-, põlve- ja jalaprobleemid on hüpermobiilsete tantsijate seas sagedased, mis sunnivad antud erialal tegevuse lõpetama. Professionaalse balletitantsija hüpermobiilsusega seotuna on toodud probleemidena välja osteokondraalsed luumurrud, väsimusmurrud, nikastused, põlve kroonilise sidemete lõtvumise, meniskirebendid, mitme liigese degeneratiivse artriidi ja alaseljavalu (Beighton et al., 2012). Ning eelnevale tuginedes võib arvata, et hüpermobiilsed balletitantsijad/võimlejad võivad olla vigastuste suhtes haavatavamad, kuid hüpermobiilsete tantsijate vigastuste kohta on läbi viidud vähe uuringuid, mis kinnitaksid, et neil on oluliselt rohkem kõõluste vigastusi ja pikem taastumisaeg kui hüpermobiilsuseta tantsijatel. (Day et al., 2011).

Vertikaalne hüpe on vaieldamatult kõige sagedamini kasutatav mitme liigese funktsionaalne liigutus, mis nõuab keerulist mootorset koordinatsiooni alakeha lihaste mehaaniliste võimete hindamiseks (Petrigna, et al., 2019). Vertikaalsete hüpete kasutamine alakeha lihaste funktsiooni testimisel on põhjendatud nende võimega eristada erineva võistlustasemega sportlasi, samuti seosega vertikaalhüpete vahel, hinnates hüppekõrgust ja sooritusvõimet erinevatel spordialadel (Petronijevic, et al., 2018). Hüppamise tulemuslikkust toetavad mitmed füsioloogilised tegurid, eelkõige lihaste jõud ja võimsus. Uuringute tulemustest on selgunud, et CMJ ajal saavutatakse SJ-ga võrreldes keskmiselt veidi kõrgem (5–15%) hüppekõrgus (Kozinc, 2021). Käesolevas uuringus viidi testitavatega läbi erinevad hüppetestid: kükist üleshüpe, sügavushüpe, allaliikumisega üleshüpe nii paremalt kui ka vasakult jalalt. Alustades on soovitatav/ Soovitatav on alustada testimist standardse soojendusega, kuna see võib mõjutada hüppejõudlust, st lühike soojendus võib hüppekõrgust parandada, samas kui intensiivne ettevalmistus halvendab sooritust (Petrigna, et al., 2019). Eelnimetatud hüppe testide läbiviimisel on oluline osa võimlejate ja balletitantsijate võimete väljaselgitamisel. Balletitantsijad on nii sportlased kui ka artistid, kuna nende esinemine nõuab kõrget lihas- ja aeroobset jõudlust, koordinatsiooni, painduvust ning ka liigutuste ilu koreograafias. Balletti peetakse tegevuseks, mille oluliseks komponendiks on vertikaalsed hüpped, millede sooritus peab olema sujuv ja elegantne (Bartol et al., 2022)

Kogutud andmete põhjal saab järeldada, et vaadeldud grupis ei sõltunud hüppevõime vanusest, pikkusest, kehakaalust, ega treeningstaažist. Küll aga oli olemas seos Beightoni skoori ja hüppevõime vahel. Vastupidiselt uurimistöö hüpoteesile selgus, et kõrgema Beightoni skooriga võimlejate hüppevõime on parem. See võib olla seotud samuti sellega, et rühmvõimlejate treening omab rolli nii Beightoni skoori kui ka hüppevõime suurenemisel.

Grahame ja Hakim toovad aga välja, et hüpermobiilsusega lastel võib täheldada madalamat füüsilist aktiivsust ja sellest tulenevalt vähenenud treeningu võimet, lihasjõudu ja füüsilist jõudlust (Grahame & Hakim, 2008). Lihasjõu vähenemisel on tuvastatud seotus liigete ebastabiilsuse, halvema propriotseptiooni ja valuga (Ewertowska et al., 2020) Samas on ka vastupidiseid tulemusi, kus 2009 aasta uuring vaatles, kas hüpermobiilsed lapsed (keskmise vanusega 10,8 aastat) kurdavad rohkem valu kui teised lapsed. Uuringus osales üle tuhande koolilapse, kelle valude esinemist võrreldi Beightoni hüpermobiilsuse skooriga. Uuringu tulemusel leiti, et hüpermobiilsusel pole valude esinemisega seost. Hüpermobiilsetel lastel ei esinenud ka rohkem raskusi igapäevatoimingutega ning nad näisid olevat isegi veidi rohkem aktiivsemad kui nende eakaaslased (Leone et al., 2009).

