

Pituuskasvun huippuvaiheen (PHV) huomiointi jalkapallon fyysisessä val- mennuksessa

**Opas 11–13-vuotiaiden tyttöjen ja 13–15-vuotiaiden
poikien jalkapallovalmentajille**

Markus Iiskola
Annika Kirvesmäki

Opinnäytetyö
Joulukuu 2018
Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala
Fysioterapeutti (AMK), Fysioterapian tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Iiskola, Markus Kirvesmäki, Annika	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Joulukuu 2018
	Sivumäärä 70 + 4	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Pituuskasvun huippuvaiheen (PHV) huomiointi jalkapallon fyysisessä valmennuksessa Opas 11–13-vuotiaiden tyttöjen ja 13–15-vuotiaiden poikien jalkapallovalmentajille		
Tutkinto-ohjelma Fysioterapian tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Helminen, Eeva; Natunen, Pekka		
Toimeksiantaja(t) Suomen Palloliitto, Niklas Virtanen		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Pituuskasvun huippuvaihe (PHV) kuvaa aikaa, jolloin nuorten kasvupyrähdysten aikainen pituuskasvu on suurimmillaan. Pituuskasvun vaikutus kasvuikäisen kehoon on valtava ja PHV:n aikana harjoittelun rakennetta tulisikin muuttaa.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli lisätä tietoisuutta nuorten jalkapalloilijoiden parissa työskentelevien henkilöiden keskuudessa siitä, mikä PHV on ja miten se täytyy huomioida nuorten pelaajien fyysisessä harjoittelussa. Tavoitteena oli tuottaa lasten ja nuorten jalkapallovalmentajille opas PHV:n aikaisesta fyysisestä harjoittelusta. Opas tehtiin Suomen Palloliiton käyttöön.</p> <p>Tutkimusmenetelminä käytettiin kirjallisuuskatsausta sekä PHV-mittauksia. Kirjallisuuskatsauksen aineistonhaku suoritettiin kansainvälisistä tietokannoista Pedro, PubMed, Cinahl sekä Google Scholar. Aineistoa kerättiin lisäksi ammattikirjallisuudesta ja tieteellisistä artikkeleista. Aineiston analysoinnissa käytettiin sisällönanalyysia. Mittaustulokset kerättiin taukkolaskentaohjelmaan, joista tuloksia analysoitiin suoran jakauman avulla. Mittausten perusjoukko oli 637, josta tämän opinnäytetyön otannaksi valittiin 228 vuonna 2004 syntynyttä poikaa ja 27 vuonna 2006 syntynyttä tyttöä.</p> <p>Mittaustulokset osoittivat kasvun olevan hyvin yksilöllistä. Kalenteri-ikänsä mukaan saman ikäisten pelaajien erot fysiologisesti voivat olla jopa neljä vuotta. Mittaustulosten perusteella joukkue pystytään jakamaan ryhmiin biologisen kehityksen mukaan: ennen PHV:ta, PHV käynnissä ja PHV ohi. Kasvavan luuston kasvulevyt ja apofyytit ovat herkkiä loukkautumisille, minkä vuoksi kovimman kasvun aikaan tulisi vähentää muun muassa toistuvia täysivauhtisia sprinttejä ja leikkaavia käännöksiä. Nämä suoritukset kuuluvat kuitenkin lajiin, joten niitä ei voida kokonaan välttää harjoittelussa.</p>		
<p>Avainsanat (asiasanat) Pituuskasvun huippuvaihe, PHV, kypsyminen, PHV-mittaus, kasvulevy, rasisvammot, vammojen ennaltaehkäisy, jalkapallo, kirjallisuuskatsaus</p>		
<p>Muut tiedot Tuotoksena syntyvä opas ei sisälly tämän opinnäytetyön raporttiin. Opas tulee saatavaksi Suomen Palloliiton materiaaleihin.</p>		

Author(s) Iiskola, Markus Kirvesmäki, Annika	Type of publication Bachelor's thesis	Date December 2018 Language of publication: Finnish
	Number of pages 70 + 4	Permission for web publication: x
Title of publication Recognition of peak height velocity (PHV) in the physical training of young soccer players A guidebook for the coaches of 11–13-year-old girls and 13–15-year-old boys		
Degree programme Degree Programme in Physiotherapy		
Supervisor(s) Helminen, Eeva; Natunen, Pekka		
Assigned by Football Association of Finland, Niklas Virtanen		
Abstract <p>Peak height velocity (PHV) describes the time when the growth in height is the fastest during a growth spurt. The structure of training during PHV should be altered because of the impact that PHV has on a growing body.</p> <p>The purpose of the thesis was to increase the understanding of PHV among soccer coaches and give them tools to modify training during PHV. The aim was to produce a guidebook for the coaches of 11–13-year-old girls and 13–15-year-old boys about how to recognize PHV in the physical training of soccer. The guidebook was made for the Football Association of Finland.</p> <p>The research methods were a literature review and PHV measurements. The search for the data was performed by using international databases, such as the Pedro, PubMed, Cinahl and Google Scholar. Data was also searched in professional literature and scientific articles. The data for the review was analysed by using content analysis. The results of the PHV-measurements were collected in spreadsheet files from which the results were analysed using the direct distribution of the results. The population from which the sample was collected was 637 PHV-measured players, girls and boys. In this study, the sample of boys consisted of 228 boys born in 2004, and that of girls consisted of 27 girls born in 2006.</p> <p>The results of the PHV-measurements showed that growth proceeds individually. In a team of players with the same chronological age, the difference in biological age, meaning physiological differences, can be as much as four years. Based on the measurement results, the team should be divided into groups according to their biological age: pre-PHV, PHV, post-PHV. For example, full speed sprints and cutting turns should be reduced during PHV because of the vulnerability of the growth plates and apophyses in immature bones. However, since these performances are typical for soccer, they cannot be completely avoided.</p>		
Keywords/tags (subjects) Peak height velocity, PHV, maturation, maturity offset, growth plate, overuse injuries, injury prevention, soccer, literature review		
Miscellaneous The guidebook does not include in this report of the thesis. The guidebook is available in the materials of Football Association of Finland.		

Sisältö

1	Johdanto	4
2	Pituuskasvun huippuvaihe	5
2.1	Luuston kehitys.....	8
2.1.1	Rasitusvammat	10
2.2	Biologinen ikä ja sen mittaaminen	14
2.2.1	Pituuskasvun huippuvaiheen mittaaminen	15
3	Fyysinen harjoittelu pituuskasvun huippuvaiheen aikana	17
3.1	Herkkyykskaudet	18
4	Kehittämistyön tarkoitus ja tavoitteet	24
5	Toteutus.....	25
5.1	Aineistonkeruumenetelmät	27
5.1.1	Kirjallisuuskatsaus.....	28
5.1.2	PHV-mittaukset.....	31
5.2	Aineiston analyysimenetelmät.....	33
5.2.1	Kirjallisuuskatsauksen analyysi	33
5.2.2	PHV-mittausten analyysimenetelmä	37
6	Tulokset	41
6.1	Pituuskasvun huippuvaiheen fysiologiset vaikutukset kasvuikäiseen	41
6.2	Mitattavien erot pituuskasvun huippuvaiheessa	42
6.3	Oppaan harjoitteiden perusta	45

7 Pohdinta.....	55
7.1 Keskeisten tulosten tarkastelu suhteessa alkuosan teoreettiseen viitekehykseen.....	55
7.2 Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset	58
7.3 Luotettavuus ja eettisyys.....	61
7.3.1 Kirjallisuuskatsauksen luotettavuus	62
7.3.2 PHV-mittausten luotettavuus.....	63
7.4 Oppaan arviointi	64
Lähteet	65
Liitteet.....	71
Liite 1. Palautelomake PHV-oppaasta.....	71
Liite 2. PHV-mittausten laskukaavat	73
Liite 3. Esimerkki seurojen käyttämästä PHV-lupalapusta	74
Kuviot	
Kuvio 1. Esimerkki pituuskasvun huippuvaiheen ilmenemisestä pojalla.....	6
Kuvio 2. Kasvavan luun epifyysi, kasvulevy ja diafyysi	7
Kuvio 3. Esimerkki säärikyhmyn apofysitiista	12
Kuvio 4. Elinjärjestelmien kehittyminen	18
Kuvio 5. PHV-mittausten tulosten esitys.....	40
Kuvio 6. PHV-mittausten tulokset esimerkkijoukkue pojat	43
Kuvio 7. PHV-mittausten tulokset esimerkkijoukkue tytöt.....	43
Kuvio 8. "Vuosis PHV:hen"- arvojen erot 12 eri joukkueessa, pojat	44
Kuvio 9. "Vuosis PHV:hen"- arvojen erot 2 eri joukkueessa, tytöt.....	45

Kuvio 10. 1. tason harjoite, simpukka	50
Kuvio 11. 2. tason harjoite, kylkimakuulla suoran jalannosto	50
Kuvio 12. 3. tason harjoite, seisten jalanvienti takaviistoon	51
Kuvio 13. 1. tason harjoite, selinmakuulla jalan dippaus.....	52
Kuvio 14. 2. tason harjoite, selinmakuulla suoran jalan dippaus.....	52
Kuvio 15. 3. tason harjoite, selinmakuulla ristikkäisen käden ja jalan dippaus.....	52
Kuvio 16. 1. tason harjoite, vaaka jalan liu'utuksella	53
Kuvio 17. 2. tason harjoite, vaaka ja kosketus maassa olevaan jalkaan	53
Kuvio 18. 3. tason harjoite, vaaka toinen jalka koukussa	54

Taulukot

Taulukko 1. Eri ikävaiheissa esiintyviä apofysiittejä.....	13
Taulukko 2. Palloliiton käyttämä herkkyyskausitaulukko	23
Taulukko 3. Opinnäytetyön toteutus	26
Taulukko 4. Hakulausekkeet aihealueittain	29
Taulukko 5. Aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit	30
Taulukko 6. Tiedonhaun tulokset eri tietokannoista	31
Taulukko 7. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset	34
Taulukko 8. Esimerkki teemoittelusta.....	37
Taulukko 9. Poikien PHV-tulosten jakauma: PHV-arviot.....	38
Taulukko 10. Tyttöjen PHV-tulosten jakauma: PHV-arviot.....	38
Taulukko 11. Poikien PHV-tulosten jakauma: "vuosia PHV:hen"-arvo.....	39
Taulukko 12. Tyttöjen PHV-tulosten jakauma: "vuosia PHV:hen"-arvo	39
Taulukko 13. Oppaan harjoitteiden lähteet.....	49

1 Johdanto

Rasitukseen liittyvät vammat ovat kasvavilla urheilijoilla yleisiä ja voivat aiheuttaa pitkän tauon harjoitteluun. Jalkapalloa kilpailullisesti harrastavilla lapsilla rasitusvammat esiintyvät yleisesti alaraajoissa ja erityisesti polvissa. Rasitusvammojen sijainti ja tyyppi vaihtelevat iän ja kypsymisen vaiheen mukaan. Suomessa tehdyssä tutkimuksessa, johon kuului 733 pelaajaa, ilmeni suuri määrä rasitusperäisiä vammoja. 343 pelaajaa (46.8 %) ilmoitti vähintään yhden rasitukseen liittyvän vamman ja lisäksi 228 pelaajaa (31.1 %) ilmoitti vähintään yhden vakavamman rasitusvamman 20 viikon seurantajakson aikana. (Leppänen, Pasanen, Clarsen, Kannus, Bahr, Parkkari, Haapasalo & Vasankari 2018, 1–3, 5–6.)

Opinnäytetyön aiheena on pituuskasvun huippuvaihe eli PHV (Peak Height Velocity) ja sen huomiointi jalkapallovalmennuksessa. Opinnäytetyön toimeksiantajana on Suomen Palloliitto, joka on perustettu vuonna 1907 ja on harrastajamäärältään suurin urheilun lajiliitto Suomessa. Suomen Palloliittoon kuuluu lähes 1 000 jäsenseuraa ja rekisteröityjä pelaajia on yli 140 000. (Palloliitto n.d.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkimustiedon perusteella lisätä tietoisuutta nuorten jalkapalloilijoiden parissa työskentelevien henkilöiden keskuudessa siitä, mikä pituuskasvun huippuvaihe on ja miten se täytyy huomioida nuorten pelaajien harjoittelussa. Tavoitteena on tuottaa opas 11–13-vuotiaiden tyttöjen ja 13–15-vuotiaiden poikien valmentajille pituuskasvun huippuvaiheen aikaisesta jalkapallon fyysisestä harjoittelusta.

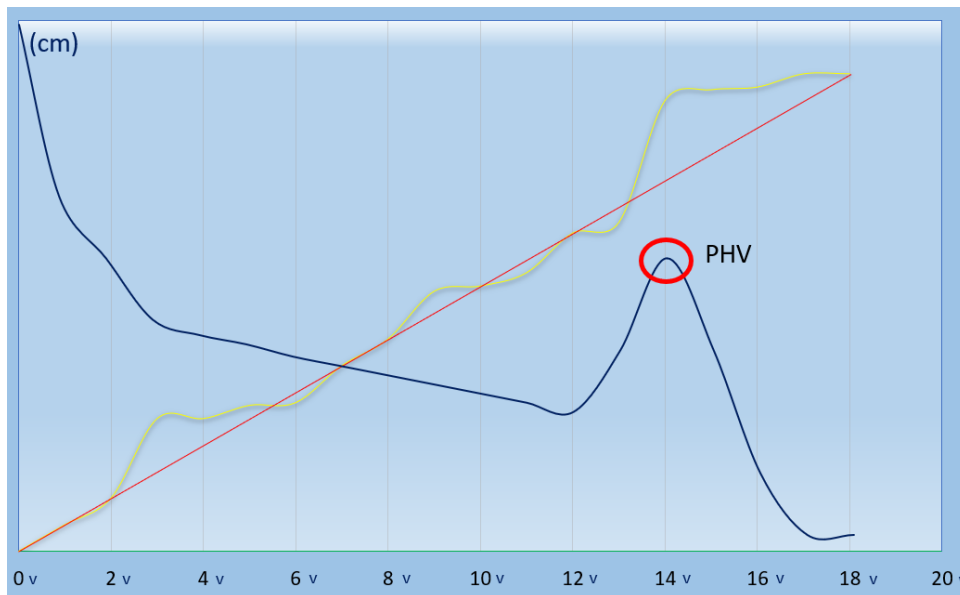
Pituuskasvun huippuvaiheen huomioimisesta jalkapallovalmennuksessa ei ole vielä opasta, joten työ täyttää aiheeseen liittyvän tarpeen. Tuotoksena syntyvä opas tulee vain toimeksiantajan jaettavaksi, joten opas ei sisälly tähän opinnäytetyöhön. Työ on

tutkimuksellinen kehittämistyö, jossa ilmiötä ja sen taustaa selvitetään kuvailevan kirjallisuuskatsauksen sekä pituuskasvun huippuvaiheen mittausten avulla.

2 Pituuskasvun huippuvaihe

Pituuskasvun huippuvaihe eli PHV (Peak Height Velocity) kuvaa ikää, jolloin kasvupyrähdyksen aikainen pituuskasvu on suurimmillaan (Lloyd, Oliver, Faigenbaum, Myer & De Ste Croiz 2014, 1459). Kasvupyrähdyksen aikainen kasvu jaetaan pituuskasvun kiihtymisen alkuvaiheeseen, pituuskasvun huippuvaiheeseen (PHV) ja pituuskasvun hiipumiseen (Malina, Rogol, Cumming, Coelho e Silva & Figueiredo 2015, 853). Kasvupyrähdyksen pituuskasvu alkaa pojilla noin 10–11-vuotiaana ja päättyy noin 18-vuotiaana. Tyttöillä murrosiän kasvupyrähdys alkaa noin 9–10-vuotiaana ja päättyy noin 16-vuotiaana. Pojilla pituuskasvun huippuvaihe on keskimäärin 14-vuotiaana ja tytöillä keskimäärin 12-vuotiaana. (Beunen & Malina 2008, 437.) Pojilla kasvupyrähdys alkaa myöhemmin, se on voimakkaampi ja kestää kauemmin kuin tytöillä, minkä vuoksi tytöt ovat aikuisuudessa tyyppillisesti poikia lyhyempiä (Stratton & Oliver 2014, 15).

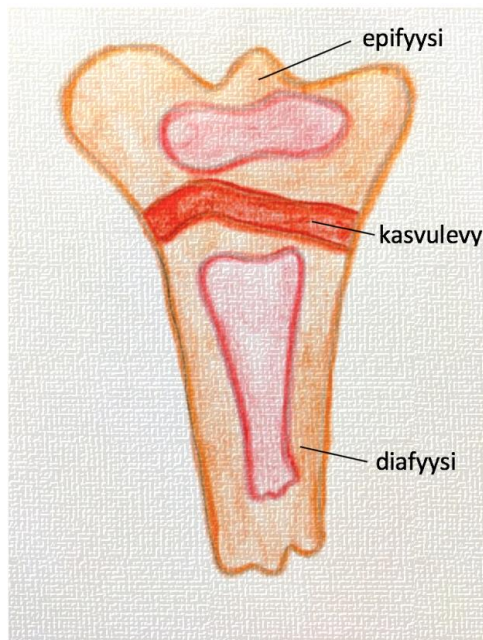
Pituuskasvun huippuvaiheen kesto on noin yksi vuosi, mutta yksilöllisiä eroja esiintyy (Lloyd ym. 2014, 1458). Kuviossa 1 on esimerkki pituuskasvun huippuvaiheen ilmeneemisestä pojalla. Punainen viiva kuvastaa kalenteri-ikää, eli kronologista ikää. Keltainen viiva ilmaisee biologista ikää vuosina ja sininen viiva pituuskasvua senttimetreissä. Pituuskasvun huippuvaihe on ilmaistu punaisella ympyrällä.



Kuvio 1. Esimerkki pituuskasvun huippuvaiheen ilmenemisestä pojalla (Virtanen 2018)

Sukupuolihormonin tuotanto lisääntyy murrosiässä, mikä kiihdyttää luuston kypsymistä aiheuttaen kasvupyrähdyksen (Hakkarainen 2015, 54, 65–66; Sand, Sjaastad, Haug & Bjålie 2015, 218). Pojilla mieshormonit eli androgeenit (esimerkiksi testosterooni) alkavat erittymään merkittävästi murrosiän alkuvaiheesta aina aikuisuuteen asti. Tyttöillä naishormoneja eli progesteroneja ja estradioleja erittyy jo murrosiän alkuvaiheilla, mutta merkittävä erittämisen nousu tapahtuu murrosiän ja kasvun huippuvaiheen sekä murrosiän loppuvaiheen aikana. Sukupuolihormonit vaikuttavat suoranaisesti lähes pelkästään selkärangan kasvuun. Sukupuolihormonit aiheuttavat lopulta myös kasvun pysähtymisen stimuloimalla kasvulevyjen luutumista. Perintötekijät, ympäristö, kalenteri-ikä, ravinto, fyysinen kuormitus ja hormoneista erityisesti kasvuhormoni, kilpirauhashormoni, sukupuolihormoni ja insuliini vaikuttavat pituuskasvuun ja pituuteen. (Hakkarainen 2015, 54, 65–66; Sand, Sjaastad, Haug & Bjålie 2015, 218.)

Kasvupyrähdyksen aikainen pituuskasvu tapahtuu kehittyvässä luussa sijaitsevilla kasvulevyillä (Berendsen & Olsen 2015, 15). Luukudos kasvaa voimakkaasti 0–18 ikävuoden välillä. Epifyysi- eli kasvulevyissä sijaitsevan rustokudoksen vähittäinen muuttuminen luukudokseksi aiheuttaa luiden pituuskasvun. (Kauranen & Nurkka 2010, 39.) Kasvulevyn sijainti luussa on esitetty kuviossa 2. Kasvulevy koostuu erillisistä vyöhykkeistä, joita ovat lepovyöhyke, proliferaatiovyöhyke sekä hypertrofiavyöhyke. Lepovyöhykkeellä sijaitsee pieniä, hitaasti jakautuvia kondrosyyttejä. Proliferaatiovyöhykkeellä litteät kondrosyytit järjestäytyvät pystyriveihin luun pituussuunnan mukaisesti ja jakautuvat voimakkaasti. (Shim 2015, 9.) Hypertrofiavyöhykkeellä tapahtuu ensin kondrosyyttien laajentuminen, jonka jälkeen kondrosyytit käyvät läpi ohjelmoidun solukuoleman. Kuolevat kondrosyytit vapauttavat kalsiumia ympäröivään matriksiin muodostaen kalsifioituja, rustomaisia pylväitä, jotka verisuonet pääsevät valtaamaan. Rustomaiset pylväät hajotetaan ja osteoblastit luovat luuta tilalle. (Little, Rogers & Flannery 2011, 143.) Kasvupyrähdyksen aikana tämä prosessi kasvulevyissä toistuu jatkuvana (Shim 2015, 9).



