

**HYPPELYHARJOITTELUN VAIKUTUS NOPEUS- JA HYPPYOMINAISUUKSIEN  
KEHITTYMISEEN YLEISURHEILUA HARRASTAVILLA 9–10-VUOTIAILLA  
LAPSILLA**

Konsta Alatupa

Valmennus- ja testausopin kandidaatintutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2024

## TIIVISTELMÄ

Alatupa, K. 2024. Hyppelyharjoittelun vaikutus nopeus- ja hyppyominaisuuksien kehittymiseen yleisurheilua harrastavilla 9–10-vuotiailla lapsilla. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, valmennus- ja testausopin kandidaatintutkielma, 24 s.

Plyometrisen harjoittelun tiedetään aiheuttavan positiivisia vaikutuksia nopeus- ja hyppyominaisuuksiin sekä aikuisilla että lapsilla. Plyometrisella harjoittelulla tarkoitetaan nopeita suunnanmuutoksia, jotka hyödyntävät lihaksen venymislyhenemissykliä. Tämä harjoitusmuoto on yksi yleisimpiä yleisurheilussa käytettyjä harjoitusmenetelmiä. Plyometrisen harjoittelun vaikutusmekanismit riippuvat suorituksen intensiteetistä. Lapset eivät kykene voimakkaaseen plyometriseen harjoitteluun monesta eri syystä, joten heidän kohdallaan voidaan puhua pikemminkin hyppelyharjoittelusta. Lasten kohdalla venymislyhenemissykliä hyödyntävien harjoitteiden vaikutusmekanismit ovat pääasiassa hermostollisia, jolloin esimerkiksi juoksuvauhdin kehittyminen johtuu muun muassa lihasten välisestä koordinaatiokyvyn kehittymisestä.

Tämän opinnäytetyön tavoite oli selvittää monipuolisia lajitaitoja vahvistavaan yleisurheiluharjoitteluun yhdistetyn hyppelyharjoittelun vaikutuksia juoksuvauhtiin ja reaktiivisuusominaisuuksiin 9–10-vuotiailla lapsilla. Lisäksi työssä pohditaan kuinka lasten hyppelyharjoittelua olisi parasta toteuttaa. Tutkittavana oli kaksi Jyväskylän Kenttärheilijöiden harjoitusryhmää, joista toinen toteutti erilaisia hyppyjä sisältävän radan aina harjoitusten alussa (N=7) ja toinen toimi kontrolliryhmänä jatkaen normaalia harjoittelua (N=7). Lapset suorittivat nopeustestin (lentävä 20 m) ja hyppytestit (kevennyshyppy ja kyykkyhyppy) ennen harjoitusjaksoa ja sen jälkeen.

Kummankaan ryhmän kohdalla ei tapahtunut merkitseviä muutoksia nopeustestituloksissa, mutta nopeustestitulokset olivat positiivisesti suuntaa antavia hyppelyharjoittelun eduksi. Hyppelyharjoitteluryhmän kevennyshyppytulokset heikentyivät tilastollisesti merkitsevästi, mutta sen taustalla on mitä todennäköisemmin vaikuttanut lasten heikko kyky suorittaa hyppytestejä. Ryhmien välisessä vertailussa ei ollut tilastollista merkitsevyyttä missään mitatussa muuttujassa.

Tutkielman tulos viittaa hyppelyharjoittelun hyötyihin juoksunopeuden kehittymisessä. Hyppelyharjoittelun laadulla vaikuttaisi olevan merkitystä lopputuloksen kannalta. Jos halutaan kehittää esimerkiksi hyppykorkeutta, hyppelyharjoittelun tulisi sisältää sellaisia hyppyjä, joissa halutaan urheilijan kehittyvän. Tutkimusasetelman heikkouksien vuoksi tarkkoja johtopäätöksiä on kuitenkin mahdotonta vetää.

Avainsanat: Plyometrinen harjoittelu, hyppelyharjoittelu, juoksunopeuden kehittyminen, hyppytesti, esimurrosikäiset lapset, yleisurheilu

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 HYPPELYHARJOITTELU .....	2
2.1 Venymis-lyhenemissykli .....	2
2.2 Hermolihasjärjestelmä ja hyppääminen lapsilla .....	3
2.3 Ikävaiheen vaikutus plyometrisen harjoittelun vasteisiin.....	4
2.4 Harjoitustaustan vaikutus plyometriseen harjoitteluun .....	5
3 LASTEN HYPPELYHARJOITTELUN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS.....	6
3.1 Harjoitusvolyymi .....	6
3.2 Harjoitusten sisältö .....	7
4 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEESIT .....	9
5 TUTKIMUSMENETELMÄT .....	10
5.1 Tutkittavat.....	10
5.2 Tilastollinen analyysi.....	10
5.3 Tutkimusasetelma.....	11
5.4 Harjoitusinterventio .....	12
6 TULOKSET .....	13
7 POHDINTA.....	15
LÄHTEET .....	20

# 1 JOHDANTO

Plyometrinen harjoittelu koostuu erilaisista voimakkaista suunnanmuutoksista, esimerkiksi hyppyistä ja loikista (Bosco ym. 1982). Plyometristä harjoittelua on tutkittu aikuisväestöllä todella paljon nopeus- ja hyppyominaisuuksien kehittämisen kannalta (Stojanovic ym. 2017, De Villarreal ym. 2010), mutta etenkin lasten ja naisten tutkimuksessa on puutteita (Barrio ym. 2022). Viime vuosina lasten plyometrisen harjoittelun tutkiminen on yleistynyt ja etenkin jalkapalloa harrastavilla lapsilla on tehty useita tutkimuksia (Chen ym. 2023).

Lasten plyometrinen harjoittelu tuottaa positiivisia vaikutuksia oikein toteutettuna juoksunopeuteen ja hyppyominaisuuksiin (Chen 2023, Bedoya ym. 2015, Johnson 2011). Voi olla kuitenkin harhaanjohtavaa puhua lasten kohdalla plyometrisestä harjoittelusta, sillä heidän kykynsä toteuttaa voimakkaita hyppyjä ja loikkia sisältäviä harjoitteita on monenlaisten eri syiden takia heikompi kuin aikuisilla (Patikas 2014). Siksi lasten kohdalla voisi olla mielekkäämpää puhua esimerkiksi hyppelyharjoittelusta plyometrisen harjoittelun sijaan. Tässä opinnäytetyössä puhutaan hyppelyharjoittelusta sekä plyometrisestä harjoittelusta, mutta niillä molemmilla tarkoitetaan lasten kohdalla hyppelyharjoittelua.

Hyppelyharjoittelun vaikutuksia nopeusominaisuuksiin on tutkittu lapsilla ja nuorilla, ja sen on osoitettu antavan positiivisia tuloksia (Chen ym. 2023). Kuitenkin yleisurheilua harrastavien lasten hyppelyharjoittelusta tutkimustietoa on varsin vähän siitä huolimatta, että se on yleinen viikoittain harjoittelussa mukana oleva harjoitusmenetelmä. Tämän opinnäytetyön tavoite on selvittää monipuolisia lajitaitoja vahvistavaan yleisurheiluharjoitteluun yhdistetyn hyppelyharjoittelun vaikutuksia juoksuvauhtiin ja reaktiivisuusominaisuuksiin 9-10-vuotiailla lapsilla.

## 2 HYPPELYHARJOITTELU

Plyometrinen harjoittelu koostuu kehonpainon avulla tehdystä harjoittelusta, joka sisältää nopeita räjähtäviä suunnanmuutoksia esimerkiksi pudotushyppyjä. Liikkeen aikana lihas aluksi venyy voimakkaasti, jota seuraa nopea konsentrisen vaihe. Tästä käytetään nimitystä venymis-lyhenemissykli (Bosco ym. 1982). Plyometrisen harjoittelun aikaansaamat vasteet ovat lapsilla pääasiassa neuraalisia (Ozmun 1994, Chen ym. 2023), eli kehittyminen tapahtuu pääasiassa liikkeen oppimisen ja koordinaation paranemisen kautta Plyometrinen harjoittelu vaikuttaa hermoston adaptaation kautta voimantuotto-ominaisuuksien paranemiseen ja lihasten välisen koordinaation kehittymiseen (Markovic & Mikulic 2010, Taube 2007). Plyometrisellä harjoittelulla on myös positiivisia vaikutuksia luuntiheyteen (Mero ym. 2021).

