

**YLÄVARTALON FYYSISET OMINAISUUKSIEN JA LIKKUVUUDEN YHTEYS
LENTOPALLON ISKULYÖNNIN NOPEUTEEN – 8 VIKON
HARJOITUSINTERVENTIO NUORILLA MAAJOUKKUEPELAAJILLA**

Linda Huhtala

Valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2022

TIIVISTELMÄ

Huhtala, L. 2022. Ylävartalon fyysisten ominaisuuksien ja liikkuvuuden yhteys lentopallon iskulyönnin nopeuteen – 8 viikon harjoitusinterventio nuorilla maajoukkuepelaajilla. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, valmennus- ja testausopin pro gradu - tutkielma, 66 s. 1 liite.

Lentopallossa iskulyönnin nopeudella on suuri vaikutus sen tehokkuuteen. Ylävartalon voima- ja liikkuvuusominaisuuksien rooli lyönnin nopeuteen on epäselvä, jonka vuoksi sitä tulee tutkia lisää. Tämän työn tarkoituksena on selvittää, löytyykö kuntopallo- ja kuntosaliharjoittelun väliltä eroja lyöntinopeuden kehittämiseen tähtäävässä harjoittelussa. Lisäksi tavoitteena on selvittää eri ylävartalon voima- ja liikkuvuusmuuttujien yhteyksiä lentopallon iskulyönnin nopeuteen ja siten auttaa valmentajia kehittämään pelaajien hyökkäyksen tehokkuutta.

Tutkimuksessa selvitettiin kahdeksan viikon harjoitusintervention avulla ylävartalon kuntopallo- ja kuntosaliharjoittelun vaikutusten eroja iskulyönnin nopeuteen. Tutkittavat olivat tyttöjä sekä poikia nuorten maajoukkueyryhmistä ($n = 14$ ja 12 , ikä $16,89 \pm 1,00$). Ennen harjoitusinterventiota ja sen jälkeen pelaajille toistettiin seuraavat testit: iskulyönnin nopeus 4-paikan lyönnistä, pallonheitto (250g) tutkaan, pään yli eteen -kuntopallonheitot (1 ja 2kg), liikkuvuustesteistä rintarangan kierto, olkavarren sisä- ja ulkokierto ja lapakääntö sekä voimatesteinä penkkipunnerruksen ja ylivedon 3RM-testit. Intervention aikana tutkittavat harjoittelivat kahteen ryhmään jaettuna kaksi kertaa viikossa normaalien voimaharjoitusten yhteydessä joko ylävartalon kuntopallo- tai kuntosaliliikkeitä.

Iskulyönnin nopeuden ja kaikkien heitto- sekä voimatestien väliltä löytyi tilastollisesti erittäin merkitseviä voimakkaita yhteyksiä. Kaikki tutkittavat huomioon ottaen Spearmanin korrelaatiokertoimet olivat seuraavat: pallonheitto tutkaan $r = 0,905$, PYE 1 kg $r = 0,917$, PYE 2 kg $r = 0,940$, penkkipunnerrus 3RM $r = 0,826$, ylivetö 3RM $r = 0,812$. Tyttöillä ja pojilla vahvoja korrelaatioita löytyi vain heittotesteistä. Tyttöillä korrelaatiot olivat seuraavanlaisia: pallonheitto tutkaan $r = 0,682$, PYE 1 kg $r = 0,780$, PYE 2 kg $r = 0,898$. Poikien vastaavat korrelaatiot olivat: pallonheitto tutkaan $r = 0,706$, PYE 1 kg $r = 0,694$, PYE 2 kg $r = 0,664$. Kuntopalloharjoittelulla saatiin aikaan suurempaa kehitystä iskulyönnin nopeudessa verrattuna kuntosaliryhmään (kuntopalloryhmä 4,8 %, kuntosaliryhmä 1,64 %), mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Käytännön kannalta yhdistetty ylävartalon kuntosali- ja kuntopalloharjoittelu voidaan nähdä potentiaalisena vaihtoehtona iskulyönnin nopeuden kehittämiseksi. Erityisesti nuorilla kehittyvillä pelaajilla on tärkeää harjoitella maksimivoimaa, joka voidaan jalostaa lajivoimaksi, mutta jolla voidaan myös ennaltaehkäistä esimerkiksi olkapään vammoja. Kuntopalloharjoitteet ovat erinomainen tapa siirtää hankitut voimaominaisuudet lajisuoritukseen.

Asiasanat: lentopallo, iskulyönnin nopeus, kuntopallo, ylävartalon voimaharjoittelu

ABSTRACT

Huhtala, L. 2022. The connection between upper body strength and mobility to attacking speed in volleyball – 8-week intervention in junior national team players. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, Master's thesis, 66 p. 1 appendix.

In volleyball the effectiveness of an attack is greatly affected by the attacking speed. The role of upper body strength and mobility in attacking speed is unclear and that is why it should be studied more. The purpose of this work was to find if there are differences between the medicine ball training and the gym training when the goal is to improve attacking speed. The aim is also to find out if there are connections between upper body strength and mobility variables and attacking speed to help coaches train the attacking effectiveness.

In this study, Finnish youth national team players, from both genders (n = 14 and 12, age $16,89 \pm 1,00$), participated in 8-week intervention. Before and after the intervention they took part in the following tests: spike attack speed from position 4, throwing speed with 250 g ball, over-head throws with 1 kg and 2 kg medicine balls, mobility tests, bench press 3RM and pull-over 3RM. During the intervention the subjects trained upper body strength twice per week in two groups. Along with their normal strength training they did either medicine ball throws or upper body gym training.

There were statistically significant strong correlations between attacking speed all the throw and strength tests. Including all subjects, the Spearman correlations were following: throwing speed with 250 g ball $r = 0,905$, over-head throw with 1 kg ball $r = 0,917$, over-head throw with 2 kg ball $r = 0,940$, bench press 3RM $r = 0,826$, pullover $r = 0,812$. When examining girls and boys separately, there were strong correlations only in throwing tests. Girls had the following correlations: throwing speed with 250 g ball $r = 0,682$, over-head throw with 1kg ball $r = 0,780$, over-head throw with 2kg ball $r = 0,898$. Same correlations in boys were: throwing speed with 250g ball $r = 0,706$, over-head throw with 1kg ball $r = 0,694$, over-head throw with 2kg $r = 0,664$. Medicine ball training group got larger improvements in attacking speed comparing to gym training group (medicine ball 4,80 %, gym 1,64 %), but the differences were not statistically significant.

In practise a combined upper body gym and medicine ball training can be seen as a potential way to improve attacking speed. Especially with young players it is important to train maximal strength that can be developed to sport-specific strength. In addition, it can help to prevent shoulder injuries among others. Medicine ball throws are an excellent way to transfer the acquired strength to sport performance.

Key words: volleyball, attacking speed, medicine ball, upper-body strength training

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 LENTOPALLON ISKULYÖNTI.....	3
2.1 Iskulyönti lajisuorituksena ja sen merkitys lajin kannalta.....	3
2.2 Iskulyönnin nopeuden merkitys lyönnin tehokkuuteen.....	4
2.3 Iskulyönnin biomekaniikka	5
2.3.1 Iskulyönnin vauhti ja ponnistus.....	6
2.3.2 Iskulyönnin loppuvaihe	8
3 LENTOPALLON ISKULYÖNNIN NOPEUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT	13
3.1 Ylävartalon voimatasot.....	13
3.2 Ylävartalon liikkuvuus	15
3.3 Lajispesifit ominaisuudet ja tekniikka.....	16
4 YLÄVARTALON VOIMAHARJOITTELU LENTOPALLOSSA	18
4.1 Voimaharjoittelun tavoitteet.....	19
4.2 Kuntopalloharjoittelu.....	21
4.3 Kuntosaliharjoittelu	23
5 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESIT	25
6 TUTKIMUSMENETELMÄT	27
6.1 Tutkittavat.....	27
6.2 Tutkimusasetelma.....	28
6.3 Mittaukset.....	29
6.3.1 Lentopallon iskulyönnin nopeuden mittaaminen	30
6.3.2 Pallonheitto tutkaan (250 g)	31

6.3.3	Kuntopallonheitto pään yli eteen eri painoisilla palloilla (1 ja 2 kg)	32
6.3.4	Liikkuvuusmittaukset	32
6.3.5	Voimamittaukset (penkkipunnerrus ja yliveto)	33
6.4	Harjoitusinterventio	34
6.4.1	Kuntopalloryhmä	35
6.4.2	Kuntosaliryhmä	36
6.5	Tilastolliset menetelmät	37
7	TULOKSET	38
7.1	Testien väliset yhteydet	38
7.2	Ryhmien kehittyminen	41
7.2.1	Iskulyönnin nopeus	41
7.2.2	Heittotestit	43
7.2.3	Voimatestit	46
7.2.4	Liikkuvuustestit	48
8	POHDINTA	50
8.1	Testien väliset yhteydet	50
8.2	Ryhmien kehittyminen	52
8.3	Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet	56
8.4	Yhteenveto	58
8.5	Käytännön sovellutukset	59
	LÄHTEET	61
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Lentopallo on yksi maailman harrastetuimmista pallopeleistä. Sitä pelataan 9x18 m kokoisella kentällä, jonka puolittaa naisilla 224 cm ja miehillä 243 cm korkea verkko. Pelaajia on kentällä kuusi kummaltakin joukkueelta. Lajin ominaispiirteisiin kuuluu pallon toimittaminen verkon yli rajatuin kosketuksin. Pallon kosketus omaan kenttäpuoliskoon aiheuttaa pisteen vastustajajoukkueelle. Hyökkäyksessä palloa pyritään joko lyömään mahdollisimman kovaa tai mahdollisimman tarkasti, jotta vastustaja ei pysty saamaan palloa enää takaisin peliin. Lentopallossa pelaajat ovat erikoistuneet seuraaviin rooleihin: passari, yleispelaaja, keskipelaaja, hakkuri ja libero. Kaikilla pelipaikoilla on omat roolinsa ja ominaisuusvaatimuksensa. (Honkanen ym. 2016, 556–557)

Lentopallossa hyökkäyksen tehokkuus on yksi merkittävimmistä tekijöistä menestymisen kannalta. Huippulentopallossa piste tehdään usein jo ensimmäisestä hyökkäyksestä, joten sen tehokkuudella on suuri merkitys pelin voittamisen kannalta (Honkanen ym. 2016, 557). Iskulyönnin tehokkuuteen vaikuttaa sekä lyönnin tarkkuus että palloon aikaansaatu nopeus. (Forthomme ym. 2005). Lentopallon iskulyöntisuoritus eroaa muiden lajien vastaavista yliolan liikkeistä siinä, että suoritus tapahtuu ilmassa, eikä jalkojen voimantuottoa saada siksi siirrettyä välineeseen, toisin kuin esimerkiksi keihäänheitossa. Myös taidon ja erityisesti ajoituksen merkitys korostuu vahvasti lentopallossa. Sen vuoksi iskulyöntisuoritukseen vaikuttaa paljon muuttujia, jotka vaikeuttavat aiheen tutkimista ja tutkimustietoa aiheesta löytyykin vain vähän. Tämän työn kirjallisuuskatsauksessa tullaankin hyödyntämään myös muiden lajien, kuten esimerkiksi tenniksen (Fernandez-Fernandez ym. 2013; Terraza-Rebollo ym. 2017) ja käsipallon (Hermassi ym. 2019; Raeder ym. 2015) parissa tehtyjä tutkimuksia.

Suomalaisessa lentopallossa pelaajien voimaharjoittelu on perustunut pääosin suurten vetoliikkeiden ja jalkojen voimantuoton kehittämiseen, mutta ylävartalon voimatasojen kehittäminen on ollut pienemmässä roolissa. Tämän työn tarkoituksena onkin selvittää, millaisella ylävartalon voimaharjoittelulla voitaisiin vaikuttaa eniten pelaajien hyökkäysten nopeuteen ja siten myös tehokkuuteen. Kuntosalilla tehtävällä harjoittelulla saadaan tarkennettua harjoitusvaikutus tarkasti tiettyihin lihaksiin ja se mahdollistaa myös eri voiman lajien harjoittelun tehokkaasti. Kuntopalloharjoittelulla pystytään puolestaan tekemään

lajinomaisempia liikkeitä ja liikeratoja kuin kuntosaliharjoittelulla ja sitä voidaankin pitää lajiharjoittelun ja perinteisen voimaharjoittelun välimuotona (Raeder ym. 2015).

Tämän työn tarkoituksena on kahdeksan viikon harjoitusintervention avulla selvittää, onko kuntopalloilla tehtävä voimaharjoittelu parempi tapa kehittää lentopallon iskulyönnin nopeutta kuin kuntosalilla tapahtuva voimaharjoittelu. Lisäksi tavoite on selvittää eri ylävartalon voima- ja liikkuvuusmuuttujien yhteyksiä lentopallon iskulyönnin nopeuteen ja siten auttaa valmentajia kehittämään pelaajien hyökkäyksen tehokkuutta. Tutkimustietoa aiheeseen liittyen löytyy niukasti, jonka vuoksi on perusteltua tutkia sitä lisää.

2 LENTOPALLON ISKULYÖNTI

Lentopallossa on kuusi erilaista lajisuoritusta, jotka ovat syöttö, vastaanotto, passi, hyökkäys, puolustus ja torjunta. Nämä lajisuoritukset jakaantuvat alatekniikoihin. Tässä työssä keskitytään lajisuorituksista hyökkäykseen ja erityisesti sen alatekniikoista iskulyöntiin. Hyökkäys voidaan toteuttaa myös esimerkiksi sijoituslyönnillä tai peipillä. Mitä tahansa lentopallon lajisuoritusta tutkittaessa tulee huomioida, että lentopallo on syklinen laji, jossa aikaisemmat kosketukset vaikuttavat seuraaviin eikä mitään lajisuoritusta voida analysoida huomioimatta sitä edeltäviä suorituksia (Palao ym. 2006). Esimerkiksi hyökkäyksen laatuun vaikuttaa vahvasti sitä edeltänyt passi, sekä passiin sitä edeltänyt vastaanotto. Kauas verkosta jääneestä vastaanotosta passarin on haastavaa saada aikaan optimaalista passia, jolloin hyökkääjä ei pääse hyökkäämään optimaalisesti (tarkasti tai kovaa).

2.1 Iskulyönti lajisuorituksena ja sen merkitys lajin kannalta

Iskulyönnillä tarkoitetaan lajisuoritusta, jossa pelaaja toimittaa pallon vastustajan puolelle verkon yli lyömällä palloa avokämmenellä. Lentopallossa hyökkäyksiä voidaan tehdä eri pelipaikoilta, mutta yleisimpiä ovat paikat 1, 2, 3, 4 ja 6 (kuva 1). Etukentällä kyseisellä hetkellä olevat pelaajat saavat hyökätä verkolta (paikat 2, 3 ja 4), kuitenkin siten, että lyönti tapahtuu omalla puolella verkkoa. Takakentän pelaajat (paikat 1 ja 6) saavat lyödä palloa takakentältä ponnistaen kolmen metrin viivan takapuolelta. Hypyn alastulo saa kuitenkin tapahtua etukentälle. (FIVB 2016) Lentopallossa hyökkäyksiä tekevät yleispelaajat, hakkurit sekä keskipelaajat. Yleispelaaja hyökkää pääsääntöisesti paikoilta 4 ja 6, hakkuri paikoilta 2 ja 1 sekä keskitorjuja paikalta 3. Inkisen ym. (2011) tutkimuksen mukaan selvästi eniten hyökkäyksiä tehdään paikalta 4. Aikuisten sarjoissa hyökkäyksiä tehdään huomattavasti enemmän keskeltä verkkoa paikalta 3 kuin nuorten sarjoissa (Inkinen ym. 2011).

5	4	
6	3	
1	2	

KUVA 1. Kentän jako kuuteen osaan.

Iskulyöntisuoritus koostuu nopeasta muutaman askeleen vauhdista, mahdollisimman korkeasta vertikaalisesta ponnistuksesta sekä pallon lyönnistä (Marques ym. 2008). Iskulyönti on onnistunut, kun pallo siirtyy vastustajan puolelle antennien väliseltä alueelta ja osuu suoraan vastustajan kenttään tai osuu maahan vastustajan torjujan tai puolustajan kosketuksen kautta (FIVB 2016).

Iskulyönnillä tehdään eniten pisteitä lentopallossa, joten sen merkitys lajin kannalta on suuri (Challoumas & Artemiou 2018; Forthomme ym. 2005). Iskulyönti on myös yleisin hyökkäystapa sekä miehillä että naisilla (87,9 ja 77,7 %), mutta miehillä vielä hieman yleisempi (Palao ym. 2009). Palao ym. (2009) pohtivat tutkimuksessaan, että todennäköisesti naiset hyödyntävät enemmän muita hyökkäystapoja iskulyönnin rinnalla, koska eivät heikompien fyysisten ominaisuuksiensa vuoksi pysty lyömään yhtä kovaa kuin miehet ja siksi vastustajan puolustusta tulee pyrkiä rikkomaan myös muilla tavoin.

2.2 Iskulyönnin nopeuden merkitys lyönnin tehokkuuteen

Hyökkäyksen tehokkuuden on osoitettu olevan tekijä, joka erottaa paremmin menestyvät joukkueet heikommin menestyvistä (Palao ym. 2004). Tämän vuoksi on tärkeää ymmärtää sen taustalla olevia fyysisiä ominaisuuksia ja kuinka kehittää niitä ominaisuusharjoittelulla (Baena-Raya ym. 2021). Lentopallon iskulyönnin tehokkuuteen vaikuttaa lyönnin nopeus ja suuntautuminen sekä lyöntikorkeus (Challoumas & Artemiou 2018; Forthomme ym. 2005;

Palao & Valades 2009). Nopeammat iskulyönnit ovat tehokkaampia, koska niitä on vaikeampi torjua ja puolustaa, sillä reagointiaikaa on vähemmän (Forthomme ym. 2005; Vint & Hinrichs 2008). Challoumasin ja Artemioun (2018) tutkimuksessa ei kuitenkaan löydetty yhteyttä lyönnin nopeuden ja sen tehokkuuden väliltä ($r = 0,06$). Samassa tutkimuksessa havaittiin, että yli 90 kilometrin tuntinopeus lyönnissä vaikuttaa negatiivisesti lyönnin tehokkuuteen ($r = -0,90$). Tutkimuksen mukaan tämän taustalla voi olla se, että kovemmissa lyönneissä pallo on usein matalammalla suhteessa lyöjään. Tällöin lyönti kohdistuu jyrkemmin kohti lattiaa, ja jää siksi todennäköisemmin torjuntaan. Aiheesta kuitenkin tarvitaan lisää tutkimustietoa. (Challoumas & Artemiou 2018) Lyönnin nopeuden lisäksi tehokkuuteen vaikuttaa myös sen suuntautuminen. Oliveiran ym. (2020) review-artikkelin mukaan yhtä kova lyönti rajaa pitkin on tehokkaampi verrattuna vastaavaan viistolyöntiin. Rajalyöntiä puolustava pelaaja on lähempänä lyöjää ja tällä on silloin vähemmän aikaa reagoida puolustettavaan palloon. (Oliveira ym. 2020) Palaon ym. (2009) mukaan iskulyönnit ovat yhtä tehokkaita kummallakin sukupuolella. On kuitenkin huomattava, että kyseiseen tutkimukseen analysoitiin vuoden 2005 pelejä, joten tämän jälkeen on saattanut tapahtua muutoksia molempien sukupuolten pelitavoissa. (Palao ym. 2009) Aiempaa tutkimustietoa absoluuttisista lyöntinopeuksista niin peli- kuin harjoitustilanteistakaan ei juurikaan löydy mittausten haastavuuden vuoksi.

2.3 Iskulyönnin biomekaniikka

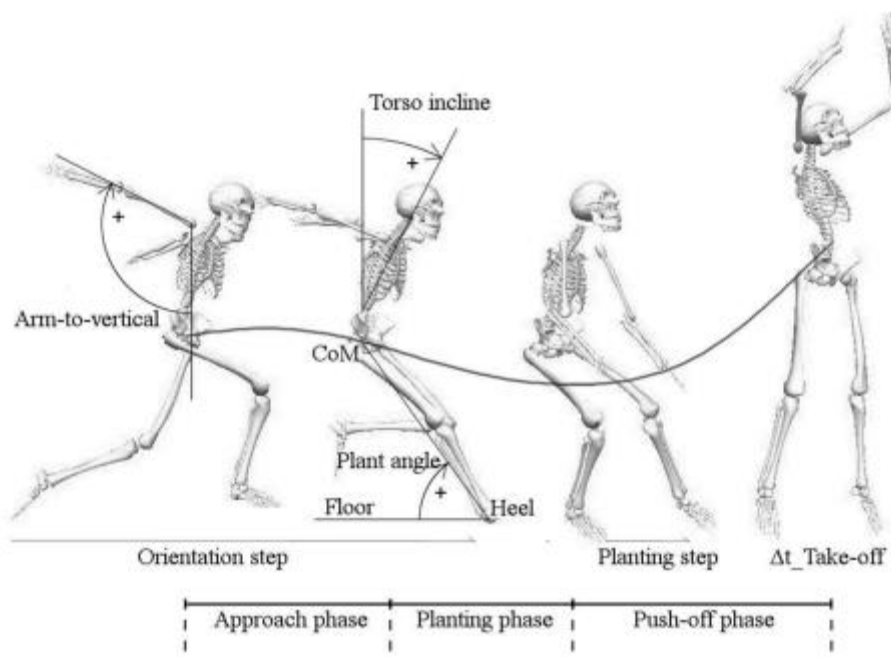
Iskulyönnin biomekaniikasta on tehty useita tutkimuksia. On kuitenkin huomattava, että valtaosa tutkimuksista on tehty harjoitusolosuhteissa (Oliveira ym. 2020), joka ei takaa sitä, että pelissä suoritukset toteutetaan samalla tavalla. Hyökkääminen on vaikeampaa pelin aikana esimerkiksi passien suuremman vaihtelevuuden ja torjunnan vuoksi. Torjunta voi vaikuttaa myös lyönnin kinematiikkaan (Oliveira ym. 2020). Lisäksi ajoitus on olennainen osa iskulyöntiä ja siksi iskulyönnin tutkiminen vaatii optimaalista passia (Fuchs ym. 2019).

Iskulyönnin biomekaniikkaan vaikuttaa monet eri asiat. Esimerkiksi sukupuolten välillä on havaittu olevan pieniä eroja iskulyönnin kinematiikassa (Oliveira ym. 2020). Naisilla liikelaajuudet ovat suurempia kuin miehillä, mutta miehet saavat aikaan suurempia nopeuksia lyöntikädelleen, joka edesauttaa nopeampaa lyöntiä (Seminati ym. 2015). Oliveiran ym.