Kuvio 2. Kasvavan luun epifyysi, kasvulevy ja diafyysi
(Little, Rogers & Flannery 2011, 142, muokattu)

Nuoret ovat vamma-alttiita erityisesti murrosiässä nopean kasvun vaiheen aikana (Kujala 2016, 587). Anatomisesti merkittävin ero lasten ja aikuisten luissa on lasten luissa sijaitseva kasvulevy, joka on kypsyvän luuston heikoin lenkki (Merkel & Molony 2012, 692). Näin ollen luutumattomat kasvulevyt luovat olosuhteet loukkaantumisille, joita kypsässä luustossa ei esiinny. Kasvulevyissä rustosolujen hypertrofiavyöhykkeen heikkenemisen ajatellaan aiheuttavan kasvulevyjen alttius vammoille kasvupyrähdyksen aikaan (Frush & Lindenfeld 2009, 201). Kasvava luu on kollageenin ja ruston suuremman määrän vuoksi heikompi kuin sitä ympäröivät jänteet ja ligamentit, jolloin kuormat näihin rakenteisiin tuottavat enemmän luuhun vammoja tai murtumia kuin pehmytkudosvamman (Merkel & Molony 2012, 692).

Kasvun yhteydessä esiintyvät muutokset raajojen pituudessa ja massassa lisäävät rasitusta lihas-jänne-liitoksissa, luu-jänne-liitoksissa (apofyyseissä), ligamenteissa sekä kasvulevyissä (Difiori 2010, 373). Luut kasvavat suhteessa nopeammin kuin lihasten pituus, mikä voi häiritä hermolihastoimintaa sekä fyysistä suoriutumista (Lloyd ym. 2014, 1454).

2.1 Luuston kehitys

Luuston tärkeimpiä tehtäviä on suojata ja tukea keskushermostoa sekä sisäelimiä, tuottaa punasoluja sekä varastoida ioneja kuten kalsiumia, sinkkiä ja magnesiumia. Luukudos rakentuu pääasiassa mineraalisuoloista sekä kollageenista. Mineraalisuolat lujittavat luukudosta, kollageenin tehdessä siitä jokseenkin taipuisaa. Luukudoksesta noin 25 % on vettä. (Kauranen & Nurkka 2010, 36.)

Luukudos koostuu soluista ja luumassasta. Luukudoksen kolme eri solutyyppeä ovat osteoblastit, osteosyytit sekä osteoklastit. Osteoblastien tehtävänä on osallistua luumassan rakentamiseen, osteosyytit ylläpitävät luukudosta ja osteoklastit puolestaan hajottavat sitä. (Sand, Sjaastad, Haug & Bjålie 2015, 216.) Useat hormonit, kuten kalsitoniini ja parathormoni, osallistuvat luukudoksen vilkkaaseen aineenvaihduntaan. Kalsitoniini edistää luun muodostumista, parathormoni puolestaan luun hajoamista. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakkuri, Vierimaa & Lätti 2017, 71.) Luun pintaa peittää verisuonia ja hermoja sisältävä periosti eli luukalvo. Luukalvo on todella vahvaa kohdissa, joihin luustolihasten jänteet kiinnittyvät. (Sand ym. 2015, 216.) Luukalvo on tärkeä osa luunmurtumien luutumisen- ja paranemisprosessia. Pitkiä, putkimaisia raajojen luita kutsutaan putkiluiksi. Putkiluu koostuu keskiosasta eli diafyysistä sekä paksuuntuneista päistä eli epifyyseistä, jotka on esitetty kuviossa 2. Diafyysi muodostuu pääosin kiinteästä eli kortikaalisesta luusta. Epifyysit muodostuvat pääosin hunajakennomaisesta hohkaluusta eli trabeculaarisesta luusta. (Kauranen & Nurkka 2010, 34–35.)

Luukudoksen ja tukirangan kehittyminen alkaa sikiökaudella (Kauranen & Nurkka 2010, 38). Mesenkyymisolut siirtyvät paikoille, joihin uusi luu muodostuu. Tulevien luiden koko ja muoto on ennalta määrätty. Mesenkyymisolut erilaistuvat joko endokondraalisesti tai intramembranoottisesti luuta tuottaviksi soluiksi. (Berendsen & Olsen 2015, 15.) Endokondraalisessa luukudoksen syntymisessä on kyse rustokudoksen muuttumisesta luukudokseksi (Little ym. 2011, 142). Endokondraalista luun muodostusta esiintyy pääkallon pohjassa ja takaosissa, selkärangassa, kylkiluissa sekä raajojen luissa. Intramembranoottisessa eli sidekudossyntyisessä luun muodostuksessa solut erilaistuvat suoraan luuta tuottaviksi osteoblasteiksi. (Berendsen & Olsen 2015, 15.) Pääkallon laki, kasvojen luut sekä solisluut muodostuvat intramembranoottisesti (Platzer 2015, 16).

Endokondraalinen eli rustokudossyntyinen luun muodostus alkaa rustomallin kehitymisestä. Rustomallin keskellä sijaitsee hypertrofisia kondrosyyttejä, joiden tuottaman

väliaineen kalkkiutuessa alkaa luun muodostuminen. Kondrosyytit käyvät läpi ohjelmoidun solukuoleman, jolloin ruston keskelle tunkeutuu verisuonia muodostaen primaarisen luutumiskeskuksen, luuytimen. Mesenkymaalisista kantasoluista erilaistuneet osteoblastit alkavat tuottaa luuta. Ne erittävät luun väliainetta, jonka sisälle jäädessään osteoblastit muuttuvat osteosyyteiksi. Luun kalkkiutuessa sen kasvaminen sisältä päin ei onnistu, vaan kasvu tapahtuu luun pinnasta käsin kerroksittain. Sekundaariset luutumiskeskukset muodostuvat joko toiseen tai molempiin päihin kehittyvää luuta, luiden päihin jääneen aktiivisen ruston muodostaessa kasvulevyn. (Bendersen & Olsen 2015, 15; Thesleff & Salminen 2015.)

2.1.1 Rasitusvammat

Liikunnassa syntyneiden tuki- ja liikuntaelimestön vammojen määrät ovat lisääntyneet merkittävästi. Tämä tarkoittaa, että urheilijat joutuvat olemaan poissa kilpailuista ja harjoituksista, suorituskunnon alenemista ja jopa pysyviä terveysongelmia ja urheiluharrastuksen lopettamista. (Ahonen & Parkkari 2011, 18.) Urheiluvammat voidaan eritellä akuutteihin tapaturmiin sekä rasitusvammoihin. Akuuteissa tapaturmissa kudusrakenteen vahingoittuminen tapahtuu äkillisesti, kun taas rasitusvammat ovat toistuvien, pienten mikrotraumojen seurausta. (Hakkarainen 2009a, 176.) Mikrotraumoja voi syntyä kehon virheellisten linjausten ja väärin lihasaktivaatioiden myötä (Sahrmann 2002, 14–15).

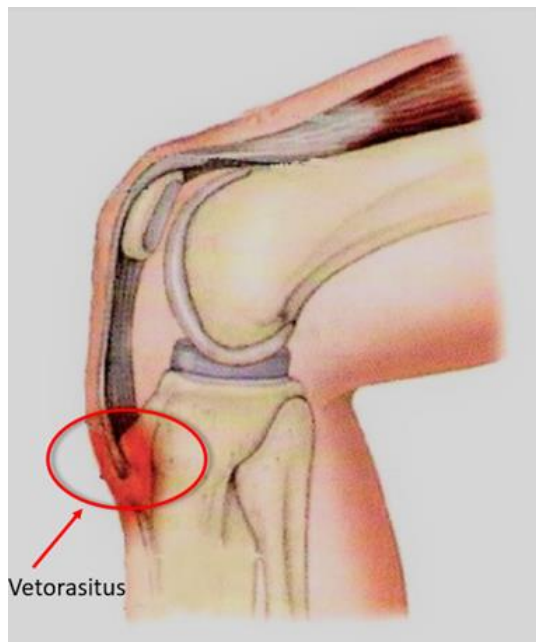
Ympärivuotinen harjoittelu ja kilpaileminen sekä aikaisin yhteen lajiin erikoistuminen luovat olosuhteet rasitusvammojen kehittymiselle. Liikunnan väsyttäessä lihaksia ja muita pehmytkudoksia, niiden iskunvaimennuskyky heikkenee. Iskunvaimennuskyvyn heikentyessä luukudos joutuu ottamaan iskuvoimat vastaan, mikä voi liiallisena tuottaa mikroaurioita kudoksiin. Jotta kudokset pystyvät mukautumaan ja tottumaan kuormi-

tukseen, se tarvitsee riittävän palautumisajan. Jos kuormitusta ei pienennetä, kudoksen korjaantumiskynnys saattaa ylittyä ja seurauksena voi olla rasitusmurtuma. (Difiori 2010, 372; Kujala 2016, 582.)

Rasitusvammojen synnyssä voi olla osallisena useita tekijöitä, jotka voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin tekijöihin. Sisäisiä tekijöitä ovat esimerkiksi anatomiset tekijät, aiemmat vammat sekä tärkeimpänä kasvuun liittyvät tekijät. Aikaisempien rasitusvammojen riittämätön kuntoutus voi johtaa rasitusvamman uusiutumiseen. Lapsilla myös puutteelliset fyysiset ominaisuudet harrastusta aloittaessa voivat lisätä rasitusvamman riskiä. Ulkoisia tekijöitä ovat harjoittelun progressiivisuus, välineet, jalkineet, urheilutekniikat sekä psykologiset tekijät, kuten aikuisten tai joukkuekavereiden vaikutus. (Difiori 2010, 373–374.)

Kävelyyn verrattuna juostessa alaraajojen luihin välittyvät 3–5-kertaiset iskuvoimat, hyppyissä 8–10-kertaiset. Iskuvoimat ovat sitä suuremmat, mitä kovempi alusta on. Kilometrin juoksumatka tarkoittaa kudoksille noin 500 iskunvaimennuskertaa. Lihasten väsyminen voi aiheuttaa toiminnallisia muutoksia lisäten edelleen kuormitusta luihin. Lisäksi lihaskireydet ja lihasepätasapainot voivat muuttaa tuki- ja liikuntaelimistön toimintaa niin, että luut ja pehmytkudokset ovat alttiita rasitusmuutoksille. (Kujala 2016, 582, 586–587.)

Apofyysit ovat luu-ulokkeita, joihin lihasten jänteet kiinnittyvät (Kauranen & Nurkka 2010, 39). Apofyysin ollessa luutumisvaiheessa, siihen kohdistuva toistuva vetorasitus voi aiheuttaa kipua ja turvotusta tuottavan apofysiitin (kuvio 3). Toistuva vetorasitus aiheuttaa luutumisalueen rustoon mikroropeämiä. (Kujala 2016, 587.) Kiinnitysalueen ylikuormitustilojen taustalla voivat olla virheelliset liikeradat, lihaskireydet tai liiallinen voima- tai hyppyharjoittelu (Pasanen 2015, 190).



Kuvio 3. Esimerkki säärikyhmyyn apofysiitiista

(Walker 2014, 196, muokattu)

Tukirangan alueet luutuvat eri aikaan, mikä aiheuttaa apofysiittien ilmenemisen eri kohdissa eri ikävaiheissa (taulukko 1). Luutumisen etenee käsistä ja jaloista raajojen tyviosiin ja siitä selkärankaan (Hakkarainen 2015, 61, 71). Apofysiittien esiintymisikään vaikuttavat lisäksi yksilölliset tekijät, kuten biologinen ikä sekä apofyyysin luutumisaika (Kujala 2016, 588). Tyttöjen luusto tyypillisesti kypsyy poikien luustoa nopeammin, minkä vuoksi pojilla apofysiittien esiintymisikä voi olla 1–2 vuotta tyttöjä myöhemmin (Frush & Lindenfeld 2009, 201).

Taulukko 1. Eri ikävaiheissa esiintyviä apofysiittejä

(Kujala 2016, 588, muokattu; Arnaiz, Piedra, de Lucas, Arnaiz, Pelaz, Gomez-Permit & Canga 2011, 317–318; Atanda, Shah & O'Brien 2011, 287)

Apofyysi (taudista käytetty nimi)	Kiinnittyvä lihas/jänne	Apofysiitin oireet	Vamma-alttein ikävaihe (v)
Kantaluun takaosa (Severin tauti)	Akillesjänne	Kipu kantapään takaosassa, esiintyy erityisesti juostessa. Kenkien, kuten jalkapallokenkien, aiheuttama paine saattaa pahentaa oireita.	7–13
5. jalkapöydän luun tyvi	Peroneus brevis	Kipu jalan keskiosassa lateraalisesti, pahenee juoksun, hyppimisen ja nilkan inversion yhteydessä. Kenkien aiheuttama paine voi pahentaa oireita.	8–14
Säärikyhmy (Osgood-Schlatterin tauti, kuvio 3)	Patellajänne	Kipu sääriluun kyhmyssä (tuberositas tibiae). Kyhmy voi olla arka, turvonnut ja kohonnut. Kipua esiintyy hypyissä ja polvistuessa.	10–14
Polvilumpion alakärki (Sinding-Larsen-Johanssonin tauti)	Patellajänne	Kipu, turvotus ja arkuus polvilumpion alaosassa, polvilumpion kärjessä. Kipua esiintyy hypyissä ja polvilumpion alaosaan kohdistuessa painetta.	10–16
Suoliluun harja	Crista iliaca: anterior superior; sartorius, anterior inferior; rectus femoris	Anterior superior: Kipu nivusissa, esiintyy lonkan aktiivisen fleksion ja ulkokierron yhteydessä. Anterior inferior: Kipu nivusissa.	11–18
Istuinkyhmy	Hamstring-lihakset	Tylsä kipu lonkassa, pahentuu aktiveettien yhteydessä.	13–19

Pituuskasvun huippuvaiheen aikana lannerankaan toistuvasti tulevien ojennus-koukistus-tyyppisten kuormitustekijöiden takia pelaajalle voi kehittyä selän rakenteisiin ylikuormitusvammoja, joita ovat esimerkiksi nikaman päätelevyn muutokset tai taka-kaaren rasitusmurtumat. Nämä voivat aiheuttaa pysyviä rakennemuutoksia. (Hakkarainen 2015, 71.) Lantion ja vartalon hallintaa kehittävät harjoitteet saattavat ennaltaehkäistä selkärangan yllirasitustiloja (Jacobson & Tegner 2007, 90). Kun kasvavalla

nuorella on kipuoireita esimerkiksi kantapäässä, sääriluun yläosassa tai alaselässä, täytyy vanhempien tai valmentajan osata epäillä nuoren kasvuun liittyvää rasisutammaa ja suuntautua ammattilaisen vastaanotolle. (Hakkarainen 2015, 71.)

2.2 Biologinen ikä ja sen mittaaminen

Kronologinen ikä ilmaisee lapsen iän syntymästä alkaen. Lapsen ensimmäistä elinvuotta kutsutaan varhaislapsuudeksi. Ajanjaksoa ensimmäisen vuoden jälkeen nuoruuteen asti kutsutaan lapsuudeksi, murrosiän alkamisen aloittaessa nuoruuden ajanjakson. Nuoruus päättyy aikuisuuteen. (Stratton & Oliver 2014, 4–5.) Biologinen ikä kuvaa fyysisen kehityksen kehitysastetta sillä hetkellä. Kalenteri-ikä mitataan kronologisesti vuosissa ja biologiseen ikään verrattuna eroa voi olla 2–4 vuotta. Biologisella iällä on merkitystä lapsen suorituskyvyn sekä fyysisten ominaisuuksien harjoitettavuuden kannalta, koska kehon kypsyysaste vaikuttaa kronologista ikää enemmän ominaisuuksien kehittymisen herkkyyteen sekä harjoitusten vastaanottovalmiuteen. (Laine, Kalaja & Mero 2016, 85.)

Biologinen ikä pystytään määrittämään luustoiän, hormonitasojen, sukupuoliominaisuuksiin perustuvan kypsyysarvion sekä pituuskasvun huippuvaiheen perusteella (Hakkarainen 2009b, 88–89; Laine ym. 2016, 85). Luustoikä voidaan määrittellä käden luiden kasvulevyjen kehitysasteen perusteella röntgenkuvasta. Röntgenkuvauksen aiheuttaman säteilyrasituksen vuoksi luustoiän määrittämistä suositellaan käytettäväksi vain, kun epäillä kasvun poikkeavuutta. (Hakkarainen 2009b, 88.)

Sukupuoliominaisuuksiin perustuvalla kypsyysarviolla tutkitaan rintojen, karvoituksen sekä pojan sukuelinten, eli sekundaaristen sukupuolimerkkien kehitysastetta. Terveydenhuoltohenkilöstön on mahdollista arvioida biologista kehitystasoa vertaamalla

löydöksiä ns. Tannerin taulukkoon, johon on määritelty murrosiän kehityksen eri as-
teita. (Hakkarainen 2009b, 89–90.)

Biologisen iän arviointi verikokeilla tehdään määrittämällä sukupuolihormonien ja kasvuhormonin pitoisuuksia veressä. Koska hormonipitoisuudet vaihtelevat suuresti vuorokauden aikana ja mittaukset ovat kalliita, käytännössä sen toteuttaminen on ongelmallista. Biologista ikää voidaan arvioida lisäksi pysyvien hampaiden ilmenemisvaiheen sekä tytöillä kuukautisten alkamisen perusteella. Tämän toteuttaminen vaatii toistuvaa kyselyä, mikä voidaan kokea hankalaksi ja ahdistavaksi. (Hakkarainen 2009b, 90–91.)

Biologisen iän arvioinnissa tehokkainta on käyttää kahta menetelmää, sillä yhden arviointimenetelmän käyttö voi antaa virheellisen arvion. Kahden menetelmän käyttö usein kuitenkin vaatii terveydenhoitajan tai lääkärin osaamista, mikä voi käytännössä hankaloittaa biologisen iän määrittelyä. (Hakkarainen 2009b, 88.)

2.2.1 Pituuskasvun huippuvaiheen mittaaminen

Ikä pituuskasvun huippuvaiheessa on yleisin kypsyiden mittari nuorten pitkittäistutkimuksissa. Kypsymisen vaihetta suhteessa pituuskasvun huippuvaiheeseen voidaan mitata kohtuullisella tarkkuudella käyttämällä tietoa testattavan kronologisesta iästä, pituudesta, istumapituudesta ja painosta. Ennuste pituuskasvun huippuvaiheen ajankohdasta ja kypsymisen vaiheesta voidaan laskea Mirwaldin, Baxter-Jonesin, Baileyn ja Beunen (2002, 690–692) kehittämän Maturity Offset-protokollan avulla (PHV-mittaukset). Protokolla on esitelty tarkemmin luvussa 5.1.2.

Koska lasten ja nuorten erot biologisessa iässä korostuvat kasvupyrähdyksen aikaan, urheilussa lasten jako ryhmiin biologisen iän perusteella voisi tasoittaa kilpailua sekä parantaa menestymisen mahdollisuuksia. Kaikilla lasten ja nuorten urheiluseuroilla ei ole mahdollisuuksia käyttää virallisia kypsyiden arvioinnin menetelmiä, mikä johtaa ryhmien muodostumiseen kronologisen iän perusteella. Kronologisen iän perusteella muodostetuissa ryhmissä lapset ovat saman ikäisiä, mutta kypsymiseen liittyvät erot pituudessa, painossa, voimassa, nopeudessa ja kestävyudessa ovat suuret. (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen 2002, 689.) Motoriset, kognitiiviset ja sosiaaliset taidot kehittyvät yksilöllisesti kronologisesta iästä riippumatta (Difiori, Benjamin, Brenner, Gregory, Jayanthi, Landry & Luke 2014, 2). Nuorten urheilussa biologisen iän perusteella jaettujen ryhmien käyttö on harvinaista (Mirwald ym. 2002, 689).

Nuoret voidaan jakaa PHV-mittausten tulosten avulla biologisen kehityksensä mukaan aikaisin kehittyviin, keskivertoisesti kehittyviin sekä myöhään kehittyviin. Aikaisin kehittyvillä pituuskasvun huippuvaihe on noin vuotta keskivertoa aikaisemmin, kun taas myöhään kehittyvillä vähintään vuotta keskivertoa myöhemmin. (Lloyd ym. 2014, 1454.) Yksilöiden välillä esiintyy suurta vaihtelua kasvupyrähdyksen ajankohdassa sekä voimakkuudessa. Esimerkiksi aikaisin kehittyvällä tytöllä pituuskasvun huippuvaihe voi olla 9.5 vuoden iässä, kun taas myöhään kehittyvällä tytöllä pituuskasvun huippuvaihe voi esiintyä 13.9 vuoden iässä. (Malina & Beunen 2008, 431.) Biologisesti aikaisin kehittyvät kasvavat pituutta kasvupyrähdyksen aikana eniten, kun puolestaan myöhemmin kehittyvät vähiten. (Sherar, Mirwald, Baxter-Jones & Thomis 2005, 509.)