### 2.1 Venymis-lyhenemissykli

Plyometrisellä harjoittelulla tähdätään venymis-lyhenemissyklin toiminnan voimistamiseen ja tätä kautta voimantuottonopeuden tai suorituksen taloudellisuuden kehittämiseen riippuen harjoitustavoitteesta. Venymis-lyhenemissyklillä tarkoitetaan liikkeen, esimerkiksi juoksun tai hyppimisen aikana isometrisesti aktivoituneen lihaksen eksentristä venymistä ja tätä seuraavaa konsentrista lihastyövaihetta. Lihäsjännekompleksi venyy ja varastoi energiaa, joka voimistaa lihaksen konsentrista työvaihetta. Venymis-lyhenemissykli minimoi viivettä voimantuottoajassa ennakoimalla isometrisen aktivaation voimakkuutta ennen odotettua eksentristä vaihetta, sekä tuottamalla suorituksen kannalta optimaalisen konsentrisen voimantuoton mahdollisimman lyhyessä ajassa. (Komi 2011, 17)

Venymislyhenemissykli voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen: eksentrisen vaihe, aika eksentrisen ja konsentrisen vaiheen välillä, sekä konsentrisen vaihe. Eksentrisen vaihe kestää henkisestä valmistautumisesta lihaksen venymisen alkamiseen optimoiden liikkeen kannalta sopivan hermostollisen aktivaation. Liiallinen tai pitkittynyt kuormitus eksentrisen vaiheen aikana estää optimaalisen venytysrefleksin hyödyntämisen. Venytysrefleksi on yksi venymis-lyhenemissykliin vaikuttavista hermostollisista tekijöistä. Se aktivoituu lihasta venytettäessä säädellen lihäsjännekompleksin ja nivelen jäykkyyttä kontaktin aikana ja lisää lihaksen voimantuottoa reagoimalla mekaaniseen ärsykkeeseen. Sitä kontrolloi presynaptisen inhibition taso golgin jännelinten kautta, sekä alfamotoneuronien aktivoitumisherkkyys. (Enoka 2014, 255–269)

Jos eksentrisen ja konsentrisen lihastyön välinen vaihe on liian hidas, elastinen energia kuluu hukkaan lämpönä ja venytysrefleksi ei aktivoidu. Mitä nopeammin jarrutusvaiheesta pystytään siirtymään konsentriseen vaiheeseen, sitä voimakkaampi aikaansaatu vaste on. Oikein suoritetussa venymislyhenemissykliä hyödyntävässä liikkeessä tapahtuu lopuksi tehostettu konsentrisen lihastyövaihe, jonka aikana hyödynnetään lihasjännekompleksiin varastoitunut elastinen energia. Elastisten komponenttien hyödyntäminen lisää varastoidun elastisen energian käyttöä konsentrisen vaiheen aikana, sekä golgin jänne-elinten ”altistushoito” eli desensibilisaatio nostaa niiden inhibitiokynnystä mahdollistaen suuremman lihasten voimantuoton. Plyometrinen harjoittelu parantaa myös hermolihäsjärjestelmän koordinaatiota, mahdollistaen suuremmat lihasten liikenopeudet räjähtävien suoritusten aikana. (Wilk ym. 1993)

## **2.2 Hermolihasjärjestelmä ja hyppääminen lapsilla**

Syyt lasten heikomman kyvyn takana hyödyntää lihasjännekompleksin varastoimaa elastista energiaa voimakkaiden hyppyjen aikana verrattuna aikuisiin ovat monimutkaisia ja ne koostuvat useista tekijöistä. Patikas (2014) käsittelee artikkelissaan näitä syitä joita ovat mm. lasten vähemmän tehokas lihasaktivaatio ja -jäykkyyden säätely venymislyhenemissyklin aikana, lasten kehityksellinen vaihe sekä motoristen taitojen oppimisen taso.

Aikuisilla hypyn nousukorkeus nousee pudotushyppykorkeuden noustessa keskimäärin 30–40 cm asti (Voight ym. 1995) ja lähtee tämän jälkeen laskemaan johtuen lihasjännekompleksin suoja mekanismeista (Walshe & Wilson 1997; Leukel ym. 2008). Lapsilla ei tapahdu nousukorkeuden paranemista 10–50 cm pudotushyppykorkeuksien välillä (Lazaridis ym. 2013, Bassa ym. 2011) mikä osoittaa, etteivät lapset pysty hyödyntämään venymislyhenemissykliä pudotushyppyjen aikana.

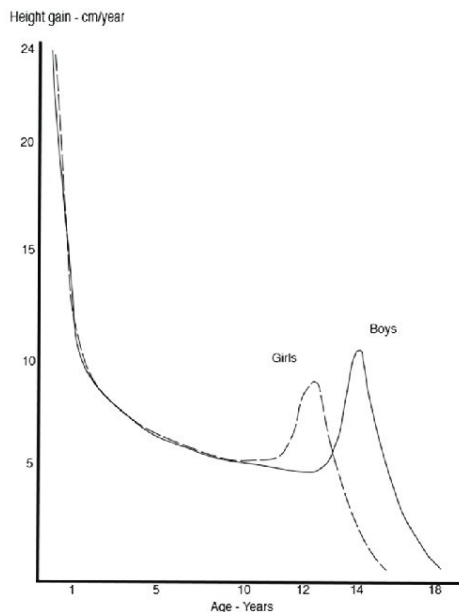
Lapsilla on myös heikompi kyky vastustaa kehon liikemomenttia pudotushypyn kontaktissa, mikä johtune lonkan ojentajien voimantuoton kehittymättömyydestä (Patikas 2014). Tämä aiheuttaa suuremman lonkan koukistumisen kontaktin aikana (Lazaridis ym. 2010, McNitt-Gray 1991). Lapset myös pudottautuvat maahan jalat ojentuneemmassa asennossa ja koukistavat polviaan enemmän vasta jarrutusvaiheen lopussa (Lazaridis ym. 2010). Suurempi polvikulma kontaktin aikana on yhteydessä pienempään väännön tuottoon (Aagaard ym. 2000). Lasten suurempi polvikulma pudotushypyn kontaktin aikana aiheuttaa myös suuremman törmäysvoiman

suhteutettuna kehonpainoon verrattuna aikuisiin (Lazaridis ym. 2010). Korkeammat reaktiivoimat voivat selittää pidempää kontaktiaikaa pudotushypyssä, sillä vaimennettavaa kuormaa on enemmän pudotushypyn jarrutusvaiheen aikana (Patikas 2014).

Pidempi kontaktiaika on yhteydessä epäoptimaaliseen siirtymiseen venymisestä lyhenemiseen venymislyhenemissyklin aikana (Bosco & Komi 1980). Biologisen kypsymisen aikana lapsi oppii säätelemään törmäysvoimia laskeutumisen aikana (McNair ym. 2000). Patikaksen (2014) mukaan näiden syiden vuoksi on mietittävä minkälaisia hyppyharjoitteita lasten on mielekästä toteuttaa parhaan harjoitusvasteen aikaansaamiseksi.

### 2.3 Ikävaiheen vaikutus plyometrisen harjoittelun vasteisiin

Lasten biologinen ikä ja kalenteri-ikä eivät aina vastaa toisiaan. Biologinen kypsyminen voi alkaa eri aikoihin, jolloin plyometrisen harjoittelun vaikutus voi olla erilaista saman ikäluokan urheilijoilla. Tyttöillä murrosikä ja kasvupyrähdys alkavat keskimäärin aiemmin kuin pojilla (Tanner ym. 1966). Kuvassa 1 on esitetty kasvupyrähdyn keskimääräinen alkamisajankohta tyttöillä ja pojilla.



Kuva 1. Kasvupyrähdyn alkamisajankohta (Tanner ym. 1966)

Lapsen biologisella kehitysvaiheella on vaikutusta plyometrisen harjoittelun aikaansaamiin vasteisiin (Chen ym. 2023; Moran ym. 2017). Plyometrisen harjoittelun on havaittu parantavan nopeus ja hyppyominaisuuksia etenkin ennen ja jälkeen kasvupyrähdyksen (Chen ym. 2023), sillä murrosiän pituuskasvun aiheuttama kömpelyys saattaa vaikuttaa negatiivisesti plyometriseen harjoitteluun ja etenkin juoksunopeuden kehittymiseen (Vera-Assaoka ym. 2020, Lloyd ym. 2011).