(2020) review-artikkelin mukaan myös pelaajan kokemus ja lyöntitekniikka vaikuttavat kinemaattisiin muuttujiin. Lisäksi pitää huomioida, että eri pelipaikoilla lyöntitekniikoissa saattaa olla pieniä eroja. Esimerkiksi keskipelaajat ottavat vauhtia hyökkäykseen hieman eri tavalla ja takakentän lyönneissä ponnistus suuntautuu enemmän eteenpäin. Myös olkapäävammat voivat vaikuttaa kinematiikkaan tai lyöntitekniikan (kuva 3) valintaan. (Oliveira ym. 2020)

2.3.1 Iskulyönnin vauhti ja ponnistus

Iskulyönti tapahtuu yleensä neljän askeleen vauhdilla, jossa hyödynnetään käsien liikettä mahdollisimman korkealle pääsemiseksi. Askeleet riippuvat pelaajan hyökkäävästä kädestä. Oikeakätisellä hyökkääjällä ensimmäinen askel otetaan oikealla jalalla. Toisen askeleen jälkeen pelaajan painopiste laskee alemmas ja kädet heilahtavat taakse. Viimeiset kaksi askelta ovat nopeita ja niiden aikana horisontaalinen kiihtyvyys muutetaan vertikaaliseksi kiihtyvyydeksi (kuva 2). Pelaajan kädet heilahtavat viimeisten askelten aikana alakautta eteen ja ylös, jolloin myös niiden avulla saadaan lisää korkeutta hyppyyn. Iskulyönnin ponnistus on monimutkainen liikesarja, johon vaikuttaa niin pelaajan voiman- ja tehontuotto kuin myös tekniikka ja koordinaatio. (Fuschs ym. 2019) Ponnistus tapahtuu epäsymmetrisesti pelaajan jalkojen välillä (Wagner ym. 2009).



KUVA 2. Iskulyönnin vauhdin kaksi viimeistä askelta sekä ponnistus. Kuvassa mainittuna tekniikan oleellisempia kulmia sekä askeleiden pituuksia. CoM = massakeskipiste. (Fuchs ym. 2019)

Vauhdin tarkoituksena on kiihdyttää kehon painopistettä horisontaalisesti, jonka jälkeen ponnistuksessa painopisteen nopeus muutetaan vertikaaliseksi voimantuotoksi (Wagner ym. 2009). Ponnistuskorkeudella on osoitettu olevan merkittävä rooli iskulyönnin tehokkuudessa, sillä mitä korkeammalle pelaaja hyppää, sitä laajemmalle alueelle hänen on mahdollista hyökätä tehokkaasti ja sitä jyrkempään kulmaan lyönti on mahdollista kohdistaa. (Fuchs ym. 2019). Viisi tutkimuksessa tärkeimmiksi esitettyä muuttujaa iskulyönnin vauhdissa ponnistuskorkeuden maksimoimiseksi ovat lähestymisnopeus ($r = 0,71$), esikevennys ($r = -0,68$), ylävartalon etunoja, polvikulmat (dominoiva jalka $r = 0,76$) ja käsien heilautus (Fuchs ym. 2019; Wagner ym. 2009). Sekundaarisia muuttujia ovat esimerkiksi askelpituus, ponnistavan askeleen tulokulma lattiaan nähden sekä horisontaaliset voimat suhteessa lähestymisnopeuteen. Maksimaalisen ponnistuksen aikaansaamiseksi on tärkeää myös osata aktivoida alaraajojen lihakset oikea-aikaisesti ja siksi koordinaatio on tärkeä osa iskulyöntisuoritusta. (Fuchs ym. 2019)

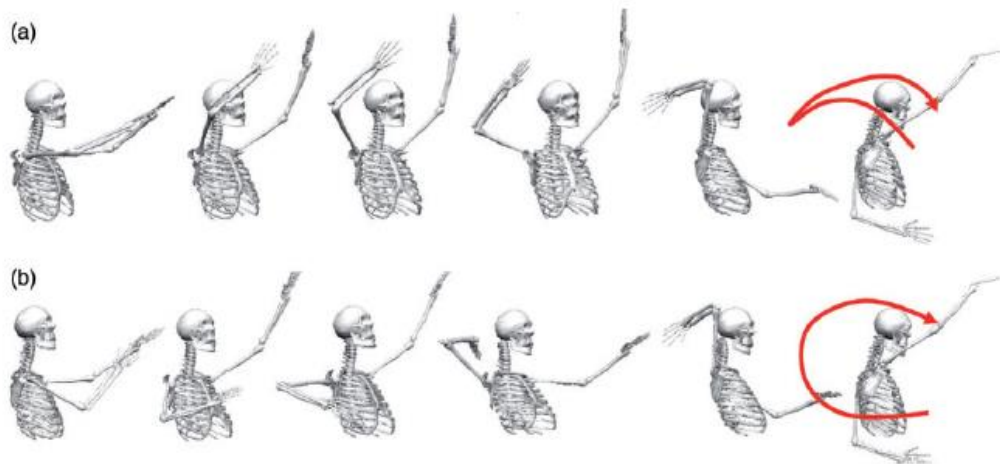
Sukupuolten välillä on osoitettu olevan merkittäviä eroja iskulyöntisuorituksissa. Osa eroista johtuu fyysisistä eroista, kuten kyvystä ponnistaa korkeammalle, mutta on havaittavissa myös teknisiä eroja, jotka eivät selity vain voiman- tai tehontuoton ominaisuuksilla. Fuchsin ym. (2019) tutkimuksessa löydetty merkittävimmät erot sukupuolten välillä iskulyönnin hypyssä olivat miesten suurempi lähestymisnopeus, laajempi ja nopeampi käsien heilautus ja ylävartalon etunoja sekä painopisteen suurempi laskeminen. Miehet hyödyntävätkin vauhtia paremmin ponnistuksessaan, kun naisilla vauhdin tarkoituksena on maksimoida alaraajojen lihasten käyttö ponnistusta varten. Vauhdin aikana naisten painopiste ei laske yhtä paljon alaspäin kuin miehillä, sillä heidän polvensa koukistuvat vähemmän ja ylävartalo kallistuu vähemmän eteenpäin, joka on yksi syy matalampaan ponnistuskorkeuteen. Miehet pystyvätkin Fuchsin ym (2019) tutkimuksen mukaan tuottamaan voimaa matalammilta polvikulmilta. Dominoivan käden valmistautumisessa lyöntiliikkeeseen ponnistuksen aikana ei havaittu eroja sukupuolten välillä. (Fuchs ym. 2019)

2.3.2 Iskulyönnin loppuvaihe

Ponnistuksen jälkeen pelaaja valmistautuu pallon lyömiseen kiertämällä lantiotaan ja siten koko vartaloaan muodostaen itsestään eräänlaisen jousen. Kun tämä ”jousi” laukaistaan, purkautuu pelaajan kehoon varastoitu energia käden nopean liikkeen kautta palloon. (Tabor ym. 2018) Jotta vauhdin aikana aikaansaatu voima voidaan siirtää palloon, pitää pelaajan osata liikuttaa hallitusti muun muassa lantiotaan, keskivartaloaan, olkapäätänsä, kyynärpäätänsä sekä rannettaan ja aktivoida niiden lihaksia oikea-aikaisesti (Reeser ym. 2010). Tämän vuoksi pelaajan iskulyöntitekniikka on hyvin tärkeässä roolissa pallon nopeuden tuottamisessa. Oliveiran ym. (2020) review-artikkelin mukaan pallon nopeus on riippuvainen erityisesti olkapään, olkaluun ja lantion kulmanopeuksista sekä olkapään ja lantion välisestä kiertokulmasta. Vaikka pelaajan iskulyönnin nopeudella on positiivinen korrelaatio hyppikorkeuteen ($r = 0,60$) ja käden nopeuteen ($r = 0,54$), suurin osa lyöntikäden nopeudesta selittyy iskulyönnin loppuvaiheessa tapahtuvista asioista. (Oliveira ym. 2020) Olkapään ja kyynärpään rotaatiot selittävät noin 75 % käden nopeudesta (Oliveira ym. 2020), jonka lisäksi vartalon ja ranteen rotaatiolla on oma vaikutuksensa käden nopeuteen (11 ja 2 %) (Vint & Hinrichs 2008).

Lyöntikorkeudella on suuri vaikutus lyönnin tehokkuuteen, sillä lyövän pelaajan tulee pystyä ohittamaan edessään oleva vastustajan torjunta (Challoumas & Artemiou 2018). Lyöntikorkeuden optimoimiseksi kyynärpään tulisi olla olkapään yläpuolella koko heilautusvaiheen ajan (perinteinen tyyli, kuva 3) ja mahdollisimman ojennettuna lyöntihetkellä (Oliveira ym. 2020). Reeserin ym. (2010) tutkimuksen mukaan pelaajan olkapää on noin 130° abduktiossa lyöntihetkellä, jolloin pelaaja pystyy kurottamaan mahdollisimman korkealle.

Oliveiran ym. (2020) mukaan Oka & Okamoto (1976) jakoivat tutkimuksessaan iskulyönnin loppuvaiheen käden liikkeen kahteen eri variaatioon (kuva 3), joita muut tutkimukset myöhemmin ovat tutkineet lisää (esim. Oliveira ym. 2020; Seminati ym. 2015). Perinteisessä tekniikassa (a) käsi viedään yläkautta kyynärpäätä edellä taakse ja backswing-tekniikassa (b) käsi tuodaan alakautta taakse ylös. Molemmissa tavoissa pelaajan lyövä käsi päättyy pään takapuolelle, josta se viedään suunnilleen samaa rataa pitkin pään etupuolelle, jossa lyönti tapahtuu. (Oliveira ym. 2020)



KUVA 3. Kaksi erilaista käden liikerataa iskulyönnissä: a) perinteinen tyyli ja b) backswing-tyyli (Oliveira ym. 2020).

Suurimmat erot näiden kahden tekniikan välillä ovat seuraavat: backswing-tekniikassa maksimaalinen olkapään fleksio on merkittävästi pienempi kuin perinteisessä tekniikassa,

joka viittaa siihen, että kyseinen tekniikka olisi olkapääystävällisempi (vähemmän liikettä nivelen liikeratojen ääri rajoilla) ja ennaltaehkäisisi olkapään rasitusvammoja. Horisontaalisen abduktion kulma (käsi vaakatasossa taaksepäin) oli kuitenkin backswing-tyylissä merkitsevästi suurempi. Olkavarren ulkokierron laajuudessa ei ollut eroja kahden tekniikan välillä. Tutkimuksessa myös sisä- ja ulkokierron kulmanopeudet sekä käden lyöntinopeus olivat suurempia backswing-tyylillä. Kyseisellä tyylillä saatiin siksi 5 % kovempia pallon nopeuksia 4-paikan lyönnistä. Lyöntikorkeuksissa ei ollut eroa tekniikoiden välillä. (Seminarium ym. 2015) Eri lyöntitekniikoiden hyödyntämisestä ei löydy tutkimustietoa.

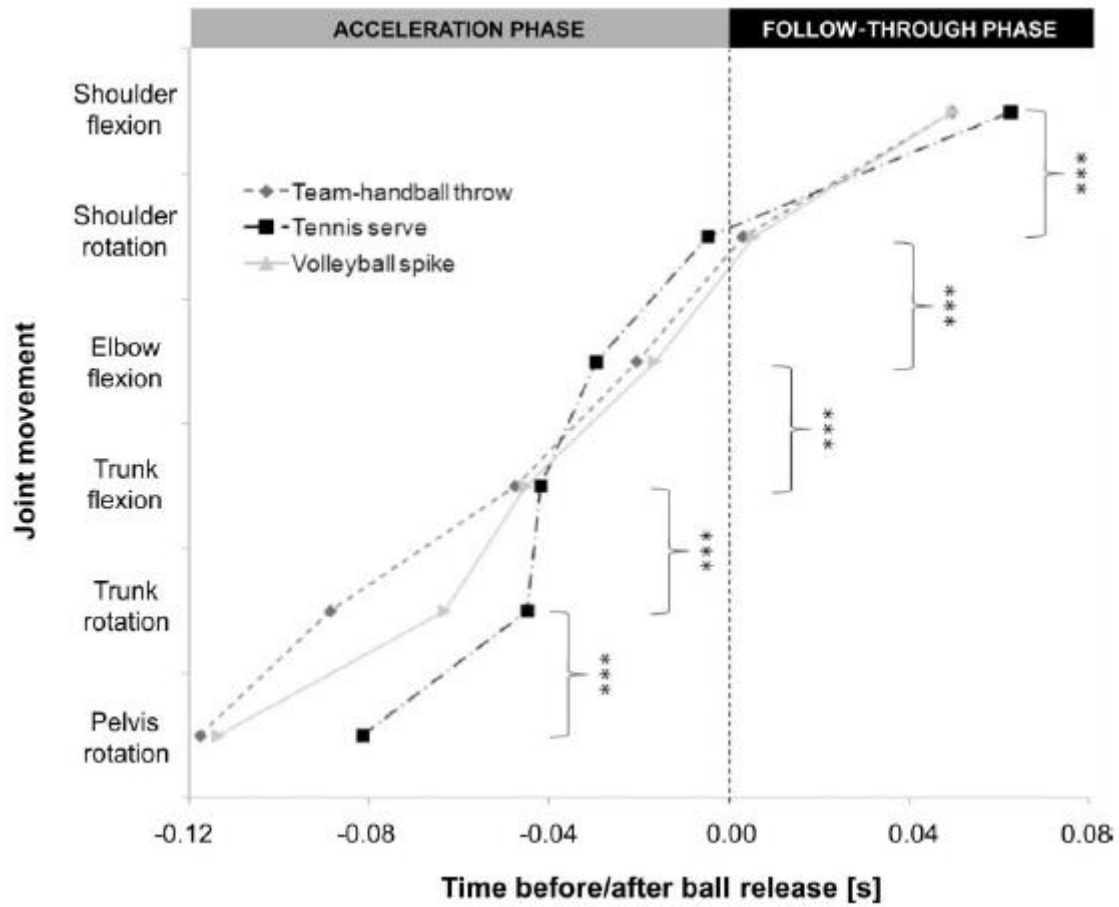
Lyönnin nopeuden lisäksi pallon suuntaaminen on tärkeässä osassa iskulyönnin tehokkuutta. Pallon suuntaa ohjataan ensisijaisesti hartialinjaa kääntämällä, mutta myös kämmenen/ranteen liikkeellä, jolloin osuma ei tapahdu täysin keskelle palloa. Lyöntikäteen ja siten myös palloon saadaan suurin nopeus, kun käden liikesuunta (lyöntisuunta) on noin kohtisuorassa hartialinjaan nähden, jonka vuoksi suuntaa kannattaa ohjata pääasiassa hartialinjan kääntämisellä. Suoraan lyödessään pelaaja pystyy parhaiten hyödyntämään rintalihaksiaan ja saa siten aikaan suurimmat nopeudet palloon. (Tabor ym. 2018). Hartialinjan kääntämisen vuoksi viistolyönneissä vartalon kierto on suurempi kuin rajalyönneissä (Oliveira ym. 2020).

Arslan & Albayn (2019) mukaan lentopalloilija lyö palloa pelipaikasta riippuen noin 40 000 kertaa kauden aikana, jonka vuoksi pelaajan tekniikkaan tulee kiinnittää erityistä huomiota vammojen ennaltaehkäisemiseksi. Vint ja Hinrichs (2008) mainitsivat, että suuremmalla vartalon kierrolla voitaisiin saada aikaan suurempia lyöntinopeuksia, mutta myös lisättäisiin yhden jalan alastulojen määrää, joilla on suuri yhteys alaraajojen vammojen määrään. Siksi pelaajien tulisikin suosia lyöntitekniikkaa, joka mahdollistaa tasapainoisen alastulon. (Vint & Hinrichs 2008) Lisäksi kyynärpäähän aikaisella ojentumisella voidaan ehkäistä kyynärnivelen liiallista rasittumista, sillä näin ojentuminen voi tapahtua hitaammalla kulmanopeudella, joka rasittaa niveltä vähemmän. Tällä tavoin myös kyynärpäähän nivelkulma on suurin juuri ennen palloon osumista, jolloin käden momentti on pienin ja olkapään fleksion kulmanopeus suurimmillaan. (Wagner ym. 2012) Dominoivan käden olkapään voimatasot ja liikkuvuus ovat myös tärkeitä ominaisuuksia niin suorituskyvyn kuin loukkaantumisten ennaltaehkäisyn vuoksi (Arslan & Albay 2019).

Lentopallon lisäksi myös monissa muissa lajeissa olkapään yli tapahtuvat liikkeet ovat yleisiä. Aikaisemmin on havaittu, että lajien, kuten käsipallon, keihäänheiton, tenniksen tai baseballin liikeradoissa on samankaltaisuuksia lentopallon iskulyönnin kanssa, mutta liikeradat eivät kuitenkaan ole identtisiä (Wagner ym. 2012). Eri lajien välisiä eroja on tärkeää tutkia, jotta voidaan hyödyntää tutkimustietoa ja valmennusosaamista lajirajojen ylitse.

Wagner ym. (2012) pyrkivät tutkimuksessaan selvittämään, onko lentopallon iskulyönnistä, käsipallon heitosta ja tenniksen syötöstä mahdollista löytää kinemaattisia yhteneväisyyksiä ylävartalon liikkeessä. Näissä liikkeissä havaittiin eroja 17 muuttujassa 24:stä, mutta kiihdytysvaiheessa nivelkulmat ja niiden etenemisjärjestys olivat kuitenkin suhteellisen samat. Tutkimuksessa selvisi, että tenniksen syötössä urheilijoiden lantio ja keskivartalo kiertyivät enemmän taaksepäin verrattuna käsipallon heittoon ja lentopallon iskulyöntiin. Tenniksen syötön tapahtuminen jalat maassa mahdollistaa tämän suuremman kierron ja myös suuremmat kulmanopeudet lantioon ja keskivartaloon. Lisäksi pelaajien keskivartalo on enemmän yliojennettuna taaksepäin kuin lentopallossa ja käsipallossa. Lentopallossa taivutus oli kuitenkin suurempi kuin käsipallossa. Olkapään maksimaalinen ekstensio sekä fleksion kulmanopeus olivat suurimmat käsipallossa. Vaikka nivelkulmien muutokset tapahtuivat samassa järjestyksessä kaikissa lajeissa, oli niiden ajoituksissa kuitenkin havaittavissa pieniä eroja (kuva 4). (Wagner ym. 2012.) Reeser ym. (2010) havaitsivat tutkimuksessaan, että lentopallossa olkapään abduktio (130°) on suurempi kuin tenniksen tai baseballin syötössä.

Lentopallon iskulyönnin, käsipallon heiton ja tenniksen syötön liikeradoissa oli seuraavia yhtäläisyyksiä. Kaikissa lajeissa lantion, keskivartalon, kyynärpään ja olkapään liikejärjestys oli sama (kuva 4) ja myös nivelten kulmanopeudet kasvoivat proksimaalisesta distaaliseen päähän edetessä (lantion sormiin). Kaikissa kolmessa lajisuorituksessa liike alkaa lantion ja keskivartalon kiertymisellä taaksepäin. Seuraavaksi käsi viedään taakse kyynärpää koukistuneena ja samanaikaisesti vartalo yliojentuu taaksepäin. Kiihdytysvaiheessa liike etenee lantion ja keskivartalon kiertymisestä ja koukistumisesta olkapään, kyynärpään ja ranteen kiihtymiseen. Käden kiihtyminen on olkapään sisäkierron ja kyynärpään ojentumisen ansiota. Myöskään olkavarren ulkokierrossa, sisäkierron kulmanopeudessa ja kyynärpään ekstension kulmanopeudessa ei ollut eroja lajien välillä. (Wagner ym. 2012)



KUVA 4. Lentopallon iskulyönnin, käsipallon heiton ja tenniksen syötön nivelten liikkeiden järjestys sekä ajoitukset suhteessa muihin lajeihin (Wagner ym. 2012).

3 LENTOPALLON ISKULYÖNNIN NOPEUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Pallon nopeuteen iskulyönnissä vaikuttaa monia tekijöitä, joita tässä luvussa tullaan käsittelemään. Arslanin ja Albayn (2019) mukaan nopeuteen vaikuttaa esimerkiksi pelaajan voimatasot, lyöntitekniikka, itseluottamus ja hypyn ajoitus suhteessa pallon lentorataan. Lisäksi tässä työssä käydään läpi ylävartalon liikkuvuuden yhteys lyönnin nopeuteen. Myös pallon ominaisuuksilla voi olla vaikutusta pallon nopeuteen (Arslan & Albay 2019). On myös huomioitava, että lentopallossa on erilaisia pelaajatyyppejä, ja palloa on mahdollista lyödä kovaa erilaisilla fyysisillä ominaisuuksilla.

Lentopallon iskulyönnissä pallon nopeutta voidaan mitata heti lyöntisuorituksen jälkeen. Yleisin tapa mitata pallon nopeutta on tutka, mutta myös videoanalyysi ja valokennot ovat mahdollisia mittausten menetelmiä (Palao & Valades 2009). Tutka voidaan asettaa joko lyöjän taakse, jolloin se mittaa pois päin itsestään etenevän pallon nopeutta tai pelaaja voidaan laittaa lyömään palloa kohti tutkaa. Tutka mittaa luotettavimmin, kun pallo etenee suoraan kohti tutkaa tai pois päin siitä. Siksi myös lentopallon iskulyönnin nopeusmittauksessa on aina jonkin verran kosinivirhettä pallojen suuntautuessa hieman sivuun tutkan mittaussuunnasta. Pallon nopeuden mittaaminen perustuu tutkan lähettämiin ja vastaanottamiin radioaaltoihin. Videoanalyysi ei ole yhtä luotettava kuin tutka, sillä se on epäsuora testi, jossa mitataan pallon kulkema matka suhteutettuna aikaan. (Ferragut ym. 2010) Nykyisin pallon nopeuksia mitataan myös reaaliaikaisesti pelien aikana. Esimerkiksi lentopallon EM-kilpailuissa syyskuussa 2021 televisiokatsojat näkivät syöttöjen ja lyöntien nopeuksia TV-grafiikoista. Pallon suuntia hyökkäyksessä mitataan joko käsin paperille piirtämällä tai erillisen ohjelmiston, kuten Data Volleyn avulla (Palao & Valades 2009). On kuitenkin tärkeää muistaa, että pelitilanteessa iskulyönnin nopeus ei vastaa harjoitustilanteessa aikaansaatuja maksimaalista nopeutta esimerkiksi torjunnan ja lyöntiä edeltäneiden suoritusten vuoksi.

3.1 Ylävartalon voimatasot

Ylävartalon voimatasojen vaikutuksesta lyönnin nopeuteen tai sen tehokkuuteen löytyy kohtuullisen vähän tutkimustietoa. Yleisesti tutkimuksissa painotetaan tehokkuuden taustatekijöistä ponnistusvoimaa ja lyöntitekniikkaa (esim. Challoumas & Artemiou 2018).

Challoumasin ja Artemioun (2018) tutkimuksessa voimaharjoittelun frekvenssin ja pelaajan iskulyönnin nopeuden väliltä löytyi kuitenkin selkeä korrelaatio ($r = 0,80$), joten voidaan olettaa, että voimaharjoittelulla pystytään kehittämään pelaajan lyöntinopeutta. Myös pelaajan ylä- ja alavartalon tehontuotolla on osoitettu olevan yhteys pallon maksiminopeuteen iskulyönnissä (Forthomme ym. 2005).