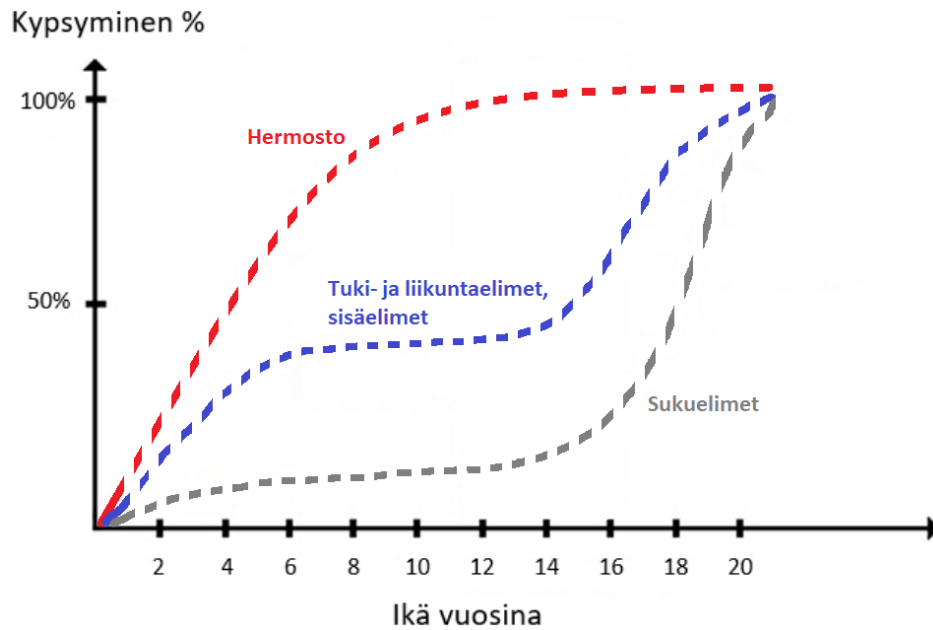
Vuonna 2016 tehdyssä systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa pyrittiin selvittämään luotettavin keino mitata pituuskasvun huippuvaihetta. Kirjallisuuskatsaukseen kuului yhdeksän tutkimusta, joissa jokaisessa käytettiin yhtä menetelmää, kuten matemaattisia laskukaavoja, antropometrisia mittauksia tai röntgenkuvantamista PHV:n määrittämiseksi. Tutkimukset tehtiin Hollannissa, Puolassa, Belgiassa ja Amerikassa, ja niihin osallistui yhteensä 882 poikaa ja 823 tyttöä. Tutkittavia arvioitiin neljästä

vuodesta kymmeneen vuoteen eri tutkimuksesta riippuen. Kirjallisuuskatsauksen lopputulos oli, että röntgenkuvantamistapa oli tarkka ja luotettava tapa mitata PHV:n ajankohtaa. Myös matemaattiset laskukaavat ja antropometriset mittaukset saivat arvioitua PHV:n ajankohdan, mutta näiden tarkkuus ei ollut yhtä tarkka kuin röntgenkuvantamisen. (Mills, Baker, Pacey, Wollin & Drew 2016.)

3 Fyysinen harjoittelu pituuskasvun huippuvaiheen aikana

Ihmisen kehitys noudattaa tiettyä kaavaa. Tietyt elinjärjestelmät kehittyvät eri tahtiin ja saavuttavat huippunsa eri aikaan. Lasten ja nuorten fyysisen suorituskyvyn ja harjoitusvasteen kehittyminen pohjautuu toimintakykyyn, kehon eri elinjärjestelmien kokoon sekä säätelytehokkuuteen. Näihin tekijöihin vuorostaan vaikuttaa suuresti kolme osin toisistaan riippuvaista, mutta silti itsenäisiä kehitysbiologista ilmiötä, jotka ovat fysiologinen kehittyminen, biologinen kypsyminen ja fyysinen kasvu. Valmentajien, jotka valmentavat kasvuikäisiä, tulisi ymmärtää edellä mainittujen ilmiöiden erilaisuus. (Hakkarainen 2015, 53.)

Vaikka ihmisen kasvu ja kehitys on kaikilla lähes samanlaista, on tärkeä huomioida, että ihmiset kasvavat ja kehittyvät eri tahdissa. Kuvio 4 havainnollistaa ihmisen keskimääräisen elinjärjestelmien kasvun ja kehityksen.



Kuvio 4. Elinjärjestelmien kehittyminen (Hakkarainen 2015, 55, muokattu)

3.1 Herkkyyskaudet

Herkkyyskausi on tietty ajanjakso, jonka aikana tietyn ominaisuuden kehittyminen on helppoa ja tehokasta ja tapahtuu osaltaan luontaisen kasvun myötä. Herkkyyskausien ajankohtaan yksilöllillä vaikuttavat biologinen kypsymistaso sekä sukupuoli. Herkkyyskaudet antavat suunnan harjoittelulle, jossa täytyy huomioida lapsen ja nuoren henkilökohtainen harjoittelu- ja liikuntatausta sekä kehitystaso. (Hakkarainen & Nikander 2009, 140.)

Liikunta on hyvin tärkeää lapsen aivojen hermoverkkojen kehitykselle. Liikunnan ansiosta lapsi kehitty liikkeiden hallitsemisessa ja oppii hermoston, aistien ja lihasten yhteistoimintaa liikkumisen avulla. (Vuori 2016, 145.) Liikkumis- ja liiketaitojen kehittyminen on liikkumisen ensimmäinen vaikutus, mikä perustuu pitkälti hermostolliseen oppimiseen. Paras aika motoristen liiketaitojen oppimiselle on elämän ensimmäisen

kymmenen vuoden aikana, jolloin lapsella tulisi olla mahdollisimman paljon toimintaa, mikä vaatii useiden eri aistien käyttämistä, esimerkiksi tasapainotellen liikkumista ja samalla pallon heittäminen. Pikkuhiljaa toiminnasta kehittyy aivoihin uusia hermo-yhteyksiä ja tämän myötä liikemuisti ja muistikuvia, mikä helpottaa liikkeen uudelleen suorittamista ja mahdollisesti liikkeen muuntamista tilanteesta riippuen. Murrosiässä esiintyvä lyhytaikainen kömpelyys johtuu raajojen ja lihasmassan nopeasta kasvusta, jolloin opitut liikemallit häiriintyvät hetkellisesti. (Jaakkola 2017, 148; Vuori 2016, 147–148.)

Motoristen perustaitojen oppimisen vaihe on 2–7-vuotiaana. Tämän jälkeen 7–16 ikävuosien välissä on erikoistuneiden liikkeiden vaihe ja tämän jälkeen 16-vuotiaasta eteenpäin omaksuttujen taitojen hyödyntämisen vaihe. Lapsella täytyy olla pohja liikunnallisiin perustaitoihin, koska pohjan puuttuminen voi estää häntä oppimasta uutta liikuntataittoa. (Jaakkola 2012, 25–26.) Perusliiketaidot on katsottu olevan perusta lajitaitoihin liittyville liikkeille, siksi näihin tulisi keskittyä varhaisessa vaiheessa lasten fyysisessä harjoittelussa. (Lloyd & Oliver 2012, 62; Malina 2008, 99.) Mikäli perusliiketaidot ja lajin vaatimat perustaidot eivät ole kehittyneet tarpeeksi noin 11–12 ikävuosiin mennessä, nuori urheilija ei todennäköisesti saavuta tämän optimaalista potentiaaliaan urheilijana. (Stafford 2010, 16.)

Ensimmäiset kymmenen elinvuotta ovat suotuisaa aikaa motoristen liiketaitojen oppimiselle, tällöin myös hermosto kypsyy vahvasti. Juoksunopeus kasvaa tytöillä ja pojilla tasaisesti 5–11 ikävuosien välillä, jonka jälkeen kehittyminen hidastuu. (Kalaja 2017, 173.) Meron ja Jousteen (2016) mukaan tytöt ja pojat kehittyvät samaan tahtiin juoksunopeudessa ensimmäisen kymmenen vuoden aikana, jonka jälkeen pojat kehittyvät 15. ikävuoteen asti huomattavasti tyttöjä nopeammin. Nopeus myös tunnetaan olevan vahvasti periytyvää hermo-lihassysteemin osalta. Liikkumisnopeuden herkkyyss kautena pidetään ikävuosia 7–12 ja murrosikä. (Mero & Jouste 2016, 242, 245, 249.)

Kalajan (2017, 173) mukaan reaktionopeus kehittyy lapsilla selvästi 6–10 ikävuosien välissä, johon Mero ja Jouste (2016, 243) vielä lisäävät ikähaarukan 11–15, jolloin reaktioaika kehittyy vielä hieman. Murrosiän loppuvaiheilla nuori saavuttaa reaktionopeutensa aikuistason. Räjähävä nopeus saavuttaa maksiminsa aikuisiässä. (Mero & Jouste 2016, 243–244.)

Kestävyden kehittyminen liittyy merkittävästi sydämen ja verenkiertoelimistön toimintaan. Luonnollisesti lapsilla sydän on pienempi kuin aikuisilla, jolloin lapsien sydämen iskutilavuus on pienempi verrattuna aikuisiin. Lapset tosin pystyvät hyödyntämään veressä olevaa happea aikuisia paremmin. Aerobinen kestävyyskunto kasvaa muun kasvun kanssa pojilla 16 ikävuoteen asti ja tytöillä 13 ikävuoteen asti. Lapsen kasvaessa vanhemmaksi tämän anaerobinen energiantuotto kehittyy ja maitohapon tuotto saavuttaa aikuistason 16-vuoden paikkeilla. (Kalaja 2017, 174.)

Kestävyden herkkyyskausi voidaan liittää PHV:n alkamiseen. Nuoren maksimaalinen hapenottokyky kasvaa merkittävästi PHV:n alkaessa ja saavuttaa huippunsa pojilla ikävuosien 14–16 välillä ja tytöillä 12–15 ikävuosien välillä. Nuorten maksimaalinen hapenottokyky kasvaa noin 150 % ikävuosien 8–16 välillä. Teini-iän alussa nuorilla voi olla neljän tai viiden vuoden eroja kypsymisessä, joten kestävyysharjoittelu tulee sovitaa nuoren biologisen iän mukaan, jotta saavutetaan optimaalinen hyöty harjoittelusta. (Stafford 2010, 13–14.)

Voimaominaisuudet kehittyvät lapsen kasvaessa. Osa kehityksestä perustuu perimään ja osa ulkoisiin tekijöihin, esimerkiksi leikkimiseen. Lloydin ja Oliverin (2012, 63) mukaan voiman herkkyyskausi on 12–18 kuukautta pituuskasvun huippuvaiheesta. Luonnollisen maksimaalisen voimansa kumpikin sukupuoli saavuttaa 20–30 ikävuosien välillä. Miehet ovat usein naisia voimakkaampia ja näin ollen myös lihaksikkaampia. (Häkkinen & Ahtiainen 2016, 252; Kalaja 2017, 174.) Voiman kasvu on verrannollinen murrosikäisen painon huippuvaiheen (Peak Weight Velocity = PWV)

kasvuun (Lloyd & Oliver 2012, 63). Lihasmassan kasvun huippuvaihe on noin kuusi kuukautta PHV:n jälkeen, eli pojilla noin 14,5-vuotiaana ja tytöillä 12,5-vuotiaana. (Laine ym. 2016, 72).

Voimaharjoittelussa lapsen elimistössä on merkittävä erityispiirre, joka tulee ottaa huomioon. Tämä on luuston vähäisempi lujuus eli lapsen luustoa ei voi kuormittaa yhtä paljon kuin aikuisen, koska kasvuikäisillä luutumattomat kasvulevyt luovat olosuhteet loukkaantumisille, joita kypsässä luustossa ei esiinny (Frush & Lindenfeld 2009, 201). 7–12-vuotiaille suositellaan oman kehon painolla tehtäviä liikkeitä, esimerkiksi leuanvetoja, loikkia, ruutuhyppelyitä, tasahyppyjä, naruhyppelyitä, kiipeilyjä ja etunojapunnerruksia (Häkkinen & Ahtiainen 2016, 260).

13-vuotiaasta eteenpäin hermolihaskäytännöllisyys alkaa kypsyä erityisesti lihasten ja niiden säätelyn osalta. Tällöin voimaharjoittelun tuomat ärsykkeet kiihdyttävät valkuaisainesynteesiä, jolloin lihasten voimatasot kasvavat nopeammin. Samaan aikaan hormonituotanto kasvattaa voimatasoja ilman harjoitteluakin, joten harjoitteluun voi lisätä lisää-ärsyksen. Harjoittelun tulee olla ensin dynaamista ja tavoitella nopeusvoiman ja hieman maksimivoiman lisäämistä. Myöhemmällä iällä (15–16-vuotiaasta eteenpäin) voidaan aloittaa käyttämään aikuisten voimaharjoittelumenetelmiä, mutta yksilölliset erot tulee huomioida. (Häkkinen & Ahtiainen 2016, 260.)

Muiden ominaisuuksien kehittyessä liikkuvuusominaisuudet alkavat laskemaan pojilla noin 10-vuoden iässä ja tytöillä noin 12-vuoden iässä. Kasvupyrahdyksen aikana luut kasvavat nopeammin kuin lihakset ja jänteet. Ikääntyessä lihasten ja sidekudosten kimmoisuus vähenee ja liikkuvuus heikkenee. Passiivisuus voi lisätä liikkuvuuden heikentymistä. Venyttelyllä voidaan jopa kehittää liikkuvuutta. (Kalaja 2017, 174–175.) Liikkuvuus kehittyy hyvin 6–9-vuotiaana, mikä kannattaa hyödyntää harjoittelussa (Forsman & Lampinen 2008, 415).

Liikkuvuusharjoittelu kasvupyrähdysten aikana on tärkeää, jotta vältetään liikkumisen ongelmilta ja rasitusvammoilta. Liikkuvuus ominaisuutena on palkitseva, koska kun tämän saa kerran hyvälle tasolle, sen ylläpitäminen on helppoa. Hyvä liikkuvuus notkeuden lisäksi vaikuttaa myös hyvään palautumiskykyyn, liikkumisen taloudellisuuteen, nopeuteen, kestävyYTEEN ja voimantuottoon. (Seppänen, Aalto & Tapio 2010, 39.) Liikkuvuuden lisäämiseksi venyttely kannattaa suorittaa omana kokonaisuutena tai liittää mukaan huoltavaan harjoitteluun (Forsman & Lampinen 2008, 440).

Taitojen oppimisen kannalta laadullinen ja määrällinen harjoittelu on tärkeää, jos taidoissa halutaan kehittyä. Taitojen oppimisessa ei ole löydetty merkittäviä herkkyyskausia vaan riittävä liikunnan määrä ja monipuolisuus on ratkaisevaa. Koululiikunnan osuus taitojen oppimisessa on suuri, koska ammattitaitoisen opettajan johdolla lapset tekevät oikeita asioita kehityksen kannalta ja voivat hyödyntää näitä loppuelämänsä ajan. (Kalaja 2017, 175; Jaakkola 2012, 25.) Tutkimuksissa on käynyt ilmi, että urheilijat, jotka ovat edenneet pitkälle urallaan, ovat harjoitelleet ajallisesti eniten (Jaakkola 2012, 25).

Suomen Palloliiton käyttämän herkkyyskausitaulukon (taulukko 2) hyödyntäminen valmennuksessa auttaa lasta liikunnallisten taitojen kehittämisessä. Taulukossa ilmaistaan eri liikkumistaitojen, tasapainotaitojen, käsittelytaitojen, fyysisen kunnon ja lajitaitojen kehittymisen vaiheita herkkyyskausittain. Ikä ilmaistaan taulukossa ylärivillä. V tarkoittaa taidon valmistelevia harjoitteita, E tarkoittaa, että ominaisuus kehittyy muun harjoittelun ohella ja H tarkoittaa itse herkkyyskautta, jolloin tietyn ominaisuuden oppiminen tapahtuu helpoiten. (Lapsen kasvun ja kehityksen huomioiminen 2009, 32.)

Taulukko 2. Palloliiton käyttämä herkkyykskausitaulukko. V = valmistelevia harjoituksia, H = herkkyykskauden aika, E = ominaisuus kehittyy muun harjoittelun ohella

(Lapsen kasvun ja kehityksen huomioiminen 2009, 32)

Ominaisuus	Ikä	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Liikkumistaidot																			
kävely	V	H	H	H	H	H	H	H											
juoksu	V	V	H	H	H	H	H	H	H										
hyppy	V	V	H	H	H	H	H	H	H										
hyppely	V	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H	H	H						
loikat	V	V	V	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H						
kinkkaus	V	V	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H	H						
kipeily	V	V	H	H	H	H	H	H	H	H									
Tasapainotaidot																			
	V	V	H	H	H	H	H	H	H	H									
Käsittelytaidot																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
vieritys	V	V	H	H	H	H	H	H	H										
heitto	V	V	H	H	H	H	H	H	H										
potku	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H									
työntö	V	V	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H	H						
lyönti	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H						
kiinniotto	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H	H								
Fyysinen kunto																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
voima	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	H	H	H	H	H	H
nopeus	V	V	V	V						H	H	H	H	H	H	H	H		
kestävyys	V	V	V	V	V	V	V	V					H	H	H	H	H	H	H
koordinaatio	V	V	V	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H						
ketteryys	V	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H	H							
liikkuvuus	V	V	V	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H						
Lajitaidot																			
	V	V	V	V	V	V	V	V	V	H	H	H	H						

Pitkäaikainen urheilijan kehittämismalli eli LTAD (Long-term athlete development) on lapsille, nuorille ja aikuisille suunnattu urheiluun liittyvä malli, jonka avulla voidaan pyrkiä saavuttamaan urheilijan korkein urheilullinen potentiaali. Malli perustuu vaihe

vaiheelta etenemiseen, jonka jokaisessa vaiheessa harjoitellaan tiettyjä taitoja. (Balyi, Way & Higgs 2013.) LTAD auttaa valmentajia suunnittelemaan yksilöllisiä kehitysuunnitelmia huomioiden herkkyykskausia luontaisessa kypsymisessä ja harjoittelukyvissä. Kehittyminen voi tapahtua missä vaiheessa tahansa, mutta on todettu, että herkkyykskauden aikana tiettyyn taitoon adaptoituminen tapahtuu nopeammin, kun sitä harjoittelee riittävästi ja oikein. (Stafford 2010, 12.) LTAD-mallissa yhdistetään herkkyykskausiajattelu pelaajan biologisen kehityksen tasoon.

4 Kehittämistyön tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on etsityn tutkimustiedon perusteella lisätä tietoisuutta nuorten jalkapalloilijoiden parissa työskentelevien henkilöiden keskuudessa siitä, mikä pituuskasvun huippuvaihe on ja miten se vaikuttaa nuorten fyysisiin ominaisuuksiin. Pyrkimyksenä on ennaltaehkäistä kasvuikäisten pelaajien loukkaantumisia lisäämällä valmentajien tietoisuutta PHV:n aikaisesta fyysisestä harjoittelusta.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa opas 11–13-vuotiaiden tyttöjen ja 13–15-vuotiaiden poikien valmentajille PHV:n aikaisesta jalkapallon fyysisestä harjoittelusta. Tällä hetkellä toimeksiantajalla ei ole olemassa aiheesta opasta. Informatiivista, käytännönläheistä ja helposti ymmärrettävissä olevaa opasta on helppo hyödyntää käytännön valmennustyössä.

Työn tuotos on tiivis opaslehtinen, joka sisältää tietoa siitä, mitä pituuskasvun huippuvaihe tarkoittaa, miten ja miksi se huomioidaan harjoittelussa sekä käytännön harjoitteita pituuskasvun huippuvaiheen aikaiseen harjoitteluun.

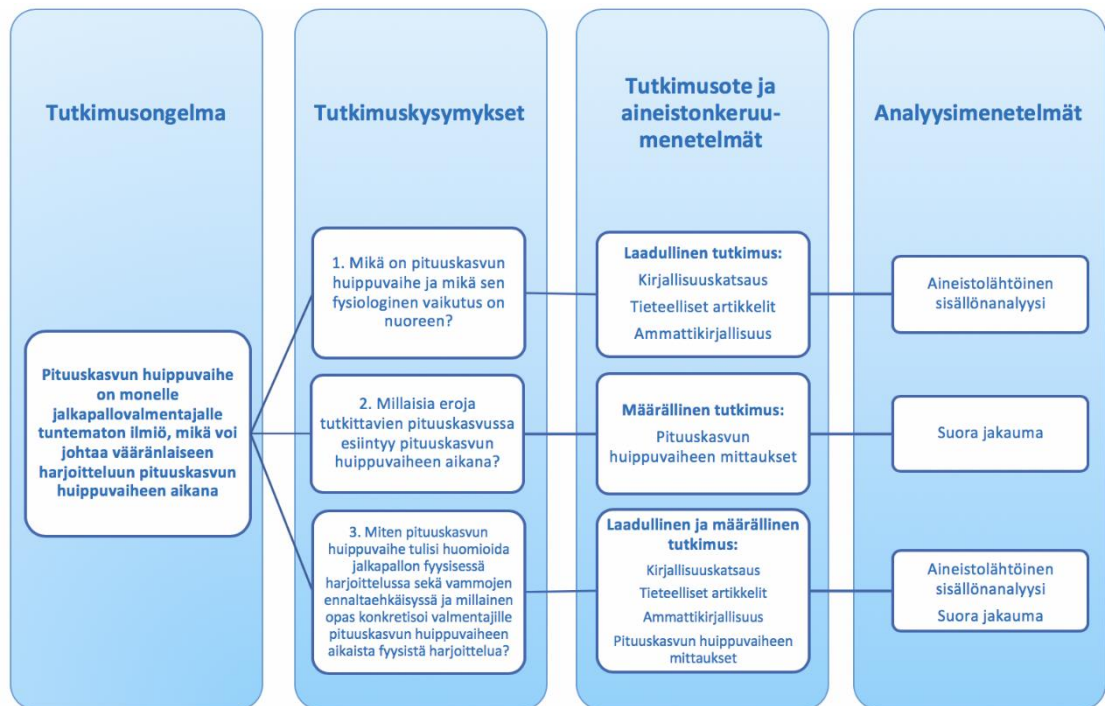
Tutkimuskysymykset:

1. Mikä on PHV eli pituuskasvun huippuvaihe ja mikä sen fysiologinen vaikutus on nuoreen?
2. Millaisia eroja tutkittavien pituuskasvussa esiintyy pituuskasvun huippuvaiheen aikana?
3. Miten pituuskasvun huippuvaihe tulisi huomioida jalkapallon fyysisessä harjoittelussa sekä vammojen ennaltaehkäisyssä, ja millainen opas konkretisoi valmentajille pituuskasvun huippuvaiheen aikaista fyysistä harjoittelua?