Erinevat tüüpi vertikaalsete hüpete edukaks soorituseks on vajalik lihaste efektiivsus. Lisaks on domineeriva ja mittedomineeriva jala vaheline sümmeetria üks omadusi, mis on tihedalt seotud sportliku sooritusega ja selle tasakaalustamatus on oluline vigastuste riskitegurina treeningu ja võistluse ajal (Bartol, 2022). Sarnaselt varasemale uuringule balletitantsijate seas, kus testide tulemused ei näidanud olulisi erinevusi domineeriva ja mittedomineeriva jala vahel (Bartol et al., 2022) saab seda kinnitada ka käesoleva uuringuga võimlejal. Keskmiselt oli mittedomineeriva jala hüppetulemus 94% domineeriva jala hüppetulemustest. Ühe jala hüpped on funktsionaalsemad kui kahepoolsed hüpped, need on usaldusväärsemad näitajad alajäsemete toimimise kohta (Bartol et al., 2022). Balletitantsijate testide tulemused ei näita sageli erinevusi domineeriva ja mittedomineeriva jala vahel. Antud järeldusele jõudmise seletuseks on balletitreeningu fookus jala sümmeetrilisel tugevdamisel, kus esmalt sooritatakse harjutusi domineeriva jalaga ja seejärel korratakse mittedomineeriva jalaga (Bartol et al., 2022). Suurema hüppe kõrgusega balletitantsijad saavad oma lennuaja jooksul näidata ja rakendada spetsiifilisi tehnilisi oskusi, mis on seotud esteetilise koreograafiaga.

Kokkuvõtteks võib öelda, et käesoleva uuringuga lükati ümber püstitatud hüpotees. Uuring näitas, et rühmvõimlejate puhul oli Beightoni skooril positiivne seos hüppevõimega.

Põhjus on eeldatavasti selles, et rühmvõimlejate seas on hüpermobiilsus pigem omandatud treenimise ja venitamise tulemusena kui pärilik. Niikaua kui rühmvõimlejad treenivad mitmekülgset, omavad head dünaamilist lihaskontrolli ja nende lihaskond areneb ei tohiks olla seost rühmvõimlejate hüpermobiilsuse ja meditsiiniliste probleemide vahel. Eraldi vajaks uurimist aktiivsest treeningust loobunud rühmvõimlejate hüpermobiilsuse ja meditsiiniliste probleemide vahelised seoseid. Selja-, põlve- ja jalaprobleemid on

hüpermobilsete tantsijate seas sagedased, mis sunnivad antud erialal tegevuse lõpetama. Professionaalse balletitantsija hüpermobilisusega seotuna on toodud probleemidena välja osteokondraalsed luumurrud, väsimusmurrud, nikastused, põlve kroonilise sidemete lõtvumise, meniskirebendid, mitme liigese degeneratiivse artriidi ja alaseljavalu (Beighton et al., 2012)

Käesoleva uurimistöö piiranguks võib pidada, et testiperiood oli lühike ja testitavad osalesid uuringus esmakordselt. Piiranguks võib pidada valimi grupi suurust ning teostati viie liigesliikuvuste testid. Informatiivsed oleksid olnud ka funktsionaalne erinevate lihasgruppide lihasjõu hindamine.

Uurimustöö tugevusteks võib pidada spetsialiseerunud, kõrgel tasemel võistlevate sportlasgruppide osalust testialuste huvitatust.

Jätku-uuringu võiks läbi viia suurema testgrupiga ja vaadata, millised on võimlejad treeningmetoodikad, kuidas nad arendavad hüppevõimekust ning painduvust. Selleks, et tagada saadud tulemuste suurem objektiivsus ja võrdlusmoment tuleks teostada vastavate andmete kogumist ka teist korda. Korduva uuringu teostamise limiteerivaks faktoriks võib olla valimisse kaasatud võistlussportlaste kättesaadavus. Sportlastega seotud uuringute puhul tuleb antud asjaoluga alati arvestada.