Baena-Rayan ym. (2021) mukaan yksittäinen voimamittaus ei välttämättä ole hyvä indikaattori kertomaan voimantuoton vaikutuksesta lajisuoritukseen. Yleisten voimaharjoitteluliikkeiden, kuten penkkipunnerruksen ja yllivedon kehityksen ja iskulyönnin nopeuden väliltä ei olekaan löydetty yhteyttä (Valades ym. 2016). Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että penkkipunnerruksen ja yllivedon liikeradat eroavat iskulyönnin liikeradoista merkittävästi, eikä siirtovaikutusta näin tapahdu (Baena-Raya ym. 2021). Sen sijaan esimerkiksi kuntopallonheittojen ja penkkipunnerrusheiton sekä iskulyönnin nopeuden väliltä voisi löytyä yhteys liikkeiden ballistisuuden ja iskulyönnin liikeradan samankaltaisuuden vuoksi. Penkkipunnerrusheitosta olisi myös mahdollista piirtää voimanopeus-käyrä, jonka avulla arvioida tutkittavan voimantuottokykyä ja hyödyntää sitä harjoittelun suunnittelussa. Tutkimusten mukaan penkkipunnerrusheiton kehonpainoon suhteutetuilla teoreettisella maksimivoimantuotolla ja mitatulla maksimitehontuotolla onkin merkitsevä yhteys ($r=0,55$ ja $r=0,44$) iskulyönnin nopeuteen. Penkkipunnerrusheiton teoreettisesta maksiminopeudesta ei kuitenkaan löytynyt yhteyttä iskulyönnin nopeuden kanssa. Tuloksista selvisi myös, että 1 N/kg parannus penkkiheiton teoreettisessa maksimivoimassa vastasi 0,08 km/h kovempaa iskulyöntiä. Tällä voidaan selittää noin 22 % iskulyönnin nopeudesta, joka on riittävän suuri prosenttiosuus olemaan mahdollisesti ratkaisevassa osassa lentopallon voittamisessa. (Baena-Raya ym. 2021)

Valtaosa ylävartalon voimaominaisuuksien ja lyöntinopeuden välistä suhdetta selvittäneistä tutkimuksista on mitannut ylävartalon voimaominaisuuksia isokineettisesti. Tutkimuksissa ei ole löydetty vahvoja korrelaatioita näiden kahden välillä. Muun muassa Arslan ja Albay (2019) eivät löytäneet yhteyttä pallon nopeuden (syöttö) ja olkapään isokineettisten mittausten voimantuottotulosten välillä. Kuitenkin Ferrisin ym. (1995) tutkimuksessa olkavarren isokineettisen sisäkierron osoitettiin korreloivan lyöntinopeuden kanssa sitä vahvemmin, mitä nopeammin isokineettinen mittaus suoritetaan. Tämä on loogista, sillä nopea liike on

samankaltaisempi iskulyönnin kanssa. Samassa tutkimuksessa havaittiin, että olkavarren ulkokierron ja sisäkierron voimantuoton suhteella on negatiivinen korrelaatio pallon nopeuteen iskulyönnissä. Toisin sanoen, mitä enemmän pelaaja pystyy tuottamaan voimaa sisäkierrossa suhteessa ulkokiertoa, sitä kovempaa hän pystyy lyömään. (Ferris ym. 1995)

Ferrisin ym. (1995) yllä mainittu tutkimustulos on mielenkiintoinen, sillä useat tutkimukset ovat kehottaneet urheilijoita vahvistamaan ulkokiertoaan vammojen ennaltaehkäisyksi ja myös Forthommen ym. (2005) tutkimuksessa olkapäävammoista kärsivillä pelaajilla ulkokierto/sisäkierto -suhde oli muita matalampi. Olkapään ulkokierron ja sisäkierron välisen voimantuoton suhteen onkin osoitettu olevan hyvä indikaattori kertomaan vammariskistä ja liikerajoituksista (Wang ym. 2000). Wangin ym. (2000) tutkimuksessa suhde oli dominoivassa kädessä 0,68 ja ei-dominoivassa kädessä 0,98, joten ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä (Wang ym. 2000). Ero johtui siitä, että dominoiva käsi oli vahvempi sisäkierrossa, mutta heikompi ulkokierrossa. Olkapään ulkokierron eksentrisen liikkeen heikko voimantuotto voi lentopallon iskulyönnissä vaikuttaa agonistien hallintaan ja aiheuttaa vammoja. Aiheesta ei ole kuitenkaan tehty pitkän aikavälin seuranta. (Wang ym. 2000) Lajeissa, joissa tehdään paljon yli olan -liikkeitä, onkin suuri riski olkapään rasitusvammoille. Naisilla olkapäävammojen on osoitettu olevan yleisempiä, johtuen todennäköisesti olkapäiden heikommista voimatasoista. (Aagaard & Jorgensen 1996)

3.2 Ylävartalon liikkuvuus

Ylävartalon liikkuvuuden yhteydestä iskulyönnin nopeuteen löytyy vain vähän tutkimuksia, jonka vuoksi aihetta on syytä tutkia lisää. Forthommen ym. (2005) tutkimuksen mukaan olkapään passiivisella liikkuvuudella (ulkokierto ja sisäkierto) ei ole yhteyttä iskulyönnin pallon nopeuteen. He löysivät tutkimuksessaan pieniä eroja kovempaa ja hiljempaa lyövien pelaajien olkavarren sisäkierron liikeradoissa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. (Forthomme ym. 2005) Toisen tutkimuksen mukaan myöskään olkapään liikeratojen laajuudella (olkavarren ulko- ja sisäkierto) ei ole yhteyttä siihen, miten paljon voimaa urheilija pystyy tuottamaan isokineettisesti. Liikkuvuuden ja pallon nopeuden (syöttö) välillä ei ilmennyt täten yhteyttä. (Arslan ja Albayn 2019)

Ylävartalon liikkuvuuden rajoitteet (olkapään rajoittunut liike) aiheuttavat rajoituksia mahdollisissa lyöntisuunnissa. Toisin sanoen pelaajalla on mahdollisia hyökkäyssuuntia vähemmän, joka heikentää hänen tehokkuuttaan ja helpottaa vastustajien puolustusta (Tabor ym. 2018). Pelaaja, jolla on rajoittunut liikkuvuus, saa hyödynnettyä kätensä nopeutta pääosin vain suorissa lyönneissä, mutta kääntäessään lyöntiä esimerkiksi rajaa kohti, käden nopeus on matalampi heikon liikkuvuuden vuoksi, joka puolestaan heikentää hyökkäyksen tehokkuutta. (Tabor ym. 2018) Lisäksi lyönnit paikoilta 2 ja 4 (kentän oikea ja vasen laita) vaativat hyökkääjältä hieman erilaista käden liikettä ja siten myös liikkuvuutta (Tabor ym. 2018). On hyvä huomata, että olkapään liikkuvuudella on merkitystä loukkaantumisten ennaltaehkäisemiseksi (Shanley ym. 2011).

Liikkuvuutta voidaan mitata muun muassa TE3-älykepillä (TE3 Oy, Helsinki). TE3 on 100 cm pitkä ja 3,5 cm leveä keppi, joka kertoo 1 asteen tarkkuudella kulman muutoksista LED-näytön avulla. Laitteessa on useita asetuksia eri nivelten liikelaajuuksien mittaamiseen. TE3 on kohtalaisen uusi keksintö (2016), jonka vuoksi sen luotettavuudesta ei löydy etenkään kansainvälisiä tutkimusartikkeleita. Asumalahden ym. (2019) opinnäytetyössä kuitenkin rintarangan kierrossa mittaajien väliseksi toistettavuudeksi saatiin 0,875 ja mittaajien sisäiseksi toistettavuudeksi 0,769 ja 0,856, joka kertoo hyvästä toistettavuudesta. Olkavarren sisä- ja ulkokierron mittaamisen validiteetista ja reliabiliteetista ei toistaiseksi löydy tutkimustietoa.

3.3 Lajispesifit ominaisuudet ja tekniikka

Vaikka lentopallon iskulyönnissä sekä ylä- että alavartalon voimatasoilla on osoitettu olevan jonkinlainen yhteys pallon nopeuteen, ei yhteys kuitenkaan ole aivan suoraviivainen. Jotta voima voidaan siirtää palloon, tulee pelaajan osata liikuttaa kehoaan koordinoitusti ja aktivoida lihaksiaan oikea-aikaisesti. Esimerkiksi lantion, keskivartalon, olkapään, kyynärpään ja ranteen koordinoitulla liikkeellä on suuri vaikutus saavutettuun pallon nopeuteen. (Reeser ym. 2010) Tämän vuoksi pelaajan tekniikalla saattaa olla hyvin tärkeä rooli iskulyönnin pallon nopeuden tuottamisessa. Oliveiran ym. (2020) review-artikkelin

mukaan tekniikalla ei kuitenkaan välttämättä ole vaikutusta pallon nopeuteen, vaan erilaisilla tekniikoilla on mahdollista lyödä palloa kovaa.

Challoumasin ja Artemioun (2018) tutkimuksessa havaittiin pelaajan kokemuksen ja iän parantavan iskulyönnin tehokkuutta. Kokemuksen myötä parantuva tekniikka vaikuttaakin vahvasti lyönnin tehokkuuteen tarkkuuden ja voimakkuuden parantuessa. Kyseisessä tutkimuksessa oli kuitenkin hyvin pieni otos. (Challoumas & Artemiou 2018) Myös Taborin ym. (2018) tutkimuksessa havaittiin, että junioripelaajat löivät merkittävästi hitaampaa kuin kokeneemmat pelaajat. Tämän taustalla selitettiin olevan kokemuksen tuoma parempi lyöntitekniikka sekä korkeammat voimatasot (Tabor ym. 2018). On kuitenkin haastavaa tutkia, kuinka suuri vaikutus taidolla on lyöntinopeuteen. Challoumasin ja Artemioun (2018) tutkimuksessa kuitenkin suositeltiin tekniikkaharjoittelun korostamista nuorten pelaajien iskulyönnin tehokkuuden kasvattamiseksi, sillä hyvällä tekniikalla voidaan esimerkiksi välttää olkapään rasitusvammoja.

Voima- ja liikkuvuusominaisuuksien sekä taidon ja tekniikan lisäksi myös muilla tekijöillä on osoitettu olevan vaikutusta aikaansaatuun iskulyönnin nopeuteen. Ponnistuskorkeudella on suuri vaikutus lyönnin tehokkuuteen, sillä mitä korkeammalta pelaaja lyö palloa, sitä todennäköisemmin hän pystyy lyönnillään ohittamaan vastustajan torjunnan. Lisäksi matalammalle ponnistavat pelaajat joutuvat kurottamaan korkeammalle saadakseen pallon verkon ja torjunnan yli ja siten eivät saa tuotettua palloon voimaa optimaalisesti. (Forthomme ym. 2005) Korkealta lyödessä pelaajan on myös mahdollista hyökätä laajemmalle alueelle ja jyrkempään kulmaan (Fuchs ym. 2019). Challoumasin ja Artemioun (2018) tutkimuksessa ponnistuskorkeuden ja lyönninnopeuden välille löytyi kohtalainen korrelaatio ($r = 0,52$). Myös pelaajan lihasmassalla ($r = 0,56$), luumassalla ($r = 0,64$), pituudella ($r = 0,46$) sekä lentopalloharjoittelun ($r = 0,49$) ja voimaharjoittelun frekvenssillä ($r = 0,80$) on positiivinen vaikutus lyönnin nopeuteen (Challoumas & Artemiou 2018). Aikaisempien olkapäävammojen on havaittu vaikuttavan negatiivisesti lyönnin nopeuteen, mutta ei sen tehokkuuteen (Challoumas & Artemiou 2018).

4 YLÄVARTALON VOIMAHARJOITTELU LENTOPALLOSSA

Lentopalloilijan harjoittelukausi alkaa kesä-heinäkuussa, mutta osa kesän harjoittelusta saatetaan toteuttaa omatoimisena harjoitteluna. Varsinainen harjoittelukausi jää lentopallossa lyhyeksi, sillä kilpailukausi alkaa jo syys-lokakuun vaihteessa ja tätä ennen voidaan pelata jo harjoituspelejä. Maajoukkuepelaajilla harjoituskautta ei välttämättä ole juuri lainkaan, sillä maajoukkuepelit pelataan pääosin kesän aikana. Kesän harjoittelukausi voidaan jakaa peruskuntokauteen ja kilpailuun valmistavaan kauteen. Suurin harjoituskuormitus ajoittuu aina harjoituskaudelle, sillä kilpailukaudella liian suuri kuormitus haittaa herkästi pelisuoritusta. Fysiikkaharjoittelua pitää kuitenkin tehdä myös kilpailukaudella, jotta ominaisuuksia voidaan vähintään ylläpitää vuoden ympäri. Peruskuntokaudella harjoittelun tavoitteena on kehittää pelaajien aerobista kuntoa, jolla edistetään suurten harjoitusmäärien jaksamista ja niistä palautumista, sekä vähennetään pelinaikaista väsymystä. Lisäksi peruskuntokaudella pyritään kehittämään pelaajan voimaominaisuuksia. Lajiharjoittelun määrä on matala peruskuntokaudella. Kilpailuun valmistavalla kaudella joukkue- ja lajiharjoittelun määrä lisääntyy ja myös kokonaisharjoitusmäärä nousee 18–25 tuntiin. Naiset harjoittelevat usein miehiä enemmän määrällisesti. (Honkanen ym. 2016, 559–560.)

Lentopallon Suomen korkeimmalla sarjatasolla, eli Mestaruusliigassa, sarjakausi kestää lokakuusta huhti-toukokuulle. Lisäksi monet joukkueet pelaavat Suomen Cupia, joka huipentuu tammikuussa finaaleihin. Kauden aikana joukkueille tulee noin 24–36 ottelua runkosarjassa, jonka lisäksi parhaat joukkueet pelaavat jopa 17 ottelua pudotuspeleissä. (Lentopalloliitto 2022) Pelaajien kuntohuippu pyritään rakentamaan kevään pudotuspeleihin. Lentopalloliiton Urheilijan polku -materiaalin (Lentopalloliitto 2013b) mukaan lentopallon Mestaruusliigan joukkueilla lajiharjoittelun määrän tulisi olla noin 10–12 tuntia viikossa. Tämän lisäksi urheilijoiden tulisi harjoitella omatoimisesti tai oheisharjoitteluna 5–8 tuntia, jolloin kokonaisviikkoharjoitusmääräksi pelien lisäksi tulisi 15–20 tuntia. (Lentopalloliitto 2013b)

4.1 Voimaharjoittelun tavoitteet

Voimaharjoittelun tavoitteet ja lähtökohdat eroavat eri pelaajien välillä. Esimerkiksi iällä, harjoitustaustalla ja sukupuolella voi olla vaikutusta harjoitusadaptaatioihin (Kell 2011). Nuorilla urheilijoilla voimaharjoittelun tulee olla suoritustekniikoihin keskittyvää ja siten myöhemmän voimaharjoittelun mahdollistavaa (Honkanen ym. 2016, 558). Nuorilla pelaajilla myös taustat voivat vaihdella runsaasti, joka tulee huomioida harjoittelussa ja tutkimusten tuloksia tulkittaessa. Aikuisiällä fyysinen harjoittelu muuttuu tehopainotetummaksi, sillä lajin pienen rasitus-leposuhteen ja nopeiden liikkeiden vuoksi pelaajien tärkeimpiä ominaisuuksia ovat voiman- ja tehontuotto-kyky (Hedrick 2007). Tehoharjoittelu tapahtuu lentopallossa tyypillisesti vapaiden painojen vetoliikkeillä ja kuntopalloharjoittelulla. (Honkanen ym. 2016, 558) Myös pelipaikat vaikuttavat voimaharjoittelun tavoitteisiin, sillä esimerkiksi liberoille ponnistuskorkeuden kehittämistä ei ole hyötyä, mutta kyvystä reagoida räjähtävästi on. Ylävartalon voimaharjoittelu ei myöskään hyödytä liberoita ja passareita samalla tavalla kuin yleispelaajia, hakkureita ja keskipelaajia. Pääosin lentopalloilijoiden voimaharjoittelu kohdistuu alavartaloon, sillä ylävartalon voimatasojen ei ole osoitettu olevan merkittävässä roolissa pelaajan lajisuorituskyvyn kannalta. Alavartalon voimaharjoittelusta on osoitettu olevan hyötyä räjähtävissä liikkeellelähdoissä, suunnanmuutoksissa, sekä ponnistuskorkeudessaakin, jolla on yhteys myös iskulyönnin nopeuteen. (Oliveira ym. 2020)

Lentopalloilijoiden voimaharjoittelu on usein peruskuntokaudella hypertrofiapainotteista ja kauden lähestyessä muuttuu maksimivoimaharjoitteluksi toistomäärien pienentyessä ja kuorman kasvaessa. Kilpailukauden lähestyessä maksimivoimaa aletaan jalostamaan nopeusvoimaksi. Maksimivoimatasoja olisi kuitenkin suotavaa pystyä ylläpitämään koko harjoitus- ja kilpailukauden ajan, jotta nopeusvoimaominaisuuksia on mahdollista kehittää. Aittokallion (2010) pro gradun mukaan Mestaruusliigan miespelaajien maksimi- ja nopeusvoimaominaisuuksia on mahdollista ylläpitää kilpailukauden aikana, kun molempia harjoitellaan kerran viikossa. Pelaajien maksimivoimaominaisuuksia pystyttiin tutkimuksen aikana ylläpitämään myös harvemmillä harjoitusrytmillä, kun nopeusvoimaharjoittelua lisättiin hieman (yhdeksän päivän välein maksimivoimaharjoittelua ja viiden päivän välein nopeusvoimaharjoittelua). Myös Gamble (2006) suositteli voimaharjoittelun määräksi kilpailukaudella 1–3 kertaa viikossa. Tutkimuksessa kuitenkin muistutettiin, että lepoviikot

voimaharjoittelusta eivät heikennä urheilijoiden suorituskykyä. Häkkisen (1993) tutkimuksen mukaan on mahdollista, että naislentopalloilijoilla voimaharjoittelutauko aiheuttaa suurempia pudotuksia tuloksissa kuin mieslentopalloilijoilla. Siksi erityisesti naisten tulisi jatkaa voimaharjoittelua läpi kilpailukauden.

Lentopallossa, kuten monissa muissakin palloilulajeissa, pelitahti on kilpailukaudella kiireinen ja siksi fyysisten ominaisuuksien harjoittelun ohjelmointi on haasteellista. Erityisesti maksimivoimaharjoittelu usein haittaa lajiharjoittelua ja nopeita tehosuorituksia 1–3 päivän ajan (Bomba & Carrera 2003, 34). Minimitavoitteena fysiikkaharjoittelulle on, että harjoituskaudella saavutettuja ominaisuuksia ylläpidetään koko kauden. Hyvin suunnitellulla ja optimoidulla harjoittelulla voi kuitenkin olla mahdollista myös kehittää fyysisiä ominaisuuksia. Häkkisen (1993) tutkimuksen mukaan maksimivoimaharjoittelua ei tulisi keskeyttää kilpailukauden ajaksi, sillä pelkällä räjähtävällä voimaharjoittelulla sekä maksimivoima- että nopeusvoimaominaisuudet saattavat heikentyä. Lentopallon lajiharjoittelulla on todettu olevan hyvin pieni rooli fyysisten ominaisuuksien kehittymisessä (Gabbett ym. 2006).

Martínez-García ym. (2021) mainitsivat, että toisin kuin usein luullaan, lajinomainen heittäminen yksistään ei ole paras tapa kehittää heittonopeutta. Heidän review-artikkelissaan suositeltiin sekä vapaita painoja (Baena-Raya ym. 2021; Hermassi ym. 2019) että kuntopallonheittoja (Baena-Raya ym. 2021; Fernandez-Fernandez ym. 2013; Hermassi ym. 2015) osana voimaharjoittelua. Myös Hermassi ym. (2015) suosittelivat käsipallon heittonopeuden parantamiseksi kuntopalloharjoittelun ja lajinomaisen heittoharjoittelun yhdistelmää. Lentopallossakin on perinteisen voimaharjoittelun ja plyometrisen harjoittelun yhdistelmällä on onnistuttu parantamaan miespelaajien lyöntinopeutta (Dupuis ym. 2001, Valades ym. 2017 mukaan). Marquesin ym. (2008) tutkimuksen mukaan naislentopalloilijat voivat parantaa suorituskykyään lisäämällä harjoitteluunsa yhdistettyä voima- ja plyometrista harjoittelua lajiharjoitusten ohkeen.

4.2 Kuntopalloharjoittelu

Kuntopalloharjoittelulla tarkoitetaan eripainoisilla palloilla tehtävää heittoharjoittelua, jonka tavoitteena on pyrkiä tekemään lajinomaisempia liikkeitä ja liikeratoja kuin kuntosaliharjoittelulla. Sitä voidaankin pitää lentopallon lajiharjoittelun ja perinteisen voimaharjoittelun välimuotona (lajivoima). (Raeder ym. 2015) Kuntopalloharjoittelu toteutetaan usein plyometrisenä, jolla tarkoitetaan voimaharjoittelun muotoa, joka pyrkii kehittämään pelaajan tehontuottoa ja nopeutta jatkamalla liikettä ”loppuun saakka” (esim. heitto). Tutkimusten mukaan se on pätevä menetelmä esimerkiksi hyppykorkeuden, heitonopeuden ja lyöntinopeuden kehittämiseen (Valades ym. 2017). Kuntopalloharjoittelulla voidaan parantaa tilastollisesti merkitsevästi olkavarren isokineettistä voimantuottoa (Raeder ym. 2015), jolla saattaa olla yhteys lyönnin nopeuteen (Ferris ym. 1995). Plyometrisestä harjoittelusta on havaittu olevan hyötyä muun muassa tenniksen ja käsipallon kaltaisissa lajeissa, mutta lentopallosta tutkimustietoa löytyy vielä kohtuullisen vähän. Valadesin ym. (2017) mukaan ylävartalon plyometrisellä harjoittelulla voidaan kuitenkin kehittää ammattilaislentopalloilijoiden lyöntinopeutta. (Valades ym. 2017)

Kuntopalloharjoittelussa tulee huomioida muutamia asioita. Koska harjoittelusta toivotaan saatavan siirtovaikutus lajiin, tulee harjoittelun olla mahdollisimman lajinomaista ja heittoliikkeen lajisuorituksen kaltainen (Valades ym. 2017). Esimerkiksi lentopalloilijoiden on hyödyllistä tehdä heittoliikkeitä, joissa pelaajan molemmat jalat ovat ilmassa tai joissa pelaaja heittää palloa yhdellä kädellä. Lisäksi harjoittelussa tulee huomioida muun muassa pallon pudotus- tai heittokorkeus ja -voimakkuus sekä pallon paino, jotta kuormitus on optimaalinen (Valades ym. 2017). Marquesin ym. (2008) tutkimuksen mukaan kuntopallonheittoissa (erityisesti pään yli eteen -heitossa) on huomioitava, annetaanko pelaajien hyödyntää suorituksessaan myös jalkojaan esikevennyksen muodossa. Mikäli annetaan, heiton pituus saattaa korreloida enemmän jalkojen tehontuoton kuin ylävartalon voiman- tai tehontuoton kanssa. (Marques ym. 2008) Kuntopallonheittojen vertailu kuntosaliharjoitteluun onkin haastavaa, sillä heittosuoritukset kohdistuvat koko vartaloon, joka voi edesauttaa siirtovaikutusta lajisuoritukseen.