5 Toteutus

Tässä kehittämistyössä asetetut tavoitteet pyrittiin saavuttamaan konkreettisin keinoin tuottamalla samalla perusteltua tietoa. Opinnäytetyön toteutuksen vaiheet on kuvattu taulukossa 3. Työ toteutettiin tutkimuksellisenä kehittämistoimintana, jossa hyödynnettiin sekä laadullista että määrällistä tutkimusta. Aineistoa on kerätty kirjallisuuskatsauksen sekä pituuskasvun huippuvaiheen mittausten avulla ja aineistoa on analysoitu aineistolähtöisellä sisällönanalyysillä sekä hyödyntämällä suoraa ja-kaumaa. Tarve kehittämistyölle on lähtenyt nykyisen toiminnan ongelmista ja halusta tuoda uutta käytäntöön. Kehittämistyön tiedontuotantoa määräsivät tutkimuskysymykset. Pituuskasvun huippuvaihe on monelle valmentajalle vielä tuntematon käsite, vaikka sen huomiointi kasvuikäisten harjoittelussa olisi ensisijaisen tärkeää. Kehittämisellä pyritään muutoksiin, jotka tuottavat aiempaa parempia toimintatapoja. (Toikko & Rantanen 2009, 14, 16, 22–23.)

Taulukko 3. Opinnäytetyön toteutus (Kananen 2015, 65, muokattu)



Opinnäytetyön tekijät ovat mitanneet pituuskasvun huippuvaiheen ajankohtaa syksyllä 2018 Suomen Palloliiton Keski-Suomen aluevalmennuskeskuksen järjestämässä kehittymisen seuranta-tapahtumissa sekä kesällä 2018 Palloliiton pelaajakehitystapahtumassa nuorilta jalkapallon harrastajilta. Tutkimusjoukkona on ollut 637 vuosina 2004–2007 syntyneitä pelaajaa, joista poikia on 558 ja tyttöjä 79. Tästä joukosta valittu otos oli 228 poikaa ja 27 tyttöä. Poikien otos koostui Palloliiton pelaajakehitystapahtumassa vuonna 2018 mitatuista kahdestatoista joukkueesta ja tyttöjen otos vuonna 2018 Palloliiton Keski-Suomen aluevalmennuskeskuksen tapahtumassa mitatuista kahdesta joukkueesta.

Pelaajakehitystapahtumassa mitatut pojat valittiin kohderyhmäksi, koska näin saatiin suuri määrä samana vuonna syntyneiden poikien tuloksia. Pojat ovat vuonna 2004 syntyneitä, kotoisin eri puolilta Suomea. Joukkueet ovat jaettu alueittain, jolloin saatiin tuloksia koko Suomen alueelta samana vuonna syntyneiltä pojilta. Vertailun

vuoksi haluttiin mittaustuloksia myös tytöiltä, joista valittiin kahden vuonna 2006 syntyneiden tyttöjen joukkueiden tulokset, koska heillä pituuskasvun huippuvaihe on ajankohtainen. Tytöt osallistuivat Palloliiton Keski-Suomen aluevalmennuskeskuksen kehittymisen seuranta-tapahtumiin. Kohderyhmän ikä on pojilla noin 14-vuotta ja tytöillä noin 12-vuotta, jolloin pituuskasvun huippuvaihe keskimäärin esiintyy.

Kirjallisuuskatsauksen aineiston haku teoreettisen viitekehyksen luomista varten aloitettiin vuoden 2018 toukokuussa. Aineistoa analysointiin syys- ja lokakuun aikana. Analyysin perusteella saatiin lopulliset tulokset ja johtopäätökset, jotka toimivat perusteina opinnäytetyön tuotoksena syntyneelle oppaalle.

Opasta koekäytettiin kahdessa jalkapalloseurassa 10–14-vuotiaiden tyttöjen sekä poikien valmentajilla ja arvioitiin sen hyödynnettävyyttä jalkapallovalmennuksessa käyttäjien kokemusten ja kehitysehdotusten perusteella. Koekäyttäjiä oli yhteensä 10 ja heidät valittiin valmentamansa ikäryhmän perusteella. Koekäyttäjät saivat oppaan käyttöönsä 2 viikon ajaksi, jonka jälkeen he täyttivät palautelomakkeen. Palautelomakkeen avulla käyttäjät antoivat palautetta oppaasta sekä kehitysehdotuksia. Palautelomake on liitteenä 1. Palautteen perusteella opasta paranneltiin lopulliseen muotoonsa.

5.1 Aineistonkeruumenetelmät

Kehittämistyössä aineistoa on kerätty kirjallisuuskatsauksen sekä pituuskasvun huippuvaiheen mittausten avulla. Kirjallisuuskatsauksella kerättyä aineistoa on analysoitu sisällönanalyysillä teemoittelun keinoin. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta on muodostettu opinnäytetyön teoreettinen viitekehys. Kehittämistyön tuloksena syntyvä opas valmentajille pohjautuu kirjallisuuskatsauksen ja mittausten avulla perusteltuun tie-

toon. Pituuskasvun huippuvaiheen mittausten perusteella on vertailtu eroja mitattavien pituuskasvun välillä, tarkasteltu joukkueiden sisällä esiintyviä eroja PHV:n ajan- kohdassa sekä esitelty PHV-mittausprotokollaa.

5.1.1 Kirjallisuuskatsaus

Aineiston keruumenetelmänä on kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jonka tarkoituksena on tutkimukseen liittyvän kirjallisuuden ja aiheesta tehtyjen tutkimusten perusteella kuvata, miten ja mistä näkökulmasta aihealuetta on aikaisemmin tutkittu. Kirjallisuuskatsauksessa on käytetty lehtiartikkeleita, tutkimuseloitteita ja julkaistuja tieteellisiä tutkimuksia sekä muita keskeisiä julkaisuja. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2009, 121; Stolt, Axelin & Suhonen 2016, 9.)

Aineiston hakua suoritettiin vuonna 2018 toukokuusta lokakuuhun. Aineistoa on kerätty kolmena aihekokonaisuutena, joita ovat pituuskasvun huippuvaihe ja sen mittaaminen, luuston kehitys ja rasitusvammat sekä kasvuikäisten fyysinen harjoittelu ja vammojen ennaltaehkäisy. Teoriassa on haettu vastauksia tutkimuskysymyksiin 1 ja 3 (kts. taulukko 3). Aineistoa on haettu ammattikirjallisuudesta, alan artikkeleista ja luotettavista tutkimuksista. Manuaalista aineiston hakua toteutettiin lisäksi tietokannoista löydettyjen tieteellisten artikkeleiden lähdeluetteloista. Alustavaa tiedonhakuja tehtiin suomalaisista ja kansainvälisistä tietokannoista. Suomalaisista tietokannoista aiheeseen ei löytynyt relevantteja aineistoja, joten työssä on käytetty vain kansainvälisiä tietokantoja. Käytetyt tietokannat olivat Pedro, PubMed, Cinahl sekä Google Scholar.

Tutkimuskysymyksiä määriteltäessä hahmoteltiin työn keskeisiä käsitteitä. Keskeisistä käsitteistä rakentuivat eri aihekokonaisuudet, joiden perusteella muodostettiin

hakulausekkeet. Hakulausekkeet muodostuivat englanniksi, koska tiedonhaussa käytettiin englanninkielisiä tietokantoja. Hakujen myötä hakusanat lisääntyivät. Tietokannoista löydettyjen artikkelien ja tutkimusten avainsanoista löytyi opinnäytetyön keskeisiä käsitteitä vastaavia hakusanoja. Taulukossa 4 on esitetty lopulliset hakulausekkeet, jotka on jaettu aihealueittain.

Taulukko 4. Hakulausekkeet aihealueittain

	Pituuskasvun huippuvaihe ja sen mittaaminen	Luuston kehitys ja rasisvammammat	Kasvuikäisten fyysinen harjoittelu ja vammojen ennaltaehkäisy
<i>Hakulausekkeet</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. "peak height velocity" 2. "age at peak height velocity" 3. "peak height velocity" AND soccer 4. "growth spurt" AND maturation 5. "biological age" AND "peak height velocity" 6. "maturity offset" AND "peak height velocity" 7. "peak height velocity" AND soccer 8. "anthropometry" AND "adolescent development" AND equations 	<ol style="list-style-type: none"> 1. "bone development" AND maturation 2. "growth spurt" AND "bone development" 3. "bone development" AND adolesc* 4. "growth plate" AND "bone development" 5. "bone development" AND apophysitis 6. "adolescent" AND "overuse injury" AND "sporting injuries" AND "soccer" 7. injur* AND football OR soccer 8. "growth spurt" AND "overuse injuries" AND soccer 9. "adolescent athletes" AND apophysitis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. "human motor development" AND "physical performance" 2. "adolescent" AND "physical fitness" AND "risk factors AND "resistance training" 3. "injury prevention" AND football OR soccer 4. "overuse injuries" AND football OR soccer 5. "football overuse injuries in adolescen*" 6. "injury prevention program*" AND "core stability" 7. "growth/physiology" AND "physical conditioning" 8. "motor performance" AND soccer AND "physical training"

Hakua rajattiin alusta asti taulukon 5 mukaisilla sisäänottokriteereillä. Haku aloitettiin tarkastelemalla lähteen otsikkoa. Otsikon vastatessa tutkimuskysymyksen aihetta, tarkasteltiin tiivistelmää. Tiivistelmän täyttäessä sisäänottokriteerit, aineisto valittiin tarkempaan tarkasteluun. Sisäänottokriteerien vuosilukuvaatimuksen ulkopuolelta

valittiin neljä lähdettä, koska lähteen tieto oli työn kannalta tärkeää eikä aiheesta löytynyt uudempaa lähdettä.

Taulukko 5. Aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Aineisto liittyy tutkimuskysymyksiin.	Aineisto ei vastaa tutkimuskysymyksiin.
Aineisto on luotettavista tieteellisistä lähteistä (ammattikirjallisuus, artikkelit ja tutkimukset).	Aineisto ei ole luotettavista lähteistä.
Aineisto on vuosilta 2008–2018.	Aineisto on vuodelta 2007 tai sitä ennen.
Aineiston kielenä on englanti tai suomi.	Aineiston kieli on muu kuin englanti tai suomi.
Aineisto on saatavilla kokonaisuudessaan.	Aineisto ei ole saatavilla kokonaisuudessaan.

Tiedonhaku suoritettiin käyttäen samoja hakulausekkeita eri tietokannoissa, muokaten hakulausekkeita hieman tietokannan mukaan. Alustavan tiedonhaun perusteella Cinahlista hakusanat tuottivat suuren määrän tuloksia, joten tiedonhaku suoritettiin pidemmällä hakulausekkeilla hakutulosten rajaamiseksi. Sen sijaan Pedro-tietokannassa hakulausekkeiden tuli olla lyhyitä, koska pitkät hakulausekkeet eivät tuottaneet tuloksia. Taulukossa 6 on esitetty tiedonhaun tuottamat hakutulokset ja niistä opinnäytetyöhön valikoituneiden aineistojen määrät. Kirjallisuuskatsauksina toteutettujen tutkimusten luotettavuutta on arvioitu hyödyntäen CASP-menetelmää.

Taulukko 6. Tiedonhaun tulokset eri tietokannoista

Tietokanta	PubMed	Pedro	Cinahl	Google Scholar	Manuaalinen haku
Hakutulos	203	21	86	180	-
Otsikko	20	0	6	2	13
Tiivistelmä	18	0	3	2	7
Koko teksti	12	0	3	2	5

5.1.2 PHV-mittaukset

Mirwaldin ja muiden (2002) kehittämä Maturity Offset-protokolla (PHV-mittaus) käyttää antropometrisista muuttujista pituutta, istumapituutta ja painoa kypsymisen vaiheen arvioinnissa, hyödyntämällä tietoa kehon osien eri aikaisesta kasvusta. Alaraajojen pitkät luut saavuttavat kasvun huipun ennen vartalon lyhyitä luita. Tytöille ja pojille on omat yhtälönsä. Yhtälöt on esitetty liitteessä 2. PHV:n mittaaminen on helppo ja kätevä tapa arvioida nuoren kypsymisen vaihetta. (Mirwald ym. 2002, 690–692.)

Koska mitattavat ovat alaikäisiä, heillä tulee olla lupa huoltajalta mittauksen tekemiseen ja tietojen käyttöön. Luvassa tulee käydä ilmi pelaajan henkilökohtaiset tiedot, oma lääkäri, valmentaja ja lähiomainen. Lisäksi suostumus, ketkä saavat nähdä ja tarkastella tietoja. Luvat tulee säilyttää mahdollista tarkistusta varten. Esimerkki lupalappusta, jota seurat käyttävät mitatessaan PHV:ta pelaajiltaan, on liitteenä 3.

Mittaustilanteessa tarvitaan vaaka, pituusmitta, tuoli, jonka korkeus pystytään tarkasti määrittämään sekä tietokone tai kirjoitusvälineet, joilla tulokset saa kirjattua

ylös. Tietokoneella olevaan valmiiseen taulukkolaskentaohjelmätiedostoon lisätään testattavan syntymäpäivä, sukupuoli, mittauspäivämäärä sekä testituolin korkeus. Testattava on ilman kenkiä ja mahdollisimman kevyessä vaatetuksessa, ja häneltä mitataan pituus, istumapituus sekä paino. Antropometristen mittauksen tulokset syötetään taulukkolaskentaohjelman tiedostoon, joka laskee annettujen tietojen perusteella ennusteen pituuskasvun huippuvaiheesta sekä arvion kypsymisen vaiheesta suhteessa pituuskasvun huippuvaiheeseen.

Standardoidut mittausmenetelmät mahdollistavat tarkat tulokset. Pituus ja istumapituus mitataan 1 mm:n tarkkuudella ja paino 0,1 kg:n tarkkuudella. Pituus, paino ja istumapituus mitataan kahteen kertaan ja lasketaan keskiarvo. Jos mittauksen kesken on yli 4 mm:n tai 0,4 kg:n ero, tarvitaan kolmas mittaus. Tuolin korkeuden tarkka määrittäminen on tärkeää, sillä tuolin korkeus vaikuttaa moneen muuhun muuttujaan. (Mirwald ym. 2002, 690, 693.)

Mittauksen tekeminen joka kerta samaan vuorokauden aikaan lisää tulosten luotettavuutta. Optimaalinen aika mittaukselle on aamuisin. Mittaaminen on nopea suorittaa ja tulokset tulee merkitä heti mittauksen jälkeen valmiiseen mittaustulospohjaan tietokoneelle. Mittaustilanne on tehokkain, kun mittaajia on kaksi. Välineinä on hyvä käyttää samoja, standardisoituja työkaluja, jotta mittaustuloksiin ei tule virheitä. Pituutta mitattaessa tulee olla tarkka, että mittari tulee päälle asti. Paksut hiukset tai hiuslenkki voivat vääristää tulosta. Saman tuolin käyttäminen mittauskerroilla lisää tulosten luotettavuutta. Hyvään mittauskäytäntöön kuuluu, että pelaajien mittaustuloksia ei sanota ääneen muiden kuullen. Pelaajalle on annettava mahdollisuus olla mittauksessa yksin, koska mittaustulokset voivat olla murrosikäisille hyvinkin henkilökohtaisia.

Taulukkolaskentaohjelman tiedostoon syötetyt tulokset tuottavat yhtälön avulla ennustean pituuskasvun huippuvaiheelle, sekä arvion sen hetkisestä kypsymisen vaiheesta vähentämällä kronologisesta iästä pituuskasvun huippuvaiheen ennustean. Mittaustuloksia pystytään analysoimaan arvojen perusteella, sekä havainnollistamaan biologisen kasvun vaihetta suhteessa kronologiseen ikään.

5.2 Aineiston analyysimenetelmät

5.2.1 Kirjallisuuskatsauksen analyysi

Aineiston avulla pyritään vastaamaan tutkimuskysymyksiin ja laadullisessa tutkimuksessa tavoitteena on tutkimuksen kohteena olevan ilmiön ymmärrys ja selitys. Jotta ilmiötä voidaan ymmärtää, tulee kerätty aineisto analysoida. (Kananen 2015, 161.) Tässä työssä aineiston analyysimenetelmänä käytettiin aineistolähtöistä sisällönanalyysiä. Sisällönanalyysi pyrkii kuvaamaan ilmiön tiivistetysti ja sanallisesti. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 117, 119.)

Aineiston analysointi alkoi kirjallisuuskatsaukseen valittujen tutkimusten lukemisella ja kuvauksella. Tutkimuksista koottiin taulukko 7, josta käy ilmi tutkimuksen tekijät, julkaisuvuosi, julkaisun otsikko, tutkimuksen tarkoitus, aineistonkeruumenetelmät ja päätulokset. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 30.) Taulukossa 7 värit kertovat, mistä tietokannasta tutkimus on valittu. Harmaa väri kuvaa Pubmedia, keltainen Cinahlia, valkoinen Google Scholaria ja sininen manuaalista hakua. Aineiston läpikäymisen jälkeen siihen perehdyttiin merkatien tekstistä tutkimuskysymyksiä vastaavia aiheita ja

muodostamalla näistä teemoja. Aineistossa toistuvia, pääsisällön esiin tuovia sisältöjä kutsutaan teemoiksi ja niiden muodostamista ohjasivat tutkimuskysymykset (Kangasniemi & Pölkki 2016, 87).