6. JÄRELDUSED

Magistritöö tulemustele tuginedes sõnastati järgmised järeldused:

1. Rühmvõimlejate seas on hüpermobiilsus rohkem levinud kui üldpopulatsioonis.
2. Vanuse kasvades rühmvõimlejal Beightoni skoor tõusis.
3. Vaadeldud grupis ei sõltunud hüppevõime vanusest, pikkusest, kehakaalust, ega treeningstaažist.
4. Tuvastati positiivne seos Beightoni skoori ja hüppevõime vahel.
5. Vastupidiselt uurimistöö hüpoteesile selgus, et kõrgema Beightoni skooriga võimlejate hüppevõime on parem. See võib olla seotud samuti sellega, et rühmvõimlejate treening suurendab mõningal määral nii Beightoni skoori kui ka hüppevõimet.
6. Edaspidistest uuringutes tuleks välja selgitada sportlaskarjääri lõpetanud võimlejate hüpermobiilsuse ja meditsiiniliste probleemide vahelisi seoseid.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Alsiri N, Cramp M, Barnett S, Palmer S. The effects of joint hypermobility syndrome on the kinematics and kinetics of the vertical jump test. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2020; 55.
2. Aragon-Vargas LF. Evaluation of Four Vertical Jump Tests: Methodology, Reliability, Validity, and Accuracy. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 2000; 4(4); lk 215-228.
3. Association Hypermobility Syndromes. How to use the Beighton score. Paediatric pearls: <http://hypermobility.org/help-advice/hypermobility-syndromes/beighton-score/>, (20.02.2023).
4. Bartol V, Vauhnik R, Rugelj D. Influence of the sport specific training background on the symmetry of the single legged vertical counter movement jump among female ballet dancers and volleyball players. *Heliyon*, 2022; 9.
5. Beighton P. H, Grahame R, Bird H. *Hypermobility of Joints* (4 tr.). Springer London, 2012.
6. Beighton P, Solomon L, Soskolne C. Articular mobility in an African population. *Ann Rheumatic Dis*, 1973.
7. Coles W, Coperman A, Davies K. Hypermobility in children. *Paediatrics and Child Health*, 2018; 28(2); 50-56.
8. Day H, Koutedakis Y, Wyon M. Hypermobility and Dance: A Review. *International Journal of Sports Medicine*, 2011; 32(7); 485-489.
9. Escobar Álvarez JA, Fuentes García JP, da Conceição FA, Jiménez-Reyes P. Individualized Training Based on Force–Velocity Profiling During Jumping in Ballet Dancers. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2019; 15(6); lk 788–794.
10. Ewertowska P, Trzaskoma ZS, Gromuł B, Haponiuk, I, Czaprowski D. Muscle strength, muscle power and body composition in college-aged young women and men with Generalized Joint Hypermobility. *PLOS ONE*, 2020; 16(5).
11. Farley CT, Morgenroth DC. Leg stiffness primarily depends on ankle stiffness during human hopping. *Journal of Biomechanics*, 1999; 32(3); lk 267-273.
12. Grahame R. Joint hypermobility: emerging disease or illness behaviour? *Clinical Medicine Journal*, 2013.
13. Grahame R, Hakim A. Hypermobility. *Current Opinion in Rheumatology*, 2008;20(1); 106-110.
14. Hakim A, Grahame R. Joint hypermobility. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 2003; 17(6), 989-1004.
15. Hypermobility Syndromes Association. What is hypermobility. Hypermobility Syndromes Association: <https://www.hypermobility.org/what-is-hypermobility>, 15.04.2023.