Tutkimusten mukaan plyometrinen kuntopalloharjoittelu on potentiaalinen vaihtoehto lentopalloilijoiden lyöntinopeuden kehittämiseen. Saadakseen optimaalisen vasteen plyometrisesta harjoittelusta, on pelaajien annettava kaikkensa jokaisessa suorituksessa. Valadesin ym. (2017) tutkimuksessa tämä toteutettiin siten, että pelaajien tuli aina jokaisessa harjoituksessa heittää pallo vähintään yhtä pitkälle kuin edellisellä kerralla, tai suoritus hylättiin. Valadesin ym. (2017) tutkimuksen mukaan plyometrinen harjoittelu parantaa urheilijoiden lihasten supistumisnopeutta, joka puolestaan lisää tehontuottoa. Samassa tutkimuksessa myös havaittiin, että harjoitusjakson päättymisen jälkeen interventoryhmä pystyi ylläpitämään lyöntinopeuttaan ja voimatasojaan neljän viikon playoff-kauden ajan. Valadesin ym. (2017) tutkimuksessa plyometrisella harjoittelulla parannettiin naispelaajien lyöntinopeutta 4,1 % (2,9 km/h) kilpailukaudella tehdyn 8 viikon mittaisen intervention aikana. Interventoryhmän pelaajat tekivät kaksi kertaa viikossa voimaharjoituksen päätteeksi kaksi kuntopallonheittoliikettä. Kontrolliryhmässä kehitystä ei tapahtunut. On kuitenkin huomattava, että kyseisessä tutkimuksessa tutkittavien määrä oli suhteellisen pieni, joka heikentää tutkimuksen luotettavuutta (n = 7 interventoryhmässä ja n = 4 kontrolliryhmässä). (Valades ym. 2017).

Myös muissa yli olan tapahtuvissa lajisuorituksissa on havaittu kehitystä kuntopalloharjoittelun ansiosta. Hermassi ym. (2015) osoittivat tutkimuksessaan, että kuntopalloharjoittelulla voidaan parantaa käsipallon heittonopeutta paremmin kuin käsipallon heittoharjoittelulla, kun heittonopeus mitataan jalat maassa -heitosta. Kuitenkin, kun heitto tapahtui lajinomaisesti hypystä, ei ryhmien välillä ilmennyt juurikaan eroja, vaan molemmat ryhmä kehittyivät yhtä hyvin. Tämän vuoksi he suosittelivatkin kuntopalloharjoittelun ja lajinomaisen heittoharjoittelun yhdistämistä heittonopeuden kasvattamiseksi. (Hermassi ym. 2015) Myös Fernandez-Fernandez ym. (2013) saivat aikaan merkittäviä muutoksia nuorten 14-vuotiaiden tenniksen syötön nopeudessa kuuden viikon yhdistetyllä kuntopallo- ja kuminauhaharjoittelulla. Tutkittavat tekivät voimaharjoittelua kolme kertaa viikossa. Syötön nopeus parani tilastollisesti erittäin merkitsevästi interventoryhmällä. Kontrolliryhmällä kehitystä ei tapahtunut. Olkavarren ulko- ja sisäkierron liikkuvuudessa tapahtui myös tilastollisesti merkitseviä muutoksia sekä interventio- että kontrolliryhmillä, mutta tähän kuminauhaharjoittelulla on todennäköisesti ollut suuri vaikutus. Tutkittavilla ei ollut taustaa voimaharjoittelusta. (Fernandez-Fernandez ym. 2013)

4.3 Kuntosaliharjoittelu

Siinä missä kuntopalloharjoittelulla saadaan aikaan lajisuoritusta lähempänä olevia liikemalleja, ovat kuntosaliliikkeet suljettuja liikkeitä, jotka kohdistuvat tarkemmin tiettyihin lihaksiin. Kuntosaliharjoittelu ei siksi olekaan riittävän lajinomaista, jotta kehitetyt voimaominaisuudet saataisiin suoraan siirrettyä iskulyönnin lajisuoritukseen (Baena-Raya ym. 2021). Tämän vuoksi Valades ym. (2016) eivät onnistuneet kehittämään iskulyönnin nopeutta kahdeksan viikon ylävartalon voimaharjoitusinterventiolla, vaikkakin penkkipunnerruksen ja yliveton 1 RM -tulokset (*yhden toiston maksimi*) paranivat merkittävästi. Kuntosaliharjoittelulla voidaan kuitenkin kuntopalloharjoittelua paremmin kehittää pelaajan maksimivoimaominaisuuksia, jotka ovat edellytys maksimitehon kasvattamiselle. Maksimivoimaominaisuuksien kehittämiseksi on suositeltu yli 75 % 1RM kuormista ja tehoharjoitteluun alle 50 % 1RM kuormia urheilijan suorituskyvyn parantamiseksi. (Cormie ym. 2011) Tyypillisiä ylävartalon voimaliikkeitä lentopalloilijalle ovat muun muassa rinnalleveto ja penkkipunnerrus (Marques ym. 2008) sekä yliveto (Valades ym. 2016). Myös käsipainoilla saadaan harjoitettua monipuolisesti eri lihaksia ja liikesuuntia.

Martínez-García ym. (2021) review-artikkelin perusteella voimaharjoittelulla on selvä yhteys heitonopeuden kehittymiseen. Saman artikkelin perusteella molempien sukupuolten heitonopeutta on mahdollista kehittää voimaharjoittelulla, mutta miehet saavuttivat hieman naisia suurempia kehitysaskelaita voimaharjoittelun aikana. Artikkelissa verrattiin myös useiden tutkimusten tuloksia nuorten ja aikuisten välillä ja aikuisilla havaittiin suurempia muutoksia heitonopeudessa voimaharjoittelun jälkeen. Aihetta oli tutkittu selvästi eniten aikuisilla miehillä, mutta myös naisilta ja nuorilta löytyi aiheesta riittävästi tutkimustuloksia vertailuun. Tutkimuksessa kuitenkin mainittiin, että lisää tutkimusta aiheesta kaivataan erityisesti naisten ja nuorten osalta. Erilaiset voimaharjoittelumenetelmät vaikuttivat merkittävästi review-artikkelin tuloksiin. Artikkelissa mainittiin, että aiemmalla voimaharjoittelutaustalla on suuri vaikutus heitonopeuden kehittymiseen voimaharjoitusjakson aikana. Valmentajien tulisikin huomioida urheilijoidensa taustat heitonopeuden kehittämiseen pyrkivässä harjoittelussa. (Martínez-García ym. 2021)

Käsipallon heitonopeudessa on saatu aikaan merkittäviä parannuksia ylävartalopainotteisella voimaharjoittelujaksolla kilpailukauden aikana Qatarin toiseksi korkeimman sarjatason käsipalloilijoilla (8 viikkoa, 2x/vko). Käytettävät voimaliikkeet olivat penkkipunnerrus, yliveto, tempaus sekä rinnalleveto ja työntö, joita tehtiin 55–85 % kuormalla 6–10 toistoa kuorman kasvaessa ja toistomäärien laskiessa intervention loppua kohden. Interventiolla onnistuttiin parantamaan heitonopeutta 20 % hypyn kanssa tehtävässä lajinomaisessa heitossa, kun samanaikaisesti kontrolliryhmällä ei muutosta tapahtunut. (Hermassi ym. 2019) Cuevas-Aburton ym. (2020) tutkimuksessa vertailtiin penkkipunnerruksen ja käsipallon heitonopeuden kehittymistä neljän viikon harjoitusjaksolla, jossa toinen ryhmä harjoitteli kaksi kertaa viikossa penkkipunnerrusta 70–90 % maksimista olevilla painoilla ja toinen ryhmä penkkipunnerrusheittona 40 % kuormalla. Tutkittavat olivat käsipallon harrastelijoita (*recreational*). Tuloksista havaittiin, ettei kumpikaan ryhmistä kehittänyt tilastollisesti merkitsevästi käsipallon heitonopeuttaan, mutta penkkipunnerruksessa harjoiteltu ominaisuus kehittyi. Tuloksiin voi kuitenkin vaikuttaa tutkimuksen lyhyt interventiojakso. Penkkipunnerruksen 1RM -tuloksen ja käsipallon heitonopeuden väliltä ei löytynyt yhteyttä, mutta tämä on voinut johtua tutkittavien heittotekniikan puutteista. Tutkijat myös mainitsivat, että harjoitusohjelman heittoharjoitteiden puute on voinut vaikuttaa tuloksiin. (Cuevas-Aburto ym. 2020)

5 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESEIT

Tutkimuskysymys 1: Onko kuntopalloilla ja kuntosalilla tapahtuvalla ylävartalon voimatasojen kehittämiseen tähtäävällä harjoittelulla eroa, kun tavoitteena on kasvattaa pallon nopeutta lentopallon iskulyönnissä?

Hypoteesi 1: Kyllä ja ei. Lentopallon osalta aiheesta ei löydy juurikaan tutkimustietoa, mutta muiden lajien parissa tehtyjen tutkimusten perusteella molemmilla tavoilla voidaan kehittää tehokkaasti pallon/välineen nopeutta yliolan liikkeessä. Terraza-Rebollon ym. (2017) tutkimuksessa vertailtiin 8 viikon kuntopallo- ja voimaharjoittelun vaikutuksia tenniksen syöttö- ja lyöntinopeuksiin. Molemmilla harjoitustavoilla onnistuttiin parantamaan merkittävästi syötön nopeutta, mutta kuntosaliharjoittelun aikaansaama parannus oli hieman suurempi. Raederin ym. (2015) tutkimuksessa käsipalloilijoiden heitonopeus parani merkittävästi lajinomaisella kuuden viikon kuntopalloharjoittelulla verrattuna kontrolliryhmään. Tenniksen syöttöliike ja käsipallon heittoliike ovat suhteellisen samanlaisia lentopallon iskulyönnin kanssa, joten voidaan päätellä, että sekä kuntopallo- että kuntosaliharjoittelulla voitaisiin vaikuttaa myös lentopallon iskulyönnin pallon nopeuteen. Valades ym. (2016) mainitsivat myös tutkimuksessaan, että kuntopalloharjoitteet eivät ole riittävän nopeita ja siten lajinomaisia liikkeitä, jotta niistä saataisiin kuntosaliharjoitteluun verrattuna merkittävästi suurempi hyöty. Valadesin ym. (2017) tutkimuksessa saatiin aikaan kehitystä lyöntinopeudessa ylävartalon plyometrisella harjoittelulla, mutta harjoittelu sisälsi kuntopallonheittojen lisäksi myös muita ylävartalon plyometrisia harjoitteita.

Tutkimuskysymys 2: Onko lentopallon iskulyönnin pallon nopeudella ja pelaajan ylävartalon voimatasoilla yhteyttä?

Hypoteesi 2: Kyllä ja ei. Iskulyönnin pallon nopeudella ja pelaajan ylävartalon voimatasojen välillä saattaa olla yhteys, mutta tutkimustulokset ovat ristiriitaisia. Valadesin ym. (2016)

tutkimuksen mukaan penkki-punnerruksen (1RM), ylivedon (1RM) ja pään yli eteen kuntosallonheittojen (1, 2, 3, 4 ja 5 kg) tulokset eivät kerro pelaajan kyvystä lyödä palloa kovalla voimakkuudella. Heidän tutkimuksessaan pelaajien voiman- ja tehontuotto-ominaisuudet paranivat kauden aikana edellä mainituissa mittauksissa, mutta tämä ei näkynyt lyönnin nopeudessa. Valadesin ym. (2016) mukaan pallon nopeuteen iskulyönnissä vaikuttaakin merkittävämmiin pelaajan hyppykorkeus ja lyöntitekniikka.

Mitattavilla ylävartalon voimatasojen muuttujilla on kuitenkin vaikutusta tuloksiin, sillä Forthomme ym. (2005) löysivät positiivisen yhteyden isokineettisten mittausten ja lyönnin nopeuden välillä. Heidän mukaansa olkavarren sisäkierron ja kyynärpäähän koukistuksen ja ojennuksen (isokineettinen, konsentrisen) tulokset ovat yhteydessä siihen, kuinka kovaa pelaaja pystyy palloa lyömään. Korkeamman ja matalamman sarjatason pelaajien välillä ei kuitenkaan ilmennyt tilastollisesti merkitseviä eroja isokineettisissä voimatasoissa, vaikka ero iskulyönnin nopeudessa oli merkitsevä (100,9 vs. 90,4 km/h). (Forthomme ym. 2005)

Tutkimuskysymys 3: Onko lentopallon iskulyönnin pallon nopeudella ja pelaajan ylävartalon liikkuvuudella yhteyttä?

Hypoteesi 3: Kyllä ja ei. Aiheesta ei löydy juurikaan tutkimuksia, jonka vuoksi selvää hypoteesia on mahdotonta tehdä. Forthommen ym. (2005) tutkimuksen mukaan olkapään passiivisella liikkuvuudella (ulkokierto ja sisäkierto) ei ole yhteyttä iskulyönnin pallon nopeuteen. Olkapään liikkuvuudella on kuitenkin suuri merkitys loukkaantumisten ennaltaehkäisemiseksi. Forthomme ym. (2005) löysivät eroja kovempaa ja hiljempaa lyövien pelaajien olkavarren sisäkierron liikeradoissa, mutta ero ei ollut kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä.

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Tutkittavat

Tutkimuksen koehenkilöt olivat 15–18-vuotiaita nuorten lentopallomaajoukkueeseen kuuluvia tyttöjä sekä poikia. Tutkittavien tiedot on esitetty taulukossa 1. Pelaajat asuvat ja harjoittelevat Kuortaneen Urheiluopistolla ja pelaavat joko lentopallon ykkössarjaa (pojat ja tytöt) tai Mestaruusliigaa (tytöt). Mukana tutkimuksessa on kaikkien pelipaikkojen pelaajia. Tytöt ja pojat testattiin erikseen ja he myös harjoittelivat omissa ryhmissään koko tutkimuksen ajan. Harjoitusintervention aikana tytöistä viisi pelaajaa ja pojista yksi pelaaja jäi pois tutkimuksesta vammojen vuoksi.

Alkumittausta edeltävällä viikolla tutkittaville jaettiin tiedote tutkimuksesta, tietosuojailmoitus sekä suostumuslomake, jonka he palauttivat saapuessaan mittauksiin. Lisäksi tutkittavat täyttivät esitietolomakkeen (liite 1), jossa kysyttiin heidän syntymäaikansa, vammahistoriansa, pelipaikkansa ja lentopallokokemuksensa vuosina. Samaan lomakkeeseen kirjattiin myös pelaajien antropometriset tiedot: pituus, paino sekä lyöntikäden ulottuvuus paikallaan seisten. Pelaajien pituus mitattiin ilman kenkiä ja ulottuvuus kengät jalassa. Koska tutkittavat olivat pääosin alaikäisiä, myös heidän vanhempiaan tiedotettiin tutkimuksesta. Tutkittavat osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti. Poissulkukriteerinä tutkimuksessa oli täysipainoisen harjoittelun estävä vamma. Tutkimuksen toteutukselle saatiin puoltava lausunto Jyväskylän yliopiston eettiseltä toimikunnalta (867/13.00.04.00/2021).

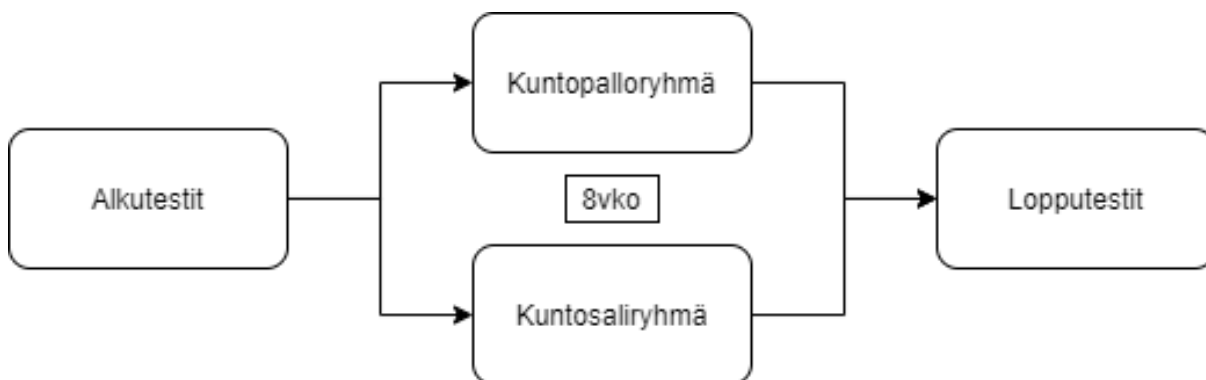
TAULUKKO 1. Tutkittavien määrät (n) ja ryhmäjakoon vaikuttaneet taustatiedot, jotka mitattiin alkutesteissä. Tiedot on esitetty muodossa keskiarvo \pm keskihajonta. Analysoinnissa hyödynnetään sekä alkutestien tutkittavien joukkoa, että intervention jälkeen mukana olleita. Tämän vuoksi kuntopallo- ja kuntosaliryhmät ovat kokonaisotoksia pienemmät.

	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)	Ulottuvuus (cm)	Iskulyönnin nopeus (km/h)
Kaikki (n = 26)	16,89 $\pm 1,00$	182,2 $\pm 9,32$	73,98 $\pm 10,04$	238,42 $\pm 12,44$	81,07 $\pm 13,45$
Tytöt (n = 14)	16,50 $\pm 0,87$	176,9 $\pm 7,16$	68,53 $\pm 8,12$	231,86 $\pm 10,63$	70,81 $\pm 7,23$
kuntopalloryhmä (n=5)	16,94 $\pm 0,90$	175,8 $\pm 9,52$	68,24 $\pm 11,76$	231,80 $\pm 13,18$	73,80 $\pm 8,03$
kuntosaliryhmä (n=4)	16,12 $\pm 0,96$	174,0 $\pm 8,60$	64,90 $\pm 5,33$	226,25 $\pm 12,23$	68,90 $\pm 7,84$
Pojat (n = 12)	17,36 $\pm 0,98$	188,3 $\pm 7,09$	80,35 $\pm 7,60$	246,08 $\pm 9,02$	93,03 $\pm 7,09$
kuntopalloryhmä (n=5)	17,14 $\pm 1,26$	185,4 $\pm 8,93$	79,76 $\pm 8,29$	242,00 $\pm 11,34$	89,62 $\pm 6,70$
kuntosaliryhmä (n=6)	17,52 $\pm 0,87$	190,0 $\pm 6,36$	80,00 $\pm 8,82$	249,17 $\pm 8,00$	94,57 $\pm 7,60$

6.2 Tutkimusasetelma

Tutkimusasetelma sisälsi kaikille yhteiset alkumittaukset, kahdeksan viikon harjoitusintervention kahdessa ryhmässä, sekä yhteiset loppumittaukset (kuva 5). Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään randomoidusti hyödyntäen kaikkien alkutestien tuloksia ja painottaen kuitenkin iskulyönnin nopeutta. Ryhmistä pyrittiin saamaan tasaiset myös pelipaikkojen osalta. Intervention harjoitukset yhdistettiin tutkittavien normaaliin harjoitteluun voimaharjoitusten yhteyteen kaksi kertaa viikossa. Tutkimusasetelma,

testiprotokollat sekä harjoitussuunnitelmat suunniteltiin yhdessä tämän pro gradu -tutkielman kirjoittajan, KIHU:n asiantuntijan sekä lentopallon maajoukkuevalmentajien kanssa. Tutkimus toteutettiin syksyllä 2021.



KUVA 5. Tutkimusasetelma.

6.3 Mittaukset

Tutkimus käynnistyi alkumittauksilla, joiden mittausjärjestys on esitetty taulukossa 2. Loppumittauksissa testit olivat täsmälleen samat kuin alkumittauksissa ja ne pyrittiin toteuttamaan samaan aikaan vuorokaudesta. Sekä alku- että loppumittaukset suoritettiin yhdessä sessiossa, tytöt ensimmäisenä mittauspäivänä ja pojat toisena päivänä. Yhden mittaussession kesto oli noin 2,5 tuntia.

TAULUKKO 2. Alkutestien sekä lopputestien mittaukset ja mittausjärjestys.

Mittausjärjestys

1. Tutkamittaus 4-paikan lyönnistä
2. Tutkamittaus 250 g heittopallon heitosta
3. Kuntopallonheitto pään yli eteen 1 ja 2 kg
4. Liikkuvuusmittaukset TE3-älykepillä: rintarangan kierto lyöntisuuntaan, dominoivan käden olkavarren ulkokierto ja sisäkierto, lapakääntö
5. Voimamittaukset: penkkipunnerruksen ja ylivedon 3RM

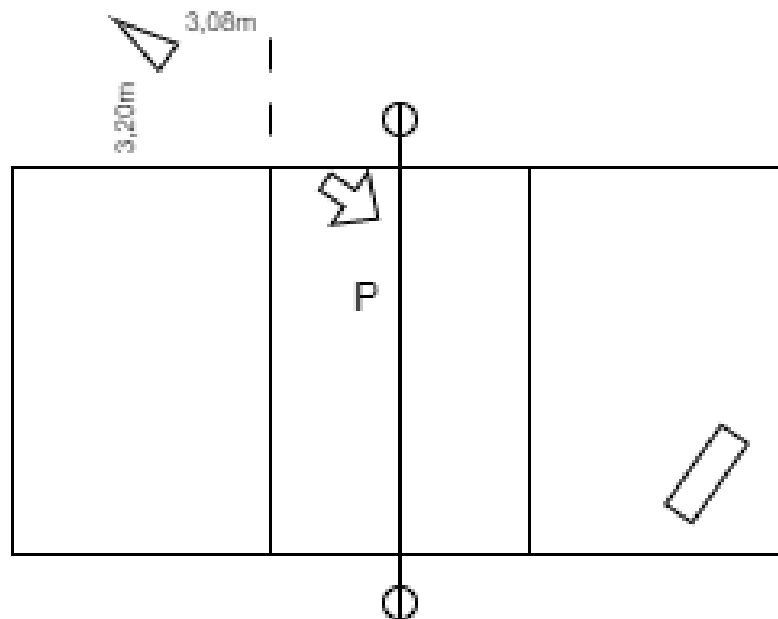
3RM = kolmen toiston maksimi

Tutkittavien omat valmentajat suunnittelivat ja pitivät tutkittavien lämmittelyosuuden, jolla varmistettiin pelaajien suoritusvalmius heti ensimmäisiin testeihin. Tyttöjen ja poikien lämmittelyt erosivat hieman toisistaan, mutta pääpiirteittäin ne olivat samankaltaiset ja alkusekä lopputesteissä samat. Yhteensä lämmittely kesti noin 25 minuuttia sisältäen juoksua, venyttelyitä, koordinaatioita, keskivartalon ja olkapäiden aktivointeja sekä lyhyen (3 min) lyöntiosuuden parin kanssa ennen ensimmäiseen testiin siirtymistä. Myös Wagner ym. (2012) tutkimuksessa pelaajat tekivät 20 minuutin yleisen ja lajispesifin lämmittelyn.