Taulukko 7. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset

	Tekijät ja julkaisuvuosi	Otsikko	Tutkimuksen tarkoitus	Aineistonkeruumenetelmät	Päätulokset
1	Arnaiz ym. 2011.	Imaging finding of lower limb apophysitis	Kokonaisvaltainen katsaus alaraajojen apofysiiteistä	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Vahingoittunut apofysi aiheuttaa poikkeavuutta kasvavassa nuorena.
2	Atanda ym. 2011.	Osteochondrosis: Common causes of pain in growing bones	Yleisimmät kipua aiheuttavat tekijät kasvavissa luissa	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Luukudoksista johtuvat eri sairaudet ja niiden tunnistaminen
3	Van der Sluis ym. 2015.	Importance of Peak Height Velocity Timing in Terms of Injuries in Talented Soccer Players.	Tunnistaa traumaattisten vammojen ja rasitusvammojen erot kasvupyrähdyksen suhteen taitavilla jalkapalloilijoilla	Pitkittäistutkimus	Myöhään kehittyvät pelaajat kärsivät rasitusvammoista enemmän kuin aikaisin kehittyvät pelaajat
4	Berendsen & Olsen. 2015.	Review: Bone development	Katsaus luuston kehityksestä	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Luun muodostuminen eri tavoin
5	Van der Sluis ym. 2014.	Sport Injuries Aligned to Peak Height Velocity in Talented Pubertal Soccer Players	Urheiluvammojen esiintyminen suhteessa kasvupyrähdyksen huippuvaiheeseen taitavilla jalkapalloilijoilla	Pitkittäistutkimus	Kasvupyrähdyksen aikaan alttiut traumaattisille vammoille vaikuttaisi olevan lisääntynyt
6	DiFiori 2010.	Evaluation of overuse injuries in children and adolescents	Rasitusvammojen arviointi	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Oikeanlainen tutkiminen rasitusvammojen arvioinnissa auttaa suunnittelemaan kuntoutussuunnitelmaa ja ennaltaehkäisevää harjoittelua
7	Malina ym. 2015.	Biological maturation of youth athletes: assessment and implications	Nuorten urheilijoiden biologisen kypsymisen tarkastelu	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Yhteenveto urheilijoiden kanssa käytettyjen kypsymisen arvioinnin menetelmistä

8	DiFiori ym. 2014.	Overuse injuries and burnout in youth sports: a position statement from the American Medical Society for Sports Medicine	Rasitusvammojen tunnistaminen kasvuikäisillä urheilijoilla	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Rasitusvammojen ennaltaehkäisemisen keinoja
9	Mirwald ym. 2002.	An assessment of maturity from anthropometric measurements	Kypsymisen vaiheen arviointi antropometristen mittausten perusteella	Pitkittäistutkimus	Luotettava, käytännöllinen yhtälö nuorien urheilijoiden biologisen kypsymisen vaiheen mittaamiseen
10	Frush & Lindenfeld. 2009.	Peri-epiphyseal and overuse injuries in adolescent athletes	Rasitusvammat kasvuikäisen kehossa	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Aikaisin aloitettu rasitusvamman kuntoutus auttaa pelaajaa palaamaan urheiluun
11	Jacobson & Tegner. 2007.	Injuries among Swedish female elite football players: a prospective population study	Loukkaantumisia naisjalkapalloilijoilla	Seurantatutkimus	Loukkaantumisten ehkäisy ja yleisimmät vammat tutkimuskohteella
12	Little ym. 2011.	Basic science: Bone formation, remodelling and healing	Luun rakenteen ja muodostumisen tarkastelu	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Luun rakenteen ja muodostumisen kuvaus
13	Leppänen ym. 2018.	Overuse injuries are prevalent in children's competitive football: a prospective study using the OSTRC Overuse Injury Questionnaire	Tutkia rasitusvammojen esiintyvyyttä ja kuormittavuutta nuorten jalkapallossa	Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus	Rasitusvammojen sijainti ja tyyppi vaihtelevat iän ja kypsymisen vaiheen mukaan
14	Vleeming ym. 2012.	The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications	Lantionkauden ja SI-nivelen anatomian ja biomekaniikan tarkastelu	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Lantion alueen toiminnallisen anatomian esittely
15	Shim. 2015.	Pubertal growth and epiphyseal fusion	Murrosiän kasvu ja kasvulevyjen luutumisen tarkastelu	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Luun kasvuun ja kasvulevyjen luutumiseen vaikuttavien tekijöiden esittely
16	Lloyd ym. 2014.	Chronological age vs. biological maturation: Implications for exercise programming youth	Biologisen iän määrittäminen ja hyödyntäminen nuorten harjoittelun suunnittelussa	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Biologisen iän määrittäminen ja tämän hyödyntämiseen työkaluja harjoittelun suunnittelemisessa
17	Sherar ym. 2005.	Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves	Aikuisiän pituuden ennustaminen pituuskasvukäyrien perusteella	Pitkittäistutkimus	Aikaisin, keski-vertoisesti ja myöhään kypsyvien pituuskäyräarvioiden esittely
18	Mills ym. 2017.	What is the most accurate and reliable methodological approach for predicting peak height	Löytää tarkin ja luotettavin tapo mitata PHV:ta	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Röntgenkuvantaminen on luotettavin tapo mitata PHV:ta

		velocity in adolescents? A systematic review			
19	Myer ym. 2008.	Trunk and Hip Control Neuromuscular Training for the Prevention of Knee Joint Injury	Vartalon ja lantion kontrollin harjoittaminen polvivammojen ennaltaehkäisyssä	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Loukkaantumisen riskiä lisäävien mekanismien kuvaus
20	Cumming ym. 2017.	Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation	Pelaajien kokemukset turnauksesta, jossa joukkueet jaettu biologisen kehityksen vaiheen mukaisesti	Haastattelu	Pelit fyysisesti tasaväkisempiä ja kannustavat teknisempään ja taktisempaan peliin
21	Merkel & Molony. 2012.	Recognition and management of traumatic sports injuries in the skeletally immature athlete	Nuorilla urheilijoilla esiintyviä tyypillisiä traumaattisia urheiluvammoja	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Kasvava luusto on altis loukkaantumisille luutuvien kasvulevyjen ja heikompien luiden vuoksi, mikä johtaa enemmän luu- ja rustovaurioihin kuin pehmytkudosvaurioihin
22	Lloyd & Oliver 2012.	The Youth Physical Development Model: A new approach to long-term athletic development	YPD-malli	Kirjallisuuskatsaus - arvioitu CASP:lla	Uuden mallin esittäminen nuorten pelaajien fyysisten ominaisuuksien kehittämiseen

Aineistosta muodostuivat pääteemoiksi pituuskasvun huippuvaihe, luuston kehitys sekä kasvuikäisten fyysinen harjoittelu ja vammojen ennaltaehkäisy. Pääteemoista muodostettiin alateemoja taulukon 8 mukaisesti. Lopuksi tutkimustuloksista saatiin teemojen perusteella yleisempi kuva ja tuloksista muodostettiin looginen kokonaisuus tutkimuskysymyksiin mahdollisimman hyvin vastaten (Niela-Vilén & Hamari 2016, 31).

Taulukko 8. Esimerkki teemoittelusta

Tutkimuskysymykset	Pääteemat	Alateemat
Mikä on PHV eli Peak Height Velocity ja mikä sen fysiologinen vaikutus on nuoreen?	<ul style="list-style-type: none"> - Pituuskasvun huippuvaihe - Luuston kehitys 	<ul style="list-style-type: none"> - Biologinen ikä - Kasvupyrähdys - Rasitusvammat - PHV-mittaukset
Miten pituuskasvun huippuvaihe tulisi huomioida jalkapallon fyysisessä harjoittelussa sekä vammojen ennaltaehkäisyssä, ja millainen opas konkretisoi valmentajille pituuskasvun huippuvaiheen aikaista fyysistä harjoittelua?	<ul style="list-style-type: none"> - Kasvuikäisten fyysinen harjoittelu - Vammojen ennaltaehkäisy 	<ul style="list-style-type: none"> - Herkkyyskaudet - Tukilihasten harjoittaminen - Suoritustekniikka

5.2.2 PHV-mittausten analyysimenetelmä

Mittaustuloksia analysoitiin käyttämällä suoraa jakaumaa, jolla pystytään esittämään aineisto tiivistetysti. Suora jakauma on aineiston esittämistavan lisäksi yksinkertainen analyysikeino, joka ilmaisee muuttujan vastausten jakaumaa. (Kananen 2015, 288.) Suoraa jakaumaa hyödyntämällä aineistosta tarkasteltiin PHV-mittausten tuloksia: arviota PHV:n ajankohdasta ikävuosina sekä ”vuosia PHV:hen”-arvoja. Pituuskasvun huippuvaihe käynnistyy ”vuosia PHV:hen”-arvon ollessa noin -0,5 ja päättyy arvon ollessa noin 0,5. Tuloksissa arvo 1,0 kuvaa yhtä vuotta eli 12 kuukautta. Näin ollen esimerkiksi pituuskasvun huippuvaiheen ikäarvion ollessa 12,6, arvioitu pituuskasvun huippuvaihe on noin 12 vuoden ja reilun 7 kuukauden iässä.

Taulukossa 9 on esitetty poikien ja taulukossa 10 tyttöjen PHV-arvioiden jakaumaa sekä tulosten suhteellista osuutta koko otoksesta prosentteina. Mittaustulosten vaihtoehdot arviolle PHV:n ajankohdasta ikävuosina ovat pojilla 12–13,4 ja 13,5–14,5 sekä 14,6–15,6. Vaihtoehdot tytöillä ovat 10,8–11,4 ja 11,5–12,5 sekä 12,6–13,0 ikävuotta. Arvot määriteltiin otoksen suurimman ja pienimmän arvon mukaan.

Taulukko 9. Poikien PHV-tulosten jakauma: PHV-arviot

PHV-arvio ikävuosina (v)	Määrä (kpl)	Prosenttiosuus
12–13,4	66	29 %
13,5–14,5	129	57 %
14,6–15,6	33	14 %
Yhteensä	228	100 %

Taulukko 10. Tyttöjen PHV-tulosten jakauma: PHV-arviot

PHV-arvio ikävuosina (v)	Määrä (kpl)	Prosenttiosuus
10,8–11,4	3	11 %
11,5–12,5	23	85 %
12,6–13,0	1	4 %
Yhteensä	27	100 %

Taulukossa 11 on esitetty poikien ja taulukossa 12 tyttöjen ”vuosia PHV:hen”-tulosten jakauma sekä tulosten suhteellinen osuus koko otoksesta prosentteina. Mittaustulosten vaihtoehdot ”vuosia PHV:hen”-arvoille olivat $\leq -0,5$ eli PHV tulossa, $-0,49-0,49$ eli PHV käynnissä sekä $\geq 0,5$ eli PHV ohi.

Taulukko 11. Poikien PHV-tulosten jakauma: "vuosia PHV:hen"-arvo

"Vuosia PHV:hen"-arvo	Määrä (kpl)	Prosenttiosuus
<i>PHV tulossa</i> ≤ -0,5	44	19 %
<i>PHV käynnissä</i> -0,49–0,49	88	39 %
<i>PHV ohi</i> ≥ 0,5	96	42 %
Yhteensä	228	100 %

Taulukko 12. Tyttöjen PHV-tulosten jakauma: "vuosia PHV:hen"-arvo

"Vuosia PHV:hen"-arvo	Määrä (kpl)	Prosenttiosuus
<i>PHV tulossa</i> ≤ -0,5	1	4 %
<i>PHV käynnissä</i> -0,49–0,49	16	59 %
<i>PHV ohi</i> ≥ 0,5	10	37 %
Yhteensä	27	100 %

Mittaustulokset tulevat taulukkolaskentaohjelman taulukkoon lukuina (kuvio 5) ja kaaviona (kuvio 6), josta tuloksia pystytään analysoimaan arvojen perusteella. Taulukkolaskentaohjelma tuottaa arvot samaan taulukkoon koko joukkueelle, josta pys-

tytään erittelemään jokaisen yksilön tulokset. Joukkueen arvoista luodaan pylväskaaviot, jotka havainnollistavat mittaustuloksia. Kaaviot kuvaavat mitattavien eroja pituuskasvun etenemisessä sekä eroja biologisessa iässä saman joukkueen sisällä. Kaavioiden perusteella pystytään analysoimaan joukkueen yksilöiden pituuskasvun huipputaiheen ajankohtaa ja jakaa joukkuetta ryhmiin biologisen kasvun mukaan. Valmentajien on helppo hyödyntää mittaustuloksia kaavioiden avulla.

PHV arvio (ikävuosissi)	Vuosia PHV:hen	Mittauspäivä	Syntymäaika	Ikä
14,9	-0,5	14.06.2018	.2004	14,4
14,6	-0,5	14.06.2018	.2004	14,1
14,5	-0,5	14.06.2018	.2004	14,0
14,4	-0,3	14.06.2018	.2004	14,1
14,2	0,1	14.06.2018	.2004	14,2
14,1	0,1	14.06.2018	.2004	14,2
14,2	0,2	14.06.2018	.2004	14,4
14,0	0,2	14.06.2018	.2004	14,2
13,9	0,2	14.06.2018	.2004	14,1
13,5	0,3	14.06.2018	.2004	13,8
13,9	0,3	14.06.2018	.2004	14,3
14,1	0,3	14.06.2018	.2004	14,4
13,6	0,4	14.06.2018	.2004	14,0
14,0	0,5	14.06.2018	.2004	14,4
13,6	0,7	14.06.2018	.2004	14,3
13,3	0,9	14.06.2018	.2004	14,2
13,2	1,0	14.06.2018	.2004	14,2
13,0	1,0	14.06.2018	.2004	14,1
12,7	1,4	14.06.2018	.2004	14,1

Kuvio 5. PHV-mittausten tulosten esitys

6 Tulokset

6.1 Pituuskasvun huippuvaiheen fysiologiset vaikutukset kasvuikäiseen

Fysiologiset vaikutukset kasvuikäiseen on selvitetty kirjallisuuskatsaukseen perustuen. PHV:n aikainen pituuskasvu tapahtuu kasvulevyissä, joissa rustokudos muodostuu vähitellen luukudokseksi (Berendsen & Olsen 2015, 15; Kauranen & Nurkka 2010, 39). Kasvava luu on sitä ympäröiviä kudoksia heikompi suuremman ruston ja kollageenin määrän vuoksi (Merkel & Molony 2012, 692). Luutumattomat kasvulevyt lisäävät loukkaantumisriskiä kasvuikäisillä (Frush & Lindenfeld 2009, 201). Luiden kasvaessa raajojen mittasuhteet muuttuvat, mikä lisää rasitusta ympäröiviin kudoksiin (Difiori 2010, 373). Luiden nopeampi kasvu verrattuna lihasten pituuteen saattaa vaikuttaa suorituskykyyn (Lloyd ym. 2014, 1454).

Kasvuikäisillä esiintyvät rasitusvammat poikkeavat aikuisilla esiintyvistä rasitusvammoista. Apofysiitit sekä kasvulevyjen rasitusmurtumat esiintyvät ainoastaan kypsyttömässä luustossa. Kasvulevyjen rasitusmurtumia esiintyy yleisesti nopean kasvun aikaan. Kasvun päättyessä luihin kohdistuvat rasitusvammat noudattavat aikuisille tyypillisten rasitusvammojen mallia. (Difiori ym. 2014, 4.)

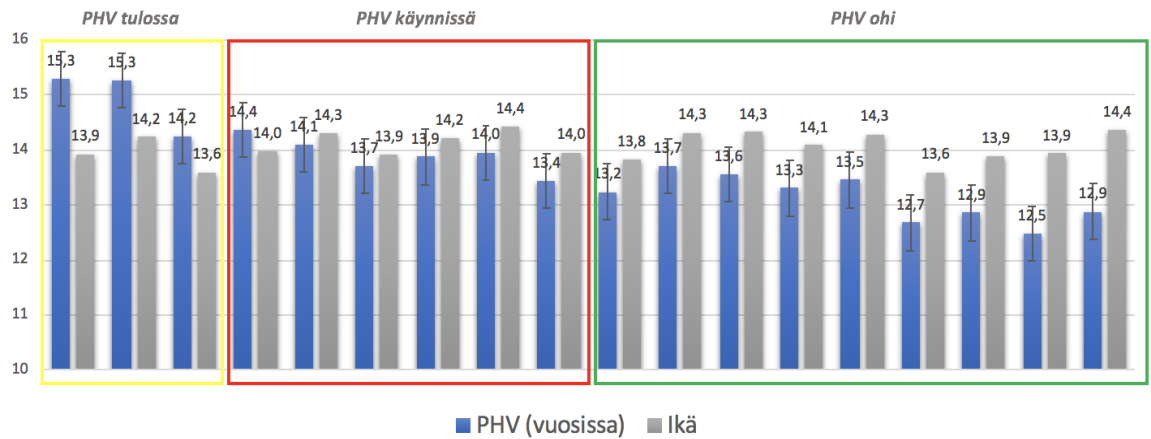
Leppänen ja muut toteuttivat rasitusvammojen esiintyvyyttä ja kuormittavuutta kartoittavan tutkimuksen suomalaisissa jalkapalloseuroissa. Tutkimukseen osallistui 10 jalkapalloseurasta yhteensä 733 pelaajaa, 570 poikaa ja 163 tyttöä. Pelaajat olivat iältään 9–14-vuotiaita. Pelaajia seurattiin 20 viikon ajan, kartoittaen viikoittain pelaajien vammatilannetta. Vammat jaoteltiin akuutteihin vammoihin ja rasitukseen liittyviin vammoihin. Vain rasitukseen liittyvät vammat sisällytettiin tutkimukseen. (Leppänen ym. 2018, 1–2.)

Tutkimuksen tuloksena 343 pelaajaa (46.8 %) ilmoitti vähintään yhden rasitukseen liittyvän vamman 20 viikon seurantajakson aikana. Lisäksi vähintään yhden vakavamman rasitusvamman ilmoitti 228 pelaajaa (31.1 %) pelaajista. Eniten rasitusvammoja esiintyi polvissa. Muita rasitusvammojen esiintymisalueita olivat kantapää, nivuset, lonkat ja alaselkä. (Leppänen ym. 2018, 3.)

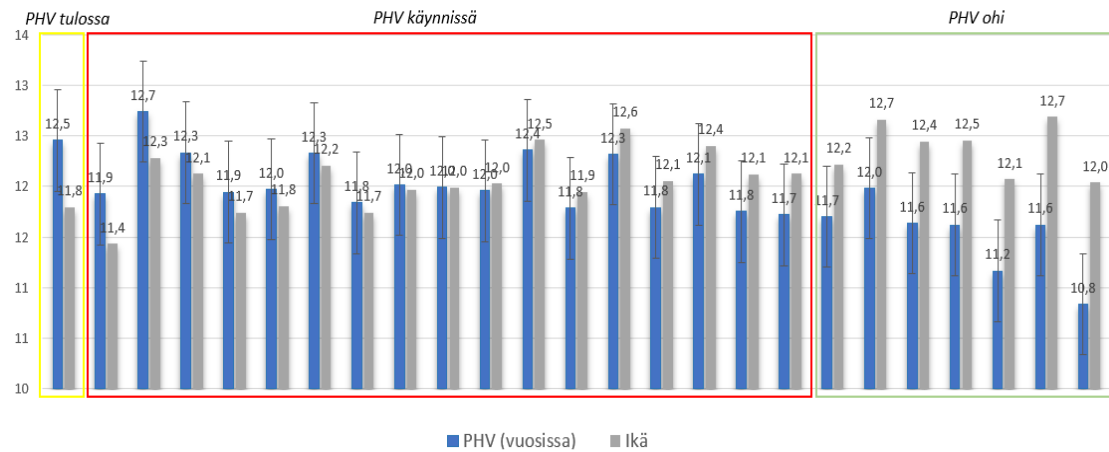
6.2 Mitattavien erot pituuskasvun huippuvaiheessa

Mittaustuloksia analysoidessa havaittiin yhteys teoriaan. Beunen ja Malinan (2008, 437) mukaan PHV:n ajankohta on pojilla noin 14-vuotiaana ja tytöillä noin 12-vuotiaana. Poikien tulokset (taulukko 9) osoittavat, että 57 %:lla mitatuista pojista PHV:n ajankohta on puoli vuotta ennen tai puoli vuotta jälkeen 14 ikävuoden. Tytöillä 85 %:lla PHV-arvio oli puoli vuotta ennen tai puoli vuotta jälkeen 12 ikävuotta (taulukko 10). Taulukot 11 ja 12 kuvaavat PHV:n ajoittumista. Pojilla suurimmalla osalla (42 %) PHV oli ohi tai käynnissä (39 %). Otoksesta 19 %:lla PHV oli edessä. Tytöillä suurimmalla osalla PHV oli käynnissä (59 %), 37 %:lla tytöistä PHV oli ohi ja 4 %:lla PHV edessä.

Kuviossa 6 on esitetty pelaajakehitystapahtumassa mitattujen poikien esimerkkijoukkueen tulokset ja kuviossa 7 on esitetty yhdistettynä kahden tyttöjoukkueen PHV-mittausten tulokset kaaviona. Jokaisella pelaajalla on kaksi palkkia, sininen palkki kuvastaa pelaajan arvioitua pituuskasvun huippuvaihetta vuosissa ja harmaa palkki kromologista ikää. Sinisen palkin päässä oleva jana kuvastaa pituuskasvun huippuvaiheen aikaa. Harmaan palkin ollessa janan alareunassa, pituuskasvun huippuvaihe on alkanut. Tulosten perusteella joukkue voidaan jakaa ryhmiin pituuskasvun huippuvaiheen ajoittumisen mukaisesti.