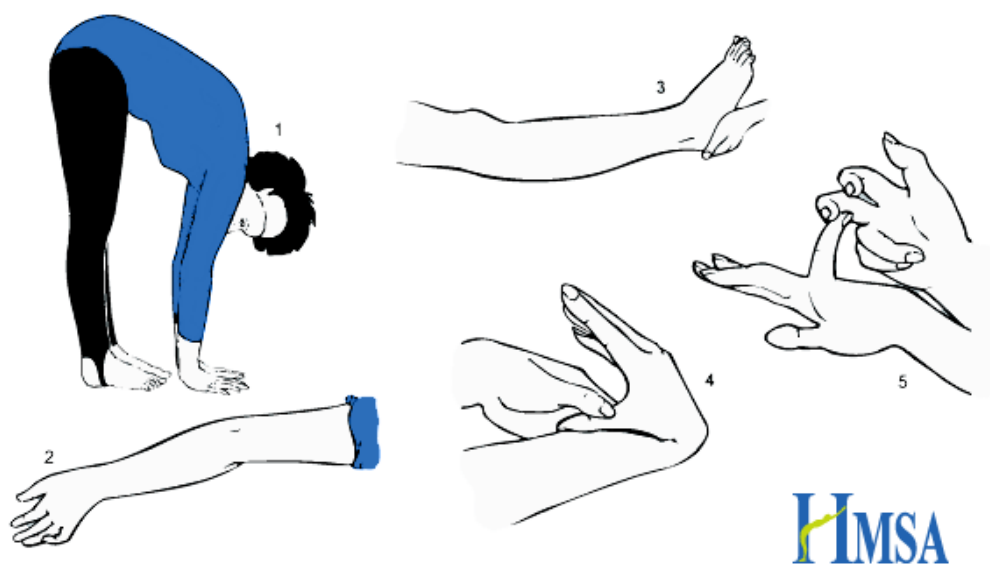
16. Kirk J, Ansell B, Bywaters E. The hypermobility syndrome. Musculoskeletal complaints associated with generalized joint hypermobility. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 1967; 26; 419-425.
17. Kozinc Ž, Žitnik J, Smajla D, Šarabon N. The difference between squat jump and countermovement jump in 770 male and female participants from different sports. *European Journal of Sport Science*, 2021; lk 985-993.
18. Kurto, (EDS) Ehlers Danlos Syndrome NYC, Beighton v Brighton. <http://eds-nyc.com/2013/11/beighton-v-brighton/>, 20.03.2023.
19. Leone V, Tornese G, Zerial M, Locatelli C. Joint hypermobility and its relationship to musculoskeletal pain in schoolchildren: a cross-sectional study. *Arch Dis Child*, 2009; 94(8).
20. Lewkonja R, Ansell B. Articular hypermobility simulating chronic rheumatic disease. *Arch Dis Child*, 1983; 58(12).
21. Markovic G. Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2004; lk 551-555.
22. Mascherini G, Marella M. Can the vertical jump height measure the lower limbs muscle strength? *Italian journal of anatomy and embryology*, 2019.
23. Murray KJ. Hypermobility disorders in children and adolescents. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 2006; 20(2); 329-351.
24. Murray K, Woo P. Benign joint hypermobility in childhood. *Rheumatology*, 2001; lk 489-491.
25. Paediatric Pearls. Paediatric Pearls. How to use the Beighton score: <https://www.paediatricpearls.co.uk/how-to-use-the-beighton-score/>, 14.02.2023.
26. Petrigna L, Karsten B, Marcolin G, Paoli A, D'Antona G, Palma A, Bianco A. A Review of Countermovement and Squat Jump Testing Methods in the Context of Public Health Examination in Adolescence: Reliability and Feasibility of Current Testing Procedures. *Frontiers in Physiology*, 2019; 10.
27. Petronijevic MS, Garcia Ramos A, Mirkov DM, Jaric S, Valdevit Z, Knezevic OM. Self-Preferred Initial Position Could Be a Viable Alternative to the Standard Squat Jump Testing Procedure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2018; lk 3267-3275.
28. Reuter PR, Fichthorn KR. Prevalence of generalized joint hypermobility, musculoskeletal injuries, and chronic musculoskeletal pain among American university students. *PeerJ*, 2019.
29. Salse-Batán J, Varela S, García-Fresneda A, Ayán C. Reliability and validity of field-based tests for assessing physical fitness in gymnasts. *Apunts Sports Medicine* 2022.
30. Scheper MC, de Vries JE, de Vos R, Verbunt J, Nollet F, Engelbert R. Generalized joint hypermobility in professional dancers: a sign of talent or vulnerability? *Rheumatology (Oxford)*, 2013; 52(4).