6.3.1 Lentopallon iskulyönnin nopeuden mittaaminen

Iskulyönnin nopeus mitattiin 4-paikan lyönnillä kuvan 6 asetelman mukaisesti. Kaikkien pelipaikkojen pelaajat hyökkäsivät 4-paikalta viistosti kohti 5-kulmassa ollutta salibandymaalia. Tutka (Stalker Sport Radar Gun (Applied Concepts, INC)), joka on useissa tutkimuksissa osoitettu luotettavaksi (Haugen & Buchheit 2016) ja hyödynnetty myös referenssimetodina (Hernández-Belmonte & Sánchez-Pay 2021), sijaitsi hyökkääjän takana korokkeella siten, että tyttöjen mittauksissa tutkan korkeus oli 220 cm ja poikien mittauksissa 240 cm. Verkon korkeudet olivat virallisten sääntöjen mukaiset 224 cm ja 243 cm ja pallo oli virallinen pelipallo Mikasa V200W paineeltaan 0,30–0,325 kg/cm² (FIVB 2016). Kentän pinnoite oli Taraflex.

Pelaajat löivät palloa toistensa heitoista. Pallonheitto tapahtui kuvan 6 osoittamalta paikalta alakautta noin 3–4 metriä korkealla pystyheitolla. Sama pelaaja heitti aina pallon samalle lyöjälle, joten he pystyivät optimoimaan jokaiselle sopivan korkuisen heiton harjoituskierrosten aikana. Suorituksia otettiin Baena-Rayan ym. (2021) mukaisesti kolme lämmittelylyöntiä ja kolme mitattua lyöntiä. Tämän jälkeen halukkaat saivat vielä yhden ylimääräisen lyönnin, mikäli heidän tuloksensa oli kolmannella yrityksellä parantunut. Suoritusten välissä oli noin 1,5–2 minuutin palautus. Pelaajille ei annettu ohjeistusta lyöntien välissä, mutta lyöntinopeus ilmoitettiin heille heti jokaisen suorituksen jälkeen (Palao & Valades 2009).



KUVA 6. Iskulyönnin mittausasetelma. Nuoli kuvaa hyökkävää pelaajaa ja hyökkäyssuuntaa. P tarkoittaa passaria, joka heittää pallon lyövälle pelaajalle. Kolmio hyökkävän pelaajan takana on tutka ja suorakulmio vastapuolella takanurkassa on salibandymaali, jota kohti pelaaja pyrki hyökkäämään. Tutkan etäisyys sivurajasta on 3,20 m ja 3,08 m kolmen metrin viivasta.

Tutkittavia ohjeistettiin lyömään kohti salibandymaalia, mutta myös hieman maalista ohi menneet lyönnit hyväksyttiin. Pallon tuli kuitenkin osua kentän rajojen sisäpuolelle. Maalia kohti menneet lyönnit olivat optimaalisimpia, sillä tutka mittasi tällöin luotettavimman tuloksen ja kosinivirhe oli pienin (Palao & Valades 2009). Tutkaa käyttänyt asiantuntija kertoi, mitkä olivat hyväksytyjä suorituksia. Epäonnistuneen suorituksen jälkeen tutkittava otti heti uuden yrityksen. Tutkittavat pyrkivät lyömään palloa mahdollisimman kovaa ja ohjeistivat palloa heittänyttä pelaajaa heittämään heille optimaalisen heiton. Vain nopein lyönti huomioitiin tuloksissa.

6.3.2 Pallonheitto tutkaan (250 g)

Pallonheitto tutkaan suoritettiin 250 gramman painoisella halkaisijaltaan noin 7 cm olevalla heittopallolla. Palloksi valittiin mahdollisimman lähellä lentopallon painoa (260–280 g, FIVB

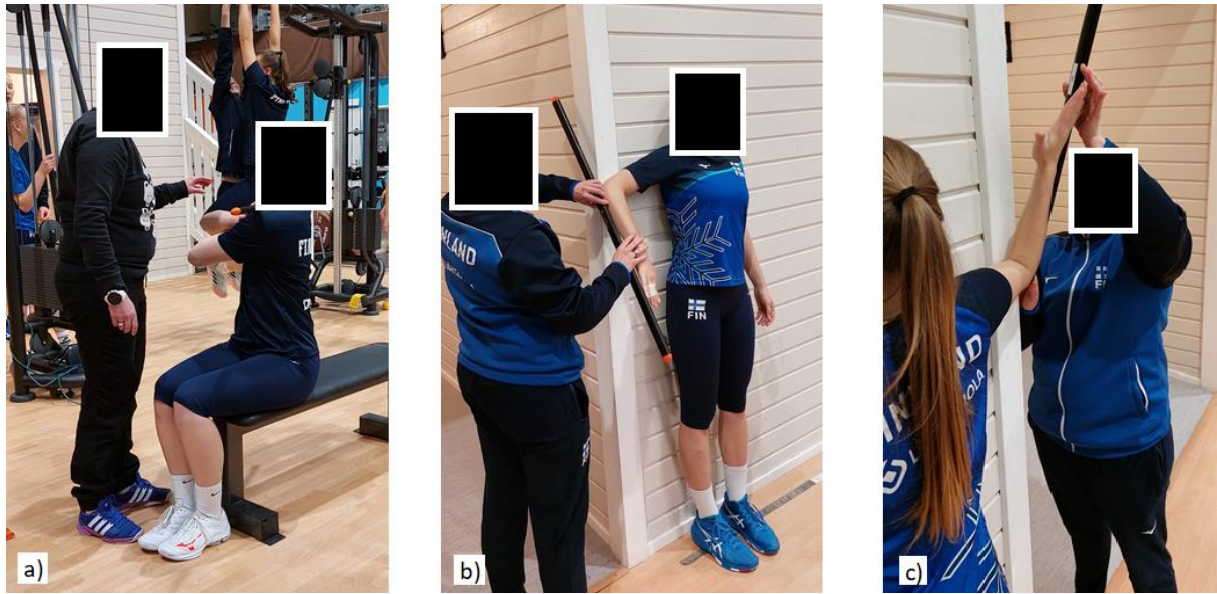
2016) oleva heittopallo. Palloa heitettiin seinää päin 3,5 metrin etäisyydeltä. Tutkittavat asettivat heittokädestä ristikkäisen jalan heittoviivalle, ja jalan tuli pysyä maassa koko heiton ajan. Ohjeistuksena oli heittää pallo mahdollisimman laakaan, jolloin pallo lensi tutkan suuntaisesti. Tutka (Stalker Sport Radar Gun (Applied Concepts, INC)) asetettiin heittäjän pään korkeudelle kolme metriä heittoviivan takapuolelle. Tutkittavat heittivät yhden harjoituskierron ja tämän jälkeen 3–4 mitattavaa heittokierrosta, joista nopein heitto huomioitiin tuloksissa.

6.3.3 Kuntopallonheitto pään yli eteen eri painoisilla palloilla (1 ja 2 kg)

Kuntopallonheitto pään yli eteen tehtiin 1 kg sekä 2 kg painoisilla kuntopalloilla. Heiton pituus mitattiin mittanauhalla 10 cm tarkkuudella. Alku- ja lopputesteissä käytettiin samoja kuntopalloja. Ennen testiä tutkittavat heittivät yhden lämmittelyheiton 1 kg pallolla. Kummankin painoisella pallolla heitettiin kolme heittoa, joista ensin tehtiin 1 kg heitot ja tämän jälkeen 2 kg heitot. Heittojen välinen palautus oli noin kolme minuuttia. Paras tulos kummallakin pallolla heitetystä tuloksista huomioitiin. Ohjeistuksena kuntopallonheittoon oli asettua heittoviivalle jalat rinnakkain varpaat viivan taakse ja heittää pallo kahdella kädellä pään yli eteen. Tutkittavien oli sallittua syöksyä heiton jälkeen pallon perään.

6.3.4 Liikkuvuusmittaukset

Liikkuvuusmittauksia tehtiin neljä erilaista: rintarangan kierto lyöntisuuntaan, dominoivan käden olkavarren ulkokierto ja sisäkierto, sekä lapakääntö. Kolme ensimmäistä testiä suoritettiin TE3-älykepillä (TE3 Oy, Helsinki) ja viimeinen puukepillä ja mittanauhalla. Kuvat liikkuvuusmittauksista on esitetty kuvassa 7. Tyttöjen ja poikien mittauksissa mittaja oli eri, mutta jokaisen tutkittavan alku- ja loppumittaukset teki sama henkilö.



KUVA 7. Liikkuvuusmittaukset. a) rintarangan kierto b) olkavarren sisäkierto c) olkavarren ulkokierto.

Rintarangan kierto lyöntisuuntaan mitattiin pelaajien istuessa tuolin reunalla jalkaterät ja polvet kiinni toisissaan. Pelaajat asettivat kätensä ristiin olkapäilleen siten, että TE3 asetettiin heidän olkavarsilleen 0° asennossa. Tämän jälkeen pelaajat lähtivät kiertämään ylävartaloaan lyöntikäden suuntaan siten, että alavartalo pysyi täysin paikallaan. Mittaaja luki tuloksen älykeipistä, kun pelaaja oli kiertynyt ääriasentoonsa.

Olkavarren ulkokierron mittauksessa pelaaja meni seisomaan kasvot seinää vasten käsi ovenkarmilla sekä olkavarsi että kyynärvarsi 90° kulmassa. TE3-älykeipillä mitattiin käden liikelaajuus, kun pelaajat lähtivät liikuttamaan kämmentään irti seinästä siten, että olkapää ja kyynärpää pysyivät paikallaan kiinni seinässä. Sisäkierron mittaus tapahtui samalla tavalla, mutta pelaaja seiso selkä vasten seinää.

6.3.5 Voimamittaukset (penkkipunnerrus ja yliveto)

Testipatteriston viimeisenä testinä tutkittavat tekivät penkkipunnerruksen ja ylivedon kolmen toiston maksimitestit (3RM). Puolet ryhmästä teki ensin penkkipunnerruksen ja tämän jälkeen

ylivedon. Alku- ja lopputesteissä jokaisen tutkittavan suoritusjärjestys oli sama. Molemmissa testeissä tutkittavat saivat vapaasti valita aloituspainonsa, josta lähtivät lämmittelemään ja etsimään maksimitulostaan. Tavoitteena kuitenkin oli, että jokaiselle tutkittavalle tulisi 3–5 lämmittelysarjaa ennen maksimin löytymistä ja tässä myös onnistuttiin. Jokaisessa lämmittelysarjassa tutkittavat tekivät myös kolme toistoa. Palautukset suoritusten välissä pyrittiin pitämään 2–4 minuutin pituisina.

Penkkipunnerrus toteutettiin vapailla painoilla 20 kg tangolla, josta tutkittavat saivat ottaa haluamansa otelevyden. Suorituksen aikana tutkittavan jalkojen tuli olla maassa ja takapuolen pysyä kiinni penkissä. Tangon tuli myös ala-asennossa koskea tutkittavan rintaa. Yliveto toteutettiin korokkeille nostetulla penkillä, josta pelaajien jalat kuitenkin ylsivät maahan. Tanko oli 7,5 kg painava kulmatanko, johon lisättiin painoja ja lopuksi lukot tangon päihin. Ohjeistuksena oli, että ala-asennossa olkavarren tuli käydä vaakatasossa ja ylhäällä kädet ojennettiin suoriksi ylöspäin.

6.4 Harjoitusinterventio

Alkumittauksia seurasi kahdeksan viikon harjoitusinterventio (taulukko 3), jota varten pelaajat jaettiin alkutestien tulosten perusteella kahteen tasaiseen ryhmään huomioiden myös pelaajien iät ja pelipaikat. Intervention aikana toinen ryhmistä harjoitteli joukkueen voimaharjoitusten ohessa kaksi kertaa viikossa ylävartalon voimaa kuntopalloilla ja toinen kuntosalilla. Harjoitusten alussa molemmilla ryhmillä oli joukkueen yhteinen voimaosio, joka sisälsi viikosta riippuen esimerkiksi rinnallevetoa/tempausta sekä erilaisia kyykkyvariaatioita. Tämän jälkeen kumpikin ryhmä teki neljä liikettä eriytettyinä. Harjoituksen kesto kokonaisuudessaan oli noin 1,5 tuntia. Harjoitukset toteutettiin pääosin tiistaisin ja torstaisin, mutta pelien vuoksi muutamia harjoituksia jouduttiin perumaan. Tyttöillä peruttuja ohjattuja harjoituksia oli yhteensä neljä ja pojilla kolme. Syyslomalla osa urheilijoista (erityisesti kuntosaliryhmästä) toteutti kuitenkin harjoituksen omatoimisesti. Sairastelujen vuoksi harjoituksia jouduttiin jättämään väliin maksimissaan kaksi. Ryhmien tarkemmat harjoitussuunnitelmat löytyvät alta. Joukkueiden muu harjoittelu pyrittiin pitämään

mahdollisimman muuttumattomana ennen interventiota ja sen aikana. Intervention jälkeen tehtiin lopputestit, jotka sisälsivät samat mittaukset kuin alkutestitkin.

TAULUKKO 3. Tutkimuksen eteneminen. Syyslomalla pelaajat harjoittelivat mahdollisuuksien mukaan omatoimisesti ja treeniviikolla 4 oli Nevza-turnauksen vuoksi vain yksi ohjattu harjoitus.

	Tytöt	Ohjatut harjoitukset
Viikko 1	Alkutestit	-
Viikko 2–4	Treeniviikot 1–3	2/vko
Viikko 5	syysloma	-
Viikko 6	Treeniviikko 4	1/vko (NEVZA)
Viikko 7–10	Treeniviikot 5–8	2/vko
Viikko 11	Lopputestit	-

6.4.1 Kuntopalloryhmä

Taulukossa 4 on esitetty kuntopalloryhmän liikkeet sekä sarjojen ja toistojen määrien kehittyminen harjoitusjakson aikana. Kuntopallojen painot olivat tytöillä kolmessa ensimmäisessä liikkeessä aluksi 1 kg ja viimeisessä 3kg ja pojilla vastaavasti 2 kg ja 3kg. Harjoitusjakson edetessä myös painavampia palloja otettiin mukaan harjoitteluun yksilön ominaisuuksien mukaisesti. Palautukset sarjojen välissä olivat noin 2 minuuttia.

TAULUKKO 4. Kuntopalloryhmän toistojen ja sarjojen kehittyminen harjoitusinterventio-
aikana.

	vko 1	vko 2	vko 3	vko 4	vko 5	vko 6	vko 7	vko 8
PYE	3x6	3x6	3x8	3x8	4x6	4x6	4x8	4x8
PYE kaarilaudalta	3x6	3x6	3x8	3x8	4x6	4x6	4x8	4x8
Heitto hypystä	3x6	3x6	3x8	3x8	4x6	4x6	4x8	4x8
Kiertoheitto	3x6+6	3x6+6	3x8+8	3x8+8	4x6+6	4x6+6	4x8+8	4x8+8
Yhteensä:	90	90	120	120	120	120	160	160

PYE = pään yli eteen -heitto

6.4.2 Kuntosaliryhmä

Taulukossa 5 on esitetty kuntosaliryhmän liikkeet sekä sarjojen ja toistojen määrän kehittyminen harjoitusjakson aikana. Maajoukkuevalmentajat asettivat kuormat tutkittaville yksilöllisesti alkutestien tai muiden aikaisempien harjoitusten perusteella siten, että sarjoihin jäisi noin kaksi toistoa varaa ja että kuorma kasvaisi koko harjoitusjakson ajan viikoittain. Sarjapalautuksissa pyrittiin noin 2–4 minuuttiin.

TAULUKKO 5. Kuntosaliryhmän toistojen ja sarjojen kehittyminen harjoitusinterventio-
aikana.

	vko 1	vko 2	vko 3	vko 4	vko 5	vko 6	vko 7	vko 8
Penkkipunnerrus	3x8	3x8	3x8	3x8	3x6	3x6	3x6	3x6
Yliveto	3x8	3x8	3x8	3x8	3x6	3x6	3x6	3x6
Vastapenkki	3x8	3x8	3x8	3x8	3x6	3x6	3x6	3x6
Vinopenkki käsipainoilla	3x8+8	3x8+8	3x8+8	3x8+8	3x6+6	3x6+6	3x6+6	3x6+6

6.5 Tilastolliset menetelmät

Tilastollinen analyysi tehtiin IBM SPSS Statistics -ohjelmalla (versio 26: SPSS, Inc., Chicago, IL, USA) ja Microsoft Excel -ohjelmalla (versio 2004) (Microsoft Corp. Redmond, USA). Alkustestien perusteella selvitettiin muiden testien yhteyttä iskulyönnin nopeuteen. Testitulosten normaalijakautuneisuus selvitettiin Shapiro-Wilkin testin avulla. Koska jakaumat eivät olleet kaikkien testien osalta normaalijakautuneita ja tutkimuksen otos oli kohtuullisen pieni, korrelaatiot testien välillä tutkittiin Spearmanin korrelaatiokertoimen avulla.

Lisäksi tutkittiin ryhmien (kuntopallo- ja kuntosaliryhmä) kehitystä Wilcoxonin merkittyjen sijalukujen testillä ja ryhmien välisten kehitysten merkitsevyyttä Mann-Whitneyn U-testillä. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi määritettiin $p < 0,05$. Merkitsevyyden ollessa voimakkaampi käytettiin myös $p < 0,01$ tai $p < 0,001$ -arvoja.

7 TULOKSET

7.1 Testien väliset yhteydet

Korrelaatiotesteissä hyödynnettiin alkutestien tuloksia, jolloin otos on intervention loppuun asti saaneita suurempi. Lähes kaikki tutkittavat osallistuivat kaikkiin mittauksiin, lukuun ottamatta yhtä kuntopallonheitot väliin jättänyttä tyttöä ja yhtä ylivedon väliin jättänyttä poikaa. Taulukossa 6 on esitetty kaikkien alkutestien absoluuttiset tulokset keskiarvoina sekä koko tutkittavalla joukolla että tytöillä ja pojilla erikseen.

TAULUKKO 6. Alkutestien absoluuttiset tulokset keskiarvoina esitettynä.

	Kaikki	Tytöt	Pojat
Iskulyönnin nopeus (km/h)	81,07 ± 13,45	70,81 ± 7,51	93,03 ± 7,40
Pallonheitto tutkaan (km/h)	83,60 ± 12,29	74,24 ± 7,41	94,51 ± 6,09
PYE 1kg (m)	17,17 ± 3,76	14,25 ± 2,18	20,33 ± 2,14
PYE 2kg (m)	13,38 ± 2,73	11,26 ± 1,57	15,67 ± 1,60
Rintarangan kierto (°)	79,15 ± 11,48	80,93 ± 9,79	77,08 ± 13,32
Olkavarren ulkokierto (°)	31,27 ± 8,58	30,57 ± 7,53	32,08 ± 9,95
Olkavarren sisäkierto (°)	135,08 ± 15,19	138,07 ± 12,63	131,58 ± 17,65
Lapakääntö (cm)	75,42 ± 10,32	72,14 ± 8,61	79,25 ± 11,17
Penkkipunnerrus 3RM (kg)	52,20 ± 18,08	37,50 ± 6,04	70,91 ± 7,01
Ylivo 3RM (kg)	30,90 ± 9,35	23,57 ± 4,01	40,23 ± 4,25
Ulottuvuus (cm)	238,42 ± 12,44	231,86 ± 11,03	246,08 ± 9,42

PYE = pään yli eteen -heitto, 3RM = kolmen toiston maksimi

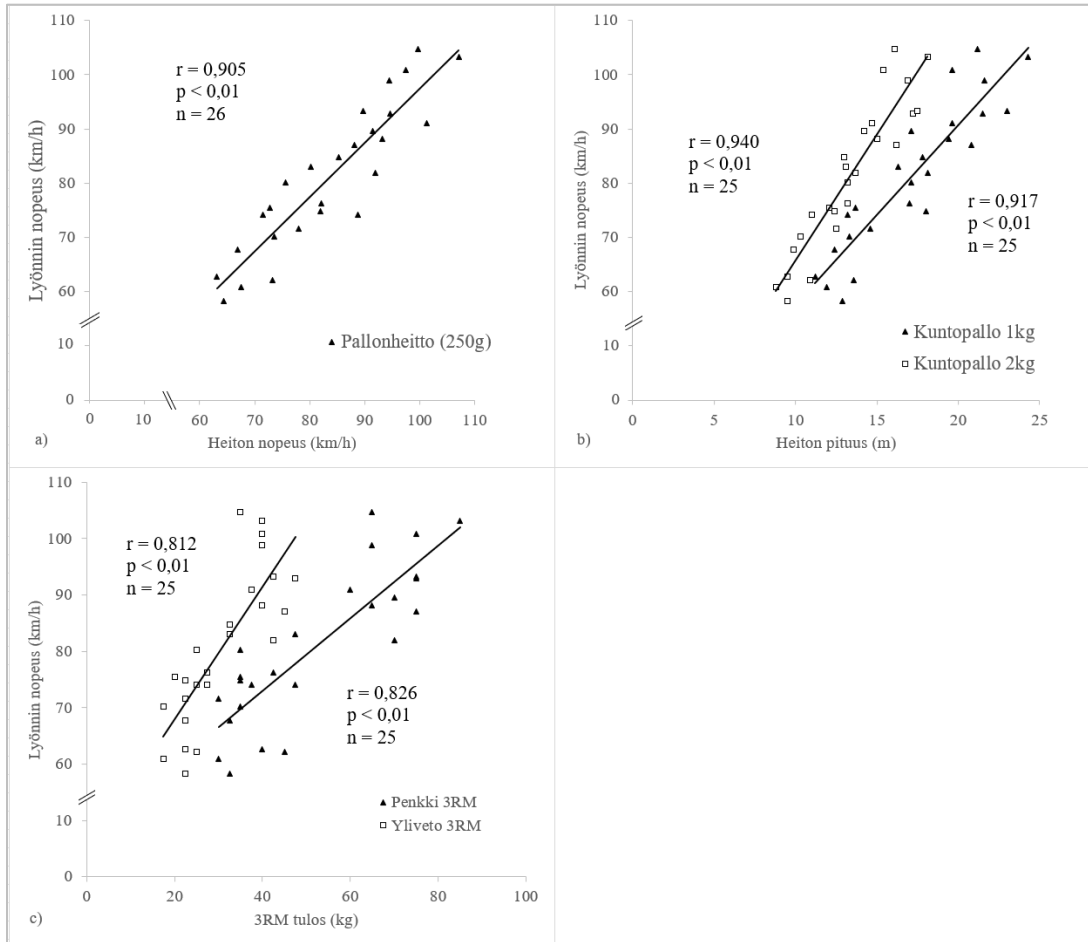
Taulukossa 7 on esitettynä testien korrelaatioita iskulyönnin nopeuteen verrattuna. Tuloksista voidaan havaita, että sekä heittotesteillä että voimatesteillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä yhteys iskulyönnin nopeuden tuloksiin, kun kaikkia tutkittavia analysoitiin yhdessä. Tytöillä ja pojilla erikseen tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita löytyi vain heittotesteistä, joista tytöillä merkittävin yhteys löytyi kahden kilon pään yli eteen kuntopallonheitosta ja pojilla

pallonheitosta tutkaan. Taulukon 7 alla on esitetty tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot pistekaavioina (kuva 8) kaikkien tutkittavien osalta heitto- ja voimatesteistä.

TAULUKKO 7. Testien väliset korrelaatiot suhteessa iskulyönnin nopeuteen alkumittausten perusteella.