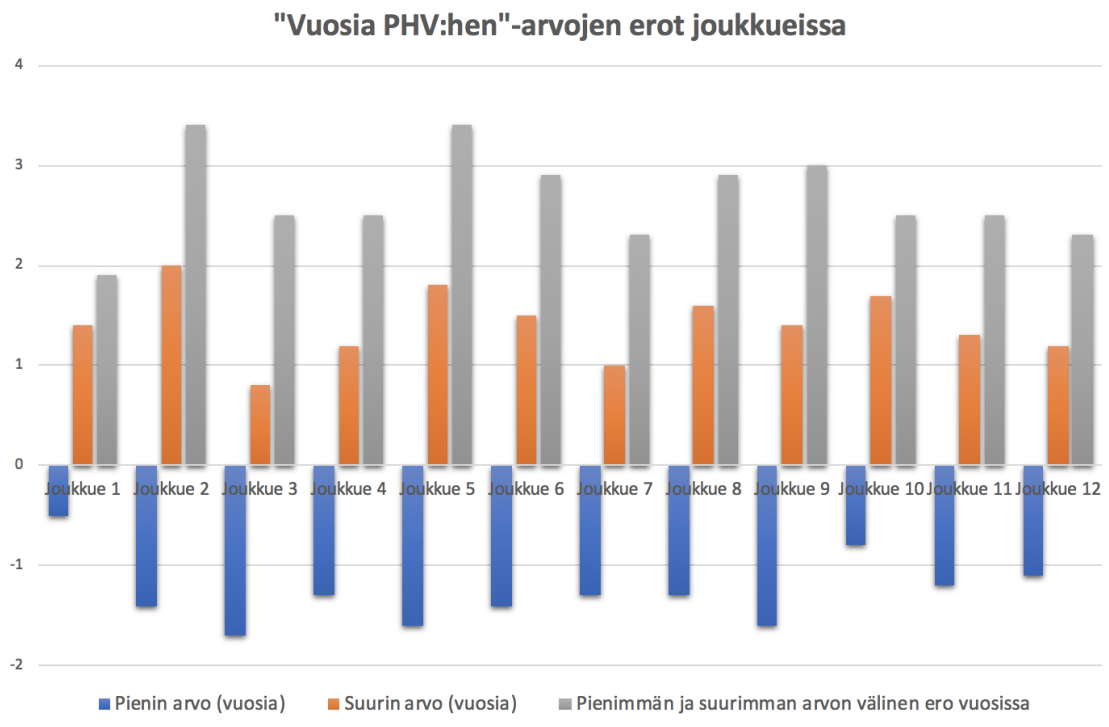
Kuvio 6. PHV-mittausten tulokset esimerkkijoukkue pojat



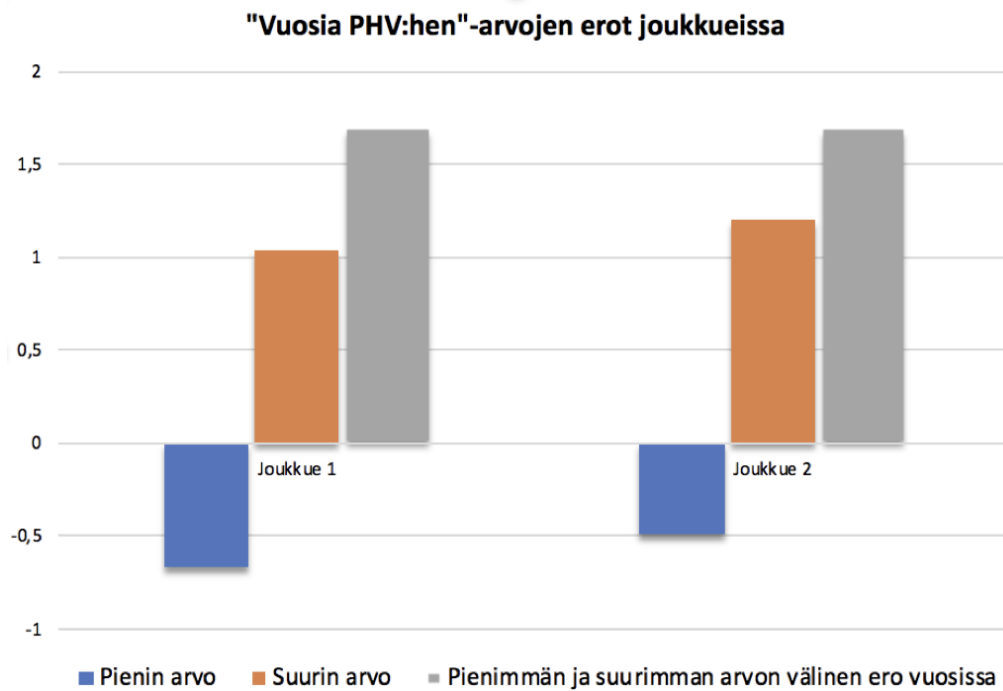
Kuvio 7. PHV-mittausten tulokset tytöt

PHV:ta mitattaessa toisena tuloksena saatiin arvio siitä, kuinka monta vuotta pituus- kasvun huippuvaiheeseen tai -vaiheesta on. Biologisen kehittymisen vaihe vaihtelee kronologisesti saman ikäisten pelaajien välillä suuresti. Kuviossa 8 on kuvattu pelaaja- kehitystapahtumassa mitattujen kahdentoista poikajoukkueen ja kuviossa 9 kahden

tyttöjoukkueen välisiä eroja biologisessa kehityksessä. Poikien joukkueissa on keskimäärin 19 pelaajaa ja tyttöjen joukkueissa keskimäärin 13 pelaajaa. Sininen palkki kuvaa joukkueen pienintä arvoa, eli pelaajaa, joka on kauimpana pituuskasvun huippuvaiheesta vuosina. Oranssi palkki kuvaa suurinta arvoa, eli pelaajaa, joka on pisimmällä biologisessa kehityksessä. Harmaa palkki kuvastaa pienimmän ja suurimman arvon eroa vuosissa. Ero biologisen kehityksen vaiheessa suurimman ja pienimmän arvon välillä oli poikien joukkueiden välillä keskiarvoisesti 2,7 vuotta ja tytöillä 1,6 vuotta.



Kuvio 8. "Vuosia PHV:hen"- arvojen erot 12 eri joukkueessa, pojat



Kuvio 9. "Vuosia PHV:hen"- arvojen erot 2 eri joukkueessa, tytöt

Strattonin ja Oliverin (2014, 15) mukaan pojilla kasvupyrähdys alkaa myöhemmin ja on voimakkaampi. Tuloksista käy ilmi, että pojilla PHV:n ajankohta on keskimäärin myöhemmin kuin tytöillä. Pojilla joukkueen kesken biologisen iän vaihtelu on suurempaa kuin tytöillä.

6.3 Oppaan harjoitteiden perusta

Opas tehtiin apuvälineeksi käytännön valmennustyöhön. Hyvä hallinta edesauttaa oikeiden linjausten säilymistä tai syntymistä, mikä puolestaan ennaltaehkäisee rasisu-peräisten vammojen kehittymistä. Samalla vahvat lantion ja vartalon lihakset auttavat pelaajaa suoriutumaan paremmin lajin vaatimista suorituksista. Oppaan harjoitteiden hallinnan myötä pelaajat saavat itselleen hyvät lähtökohdat PHV:n jälkeiseen

lisäpainoilla tehtävään voimaharjoitteluun. Harjoittelun tulee olla säännöllistä ja toteutua oikeilla tekniikoilla hyötyjen saavuttamiseksi. Pituuskasvun huippuvaiheen aikana liikkeen hallinta ja liikkeen laatu ovat tärkeitä painopisteitä.

Pelaajien saavuttaessa pituuskasvun huippuvaiheen, tulisi harjoittelun rakennetta muuttaa. Pituuskasvun vaikutus nuoren kehoon on valtava. PHV:n aikaan nuoret altistuvat traumaattisille vammoille normaalia helpommin, kun taas kasvupyrähdyksen huippuvaiheen jälkeen nuoret altistuvat yleisimmin rasitusvammoille. (Van der Sluis, Elferink-Gemser, Coelho-e-Silva, Nijboer, Brink & Visscher 2014, 353–354; Van der Sluis, Elferink-Gemser, Brink & Visscher 2015, 330–331.)

Biologisesti myöhemmin kehittyvät pelaajat ovat jopa seitsemän kertaa alttiimpia rasitusperäisille vammoille, kuin saman ikäryhmän aiemmin kypsyneet pelaajat. Myöhemmin kypsyneiden pelaajien keho ei välttämättä kestä samaa kuormitusta, mitä aiemmin kypsyneiden pelaajien keho. Van der Sluis ja muut (2015) toteavat pelaajien kokonaiskuormituksen huomioonkasvuikäisillä olevan yksi avainasioista vammojen ennaltaehkäisyn kannalta. (Van der Sluis ym. 2015, 331.) Harjoitteluun osallistumista sekä palautumista tulisi muokata pelaajan iän, kasvun vaiheen, valmiuksien ja vammahistorian perusteella. Lajispesifien, toistuvien liikkeiden määrän rajoittaminen on suositeltavaa. (Difiori ym. 2014, 2; Virtanen 2018.) Jalkapallossa esimerkiksi leikkaavia suunnanmuutosjuoksua tulisi kasvupyrähdyksen aikaan vähentää.

Kasvavassa luustossa kasvulevyjen rusto, apofyysit ja nivelpinnat eivät kovimman kasvun aikana kestä vetäviä, leikkaavia ja puristavia voimia yhtä hyvin kuin kypsä luu tai epäkypsämpi, esimurrosikäisen lapsen luu. Raajojen kasvaessa pituutta luu-jänneliitosten, lihas-jänneliitosten, kasvuruston ja ligamenttien pituus, massa ja niihin kohdistuva rasitus muuttuvat. Luuston ja lihaksiston eri aikaan tapahtuva kasvu yhdistettynä toistuvaan kuormitukseen voivat lisätä vammariskiä. (Difiori ym. 2014, 5.)

Näin ollen kovimman kasvun aikaan harjoittelussa tulisi vähentää toistuvia täysivauhtisia sprinttejä, toistuvia leikkaavia käännöksiä, loikkia, maksimaalisia hyppyjä, tärähdyksiä sekä pitkää yhtäjaksoista kuormitusta.

Muuttuvat kehon mittasuhteet sekä kehon painopisteen muuttuminen korkeammaksi vaikuttavat vartalon ja lantioseudun hallintaan dynaamisissa liikkeissä. Niveeliin kohdistuva kuorma ja loukkaantumiseriski kasvaa, jos vartalon ja lantion hallinta on heikkoa. (Myer, Chu, Brent & Hewett 2008.) Oikein tehty keskivartaloharjoittelu vähentää pelaajan loukkaantumisia ja parantaa suorituskykyä. Hyvä vartalon hallinta auttaa pelaajaa hallitsemaan asentoa ja liikkumista samalla, kun pystyy tuottamaan ja siirtämään voimaa lajin vaatimissa liikkeissä. (Brumitt 2010, 4.) Kehon virheelliset linjaukset sekä väärät lihasaktivaatiot voivat pitkään jatkuneena aiheuttaa kehoon kipua aiheuttavia mikrotraumoja tai jopa kudosuutoksia (Sahrmann 2002, 14–15).

Virheellisten linjausten korjaaminen tapahtuu hallinnan harjoittamisen avulla. Comerfordin ja Mottrammin (2012) mukaan lihakset voidaan jaotella toimintansa mukaan lokaaleihin stabiloiviin, globaaleihin stabiloiviin sekä globaaleihin mobilisoiviin lihaksiin. Stabiloivien lihasten tehtävä on kontrolloida translaatiota, hallita asentoa sekä nivelten liikettä, kun taas mobilisoivien lihasten tehtävä on auttaa nopeissa ja kiihtyvissä liikkeissä sekä tuottaa voimaa ja liikettä nivelten kautta kehoon. Lokaalien ja globaalien lihasten tulee toimia yhteistyössä, jotta kehon liikkeet ovat tehokkaita ja hallittuja. (Comerford & Mottram 2012, 24, 26, 29.)

Hallinnan harjoittamisessa keskitytään globaalien stabiloivien lihasten käytön opetteluun. Harjoitteissa korostetaan hallintaa, ei nopeutta ja voimaa. Globaaleita stabiloivia lihaksia ovat muun muassa m. gluteus medius, m. obliquus internus ja m. obliquus externus (Comerford & Mottram 2012, 24). Muita lantiota tukevia lihaksia ovat edellä mainittujen lisäksi muun muassa m. gluteus maximus, lähentäjälihakset ja mm. iliopsoas (Magee 2014, 649–650). Oppaan harjoitteet valittiin kehittämään näitä li-

haksia. Lantionalueen rakenteiden toimiessa hyvin yhteen, siihen kohdistuvia leikkaavia voimia, joita aiheuttavat esimerkiksi suunnanmuutokset, pystytään hallitsemaan riittävästi sekä siirtämään kuormia tehokkaasti vartaloon, lantioon ja alaraajoihin (Vleeming, Schuenke, Masi, Carreiro, Danneels & Willard 2012, 556).

Oppaan harjoitteet on suunniteltu Comerfordin ja Mottrammin (2012) ajatusten pohjalta. Kaikissa oppaan harjoitteissa tulee olla mahdollisuus helpottaa tai vaikeuttaa harjoitetta. Harjoitteiden tulee olla kognitiivisesti helppoja, jotta harjoitusvaste saadaan haluttuun kehonosaan. Oppaassa olevat harjoitteet ovat esimerkkejä, joiden avulla lukijan on helppo oppia ja havaita harjoitteen laatutekijät sekä siirtää ne seuraavaan progressioon tai jopa uuteen harjoitteeseen. Koska PHV:n aikana vetäviä, leikkaavia ja puristavia voimia aiheuttavia suorituksia tulisi vähentää, oppaaseen valittiin harjoitteita, jotka eivät altista näille voimille. Oppaan harjoitteiden lähteet on esitetty taulukossa 13.

Taulukko 13. Oppaan harjoitteiden lähteet

Harjoite	Harjoituksen tavoite	Harjoitettava lihas	Lähde (mukailtu)	Liike ei ole hallittu, jos:
Simpukka	Lonkan sisärotaation kontrollointi	M. gluteus medius, m. obliquus internus & m. obliquus externus	Comerford & Mottram 2012, 174; Sahrman 2002, 424–426.	- Lantion kääntyy taaksepäin - Pelaaja pidättää hengitystä - Liike suoritetaan nopeasti ja huolimattomasti
Selinmaukuulla jalan dippaus	Lannerangan ekstension ja anterior tiltin kontrollointi	M. obliquus internus & m. obliquus externus, m. psoas major	Comerford & Mottram 2012, 147; Sahrman 2002, 411–412.	- Pelaaja pidättää hengitystä - Kylkiluut nousevat esiin - Selkä irtoaa käsistä - Liike suoritetaan nopeasti ja huolimattomasti
Vaaka	Lannerangan ekstension ja lonkan fleksion kontrollointi	M. gluteus medius, m. gluteus maximus, m. adductor magnus, m. obliquus internus & m. obliquus externus	Comerford & Mottram 2012, 186.	- Pelaaja pidättää hengitystä - Lannerangan notko korostuu - Lantio ei pysy vaakatasossa - Takareidessä tuntuu venytyksen tunne

Comerfordin ja Mottrammin (2012) mukaan harjoitteiden suorittamisessa tärkeää on rauhallinen ja jatkuva liike, normaalin hengitysrytmin säilyttäminen sekä liikkeen toteutuminen halutulla liikelaajuudella. Kaikkein tärkeintä on **liikkeen laatu**. Comerford ja Mottram eivät pidä määrää niin tärkeänä, kunhan liikettä tapahtuu tietyn aikaa. Oikean lihasaktiivisuuden tulisi säilyä katkeamattomana korkeintaan 2 minuutin ajan. Oppaan harjoitteita suositellaan tehtäväksi näiden ohjeiden mukaisesti. Jos suorituksen laatu kärsii esimerkiksi liiallisen nopeuden, kuorman tai taitamattomuuden vuoksi, tulee harjoitetta progressiivisesti helpottaa. Suoritus ei saa aiheuttaa kipua. Harjoitteiden progressiivisuus tulee rakentaa hallinnan ja suorituksen laadun kautta.

(Comerfordin & Mottram 2012, 70, 73.) Tarkka yksilöllinen ohjaus on tärkeää joukkuelajeissa, koska harjoittelu väärin tehtynä voi kehittää virheellisiä liikemalleja ja jarruttaa pelaajan kehitystä sekä lisätä loukkaantumiseriskiä (Ahonen & Parkkari 2011, 18).

Simpukka-harjoite ja sen variaatiot (kuviot 10, 11 ja 12) vaativat lantion ja lonkan rotaation kontrollointia. Harjoitteiden lähtöasunnoissa lantion tulee olla neutraalissa asennossa. Liike suoritetaan sellaisella liikelaajuudella, että lantion neutraaliasento säilyy, eikä lantio lähde kiertymään lonkanivelen liikkuesssa. Lantion ja lonkan rotaatiota kontrolloivia lihaksia ovat m. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis, m. psoas majorin anteriorinen osa sekä mm. multifidusten pinnalliset osat. Lonkan abduktoreiden sekä edellä mainittujen lantion rotaation stabiloijien tulee toimia yhteistyössä harjoitteiden aikana. (Comerford & Mottram 2012, 174–175; Sahrman 2002, 425.)



Kuvio 10. 1. tason harjoite, simpukka (Kapustamäki 2018)



Kuvio 11. 2. tason harjoite, kylkimakuulla suoran jalannosto (Kapustamäki 2018)



Kuvio 12. 3. tason harjoite, seisten jalanvienti takaviistoon (Kapustamäki 2018)

Selinmakuulta vuorojaloin jalan kosketuksella maahan, eli jalkojen dippaus-liikkeellä ja sen variaatioilla (kuviot 13, 14 ja 15) harjoitetaan lannerangan ekstension sekä lantion anteriorisen kallistumisen (tiltin) kontrollointia alaraajan liikkeessä (Sahrmann 2002, 411). Harjoitteiden aikana lannerangassa tulee säilyä neutraali asento, jota voi kontrolloida laittamalla kädet lannerangan neutraalin kaaren alle. Käsissä tulisi tuntua harjoitteen ajan sama paineen tuntemus. Jos paineen tunne käsistä vähenee, lantion anteriorinen kallistuminen lisääntyy ja lannerangan ekstension stabiliteetti heikenee. Jos taas paineen tunne käsissä kasvaa, lantion posteriorinen kallistuminen lisääntyy, jolloin pinnallisten lihasten aktiivisuus kasvaa. M. obliquus externus abdominis sekä m. obliquus internus abdominis tulee aktivoitua harjoitteissa, jolloin alimmat kylkiluut ovat painautuneet alaspäin, eivätkä nouse esiin. (Comerford & Mottram 2012, 144–146.)



Kuvio 13. 1. tason harjoite, selinmakuulla jalan dippaus (Kapustamäki 2018)



Kuvio 14. 2. tason harjoite, selinmakuulla suoran jalan dippaus (Kapustamäki 2018)



Kuvio 15. 3. tason harjoite, selinmakuulla ristikkäisen käden ja jalan dippaus (Kapustamäki 2018)

Vaaka-harjoite ja sen variaatiot (kuviot 16, 17 ja 18) harjoittavat lantion rotaation ja lannerangan ekstension hallitsemista. Harjoitteiden aikana lantiossa tulee säilyä

neutraaliasento. M. gluteus maximus vie alaraajaa taaksepäin, m. obliquus externus abdominis sekä m. obliquus internus abdominis sekä pakaralihakset kontrolloivat lannerangan ekstensiota. (Comerford & Mottram 2012, 186–187.)



Kuvio 16. 1. tason harjoite, vaaka jalan liu'utuksella (Kapustamäki 2018)



Kuvio 17. 2. tason harjoite, vaaka ja kosketus maassa olevaan jalkaan (Kapustamäki 2018)



Kuvio 18. 3. tason harjoite, vaaka toinen jalka koukussa (Kapustamäki 2018)

Lapset ja nuoret, joilla on hyvin suunniteltu, organisoitu ja järjestelmällinen harjoitusohjelma auttavat heitä saavuttamaan onnistuneen ja pitkäkestoisen urheilu-uran. Valmentajat, jotka pystyvät perustamaan lasten ja nuorten harjoitukset tutkittuun tietoon sekä huomioimaan anatomisen ja fysiologisen kehittymisen, pystyvät auttamaan urheilijaa saavuttamaan maksimaalisen fyysisen potentiaalin. Kun valmentajat ymmärtävät lapsen ja nuoren fyysistä kehittymistä, he pystyvät käyttämään omaa tietotaitoaan ja kokemustaan kekseliäästi harjoitteiden luomisessa. (Brewer 2011, 163.)

Opasta on koekäytetty kahdessa Keski-Suomen jalkapalloseurassa ja heiltä saadun palautteen perusteella opas muokattiin lopulliseen muotoonsa. Saadun palautteen mukaan opas on selkeä ja havainnollistava, asiasisältö on tiiviisti kerrottu ja helppo ymmärtää ja opasta on luonteva hyödyntää käytännössä. Tämän raportin ja oppaan malleina toimineiden pelaajien vanhemmilta on saatu lupa kuvien ottamiseen ja käyttämiseen tässä kehittämistyössä.

7 Pohdinta

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin PHV:ta ilmiönä ja sen vaikutuksia kasvuikäisen kasvuun ja kehitykseen. Tulokset ovat merkittäviä lasten ja nuorten urheilun kannalta, koska tulosten mukaan PHV:n aikana loukkaantumisriski kasvaa (Kujala 2015, 587; Van der Sluis ym 2014, 353–354; Van der Sluis 2015, 330–331). Tämän opinnäytetyön myötä halutaan tavoittaa suuri määrä kasvuikäisten urheilijoiden kanssa työskenteleviä henkilöitä ja saada heidät huomioimaan pituuskasvun huippuvaihe omassa valmennuksessaan. Tietoisuuden lisääntyessä toimintatapojen muuttuminen mahdollistuu, minkä toivotaan johtavan kasvuikäisten rasitukseen liittyvien vammojen vähenemiseen.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa opas 11–13-vuotiaiden tyttöjen ja 13–15-vuotiaiden poikien valmentajille pituuskasvun huippuvaiheen aikaisesta jalkapallon fyysisestä harjoittelusta. Oppaalla haluttiin lisätä tietoa jalkapallon valmentajapiireissä PHV:sta ja tuoda työkaluja ennen PHV:ta ja PHV:n aikaiseen fyysiseen harjoitteluun sekä luoda koulutusmateriaalia Suomen Palloliitolle. Jotta valmennustyö ympäri Suomen kehittyisi, toimeksiantajan tulee jakaa opasta seuroihin lasten ja nuorten valmentajille.