Plyometrisellä harjoittelulla on samansuuntaisia vaikutuksia eri pituuskasvun vaiheissa olevilla pojilla, mutta ne vaihtelevat suuruudeltaan (Lloyd ym. 2016). Plyometrisen harjoittelun on havaittu tuottavan suuremman parannuksen ennen kasvupyrähdyistä verrattuna kasvupyrähdyksen jälkeen (Lloyd ym. 2016, Uzelac-Sciran ym. 2020, Rumpf ym. 2012). Kuitenkin esimerkiksi Asadin ym. (2018) mukaan kasvupyrähdyksen jälkeen juoksunopeus kehittyi enemmän kuin ennen kasvupyrähdyistä, mikä voisi antaa todisteita käytettyjen harjoitteiden laadun vaikutuksesta. Asad ym. (2018) käyttivät harjoitteena pudotushyppyjä eri korkeuksilta. Koska ennen kasvupyrähdyksen alkamista ( $11.5 \pm 0.8$  vuotta) elävät nuoret eivät välttämättä ole vielä riittävän kehittyneitä tekemään pudotushyppyjä (Patikas 2014), voi pudotushyppyharjoittelun hyödyt jäädä vajaiksi. Lloyd ym. (2016) & Uzelac-Sciran ym. (2020) harjoitusohjelmat olivat monipuolisempia hyppyjä sisältäviä ja siten saattoivat kehittää motorisia taitoja paremmin kuin Asadin ym. (2018) tutkimuksessa.

#### **2.4 Harjoitustaustan vaikutus plyometriseen harjoitteluun**

Harjoittelutaustalla sekä perimällä on vaikutuksia lasten hermolihaskäytön nopeusominaisuuksiin (Mero ym. 1991). Motorisesti ja nopeusominaisuuksiltaan heikkotasoisien nuorten plyometrisestä harjoittelusta tehdyissä tutkimuksissa (Uzelac-Sciran ym. 2020 & Kotzamanadis 2006) harjoittelun vaikutukset juoksunopeuteen 20m matkalla olivat suurempia verrattuna harjoitustaustaa omaavilla nuorilla tehdyissä tutkimuksissa (Chaouachi ym. 2017 & Fischetti ym. 2018). Motorisesti heikkotasoiset lapset kehittyvät plyometrisen harjoittelun seurauksena suhteellisesti enemmän, koska heillä on enemmän kehityttävää (Chen ym. 2023).



### 3 LASTEN HYPPELYHARJOITTELUN KÄYTÄNNÖN TOTEUTUS

Vaikka lasten plyometrinen harjoittelu on kiisteltyä lasten kasvun ja kehittymisen kannalta, niin oikein toteutettuna se on turvallista jo 7–8-vuoden iässä (Chu ym. 2006) eikä ole syitä, miksi sitä pitäisi vältellä (Lloyd ym. 2011, Behm ym. 2008, Faigenbaum ym. 2009). Lasten kognitiiviset kyvyt, motoriset taidot ja biologinen kehitys asettavat kuitenkin rajoitteita sille, minkälaisia harjoitteita lasten olisi hyvä tehdä (Patikas 2014, Lloyd ym. 2011). Juuri näistä syistä joihinkin voidaan pohtia, tuleeko lasten hyppyjä sisältävistä harjoitteista käyttää nimeä plyometrinen harjoittelu. Lloyd ym. (2011) jakoivat plyometrisen harjoittelun portaisiin ikäryhmittäin. Alimpana portaissa oli esikouluikäiset lapset ja perusteiden harjoittelu ja ylimmällä portaalla urheilijat ja voimakkaat plyometriset harjoitteet. Tutkimuksissa plyometrinen harjoituskuorma on ilmoitettu hyppyjen kontaktimäärinä. Kontaktimäärissä on tutkimusten välillä vaihtelua riippuen käytettyjen harjoitteiden intensiteetistä. Plyometrisen harjoitteiden intensiteetin päättely on lukijan vastuulla, sillä ”plyometria” käsitettä ei vaikuttaisi olevan selkeärajaisesti määritelty.

#### 3.1 Harjoitusvolyymi

Plyometrinen harjoittelu on toistunut useimmissa tutkimuksissa kaksi kertaa viikossa, niin että harjoitusten välillä on ollut taukoa 1 - 4 päivää (Chaabene & Negra 2017, Kotzamanidis 2006, Chaouachi ym. 2017). Harjoitukset ovat olleet sisällöltään täysin hyppyihin ja loikkiin keskittyviä (Asadi ym. 2018) tai yhdistelmäharjoituksia, joissa plyometrinen harjoittelu on yhdistetty osaksi lajiharjoituksen alkuun (Fischetti ym. 2018). Plyometriset harjoitukset voivat olla kestoaltaan noin 15 minuutista 90 minuuttiin ja suoritusten väliset palautukset kestoaltaan noin 60 - 120 sekuntia (Asadi ym. 2018, Fischetti ym. 2018, Uzelac-Sciran ym. 2020, Johnson ym. 2011). Parannuksia juoksunopeuteen on saatu yhdistämällä plyometrinen harjoittelu osaksi lajiharjoittelua esimerkiksi harjoituksen alkuun (Fischetti ym. 2018). Myös lajiharjoittelua korvaavalla plyometrisellä harjoittelulla on saatu juoksunopeus paranemaan, mikä osoittaa plyometrisen harjoittelun monipuolisia käyttömahdollisuuksia ja joustavuutta (Asadi ym. 2018).

Jo yksi hyppyjä sisältävä harjoitus viikossa voi parantaa nopeus ja hyppyominaisuuksia lapsilla, mutta yleinen suositus vaikuttaisi olevan kuitenkin kaksi kertaa viikossa kahdeksan viikon ajan (Chen ym. 2023, Bedoya ym. 2015, Johnson ym. 2011). Sammoud ym. (2019) havaitsivat, ettei plyometrinen harjoittelu vielä neljännellä viikolla aiheuttanut muutoksia hyppytesteissä, mutta

kahdeksannen viikon kohdalla tulokset alkoivat paranemaan. Dallas ym. (2020) havaitsivat neljä viikkoa kestäväällä plyometrisella harjoittelulla kaksi kertaa viikossa olevan vaikutusta jalkojen jäykkyyteen ja siten maakontaktiajan pienenemiseen 9-vuotialla taekwondon ja rytmisenvoimistelun harrastajilla.

Huolellisella harjoittelun toteuttamisella ja progressiivisella kuormituksella voidaan minimoida loukkaantumiseriskiä (Kraemer ym. 2002). Fischettin ym. (2018) tutkimuksessa harjoitusohjelma muuttui rasittavammaksi esimerkiksi vasta neljän viikon jälkeen. Kotzamanidiksen (2006) harjoitusohjelma koostui kahdesta 3-viikon syklistä ja yhdestä 2-viikon loppusyklistä, joissa harjoituskuorma nousi johdonmukaisesti. Myös Uzelac-Scirianin ym. (2020) ja Asadin ym. (2018) tutkimuksissa harjoituksen kuormittavuus koveni asteittain.

On kuitenkin jonkin verran todisteita siitä, että lasten plyometrisen harjoittelun lisääminen ei tuota lisähyötyä, mutta ei toisaalta myöskään aiheuta ylikuormitusta tai altista vammoille. Chaabene ja Negra (2017) osoitti, että kaksinkertaisesti suurempi kontaktimäärä harjoituksissa ei tuottanut vammoja. Suuremmalla harjoituskuormalla ei myöskään ollut heidän mukaansa poikkeavaa vaikutusta juoksunopeuteen verrattuna määrältään puolet pienempään plyometriseen harjoitusohjelmaan, mikä viittaa funktionaaliseen maksimiin hyppelyharjoittelun määrässä. Tähän saattaa vaikuttaa plyometrisen harjoitusohjelman luonne ja muun harjoittelun määrä. Chaabene ja Negra (2017) eivät käyttäneet voimakkaita plyometrisiä harjoitteita kuten loikkia tai pudotushyppyjä.

### **3.2 Harjoitusten sisältö**

Lasten plyometriseen harjoitteluun liittyvissä tutkimuksissa harjoitteet ovat olleet sisällöltään vaihtelevia. Harjoitteita ei ole tutkimusten välillä vakioitu, vaan plyometrinen harjoitusohjelma on rakennettu soveltaen tutkittavien taso ja lajitausta huomioiden. Lasten plyometrisella harjoittelulla on viitattu tutkimuksissa kaikenlaisiin hyppyihin ja loikkiin. On myös tutkimuksia, joissa on puhuttu hyppelyharjoittelusta plyometrisen harjoittelun sijaan kuten Uzelac-Scirian ym. (2020) tutkimus. Taulukossa 1. esitetty tutkimuksia lasten plyometrisestä harjoittelusta ja niiden sisällöstä. Plyometristen harjoitteiden volyymi on ilmoitettu harjoitteiden kontaktimääränä ja harjoituskertoina viikossa.

Taulukko 1. Hyppelyharjoittelun sisällöt eri tutkimuksissa

Tutkimus	Tutkittavien ikä, sukupuoli ja lukumäärä	Urheilutausta	Harjoitusvolyymi	Harjoittelun sisältö
Asadi ym. (2018)	11.5 ± 0.8 v poikia (N=10)	Jalkapallo	2x/viikko 6 viikon ajan 60 kontaktia per harjoitus	Pudotushyppyjä 20-40-60cm korkeudelta
Fischetti ym. (2018)	13.7 ± 0.5 v poikia (N=10)	Aktiiviyleisurheilu	2x/viikko 8 viikon ajan	Erlaisia hyppynaruhyppyjä, polvennostohyppelyitä, aitahyppyjä
Kotzamanidis (2006)	11.1 ± 0.5 v poikia (N=15)	Koululiikunta	2x/viikko 10 viikon ajan 60-100 kontaktia / harjoitus	Erlaisia hyppyliikkeitä vaihtelevalla intensiteetillä
Radnor ym. (2017)	12.67 ± 0.27 v poikia (N=10)	Koululiikunta	2x/viikko 8 viikon ajan 74-94 kontaktia / harjoitus	Pudotushyppyjä (20 cm), vertikaali-hyppyjä, yhden jalan hyppyjä, koordinaatioliikkeitä, aitahyppyjä
Uzelac-Scirian ym. (2020)	13.1 ± 0.6 poikia (N=26)	Koululiikunta	2x/viikko 8 viikon ajan 74-94 kontaktia / harjoitus	Pudotushyppyjä (20 cm), vertikaali-hyppyjä, yhden jalan hyppyjä, koordinaatioliikkeitä, haitahyppyjä

#### **4 TUTKIMUSKYSYMYKSET JA HYPOTEEBIT**

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää hyppelyharjoittelun vaikutuksia juoksunopeuteen 20 metrin matkalla sekä kevennys- ja staattisen hypyn korkeuteen ja tuottaa tietoa hyppelyharjoittelun käytännön toteutuksesta lasten yleisurheiluharjoituksissa.

Hypoteesi esitti, että hyppelyharjoittelun toteuttaminen parantaisi sekä juoksunopeutta, että hyppykorkeutta perustuen Chen ym. 2023 meta-analyysiin aiheesta.

## 5 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimukseen osallistui koehenkilöitä kahdesta Jyväskylän kenttäurheilijoiden lasten harjoitusryhmästä, joista toinen toteutti hyppelyharjoitteluradan aina harjoitusten alussa viiden viikon ajan (n=24) ja toinen jatkoi harjoittelua tavalliseen tapaan (n=11). Hyppelyharjoitteluosion jälkeen harjoitukset sisälsivät monipuolista yleisurheilulaji harjoittelua, jota myös toinen harjoitusryhmä teki. Harjoitusten sisällöissä oli eroja ryhmien välillä, mutta ne olivat pääpiirteittäin samanlaisia.

### 5.1 Tutkittavat

Kaikki tutkittavat olivat iältään 9–10-vuotiaita. Koehenkilöt rekrytoitiin vierailamalla harjoituksissa ja jakamalla tiedotuslehtisiä tutkimuksesta. Lasten vanhempia tiedotettiin tutkimuksesta ja heiltä sekä lapsilta kerättiin suostumukset osallistua tutkimukseen. Tutkimus sai hyväksynnän Jyväskylän yliopiston eettiseltä lautakunnalta.

Tutkimuksen sisäänottokriteerit:

1. Kuuluminen Jyväskylän Kenttäurheilijoiden lasten harjoitusryhmään.
2. Ei harjoittelua estäviä vammoja.

Tutkimuksen poissulkukriteerit:

1. Haluttomuus osallistua tutkimukseen.

### 5.2 Tilastollinen analyysi

Aineiston tilastollisessa analyysissä käytettiin IBM SPSS Statistics 28.0.1.1 (15) -ohjelmaa. Mitatuille muuttujille määritettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Shapiro-Wilkin testiä käytettiin normaalisuuden testaamiseen pienen aineiston vuoksi riskiarvolla  $p < 0,05$ . ANOVAlla määritettiin ryhmien väliset vaihtelut. Parillisten otosten t-testiä käytettiin ryhmien sisäiseen vertailuun.

### 5.3 Tutkimusasetelma

Tutkittavat toteuttivat alkutestit harjoitusjaksoa edeltävällä viikolla ja lopputestit kaksi viikkoa harjoitusjakson päättymisen jälkeen. Testit sisälsivät nopeustestin, jossa mitattiin 10 m juoksu paikaltaan ja 20 m juoksu lentävällä lähdöllä, sekä kevennyshyppytestin (CMJ) ja staattisen hyppytestin (SJ).

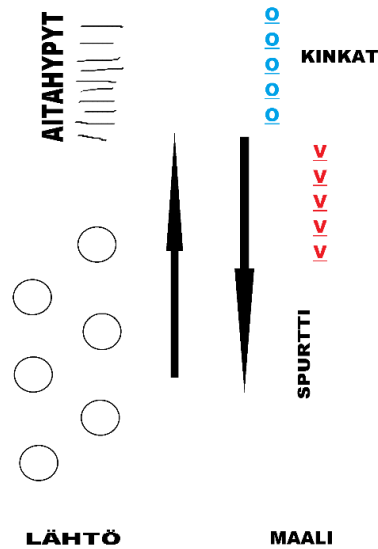
Ennen testaamista tutkittavat toteuttivat 30 minuuttia kestävän huolellisen alkuverryttelyn valmentajiensa johdolla. Ensiksi mitattiin juoksunopeutta valokennojen avulla. Ensimmäinen kenno oli asetettu lähtöviivalle, toinen 10 metrin viivalle ja kolmas 30 metrin viivalle. Tutkittavat lähtivät 50 senttimetriä ensimmäisen kennon takaa. Kaksi muovista tötteröä asetettiin merkiksi yhden metrin päähän viimeisestä kennosta ja tutkittavia ohjeistettiin juoksemaan näille tötteröille asti maksimaalisen suorituksen varmistamiseksi. Tutkittavat juoksivat vuorotellen kennojen läpi kolme kertaa. Juoksujen välillä oli taukoa viisi minuuttia. Suoritus hylättiin, jos tutkittava selkeästi lopetti juoksemisen ennen viimeistä kennoa. 10 metrin juoksutestit jouduttiin jättämään tarkastelusta pois lasten lyhyen pituuden vuoksi. Tämä aiheutti sen, että he juoksivat todella usein ensimmäisen kennon alta eikä ajanotto tällöin lähtenyt käyntiin.

Nopeustestin jälkeen suoritettiin kevennyshyppytesti. Tutkittavat suorittivat vuorotellen kolme kevennyshyppyä joiden välillä oli noin 10 sekunnin tauko. Lopuksi suoritettiin staattinen hyppytesti samanlaisella periaatteella. Mittaaja arvioi ja hyväksyi suorituksen, jos se oli riittävän lähellä oikeaoppista liikettä. Lasten kyky suorittaa hyppytestit oikeaoppisesti vaihteli todella heikon ja tyydyttävän välillä.

Koska harjoituksiin osallistumisaktiivisuus oli hyppelyharjoittelua toteuttavan ryhmän kohdalla todella vaihtelevaa, päädyttiin lopullisessa analyysissä tarkastelemaan ainoastaan vähintään viisi kertaa harjoituksiin osallistuneiden lasten tuloksia. Tarkastelusta poissuljettiin myös lapset, jotka leikkivät testisuoritusten aikana eivätkä näin ollen kyenneet suorittamaan niitä kunnolla. Yhden lapsen kohdalla suoritus päädyttiin jättämään tarkastelun ulkopuolelle, koska hän ilmoitti unohtaneensa piikkarit kotiin lopputesteissä. Juoksukenkien käyttöä ei muuten valvottu tutkimuksen aikana. Lopputesteistä poisjääntien jälkeen tarkastelukriteerit täytti harjoitusryhmästä seitsemän ja kontrolliryhmästä seitsemän.

## 5.4 Harjoitusinterventio

Hyppelyharjoittelu toteutettiin suorittamalla esterataviestiä kahtena joukkueena. Kuvassa 2 esitetty esterata sisälsi 10 tasajalka aitahyppyä, viisi sammakkohyppyä hulavanteesta toiseen ja viisi kinkkaa molemmilla jaloilla muovisten tötteröiden yli sekä lopuksi lyhyen spurtin. Rata suoritettiin kahden joukkueen välisenä sukkulaviestinä ja sen suorittamiseen kului aikaa noin 20–30 sekuntia per lapsi. Yhden lapsen suoritusten välissä oli aina noin 3–4 minuuttia tauko.



Kuva 2. Esteradan pohjapiirros

Esterata suoritettiin 1. viikolla viisi kertaa, 2. viisi kertaa, 3. kuusi kertaa, 4. seitsemän kertaa ja 5. kahdeksan kertaa. Esteradan järjestystä muutettiin neljännellä viikolla, mutta sisältö säilyi kokoajan samanlaisena. Taulukossa 2. on kuvattu yhden harjoituksen sisältö eri viikkoina.