	Kaikki	Tytöt	Pojat
Pallonheitto tutkaan	0,905**	0,682*	0,706*
PYE 1kg	0,917**	0,780*	0,694*
PYE 2kg	0,940**	0,898**	0,664*
Rintarangan kierto	0,054	0,437	0,249
Olkavarren ulkokierto	0,162	-0,089	0,385
Olkavarren sisäkierto	-0,127	-0,083	-0,042
Lapakääntö	0,135	0,066	0,556
Penkkipunnerrus 3RM	0,826**	0,425	0,155
Yliveto 3RM	0,812**	0,529	-0,210
Ulottuvuus	0,628**	0,117	0,067

PYE = pään yli eteen -heitto, 3RM = kolmen toiston maksimi, ** p<0,001, *p<0,01



KUVA 8. a) pallonheiton, b) kuntopallonheittojen ja c) voimatestien korrelaatiot suhteessa iskulyönnin nopeuteen kaikilla tutkittavilla. 3 RM = kolmen toiston maksimi, r = Spearmanin järjestyskorrelaatiokerroin.

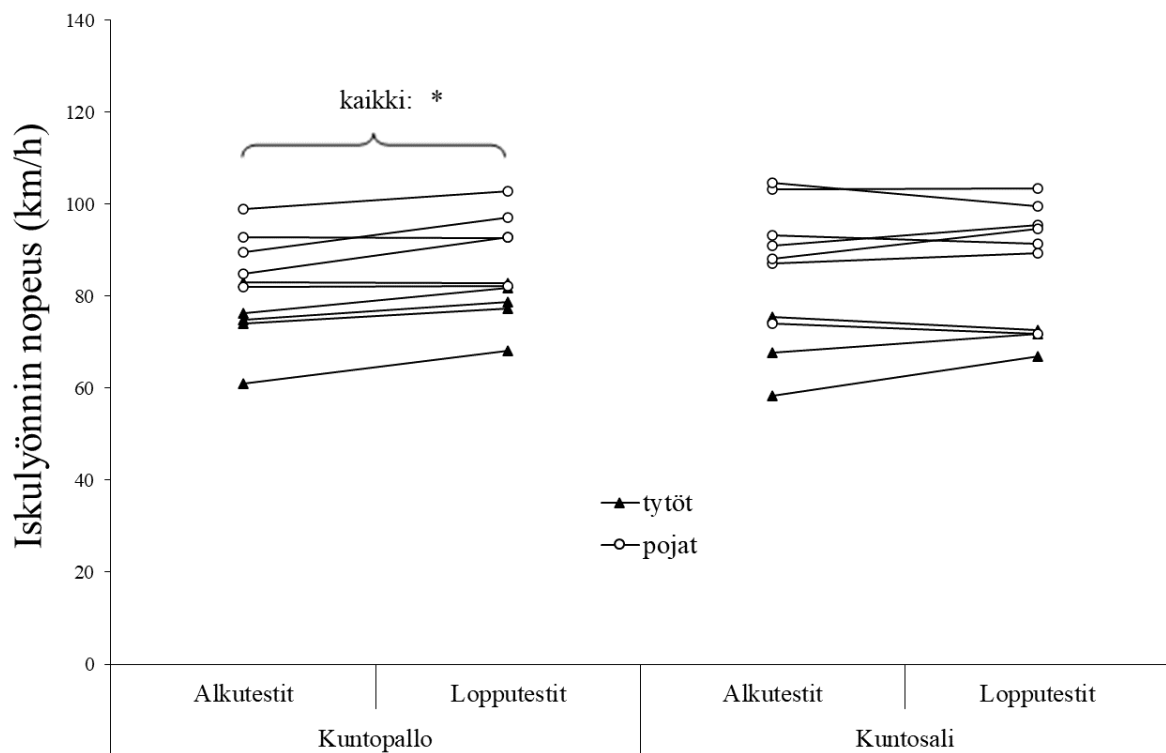
Yllä olevassa taulukossa 7 on esitetty vain kaikkien testien korrelaatiot suhteessa iskulyönnin nopeuteen. Muutoin testien välisiä merkitseviä korrelaatioita löytyi seuraavasti: kaikkien heittotestien (pallonheitto tutkaan, PYE 1kg ja 2 kg) välillä oli selviä korrelaatioita sekä kaikilla tutkittavilla, että tytöillä ja pojilla erikseen. Myös heittotestien (erityisesti PYE 2kg) ja voimatestien välillä löytyi suhteellisen suuria korrelaatioita, kun kaikki tutkittavat laitettiin yhteen. Korrelaatioita löytyi myös lähtötason ja muutosprosentin osalta olkavarren ulkokierrossa ($r=0,479$, $p<0,05$) ja muutosprosenttien välillä olkavarren sisäkierrossa ja lapakäännössä ($r=0,518$, $p<0,05$).

7.2 Ryhmien kehittyminen

Toisessa osiossa avataan harjoitusintervention aikana tapahtuneita muutoksia interventoryhmien välillä. Tuloksia tulkittaessa on huomattava, että drop-out tutkimuksessa oli merkittävä, sillä yhteensä viisi tyttöä ja yksi poika joutuivat jättäytymään pois lopputesteistä vammojen vuoksi. Tämän vuoksi lopullisten ryhmien lähtötietojen keskiarvot eivät olleet niin tasaiset, kuin alkutestien perusteella suunniteltiin ja osaltaan myös siksi tilastollisia merkittävyyksiä löytyi vähän molemmilta sukupuolilta. Lähes kaikki tutkittavat osallistuivat kaikkiin mittauksiin, lukuun ottamatta yhtä kuntopallonheitot väliin jättänyttä tyttöä ja yhtä ylivedon ja penkkipunnerruksen väliin jättänyttä poikaa.

7.2.1 Iskulyönnin nopeus

Kuva 9 havainnollistaa kaikkien tutkittavien iskulyönnin nopeuden kehittymistä. Kuntopalloryhmällä tulos kehittyi alkutesteistä lopputesteihin tilastollisesti merkitsevästi, mutta ero kuntosaliryhmään ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Kehitystä tapahtui sekä alkutasoltaan heikompina että vahvimpina osalta erityisesti kuntopalloryhmällä. Kuntosaliryhmällä alkutasoltaan heikommilla vaikuttaisivat kehittyneen hieman enemmän intervention aikana. Molemmilla tytöillä ja pojilla kuntopalloryhmän iskulyönnin nopeus kehittyi hieman kuntosaliryhmää enemmän, mutta kuntopalloryhmän kehitys eikä ero ryhmien välillä ollut tilastollisesti merkitsevä. Taulukossa 8 on esitettyä kyseisen testin keskiarvot ja keskihajonnat alku- ja lopputesteistä sekä prosentuaaliset muutokset testien välillä.



KUVA 9. Kaikkien tutkittavien iskulyönnin nopeuden kehittyminen. * $p < 0,05$

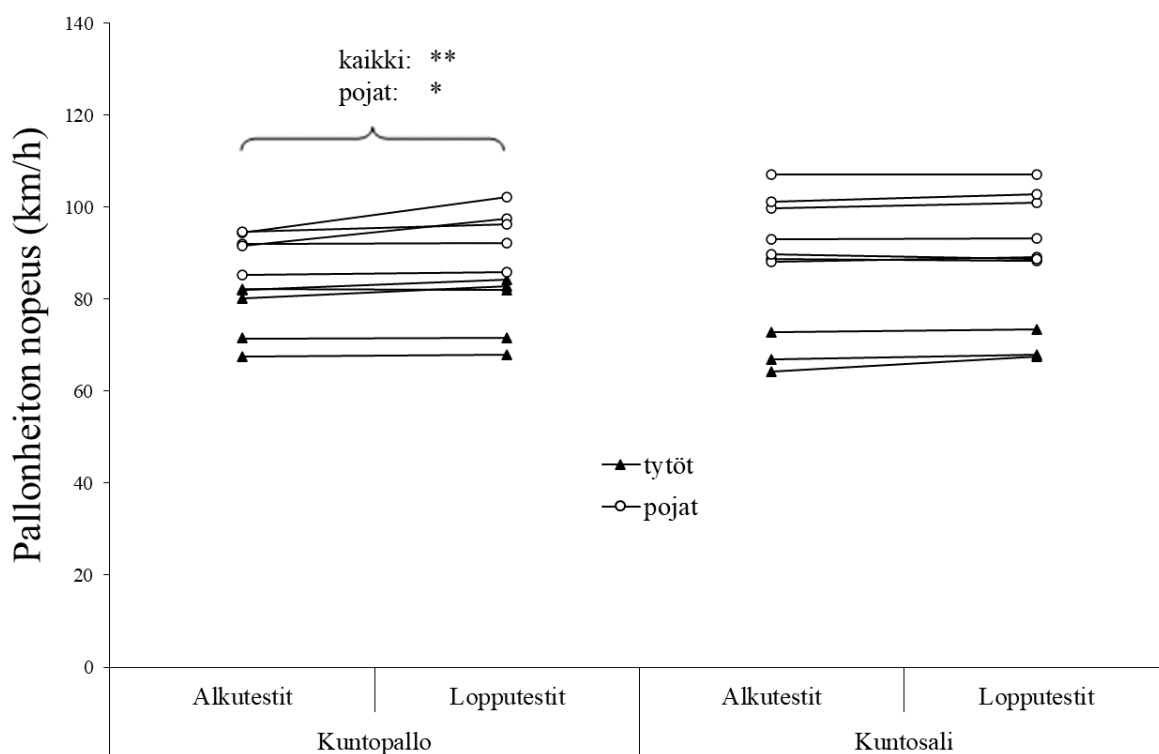
TAULUKKO 8. Iskulyönnin nopeus -testin keskiarvot ja keskihajonnat sekä prosentuaaliset muutokset. Tilastolliset merkitsevyydet tummennetulla.

		Alkutestit	Lopputestit	Muutos (%)
Iskulyönnin nopeus				
kaikki	kuntopallo	81,71 ± 10,87	85,63 ± 10,43*	4,80 %
	kuntosali	84,30 ± 15,11	85,68 ± 13,50	1,64 %
tytöt	kuntopallo	73,80±8,03	77,78±5,79	5,39 %
	kuntosali	68,90±7,84	70,75±2,61	2,69 %
pojat	kuntopallo	89,62±6,70	93,48±7,55	4,31 %
	kuntosali	94,57±7,60	95,63±5,19	1,12 %

* $p < 0,05$ (ryhmän kehitys)

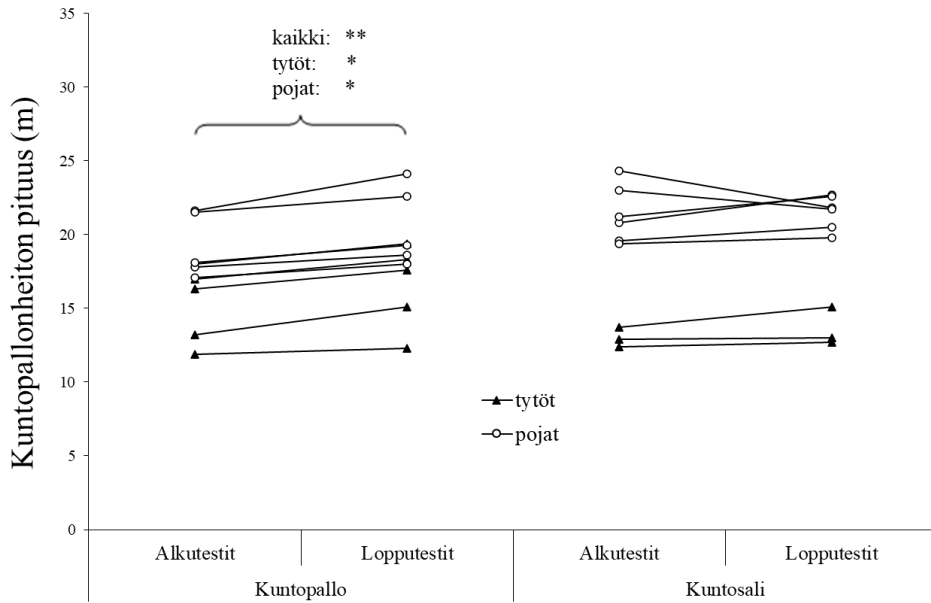
7.2.2 Heittotestit

Alla olevissa kuvissa 10, 11 ja 12 sekä taulukossa 9 on esitetty kaikkien kolmen heittotestin yksilöiden tuloksia, ja ryhmien erojen merkitsevyyksiä kaikki tutkittavat huomioiden. Kaiken kaikkiaan kuntopalloryhmällä heittotestien tulokset paranivat kuntosaliryhmää paremmin lukuun ottamatta tyttöjen pallonheittotestiä, jossa molempien ryhmien tulokset pysyivät lähes ennallaan. Ryhmien välillä ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja kehityksessä missään testissä. Kaikki heittotestit kehittyivät yhdistetyllä kuntopalloryhmällä tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Tytöillä kuntopalloryhmän molemmat kuntopallonheittotestit ja pojilla saman ryhmän heittotesteistä pallonheitto tutkaan sekä pään yli eteen -heitto 1 kilogramman pallolla kehittyivät tilastollisesti merkitsevästi.

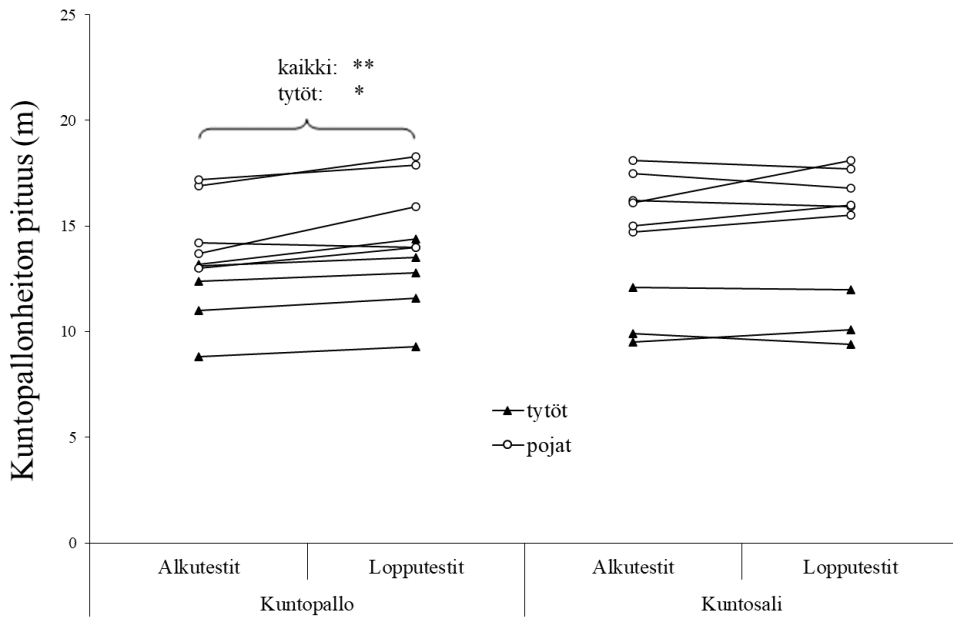


KUVA 10. Pallonheiton nopeusheiton tulokset yhdistetyillä kuntopallo- ja kuntosaliryhmillä.

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$



KUVA 11. Pään yli eteen -heiton tulokset 1 kg kuntopallolla yhdistetyllä kuntopallo- ja kuntosaliryhmällä. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$



KUVA 12. Pään yli eteen -heiton tulokset 2 kg kuntopallolla yhdistetyllä kuntopallo- ja kuntosaliryhmällä. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

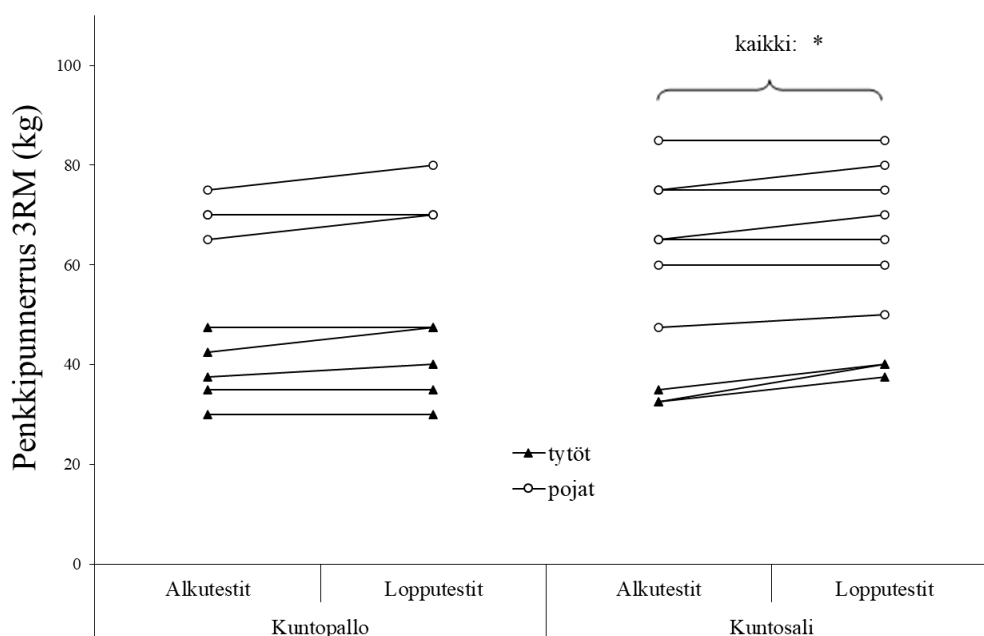
TAULUKKO 9. Heittotestien keskiarvot ja keskihajonnat sekä prosentuaaliset muutokset. Tilastolliset merkitsevyydet tummennetulla.

		Alkutestit	Lopputestit	Muutos (%)
Pallonheitto tutkaan				
kaikki	kuntopallo	84,09 ± 9,39	86,24 ± 11,02**	2,56 %
	kuntosali	87,16 ± 14,67	87,92 ± 14,21	0,87 %
tytöt	kuntopallo	76,64±6,71	77,74±7,41	1,44 %
	kuntosali	73,18±10,94	74,30±9,73	1,53 %
pojat	kuntopallo	91,54±3,82	94,74±6,14*	3,50 %
	kuntosali	96,48±7,39	97,00±7,70	0,54 %
PYE 1kg				
kaikki	kuntopallo	17,25 ± 3,07	18,53 ± 3,35**	7,42 %
	kuntosali	18,59 ± 4,47	18,88 ± 4,11	1,56 %
tytöt	kuntopallo	15,28±2,61	16,54±2,85*	8,25 %
	kuntosali	13,00±0,66	13,60±1,31	4,62 %
pojat	kuntopallo	19,22±2,16	20,52±2,68*	6,76 %
	kuntosali	21,38±1,93	21,52±1,15	0,65 %
PYE 2kg				
kaikki	kuntopallo	13,35 ± 2,49	14,17 ± 2,72**	6,14 %
	kuntosali	14,34 ± 3,15	14,61 ± 3,26	1,88 %
tytöt	kuntopallo	11,70±1,84	12,32±1,97*	5,30 %
	kuntosali	10,50±1,40	10,50±1,35	0,00 %
pojat	kuntopallo	15,00±1,92	16,02±2,06	6,80 %
	kuntosali	16,27±1,34	16,67±1,05	2,46 %

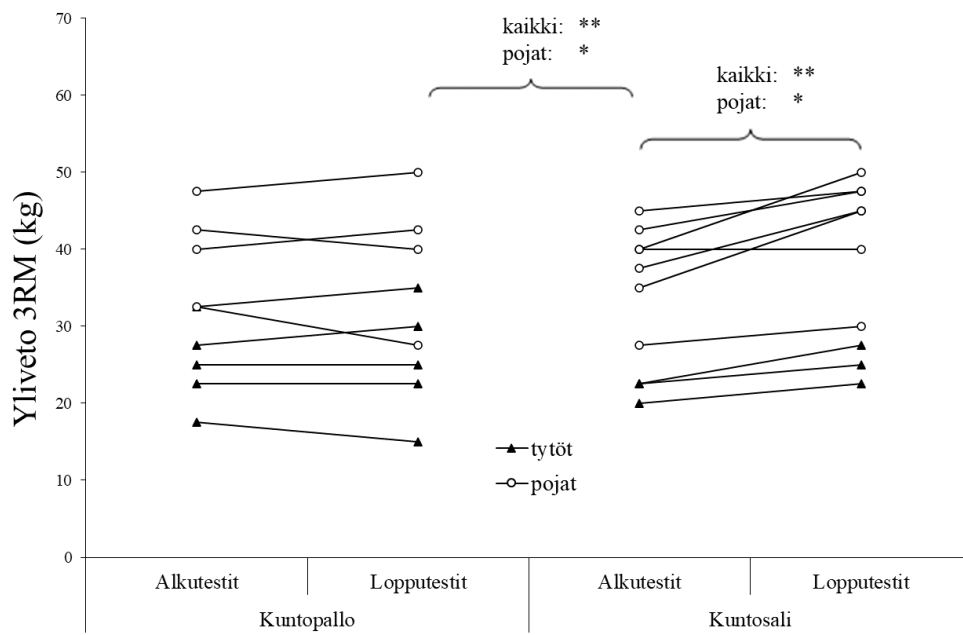
PYE = pään yli eteen, *p<0,05, **p<0,01 (ryhmän kehitys)

7.2.3 Voimatestit

Voimatestien tulokset on esitetty kuvissa 13 ja 14 sekä taulukossa 11. Kaikki tutkittavat huomioon ottaen kuntosaliryhmän tulokset paranivat tilastollisesti merkitsevästi. Kuntopalloryhmän tulokset pysyivät molempien testien osalta lähes ennallaan. Kuntosaliryhmän ylivedon kehittyminen oli tilastollisesti merkitsevästi suurempaa kuin kuntopalloryhmällä. Tyttöjen voimatestien osalta kuntosaliryhmällä tulokset paranivat huomattavasti enemmän kuin kuntopalloryhmällä, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevää. Pojilla voimatesteistä penkkipunnerrustulokset pysyivät molemmilla ryhmillä keskiarvillisesti lähes muuttumattomina. Ylivedossa kuntosaliryhmän tulos parani tilastollisesti merkitsevästi ja ero kuntopalloryhmän kehitykseen oli myös tilastollisesti merkitsevää. Molemmissa testeissä kehitystä tapahtui erityisesti alkutestien perusteella heikoimmilla yksilöillä.



KUVA 13. Penkkipunnerruksen 3RM-tulokset yhdistetyllä kuntopallo- ja kuntosaliryhmällä. 3RM = kolmen toiston maksimi, * $p < 0,05$



KUVA 14. Ylivedon 3RM-tulokset yhdistetyllä kuntopallo- ja kuntosaliryhmällä. 3RM = kolmen toiston maksimi, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$

TAULUKKO 11. Voimatestien tulosten keskiarvot ja keskihajonnat ja muutosprosentit ryhmäkohtaisesti sekä tilastolliset merkitsevyydet tummennettuina.