7.1 Keskeisten tulosten tarkastelu suhteessa alkuosan teoreettiseen viitekehukseen

Kasvupyrähdyksen aikaan lasten ja nuorten alttius vammoille kasvaa, mikä liittyy luuston kasvuun ja kehitykseen. Kehittyvässä luustossa sijaitsevat kasvulevyt ovat luuston heikoin lenkki sen kollageenin ja ruston suuremman määrän vuoksi. Luuta

ympäröivät jänteet ja ligamentit ovat kehittyvää luuta vahvempia, jolloin kasvuikäisillä vauriot luuhun ovat todennäköisempiä kuin pehmytkudoksiin. Kasvava luu ei kestä vetäviä, leikkaavia ja puristavia voimia samalla tavalla kuin kypsä luu. Kasvuikäisillä luun kasvualueisiin kohdistuvat vammat ovatkin yleisiä.

Luiden luutuminen tapahtuu eri aikaan, edeten raajojen kärkiosista tyviosiin ja siitä edelleen selkärankaan. Luut kasvavat lihaksia nopeammin, mikä aiheuttaa räsitusta ympäröiviin kudoksiin, voi häiritä hermolihastoimintaa sekä fyysistä suoriutumista. Muuttuneet kehon mittasuhteet voivat aiheuttaa virheellisiä linjauksia tai vääriä lihasaktivaatioita, jotka voivat johtaa mikrotraumoihin. Kasvuun liittyvien tekijöiden yhdistäminen toistuvaan kuormitukseen saattaa lisätä vammariskiä.

Kasvun aiheuttamat fysiologiset muutokset tulee huomioida harjoittelussa vammojen ennaltaehkäisemiseksi. Jalkapallossa haitallisia, luihin leikkaavia ja vetäviä voimia aiheuttavia suorituksia ovat muun muassa maksimaaliset sprintit, hyppyt sekä terävät suunnanmuutokset. Harjoittelun kokonaiskuormitusta PHV:n aikana tulee keventää niin, että edellä mainittujen, kuormittavien suoritusten tehoa ja määrää vähennetään, mikä vähentää luiden kasvualueisiin kohdistuvaa vetorasitusta.

Luiden kasvun aiheuttama kuormituksen muuttuminen kehossa saattaa johtaa virheellisiin linjauksiin ja hallinnan haasteisiin. PHV:n aikana hallintaharjoitteiden tekeminen on tärkeää, jotta opitaan hallitsemaan jatkuvasti kasvun myötä muuttuva keho. Lantion alueen hyvä hallinta edesauttaa haitallisten leikkaavien voimien hallintaa ja linjausten säilymistä. Vahvat lantion ja vartalon lihakset kestävät kuormitusta paremmin ja ennaltaehkäisevät vammoja.

PHV:n aikainen hallintaharjoittelu voidaan toteuttaa PHV-mittausten perusteella kootulle PHV käynnissä-ryhmälle. PHV-mittausten tulosten perusteella joukkue voidaan

jakaa ryhmiin PHV tulossa, PHV käynnissä ja PHV ohi. Tämän opinnäytetyön mittaus- tulosten perusteella poikien joukkueissa, joiden pelaajat ovat poikien keskimääräi- sessä PHV-iässä, saadaan muodostettua edellä mainitut kolme ryhmää. Jokaisesta joukkueesta löytyi biologisesti aikaisin kehittyviä, keskivertoisesti kehittyviä ja myö- hemmin kehittyviä pelaajia. Tyttöillä vaihtelu oli pienempää, mutta jokaiseen ryh- mään saatiin vähintään yksi pelaaja. Valmentajan voi olla helpompi huomioida tyttö- joukkueessa yksilöt biologisen kehityksen kannalta, koska tyttöillä vaihtelu kehityk- sessä näyttäisi olevan pienempää.

Teoriaa vahvistaen mittaustulosten mukaan poikien keskimääräinen PHV-arvio ikä- vuosina oli 14-vuotta ja tyttöjen 12-vuotta. Mittaustulosten mukaan poikien joukku- eissa keskimääräinen ero PHV:n ajoittumisessa oli 2,7 vuotta ja tyttöillä 1,6 vuotta. Antropometrisissä arvoissa eroja poikien kesken pituudessa oli jopa 40 cm ja pai- nossa 44 kg. Tyttöillä vaihtelu oli pienempää, erojen ollessa pituudessa yli 25 cm ja painossa yli 30 kg. Tulokset kertovat poikien kasvun alkavan myöhemmin ja olevan voimakkaampaa kuin tyttöillä.

Suuret erot kronologisesti saman ikäisten pelaajien kesken näkyvät kentällä epätasai- sina kaksinkamppailutilanteina. Englannissa tehdyssä tutkimuksessa kokeiltiin tur- nausta, jossa pelaajat jaettiin joukkueisiin, joissa pelaajat olivat biologisesti samassa kehitysvaiheessa. Pelaajien kokemuksien mukaan pelit olivat fyysisesti tasaväkisem- piä sekä rohkaisivat pelaamaan teknisemmin ja taktisemmin verrattuna kronologi- sesti saman ikäisten kanssa pelaamiseen. Biologisesti aikaisin kehittyvät pelaajat ko- kivat pelit fyysisemmiksi ja kovatempoisemmiksi vaatien nopeampaa päätöksentekoa ja pallon liikuttamista. He kokivat myös saavansa hyvää harjoitusta tulevaisuuden ko- vempia pelejä varten vastustajien ollessa isompikokoisia ja kehittyneempiä. Myö- hemmin kehittyvät pelaajat kokivat pelit fyysisesti vähemmän haastavammiksi, mutta kokivat pääsevänsä paremmin näyttämään teknisiä ja fyysisiä ominaisuuksi- aan. Myöhemmin kehittyvät kokivat itsensä itsevarmemmiksi biologisesti saman ta- soisten kanssa pelatessaan. (Cumming, Brown, Mitchell, Bunce, Hunt, Hedges, Crane,

Gross, Scott, Franklin, Breakspear, Dennison, White, Cain, Eisenmann & Malina 2017.)

Cummingin ja muiden (2017) tekemän tutkimuksen mukaan joukkueiden jakamisesta biologisen kehityksen vaiheen mukaisesti on hyötyjä, mutta pelaajat itse kokevat tärkeäksi myös kronologisesti saman ikäisten pelaajien kanssa pelaamisen. Tutkimuksessa palautetta turnauskokeilusta antoi pieni otos (16), joten tulokset eivät ole yleistettävissä suurempaan joukkoon, mutta ne antavat suuntaa ja ajattelemisen aihetta. Tutkimukseen osallistuneet olivat poikia, joten tuloksia ei voida yleistää myöskään tyttöihin. (Cumming ym. 2017.) Kehittyisivätkö Suomessa pelaajat enemmän pelatesaan biologisesti saman ikäisiä pelaajia vastaan ja vaikuttaisivatko tasaväkisemmät pelitilanteet harjoittelumotivaatioon?

7.2 Johtopäätökset ja jatkotutkimusehdotukset

Tulosten perusteella todettiin, että kasvuikäiset ovat alttiita traumaattisille loukkaantumisille ja rasitukseen liittyville vammoille. Jalkapalloilijoilla kantapäihin ja polviin kohdistuvat rasitukseen liittyvät vammat ovat yleisiä. Kasvuikäisillä luuston ominaisuuksien vuoksi luuhun ja rustoon kohdistuvat vammat ovat yleisempiä kuin pehmytkudoksiin kohdistuvat vammat. Kuormittavat suoritukset aiheuttavat vetorasitusta kasvualueisiin, mikä liiallisena voi aiheuttaa pelaajalle kiputiloja.

Apofysiitit ovat kasvuikäisillä yleinen rasitukseen liittyvä vaiva, ja niiden esiintymispaikka määräytyy kasvun vaiheen mukaan. Opinnäytetyön tekijät ovat pitäneet opinnäytetyöprosessin aikana kasvuikäisille jalkapalloilijoille fysioterapian vastaanottoa, jossa he ovat todistaneet käytännön vahvistavan teoriaa rasitusvammojen esiintymi-

sen suhteen. Taulukossa 1 on esitelty eri ikävaiheissa esiintyviä apofysiittejä, ja varsinkin 7–13-vuotiailla ilmentyvään Severin tautiin sekä 10–14-vuotiailla ilmenevään Osgood-Schlatterin tautiin liittyvät oirekuvat ovat olleet todella yleisiä vastaanotolla.

PHV:n aikaan nuoret altistuvat traumaattisille vammoille normaalia helpommin, kun taas PHV:n jälkeen nuoret altistuvat yleisimmin rasitusvammoille (Van der Sluis ym. 2014, 353–354; Van der Sluis ym. 2015, 330–331). Tämä voi johtua siitä, kun nuoret harjoittelevat väärin eivätkä valmentajat huomioi harjoittelussa PHV:n aikaisia erityishuomioita. PHV:n aikana vääränlaisesta harjoittelusta aiheutetut vammat ilmenevät vasta PHV:n jälkeen. Myös PHV:n aikana, kun pelaajan kehon mittasuhteet kasvavat aiemmasta, pelaajan linjaukset ja hallinnan puute korostuvat ilman näiden harjoittelua. Tämä vaikuttaa pelaajan eri nivelten kuormitukseen ja voi aiheuttaa rasitusvammoja.

Erytisesti PHV:n aikana vammojen ennaltaehkäisy tulee huomioida harjoittelussa. Käytännössä valmentajan tulee vähentää PHV käynnissä-ryhmän kokonaiskuormitusta, pitkää yhtäjaksoista kuormitusta, loikkia, tärähdyksiä, toistuvia täysivauhtisia sprinttejä, maksimaalisia hyppyjä ja toistuvia leikkaavia käännöksiä. Näiden tilalla harjoittelussa tulee painottaa keskivartalon ja lantion alueen hallintaharjoitteita sekä venyttelyä ja lihashuoltoa. PHV:n kesto on noin vuosi, joten ryhmiin jaottelua tulee hyödyntää tänä aikana. Helpottaisiko ryhmissä harjoittelua se, että aikaisin kypsyvät pelaajat pääsisivät ajoittain harjoittelemaan vanhempien pelaajien kanssa?

PHV-mittausten tulosten perusteella tehty ryhmäjako helpottaa harjoittelun suunnittelua ja biologisen kehityksen huomiointia harjoittelussa. Valmentajat erottelevat mittaustulostaulukosta pelaajat, joilla PHV on edessä, PHV on käynnissä tai PHV on ohi. Harjoittelun suunnittelussa erityisen tärkeää on huomioida ryhmä, joilla PHV on käynnissä, tämän ryhmän suuremman loukkaantumisriskin vuoksi. Myöhemmin kypsyvillä on 7-kertainen riski rasitusvammoihin verrattuna aikaisin kehittyviin (Van der

Sluis ym. 2015, 331), koska he saattavat joutua harjoittelemaan oman biologisen kehityksensä tasoon nähden liian paljon.

Opinnäytetyön tekijät ovat teettäneet oppaaseen valittuja harjoitteita kasvuikäisille nuorille. Opinnäytetyön tuotoksena syntynyt opas on kohdistettu nimenomaan kuvioidissa 6 ja 7 punaisella ympyröidyn ryhmän fyysisen harjoittelun tukemiseen. Kokeilujen perusteella tekijät tekivät havaintoja siitä, miten harjoitteita kannattaisi suorittaa käytännössä. Harjoitteita suositellaan tehtäväksi pienryhmissä, koska suuressa ryhmässä suoritusten tekemistä ja laatua ei pystytä tarkkailemaan riittävästi. Laadun huomioinnin tulee olla keskiössä harjoitteita ohjattaessa, koska harjoitteet saattavat vaikuttaa pelaajista helpommilta mitä ne todellisuudessa ovat. Harjoitteet voi sisällyttää omaan harjoittelukertaan, tai jokaisen henkilökohtaiseen alku- tai loppuverryttelyyn, ja pyrkiä järjestämään harjoitteiden tekemiselle oma aika esimerkiksi pallollisiin harjoituksiin tai ennen pallolisten harjoitteiden alkua. Harjoitteet voi suorittaa myös parin kanssa vuorotellen niin, että toinen parista korjaa suoritusta.

Kasvuikäisillä urheiluvammat syntyvät useasti liian aikaisin aloitetusta yksipuolisesta ja teholtaan kovasta harjoittelusta (Hakkarainen 2009a, 176). Tämän vuoksi on tärkeää huomioida harjoittelun monipuolistaminen ja tehdä muutakin kuin jalkapalloon liittyviä harjoitteita. Muun muassa jooga, voimistelu ja judoharjoittelu voisivat olla osana pelaajan harjoittelua. Kyseisissä liikuntamuodoissa harjoitellaan myös jalkapalloseurille tärkeitä ominaisuuksia, kuten tasapainoa, liikkuvuutta, kestävyyttä ja ketteryyttä. Samalla joukkue ryhmäytyy tiiviimmäksi kokeillessaan mahdollisesti itselleen uutta urheilulajia.

Jatkotutkimusaiheena tälle opinnäytetyölle voisi olla opinnäytetyönä tehtävä tutkimus, jossa tutkittaisiin PHV:n mukaan jaetuissa ryhmissä harjoittelemisen vaikuttavuutta vammoihin. Vaikuttavuutta tutkittaisiin kronologisesti saman ikäisillä ryhmillä käyttäen testiryhmää ja vertailuryhmää. Testiryhmä suorittaisi jalkapalloharjoittelun

aina PHV:n mukaisesti jaetuissa ryhmissä ja harjoittelisi kullekin ryhmälle sopivalla tavalla, kun taas vertailuryhmässä ei huomioitaisi ryhmäjakoja laisinkaan. Testiryhmä voisi hyödyntää tämän opinnäytetyön tuotoksena syntynyttä PHV-opasta. Seurantajakson kesto voisi olla esimerkiksi kuusi kuukautta, jonka aikana seurattaisiin joukkueiden vammojen laatua ja kuormittavuutta. Jokaisen pelaajan vammatilanne kartoitettaisiin seurantajakson alussa ja lopussa esimerkiksi kyselylomakkeen avulla. Tarkoituksena olisi selvittää, hyödyttääkö PHV:n mukaisesti jaetuissa ryhmissä harjoittelu pelaajaa loukkaantumisten ennaltaehkäisyn näkökulmasta.

7.3 Luotettavuus ja eettisyys

Kehittämistoiminnassa luotettavuudella viitataan ensisijaisesti käyttökelpoisuuteen. Kehittämistoiminnan tuottaman tiedon pitää olla todenmukaista sekä hyödyllistä. Käyttökelpoisuus kehittämistulosten näkökulmasta merkitsee kehittämistoiminnan konkreettisen tuotoksen hyödynnettävyyttä. (Toikko & Rantanen 2009, 121–122, 125.) Kehittämistyön luotettavuutta on arvioitu tuotoksen käyttökelpoisuuden ja hyödynnettävyyden näkökulmista koekäytön avulla. Koekäytössä arvioitiin oppaan selkeyttä, rakennetta ja tiedon luotettavuutta. Palautteen perusteella opas on käyttökelpoinen suunniteltuun tarkoitukseensa.

Tässä työssä on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä. Tutkimus on tehty rehellisesti huomioiden huolellisuus ja tarkkuus jokaisessa tutkimuksen vaiheessa. Jokainen vaihe on kokonaisuudessaan toteutettu yksityiskohtaisesti. Mitattavilta on pyydetty kirjallisella lupalapulla lupa PHV-tulosten käyttämiseen. Tulosten julkaisu on tehty avoimesti ja tutkimuksessa on käytetty tieteellisten tutkimuskriteerien mukaisia menetelmiä. Lähteet on merkattu asianmukaisesti plagioinnin välttämiseksi. Lähteiden käytössä on käytetty lähdekritiikkiä kiinnittäen huomiota kirjoittajan arvostettavuuteen, tunnettavuuteen, lähteen alkuperään ja ikään, julkaisijan vastuuseen, lähteen totuudellisuuteen ja puolueettomuuteen. (Hirsjärvi ym. 2009, 23–24, 26, 113–114.)

7.3.1 Kirjallisuuskatsauksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa sen toistettavuus, eli sen tulokset eivät ole sattumanvaraisia (Hirsjärvi ym. 2009, 231). Kirjallisuuskatsauksen vaiheet ovat kuvattu tarkasti, jotta se olisi toistettavissa ja jotta sen luotettavuutta voidaan arvioida (Niela-Vilén & Hamari 2016, 32). Aineiston haku suoritettiin käyttäen luotettavia tietokantoja. Tiedonhaku tuotti enemmän aiheeseen liittyviä hakutuloksia kuin tekijät odottivat, ja tärkeimmät tutkimukset olivat saatavilla tämän opinnäytetyön käyttöön. Valtaosa aineistosta on alle kymmenen vuotta vanhoja, mutta aineistoon valittiin neljä kappaletta vanhempia lähteitä. Vanhempien lähteiden käyttö on perusteltua, joko uudemman tiedon puuttumisen vuoksi, tai koska lähteen tieto on edelleen pätevää. Aineisto on valittu käyttämällä lähdekriittisyyttä. Ammattikirjallisuutta käytettiin teoriaosuudessa tutkimusten ja tieteellisten artikkeleiden lisäksi.

Aineiston luotettavuuden arvioinnissa on hyödynnetty CASP-menetelmää. Luotettavuuden arviointiin valittiin CASP:n systemaattisen katsauksen menetelmä, koska suurin osa tämän työn aineistosta oli kirjallisuuskatsauksia. CASP-menetelmän mukaan tutkimusten arvioinnissa tulee huomioida muun muassa seuraavia asioita; Onko aihe rajattu? Ovatko tekijät käyttäneet aiheeseen sopivia lähteitä? Onko kaikkia oleellisia tutkimuksia käytetty? Onko tutkimusten laatua arvioitu riittävästi? Mikä katsauksen tulos on? Kuinka tarkkoja tulokset ovat? Voidaanko tuloksia soveltaa yleisesti? Onko kaikki lopputulemat huomioitu? (Critical Appraisal Skills Programme 2018.)

Tutkimusten luotettavuutta arvioidessa havaittiin, että suurimmassa osassa on käytetty relevantteja lähteitä ja aihe on rajattu tarkasti. Koska moni katsauksista käsitteli yleistä teoriaa eri aiheista, katsauksen tulokset ovat helposti yleistettävissä. Osassa tutkimuksista laatua ei ollut arvioitu yhtä kattavasti kuin toisissa. Nuoren kasvua ja

kehitystä koskevat tulokset ovat vaikeasti yleistettävissä, koska jokaisen kasvu on hyvin yksilöllistä. Osa tutkimuksista oli vertaisarvioituja, mutta eivät kaikki, mikä heikentää tulosten luotettavuutta.

7.3.2 PHV-mittausten luotettavuus

Tässä työssä on käytetty toimeksiantajan määrittelemää mittaustapaa, Maturity Offset-protokollaa eli PHV-mittauksia. Löydettyjen tutkimusten perusteella toimeksiantajan määrittämä mittari on validi mittaamaan tutkittavaa muuttujaa. Mittaustapa mittaa pituuskasvulle olennaisia muuttujia eli pituutta, painoa ja istumapituutta ja tuottaa tuloksen arvioidusta PHV:n ajankohdasta ikävuosina sekä ”vuosia PHV:hen”-arvon. Uusintamittaukset ovat varma tapa varmistaa mittausten reliabiliteetti. Tämä on kuitenkin käytännössä vaikeaa toteuttaa, etenkin otoksen ollessa suuri. (Kananen 2015, 349.) Uusintamittaukset eivät olleet mahdollisia tämän työn mittauksissa, joten tulosten luotettavuutta pystytään vain arvioimaan varmistamisen sijasta.

Mittausten toteuttaminen on kuvattu tässä työssä tarkasti ja se on toistettavissa kenen tahansa toimesta. Olosuhteet on pyritty vakioimaan, mutta tytöillä ja pojilla on ollut eri mittauspaikka. Tyttöjen otos jäi pieneksi, koska sopivan ikäisiä joukkueita oli vain kaksi. Pienen otoksen vuoksi tyttöjen tulokset eivät ole yhtä yleistettävissä kuin poikien. Mittausten validiteettia on pyritty varmistamaan käyttämällä oikeita mittareita, joita olivat vaaka ja pituusmitta. Käytettyjen mittareiden antamat arvot on varmistettu vertaamalla toisten mittareiden antamiin arvoihin.

Mirwaldin ja muiden (2002, 690) määrittämä mittausprotokolla suosittelee mittaamaan pituuden, painon ja istumapituuden kahteen kertaan ja laskemaan tulosten keskiarvon. Kun opinnäytetyön tekijät mittasivat PHV:ta, aika mitattavan joukkueen kanssa oli rajallinen. Tämän vuoksi mitattavilta mitattiin pituus, paino ja istumapituus

vain kerran mahdollisimman tarkasti, mikä vaikuttaa mittaustulosten luotettavuuteen.