Taulukko 2. Harjoituksen sisältö ja kontaktimäärät

	Viikko 1	Viikko 2	Viikko 3	Viikko 4	Viikko 5
Aitahypyt	50	50	60	70	80
Kyykkyhypyt	25	25	30	35	40
Yhden jalan hyppelet (o+v)	50	50	60	70	80
Kokonais-kontaktimäärä	125	125	150	175	200

## 6 TULOKSET

Taulukossa 3 on esitetty testitulokset. Hyppelyharjoittelua toteuttaneen ryhmän (N=7) loppu-testitulokset anto viitteitä 20 m ajan paranemisesta  $3.35 \text{ s} \pm 0.10 \text{ s} \rightarrow 3.31 \text{ s} \pm 0.07 \text{ s}$ , muttei ollut tilastollisesti merkitsevä ( $p=0,18$ ). Kontrolliryhmällä (N=7) ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia juokсутestin keskiarvossa alku ja lopputestin välillä  $3.32 \text{ s} \pm 0.35 \text{ s} \rightarrow 3.32 \text{ s} \pm 0.33 \text{ s}$ .

TAULUKKO 3. Mittaustulokset

	pre 20 m (s)	post 20 m	pre CMJ (cm)	post CMJ (cm)	pre SJ (cm)	post SJ (cm)
Harjoitusryhmä (N=7)	$3.35 \pm 0.10$	$3.31 \pm 0,07$	$26,7 \pm 3,1$	$23,8 \pm 2,9\ddagger$	$24,8 \pm 2,8$	$23,9 \pm 2,9$
Kontrolliryhmä (N=7)	$3.32 \pm 0.35$	$3.32 \pm 0.33$	$26,8 \pm 7,0$	$2,4 \pm 6,2$	$23,3 \pm 5,3$	$24,3 \pm 4,7$

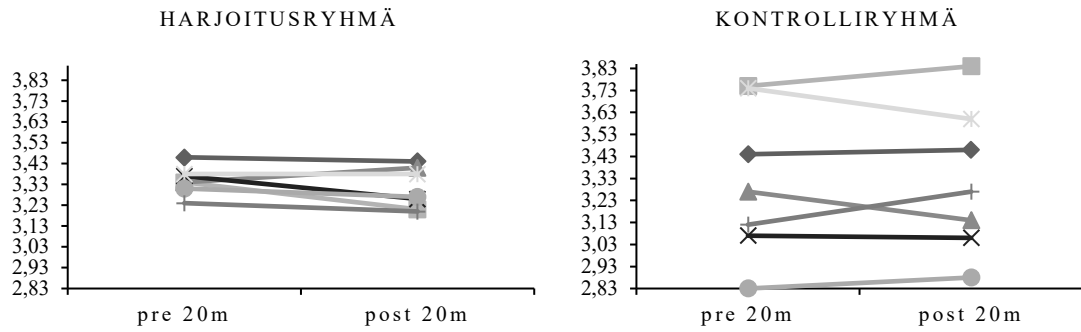
tilastollisesti merkitsevä ryhmien sisällä  $\ddagger$

tilastollisesti merkitsevä ryhmien välillä  $\dagger$

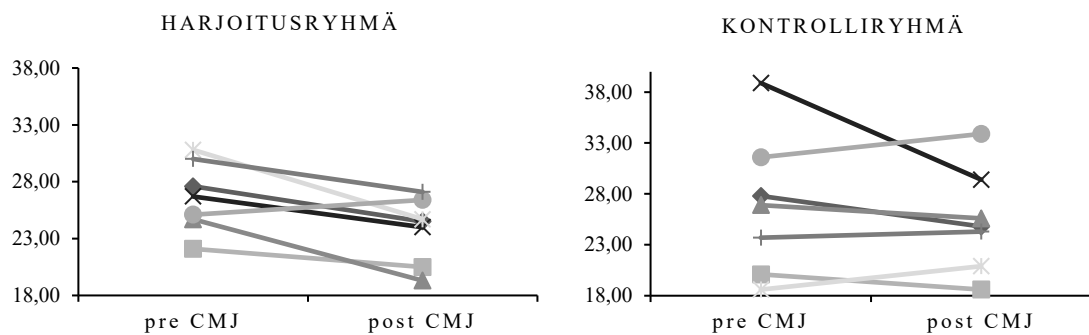
Ryhmien välisessä vertailussa ei ollut tilastollista merkitsevyyttä juokсутestitulosten välillä. Kuitenkin hyppelyharjoitteluryhmän sisäiset vaihtelut juokсутestituloksessa olivat lähellä tilastollista merkitsevyyttä. Hyppelyharjoittelua toteuttaneista lapsista viidellä nopeustestitulokset parani, yhdellä se pysyi samana ja yhdellä heikkeni (Kuva 3).

Hyppelyharjoittelua toteuttaneen ryhmän kevennyshyppy korkeus heikkeni alku- ja lopputestin välillä tilastollisesti merkittävästi  $-2,9 \text{ cm} \pm 2,9 \text{ cm}$  ( $p=0,018$ ). Kontrolliryhmällä ei tapahtunut kevennyshyppykorkeudessa tilastollisesti merkittävää muutosta  $-1,4 \text{ cm} \pm 6,2 \text{ cm}$ , mutta tulos oli samansuuntainen kuin harjoitusryhmällä. Ryhmien välinen ero kevennyshyppykorkeuden muutoksessa ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Staattisen hypyn testissä ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta kummankaan ryhmän osalta, eikä ryhmien välillä ollut tilastollista merkitsevyyttä. Kuvissa 4 ja 5 on kuvattu hyppykorkeuksien yksilöllisiä muutoksia.

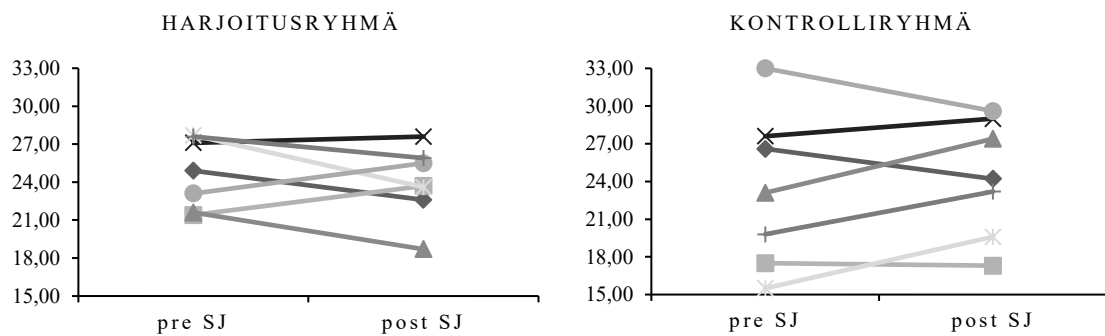




Kuva 3. Harjoitusryhmän ja kontrolliryhmän yksilökohtaiset muutokset juoksunopeudessa 20 metrin matkalla.



Kuva 4. Harjoitusryhmän ja kontrolliryhmän yksilökohtaiset muutokset kevennyshyppykorkeudessa.



Kuva 5. Harjoitusryhmän ja kontrolliryhmän yksilökohtaiset muutokset staattisen hypyn korkeudessa.

## 7 POHDINTA

Vaikka harjoitusinterventiolla ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta nopeuden kehittymiselle, 20 metrin juoksutestitulokset antoivat viitteitä harjoitusintervention positiivisesta vaikutuksesta juoksunopeuden kehittymiseen mikä on kirjallisuuden perusteella odotettava tulos hyppelyharjoittelulle (Chen ym. 2023, Peitz ym. 2018). Ainoastaan kahdella seitsemästä hyppelyharjoittelua toteuttaneesta 20 metrin juoksuajassa ei ollut parannuksia. Kontrolliryhmällä ei ollut muutoksia juoksutestituloksissa. Kuitenkin kontrolliryhmän suuremmasta keskihajonnan vuoksi se ei ole luotettava verroksi harjoitusryhmälle. Harjoittelun määrä on mahdollisesti vaikuttanut lopputuloksiin, sillä harjoitusinterventio kesti vain viisi viikkoa ja ainoastaan seitsemän lasta molemmista ryhmistä osallistui harjoitukseen viisi kertaa tai enemmän jolloin myös otoskoko jäi pieneksi. Plyometrisen harjoittelun suositeltu minimimäärä olisi 2 kertaa viikossa kuuden viikon ajan (Chen ym. 2023).

Hyppelyharjoittelussa pätee harjoittelun spesifisyyden periaate (Peitz ym. 2018), eli harjoittelun tulisi sisältää sellaisia liikkeitä, jotka kehittävät testattavaa tai lajin kannalta merkityksellistä funktionaalista ominaisuutta. Hyppelyharjoitteluinterventio ei sisältänyt testeissä käytettyjä kevennyshyppyjä tai staattisia hyppyjä, eikä kummankaan ryhmän muuhun harjoitteluun liittynyt edellämainittuja hyppyjä. Kevennyshyppytestin ja staattisen hypyn testitulokset saattoivat joutua vaihtelusta hyppöjen suoritustekniikassa mikä voi todennäköisimmin olla seurausta spesifin harjoittelun puutteesta. On mahdollista, että lapset ovat saattaneet oppia väärää suoritustekniikkaa hyppelyharjoittelun aikana, mutta tätä väitettä vastustaa kontrolliryhmän tulosten samankaltainen heikentyminen hyppelyharjoitteluryhmän kanssa. Silmämääräisesti arvioituna molempien ryhmien kyky suorittaa hyppyjä oli sekä alku ja lopputesteissä heikko. Lasten kohdalla olisi ehkä ollut mielekkäämpää suorittaa esimerkiksi vauhditon pituushyppytesti haastavien hyppytestien sijaan, koska se olisi saattanut olla helpompi toteuttaa (Lloyd ym. 2011).

Plyometrisellä harjoittelulla ja hyppelyharjoittelulla on sama tavoite, eli nopeus- tai hyppyominaisuuksien parantaminen. Ne sisältävät samoja piirteitä eli hyppyjä ja loikkia ja pyrkivät kehittämään venymislyhenemissyklin toimintaa. Hyppöjen laatu ja suoritustapa määrittävät sen minkälaisen vaikutusmekanismien kautta ne tuottavat muutoksia hyppy- ja nopeusominaisuuksiin (Wilk ym. 1993). Voimakas plyometrinen harjoittelu pyrkii vähentämään lihasjännekompleksin inhiboivia mekanismeja kuten Golgin jänne-elimen toimintaa voimakkaiden maakontaktien aikana (Wilk ym. 1993). Matalatehoisempi hyppelyharjoittelu lienee kehittävän lihasten

välistä koordinaatiota ja sulavaa siirtymistä venymislyhenemissyklin aikana venymisestä lyhenemiseen kehittäen samalla asennonhallintaa, vahvistaen samalla luita, jänteitä ja sidekudoksia (Ozmun 1994). Näiden erojen vuoksi hyppyjä sisältävät harjoitteet voisi olla mielekästä jakaa selkeyden vuoksi ”puhtaaseen” plyometriseen harjoitteluun (pudotushyppy, loikat) ja hyppelyharjoitteluun (esim. hyppynaruhyppely, hyppyt eri suuntiin, matalatehoiset aitahyppy). Lloyd ym. (2011) oli jakanut plyometrisen harjoittelun portaisiin harjoittelun intensiteetti ja ikävaihe huomioiden käyttäen termejä ”high” ja ”low” intensity plyometric training. Voimaharjoittelu on jaettu eri osa-alueeseen harjoittelun spesifisyyden perusteella, mutta plyometriselle harjoittelulle ei ole määritelty samanlaista ryhmittelyä, mikä saattaa aiheuttaa hämmennystä.

Voimakkaiden plyometristen harjoitteiden kuten pudotushyppyjen toteuttamiseen voi liittyä lasten kohdalla käytännön haasteita. Lloydin ym. (2011) mukaan oikeaoppisen suoritustekniikan opettaminen on todella tärkeää voimakkaita kontakteja sisältävissä hyppyharjoitteissa. Lisäksi pudotushyppyharjoittelu vaatii paljon valmennusresursseja, minkä vuoksi se ei todennäköisesti ole parempi vaihtoehto lasten kohdalla monipuoliselle hyppyjä sisältävälle harjoittelulle, joka kehittää useita erilaisia ominaisuuksia. Esimerkiksi Leukel ym. (2022) totesivat, ettei pudotushyppyharjoittelu ole käytännöllinen tapa toteuttaa lasten plyometrista harjoittelua. Oikeaoppisen suoritustekniikan opettaminen suurelle ryhmälle vie paljon valmennuksellisia resursseja ryhmäharjoittelussa, eikä yksilöity suoritustekniikan opetus ole tällöin mahdollista. Lisäksi samaa toistava harjoittelu saattaa tuntua lapsista tylsältä, mikä voi laskea harjoituksiin osallistumismotivaatiota.

Perusteluna esterataharjoittelun valinnalle oli valmennusresurssien tehokas käyttäminen sekä lasten valmiudet toteuttaa hyppyjä sisältävää harjoittelua. Tavallisen hyppyharjoittelun tylsän leikittömän luonteen oletettiin aiheuttavan harjoitusmotivaation laskua. Esteradan oletettiin herättävän lapsissa kokeilunhaluinen mielenkiinto harjoitukseen osallistumiseen. Harjoitusmotivaatiota pyrittiin lisäämään tekemällä radan suorittamisesta kilpailutilanne sukkulaviestin muodossa. Nähdyn perusteella voidaan todeta, että lasten motivoinnissa onnistuttiin harjoitusten aikana. Harjoitusryhmän ja kontrolliryhmän välisiä harjoitusmotivaatioeroja ei tutkittu kyselylomakkeen tai haastattelun avulla, joten tämä väite perustuu ainoastaan tutkijan omaan arvioon harjoitusten kulusta. Hyppelyharjoittelurata oli tarpeeksi yksinkertainen, jotta jokainen harjoituksiin osallistuneista lapsista kykeni suorittamaan radan oman taitotasonsa mukaan. Kilpailutilanne vaikutti aiheuttavan sen, että jokainen lapsi suoritti esteradan omia kykyjensä haastaen.

Hyppelyharjoitteluryhmäksi ja kontrolliryhmäksi valittiin valmiit JKU:n harjoitusryhmät. Tästä syystä tutkittavien ryhmien homogeenisyyteen ei voitu vaikuttaa. Hyppelyharjoitteluryhmän ja kontrolliryhmän väliset erot keskihajonnoissa oli suuret, mikä aiheuttaa virhettä testitulosten vertailussa. Harjoitusten sisältöä ei ollut vakioitu kontrolliryhmän ja hyppelyharjoittelua toteuttaneen ryhmän välillä. Muusta harjoittelusta ei ole tarkkaa tietoa kummankaan ryhmän kohdalla, mutta harjoittelun oletettiin olevan sisällöltään melko samankaltaista ryhmien välillä. Erot harjoittelun tai muiden harrastusten määrässä ovat saattaneet vaikuttaa juoksutestituloksiin. Suurin osa hyppelyharjoittelua käsitelleistä tutkimuksista ovat kestäneet vähintään kuusi viikkoa (Chen ym. 2023). Harjoitusryhmässä ja kontrolliryhmässä ei ollut ennalta selvitetty onko niissä tasainen sukupuolijakauma. Lasten sukupuolella ei oletettu olevan vaikutusta lopputuloksiin. Perusteluna tälle oli lasten ikävaihe: murrosiän ja kasvupyrähdysten ei oletettu vielä alkaneen 9–10-vuotiailla tutkittavilla. Peitzin ym. (2018) mukaan harjoittelun vasteissa ei vaikuttaisi olevan eroja esimurrosikäisten tyttöjen ja poikien välillä.

Hyppelyharjoittelun aikaansaamat vasteet juoksunopeuteen poikkeavat luonteeltaan motorisesti eritasoisten lasten välillä (Chen 2023). Motorisesti heikkotasoisilla hyppelyharjoittelu kehittää lähtötasoisesti heikkoa koordinaatiokykyä paremmaksi ja siten kehittyminen on suurempaa verrattuna motorisesti kehittyneisiin, joilla on vähemmän kehitettävää lihasten välisessä koordinaatiossa. Paremmat motoriset taidot omaavat lapset kykenevät vaativampiin suorituksiin kehittyneen koordinaatiokykynsä ansiosta, jolloin valmennuksessa käytetyt harjoitteet voivat olla haastavampia ja lähempänä perinteistä plyometrisen harjoittelun luonnetta. Motorisesti heikkotasoisten lasten kohdalla harjoitteet eivät voi olla liian kehittyntä motoriikkaa vaativia, jotta ne voidaan toteuttaa tarkoituksenmukaisella tavalla. Hyppelyharjoittelu vaikuttaisi kehittävänsä motorisesti heikkotasoisempien lasten juoksunopeutta enemmän kuin paremmat motoriset kyvyt omaavilla. Siksi heikommat alkutestitulokset tehneet lapset olisivat periaatteessa kuuluneet kehittyä enemmän kuin alkutesteissä paremmin suoriutuneet. Kontrolliryhmä sisälsi hyppelyharjoitteluryhmää huomattavasti nopeampia yksilöitä mutta myös huomattavasti hitaampia yksilöitä. Ryhmien heterogeenisyyden vuoksi on mahdotonta vetää luotettavia johtopäätöksiä hyppelyharjoitteluintervention hyödyistä. On mahdollista, ettei hyppelyharjoittelulla ollut yksilöllistä vaikutusta mitattuihin muuttujiin, vaan muutokset alku- ja lopputestien välillä ovat johtuneet satunnaisesta vaihtelusta esimerkiksi suoritusmotivaatiossa.

Tutkimuksen luotettavuutta heikentää myös kontrolliryhmän ja hyppelyharjoitteluryhmän erot harjoitussisällöissä. Lisäksi ryhmillä oli eri valmentajat, minkä voidaan olettaa vaikuttavan muun harjoittelun sisältöihin ja toteutustapaan. On syytä olettaa, että ainakin hyppelyharjoittelun kokonaisuus harjoitusten sisällöstä on kasvanut, sillä Jyväskylän kenttärheilijoiden lasten harjoittelussa painottuu monipuolinen eri yleisurheilulajien tutustuttaminen ja liikunnallisten perustaitojen opettaminen. Voidaankin pohtia, olisiko lasten yleisurheiluharjoittelua mielekästä periodisoida tietyn taidon kuten heittämissen tai hyppäämisen harjoitteluun useamman viikon ajan sen sijaan, että harjoitusten teema vaihtelisi jokaisen harjoituksen välillä.

Tutkimusta suunniteltaessa koehenkilöt olisi täytynyt sitouttaa osallistumaan harjoitteluun 2 kertaa viikossa, jotta otoskoko olisi saatu suuremmaksi. Lisäksi harjoitusintervention keston olisi täytynyt olla pidempi kuin viisi viikkoa. Koehenkilöt olisi myös pitänyt jakaa harjoitusryhmiin alkutestin perusteella, jotta ryhmistä olisi saatu mahdollisimman samankaltaiset. Muun harjoittelun sisältö olisi pitänyt yhdenmukaistaa harjoitusryhmien välillä ja yleisurheiluharjoitusten lisäksi tapahtuvan muun harrastamisen määrää olisi täytynyt selvittää.

Pienestä otoskoosta ja tilastollisesta merkitsemättömyydestä huolimatta lopputestin tulokset antoivat viitteitä esteratamaisen hyppelyharjoittelun positiivisesta vaikutuksesta juoksunopeuden kehittymiseen. Jää kuitenkin epäselväksi oliko hyppelyharjoitteluryhmän nopeuden kehittymisen taustalla juoksunopeutta parantavan harjoittelun systemaattisuuden ja määrän lisääntymisen harjoittelun kokonaiskuvassa aikaisempaan verrattuna vai oliko kyse nimenomaan hyppelyharjoittelun ylivoimaisuudesta harjoitusmuotona. Tätä olisi voitu pohtia paremmin selvittämällä aikaisemman harjoittelun määrää ja laatua, mitä 20-30min kestäneen hyppelyharjoitteluosion tilalla on ollut. Hyppelyharjoittelurata oli luonteeltaan nopeita aitaohyppyjä sisältävää ja siten sen vaikutusmekanismi on ollut todennäköisesti asennonhallinnan paraneminen ja alaraajojen koordinaation kehittyminen venymislyhenemissykliä hyödyntävissä suorituksissa kuten juoksussa. Todisteita harjoittelun spesifisyyden merkityksestä antaa se, ettei hyppelyharjoittelu sisältänyt kevennyshyppyjä, eikä hyppytestitulokset olleet kehittyneet. Hyppelyharjoittelututkimuksissa suoritettavat liikkeet ovat olleet monipuolisempia (Uzelac-Scirian ym. 2020, Radnor ym. 2017) ja niissä on harjoiteltu myös testien kannalta spesifejä hyppyjä, jolloin sillä on ollut vaikutusta myös hyppyominaisuuksien kehittymiseen. Näissä tutkimuksissa on painotettu oikeaa suoritustekniikkaa ja ne ovat todennäköisesti kehittäneet enemmän hyppyissä tarvittavaa koordinaatiokykyä kuin pelkkä melko yksipuolinen hyppelyharjoittelu, jota esterata sisälsi.

Tutkimusasetelman sisältämien epäluottamustekijöiden takia johtopäätöksiä vetäminen on ongelmallista. Esteratamaisesta hyppelyharjoittelusta saattaa olla hyötyä tiettyjen kriteerien kuten harjoittelun spesifisyyden ja oikeaoppisen suoritustapojen täytyessä. Tutkimustulosten perusteella ei kuitenkaan voida vetää johtopäätöksiä eroista hyppelyharjoittelun ja tavallisen yleisurheiluharjoittelun välillä, mutta tulokset viittaavat hyppelyharjoittelun hyötyihin juoksunopeuden kehittymiseen 20 metrin matkalla verrattuna tavalliseen ryhmäharjoitteluun lajitaitojen ja ominaisuuksien kehittämiseksi urheiluseuran järjestämässä harjoittelussa. Tähän vaikuttavia tekijöitä voi olla muun muassa harjoittelun spesifisyys, harjoittelun systemaattisuus ja aikaresurssien tehokkaampi käyttäminen sekä lasten tehokkaampi aktivoiminen harjoitusten aikana.

## LÄHTEET

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, S. P., Bojsen-Moller, F., & Dyhre-Poulsen, P. (2000). Antagonist muscle coactivation during isokinetic knee extension. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 10, 58-67.
- Asadi, A., Ramirez-Campillo, R., Arazi, H. & Sáez de Villarreal, E. (2018). The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences* 36 (21), 2405–2411.
- Barrio, E., Thapa, R. & Ramirez-Campillo, R. (2022). What don't we know about plyometric jump training exercise type optimization, as a prescription variable, for human performance maximization: A systematic scoping review with evidence-gap map. doi:10.17605/OSF.IO/Q2Y3A.
- Bassa, E., Hassani, A., Kotzamanidou, M., Fotiadou, E.G., & Patikas, D. (2011). Biomechanical differences between pubertal males with mental retardation & normal intelligence quotient during landing. Presented at 16th Annual Congress of the European College of Sport Science, Liverpool, UK, 23-26 June.
- Bedoya, A. A., Miltenberger, M. R. & Lopez, R (2015). Plyometric Training Effects on Athletic Performance in Youth Soccer Athletes: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (8), 2351–2360. doi:10.1519/JSC.0000000000000877.
- Behm, D., Faigenbaum, A., Falk, B., Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Appl Physiol, Nutr Metabol* 33(3):547-561
- Bogdanis, G. C., Donti, O., Papia, A., Donti, A., Apostolidis, N. & Sands, W. A. (2019). Effect of Plyometric Training on Jumping, Sprinting and Change of Direction Speed in Child Female Athletes. *Sports (2075-4663)* 7 (5), 116.
- Bosco, C., Ito, A., Komi, P.V., Luhtanen, P., Rahkila, P., Rusko, H., Viitasalo, J.T. (1982) Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. *Acta Physiol. Scand.* 1982;114:543–550. doi: 10.1111/j.1748-1716.1982.tb07022.x.
- Bosco, C., & Komi, P.V. (1980). Influence of ageing on the mechanical behaviour of leg extensor muscles. *European Journal of Applied Physiology*, 45, 209-19.
- Bouguezzi, R., Chaabene, H., Negra, Y., Ramirez-Campillo, R., Jlalía, Z., Mkaouer, B. & Hachana, Y. (2020). Effects of Different Plyometric Training Frequencies on Measures of Athletic Performance in Prepubertal Male Soccer Players. *Journal of Strength & Conditioning Research* 34 (6), 1609–1617.

- Chaabene, H. & Negra, Y. (2017). The Effect of Plyometric Training Volume on Athletic Performance in Prepubertal Male Soccer Players Helmi Chaabene and Yassine Negra. *International Journal of Sports Physiology & Performance* 12 (9), 1205–1211.
- Chaouachi, M., Granacher, U., Makhoulouf, I., Hammami, R., Behm, D. G. & Chaouachi, A. (2017). Within Session Sequence of Balance and Plyometric Exercises Does Not Affect Training Adaptations with Youth Soccer Athletes. *Journal of Sports Science & Medicine* 16 (1), 125–136.
- Chelly, M. S., Hermassi, S. & Shephard, R. J. (2015). Effects of in-Season Short-Term Plyometric Training Program on Sprint and Jump Performance of Young Male Track Athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research* 29 (8), 2128–2136.
- Chen, L., Zhang, Z., Huang, Z., Yang, Q., Gao, C., Ji, H., Sun, J. & Li, D. (2023). Meta-Analysis of the Effects of Plyometric Training on Lower Limb Explosive Strength in Adolescent Athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20 (3), 1849. doi:10.3390/ijerph20031849
- Chu D.A., Faigenbaum, A.D., Falkel, J.E. (2006). *Progressive Plyometrics for Kids*. Healthy Learning; Monterey, CA, USA
- Dallas, G., C., Pappas, P., Ntallas, C.G., Paradisis, G., P., Exell, T.A. (2020) The effect of four weeks of plyometric training on reactive strength index and leg stiffness is sport dependent. *J Sports Med Phys Fitness*. Jul;60(7):979-984. doi: 10.23736/S0022-4707.20.10384-0. PMID: 32597615.
- De Villarreal E.S.S., Requena B., Newton R.U. (2020) Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *J. Sci. Med. Sport*. 2010;13:513–522. doi: 10.1016/j.jsams.2009.08.005.
- Faigenbaum A., Kraemer, W., Blimkie, C., Jeffreys, I., Micheli, L., Nitka, M., Rowland, T. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res* 22(S5):S60-S79
- Fischetti, F., Vilardi, A., Cataldi, S. & Greco, G. (2018). Effects of Plyometric Training Program on Speed and Explosive Strength of Lower Limbs in Young Athletes. *Journal of Physical Education & Sport* 18 (4), 2476–2482.
- Jaimes, D. A. R., Petro, J. L., Bonilla, D. A., Cárdenas, J. G., Duarte, A. O. & Contreras, D. (2022). Effects of three 8-week strength training programs on jump, speed and agility performance in prepubertal children. *Isokinetics & Exercise Science* 30 (2), 157–166.
- Jia, L., Zhang, W. & Chen, X. (2017). Common methods of biological age estimation. *Clinical Interventions in Aging* Volume 12, 759–772. doi:10.2147/CIA.S134921.



- Johnson, B. A., Salzberg, C. L. & Stevenson, D. A. (2011). A Systematic Review: Plyometric Training Programs for Young Children. *Journal of Strength & Conditioning Research* 25 (9), 2623–2633.
- Komi, P. V., ym. (2011). *Neuromuscular Aspects of Sport Performance*. Chichester, West Sussex, UK: Wiley-Blackwell
- Kotzamanidis, C. (2006). Effect of Plyometric Training on Running Performance and Vertical Jumping in Prepubertal Boys. *Journal of Strength & Conditioning Research* 20 (2), 441–445.
- Kraemer, W.J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G.A., Dooly, C., Feigenbaum, M.S., Fleck, S.J., Franklin, B., Fry, A.C., Hoffman, J.R., Newton, R.U., Potteiger, J., Stone, M.H., Ratamess, N.A., & TriplettMcBride, T. (2002). American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 364–380.
- Lazaridis, S., Bassa, E., Patikas, D., Giakas, G., Gollhofer, A., & Kotzamanidis, C. (2010). Neuromuscular differences between prepubescent boys and adult men during drop jump. *European Journal of Applied Physiology*, 110, 67-74.
- Lazaridis, S.N., Bassa, E.I., Patikas, D., Hatzikotoulas, K., Lazaridis, F.K., & Kotzamanidis, C.M. (2013). Biomechanical comparison in different jumping tasks between untrained boys and men. *Pediatric Exercise Science*, 25, 101-13.
- Leukel, C., Gollhofer, A., Keller, M., & Taube, W. (2008). Phase- and task-specific modulation of soleus H-reflexes during drop-jumps and landings. *Experimental Brain Research*, 190, 71-9.
- Leukel, C., Karoß, S., Gräßlin, F., Nicolaus, J., Gollhofer, A. (2022) Do Primary School Children Benefit from Drop-Jump Training with Different Schedules of Augmented Feedback about the Jump Height? *Sports (Basel)*. Sep 2;10(9):133. doi: 10.3390/sports10090133.
- Lloyd, R. S., Meyers, R. W. & Oliver, J. L. (2011). The Natural Development and Trainability of Plyometric Ability During Childhood. *Strength & Conditioning Journal* 33 (2), 23–32. doi:10.1519/SSC.0b013e3182093a27.
- Lloyd, R.S., Oliver, J.L., Hughes, M.G., Williams, C.A. (2011) The influence of chronological age on periods of accelerated adaptation of stretch-shortening cycle performance in pre and postpubescent boys. *J. Strength Cond. Res.* 2011, 25, 1889–1897.
- Markovic, G. (2007) Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical Review. *Br J Sports Med* 41: 349–355, 2007.

- McKay, D. & Henschke, N. (2012). Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children. *British Journal of Sports Medicine* 46 (10), 727–728.
- McNair, P.J., Prapavessis, H., & Callender, K. (2000). Decreasing landing forces: effect of instruction. *British Journal of Sports Medicine*, 34, 293-6.
- McNitt-Gray, J.L. (1991). Kinematics and impulse characteristics of drop landings from three heights. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7, 201-4.
- Mero, A. M. J., Häkkinen, K., Kyröläinen, H. & Mero, A. A. (2021). Effects of Training on Bone Metabolism in Young Athletes. *Human Movement* 22 (4), 105–112.
- Mero, A., Jaakkola, L., Komi, P.J. (1991) Relationships between muscle fibre characteristics and physical performance capacity in trained athletic boys. *J. Sport. Sci.* 1991;9:161–171. doi: 10.1080/02640419108729877.
- Meyers, R. W., Oliver, J. L., Hughes, M. G., Lloyd, R. S. & Cronin, J. B. (2017). Influence of Age, Maturity, and Body Size on the Spatiotemporal Determinants of Maximal Sprint Speed in Boys. *Journal of Strength & Conditioning Research* 31 (4), 1009–1016.
- Michailidis, Y. (2015). Effect of plyometric training on athletic performance in preadolescent soccer players. *Journal of Human Sport & Exercise* 10 (1), 15–23.
- Moran, J., Sandercock, G. R. H., Ramírez-Campillo, R., Todd, O., Collison, J. & Parry, D. A. (2017). Maturation-Related Effect of Low-Dose Plyometric Training on Performance in Youth Hockey Players. *Pediatric Exercise Science* 29 (2), 194–202. doi:10.1123/pes.2016-0151.
- Ozmun, J. C., Mikesky, A. E., Surburg, P. R. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med. Sci. Sport. Exerc.* 1994;26:510–514. doi: 10.1249/00005768-199404000-00017
- Peitz, M., Behringer, M., Granacher, U. (2018) A systematic review on the effects of resistance and plyometric training on physical fitness in youth- What do comparative studies tell us? *PLoS One*. 2018 Oct 10;13(10):e0205525. doi: 10.1371/journal.pone.0205525. Erratum in: *PLoS One*. 2018 Nov 14;13(11):e0207641. PMID: 30304033; PMCID: PMC6179270.
- Sammoud, S., Negra, Y., Chaabene, H., Bouguezzi, R., Moran, J., Granacher, U. (2019). The effects of plyometric jump training on jumping and swimming performances in prepubertal male swimmers. *J. Sport. Sci. Med.* 2019, 18, 805–811
- Stojanovic, E., Ristic, V., McMaster D. T., Milanovic Z. (2017). Effect of Plyometric Training on Vertical Jump Performance in Female Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport. Med.* 2017;47:975–986. doi: 10.1007/s40279-016-0634-6.

- Tanner, J. M., Whitehouse, R. H., Takaishi, M. (1965). Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, and weight velocity: British children. I. *Arch Dis Child* 1966; 41(219): 454–471
- Taube, W., Kullmann, N., Leukel, C., Kurz, O., Amtage, F., Gollhofer, A. (2007). Differential reflex adaptations following sensorimotor and strength training in young elite athletes. *Int. J. Sport. Med.* 2007;28:999–1005. doi: 10.1055/s-2007-964996.
- Uzelac-Sciran, T., Sarabon, N. & Mikulic, P. (2020). Effects of 8-Week Jump Training Program on Sprint and Jump Performance and Leg Strength in Pre- and Post-Peak Height Velocity Aged Boys. *Journal of Sports Science & Medicine* 19 (3), 547–555.
- Vera-Assaoka, T., Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., Garcia-Pinillos, F., Moran, J., Gentil, P., Behm, D. (2020). Effects of Maturation on Physical Fitness Adaptations to Plyometric Drop Jump Training in Male Youth Soccer Players. *J. Strength Cond. Res.* 2020;34:2760–2768. doi: 10.1519/JSC.00000000000003151
- Walshe, A. D., & Wilson, G. J. (1997). The influence of musculotendinous stiffness on drop jump performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 22, 117-32.
- Wilk, K. E., Voight, M. L., Keirns, M. A., Gambetta, V., Andrews, J. R., Dillman, C. J. (1993). Stretch-shortening drills for the upper extremities—Theory and clinical-application. *J. Orthop. Sport. Phys. Ther.* 1993, 17, 225–239.
- Witzke, K. & Snow, C. (2000). Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls. *Med Sci Sports Exerc* 32(6):1051-1057, 2000.