		Alkutestit	Lopputestit	Muutos (%)
Penkkipunnerrus 3RM				
kaikki	kuntopallo	54,25 ± 17,36	52,78 ± 17,30	-2,71 %
	kuntosali	57,25 ± 19,27	60,25 ± 17,58*	5,24 %
tytöt	kuntopallo	38,50±6,75	40,00±7,71	3,90 %
	kuntosali	36,88±7,18	41,88±5,54	13,56 %
pojat	kuntopallo	70,00±3,54	68,75±10,31	-1,79 %
	kuntosali	70,83±9,17	72,50±9,35	2,36 %
Yliveto 3RM				
kaikki	kuntopallo	31,94 ± 9,90	31,94 ± 10,95	0,00 %##
	kuntosali	33,25 ± 9,28	38,00 ± 10,59*	14,29 %##
tytöt	kuntopallo	25,00±5,59	25,50±7,58	2,00 %
	kuntosali	23,13±3,15	26,25±3,23	13,49 %
pojat	kuntopallo	40,63±6,25	40,00±9,35	-1,55 %#
	kuntosali	40,00±3,54	45,83±3,42*	14,58 %#

3RM = kolmen toiston maksimi, *p<0,05 (ryhmän kehitys), #p<0,05, ##p<0,01 (ryhmien välinen ero)

7.2.4 Liikkuvuustestit

Taulukkoon 10 on kuvattu kaikki liikkuvuustestien tulokset koko tutkimusryhmältä sekä erikseen tytöiltä ja pojilta. Tuloksista havaitaan, että kaikkia tutkittavia koskevia tilastollisia merkitsevyyksiä ei löytynyt. Tyttöillä kuntopalloryhmän olkavarren ulkokierto parani merkittävästi aiheuttaen myös tilastollisesti merkitsevän eron ryhmien välille. Pojilla rintarangan liikkuvuuden tulos heikkeni kuntopalloryhmällä tilastollisesti merkitsevästi. Sekä tytöillä että pojilla rintarangan kierto heikkeni kuntopalloryhmällä kuntosaliryhmää enemmän. Olkavarren ulkokierrossa tapahtui suuria muutoksia molempiin suuntiin, mutta olkavarren sisäkierrossa ja lapakäännössä havaitut muutokset olivat pieniä.

TAULUKKO 10. Liikkuvuustestien tulokset.

		Alkutestit	Lopputestit	Muutos (%)
Rintarangan kierto				
kaikki	kuntopallo	83,10 ± 9,69	76,70 ± 14,12	-7,70 %
	kuntosali	72,50 ± 11,64	73,60 ± 14,20	1,52 %
tytöt	kuntopallo	85,60±6,19	80,60±6,69	-5,84 %
	kuntosali	73,25±9,57	72,50±14,57	-1,02 %
pojat	kuntopallo	80,60±12,54	72,80±19,12*	-9,68 %
	kuntosali	72,00±13,71	74,33±15,29	3,24 %
Olkavarren ulkokierto				
kaikki	kuntopallo	28,70 ± 8,47	29,80 ± 11,58	3,83 %
	kuntosali	32,00 ± 8,62	28,10 ± 6,74	-12,19 %
tytöt	kuntopallo	26,00±7,58	35,00±7,04*	34,62 %[#]
	kuntosali	33,75±3,30±	24,50±6,14	-27,41 %[#]
pojat	kuntopallo	31,40±9,26	24,60±13,59	-21,66 %
	kuntosali	30,83±11,09	30,50±6,47	-1,07 %
Olkavarren sisäkierto				
kaikki	kuntopallo	136,70 ± 16,65	137,60 ± 10,77	0,66 %
	kuntosali	128,90 ± 13,51	134,60 ± 13,05	4,42 %
tytöt	kuntopallo	139,40±10,31	136,20±8,14	-2,30 %
	kuntosali	129,50±10,66	126,25±15,11	-2,51 %
pojat	kuntopallo	134,00±22,35	139,00±13,78	3,73 %
	kuntosali	128,50±16,12	140,17±8,75	9,08 %
Lapakääntö				
kaikki	kuntopallo	75,10 ± 8,72	75,50 ± 10,65	0,53 %
	kuntosali	79,30 ± 11,47	81,40 ± 10,66	2,65 %
tytöt	kuntopallo	72,20±7,50	74,80±9,73	3,60 %
	kuntosali	75,75±8,46	80,25±8,85	5,94 %
pojat	kuntopallo	78,00±9,70	76,20±12,62	-2,31 %
	kuntosali	81,67±13,31	82,17±12,48	0,61 %

*p<0,05 (ryhmän kehitys), [#]p<0,05 (ryhmien välinen ero)

8 POHDINTA

Päätulokset. Tutkimuksessa löydettiin seuraavien testien ja iskulyönnin nopeuden välillä tilastollisesti erittäin merkitseviä voimakkaita ($r > 0,7$) yhteyksiä: pallonheitto tutkaan, pään yli eteen -heitto 1 kg ja 2 kg kuntopalloilla sekä penkki-punnerruksen ja ylivedon 3RM -testit. Myös ulottuvuuden ja iskulyönnin nopeuden väliltä löytyi tilastollisesti merkitsevä yhteys. Ryhmien välisessä vertailussa merkittävin tulos oli se, että ylävartaloon painottuva kuntopalloharjoittelu saattaa olla kuntosaliharjoittelua parempi tapa kehittää iskulyönnin nopeutta, mutta tämän tutkimuksen pienen otoksen vuoksi tutkimustietoa kaivataan lisää.

8.1 Testien väliset yhteydet

Kaikilla heittotesteillä sekä voimatesteillä oli tilastollisesti merkitsevät yhteydet iskulyönnin nopeuteen alkutestien perusteella tehdyssä analyysissä. Tästä voidaan päätellä, että pelaajan voimatasoilla on vaikutusta hänen kykyynsä lyödä palloa kovaa. Toisaalta on muistettava, että pelaajien jalat maassa mitatulla yhden käden ulottuvuudella oli myös tilastollisesti erittäin merkitsevä yhteys iskulyönnin nopeuteen ja kaikkiin heitto- ja voimatesteihin. Näin ollen isokokoisimmat pelaajat sekä löivät kovempaa että saivat parhaita tuloksia kaikissa heitto- ja voimatesteissä. Tutkimuksen lyhyimmät pelaajat olivat tosin liberoita ja passareita, jonka vuoksi heidän heikommat lyöntituloksensa johtuivat todennäköisesti aikaisemmasta lajiharjoittelusta. Ferris ym. (1995) löysivät myös negatiivisen korrelaation ulottuvuuden ja lyöntinopeuden väliltä, ja päättelivät tämän johtuvan siitä, että pisimpien pelaajien ei tarvitse lyödä kovaa saadakseen aikaan tehokkaampia lyöntejä jyrkemmällä lyöntikulmilla. Erona tähän tutkimukseen oli kuitenkin vain hyökkäävien pelaajien osallistuminen mittauksiin.

Kuntopallonheittojen pituuden ja iskulyönnin nopeuden välisestä yhteydestä ei löytynyt suoraan aikaisempaa tutkimustietoa, mutta Forthomme ym. (2005) ovat osoittaneet ylävartalon voiman- ja tehontuotto-ominaisuuksilla olevan yhteys iskulyönnin nopeuteen ja Valadesin ym. (2017) tutkimuksen perusteella kuntopalloharjoittelulla on mahdollista kehittää iskulyönnin nopeutta. Valadesin ym. (2016) tulokset olivat ristiriidassa tämän tutkimuksen tulosten kanssa, sillä heidän mukaansa penkki-punnerruksen ja ylivedon 1RM-tuloksilla ei ollut yhteyttä iskulyönnin nopeuteen. Liikkuvuustesteissä tämän tutkimuksen tulokset ovat

samassa linjassa Forthommen (2005) tulosten kanssa olkavarren ulko- ja sisäkierron yhteyden puuttumisesta iskulyönnin nopeuteen.

Tytöillä selvästi vahvin yhteys iskulyöntiin löytyi kahden kilon pään yli eteen -kuntopallonheitosta. Tämä viittaisi siihen, että tytöillä ylävartalon voimatasoilla on vaikutusta lyöntinopeuteen. Vaikka tytöillä voimatesteillä ja iskulyönnin nopeudella ei ollut yhteyttä, löytyi kuitenkin heittotesteistä erityisesti 2 kg pään yli eteen -heiton ja voimatestien väliltä selvä korrelaatio kaikilla tutkittavilla. Vaikuttaisikin siltä, että vaatii taitoa osata siirtää ylävartalon voimaominaisuudet lajinomaisempaan suoritukseen, mutta ne pelaajat, jotka heittivät 2 kg kuntopalloa pitkälle, olivat myös taitavia lyömään palloa kovaa. Pojilla kaikkien heittotestien korrelaatiot iskulyönnin nopeuteen olivat lähes yhtä suuria. Aikaisempaa tutkimustietoa sukupuolten välisistä eroista ei löytynyt.

Tämän tutkimuksen tuloksia hyödynnettäessä on kuitenkin muistettava, että pelitilanteessa iskulyönnin tehokkuuteen vaikuttaa lyöntinopeuden lisäksi monet muutkin tekijät. Mittauksissamme lyönti tapahtui ilman torjuntaa, jonka ansiosta pelaajien lyöntisuoritus helpottui, eikä lyönnin suuntaaminen ollut yhtä haastavaa kuin torjunnan kanssa (Tabor ym. 2018). Mittauksissa lyönnit suunnattiin viistosti pitkälle 5-kulmaan, mutta todellisuudessa lyönnin suuntaamisella on suuri vaikutus lyönnin tehokkuudelle. Mittauksissa oli myös havaittavissa, että osa pelaajista löi palloa liian jyrkkään kulmaan, jolloin tutkan kosinivirheen vuoksi tulos ei vastannut todellisuutta. Tehokkaan hyökkäyksen aikaansaamiseksi myös passin nopeudella on suuri merkitys, sillä se antaa vastustajille vähemmän reagointi-aikaa kuin hitaampi passi (Challoumas & Artemiou 2018). Peliympäristössä taitoelementin osuus korostuu muuttuviin tilanteisiin reagoitaessa.

Ylävartalon voimaominaisuuksilla voidaan kuitenkin nähdä olevan yhteys siihen, kuinka kovaa pelaaja pystyy palloa lyömään. Erityisesti nuorten pelaajien harjoittelussa kannattaakin panostaa ylävartalon voimaominaisuuksien kehittämiseen, mikäli tavoitteena on parantaa iskulyönnin nopeutta.

8.2 Ryhmien kehittyminen

Ryhmien väliset erot ovat jatkoon kannalta oleellisimpia tämän tutkimuksen tuloksia. Vaikka ryhmien välille ei saatu tilastollisesti merkitsevää eroa iskulyönnin nopeuden kehittämisessä, oli kuntopalloryhmällä havaittavissa selvempää kehitystä sekä kaikki tutkittavat, että tytöt ja pojat erikseen huomioiden. Tilastollisesti merkitseviä eroja ryhmien välillä saatiin vain ylivedossa kuntosaliryhmän ja tyttöjen osalta olkavarren ulkokierrossa kuntopalloryhmän eduksi. Olkavarren ulkokierrossa testistä ei kuitenkaan kannata tehdä liian suuria johtopäätöksiä liikkuvuusominaisuuksien yksilöllisyyden vuoksi. Kaikkia tuloksia tulkittaessa tulee huomioida tutkimuksen pieni otos, joka on voinut vaikuttaa tilastotestien tuloksiin. Tämän vuoksi aiheesta kaivataan lisää tutkimustietoa.

Iskulyönnin nopeuden kehittyminen. Kokonaisuudessaan iskulyönnin nopeus ei parantunut merkittävästi ja pieni kehitys saattoi johtua oppimisesta ja lajiharjoittelusta. Suoritustekniikalla on vaikutusta iskulyönnin nopeuteen (Reeser ym. 2010) ja siksi kilpailukauden myötä lisääntynyt lajiharjoittelu on voinut aiheuttaa iskulyönnin suoritustekniikan kehittymistä harjoitusintervention aikana. Kehitystä havaittiin erityisesti kuntosaliryhmän alkutasoltaan heikommilla, joiden osalta kehitystä on todennäköisesti tapahtunut suoritustekniikassa lajiharjoittelun myötä, sillä vastaavanlaista eroa muihin ei ollut havaittavissa esimerkiksi voimatesteissä. Lähtötason ja muutosprosentin väliltä ei kuitenkaan löytynyt yhteyttä yhdessäkään testissä.

Interventioryhmien väliltä ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja, mutta kuntopalloryhmällä kehitys oli silti hieman suurempaa. Kuntopalloryhmän harjoittelu kohdistui enemmän koko vartalolle verrattuna kuntosaliryhmään, jonka harjoitusohjelman liikkeet olivat ylävartalopainotteisempia. Koska iskulyönti vaatii koko vartalon käyttöä, on kuntopalloryhmän suuremman kehittymisen takana todennäköisesti liikkeiden suurempi lajinomaisuus (Raeder ym. 2015) ja loppuun saakka kiihtyvä liike (Baena-Raya ym. 2021). Tosin kaikki kuntopallonheitot toteutettiin kahden käden heittoina, kun iskulyönnissä lajisuoritus tapahtuu vain yhdellä kädellä. Näin kuitenkin saatiin mahdollisesti paremmin vertailuun sopivaa harjoittelua ryhmien välille, sillä kaikki kuntosaliryhmän liikkeetkin

tapahtuivat kahdella kädellä yhtäaikaaisesti vinopenkkiä lukuun ottamatta. Kahdeksan viikon harjoitusinterventiomme on myös mahdollisesti ollut liian lyhyt, jotta voiman kehittyminen olisi siirtynyt lajisuoritukseen ja näkynyt siten iskulyönnin tuloksissa. Vastaavanlaisia tuloksia on saatu aiemmissakin tutkimuksissa (mm. Martínez-García ym. 2021; Valades ym. 2016).

Tuloksia tulkittaessa on muistettava, että tutkittavat olivat vasta 15–18-vuotiaita. Ikäjakauma olikin kohtuu suuri ja siksi tutkittavien taustat esimerkiksi voimaharjoittelun osalta olivat vaihtelevia. Voimaharjoittelun frekvenssillä ja iskulyönnin nopeudella on havaittu olevan selvä yhteys (Challoumas & Artemiou 2018), jonka vuoksi tutkittavien taustat ovat voineet vaikuttaa heidän kehitykseensä intervention aikana. Tutkittavien ikäisillä kehitystä tapahtuu myös normaalin kasvun ja kehityksen kautta. Tuloksista voitiin kuitenkin havaita, että pääosin ne testit kehittyivät, joita erikseen harjoiteltiin.

Heitto-, liikkuvuus- ja voimatestien kehittyminen. Heitto- ja voimatesteissä ryhmien väliset erot olivat oletetun kaltaisia, sillä liikespesifi harjoittelu kehitti kyseistä testiliikettä parhaiten. Vaikka sekä pään yli eteen -kuntopallonheitto että penkkipunnerrus ja yliveto olivat kaikille tutkittaville tuttuja liikkeitä, on harjoitusjakson aikana todennäköisesti tapahtunut suoritustekniikan kehittymistä säännöllisen ja progressiivisen harjoittelun myötä, joka on edesauttanut tulosten kehittymistä. Kun tuloksia verrataan Lentopalloliiton 2013 julkaisemiin eri ikäluokkien testien viitearvoihin, on havaittavissa, että erityisesti voimatuloksissa tulokset jäävät viitearvojen keskiarvojen alapuolelle. Yhden kilogramman pään yli eteen -heitossa tyttöjen tulokset olivat keskiarvon yläpuolella. (Lentopalloliitto 2013a) Mahdollisesti tutkittavillamme olisikin varaa kehittää voimaominaisuuksiaan ja siten edesauttaa muun muassa iskulyönnin nopeuden kehittymistä. Jälkikäteen ajateltuna voimatesteistä olisi ollut mahdollista saada vertailukelpoisempaa dataa pelaajien välille suhteuttamalla tulokset pelaajien painoon. Näin olisimme saaneet vähennettyä pelaajien koon vaikutusta tuloksiin ja saaneet lisätietoa suhteellisen voimantuoton vaikutuksista iskulyönnin nopeuteen.

Liikkuvuusominaisuuksissa ei odotettu tapahtuvan merkittäviä muutoksia tutkimuksen aikana, sillä sitä ei erikseen harjoiteltu eikä intervention aikainen harjoittelu eronnut merkittävästi

tutkittavien aikaisemmasta harjoittelusta. Mielenkiintoista kuitenkin oli, että kuntopalloryhmillä rintarangan kierto heikkeni ja pojilla heikkeneminen oli tilastollisesti merkitsevää. Liikkuvuudella ei käytettyjen mittarien korrelaatiotestien perusteella ollut yhteyttä iskulyönnin nopeuteen. Liikkuvuuden harjoittelu on kuitenkin oleellista vammaariskin pienentämiseksi (Shanley ym. 2011) ja laajempi liikkuvuus mahdollistaa myös lyönnit eri suuntiin ja siten edesauttaa lyönnin tehokkuutta avaamalla mahdollisuuksia muuttuvissa pelitilanteissa useampiin ratkaisuihin (Tabor ym. 2018).

Alkutestien tulosten perusteella on havaittavissa, että tytöillä rintarangan kierron, olkavarren sisäkierron ja lapakäännön liikkuvuudet olivat poikia parempia. Myös Barnesin ym. (2001) tutkimuksen mukaan naisten olkapään liikkuvuus onkin miehiä laajempaa. Liikkuvuustestien, joista erityisesti lapakäännön, tulokset ovat kuitenkin hyvin riippuvaisia tutkittavien koosta ja anatomiasta, jonka vuoksi tuloksia ei ole mielekäästä verrata tutkittavien välillä. Samasta syystä liikkuvuustuloksista ei löydy viitearvoja.

Sukupuolten väliset erot. Tytöillä tulokset olivat selviä, sillä kuntosaliryhmällä voimatesteissä tapahtui kehitystä, mutta kuntopallonheitoissa ja iskulyönnin nopeudessa ei kehitystä ollut havaittavissa. Kuntopalloryhmällä puolestaan kuntopallonheittojen ja iskulyönnin nopeuden tulokset parantuivat, mutta voimatestien tuloksissa merkittävää kehitystä ei tapahtunut. Iskulyönnin nopeudessa kuntopalloryhmän tulokset paranivat yli 5 %. Pojilla kumpikaan ryhmä ei onnistunut parantamaan 5 % lyöntinopeuttaan, mutta kuntopalloryhmällä kehitys oli suurempaa. Voimatestien tulokset paranivat jonkin verran kuntosaliryhmällä ja pysyivät käytännössä samana kuntopalloryhmällä. Pojilla kuntosaliryhmän penkkipunnerrustuloksen kehitys oli yllättävän pientä. On todennäköistä, että aiempi voimaharjoittelutausta ja kohtuullisen lyhyt harjoitusinterventio vaikuttivat tuloksiin. Tyttöjen joukossa oli useampia pelaajia, jotka olivat vasta muuttaneet Kuortaneelle harjoittelemaan, joka on voinut vaikuttaa heidän nopeampaan kehitykseensä. Pojilla valtaosalla oli jo enemmän kokemusta ammattimaisesta harjoittelusta.

Harjoitusohjelmien vaikutus tuloksiin. Harjoitusohjelmamme sisälsi voimaharjoittelua kaksi kertaa viikossa lajiharjoittelun ohella. Tutkimusten (Hermassi ym. 2019; Gamble ym. 2006)

mukaan kyseinen määrä on riittävä voimaominaisuuksien kehittämiseksi erityisesti nuorilla urheilijoilla. Aittokallion (2010) pro gradun mukaan Mestaruusliigan pelaajilla maksimivoimaominaisuuksia onnistuttiin ylläpitämään kilpailukaudella myös seuraavalla rytmityksellä: yhdeksän päivän välein maksimivoimaharjoittelua ja viiden päivän välein nopeusvoimaharjoittelua. Voimaharjoittelumme intensiteettiä voidaan pitää kuntosaliharjoittelun osalta toimivana, sillä saimme aikaan kehitystä molemmissa testiliikkeissä. Ainoastaan poikien penkkipunnerruksen kehitys jäi suhteellisen pieneksi. Myös Hermassi ym. (2019) hyödynsivät tutkimuksessaan vastaavanlaisia toisto- ja kuormamääriä ja saivat aikaan kahdeksassa viikossa 20 % kehityksen käsipalloilijoiden heitonnopeuteen. Käsipallossa taidolla on kuitenkin hieman pienempi osuus lajisuorituksesta, sillä hypyn ajoituksella ei ole merkitystä eikä pelaajan edessä ole verkkoa vaikeuttamassa suoritusta. Tämä voi selittää Hermassin ym. (2019) tutkimuksen suuremman kehityksen samankaltaisella voimaharjoittelulla.

Interventiomme mukaisella harjoitusohjelmalla pystytään ylläpitämään ja kehittämään sekä iskulyönnin nopeutta että ylävartalon voimaominaisuuksia riippumatta interventioryhmästä. Erityisesti nuorilla urheilijoilla olisi kuitenkin tärkeää pystyä kehittämään kaikkia ominaisuuksia myös kilpailukauden aikana. Siksi kilpailukauden läpi tulisi jatkaa maksimi – ja nopeusvoimaharjoittelua lajin kannalta tärkeiden nopeusvoima- ja teho-ominaisuuksien ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Koska tämänkin tutkimuksen tulos kannattaa yhdistettyä kuntopallo- ja kuntosaliharjoittelua aikaisempien tutkimusten tapaan (Fernandez-Fernandez ym. 2013; Hermassi ym. 2015; Hermassi ym. 2019), on kuntosaliharjoittelu hyvä harjoitusmuoto maksimivoiman ja kuntopallonheiton lajinomaisen nopeusvoiman kehittämiseen.

Tästä tutkimuksesta poiketen ylävartalon liikelaajuuksia tulisi ylläpitää voimaharjoittelun ohessa, jotta eri lyöntisuunnat ovat edelleen mahdollisia ja liikelaajuuksien rajoitteiden aiheuttamilta vammoilta vältyttäisiin. Ylävartalon voimaharjoittelulla on myös vammoja ennaltaehkäisevä vaikutus, sillä Coolsin ym. (2015) mukaan sekä sisä- että ulkokiertäjälihasten että kiertäjäkalvosimen voimantuotolla on yhteys vammojen ilmaantuvuuteen. Lentopalloilijan voimaharjoittelun tulisikin sisältää myös näitä lihaksia vahvistavia voimaharjoitteita.

8.3 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Tämän tutkimuksen ehdottomana vahvuutena on sen tutkittavat, jotka olivat nuoria Suomen kärkipään lentopalloilijoita. Tutkimusta päästään vain harvoin toteuttamaan kilpaurheilijoille ja varsinkaan heidän kilpailukautensa aikana. Tutkittavien määrä jäi vähäiseksi erityisesti tyttöjen ja poikien sisäisessä vertailussa. Vertailua sukupuolten välillä ja erikseen oli silti mielekäästä tehdä, sillä nuorilla pelaajilla sukupuolten välillä löytyy eroja pelitavoissa ja siksi erikseen esitettävät tulokset voivat antaa valmentajille käytännön kannalta arvokkaampaa tietoa. Aikuisten maajoukkueetasolla erot sukupuolten välillä kuitenkin tasoittuvat ja peli on hyvin samankaltaista. Tutkittavien rajallisen määrän vuoksi mukaan otettiin kaikkien pelipaikkojen pelaajia. Näin ollen normaalisti vain vähäisiä määriä lyövät pelaajat, jotka ovat usein myös lyhimpiä, olivat mukana analyyseissa ja ovat näin saattaneet vaikuttaa tuloksiin vääristävästi. Mikäli tutkittavia olisi ollut mukana enemmän, olisimme voineet rajata tutkittavien joukon vain pelitilanteessa hyökkääviin pelaajiin. Kyseessä oli kuitenkin nuoria pelaajia, joista kaikki eivät vielä olleet erikoistuneet tiettyihin pelipaikkoihin ja siksi olivat myös jossakin määrin tottuneet lyömään palloa verkolta. Ryhmäjaossa pelipaikat kuitenkin huomioitiin ja ryhmien välillä ei pelipaikkojen erojen takia pitäisi olla suuria vääristymiä tuloksissa.