7.4 Oppaan arviointi

Opinnäytetyön pohjalta rakennettiin tutkimustietoon pohjautuen opas 11–13-vuotiaiden tyttöjen ja 13–15-vuotiaiden poikien valmentajille pituuskasvun huippuvaiheen aikaisesta jalkapallon fyysisestä harjoittelusta. Oppaassa kerrotaan perusteita PHV-ilmiolle ja kasvupyrähdyksen aikaisesta fyysisestä kehityksestä. Lisäksi oppaassa kerrotaan, mitä PHV:n aikana tulisi huomioida jalkapallon fyysisessä harjoittelussa. Lopuksi oppaaseen on valittu vammojen ennaltaehkäisyn näkökulmasta oman kehon painolla tehtäviä harjoitteita, joita pelaajat voivat tehdä omassa harjoituksissaan.

Tutkimustiedosta on löydetty perusteita oppaan sisällölle, jotka on kerrottu oppaassa lyhyesti. Oppaan teoriaosuuteen on laitettu kuvia, jotta asiasisältö havainnollistuisi lukijalle helposti. Tekstin määrä on pidetty mahdollisimman lyhyenä, jotta opas olisi helppo- ja kevytlukuista. Harjoitteille on löydetty perusteita ja harjoitteiden merkitys jalkapallossa on myös avattu oppaaseen. Harjoitteet ovat esimerkkiharjoitteita, joita pelaajat voivat omalla kehon painollaan tehdä. Harjoitteista on otettu alku- ja keskiasentokuvat, jotka havainnollistavat harjoitteen tekemistä. Lisäksi jokaisesta harjoitteesta on lyhyesti kerrottu alkuasento ja suoritustekniikka, jotta harjoite tulisi tehtyä mahdollisimman oikeaoppisesti. Harjoitteet voidaan tehdä ilman välineitä ja niitä voi suorittaa missä vain. Oppaan loppuun on vielä lisätty työn keskeisimpiä lähteitä, joista lukija halutessaan voi opiskella aiheesta lisää. Kokonaisuudessaan opas on kompaktin kokoinen, selkeä ja helposti käytettävissä oleva vihkonen, jota toimeksiantaja voi käyttää koulutusmateriaalina ja valmentajat käytännön valmennustyössään.

Lähteet

Ahonen, J. & Parkkari J. 2011. Kokonaisvaltainen harjoittelu parantaa urheilusuoritusta ja ehkäisee vammoja. Teoksessa: Ahonen, J. & Parkkari J. 2011. Liikunta ja tiede. UKK-instituutti. 18–22.

Arnaiz, J., Piedra, T., de Lucas, E. M., Arnaiz, A. M., Pelaz, M., Gomez-Dermit, V. & Canga, A. 2011. Imaging finding of lower limb apophysitis. American Journal of Roentgenology, 196, 3, W316–W325. Viitattu 9.8.2018. Google Scholar.
<https://www.ajronline.org/doi/full/10.2214/AJR.10.5308>

Atanda, A., Shah, S. A., O'Brien, K. 2011. Osteochondrosis: Common causes of pain in growing bones. American family physician, 83, 3, 285–291. Viitattu 9.8.2018.
<https://jyu.finna.fi> American family physician.

Balyi, I., Way, R. & Higgs, C. 2013. Preface. Long-term Athlete Development. Viitattu 10.8.2018. https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=BRLpAAAAQ-BAJ&oi=fnd&pg=PT10&dq=long-term+athlete+development&ots=SrAjQjTV9D&sig=m03PZnaczaoMptkV-bOrNbi-KIBA&redir_esc=y#v=onepage&q=long-term%20athlete%20development&f=false

Berendsen, A. D. & Olsen, B. R. 2015. Review: Bone development. Bone, 80 (2015), 14–18. Viitattu 31.7.2018. <https://jyu.finna.fi> Bone (New York, N.Y.)

Beunen, B. & Malina, R.M. 2008. Growth and biologic maturation: Relevance to athletic performance. Teoksessa: Helge Hebestreit & Oded Bar-Or. 2008. The Young Athlete. Massachusetts: Blackwell. 3–17.

Brewer, C. 2011. Physical and movement skill development. Teoksessa: Stanford, I. 2011. Coaching children in sport. Edited by Stanford, I. New York: Routledge. 139–168.

Brumitt, J. 2010. Introduction to core training. Core assessment and training. United States: Human Kinetics. 1–8.

Comerford, M. & Mottram, S. 2012. Kinetic Control: The Management of Uncontrolled Movement. Chatswood, NSW: Elsevier.

Critical Appraisal Skills Programme 2018. CASP Systematic Review Checklist. Viitattu 4.9.2018 https://casp-uk.net/wp-content/uploads/2018/01/CASP-Systematic-Review-Checklist_2018.pdf

Cumming, S. P., Brown, D. J., Mitchell, S., Bunce, J., Hunt, D., Hedges, C., Crane, G., Gross, A., Scott, S., Franklin, E., Breakspear, D., Dennison, L., White, P., Cain, A., Eisenmann, J. C. & Malina, R. M. 2017. Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation. Journal of Sports Sciences, 36, 2, 1–9. Viitattu 9.8.2018. <https://jyu.finna.fi> PubMed.

- DiFiori, J. P. 2010. Evaluation of overuse injuries in children and adolescents. *Current Sports Medicine Reports*, 9, 6, 372–378. Viitattu 14.5.2018. <https://jyu.finna.fi> PubMed.
- DiFiori, J. P., Benjamin, H. J., Brenner, J. S., Gregory, A., Jayanthi, N., Landry, G. L. & Luke, A. 2014. Overuse injuries and burnout in youth sports: a position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 4, 287–288, 1–15.
- Forsman, H. & Lampinen, K. 2008. Herkkyykskaudet. Laatu käytännön valmennukseen – Oleellisen oivaltaminen tärkeää. 415–416, 440. Lahti: VK-Kustannus.
- Frush, T. J. & Lindenfeld, T. N. 2009. Peri-epiphyseal and overuse injuries in adolescent athletes. *Sports health*, 1, 3, 201–211. Viitattu 9.8.2018. <https://jyu.finna.fi> Sports health (Thousand Oaks, CA).
- Hakkarainen, H. & Nikander, A. 2009. Pitkäjänteisyys ja tavoitteellisuus lasten ja nuorten valmennuksessa. Teoksessa: Hakkarainen, H., Jaakkola, T., Kalaja, S., Lämsä, J., Nikander, A. & Riski, J. 2009. Lasten ja nuorten urheiluvallennuksen perusteet. VK-Kustannus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino. 139–160.
- Hakkarainen, H. 2009a. Nuoren urheilijan terveydenhuolto. Teoksessa: Hakkarainen, H., Jaakkola, T., Kalaja, S., Lämsä, J., Nikander, A. & Riski, J. 2009. Lasten ja nuorten urheiluvallennuksen perusteet. VK-Kustannus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino. 161–191.
- Hakkarainen, H. 2009b. Syntymän jälkeinen fyysinen kasvu, kehitys ja kypsyminen. Teoksessa: Hakkarainen, H., Jaakkola, T., Kalaja, S., Lämsä, J., Nikander, A. & Riski, J. 2009. Lasten ja nuorten urheiluvallennuksen perusteet. VK-Kustannus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino. 73–102.
- Hakkarainen, H. 2015. Urheilijaksi kehittyminen. Teoksessa: Hämäläinen, K., Danskanen, K., Hakkarainen, H., Lintunen, T., Forsblom, K., Pulkkinen, S., Jaakkola, T., Pasanen, K., Kalaja, S., Arajärvi, P., Lehtoviita, T. & Riski, J. 2015. Lasten ja nuorten hyvä harjoittelu. VK-Kustannus. Keuruu: Otavan Kirjapaino. 52–97.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15, 113–114. p. Helsinki: Tammi.
- Häkkinen, K. & Ahtiainen, J. 2016. Maksimivoimaharjoittelu. Teoksessa: Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. 2016. Huippu-urheiluvallennus. Lahti: VK-Kustannus. 250–264.
- Jaakkola, T. 2012. Monipuoliset liikuntataidot. Teoksessa: Finni, J., Aarresola, O., Jaakkola, T., Kalaja, S., Konttinen, N., Kokko, S. & Sipari, T. 2012. Asiantuntijatyö urheilijan polun lapsuusvaiheen määrittelemiseksi tutkimustiedon pohjalta. 2. p. Helsinki: Edita Prima Oy. 25–28.
- Jaakkola, T. 2017. Liikuntataitojen oppiminen. Teoksessa: Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Sääkslahti, A. 2017. Liikuntapedagogiikka. 2. uud. p. Jyväskylä: PS-kustannus. 147–169.

- Jacobson, I. & Tegner, Y. 2007. Injuries among Swedish female elite football players: a prospective population study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 84–91. Viitattu 9.8.2018. <https://jyu.finna.fi> PubMed.
- Kalaja, S. 2017. Fyysinen toimintakyky ja kunto. Teoksessa: Jaakkola, T., Liukkonen, J. & Sääkslahti, A. 2017. *Liikuntapedagogiikka*. 2. uud. p. Jyväskylä: PS-kustannus. 170–184.
- Kananen, J. 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas: Näin kirjoitat opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
- Kangasniemi, M. & Pölkki, T. 2016. Aineiston käsittely: Kirjallisuuskatsauksen ydin. Teoksessa: Stolt, A., Axelin, A. & Suhonen, R. 2016. *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. 2. korj. p. Turku: Turun yliopisto. 80–93.
- Kapustamäki, H. 2018. Harjoitteiden kuvat. Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus.
- Kauranen, K. & Nurkka, N. 2010. Biomekaniikkaa liikunnan ja terveydenhuollon ammattilaisille. Tampere: Tammerprint.
- Kujala, U. 2016. Rasitusvammat. Teoksessa: Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. 2016. *Liikuntalääketiede*. 3–8. p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 580–599.
- Laine, T., Kalaja, S. & Mero, A. 2016. Lasten ja nuorten kasvu ja kehitys sekä niiden yhteys fyysiseen suorituskyykyyn. Teoksessa: Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. 2016. *Huippu-urheiluvalmennus. Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa*. VK-Kustannus. 61–86.
- Lapsen kasvun ja kehityksen huomioiminen. 2009. Suomen Palloliitto. Lastenohjaajakurssi E-taso. Helsinki: Edita.
- Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lätti, S. 2017. *Anatomia ja fysiologia – Rakenteesta toimintaan*. 7. uud. p. Helsinki: Sanoma Pro.
- Leppänen, M., Pasanen, K., Clarsen, B., Kannus, P., Bahr, R., Parkkari, J., Haapasalo, H. & Vasankari, T. 2018. Overuse injuries are prevalent in children's competitive football: a prospective study using the OSTRC Overuse Injury Questionnaire. *British Journal of Sports Medicine*, 0, 1–8. Viitattu 26.8.2018. <https://jyu.finna.fi> British Journal of Sports Medicine.
- Little, N., Rogers, B. & Flannery, M. 2011. Basic science: Bone formation, remodelling and healing. *Surgery (Oxford)*, 29, 4, 141–145. Viitattu 31.7.2018. <https://jyu.finna.fi> Surgery (Oxford).
- Lloyd, R. S. & Oliver, J. L. 2012. The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, 32, 3, 61–72. Viitattu 10.8.2018. <https://jyu.finna.fi> Strength & Conditioning Journal.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D. & De Ste Croix, M. B. A. 2014. Chronological age vs. biological maturation: Implications for exercise programming youth. *Journal of strength and conditioning research*, 28, 5, 1454–1464. Viitattu 10.8.2018. <https://jyu.finna.fi> Journal of strength and conditioning research.

- Magee, D. J. 2014. Orthopedic Physical Assessment. 6. p. Missouri: Elsevier. 649–688.
- Malina, M. R., Rogol, A. D., Cumming, S. P., Coelho de Silva, M. J. & Figueiredo, A. J. 2015. Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British journal of sports medicine*, 49, 13, 852–859. Viitattu 14.8.2018. <https://jyu.finna.fi> *British journal of sports medicine*.
- Malina, R. M. & Beunen, G. 2008. Growth and maturation: Methods of monitoring. Teoksessa: Helge Hebestreit & Oded Bar-Or. 2008. *The Young Athlete*. Massachusetts: Blackwell. 3–17.
- Malina, R. M. 2008. Skill acquisition in childhood and adolescence. Teoksessa: Helge Hebestreit & Oded Bar-Or. 2012. *The Young Athlete*. Massachusetts: Blackwell. 96–111.
- Merkel, D. L. & Molony, J. T. Jr. 2012. Recognition and management of traumatic sports injuries in the skeletally immature athlete. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7, 6, 691–704. Viitattu 14.8.2018. <https://jyu.finna.fi> *International Journal of Sports Physical Therapy*.
- Mero, A. & Jouste, P. 2016. Nopeusharjoittelu. Teoksessa: Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. 2016. *Huippu-urheilualmennus*. Lahti: VK-Kustannus. 242–249.
- Mills, K., Baker, D., Pacey, V., Wollin, M. & Drew, M. K. 2016. What is the most accurate and reliable methodological approach for predicting peak height velocity in adolescents? A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Viitattu 26.6.2018. <https://jyu.finna.fi> PubMed.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A. & Beunen, G. P. 2002. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports Exercise*, 34, 4, 689–694. Viitattu 16.8.2018. <https://jyu.finna.fi> *Medicine & Science in Sports Exercise*.
- Myer, G. D., Chu, D. A., Brent, J. E. & Hewett, T. E. 2008. Trunk and Hip Control Neuromuscular Training for the Prevention of Knee Joint Injury. *Clinical Sport Medicine*. 2008. Viitattu 16.8.2018. <https://jyu.finna.fi> PubMed.
- Niela-Vilén, H. & Hamari, L. 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa: Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2016. *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. 2. korj. p. Turku: Turun yliopisto. 23–34.
- Palloliitto. N.d. Suomen Palloliitto. Viitattu 10.4.2018. <https://www.palloliitto.fi/jal-kapaloperhe/palloliitto>
- Pasanen, K. 2015. Liikuntavammojen ehkäisy. Teoksessa: Hämäläinen, K., Danskanen, K., Hakkarainen, H., Lintunen, T., Forsblom, K., Pulkkinen, S., Jaakkola, T., Pasanen, K., Kalaja, S., Arajärvi, P., Lehtoviita, T. & Riski, J. 2015. *Lasten ja nuorten hyvä harjoittelu*. VK-Kustannus. Keuruu: Otavan Kirjapaino. 187–193.
- Platzer, W. 2015. *Color Atlas of human anatomy: in 3 Volumes*. Volume 1, Locomotor system. 7. p. Stuttgart: Thieme.

- Sahrmann, S. A. 2002. *Diagnosis and Treatment of Movement Impairment Syndromes*. St Louis, Missouri: Mosby, Inc.
- Sand, O., Sjaastad, Ø. V., Haug, E. & Bjålie, J. G. 2015. *Ihminen: fysiologia ja anatomia*. 8.–12. p. Helsinki: Sanoma Pro.
- Seppänen, L., Aalto, R. & Tapio, H. 2010. *Nuoren urheilijan fyysinen harjoittelu*. Jyväskylä: WSOYpro Oy.
- Sherar, L. B., Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G. & Thomis, M. 2005. Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *The Journal of Pediatrics*, 147, 4, 508–514. Viitattu 6.9.2018. <https://jyu.finna.fi> PubMed.
- Shim, K. S. 2015. Pubertal growth and epiphyseal fusion. *Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism*, 20, 1, 8–12. Viitattu 2.8.2018. <https://jyu.finna.fi> Annals of Pediatric Endocrinology & Metabolism.
- Stafford, I. 2010. *Coaching for long-term athlete development: To improve participation and performance in sport*. 4. p. Coachwise Business Solutions.
- Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa: Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. 2016. *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. 2. korj. p. Turku: Turun yliopisto. 7–22.
- Stratton, G. & Oliver, J. L. 2014. The impact of growth and maturation on physical performance. Teoksessa: Lloyd, R. S. & Oliver, J. L. 2014. *Strength and conditioning for young athletes: science and application*. New York: Routledge. 3–18.
- Thesleff, I. & Salminen, M. 2015. Luut ja rustot. *Kehitysbiologia*. Duodecim Oppiportti. Viitattu 2.8.2018. http://www.oppiportti.fi/op/kbi00106/do?p_haku=mesenkymaaliset%20kantasolut#q=mesenkymaaliset%20kantasolut
- Toikko, T. & Rantanen, T. 2009. *Tutkimuksellinen kehittämistoiminta: Näkökulmia kehittämisprosessiin, osallistamiseen ja tiedontuotantoon*. 2. p. Tampere: Tampereen Yliopistopaino.
- Tuomi, J. & Sarajärvi, A. 2018. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Uudistettu laitos. Helsinki: Tammi.
- Van der Sluis, A., Elferink-Gemser, M. T., Coelho-e-Silva, M. J., Nijboer, J. A., Brink, M. S. & Visscher, C. 2014. Sport Injuries Aligned to Peak Height Velocity in Talented Pubertal Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 35, 4, 351–355. Viitattu 5.9.2018. <https://jyu.finna.fi> PubMed.
- Van der Sluis, A., Elferink-Gemser, M., T., Brink, M., S. & Visscher, C. 2015. Importance of Peak Height Velocity Timing in Terms of Injuries in Talented Soccer Players. *International Journal of Sports Medicine*, 36, 4, 327–332. Viitattu 5.9.2018. <https://jyu.finna.fi> PubMed.
- Virtanen, N. 2018. *Fysioterapeutti*. Keski-Suomen valmennuskeskuksen koordinaattori. Suomen Palloliitto ry. Haastattelu 27.9.2018.

Vleeming, A., Schuenke, M. D., Masi, A. T., Carreiro, J. E., Danneels, L. & Willard, F. H. 2012. The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications. *Journal of Anatomy*, 221, 6, 537–567. Viitattu 3.10.2018.

<https://jyu.finna.fi> PubMed.

Vuori, I. 2016. Liikunta lapsena ja nuorena. Teoksessa: Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. 2016. Liikuntalääketiede. 3–8. p. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. 145–170.

Walker, B. 2014. Urheiluvammat – ennaltaehkäisy, hoito, kuntoutus ja kinesioteipaus. Saarijärvi: VK-Kustannus.

Liitteet

Liite 1. Palautelomake PHV-oppaasta

Vastaa seuraaviin kysymyksiin ympäröimällä sopivin vaihtoehto. Alla on selitetty numeroiden merkitykset. HUOM. Lapun toisella puolella avoimet kysymykset. Täytä palautelomake perjantaihin 19.10. mennessä ja palauta valmennuspäällikölle.

- 1= täysin eri mieltä
 2= osittain eri mieltä
 3= en osaa sanoa
 4= lähes samaa mieltä
 5= täysin samaa mieltä

1. Opas oli helppolukuinen ja selkeä.

1 2 3 4 5

2. Opas oli sopivan pituinen.

1 2 3 4 5

3. Opasta oli helppo hyödyntää käytännön valmennuksessa.

1 2 3 4 5

4. Ymmärsin oppaassa esitetyt asiasällöt ja koen oppineeni jotain uutta.

1 2 3 4 5

5. Ymmärsin perusteet pituuskasvun huippuvaiheen aikaiselle fyysiselle harjoittelulle.

1 2 3 4 5

6. Oppaassa oli tarpeeksi perusteita pituuskasvun huippuvaiheen aikaiselle fyysiselle harjoittelulle.

1 2 3 4 5

7. Aion hyödyntää tulevaisuudessa valmista opasta valmennuksessa.

1 2 3 4 5

Mitä kehitettävää oppaassa on?

Mitä hyvää oppaassa on?

Muuta palautetta:

Liite 2. PHV-mittausten laskukaavat

Poikien PHV:n laskukaava:

$$(-9.236 + (0.0002708 * \text{jalan pituus} * \text{istumapituus}) + (-0.001663 * \text{ikä} * \text{jalan pituus}) \\ + (0.007216 * \text{ikä} * \text{istumapituus}) + (0.02292 * \text{paino} / \text{pituudella}))$$

Tyttöjen PHV:n laskukaava:

$$(-9.376 + (0.0001882 * \text{jalan pituus} * \text{istumapituus}) + (0.0022 * \text{ikä} * \text{jalan pituus}) + \\ (0.005841 * \text{ikä} * \text{istumapituus}) + (-0.002658 * \text{ikä} * \text{paino}) + (0.07693 * (\text{paino} / \text{pituudella})))$$

Liite 3. Esimerkki seurojen käyttämästä PHV-lupalapusta

Päivämäärä:	Nimi:	Sukupuoli:
Sosiaaliturvatunnus (Sotu):	Laji:	Ammatti/Opiskelen:
Osoite:		
Omalääkäri:		
Valmentaja:	Lähiomainen (+ puhelinnumero)	

Annan suostumukseni PHV-tarkastustietojeni (pituuskasvun huippuvaiheen) luovuttamiseen hoitosuhteeni niin edellyttäessä lääkäriaseman, Palloliiton valmentajien tai seuran valmentajien organisaatiossa toimivien hoitooni osallistuvien terveydenhuollon ammattihenkilöiden välillä:

kyllä **ei**

Annan suostumukseni tarkastustietojeni luovuttamiseen valmennuksellisin perustein

a. henkilökohtaiselle valmentajalle: **kyllä** **ei**

b. seuran valmennuspäällikölle: **kyllä** **ei**

Paikka ja aika: _____ . _____ **20**

Allekirjoitus: _____

Alaikäiseltä huoltajan allekirjoitus ja nimenselvennys