31. Scheper M, Beelen A, Nollet F, Engelbert R. FRI0456 The influence of generalized joint hypermobility on physical functioning in healthy young adults. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 2013.
32. Simmonds J, Keer R. Hypermobility and the hypermobility syndrome. *Manual Therapy*, 2007; 12(4), 298-309.
33. Smits-Engelsman B, Klerks M, Kirby, A. Beighton Score: A Valid Measure for Generalized Hypermobility in Children. *The Journal of Pediatrics*, 2011; 158(1), 119-123.
34. Steinberg N, Tenenbaum S, Zeev A, Pantanowitz M, Waddington G, Dar G, Siev-Ner I. Generalized joint hypermobility, scoliosis, patellofemoral pain, and physical abilities in young dancers. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2021.
35. Wilder JN, Riggins ER, Noble RA, Lelito CM, Widenhoefer TL, Almonroeder TG. The effects of drop vertical jump technique on landing and jumping kinetics and jump performance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2021.

LISA 2: Mõtteandmed hüpete tulemuste osas

Nimi	Vanus (aastates)	Pikkus (cm)	Kaal (kg)	Kükist üleshüpe (keskmine, cm)	Sügavushüpe (keskmine, cm)	CMJ Vasak (keskmine, cm)	CMJ Parem (keskmine, cm)
Testitav 1	13	162,6	51,9	22,03	25,17	12,40	10,30
Testitav 2	14	161,5	48,2	22,60	28,07	12,80	14,05
Testitav 3	12	144,1	43,1	16,60	21,97	9,60	8,25
Testitav 4	12	156,6	45,0	20,83	22,87	10,80	11,60
Testitav 5	12	160,6	44,6	25,03	29,17	13,10	12,65
Testitav 6	12	151,7	41,9	22,00	30,80	12,55	12,50
Testitav 7	12	145,6	33,3	24,90	26,90	10,10	13,05
Testitav 8	12	152,6	42,1	26,17	26,67	15,35	12,85
Testitav 9	13	164,8	50,8	22,43	27,57	12,45	12,30
Testitav 10	12	149,5	37,0	20,50	21,77	10,25	9,25
Testitav 11	13	162,4	48,5	24,13	28,13	11,65	11,35
Testitav 12	13	159,5	41,7	22,27	28,60	11,80	12,10
Testitav 13	12	153,0	47,4	18,07	21,80	10,60	10,45
Testitav 14	13	165,0	54,3	24,10	26,90	13,80	12,45
Testitav 15	15	172,1	56,6	21,47	26,50	11,65	10,40
Testitav 16	15	172,3	68,8	20,03	24,97	12,60	12,90
Testitav 17	13	162,2	59,5	21,73	26,63	13,10	13,60
Testitav 18	15	168,1	61,3	18,83	18,97	10,00	10,70
Testitav 19	16	171,2	66,5	20,60	23,20	10,90	8,80
Testitav 20	16	165,1	52,3	18,93	16,70	11,95	11,10
Testitav 21	16	173,1	61,5	21,67	25,40	9,25	11,45
Testitav 22	16	167,5	59,5	24,77	29,20	16,85	14,85
Testitav 23	17	161,7	60,9	20,90	26,40	10,70	11,10
Testitav 24	15	176,0	62,5	24,33	26,47	14,85	14,90
Testitav 25	15	166,1	52,6	30,30	39,10	19,50	18,25
Testitav 26	17	167,2	63,5	26,80	30,50	15,20	14,90
Testitav 27	15	168,4	66,3	23,87	27,80	11,60	13,35
Testitav 28	16	172,1	59,1	26,67	32,17	12,20	14,10
Testitav 29	15	174,6	67,2	24,97	26,37	11,50	11,95

LISA 3: Beightoni hüpermobiilsuse test



Joonis 9. Beightoni hüpermobiilsuse test (Association Hypermobility Syndromes, 2023)

AUTORI LIHTLITSENTS

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.

Mina, Lisanna Liplik,

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

„Liigeste hüpermobiilsuse seos alakeha võimsusnäitajatega rühmvõimlejal“,

mille juhendaja on Mati Arend, 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.

Lisanna Liplik
21.05.2023