Tutkittavien taustoissa oli erityisesti tyttöjen osalta hieman vaihtelua, sillä osa tutkittavista oli asunut ja harjoitellut Kuortaneen Urheiluopistolla jo kaksi vuotta, mutta osa oli tutkimuksen alettua ollut joukkueen mukana vasta alle kaksi kuukautta. Tämän vuoksi erityisesti voimaharjoittelutausta oli erilainen ja siksi osalla kehitys oli huomattavasti suurempaa kuin toisilla. Ryhmät pyrittiin jakamaan alkumittausten perusteella tasaisesti myös iän perusteella, mutta erityisesti tyttöjen osalta tutkimuksen aikana tapahtunut drop-out oli merkittävä, jonka vuoksi ryhmät eivät olleet yhtä homogeenisiä kuin alussa tavoiteltiin.

Tutkimuksen testiliikkeet valittiin siten, että ne olivat tutkittaville mahdollisimman tuttuja, sillä varsinaista tutustumiskertaa ei ollut mahdollista toteuttaa. Iskulyöntitestin asetelmamme ei ollut täysin tuttu tutkittaville, mutta lämmittelykierrosten aikana he saivat nopeasti kiinni siitä, millaisia heittoja (passeja) kannattaa heittää ja kuinka lyödä kohti maalia.

Pallonheittotesti tutkaan oli myös heille uusi testi, mutta helppo sellainen ja valtaosa tutkittavista saikin ensimmäisillä suorituksilla parhaan tuloksensa, eikä näin varsinaista oppimisen vaikutusta tuloksiin ollut havaittavissa. Mittausten protokolla olikin kokonaisuudessaan onnistunut ja mahdollisti tutkittaville maksimisuoritustensa tekemisen. Käyttämämme lämmittely oli erittäin kattava, jonka ansiosta tutkittavat olivat varmasti valmiita ennen iskulyöntitestejä ja näin pystyivät antamaan kaikkensa sekä alku- että lopputesteissä. Lämmittelyt olivat myös samat ennen molempia testikertoja.

Liikkuvuustestien osalta TE3-kepin antamien tulosten luotettavuus jäi tämän tutkimuksen osalta kysymysmerkiksi. Rintarangan kierto -testissä tulokset ovat varmasti kohtuullisen luotettavia, sillä tutkittavien liikettä oli helppo hallita ja mahdolliset huijausyritykset olivat havaittavissa ja korjattavissa. Olkavarren ulko- ja sisäkierron testeissä huijaaminen oli kuitenkin mahdollista ja mittaajan oli haastavaa seurata, irtosiko olkapää seinästä tai laskiko kyynärpää vaakatasosta alaspäin kiertoliikkeen aikana. Tämä saattaa vaikuttaa yllättävänkin suuriin muutoksiin ja ryhmien välisiin eroihin liikkuvuustesteissä ja siksi niihin tulee suhtautua varauksella. Olkavarren liikkuvuusmittaukset olisikin kannattanut todennäköisesti toteuttaa pöydällä mahallaan tai selällään makaamalla, kuten valmistajan ohjeissa suositeltiin.

Aiempien tutkimusten mukaan pelaajien ponnistuskorkeudella on selvä yhteys iskulyönnin nopeuteen. On kuitenkin epäselvää, onko yhteyden takana korkeampi lyöntikorkeus vaiko se, että ne pelaajat, joilla räjähtävä voimantuotto on vahvuus, ovat hyviä sekä ponnistamaan, että lyömään kovaa. Tässä tutkimuksessa painotettiin testattavat muuttujat ylävartaloon, jonka vuoksi hyppytestit jätettiin suorittamatta. Nyt emme kuitenkaan voi sanoa, onko ryhmien välillä ponnistuskorkeus kehittynyt tutkimusjakson aikana ja siten vaikuttanut iskulyönnin nopeuden kehittymiseen enemmän kuin voimaharjoittelu. Ponnistuskorkeusmittausten puuttumista voidaankin pitää tutkimuksen yhtenä heikkoutena.

8.4 Yhteenveto

Kuntopalloharjoittelulla voidaan nähdä olevan potentiaalia iskulyönnin nopeuden kehittämiseen pyrkivänä harjoitusmuotona. Erot kuntosaliryhmään eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä, joten lisätutkimusta aiheesta kaivataan yhä. Mahdollisesti merkittävämpiä eroja voitaisiin kuitenkin löytää, mikäli kuntopalloharjoittelu sisältäisi yhden käden heittoa kevyemmällä palloilla, jotka olisivat lähempänä iskulyönnin liikerataa. Tämän tutkimuksen pohjalta voidaan yhtyä Valadesin ym. (2016) näkemykseen siitä, etteivät kuntopalloharjoitteet ole riittävän nopeita ja siten lajinomaisia liikkeitä, jotta niistä saataisiin kuntosaliharjoitteluun verrattuna merkittävästi suurempaa hyötyä. Tässä tutkimuksessa tavoitteenamme oli kuitenkin selvittää, millainen voimaharjoittelu edistäisi nuorilla urheilijoilla niin voimatasojen kehittymistä kuin iskulyönnin nopeuden paranemista. Siksi kevyemmät pallot olisivat voineet kehittää paremmin iskulyönnin nopeutta, mutta kehittäneet voimaa vähemmän, joka on nuorilla ja kehittyvillä urheilijoilla merkityksellistä. Aikuisiällä iskulyönnin nopeutta on helpompi kehittää kevyemmällä palloilla, kun voimatasot ovat riittävällä tasolla.

Penkkipunnerruksen ja yllivedon 3RM-tuloksilla voidaan sanoa olevan merkittävä yhteys iskulyönnin pallon nopeuteen. Tähän kuitenkin pelaajien koko voi aiheuttaa syy-seuraussuhteen, sillä suurempikokoiset pelaajat ulottavat lyömään kovempaa verkkoa yli ja usein myös nostavat suurempia painoja voimatesteissa. Voimatestien ja iskulyönnin kehittymisen muutoksilla ei myöskään havaittu olevan yhteyttä, vaikka molemmat kehittyivätkin tutkimuksen aikana erityisesti kuntosaliryhmällä.

Tämän tutkimuksen perusteella iskulyönnin nopeuden ja ylävartalon liikkuvuuden välillä ei voida sanoa olevan merkittävää yhteyttä. Paremmalla liikkuvuudella on kuitenkin yhteys vammojen ennaltaehkäisyyn (Shanley ym. 2011) ja mahdollisesti myös iskulyönnin suuntaamiseen (Tabor ym. 2018), jonka vuoksi ylävartalon liikkuvuusharjoittelua on syytä pitää mukana harjoittelussa.

8.5 Käytännön sovellutukset

Iskulyönnin nopeuden ja tehokkuuden välisestä yhteydestä ollaan toistaiseksi vielä epävarmoja, jonka vuoksi kyseisestä aiheesta tarvitaan vielä enemmän tutkimustietoa, ennen kuin tehdään suurempia johtopäätöksiä iskulyönnin nopeuden kehittämiseen pyrkivästä harjoittelusta. Iskulyönnin nopeuden kehittäminen on joka tapauksessa tärkeää, jotta pelaajalla on kapasiteettia lyödä ”peruslyönti” riittävällä nopeudella. Lyönnit ovat tehokkaimpia, kun pelaaja hallitsee lyönnin suuntauksen samalla aikaansaaden riittävän lyöntinopeuden. Maksimaalisessa lyöntinopeudessa hyökkäyksen tarkkuus kärsii ja vaikuttaa siten lyönnin tehokkuuteen. Pitää myös huomioida, että yhtä kova lyönti rajaa kohden on tehokkaampi verrattuna yhtä kovaan viistolyöntiin, sillä puolustajalla on silloin vähemmän aikaa reagoida puolustettavaan palloon.

Lyöntinopeuteen vaikuttaa todella monet asiat ylävartalon voima- ja liikkuvuusominaisuuksien lisäksi. Valmennuksen tuleekin huomioida pelaajien erilaisten tekniikoiden vaikutuksia lyöntinopeuteen ja siten hahmottaa voiman ja tekniikan yhteyttä entistä paremmin. Pelaajia tuleekin pyrkiä huipputasolla kehittämään yksilöllisesti, sillä erilaisilla tekniikoilla ja ominaisuuksilla on mahdollista lyödä palloa kovaa. Pelaajien voiman- ja tehontuottokykyä voitaisiin tulevaisuudessa arvioida penkkipunnerrusheiton voima-nopeuskäyrän avulla ja näin ollen tunnistaa ja kehittää pelaajan voimantuoton heikkouksia. Tässä tutkimuksessa penkkipunnerrusheitto ei kuitenkaan ollut vaihtoehto mittauksiin, sillä liike olisi ollut tutkittaville täysin uusi ja siksi vaatinut totuttelujakson intervention alle.

Käytännön kannalta voidaan sanoa, että yhdistetty ylävartalon kuntosali- ja kuntosaliharjoittelu voidaan nähdä potentiaalisena vaihtoehtona iskulyönnin nopeuden kehittämiseksi. Jotta voimaharjoittelun hyödyt saataisiin siirrettyä lajisuoritukseen, voisi olla hyödyllistä sisällyttää harjoitteluun myös yhden käden heittoja kevyillä palloilla (esim. 250 g). Erityisesti nuorilla kehittyvillä urheilijoilla ei kuitenkaan tulisi unohtaa itse voimaharjoittelun tärkeyttä painavammilla palloilla ja painoilla. Maksimivoimaominaisuudet mahdollistavat voiman jalostamisen lajivoimaksi, mutta riittäväillä voimaominaisuuksilla voidaan myös ennaltaehkäistä esimerkiksi olkapään vammoja. Kuntosaliharjoittelu on hyvä

tapa kehittää pelaajan maksimivoimaominaisuuksia suljetuilla liikkeillä. Kuntopalloharjoittelu mahdollistaa kiertoliikkeet ja loppuun asti kiihtyvät suoritukset sekä ilmassa tapahtuvat liikkeet, joten se on erinomainen tapa kehittää lajinomaista nopeusvoimaa.

Tämän tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää myös lentopallon lisäksi muissa yliolan tapahtuvissa lajeissa, kuten tenniksessä tai käsipallossa. Heitto- tai lyöntinopeuden kehittämiseksi valmentajien kannattaisikin hyödyntää yhdistettyä kuntopallo- ja kuntosaliharjoittelua, jotta kuntosalilla hankitut voimaominaisuudet saadaan siirrettyä lajivoimaharjoittelun kautta lajisuorituksiin.

LÄHTEET

- Aagaard, H. & Jorgensen, U. (1996). Injuries in elite volleyball. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 6, 228-232. doi: 10.1111/j.1600-0838.1996.tb00096.x.
- Aittokallio, K. (2010). Mieslentopalloilijoiden voimaominaisuuksien säilyminen valmistavan kauden ja kilpailukauden aikana. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 25.3.2022. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:jyu-201006041999>
- Arslan, Y. & Albay, F. (2019). The relation between isokinetic strength, shoulder mobility and ball velocity at elite male volleyball players. *Universal Journal of Educational Research* 7 (3), 848-852. doi: 10.13189/ujer.2019.070326
- Asumalahti, A., Benjamin, A. & Pilvola, L. (2019). TE3 mobility stick rintarangan rotaation mittaussäilyneenä. Käytettävyyssarvio fysioterapeutin kliiniseen työhön. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Fysioterapeutin tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö. Viitattu 14.4.2022.
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/262927/Asumalahti_Aleksi_Benjamin_Antony_PilvolP_Lauri.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Baena-Raya, A., Soriano-Maldonado, A., Rodríguez-Pérez, M.A., García-de-Alcaraz, A., Ortega-Becerra, M., Jiménez-Reyes, P. & García-Ramos, A. (2021). The force-velocity profile as determined of spike and serve ball speed in top-level male volleyball players. *PLoS ONE* 16 (4). doi: 10.1371/journal.pone.0249612.
- Barnes, C.J., Van Steyn, S.J. & Fischer, R.A. (2001). The effects of age, sex and shoulder dominance range of motion of the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery Board of Trustees* 10 (3), 242-246. <https://doi.org/10.1067/mse.2001.115270>
- Bomba, T.O. & Carrera, M.C. (2003). Peak conditioning for volleyball. Teoksessa Reeser JC & Bahr R (toim.) *Handbook of sports medicine and science, Volleyball*. Blackwell Science Ltd, 29-44.
- Challoumas, D. & Artemiou, A. (2018). Predictors of attack performance in high-level male volleyball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 13, 1230-1236. doi: 10.1123/ijsp.2018-0125
- Cormie P, McGuigan M.R. & Newton R.U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 2 training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine* 41(2), 125–146. doi: 10.2165/11538500-000000000-00000

- Cuevas-Aburto, J., Pérez Castilla, A., Janićijević, D. & Chiroso Rios, L.J. (2020). Changes in bench press performance and throwing velocity after strength-oriented and ballistic resistance training programs. *The Journal of sports medicine and physical fitness* 60 (11). doi: 10.23736/S0022-4707.20.11011-9
- Fernandez-Fernandez, J., Ellenbecker, T., Sanz-Rivas, D., Ulbricht, A. & Ferrauti, A. (2013). Effects of a 6-week junior tennis conditioning program on service velocity. *Journal of Sports Science and Medicine* 12, 232-239. <https://www.jssm.org/volume12/iss2/cap/jssm-12-232.pdf>
- Ferragut, C., Alcaraz, P.E., Vila, H., Abraldes, J.A. & Rodriguez, N. (2010). Evaluation of the validity of radar for measuring throwing velocities in water polo. *XIth International Symposium for Biomechanics & Medicine in Swimming* 11, 77. [https://search-ebscohost-com.ezproxy.jyu.fi/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=82876611&site=ehost-live](https://search.ebscohost-com.ezproxy.jyu.fi/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=82876611&site=ehost-live)
- Ferris, D.P., Signorile, J.F. & Caruso, J.F. (1995). The relationship between physical and physiological variables and volleyball spiking velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research* 9 (1), 32-36. doi: 10.1519/00124278-199502000-00007
- FIVB. (2016). *Official Volleyball Rules 2017-2020*.
- Forthomme, B., Croisier, J-L., Ciccarone, G., Crielaad, J-M. & Cloes, M. (2005). Factors correlated with volleyball spike velocity. *The American Journal of Sports Medicine* 33 (10), 1513-1519. doi: 10.1177/0363546505274935
- Fuchs, P.X., Menzel, H.-J.K., Guidotti, F., Bell, J., von Duvillard, S.P. & Wagner, H. (2019). Spike jump biomechanics in male versus female elite volleyball players. *Journal of Sport Sciences* 37 (21), 2411-2419. doi: 10.1080/02640414.2019.1639437
- Gabbett, T., Georgieff, B., Anderson, S., Cotton, B., Savovic, D. & Nicholson, L. (2006). Changes in Skill and Physical Fitness Following Training in Talent-Identified Volleyball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20 (1), 29–35. doi: 10.1519/R-16814.1
- Gamble, P. (2006). Periodization of Training for Team Sports Athletes. *Strength and Conditioning Journal* 28 (5), 56–66. doi: 10.1519/1533-4295(2006)28[56:POTFTS]2.0.CO;2

- Haugen, T. & Buchheit, M. (2016). Sprint running performance monitoring: Methodological and practical considerations. *Sports Medicine* 46, 641-656. doi: 10.1007/s40279-015-0446-0.
- Hedrick, A. (2007). Training for high level performance in women's collegiate volleyball: part I training requirements. *Strength and Conditioning Journal* 29 (6), 50-53. doi: 10.1519/1533-4295(2007)29[50:TFHLPI]2.0.CO;2
- Hermassi, S., Chelly, M.S., Bragazzi, N.L., Shephard, R.J. & Schwesig, R. (2019). In-season weightlifting training exercise in healthy male handball players: Effects on body composition, muscle volume, maximal strength, and ball-throwing velocity. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16, 4520. doi:10.3390/ijerph16224520
- Hermassi, S., Khelifa, R., van den Tillaat, R. & Chelly, M.S. (2015). Comparison of In-Season-Specific Resistance vs. A Regular Throwing Training Program on Throwing Velocity, Anthropometry, and Power Performance in Elite Handball Players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (8), 2105-2114. doi: 10.1519/JSC.0000000000000855
- Hernández-Belmonte, A. & Sánchez-Pay, A. (2021). Concurrent validity, inter-unit reliability and biological variability of a low-cost pocket radar for ball velocity measurement in soccer and tennis. *Journal of Sports Sciences* 39 (12), 1312-1319. doi: 10.1080/02640414.2020.1868090.
- Honkanen, P., Sammelveuo, T. & Häyrinen, M. (2016). Lentopallon lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa *Huippu-urheiluvalmennus – Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa*. VK-Kustannus Oy: Helsinki.
- Häkkinen, K. (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 33, 223-232.
- Kell, R.T. (2011). The influence of periodized resistance training on strength changes in men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25 (3), 735-744. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c69f22
- Lentopalloliitto. (2013a). Testaaminen lentopallossa. <https://1584515.167.directo.fi/@Bin/98113efc3802a677518ac73d3d992e46/16523673>

- 93/application/pdf/571390/Testaaminen%20ja%20viitearvot%202013.pdf. Viitattu 16.5.2022.
- Lentopalloliitto. (2013b). Urheilijan polku – harrastajasta ammattilaiseksi. <https://junnulentis.files.wordpress.com/2012/08/lentopalloilijan-polku.pdf>. Viitattu 16.5.2022.
- Lentopalloliitto. (2022). <https://lentopallo.torneopal.fi/taso/pelikalenteri.php>. Viitattu 5.5.2022.
- Marques, M.C., van den Tillaar, R., Vescovi, J.D. & González-Badillo, J.J. (2008). Changes in strength and power performance in elite senior female professional volleyball players during the in-season: a case study. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22, 1147-1155. doi: 10.1519/JSC.0b013e31816a42d0
- Martínez-García, D., Chiroso Ríos, L.J., Rodríguez-Perea, A., Ulloa-Díaz, D., Jerez-Mayorga, D. & Chiroso Ríos, I.J. (2021). Strength training for throwing velocity enhancement in overhead throw: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sports Science & Coaching* 16(5), 1223-1235. doi: 10.1177/17479541211002977
- Oliveira, L., Moura, T., Rodacki, A., Tilp, M. & Okazaki, V. (2020). A systematic review of volleyball spike kinematics: Implications for practice and research. *International Journal of Sports Science & Coaching* 15(2), 239-255. doi: 10.1177/1747954119899881
- Palao, J.M., Manzanares, P. & Ortega, E. (2009). Techniques used and efficacy of volleyball skills in relation to gender. *International Journal of Performance Analysis of Sport* 9, 281-293. doi: 10.1080/24748668.2009.11868484
- Palao, J.M., Santos, J.A. & Urena, A. (2006). Effect of reception and dig efficacy on spike performance and manner of execution in volleyball. *Journal of Human Movement Studies* 51(4), 221-238. https://www.researchgate.net/publication/255995035_Effect_of_reception_and_dig_efficiency_on_spike_performance_and_manner_of_execution_in_volleyball
- Palao, J.M. & Valades, D. (2009). Testing protocol for monitoring spike and serve speed in volleyball. *Strength and Conditioning Journal* 31 (6), 47-51. doi: 10.1519/SSC.0b013e3181c21b3f
- Raeder, C., Fernandez-Fernandez, J. & Ferrauti, A. (2015). Effects of six weeks of medicine ball training on throwing velocity, throwing precision and isokinetic strength of

- shoulder rotators in female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (7), 1904-1914. doi: 10.1519/JSC.0000000000000847
- Reeser, J.C., Fleisig, G.S., Bolt, B. & Ruan, M. (2010). Upper limb biomechanics during the volleyball serve and spike. *Sports Health* 2 (5), 368-374. doi: 10.1177/1941738110374624
- Seminati, E., Marzari, A., Vacondio, O. & Minetti, A.E. (2015). Shoulder 3D range of motion and humerus rotation in two volleyball spike techniques: injury prevention and performance. *Sports Biomechanics* 14 (2), 216-231. doi: 10.1080/14763141.2015.1052747
- Shanley, E., Rauh, M.J., Michener, L.A., Ellenbecker, T.S., Garrison, J.C. & Thigpen, C.A. (2011). Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *The American Journal of Sports Medicine* 39 (9), 1997-2006. <https://doi.org/10.1177/0363546511408876>
- Tabor, P., Urbanik, C. & Mastalerz, A. (2018). Direction and velocity of the ball in volleyball spike depending on location on court. *Polish Journal of Sport and Tourism* 25 (4), 3-7. doi: 10.2478/pjst-2018-0020
- Terraza-Rebollo, M., Baiget, E., Corbi, F. & Planas Anzano, A. (2017). Effects of strength training on hitting speed in young tennis players. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Fisica y el Deporte* 17 (66), 349-366. doi: 10.15366/rimcafd2017.66.009
- Valades, D., Palao, J.M., Aúnsolo, á. & Ureña, A. (2016). Correlation between ball speed of the spike and the strength condition of a professional women's volleyball team during the season. *International Journal of Fundamental and Applied Kinesiology* 48 (1), 87-94. doi: 10.26582/k.48.1.7
- Valades, D., Palao, J.M., Femia, P. & Ureña, A. (2017). Effect of eight weeks of upper-body plyometric training during the competitive season on professional female volleyball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 58 (10), 1423-1431. doi: 10.23736/S0022-4707.17.07527-2.
- Vint, P.F. & Hinrichs, R.N. (2008). Identification of factors related to the development of ball speed and one-legged landings during the volleyball attack. Technical Report. <https://www.academia.edu/5572495/>

- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Tilp, M., Landlinger, J., von Duvillard, S.P. & Müller, E. (2012). Upper-body kinematics in team-handball throw, tennis serve, and volleyball spike. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 24, 345-354. doi: 10.1111/j.1600-0838.2012.01503.x.
- Wagner, H., Tilp, M., von Duvillard, S.P. & Mueller, E. (2009). Kinematic analysis of volleyball spike jump. *International Journal of Sports and Medicine* 30, 760-765. doi: 10.1055/s-0029-1224177.
- Wang, H.-K., Macfarlane, A. & Cochrane, T. (2000). Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *British Journal of Sports Medicine* 34, 39–43. doi: 10.1136/bjism.34.1.39

LIITE 1.

KYSELYLOMAKE TUTKITTAVILLE

Nimi: _____

Syntymäaika: _____

Pituus: _____

Paino: _____

Pelipaikka: _____

Lentopallokokemus vuosina: _____

Viikoittainen harjoitusmäärä (h):

- lajiharjoittelu: _____

- fysiikkaharjoittelu: _____

Nykyiset tai aiemmat vammat:
