

**JUNIORIJALKAPALLOILIJOIDEN NOPEUS- JA
NOPEUSVOIMAOMINAISUUDET PITUUSKASVUN HUIPPUVAIHEEN AIKANA**

Mikael Stöckell

Valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2022

TIIVISTELMÄ

Stöckell Mikael. 2022. Juniorijalkapalloilijoiden nopeus- ja nopeusvoimaominaisuudet pituuskasvun huippuvaiheen aikana. Liikuntabiologia, valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma, 55 s.

Biologinen kehitys, kuten pituuden ja painon lisääntyminen sekä niiden ajoittuminen vaikuttavat huomattavasti juniorijalkapalloilijoiden fyysiseen suorituskyykyyn ja pelaajien välisiin yksilöllisiin eroihin. Nämä tulisi osata huomioida päivittäisessä harjoittelussa vuodesta toiseen. Tutkimuksen tarkoituksena oli vertailla, miten biologinen kehittyminen ja pituus-painosuhte vaikuttavat pelaajien nopeuden ja nopeusvoimaominaisuuksien kehittymiseen. Tavoitteena oli samalla arvioida keskimääräistä kehitysnopeutta murrosiässä.

Tutkimus toteutettiin retrospektiivisesti Eerikkilän jalkapallon valmennus-, tutkimus- ja kehitystoiminnan keskuksen kanssa. Yhteensä tutkimukseen osallistua 233 juniorijalkapalloilijaa. Kaikki koehenkilöt olivat poikia. Eerikkilässä on toteutettu juniorijalkapalloilijoille nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksiin keskittyviä kenttätestejä ja antropometrisia mittauksia. Pelaajien kehittymistä arvioitiin kahden eri mittauskerran välillä.

Tutkimuksessa koehenkilöt jaoteltiin neljään eri ryhmään heidän pituuskasvun huippuvaiheen mukaan. Kaikki ryhmät kehittivät tilastollisesti merkitsevästi nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksia mittaavissa testeissä. Biologisesti vanhimmat saavuttivat kaikissa muista testeissä paitsi suunnanmuutostestissä suurimman kehitysnopeuden, mutta kehityksen kehitysnopeus ei eronnut muiden ryhmien kehitysnopeudesta tilastollisesti merkitsevästi missään testissä. Kronologisen iän muutos, pituus ja paino korreloivat systemaattisesti eri testituloksien kanssa. Osa korrelaatioista oli tilastollisesti merkitseviä.

Biologinen kehittyminen vaikuttaa huomattavasti juniorijalkapalloilijoiden fyysiseen suorituskyykyyn ja testituloksiin, varsinkin murrosiässä pituuskasvun huippuvaiheen aikana. Paikallisiin urheiluopistoilla ja alueiden isoimmilla seuroilla tulee olla resursseja kouluttaa ja jakaa tietoa PHV:sta ja sen vaikutuksista päivittäiseen harjoitteluun, testituloksiin ja juniorijalkapalloilijoiden kokonaisvaltaiseen kehittymiseen. Lisäksi tulisi pystyä hyödyntämään PHV:n aikana ja jälkeen olevat herkkyyskaudet. Tässä tutkimuksessa pääpaino oli kokonaan fyysisessä suorituskyykyssä, tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista tutkia esimerkiksi biologisen kehittymisen, varsinkin pituuskasvun huippuvaiheen vaikutuksia taito-ominaisuuksiin.

avainsanat: *biologinen kehittyminen, pituuskasvun huippuvaihe, juniorijalkapalloilija, fyysinen suorituskyyky, nopeus, nopeusvoimaominaisuudet*

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 OTTELUANALYYSI.....	2
2.1 Hyökkäyksen teknis-taktiset toimet.....	2
2.2 Puolustuksen teknis-taktiset toimet.....	3
2.3 Otteluanalyysi tulevaisuudessa.....	4
3 PIENPELI.....	6
3.1 Kentän koko pienpelissä.....	6
3.2 Iän, kokemuksen ja teknisen taitotason vaikutus.....	8
3.3 Havaintomotoriikka pienpelissä.....	8
4 TEKNISET JA TAKTISET TOIMET JALKAPALLOSSA.....	10
5 FYYSINEN SUORITUSKYKY.....	12
5.1 Pelaajien liikkuminen otteluiden aikana.....	12
5.2 Intensiivisyys pienpeleissä.....	14
5.3 Kestävyys- ja suorituskyky pienpelissä.....	15
5.4 Toistuvien sprinttien suorituskyky.....	16
5.5 Hermolihasjärjestelmän suorituskyky pienpelissä.....	17
5.5.1 Nopeus.....	17
5.5.2 Ketteryys.....	18
5.5.3 Suunnanmuutoskyky.....	19
5.5.4 Voimaominaisuudet.....	21
5.6 Valmennus.....	22

6	JUNIORIJALKAPALLOILIJOIDEN SUORITUSKYVYN ARVIOINTI	23
7	TUTKIMUSKYSYMYKSET	25
7.1	Tutkimuksen tarkoitus	25
7.2	Tutkimuskysymykset ja hypoteesit	25
8	METODIT	27
8.1	Tutkimussuunnitelma	27
8.2	Koehenkilöt	27
8.3	Mittausmenetelmät	28
8.3.1	Antropometria.....	28
8.3.2	Nopeustesti	28
8.3.3	Kevennyshyppy	29
8.3.4	Ketteryystesti	29
8.3.5	Suunnanmuutosjuoksu.....	30
8.4	Tilastolliset menetelmät.....	30
9	TULOKSET	32
9.1	Nopeus 10 m.....	32
9.2	Nopeus 30 m.....	33
9.3	Kevennyshyppy	35
9.4	Ketteryys.....	36
9.5	Suunnanmuutosjuoksu.....	38
10	POHDINTA.....	42
11	JOHTOPÄÄTÖKSET	47
	LÄHTEET	48

1 JOHDANTO

Jalkapallo on joukkuelaji, jossa yhdistyy moni fyysinen osa-alue teknisiin taitoihin, joita suoritetaan eri intensiteeteillä (Gometti ym. 2001). Fyysisesti heikompi pelaaja tekee helpommin virheitä teknisessä suorittamisessa, mikä voi olla ratkaisevaa pelin kannalta (Mohr ym. 2003). Jalkapalloilijoille keskeisiä taitoja voidaan tarkastella esimerkiksi otteluanalyyseillä, jotka voidaan pilkkoa pienempiin osiin, kuten teknis-taktiseen, psyykkiseen ja fysiologiseen analyysiin (Sarmiento ym. 2014). Teknis-taktinen analyysi on tapa, jolla voi tallentaa pelissä tapahtuvat suoritukset, jotta oleellinen informaatio voidaan arvioida pätevästi ja johdonmukaisesti (Hanlon 2015). Teknis-taktisessa analyysissä käsitellään hyökkääjien ja puolustajien tekniset sekä taktiset toimet. Teknisiä toimia ovat muun muassa syöttäminen, laukominen ja riisto. Taktisia toimia ovat esimerkiksi vastahyökkäykset ja puolustuksen vetäytymiset. (Sanchez ym. 2019.) Jalkapallossa vaaditaan lisäksi räjähtävää suorituskykyä, kuten lyhyitä juoksuja, hyppyjä, taklauksia, potkaisemista, suunnan vaihtamista ja kaksinkamppailujen voittamista (Gometti ym. 2001).

Pienpeleistä on tullut suosittu harjoitusmenetelmä pallopeleissä, koska niissä on mahdollista kehittää samanaikaisesti useita fyysisen osa-alueen elementtejä sekä lajikohtaisia taitoja ja tekniikoita. Fyysinen suorituskyky on yksi avainelementeistä suurimassa osassa jalkapallon tapahtumissa. Säännöllisillä fyysisillä harjoituksilla lajiharjoitusten lisäksi parannetaan korkean nopeuden lajispesifejä suorituksia. (Ramos ym. 2017.)

Tämän tutkielman tarkoituksena on verrata nuorten jalkapalloilijoiden teknis-taktisten suoritus-ten kehittymistä pienpelissä. Pelaajien teknis-taktista suorittamista arvioidaan ennen ja jälkeen kahdeksan viikkoa kestäväen harjoitusohjelman. Tarkoitus on löytää yhteyksiä fyysisen sekä teknis-taktisen suorituskyvyn välillä. Tavoitteena on erityisesti peilata fyysisten tulosten kehittymistä samanaikaiseen teknisten ja taktisten muuttujien kehittymiseen.

2 OTTELUANALYYSI

Otteluanalyysistä on tullut hyvin tärkeä joukkueurheilussa. Sen tärkein päämäärä on ymmärtää tekijöitä, jotka takaavat menestymisen peleissä. (Carling 2010.) Jalkapallossa otteluanalyysin on tarkoitus erottaa erilaiset tekniset, taktiset, psyykkiset ja fysiologiset tekijät (Carling 2010; Drust ym. 2007). Jalkapallossa pelisuorituskyky on moniulotteinen ja se jakaantuu edellä mainittuihin osatekijöihin (Stolen ym. 2005). Videosta johdettu objektiivinen arvio tarjoaa pelitilanteessa tapahtuvaan arviointiin verrattuna analyyttisempää, realistisempaa ja tarkempaa tietoa joukkueen sekä pelaajien suorituskyvystä pelin aikana (Vergonis ym. 2019).

Muutaman viime vuoden aikana on tapahtunut vallankumous otteluanalyyseissä. Uusi lähestymistapa arvioida suorituskykyä on kehittynyt erityisesti kaupallisessa jalkapallossa. Muutosta on kiihdyttänyt teknologian kehitys ja urheilupelien kattavuus mediassa. Verrattuna pelkkään videoanalyysiin pelaajakohtainen data-analysointi mahdollistaa paljon syvemmän analyysin. (Memmert & Dain 2018).

Nykyaikainen otteluanalyysi koostuu paljon muustakin kuin perinteisistä pelin osatekijöistä, kuten pallonhallinasta, syötöistä ja kuljetusta kokonaisuutena (Bradley ym. 2013; Dellal ym. 2011). Viimeaikaiset tutkimukset osoittavat, että edellä mainituilla osatekijöillä ei pystytä ennustamaan voittoja tai häviöitä. Nykyään käytetään paljon enemmän pelaajakohtaisia ja paikkakohtaisia tietoja, mikä on mahdollistunut entistä tarkempien mittauslaitteiden avulla. Esimerkiksi päälle puettavat mittauslaitteet mahdollistavat runsaan datan keräämisen. Tarkka mittaus pelaajista ja pallon liikkeistä mahdollistaa vielä aiempaa dynaamisemman ja monimutkaisemman mittauksen pelistä. (Memmert & Dain 2018).

2.1 Hyökkäyksen teknis-taktiset toimet

Hyökkäyksen teknisiä toimia ovat syöttö, onnistunut kuljetus, epäonnistunut kuljetus ja kuljetusten kokonaismäärä, joka kattaa sekä onnistuneet että epäonnistuneet kuljetukset. Hyökkäyksen teknisiin toimiin lasketaan myös laukaukset, jotka jaotellaan 1) laukauksiin, joilla tehdään

maali, sekä 2) laukauksiin, jotka osuvat maalia kohti (Sanchez ym. 2019.) Lisäksi teknisiin toimiin lasketaan haltuunotot (Lehto ym. 2013).

Teknis-taktisessa analyysissä onnistuneiksi syötöiksi kirjataan hyökkäyspelissä omille pelatut syötöt sekä syötönkatkosta tai pallonriistosta jollain kehon osalla omalle joukkueelle tarkoituksella pelattu pallo. Epäonnistuneeksi syötöksi merkitään hyökkäyssyötön epäonnistuminen tai puolustustilanteen syöttö, jota ei saada pelattua omille. (Lehto ym. 2013.)

Onnistuneessa kuljetuksessa tulee olla vähintään kolme kosketusta ja kuljetuksen tulee edetä selvästi johonkin suuntaan. Tilanteet, joissa ohitetaan vastustajan pelaaja, merkitään myös kuljetuksiksi. (Lehto ym. 2013.)

Haltuunotossa pelaaja käyttää yhden tai useamman kosketuksen ennen seuraavaa teknistä suoritusta. Haltuunoton jälkeen seuraa siis kuljetus, syöttö tai laukaus. Epäonnistuneessa haltuunotossa pallon saa vastustaja, pallo karkaa yli rajojen tai vastustaja saa käsivirheen vuoksi vapaa- tai rangaistuspotkun. Haltuunoton voi toteuttaa oman joukkueen tai vastustajan suorituksesta. (Lehto ym. 2013.)

Hyökkäyksen taktisia toimia ovat yhdistetty, suora ja vastahyökkäys. Yhdistetyssä hyökkäyksessä syötetään vähintään seitsemän syöttöä, ja tilanne päättyy maalintekomahdollisuuteen. Suorassa hyökkäyksessä pallo saadaan nopeasti lähelle vastustajan maalia ja tilanne päättyy maalintekopaikkaan. Vastahyökkäyksessä pallo saadaan riistettyä vastustajalta, mistä päästään nopeasti maalintekotilaisuuteen. (Sanchez ym. 2019.)

2.2 Puolustuksen teknis-taktiset toimet

Puolustuksen teknisiä toimia ovat riisto, keskeytys ja taklaus. Riistossa katkaistaan vastustajan syöttö. (Sanchez ym. 2019.) Riistoksi eli syötönkatkoksi merkitään tilanne, jossa vastustaja pyrkii katkaisemaan hyökkäävän joukkueen syötön ennen kuin vastaanottava pelaaja saa pallon kosketusta. Hyökkäävän joukkueen syöttö voi tulla maata pitkin tai ilmassa, ja se on voitu antaa myös erikoistilanteesta, kuten kulma- tai vapaapotkusta. Syötönkatkon lopputulos jaetaan

kolmeen kategoriaan: 1) pallo saadaan katkon vuoksi omalle joukkueelle, 2) katkoyrityksen jälkeen pallo jää vastustajalle, 3) pallo menee katkon jälkeen rajojen yli. (Lehto ym. 2013.)

Keskeytyksessä häiritään pelaajaa niin, että peli keskeytyy. Taklauksessa pallo riistetään vastustajan pelaajalta. (Sanchez ym. 2019.) Pallonriisto tapahtuu yleensä palloa suojaavalta tai kuljettavalta pelaajalta. Toisin sanoen pallonriistossa puolustava pelaaja yrittää saada pallon pois hyökkäävältä pelaajalta sen jälkeen, kun hyökkäävä pelaaja on koskenut palloon vähintään kerran. Pallonriistoja tehdään myös epäonnistuneen haltuunoton seurauksena. (Lehto ym. 2013.)

Puolustuksen taktisia toimia ovat vetäytyminen, paineistaminen ja korkea prässä. Vetäytymisessä pelaajat ovat vetäytyneet suojaamaan alueet, jotka ovat lähellä heidän maaliaan. Paineistamisessa pelaaja menettää pallon, mutta saa sen heti takaisin. Korkeassa prässissä pelaajat peittävät alueet, jotka ovat lähellä vastustajan maalia. (Sanchez ym. 2019.)

2.3 Otteluanalyysi tulevaisuudessa

Perinteisiä muuttujia sisältävät analyysit, kuten syöttöjen määrä tai esitysmuodot, kuten lämpökartat, antavat melko rajallisesti informaatiota jalkapallo-ottelusta. Tarkemmat suorituskykyindikaattorit ovat tulleet urheiluun jäädäkseen. Ne perustuvat tieteellisiin data-analyyseihin. Otteluanalyysit sisältävät fysiologisia, teknisiä ja taktisia muuttujia tarkasti validoituna, määriteltynä ja kontrolloituna, ja niiden avulla päästään muokkaamaan joukkueen ja yksilöiden harjoittelua. Tulevaisuudessa tullaan todennäköisesti kehittämään vielä enemmän suorituskykyä mittaavia tekijöitä, jotka pyritään validoimaan tarkasti. Mitattavia kohteita ovat esimerkiksi yksilön paineistamistyylit ja joukkueen taktinen käyttäytyminen, kuten aluekontrolli vastustajan 16 m alueella. (Mimmert & Dain 2018).

Ensimmäinen indikaattori on tilakontrolli. Tilakontrollissa koko kenttä on jaettu alueisiin, jota yksittäinen pelaaja hallitsee. Segmentin raja menee siinä, mihin asti pelaaja ehtii ennen muita pelaajia. Toinen indikaattori on ulos pelatut vastustajat. Tämä indikaattori arvioi syötön tehokkuuden varsinkin vertikaalisuunnassa. Kolmas indikaattori on paineistamisindeksi. Kaikkien

pelaajien keskiarvonopeus kertoo, miten puolustava joukkue liikkuu pallon menetyksen jälkeen. Mittaukset tehdään kolmessa eri aikapisteessä: 1) välittömästi pallon menetyksen jälkeen, 2) useiden sekuntien jälkeen, kun pallo on menetetty ja 3) kun pallo on saavuttanut tietyn pisteen menetyksen jälkeen. (Memmert & Dain 2018).

3 PIENPELI

Nuorilla pelaajilla pienpeli mahdollistaa korkean intensiteetin harjoittelun sekä teknisten taitojen oppimisen (Clemente ym. 2012). Pienpeleissä kentän koosta ja pelin säännöistä on useita erilaisia variaatioita. Tämä aktivoi pelaajien ongelmanratkaisuprosessin korkean intensiteetin harjoituksen aikana. (Olthof ym. 2015.)

Pienaluepelejä käytetään useissa eri ikäluokissa riippumatta siitä, mikä on pelaajien taito- ja kilpailutaso (Clemente ym. 2012). Epälineaarinen, useista komponenteista muodostuva ja dynaaminen luonne joukkueurheilussa tuo usein vaikeuksia luoda tarpeeksi haastavia oppimisympäristöjä (Fleay ym. 2018). Suosittu strategia on ollut käyttää pienpelejä, joissa tämä dynaaminen vuorovaikutus teknisen, fyysisen ja havainnoinnin välillä saa uusia muotoja (Corvino ym. 2014). Pienpeleissä pystyy yksinkertaistamaan jalkapallon kaottista peliluonnetta ilman, että pelin dynaamisuus ja monimutkaisuus katoavat. Pienpeleissä manipuloidaan pelimuotoa, kentän kokoa, maalintekoa, sääntöjä, työ-leposuhdetta ja valmentajien palautetta. Valmentajat yleisemmin keskittyvät manipuloimaan kentän kokoa ja pelaajien määrää. Esimerkiksi isommalla pienpelikentällä pelaajat saavuttavat todennäköisesti korkeammat juoksunopeudet. (Fleay ym. 2018).

3.1 Kentän koko pienpelissä

Pienaluepelejä luokitellaan ”hyvin pieni”, ”pieni”, ”keskikokoinen” ja ”suuri”-muotoisiin peleihin. Pienellä alueella on yleensä kahdesta neljään pelaajaa molemmilla puolin. Keskikokoisessa pelissä on molemmilla puolilla viidestä kahdeksaan pelaajaa. Suurella alueella pienpelissä on yhdeksästä yhteentoista pelaajaa. (Owen ym. 2014).

Fleay ym. (2018) tutkimuksessa pelattiin ”pienellä”, ”keskikokoisella” ja ”suurella” kentällä pienpelejä. Tutkimuksen tarkoitus oli määrittää, miten kentän koon manipulointi vaikuttaa teknisiin ja fyysisiin muuttujiin. Pienen kentän koko oli 20 x 30 m. Keskikokoisen kentän koko oli 30 x 40 m ja suurikokoisen kentän koko oli 40 x 50 m. Pienellä ja keskikokoisella kentällä saatiin enemmän käännöksiä ja heittoja suhteessa isoon kenttään. Taulukossa 1. nähdään, että pienellä

kentällä saatiin enemmän taklauksia suureen kenttään. Suurella kentällä saatiin kuljettua pidempi absoluuttinen matka ja suhteellinen matka. Siellä saatiin myös suurempi maksiminopeus juoksussa, pelaajan kuormitus ja juoksumatka yli 4,16 m/s nopeudella kuljettuna. Tulokset osoittavat, että valmentajat voivat käyttää näitä tuloksia teknisen osaamisen jaksottamiseen ja fyysisen kuorman periodisointiin. Kun halutaan harjoitteluun paljon havainnointia ja teknistä osaamista, esimerkiksi kauden ollessa käynnissä, voidaan käyttää pienen kentän pienaluepelejä. Suuren kentän pienaluepelejä voi puolestaan käyttää, kun halutaan suurempaa fyysistä rasitusta, esimerkiksi ennen kauden alkua. (Fleay ym. 2018.)

TAULUKKO 1. Muuttujat (keskiarvo \pm keskihajonta) jokaiselle pienpelille kentän koon mukaan (Fleay ym. 2018).

Muuttuja	Kentän koko		
	Pieni	Keskikokoinen	Suuri
Taklaus †	5,6 \pm 1,7	4,7 \pm 2,4	4,1 \pm 2,3
Kääntyminen †‡	3,9 \pm 1,6	3,5 \pm 1,2	2,4 \pm 1,4
Riisto	1,1 \pm 1,4	1,0 \pm 0,9	0,6 \pm 0,8
Maalit	2,6 \pm 1,3	2,1 \pm 1,0	2,1 \pm 0,9
Kokonaismatka †‡*	153,7 \pm 9,7	176,8 \pm 18,8	195,9 \pm 15,6
Suhteellinen matka †‡*	150,9 \pm 9,7	170,2 \pm 16,4	184,0 \pm 10,8
Maksimi nopeus †‡*	19,2 \pm 1,2	21,2 \pm 1,0	22,1 \pm 1,3
Pelaajan kuormitus †‡*	19,5 \pm 0,4	20,8 \pm 0,4	22,1 \pm 0,4
Hidas hölkkä, matka †‡*	89,6 \pm 3,4	82,8 \pm 4,6	76,6 \pm 4,2
Nopea hölkkä, matka †‡*	9,0 \pm 2,9	13,9 \pm 3,7	18,2 \pm 3,2
Juostu matka †‡*	1,2 \pm 0,9	3,2 \pm 1,3	5,0 \pm 2,0

† Merkitsevä ero ”pienen” ja ”suuren” kentän välillä ($p \leq 0.05$). ‡ Merkitsevä ero ”keskikokoisen” ja ”suuren” kentän välillä ($p \leq 0.05$), * Merkitsevä ero ”pienen” ja ”keskikokoisen” kentän välillä ($p \leq 0.05$).

Pienempi kenttä johtaa pienempiin etäisyyksiin pelaajien välillä ja tällöin kovempaan paineeseen pallolliselle. Pienemmällä kentällä tulee enemmän taklauksia, kuljetuksia, syöttöjä, hallussapitoa ja riistoja. Pieni kenttä lisää siis pelaajan teknisiä toimia. Jos toisaalta halutaan harjoitella pallon hallussapitoa, on järkevämpää käyttää isoa kenttää. Mikäli kenttää manipuloi-

daan siten, että siitä tehdään lyhyt, saadaan enemmän laukauksia ja maalintekotilanteita. Pitkällä kentällä saadaan enemmän syöttöjä ja pallon hallussapitoaikaa. (Clemente & Sarmiento 2020.)

3.2 Iän, kokemuksen ja teknisen taitotason vaikutus

Pienpelissä menestymiseen ja tekniseen suorittamiseen vaikuttavat ikä, kokemus, tekniset taidot ja taktinen osaaminen (Praca ym. 2016). Taitavammat ja vanhemmat pelaajat suorittavat pienpelissä enemmän teknisiä toimia kuin vähemmän taitavat tai nuoremmat pelaajat (Clemente & Sarmiento 2020). Tutkijat havaitsivat, että kokeneemmat pelaajat tekivät pidempiä hyökkäysjaksoja, joissa syöteltiin enemmän, minkä lisäksi pelaajat ottivat palloon useampia kosketuksia kuin vähemmän kokeneet pelaajat. Vähemmän kokeneet pelaajat rakensivat hyökkäyksiä perustuen yksilön suorituksiin, vastaavasti kokeneet pelaajat perustivat hyökkäyksensä pallonhallintaan ja useamman pelaajan varaan. (Almeida ym. 2013.)

Machado ym. (2019) huomasivat, että vanhemmat pelaajat suorittivat enemmän yksilöllisiä toimia sekä laukauksia kuin nuoremmat pelaajat. He myös havaitsivat tutkimuksessaan, että pelaajat, joilla määritettiin olevan parempi taitotaso, syöttivät kovempaa kuin vähemmän taitavat.

3.3 Havaintomotoriikka pienpelissä

Pienpelissä on tärkeä kehittää pelaajien havaintomotoriikkaa (Hilla-Haas ym. 2009). Casamichana & Castellano (2010) tutkivat erikokoisten pienpelien vaikutusta havaintomotoriikkaan. Motoristen suorituksen tiheys kasvoi, kun kentän koko pieneni. Tulos oli samankaltainen kuin muissa vastaavissa tutkimuksissa. Taulukossa 2. nähdään, että kentän koon kasvaessa ”kontrolli ja kuljetus” ja ”pallon purkaminen” -toimien määrä kasvoi. Kentän koon pienentyessä suoritettiin enemmän ”kontrolli ja syöttö” -toimia. Hodgson ym. (2017) mukaan kentän pienempi koko vähentää aktiivista pelitilaa, mikä vaatii pelaajia tekemään nopeampia päätöksiä sekä toimittamaan jalkapallon vaatimia taitoja korkeammalla tiheydellä. Cashaminan & Castellanon (2010) tutkimukseen verrattuna tämä pitää osakseen paikkansa, mutta isommalla kentällä näyttäisi tulevan enemmän tiettyjä teknisiä toimia, kuten kuljetuksia.

TAULUKKO 2. Kentän koon vaikutus motorisiin toimiin pienaluepelissä (Camaschina & Castellano ym. 2010).

Päätös	Pieni kenttä	Keskikokoinen kenttä	Iso kenttä
Kontrolli	1,7 ± 1,7	1,8 ± 1,3	2,8 ± 0,9
Kontrolli ja kuljetus	1,7 ± 0,8	4,5 ± 1,5	5,2 ± 1,7
Kontrolli, kuljetus ja syöttö	14,2 ± 4,2	13,8 ± 5,5	10,2 ± 6,5
Kontrolli ja syöttö	18,7 ± 4,3	16,8 ± 6,1	14,5 ± 6,6
Kontrolli ja laukaus	2,2 ± 1,7	1,8 ± 1,6	5,0 ± 2,4
Kontrolli, syöttö ja laukaus	1,0 ± 0,6	1,5 ± 1,97	2,5 ± 0,5
Yhden kosketuksen syöttö	9,0 ± 5,6	11,3 ± 2,9	10,3 ± 3,3
Pallon purkaminen	2,3 ± 1,0	3,8 ± 2,6	8,0 ± 2,9

4 TEKNISET JA TAKTISET TOIMET JALKAPALLOSSA

Jalkapallopelissä tilanteet vaihtuvat nopeasti, eikä niitä pysty varmuudella ennustamaan etukäteen. Tämä luo prosessin, joissa tilanteita tulee osata ratkaista nopeasti. Prosessissa tulee olla hyvät tekniset ja taktiset taidot. Taktisella ymmärryksellä on suora vaikutus pelaajan taktiseen käyttäytymiseen, koska pelin luonne vaihtuu jatkuvasti, mikä vaatii hyvää päätöksentekokykyä (Praca ym. 2016).

Useat tutkijat ovat tutkineet harjoittelun vaikutusta pelaajien taitotasoihin (Aquino ym. 2017). Esimerkiksi taito laukoa ja syöttää perustuu segmenttien väliseen koordinaatioon. Tämä taito laskee jalkapallo-ottelun sekä voimaharjoittelun jälkeen. Voimaharjoittelu ja lihasväsymys aiheuttavat negatiivisen vaikutuksen kehon motoriseen koordinaatioon, joka johtaa taidon heikentymiseen hetkellisesti ja siten vähentää teknisten suoritusten onnistumista. (Guilherme ym. 2015.) Siten onnistuneiden lyhyiden syöttöjen määrä vähenee toisella puoliajalla (Rampini ym. 2009).

Kirjallisuuden mukaan taktista osaamista voidaan mitata kahdella tavalla, deklaratiiivisella ja menettelytapatuntemuksella. Deklaratiivinen tuntemus tarkoittaa, että pelaaja tietää, mitä tekee. Menettelytapatuntemus puolestaan tarkoittaa, että tietää, miten se tehdään. Pienpeli tarjoaa oikean ottelun kaltaisia tilanteita, joissa tulee tehdä jatkuvasti taktisia päätöksiä jokaisessa spesifissä tilanteessa ja usein paineen alla, jolloin on vähän aikaa. (Praca ym. 2016.) Tutkimuksissa on esimerkiksi havaittu, että kokeneet ja erinomaiset pelaajat pystyvät ennustamaan tarkasti vastustajan liikkeitä ja tekemään taktisesti oikeita päätöksiä näiden ennustuksien pohjalta (Roca ym. 2011). Sarmiento ym. (2014) tutkimuksen mukaan menestyneillä joukkueilla onkin korkea maalintekoprosentti suhteessa lauottuihin laukauksiin kohti maalia, minkä lisäksi ne suorittivat enemmän toimia pallon kanssa, enemmän syöttöjä, taklauksia ja kuljetuksia verrattuna heikommin menestyneisiin joukkueisiin.

Taito liikkua pallon kanssa korkealla intensiteetillä on ratkaisevaa pelissä menestymisen kannalta. Ottelussa pelaajat liikkuvat noin 1,2–2,4 % pallon kanssa, eli noin 119–286 m kuljetusta

kokonaismatkasta. Vähiten pallon kanssa liikkuvat hyökkääjät ja keskuspuolustajat. Eniten palloa kuljettavat laitimmaisesti keskikenttäpelaajat. (Di Salvo ym. 2007.) Hyökkääjillä ja laitakeskikenttäpelaajilla nopeus haltuunottohetkellä on suurempi kuin muilla pelipaikoilla. Näille pelaajille pyritään pelaamaan enemmän syöttöjä juoksuihin, jolloin pyritään vastustajan ohittamiseen sekä maalipaikkojen luomiseen. (Lehto & Vänttinen 2010). Vuoden 2006 jalkapallon MM-kisojen tilastoinnin pohjalta, että hyökkäyssuoritukset onnistuivat useammin kuin puolustussuoritukset. Hyökkäyssuorituksesta eniten tehtiin syöttöjä, ja puolustussuorituksissa suurin osa oli taklauksia ja syötönkatkoja. (Lehto & Vänttinen 2010.)

Arslan ym. (2020) tutkivat viiden viikon kestävästä korkean intensiteetin juoksuharjoittelusta (HIIT-ryhmä) sekä pienpeliharjoittelun vaikutusta fyysiseen suoritukseen sekä tekniseen suorittamiseen nuorilla jalkapalloilijoilla. Pienpeliryhmä paransi tuloksiaan huomattavasti enemmän ketteryydestä ja teknistä suoritusta mittavissa testeissä kuin HIIT-ryhmä. Pallon käyttäminen harjoittelussa, joka sisältää kiihdytyksiä ja suunnanmuutoksia, on siten hyvin tärkeää. Tämä luo prosessin, jossa pelaajien tekninen suorittaminen paranee, pallo luo havainnointielementin peliin ja pelaajien taktinen älykkyys paranee.

5 FYYSINEN SUORITUSKYKY

Pienpeleistä on tullut suosittu harjoitusmenetelmä pallopeleissä, koska siinä on mahdollista kehittää samanaikaisesti useita fyysisen osa-alueen elementtejä sekä lajikohtaisia taitoja ja teknikoita. Fyysinen suorituskyky on avainelementtejä suurimassa osassa tapahtumia jalkapallossa. Säännöllisillä fyysisillä harjoituksilla lajiharjoitusten lisäksi parannetaan korkean nopeuden lajispesifejä suorituksia. (Ramos ym. 2017.)

Perinteisesti jalkapalloilijan suorituskykyä on arvioitu laboratorio-olosuhteissa muun muassa Wingaten anaerobisella testillä. Nouseva trendi on kuitenkin ollut käyttää kenttätestejä pelaajan fyysisen suorituskyvyn arviointiin, esimerkiksi YOYO-IR testiä ja toistettujen sprinttien määrätestiä. Näillä fyysisillä testeillä on useita erilaisia tarkoituksia, kuten arvioida yksittäisesti pelaajien fyysisiä vahvuuksia ja heikkouksia, tutkia harjoitusinterventtioiden vaikutusta ja vammoista parantumista sekä arvioida nuoria pelaajia ja seurata heidän kehitystään (Svensson & Dust 2005).

5.1 Pelaajien liikkuminen otteluiden aikana

Jalkapallo-ottelussa pelaajat liikkuvat keskimäärin 10–11 km. Huippuarvot ovat 13–14 km. Pelaajista eniten liikkuvat keskikenttäpelaajat ja vähiten keskuspuolustajat. Toisella puoliajalla liikutaan vähemmän kuin ensimmäisellä. (Lehto & Vääntinen 2010.) Toisella puoliajalla tapahtuu väsymystä, koska pelaajilla on allaan ensimmäisen puoliajan fyysinen rasitus. Väsymistä on havaittu niillä pelaajilla, jotka liikkuvat ensimmäisellä puoliajalla keskimääräisesti enemmän muuhun joukkueeseen nähden. (Rampini ym. 2007.) Ottelun luonne, joukkueen taktiikka sekä pelaajan fyysinen kunto vaikuttavat yksittäisen pelaajan kulkemaan matkaan eri jaksoilla (Lehto ym. 2010).

Italian, Englannin, Ranskan ja Espanjan liigoissa on havaittu, että pelaajien suorituskyvyssä tapahtuu lasku pelin toisella puoliajalla (Vigne ym. 2010; O'Donoghue ym. 2001; Carling & Dupont 2011; Di Salvo ym. 2007). Lasku, joka tapahtuu pelaajien kuljetussa kokonaismatkassa, korkean ja hyvin korkean intensiteetin juoksuissa, on yhteydessä pelaajien juoksumatkoihin

ensimmäisellä puoliajalla. Kun pelaajilla on intensiteetiltään korkea ensimmäinen puoliaika, toisen puoliajan kokonaismatka laskee. Kun ensimmäinen puoliaika ei ole intensiteetiltään korkea, toisella puoliajalla korkean intensiteetin suorittaminen ei laske ja hyvin korkean intensiteetin juoksut jopa lisääntyvät. Rampini ym. (2009) havaitsivat, että Italiassa liigan pelaajat saivat vähemmän onnistuneita syöttöjä perille toisella puoliajalla, minkä lisäksi pallon hallussapito aika laski.

Vastustajan pelimuoto vaikuttaa merkittävästi joukkueen omiin taktisiin ja teknisiin elementteihin sekä pelimuotoon. Fyysiset ja tekniset vaatimukset ovat erilaisia eri pelipaikoilla, joka voi antaa mahdollisuuden vielä parempaan ja tarkempaan harjoitteluun jalkapalloilijoilla. Menestyneemmän joukkueen pelaajat suorittavat pelin aikana pidemmän kokonaismatkan pallon kanssa, myös korkean intensiteetin juoksuilla. (Sarmiento ym. 2014.)

Moreira ym. (2016) peluuttivat 15-vuotiaita huipputaso junioripelaajia kaksi kahdeksan minuuttia kestävästä jaksosta. Välissä oli passiivinen kolmen minuutin palautus. Jaksot jaettiin neljän minuutin jaksoihin. Fyysisen suorituskyvyn muuttujat sisälsivät kokonaismatkan, sprintit, kiihdytykset ja jarrutukset. Lisäksi määritettiin metabolinen teho, joka on välitön energian menetys kiihdytyksissä ja jarrutuksissa. Impulssi laskettiin määrittämällä ajat, jotka oltiin jokaisella eri sykkeen osa-alueella (alue 1 \geq 50% - 60%; alue 2 \geq 60% - 70%; alue 3 \geq 70% - 80%; alue 4 \geq 80% - 90% ja alue 5 \geq 90% - 100%). Kaikki fyysisen suorituskyvyn mittarit laskivat merkittävästi ensimmäisestä jaksosta neljännenteen jaksoon. Näyttäisi siltä, että pienpeleissä tapahtuu samanlaista väsymistä kuin oikeassa jalkapallopelissä. Toisin sanoen kokonaismatkassa havaitaan laskua pelijaksojen välillä, ja pelaajille alkaa kertymään fyysistä rasitusta.

Taulukossa 3. on esitelty, että esimerkiksi kokonaismatka laski 596 metristä 462 metriin. Kiihdytykset ja jarrutukset laskivat tasaisesti jokaisella pelijaksolla. Sprinttien määrä laski ensimmäisen jakson 13:sta neljännenteen jakson 7,6:een. Impulssin arvosta näkee, että pelaajien sykkeet nousivat tasaisesti pelijaksojen välillä. (Moreira ym. 2016.)

TAULUKKO 3. Fyysisen suorituskyvyn lasku pienpeleissä huipputason juniorijalkapalloilijoilla (Moreira ym. 2016).

Fyysinen suorituskyky	1. neljännes	2. neljännes	3. neljännes	4. neljännes
Kokonaismatka (m)	596 ± 92	489 ± 58	543 ± 42	462 ± 44
Kiihdytykset (n)	19,2 ± 3,9	13,5 ± 3,9	14,3 ± 3,7	11,3 ± 4,0
Jarrutukset (n)	11,7 ± 3,1	8,8 ± 3,0	9,1 ± 2,4	8,5 ± 2,8
Sprintit (n)	13 ± 3	9,1 ± 2,5	9,1 ± 2,7	7,6 ± 2,8
Kehon kuormitus (AU)	14,9 ± 3,7	11,1 ± 4,0	12,5 ± 3,1	10,3 ± 2,6
Metabolinen teho (W/kg)	13,5 ± 0,9	10,9 ± 1,5	12,1 ± 1,1	10,2 ± 1,1
Impulssi (AU)	13,2 ± 4,5	15,0 ± 5,4	14,5 ± 4,4	15,7 ± 4,5

5.2 Intensiteetti pienpeleissä

Jalkapallossa suurin osa liikkumisesta tapahtuu matalalla intensiteetillä, mutta kyky toimia korkealla intensiteetillä on kriittinen menestymisen kannalta. Ottelun aikana pelaajat suorittavat keskimäärin 1300 erilaista liikettä eri nopeuksilla. Vaihdos intensiteetissä tapahtuu 4–5 sekunnin välein. Yhden maksimaalisen spurtin kesto on keskimäärin kaksi sekuntia. Näitä spurteja suoritetaan ottelun aikana noin 30–40 kappaletta. Korkean intensiteetin liikkeiden välillä on 35–60 sekunnin tauko. (Mohr ym. 2003; Andersson ym. 2010.)

Valmentajat voivat arvioida harjoituskuormaa kahdella tavalla, tarkastelemalla sisäistä ja ulkoista kuormitusta. Sisäistä kuormitusta voi arvioida muun muassa sykkeen, laktaatin ja koetun rasituksen eli RPE-taulukon avulla. Ulkoista kuormitusta voi arvioida muun muassa kokonaismatkan, matalien, kohtalaisten ja korkeiden intensiteetin sprinttien määrällä. (Köklü ym. 2017.)

Köklü ym. (2017) halusivat selvittää tutkimuksessaan eri pituisten pienpelien vaikutusta nuorten pelaajien sisäiseen ja ulkoiseen rasitukseen. Pelaajat olivat iältään 17 ± 1 -vuotiaita. Kaikki pienpelit kestivät 12 minuuttia. Kontrolliryhmän peli kesti 1 x 12 min, intervalliryhmän 6 x 2 min, keskipitkän pelin kesto oli 3 x 4 min ja pisimmän pelin ryhmällä 2 x 6 min. Pienpelit

pelattiin 4vs4-pelimuodolla. Tulokset osoittivat, että pelin kestolla oli vaikutusta sykkeeseen, laktaattiin sekä koettuun rasitukseen. Nämä tulokset havainnollistavat, että valmentajien tulisi ottaa huomioon pelin kesto, kun suunnitellaan pienaluepelejä nuorille pelaajille. Lisäksi tulisi mitata sisäistä ja ulkoista kuormitusta, jotta ollaan varmoja, että käytetyt pienpelit sopivat harjoitustavoitteisiin.

Taulukossa 4 on esitelty pelin keston mukaan prosenttiosuus maksimisykkeestä, laktaattiarvot ja koettu rasitus. Köklü ym. (2017) havaitsivat tutkimuksessaan, että pienpelin pidentyessä syke kasvaa lähemmäs maksimisykettä samalla, kun laktaatti ja koettu rasitus laskevat. Mahdollisia syitä tälle ovat, että korkeat ulkoiset kuormat lyhyessä 6 x 2 min 1:1 työ-palautussuhteella johtavat korkeampiin laktaatteihin ja koettuun rasitukseen. Toinen mahdollinen syy on, että lyhyissä pienpeleissä pelaajat pystyvät suorittamaan enemmän korkean intensiteetin teknisiä toimia, kuten nopeita kuljetuksia ja taklauksia.

TAULUKKO 4. Prosenttiosuus maksimisykkeestä, laktaattiarvot ja koettu rasitus pienpelin keston mukaan (Köklü ym. (2017)).

Muuttuja	Pienpeli			
	6 x 2 min	3 x 4 min	2 x 6 min	1 x 12 min
% Maksimi sykkeestä	84,8 ± 3,0	87,0 ± 3,7	87,5 ± 2,9	91,8 ± 2,9
Laktaatti (mmol/l)	7,9 ± 2,2	7,0 ± 2,2	6,2 ± 1,6	7,5 ± 1,8
RPE (1–10)	5,2 ± 1,3	4,1 ± 1,0	3,1 ± 0,9	4,5 ± 0,7

5.3 Kestävyysuorituskyky pienpelissä

Monessa urheilulajissa pienpeliä käytetään aerobisen ja anaerobisen suorituskyvyn parantamiseen. Pienpelin on havaittu saavan aikaan samoja fysiologisia adaptaatioita kuin intervalliharjoituksen. (Delall ym. 2012.) Valmentajien suunnitellessa pienpeliä, joka kehittää aerobista kestävyttä, tulee ottaa huomioon muuttujat, jotka vaikuttavat pelin intensiteettiin. Tähän vaikuttavat pelaajien lukumäärä, kentän koko, pelin säännöt, maalivahtien läsnäolo ja valmentajien kannustaminen (Djaoui 2017; Halouani ym. 2014; Koklu ym. 2015.) Valmentajien tulee ottaa

huomioon myös pelin kesto, maalien koko ja työ-leposuhde (Koklu ym. 2015; Mallo ym. 2008; Malone ym. 2019).

Stevens ym. (2016) osoittivat kohtalaista korrelaatiota Yo-YoIR2-testin ja 6vs6-pienpelin välillä kokonaismatkassa, vahvaa korrelaatiota nopean vauhdin, yli 14,4 km/h kuljetussa kokonaismatkassa, sekä vahvaa korrelaatiota nopeiden kiihdytysten, yli 2 m/s² välillä. Owen ym. (2020) tutkivat 5vs5-pienpelin käyttöä aerobisen suorituskyvyn kehittämisessä huipputasoin aikuisilla jalkapalloilijoilla. Lisäksi he halusivat selvittää pienpelin juoksu- ja Yo-YoIR1-testin välisiä yhteyksiä. He havaitsivat hyvin vahvoja yhteyksiä pienpelin ja Yo-YoIR1-testin välillä. Kokonaismatkalla pienpelissä ja Yo-YoIR1-testissä näyttäisi olevan hyvin vahva yhteys. Lisäksi löydettiin vahvoja yhteyksiä kokonaisajassa, joka vietettiin vähintään 85 % maksimisykkeestä.

Owenin ym. (2020) mukaan 5vs5-pienpeli toimii hyvin ja aikaa säästävasti huipputasoin jalkapalloilijoiden aerobisen suorituskyvyn kehittämisessä. Johdonmukaiset yhtäläisyydet pienpelin ja YoYoIR1-testin välillä osoittavat, että pienpeli toimii hyvin aika-ajoin lajityyppisen aerobisen suorituskyvyn kehittämisessä. Kilpailukauden aikana voi olla haastavaa löytää aikaa maksimaalisen aerobisen suorituskyvyn ylläpitoon, jolloin pienpeliä voidaan käyttää tähän tarkoitukseen.

5.4 Toistuvien sprinttien suorituskyky

Jalkapalloilijat suorittavat otteluiden aikana lukuisia korkealla nopeudella tehtäviä juoksuja lyhyillä palautuksilla. Pelaajat liikkuvat pelin aikana keskimäärin 11 km ja tästä 3–5 % juoksemalla korkealla intensiteetillä. (Di Salvo ym. 2007.) Toistettavien sprinttien suorituskyky on monimutkainen fyysinen ominaisuus, joka liittyy hermolihasjärjestelmän suorituskykyyn, kuten lihasten jäykkyyteen ja motoristen yksiköiden aktivointiin sekä aineenvaihduntaan, kuten fosfokreatiinin uudelleenmuodostumiseen ja vetyionien puskuroimiseen. Maksimaalisella hapenottokyvyllä on havaittu olevan yhteys toistettavien sprinttien suorituskykyyn. (Girard ym. 2011.) Yhteys voi olla siinä, että korkeampi maksimaalinen hapenottokyky mahdollistaa nope-

amman fosfokreatiinin uudelleenmuodostumisen (Tomlin ym. 2001). Se mahdollistaa paremman vetyionien puskuroinnin sprinttien välissä (Girard ym. 2011). Näin ollen parempi maksimaalinen hapenotto kyky nopeuttaa palautumista ja parantaa suorituskyykyä kaiken kaikkiaan (Bodganis ym. 1996). Näyttäisi siltä, että pienpeleistä saadaan intensiteetiltään tarpeeksi kuormittavia, jotta ne rasittavat riittävästi anaerobista aineenvaihduntaa, jolloin toistuvien sprinttien suorituskyyky parantuu. Pienpeleissä palautukset ovat myös lyhyitä, mikä edesauttaa anaerobisen suorituskyyvyn parantumista. (Bujalance-Moreno ym. 2018.)

5.5 Hermolihasjärjestelmän suorituskyyky pienpelissä

Pienpeleissä juoksunopeus on ollut eniten tutkittu muuttuja. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että pienpeleissä tulee arvioida myös kiihdytyksiä ja jarrutuksia, jotta saadaan todellinen fysiologinen kuorma arvioitua. Näin voidaan arvioida suorituksen vaikutuksia energiasysteemeihin ja hermolihasjärjestelmään. (Guadino ym. 2014.)

Rebelo ym. (2016) tutkivat 4vs4 ja 8vs8 fysiologisia vaikutuksia. He havaitsivat, että 4vs4-peli on vaativampi hermolihasjärjestelmän suorituskyyvylle. 4vs4-pienpelin jälkeen pelaajien laktaattitasot olivat korkeammalla. 4vs4-pelissä laktaatit olivat $6,56 \pm 1,23$ mmol/l ja 8vs8-pelin jälkeen $4,59 \pm 1,48$ mmol/l. Pelaajat kokivat itsensä väsyneemmiksi 4vs4-pelin jälkeen. Sprinttisuorituskyyky laski 5 metristä ja 15 metriin juoksutesteissä, toisin kuin 8vs8-pelin jälkeen. 8vs8-pelissä juostaan enemmän korkealla intensiteetillä. (Rebelo ym. 2016.) Näyttäisi siltä, että 4vs4-peli sopii paremmin, kun halutaan kehittää pelaajien teho-ominaisuuksia.

5.5.1 Nopeus

Nopeus on tärkeä ominaisuus jalkapallossa, ja se ilmenee monella eri tavalla. Jalkapalloilija tarvitsee reaktionopeutta, räjähtävää nopeutta ja liikkumisnopeutta. Reaktiivisuus tarkoittaa kykyä reagoida nopeasti johonkin ärsykkeeseen. Tarkemmin määriteltynä se tarkoittaa aikaa, joka kuluu ärsykkeestä toiminnan alkamiseen; esimerkiksi kauanko jalkapalloilijalla kuluu aikaa ensimmäiseen askeleen ottamiseen, kun hänen tulee katkaista syöttö. Räjähtävä nopeus tarkoittaa mahdollisimman nopeasti tuotettua lyhytaikaista liikesuoritusta, joka tuotetaan kerran.

Esimerkiksi jalkapallossa räjähtävää nopeutta tarvitaan vapaapotkussa, maalivahdin heittäytymistorjunnassa tai hyppäämisessä. Liikkumisnopeus tarkoittaa nopeaa siirtymistä. Se voi tarkoittaa nopeutta kiihdytysvaiheessa, vakinopeuden vaiheessa tai nopeuden vähentymisen vaiheessa. (Mero ym. 2016, 242.)

Monean ym. (2017) mukaan nopeus, taito ja lajispesifinen voima ovat tärkeimpiä fyysisiä tekijöitä jalkapallossa. Näiden täsmällinen vaikutus suorituskykyyn yhdistettynä teknistaktiseen harjoitteluun on laadukkaan harjoittelun edellytys eri ikävaiheissa ja sarjatasolla.

5.5.2 Ketteryys

Paremmat jalkapalloilijat pystyvät erottamaan kehon asennoista, mitä vastustaja aikoo tehdä. Kehon asennot toimivat vihjeenä näköaistille ja sitä kautta päätöksenteolle. (Young ym. 2015.) Huipputason jalkapalloilijat eivät ole olleet parempia kuin amatööritason pelaajat, kun on vertailtu reaktioaikaa yleiseen ärsykkeeseen, kuten valoon (Williams ym. 1998). Esimerkiksi australialaiset huipputason jalkapalloilijat olivat parempia reagoimaan videonauhalla näkyvään hyökkääjän suunnanmuutokseen kuin yleiseen valoärsykkeeseen (Henry ym. 2011; Young ym. 2011). Tämä löytö havainnollistaa, että kognitiivinen ominaisuus reagoida nopeasti on lajispesifinen enemmän kuin yleinen reagointiominaisuus (Young ym. 2015).

Tomas ym. (2014) ovat keränneet ketteryyden määritelmiä yhteen. Heidän löydöksiensä mukaan ketteryys on kyvykkyyttä säilyttää kehon asento, kun vaihdetaan nopeasti suuntaa. Ketteryys on kokonaisuus tehoa, nopeutta, tasapainoa ja koordinaatiota. Barnes ym. (2007) määrittävät ketteryyden riippuvan kahdesta tekijästä: ensimmäinen on havainnointiin ja päätöksentekoon liittyvät tekijät ja toinen on mekanismit, jotka liittyvät suunnanmuuttamiseen.

Little & Williams (2005) havaitsivat, että kiihdyttäminen, maksimaalinen nopeus ja ketteryys ovat suhteellisen erillisiä toisistaan. Kun työskennellään ammattilaisten kanssa, tulisi jokaiselle osa-alueelle teettää spesifit testit sekä harjoitukset. Ketteryystesti erottaa huipputason pelaajat amatööritason pelaajista paremmin kuin suunnanmuutostestit, mikä kertoo siitä, että kognitii-

vinen elementti ketteryydessä on tärkeä. Tutkimukset näyttävät, että voimaharjoittelu on siirtynyt suunnanmuutoskyvyksi, mutta ei ketteryydeksi. Näyttäisi siltä, että reaktiivinen elementti tulisi sisällyttää ketteryyden harjoittamiseen, testaamiseen ja tutkimiseen. Pienpelien on arvioitu parantavan ketteryyttä. (Young ym. 2015.)

5.5.3 Suunnanmuutoskyky

Jalkapallossa liikutaan eniten suoraan eteenpäin. Englannin Valioliigaotteluihin perustuvassa analyysissä käy ilmi, että keskikenttäpelaajat liikkuvat muihin pelaajiin nähden eniten eteenpäin ja puolustajat liikkuvat muita enemmän sivuittain ja takaperin. Käännöksiä pelin aikana tulee noin 700 kertaa, puolustajilla eniten. Suurin osa käännöksistä on alle 90°. Yli 180° käännöksiä tulee hyvin vähän. Mielenkiintoista on, että yli 20 % liikkeistä tapahtuu ilman selvää liikesuuntaa, kuten suurin osa hypyistä. Tavallisimpia suorituksia ovat kiihdytykset ja jarrutukset matalilla nopeuksilla. (Bloomfield ym. 2007.) Loukkaantumisen riski kasvaa kiihdytyksissä ja jarrutuksissa. Esimerkiksi nivel- ja lihasvammat tapahtuvat usein kiihdytyksen jälkeisessä jarrutusvaiheessa, jolloin reiden ja pohkeen lihakset työskentelevät eksentrisesti (Carling ym. 2010). Harjoittelun olisi tärkeä sisältää eksentristä voimaharjoittelua sekä spesifejä jarrutusharjoitteita, joilla pyrittäisiin ehkäisemään vammoja (Lehto & Vänttinen 2010).

Suunnanmuutoksen sisältäessä useita hidastuksia, kiihdytyksiä, askelien ja vartalon asennon jatkuvaa säätämistä, rajoittuu mahdollisuus parantaa suunnanmuutoskykyä suorilla sprinteillä. Sen sijaan ketteryydestä havaittiin 2,3 % parannus samalla, kun suorassa nopeudessa havaittiin 2,9 % parannus. Ketteryydestä sisälsi kaksi loivaa kääntymistä, kun vastaavasti suunnanmuutoskykytesti sisälsi viisi tiukkaa käännöstä. Tämä havainnollistaa, kuinka suoran juoksemisen hyödyt katoavat, kun suunnanmuutoksesta tulee monimutkaisempi. (Young ym. 2001.) Suunnanmuutoskyky eroaa ketteryydestä siinä, että se luokitellaan suljetuksi taidoksi. Suunnanmuutoksessa liikevaste on päätetty etukäteen, jolloin esimerkiksi havaitsemiseen ja päätöksentekoon vaikuttavia kognitiivisia taitoja ei tarvita suunnan vaihtamiseen. Suunnanmuutoskykyyn vaikuttavat pääasiallisesti alaraajojen voimantuotto ja jarrutus tilanteessa ja kiihdytyksessä. Lisäksi erityisesti kiihdytykseen vaikuttavat alaraajojen tehontuotto ja ensimmäisten askelien frekvenssi sekä pituus. (Sheppard & Young 2006.)

Interventiotutkimukset ovat osoittaneet, että pienpeleihin pohjautuvat harjoitusohjelmat ovat tehokas menetelmä jalkapallon spesifeissä liikkeissä, kuten suunnanmuutoskyvyssä amatööri- ja huipputason pelaajilla (Bujalance-Moreno ym. 2018). Tutkijat ehdottavatkin, että pienpeli on tehokas työkalu pelaajille simuloimaan oikean pelin kaltaisia tilanteita sekä parantamaan fyysistä suorituskkyä (Bujalance-Moreno ym. 2018).

Otteluanalyysit ovat osoittaneet, että pelaajat suorittavat merkittävän määrän suunnanmuutoksia korkealla intensiteetillä käyttäen melko useita erilaisia käänöskulmia. Suunnanmuutoskyky voi siis olla ratkaiseva pelin lopputuloksen kannalta. Kykyä suorittaa yhtäkkisiä ja ennalta-arvaamattomia suunnanmuutoksia voidaan pitää loogisesti validisena suorituskkytekijänä jalkapallossa iästä, kilpailutasosta ja sukupuolesta riippumatta. Pienpelit voivat olla hyviä kehittämään nuorten pelaajien ketteryyttä ja suunnanmuutosta, koska ne simuloivat oikean ottelun suorituskkytekijöitä. Etenkin pelaajamäärän, kentän koon ja sääntöjen vaihtelu luovat uusia pelin kaltaisia tilanteita, ja ovat siten elintärkeitä pelaajien päätöksenkkyyn kehittämiseksi.

Chaouachi ym. (2014) tutkivat suunnanmuutosjuoksujen ja pienpelien vaikutusta ketteryyteen ja kykyä suunnanmuutoksiin. Huipputason nuoret pelaajat jaettiin satunnaisesti joko suunnanmuutos- tai pienepliryhmään. Testipatteristo sisälsi 30 m juoksutestin, 10 m ja 20 m väliajalla. Suunnanmuutoskykyä testattiin 15 m juoksulla ilman palloa ja pallon kanssa, 10–8–8–10 testillä sekä zig-zag testillä. Ketteryyttä testattiin reaktioon perustuvalla ketteryystestiprotokollalla pallon kanssa ja ilman. Molemmat ryhmät paransivat merkittävästi suorituskkyä kaikissa testeissä. Parannukset juoksutestissä, ketteryydessä ilman palloa, suunnanmuutos- sekä hyppyteisteissä olivat merkittävämpiä suunnanmuutosryhmässä verrattuna pienpeliryhmään. Pienpeliryhmän parannus oli merkitsevämpi ketteryystestissä pallon kanssa kuin suunnanmuutosryhmän. Tutkijat päättelivät, että nuorilla jalkapalloilijoilla pienpelit parantavat juoksemista, suunnanmuutoskykyä ja jalkojen tehontuottoa. He myös suosittelevat, että jalkapalloilijoiden harjoittelussa käytettäisiin juoksuharjoituksia, joissa tapahtuu suunnanmuutoksia erilaisilla kullilla. (Chaouachi ym. 2014.)

5.5.4 Voimaominaisuudet

Reilly & Doranin (2003) mukaan jalkapalloilijoilla olennaisessa roolissa ovat erityisesti alaraajojen voimantuotto-ominaisuudet. Pelaajien on kyettävä voimantuottoon hyppyissä, potkuissa, taklauksissa, käännöksissä ja juoksuissa. Tämä vaatii etenkin nelipäiseltä reisi-, hamstring- ja pohjelihaksilta hyviä voimaominaisuuksia. Pelissä tulee myös tilanteita, joissa on kyettävä ylläpitämään asentoa ja ottamaan vastaan kontakteja, esimerkiksi taklaustilanteissa. Keskivartalon voimantuotto-ominaisuudet korostuvat edellä mainituissa tilanteissa sekä niiden toimiessa tukilihaksina alaraajojen dynaamisissa liikkeissä. Ylävartalon lihaksia käytetään muun muassa kaksinkamppailutilanteissa, kun suojataan palloa lähikontaktissa. Riittäväillä voimatasoilla ja lihastasapainolla pyritään ennaltaehkäisemään vammoja. Esimerkiksi hamstring- ja reisilihasten epätasapainolla on todettu olevan yhteys loukkaantumisiin. Wisloff ym. (2004) tutkimuksessa norjalaisen huippujoukkueen, Rosenberg FC:n, yhden toiston maksimitulos puolikykyssä oli 171,1 kg. Maksimaalisen voimantuottokyvyn havaittiin olevan selvästi yhteydessä nopeus- ja hyppytestien tuloksiin, joten maksimaalisen voiman harjoittamiselle on perusteita huipputasojen jalkapalloilijoilla.

Madison ym. (2018) tutkivan pienpelien vaikutuksia takareidenlihaksien voimaominaisuuksiin. Hamstringlihakset ovat tärkeitä jalkapallossa, koska ne osallistuvat useisiin suorituksiin, joita jalkapallossa vaaditaan, kuten hyppyjen alastuloihin, jarrutuksiin ja suunnanmuutoksiin, ja lisäksi ne stabiloivat polvijänteitä (Hader ym. 2014). Isometrinen hamstringlihasten mittaus suoritettiin seitsemän minuuttia ennen pienpelejä sekä heti pienpelien jälkeen 90°:n polvikulmalla. Testi tehtiin dominoivalla jalalla. Pienpelit pelattiin 3vs3 300 m² ja 4vs4 1000m²-alueella. Maksimaalinen momentti kasvoi 5,78 N 3vs3-pienpelin jälkeen ja laski -13.62 N 4vs4-pienpelin jälkeen. Isompi pienpelialue kasvattaa sisäistä ja ulkoista kuormitusta, joka johtaa hamstringlihasten voimantuoton laskuun. Kiihdytysten määrä oli yhteydessä hamstringlihasten voimantuoton laskuun, joten kentän kokoa kontrolloimalla voidaan kontrolloida myös hamstringlihasten väsymistä. (Madison ym. 2018.)

5.6 Valmennus

Yleisesti valmentajan läsnäolon ja kannustamisen harjoittelussa on todettu parantavan sitoutumista harjoitteluun, kasvattavan harjoittelun intensiteettiä sekä suorituskykymittauksien arvoja harjoituksissa (Coutts ym. 2004). Samat havainnot on tehty jalkapallossa, esimerkiksi valmentajan rohkaisun on havaittu olevan suorassa yhteydessä harjoittelun intensiteettiin (Rampini ym. 2007). Valmentajien antama palaute vaikuttaa etenkin nuoriin pelaajiin monella eri osa-alueella. Valmentajilla on vahva vaikutus pelaajien kehittymiseen teknis-taktisessa osaamisessa. Nuorten pelaajien kognitiivinen kehitys ja tulevaisuuden suorituskyky ovat yhteydessä palautteen saamiseen. (Martindale ym. 2005.) Cushion ym. (2012) havaitsivat, että valmentajien palautteen laatu on vahvasti yhteydessä pelaajien motivaatioon ja kehittymiseen. Palaute auttaa löytämään tekniikan kehittämisen ydinkohdat.

Rampini ym. (2007) huomasivat tutkimuksessaan, että syke, laktaattiarvot ja koettu rasitus olivat korkeampia, kun valmentajat kannustivat pienpelin aikana jatkuvasti. Samanlaisia tuloksia on havaittu muissakin tutkimuksissa. Näiden tutkimusten perusteella valmentajan tulisi antaa palautetta runsaasti pienpelin aikana pelaajille sekä kannustaa jatkuvasti pelaajia, kun halutaan pelata korkealla intensiteetillä.

6 JUNIORIJALKAPALLOILIJOIDEN SUORITUSKYVYN ARVIOINTI

COVID-19-pandemian vuoksi alkuperäinen tutkimusprojektimme epäonnistui. Ehdimme tutustuttaa pelaajat harjoitusohjelmaan ja tehdä alkumittauksia kolme päivää. Pandemiatilanne kiihtyi kuitenkin Jyväskylässä niin vakavaksi, että tutkimuksen turvallinen toteuttaminen Jyväskylän yliopistossa ei ollut enää mahdollista. Työn ensimmäinen osa, joka on kirjallisuuskatsoa alkuperäiseen tutkimussuunnitelmaan, pysyy samana muutamien lisäyksin. Tästä eteenpäin työ perustuu Eerikkilän jalkapallon valmennus-, tutkimus-, ja kehitystoiminnan keskukselta saatuun valmiiseen datapakettiin ja tutkimuskysymyksiin, jotka koskevat juniorijalkapalloilijoiden biologista kehitystä ja sen yhteyttä fyysiseen suorituskyyyn juniorijalkapallossa. Tutkimuksen tarkoituksena on vertailla, miten biologinen kehittyminen ja pituus-painosuhte vaikuttavat pelaajien nopeuden ja nopeusvoimaominaisuuksien kehittymiseen. Tarkoituksena on samalla arvioida keskimääräistä kehitysnopeutta murrosiässä.

Jalkapallossa tarvittavia teknis-taktisia taitoja tulisi harjoittaa jo juniori-ikäisillä. Lajille keskeisimmät fyysiset ominaisuudet on kuvattu tarkemmin kappaleessa 5. Juniorijalkapalloilijoilta edellytetään samoja fyysisiä ominaisuuksia kuin aikuispelaajilta, esimerkiksi nopeuden eri osa-alueita, kuten reaktionopeutta, räjähtävää nopeutta ja liikkumisnopeutta (Mero ym. 2016, 242). Fyysisiä ominaisuuksia pyritään kehittämään systemaattisesti useiden vuosien ajan, jotta pelaajilla on hyvät fyysiset valmiudet pelata tulevaisuudessa aikuisten sarjoilla. Juniorijalkapallosta lähtien tulisi jokaiselle osa-alueelle teettää omat spesifit testit. Seuraamalla samaa pelaajaa useamman vuoden ajan pyritään arvioimaan pelaajan kehittymistä ja siihen vaikuttavia osatekijöitä. Tarkoituksena on selvittää, onko kehittyminen saatu aikaan laadukkaalla harjoittelulla, vai johtuuko kehitys lähinnä antropometrisista muutoksista vai näiden yhteisvaikutuksesta, mikä on pääasiallinen tavoite.

Lukuisat tutkimukset todistavat, että biologisen kehityksen kiihtyessä juniorijalkapalloilijoiden fyysisessä suorituskyyvyssä havaitaan merkittäviä muutoksia. Biologista kehitystä on pyritty havainnollistamaan pituuskasvun huippuvaiheen mittauksilla. Murrosiässä, joka ajoittuu samaan aikaan pituuskasvun kiihtymisen kanssa, havaitaan merkittävää kehittymistä ketteryyden, maksimaalisen juoksunopeuden ja peräkkäisten sprinttien suorittamisessa. (Philippaerts ym. 2006.)

Lisäksi murrosiässä tapahtuu huomattavaa kasvua myös kehon painossa sekä voimatasoissa, kehon rasvattomassa massassa ja anaerobisessa tehossa (Wilson 2017).

Antropomerialla havainnollistetaan kehonkoostumusta, mittasuhteita, pituutta ja painoa, ja sitä voidaan käyttää hyväksi urheilijoiden seurannassa (Fogelholm 2011; Mikat 2007). PHV (peak height velocity), pituuskasvun huippuvaihe, on laajalti käytössä eri maissa junioriurheilussa. Se on menetelmä biologisen kasvun ja kehityksen kehitysnopeuden arvioimiseen murrosikäisillä (Mirwald ym. 2002). Poikien pituuskasvun huomattava kiihtyminen ajoittuu yleensä 14 vuoden ikään (Mero ym. 2016, 68). Philippaerts ym. (2006) löysivät tutkimuksessaan, että PHV saa aikaan huipputuloksia tasapainossa, alaraajojen liikkumisnopeudessa, vartalovoimassa, ylävar-talon kesto-voimassa, juoksemisnopeudessa, räjähtävässä voimantuotossa, ketteryydessä ja ae-robisessa sekä anaerobisessa kunnossa. Juniorijalkapalloilijoilta on arvioitu PHV:tä jo useita vuosia, ja se on saamassa jalansijaa myös muissa lajeissa, kuten jääkiekossa. PHV:tä sekä pi-tuutta ja painoa hyödynnetään myös tässä tutkimuksessa jalkapalloilijoiden kehittymistä arvi-oitaessa.

7 TUTKIMUSKYSYMYKSET

7.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tämän retrospektiivisen tutkimuksen tarkoitus oli pystyä vertailemaan biologisen kehittymisen vaikutusta nopeuden ja nopeusvoimaominaisuuksien muutoksiin. Tunnistamaan ja arvioimaan keskimääräistä kehitysnopeutta biologisen kehittymisen eri vaiheissa sekä kronologisen iän ja pituus-paino-suhteen vaikutusta nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksien kehittymiseen. Biologista kehittymistä arvioitiin erityisesti pituuskasvun huippuvaiheella (PHV) ja lisäksi pituudella sekä painolla.

7.2 Tutkimuskysymykset ja hypoteesit

Tutkimusongelma 1: Kehittyivätkö pelaajat PHV:n mukaan luokiteltuina ryhmiin merkitsevästi nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksia mittaavissa testeissä?

Tutkimushypoteesi 1: Biologinen kasvu vaikuttaa merkitsevästi nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksiin juniorijalkapalloilijalla.

Perustelu 1: Philippaerts ym. (2006) havaitsivat tutkimuksessaan, että biologisen kasvun ja kehityksen kehitysnopeuden ollessa voimakkaimmillaan saatiin huipputuloksia raajojen liikkumisnopeudessa, räjähtävässä voimantuotossa, ketteryydessä ja juoksemisnopeudessa.

Tutkimusongelma 2: Onko keskimääräisessä kehitysnopeudessa eroja PHV:n eri vaiheissa nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksissa?

Tutkimushypoteesi 2: Keskimääräisessä kehitysnopeudessa ei ole eroja ryhmien välillä.

Perustelu 2: Nopeus- ja nopeusvoimaominaisuudet kasvavat tasaisesti PHV:n aikana. Sen sijaan voiman ja lihasmassan herkkyyskaudet ovat PHV:n jälkeen (Lloyd & Oliver 2012; Laine

ym. 2016, 72), nämä tukevat nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksia, mutta eivät takaa niin isoa kehitystä testeissä.

Tutkimusongelma 3: Havaitaanko nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksien kehitysnopeudessa muutosta suhteessa kronologiseen ikään tai pituus-paino-suhteeseen?

Tutkimushypoteesi 3: Nopeus- ja nopeusvoimaominaisuudet kehittyvät samassa suhteessa kronologisen iän ja pituus-paino-suhteen kanssa.

Perustelu 3: Pituuskasvun huippuvaiheen aikana nopeus- ja nopeusvoimaominaisuudet kehittyvät merkittävästi saman aikaisesti, kun paino ja pituus lisääntyvät pelaajan kasvaessa (Philippaerts ym. 2006).

8 METODIT

8.1 Tutkimussuunnitelma

Tutkimus toteutettiin retrospektiivisesti suomalaisilla juniorijalkapalloilijoilla ($n = 233$), jotka suorittivat testit kenttätesteinä Eerikkilässä, joka on suomalaisen jalkapallon valmennus-, tutkimus- ja kehityskeskus. Testit sisälsivät antropometrisia mittauksia ja fyysistä suorituskkyä mittaavia testejä. Tutkimuksessa noudatettiin Helsingin julistusta sekä Jyväskylän yliopiston eettinen toimikunta hyväksyi tutkimuksen toimenpiteet.

8.2 Koehenkilöt

Koehenkilöinä toimivat Eerikkilässä kenttätesteissä käyneet juniorijalkapalloilijat. Kaikki koehenkilöt olivat poikia. Mittauskerran 1. ja 2. aikaväli vaihtelee pelaajasta riippuen kolmesta kahdeksaan kuukauteen. Pelaajat ryhmiteltiin heidän pituuskasvun huippuvaiheen tuloksen mukaan neljään eri ryhmään. Ryhmät ovat $PHV \leq -2$, $-1 \leq PHV \leq 1,9$, $-0,9 \leq PHV \leq 0$ ja $PHV \geq 0,1$.

TAULUKKO 5. Juniorijalkapalloilijat ryhmiteltiin pituuskasvun huippuvaiheen mukaan ryhmiin, joiden PHV on pienempi kuin -2 ja pienempi kuin -1,9, mutta suurempi tai yhtä suuri kuin -1.

	PHV \leq -2		-1 \leq PHV \leq 1,9	
	Mittauskerta 1.	Mittauskerta 2.	Mittauskerta 1.	Mittauskerta 2.
n	28	28	84	84
Ikä (v)	10,8 \pm 0,6	11,3 \pm 0,5	12,1 \pm 0,8	12,5 \pm 0,7
Paino (kg)	34,2 \pm 3,9	35,8 \pm 4,2	39,3 \pm 4,8	41,2 \pm 4,8
Pituus (cm)	142,7 \pm 4,8	145,6 \pm 4,9	149,9 \pm 5,1	152,4 \pm 5,3
BMI (kg/m ²)	16,8 \pm 1,7	16,8 \pm 1,6	17,5 \pm	17,7 \pm 1,6

TAULUKKO 6. Juniorijalkapalloilijat ryhmiteltin pituuskasvun huippuvaiheen mukaan ryhmään, joissa PHV on pienempi kuin -0,9, mutta suurempi tai yhtä suuri kuin 0 sekä ryhmään, jossa PHV on suurempi tai yhtä suuri kuin 0,1.

	-0,9 ≤ PHV ≤ 0		PHV ≥ 0,1	
	Mittauskerta 1.	Mittauskerta 2.	Mittauskerta 1.	Mittauskerta 2.
n	75	75	46	46
Ikä (v)	13,0 ± 0,5	13,4 ± 0,5	13,2 ± 0,5	13,7 ± 0,4
Paino (kg)	45,2 ± 4,3	47,9 ± 4,6	56,7 ± 7,0	61,1 ± 7,2
Pituus (cm)	157,2 ± 5,1	160,5 ± 5,2	166,3 ± 5,7	170,2 ± 5,6
BMI (kg/m ²)	18,3 ± 1,8	18,6 ± 1,9	20,5 ± 2,2	21,1 ± 2,3

8.3 Mittausmenetelmät

8.3.1 Antropometria

Pituus määritettiin mittanauhalla. Paino arvioitiin vaa'alla. PHV – kronologinen ikä tarkoittaa, että kronologisesta iästä vähennetään PHV-arvo. Esimerkiksi pelaajan ollessa 13 vuotta ja PHV ennuste määrittä tulokseksi, että PHV alkaa 13,7 vuoden iässä saadaan lauseke $13 - 13,7 = -0,7$. PHV käynnistyy tuloksen ollessa noin -0,5 ja päättyy tuloksen ollessa 0,5. Tuloksissa arvo 1,0 kuvaa yhtä vuotta. PHV määritettiin Microsoft Exceliin syötetyllä kaavalla.

8.3.2 Nopeustesti

Nopeustestissä juostaan 30 m juoksu, josta mitataan ja 10 m väliaika. Pelaaja ohjeistetaan asetumaan lähtöviivalle, joka on 70 cm valokennojen takana, joista ajanotto alkaa. Pelaaja lähtee juoksemaan omasta päätöksestä ilman erillistä lähtökäskyä. Juoksu suoritetaan tartaanialustalla kengillä. 30 m nopeustesti 10 m ja 5 m väliajalla on tulkittu olevan hyvä jalkapalloilijalle (Stollen ym. 2005). Reliabiliteetti on luotettava 10 m nopeustestissä (Mirkov ym. 2008).

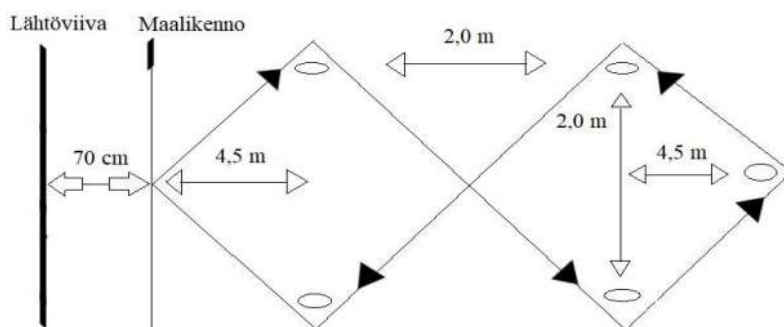
8.3.3 Kevennyshyppy

Testisuorituksessa pelaajat ohjeistetaan nopeasti keventämään noin 90° polvikulmaan ja hyppäämään mahdollisimman korkealle samalla pitäen kädet lanteilla. Alastulon tulee tapahtua alaraajat ojennettuina. Pelaajilla on useampi yritys testissä, jotta onnistunut suoritus saadaan kirjattua.

8.3.4 Ketteryystesti

Ketteryystestissä arvioidaan pelaajan nopeutta pallottomana. Testi suoritetaan kengät jalassa juoksuradalla. Tuloksen mittaamiseen käytetään valokennoja. Testi suoritetaan kahteen kertaan, joista huomioidaan parempi tulos. Ketteryysrata on esitelty kuvassa.

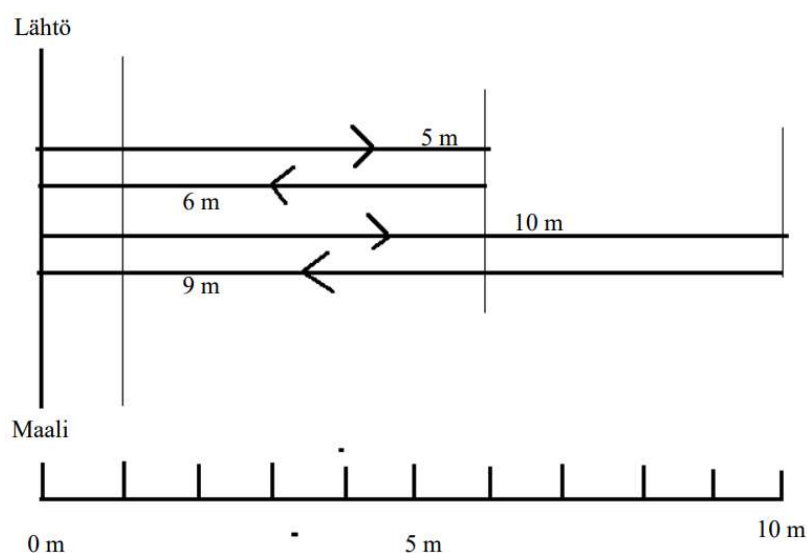
Testissä pelaaja asettuu lähtöpaikalle, joka on 70 cm valokennojen takana. Ensimmäiset kepit ovat 4,5 m päässä, ja pelaaja kiertää vasemman puolimmaisena. Seuraavaksi pelaaja jatkaa matkaa 2,0 m päässä oleville kepeille, ja niistä pelaaja kiertää oikealla puolella olevan kepin. Sen jälkeen pelaajan tulee käydä koskettamassa radan päässä olevaa keppiä. Tämän jälkeen pelaajan tulee pujotella kaksi jäljellä olevaa keppiä, jonka jälkeen hän juoksee maaliin. Kepit ovat korkeita ja ne tulee pujotella, ainoastaan viimeinen keppi saa kaatua, muiden keppien tulee pysyä pystyssä.



KUVA 1. Ketteryystesti (Lähtie 2013).

8.3.5 Suunnanmuutosjuoksu

Pelaaja ohjeistetaan asettumaan 70 cm lähtöpaikan taakse. Pelaaja juoksee ensin keskiviivalle, josta kääntyy juoksemaan takaisin lähtöviivalle. Lähtöviivalla pelaaja kääntyy jälleen, juoksee päätyviivalle asti, jonka kohdalla kääntyy ja juoksee takaisin lähtöviivalle, joka toimii maalina. Pelaaja tekee kolme hyväksytyä suoritusta ja yrittää saa niin kauan, että on kolme hyväksytyä tulosta. Molempien jalkojen tulee aina käydä viivojen yli ja koskettaa maata. Kättä ei saa laittaa maahan eikä radan merkkikartioihin saa osua.



KUVA 2. Suunnanmuutosjuoksu.

8.4 Tilastolliset menetelmät

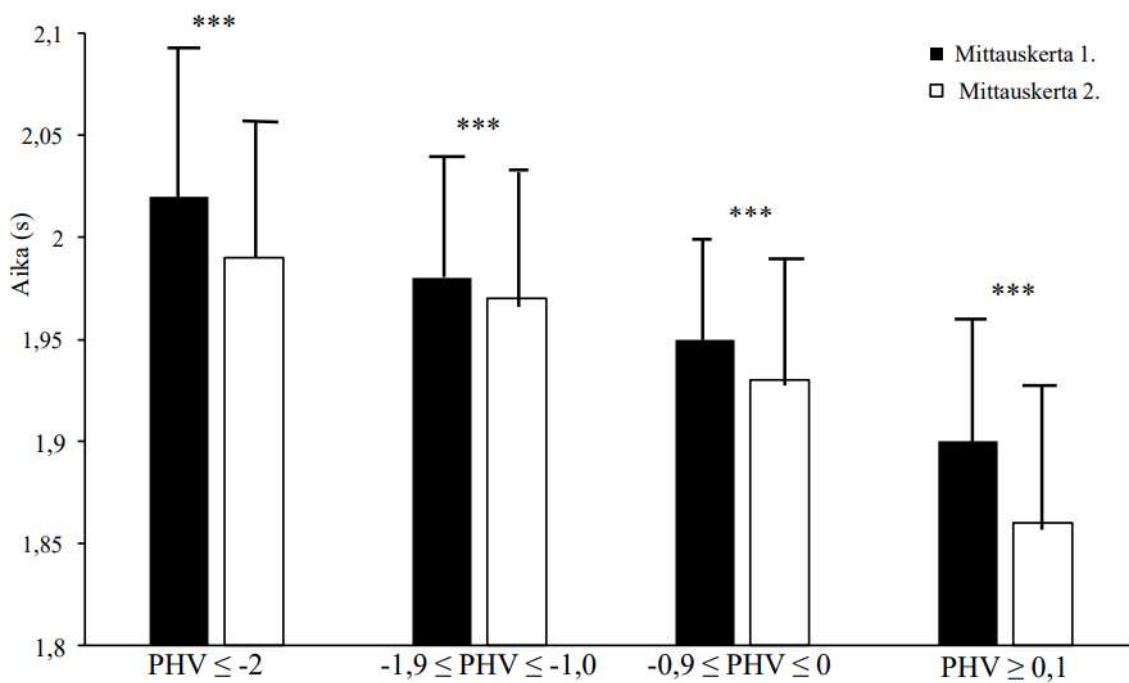
Data analysointiin Microsoft Excel 2020 ja IBM Statistics SPSS 24 ohjelmistoilla. Tulokset on esitetty keskiarvo \pm keskihajonta muodossa. Vertailu tehtiin parittaisella t-testillä. Merkitsevyyden raja-arvoiksi asetettiin * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ ja *** $p < 0,001$. Yksisuuntaisella varianssianalyysillä arvioitiin onko eri testien kehitysnopeuden keskiarvoissa eroja neljän eri ryhmän välillä. Merkitsevyyden raja-arvoiksi asetettiin * $p < 0,05$. Kronologisen iän, pituuden, painon

ja pituus-paino-suhteen muutosta fyysistä suorituskkyä mittaavien testien muutoksien yhteyteen arvioitiin korrelaatiomatriisilla. Korrelaation merkitsevyys testattiin erikseen jokaisen korrelaation kohdalla.

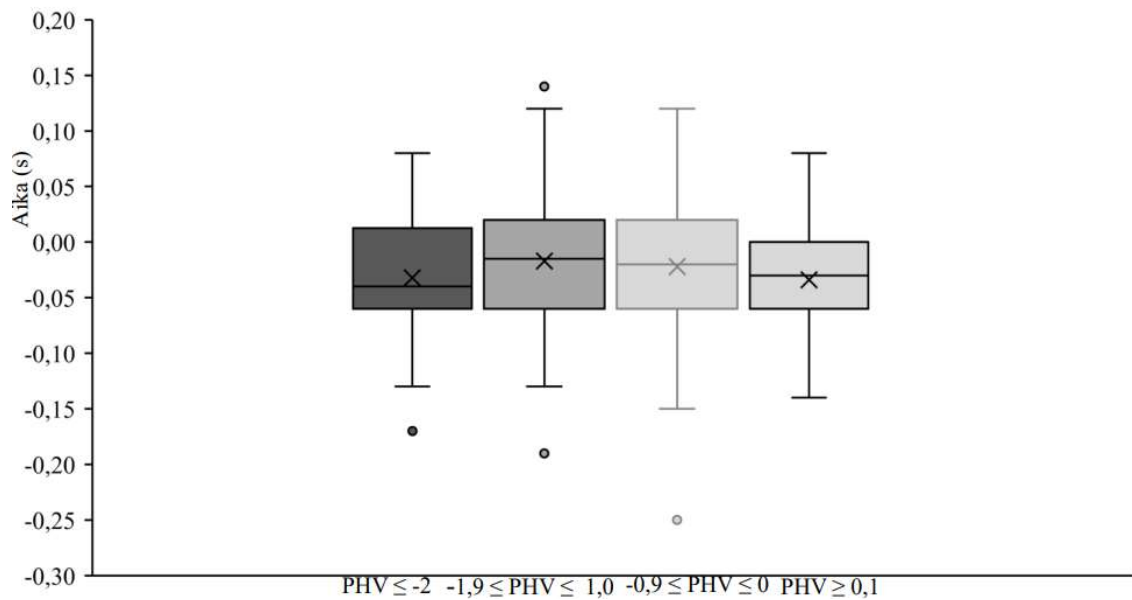
9 TULOKSET

9.1 Nopeus 10 m

Nopeus 10 m testissä kaikkien ryhmien tulos parantui tilastollisesti merkitsevästi. $PHV \leq -2$ ryhmän tulos vähentyi 0,03 sekuntia. $-1,9 \leq PHV < -1$ ryhmän tulos pienentyi 0,01 sekuntia. $-0,9 \leq PHV < 0$ ryhmän tulos vähentyi 0,02 sekuntia. $PHV \geq 0,1$ ryhmän tulos kehittyi eniten, tämän ryhmän tulos vähentyi 0,04 sekuntia.



KUVA 3. Nopeus 10 m. *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä kehitys mittauskerran 1. ja 2. välillä.

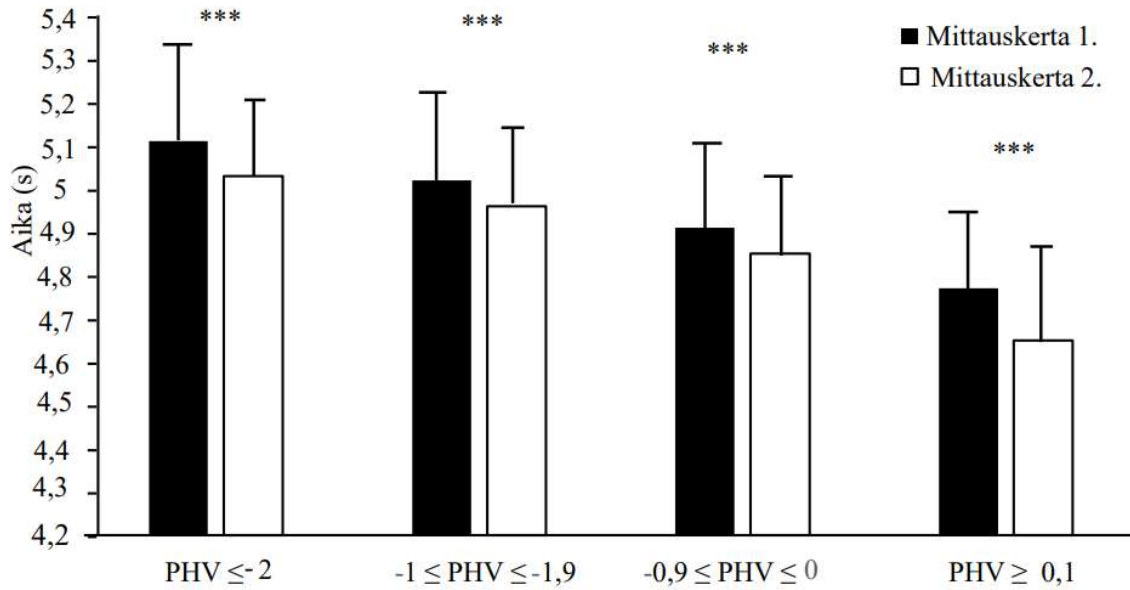


KUVA 4. Nopeus 10 m. Keskimääräinen kehityksen kehitysnopeus $p > 0,05$. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkitsevää eroa.

Keskimääräisessä kehitysnopeudessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä ($p = 0,37$).

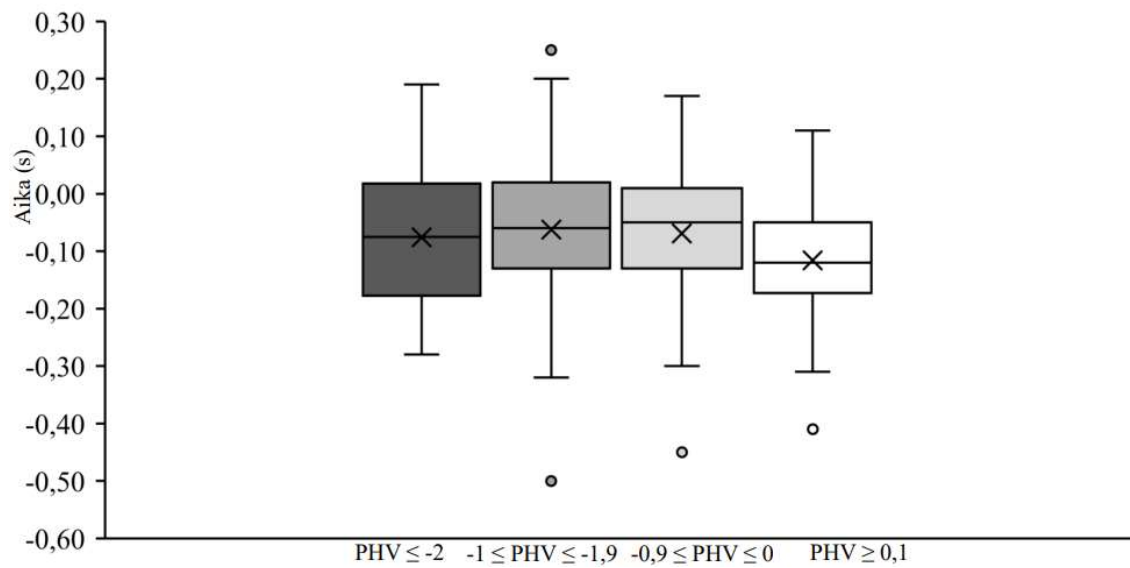
9.2 Nopeus 30 m

Nopeus 30 m testissä kaikilla ryhmillä todettiin merkitseviä eroja mittauksen 1. ja 2 välillä. $PHV \leq -2$ ryhmällä aika vähentyi 0,03 sekuntia. $-1 \leq PHV \leq -1,9$ ryhmällä aika vähentyi 0,06 sekuntia. $-0,9 \leq PHV \leq 0$ ryhmän aika alentui 0,06 sekuntia. $PHV \geq 0,1$ ryhmän aika vähentyi eniten 0,12 sekuntia



KUVA 5. Nopeus 30 m. *** $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä kehitys mittauskerran 1. ja 2. välillä.

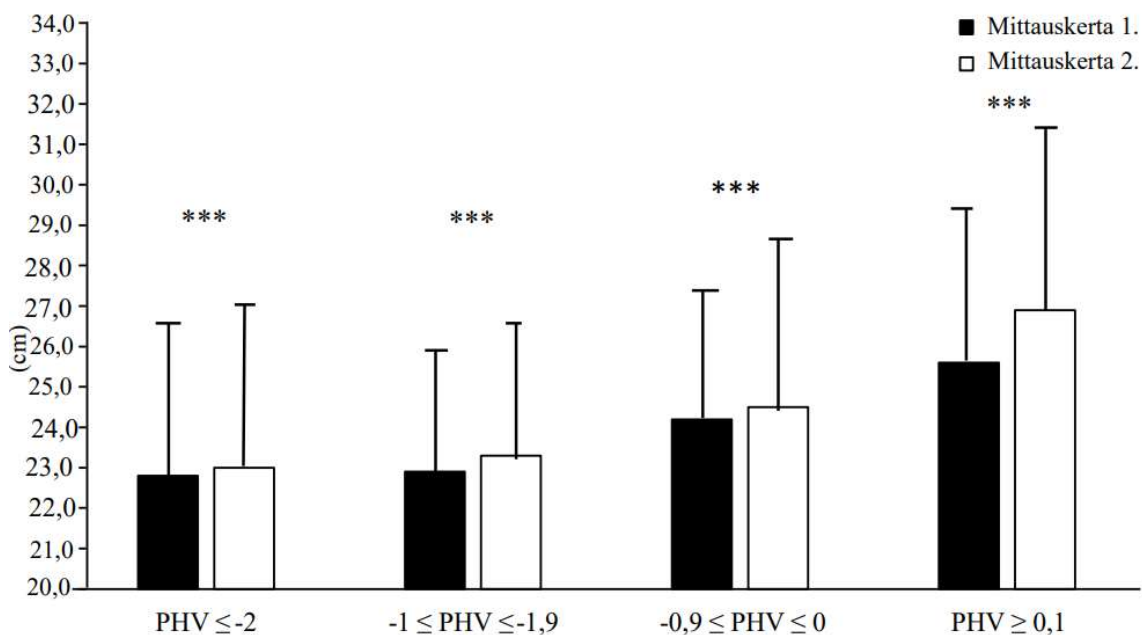
Keskimääräisessä kehitysnopeudessa ei havaittu ryhmien välillä tilastollisesti merkitseviä eroja ($p = 0,069$).



KUVA 6. Nopeus 30 m. Keskimääräinen kehitysnopeus $p > 0,05$. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkitseviä eroja kehitysnopeudessa.

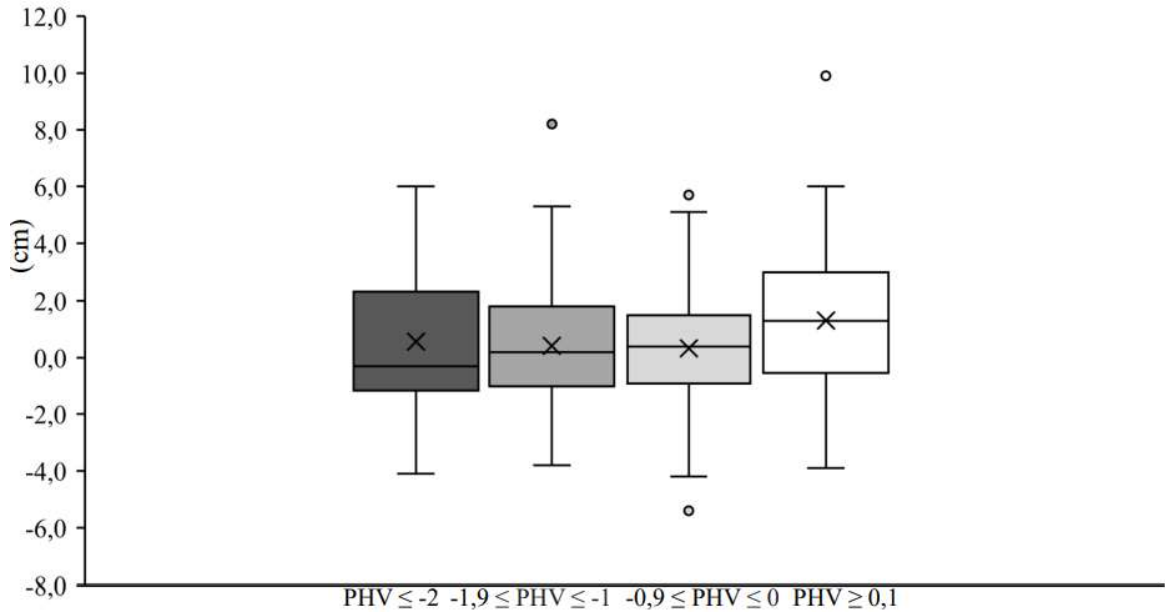
9.3 Kevennyshyppy

Kevennyshypyssä havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja kaikilla ryhmillä. $PHV \leq -2$ ryhmällä hyppytulokset parantui 22,8 senttimetrinästä 23,0 senttimetriin. $-1,9 \leq PHV \leq -1,0$ ryhmällä hyppytulokset kehittyi 22,9 senttimetrinästä 23,3 senttimetriin. $-0,9 \leq PHV \leq 0$ ryhmällä hyppytulokset parantui 24,2 senttimetrinästä 24,5 senttimetriin. $PHV \geq 0,1$ ryhmän hyppytulokset kehittyi eniten, toisin sanoen 1,3 senttimetriä. Hyppytulokset olivat mittauksessa yksi 25,6 senttimetriä ja mittauksessa kaksi 26,9 senttimetriä.



KUVA 7. Kevennyshyppy. *** $p < 0,001$ jokainen ryhmä paransi tilastollisesti merkitsevästi kevennyshyppyn tulosta mittauskerran 1. ja 2. välillä.

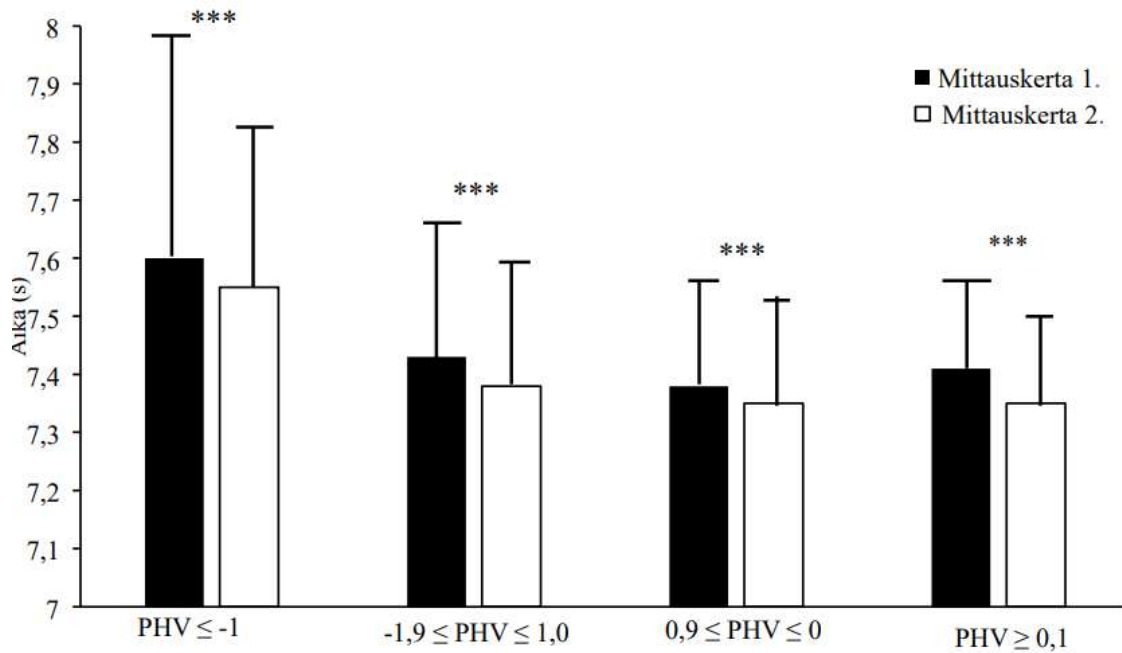
Keskimääräisessä kehitysnopeudessa kevennyshypyssä ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa kevennyshypyssä ($p = 0,12$).



KUVA 8. Kevennyshyppy, keskimääräinen kehitysnopeus. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkitseviä eroja $p > 0,05$.

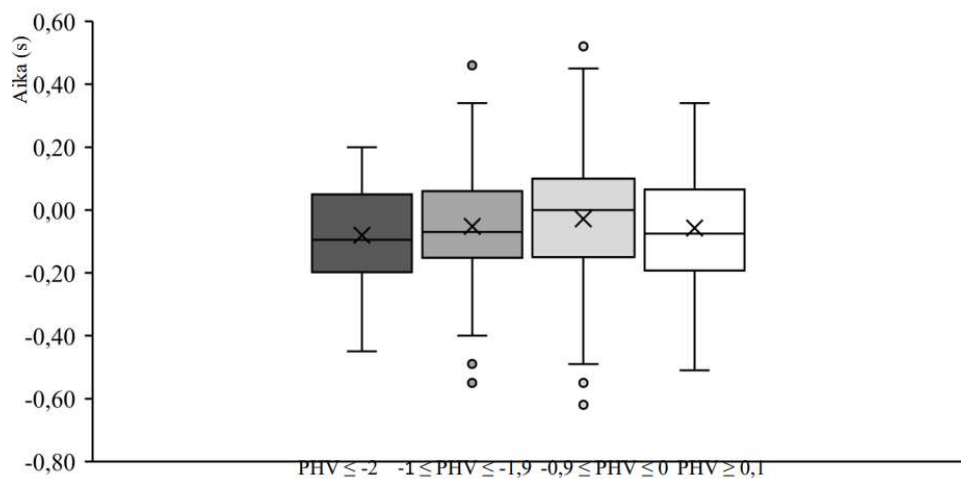
9.4 Ketteryys

Ketteryystestissä kaikki ryhmät paransivat tilastollisesti merkitsevästi mittauksen 1. ja 2. välillä. $PHV \leq -2$ ryhmän aika oli mittauskerralla yksi 7,60 sekuntia ja mittauskerralla kaksi 7,55 sekuntia. $-1,9 \leq PHV \leq -1,0$ aika oli ensimmäisessä mittauksessa 7,43 sekuntia ja toisessa 7,38 sekuntia. $-0,9 \leq PHV \leq 0$ ryhmän aika oli mittauskerralla yksi 1,95 sekuntia ja mittauskerralla kaksi 7,35 sekuntia. $PHV \geq 0,1$ ryhmän tulos kehittyi kaikista eniten, 0,06 sekuntia. $PHV \geq 0,1$ ryhmän aika oli ensimmäisessä mittauksessa 7,41 sekuntia ja toisessa 7,35 sekuntia.



KUVA 9. Ketteryys. *** $p < 0,001$. Kaikki ryhmät paransivat aikaa tilastollisesti merkitsevästi.

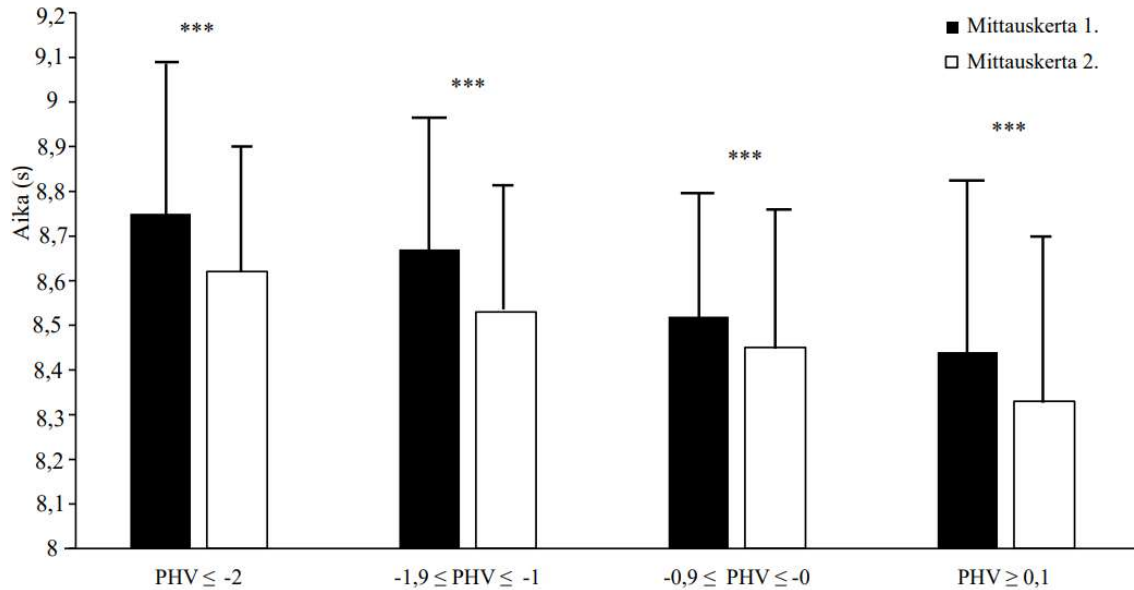
Keskimääräisessä kehitysnopeudessa ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa kevennyshypyssä ($p = 0,12$).



KUVA 10. Ketteryys, keskimääräinen kehitysnopeus. Ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa.

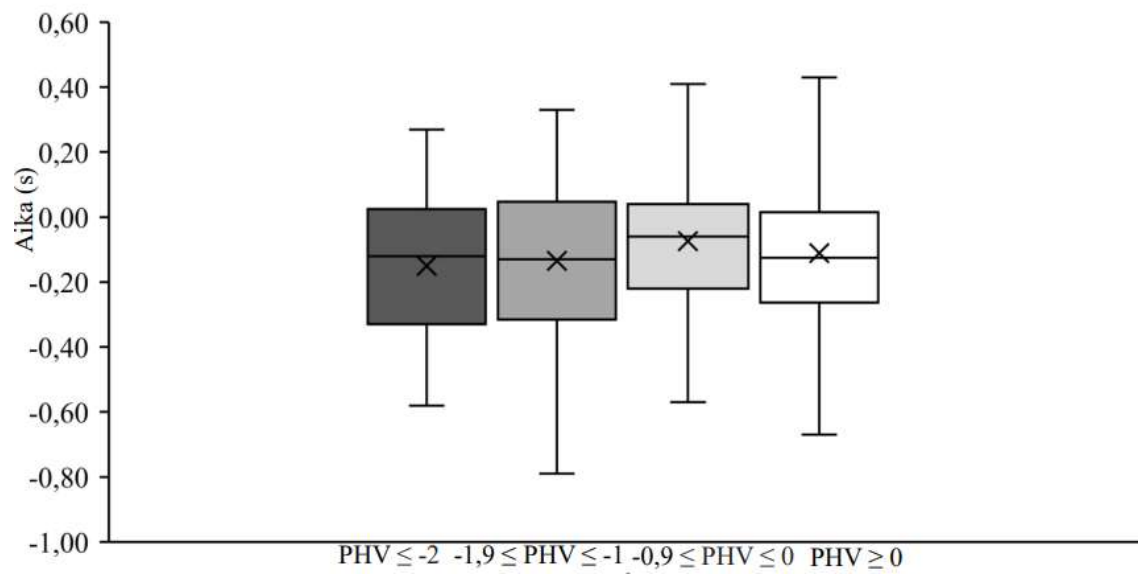
9.5 Suunnanmuutosjuoksu

Suunnanmuutosjuoksussa kaikkien ryhmien aika vähentyi tilastollisesti merkitsevästi. $PHV \leq -2$ ryhmän aika vähentyi 0,13 sekuntia. $-1,9 \leq PHV \leq -1,0$ ryhmän aika parantui 0,14 sekuntia. $-1,0 \leq PHV \leq 0,1$ aika vähentyi 0,07 sekuntia. $PHV \geq 0,1$ ryhmän aika vähentyi 0,11 sekuntia.



KUVA 11. Suunnanmuutosjuoksu, *** $p < 0,001$ kaikki ryhmät paransivat tuloksia tilastollisesti merkitsevästi mittauskerran 1. ja 2. välillä.

Ketteryyden keskimääräisessä kehitysnopeudessa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa ryhmien välillä ($p = 0,64$).



KUVA 12. Suunnanmuutosjuoksu, keskimääräinen kehitysnopeus. Ryhmien välillä ei tilastollisesti merkitseviä eroja $p > 0,05$.

TAULUKKO 7. Korrelaatiomatriisi, * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$. Kronologisen iän, painon, pituuden ja pituus-paino-suhteen muutos suhteessa nopeus 10 m, nopeus 30 m, kevennyshyppy, ketteryys ja suunnanmuutosjuoksu testien muutoksiin.

PHV ≤ -2	10 m	30 m	KH	Ketteryys	SM
Ikä (v)	-0,21	-0,22	0,5**	-0,11	-0,02
Paino (kg)	-0,24	-0,03	0,45**	-0,01	-0,03
Pituus (cm)	-0,36	-0,04	0,57**	-0,33	-0,02
BMI	-0,15	-0,06	0,25	-0,17	-0,13
$-1 \leq \text{PHV} \leq -1,9$					
Ikä (v)	-0,17	-0,07	0,17	-0,05	-0,1
Paino (kg)	-0,23*	-0,34*	0,38**	-0,18	-0,1
Pituus (cm)	-0,1	-0,1	0,1	-0,1	-0,1
BMI	-0,2	0,35**	0,25	-0,17	0,15
$-0,9 \leq \text{PHV} \leq 0,1$					
Ikä (v)	-0,16	-0,03	0,03	-0,35	-0,5**
Paino (kg)	-0,04	-0,1	0,15	-0,43**	-0,29*
Pituus (cm)	-0,14	-0,27**	0,13	-0,18	-0,41**
BMI	-0,16	0,21	0,06	-0,41**	-0,07
PHV $\geq 0,1$					
Ikä (v)	-0,16	-0,03	0,04	-0,35**	-0,5**
Paino (kg)	0,0	-0,1	0,1	-0,45**	-0,19
Pituus (cm)	-0,19	-0,21	0,05	-0,25	-0,48**
BMI	-0,1	-0,11	0,06	-0,47**	-0,05

PHV ≤ -2 ryhmässä kevennyshypyn tuloksen muutos korreloi tilastollisesti merkitsevästi kronologisen iän, pituuden ja painon muutoksen kanssa. $-1 \leq \text{PHV} \leq -1,9$ ryhmässä nopeus 10m, nopeus 30 m ja kevennyshyppy korreloivat tilastollisesti painon muutoksen kanssa. Nopeus 30

m korreloi tilastollisesti merkitsevästi BMI:n kanssa. $-0,9 \leq PHV \leq 0,1$ ryhmässä suunnanmuutosjuoksu oli yhteydessä kronologisen iän, painon ja pituuden muutoksiin. Ketteryys oli yhteydessä painon ja BMI:n muutoksiin. Lisäksi 30 m nopeus korreloi pituuden kanssa. $PHV \geq 0,1$ ryhmä kehittyi useimmissa testeissä tilastollisesti merkitsevästi. Heiltä havaittiin viisi tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Ketteryystesti korreloi kronologisen iän, painon ja BMI:n muutoksien kanssa. Suunnanmuutosjuoksu oli yhteydessä kronologisen iän ja pituuden muutoksiin.

10 POHDINTA

Ryhmien koot olivat melko suuria, 28, 84, 75 ja 46 juniorijalkapalloilijaa ($n = 233$). Kaikki ryhmät, toisin sanoen $PHV \leq -2$, $-1 \leq PHV \leq -1,9$, $-0,9 \leq PHV \leq 0$ ja $PHV \geq 0,1$, kehittyivät tilastollisesti merkitsevästi kaikissa Eerikkilän valmennuskeskuksen kenttätesteissä, jotka mittasivat juniorijalkapalloilijoiden nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksia. Ryhmien sisällä kaikki pelaajat eivät kehittyneet testeissä, vaan osa sai heikompia tuloksia mittauskerralla 2 kuin mittauskerralla 1.

Keskimääräisessä kehitysnopeudessa ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa missään testissä. $PHV \geq 0,1$ -ryhmäläiset kehittyivät eniten nopeus 10 m ja nopeus 30 m -testeissä, kevennyshypyssä ja ketteryystestissä. Suunnanmuutosjuoksussa eniten kehittyi $-1 \leq PHV \leq -1,9$ -ryhmä. Kyseisten tulosten keskimääräinen kehitys ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä muihin ryhmiin nähden ($p < 0,05$).

Tutkimuksen tarkoitus oli pystyä vertailemaan biologisen kehittymisen merkitystä nopeuden ja nopeusvoimaominaisuuksien kehittymiseen, tunnistamaan ja arvioimaan keskimääräistä kehitysnopeutta biologisen kehittymisen eri vaiheissa sekä kronologisen iän ja pituus-painosuhteen vaikutusta nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksien kehittymiseen. Biologista kehittymistä arvioitiin erityisesti pituuskasvun huippuvaiheella (PHV) ja lisäksi pituudella sekä painolla.

$PHV \leq -2$ -ryhmässä kronologisen iän, painon ja pituuden muutokset korreloivat tilastollisesti merkitsevästi kevennyshypyn tuloksen kanssa. Esimerkiksi erään pelaajan pituuden muutos mittauskerran 1 ja 2 välillä oli 3,7 cm, painoa oli lisääntynyt 2,2 kg ja kevennyshypyn tulos oli kehittynyt 2,4 cm. $-1 \leq PHV \leq -1,9$ -ryhmässä paino korreloi tilastollisesti merkitsevästi 10 m ja 30 m nopeustestissä ja kevennyshypyssä. BMI korreloi tilastollisesti merkitsevästi nopeus 30 m -testissä ja kevennyshypyssä. Esimerkiksi erään pelaajan paino oli lisääntynyt 4 kg ja hänen 10 m nopeustestinsä tulos vähentyi 0,07 s, nopeus 30 m -testin tulos vähentyi 0,11 s ja kevennyshypyn tulos parantui 0,6 senttimetriä. Kyseisen pelaajan BMI nousi $0,6 \text{ kg/m}^2$. $-0,9 \leq PHV \leq 0$ -ryhmässä kronologisen iän muutos korreloi tilastollisesti merkitsevästi suunnanmuutos-

juoksun ajan vähenemisen kanssa. Painon muutos korreloi tilastollisesti merkitsevästi ketteryys- ja suunnanmuutostestien ajan vähentymisen kanssa. Pituus korreloi tilastollisesti merkitsevästi nopeus 30 m -testin kanssa ja BMI:n muutos ketteryystestin kanssa. Esimerkiksi erään pelaajan mittauskerran 1 ja 2 aikaväli oli seitsemän kuukautta, hänen painonsa kasvoi 5,7 kg ja pituus lisääntyi 5,7 cm. BMI kasvoi 0,7 kg/m². Kyseisen pelaajan nopeus 30 m -testin aika vähentyi 0,21 s, ketteryystestin tulos vähentyi 0,37 s ja suunnanmuutostestin tulos parantui 0,41 s. PHV \geq 0,1 -ryhmässä kronologisen iän, painon ja BMI:n muutos korreloi tilastollisesti merkitsevästi ketteryystestin kanssa. Kronologisen iän muutos ja pituuden muutos korreloi tilastollisesti merkitsevästi suunnanmuutostestin kanssa. Esimerkiksi satunnaisen pelaajan kronologisen iän muutos oli 6 kuukautta mittauskertojen välillä, paino kasvoi 5,8 kg ja pituus lisääntyi 5,7 cm. BMI:n muutos oli 0,7 kg/m². Ketteryystestin aika vähentyi 0,37 s, ja suunnanmuutostestin aika vähentyi 0,29 s.

Korrelaatiomatriisista on huomattavissa, että kronologisen iän ja painon muutos sekä pituuden lisääntyminen korreloivat kaikki vähenevästi nopeus 10 m ja nopeus 30 m -testeihin sekä ketteryys- ja suunnanmuutostesteihin eri ikäryhmissä, mutta kaikki korrelaatiot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Vastaavasti kronologisen iän ja painon muutos sekä pituuden lisääntyminen korreloivat kevennyshypyn tuloksen lisääntymisen kanssa, mutta kaikki korrelaatiot eivät ole tilastollisesti merkitseviä.

Philippaerts ym. (2006) tutkimukseen nojaten voitaisiin päätellä, että biologinen kehitys, johon kuuluu voimakas pituuskasvu ja kehon rasvattoman massan lisääntyminen, voivat olla erittäin merkitseviä tekijöitä nopeus- ja nopeusvoimatesteissä. Kyseisissä testeissä kehittyminen voi perustua jopa kokonaan biologiselle kehitykselle. Muissakin tutkimuksissa on havaittu samankaltaisia tuloksia, esimerkiksi Deprez ym. (2015) mukaan rasvaton massa, toisin sanoen pelaajien lihaksikkuus, on erittäin merkitsevä tekijä nopeusvoimaominaisuuksissa murrosiässä ja sen jälkeen. Aouichaoui ym. (2012) korostavat tutkimuksessaan, että juniorijalkapalloilijoiden nopeusvoimaominaisuuksiin vaikuttavat kronologinen ikä, kehon koostumus, motoriset taidot, harjoittelu ja jalkojen lihasmassa. Edellä mainitut havainnot ovat linjassa tämän tutkimuksen kanssa. Kyseisissä testeissä kehittyminen voi perustua jopa kokonaan biologiselle kehitykselle.

Voimakkaan pituuskasvun aikana juniorijalkapalloilijoiden alaraajat pidentyvät huomattavasti. Tämän vuoksi pelaajien askelpituus pitenee. Askelpituuden piteneminen on huomattava osatekijä juoksunopeudessa. Alaraajojen pituuden muutos vaikuttaa nopeus 10 m ja nopeus 30 m - testeihin, kevennyshyppyyn, ketteryyteen ja suunnanmuutostestiin. Juokstesteihin se vaikuttaa askelpituuden kautta ja kevennyshyppyyn momenttien kautta.

Systemaattisen pelaajakehityksen ja käytännön harjoittelun kannalta tärkeintä olisi pystyä vastaamaan siihen, kuinka suuri vaikutus biologisella kehityksellä on kehitykseen ja kuinka paljon kehitys johtuu harjoittelusta. Kysymykseen on haasteellista vastata yksityiskohtaisesti, mutta sitä voidaan käydä läpi joistakin eri näkökulmista. Yksilöt vastaavat harjoitusvasteeseen eri tavalla, ja heidän biologisessa kehityksessä on suuria eroja. Voidaan sanoa, että yhtään täysin samanlaista yksilöä harjoitusvasteen ja biologisen kehityksen osalta tuskin löytyy. Tutkimuksessa juniorijalkapalloilijoiden testituloksia käsiteltiin melko isoina ryhminä. Systemaattisen pelaajakehityksen osalta pelaajien testituloksia tulisi pystyä käsittelemään erillisinä. Esimerkiksi kun pituuskasvussa ja painon lisääntymisessä sekä testituloksissa tapahtuu yhtaikaisesti voimakas kehittyminen, voitaisiin tulkita, että testitulosten parantuminen johtuu biologisesta kehityksestä.

Tutkimuksessa käsiteltiin juniorijalkapalloilijoiden fyysisiä ominaisuuksia mittaavia testejä. On syytä nostaa esille, että tutkimuksissa on havaittu, että biologinen kehitys vaikuttaa myös taitotesteihin. Malina ym. (2005) löysivät tutkimuksessaan, että biologinen kypsyys vaikutti jokseenkin merkitsevästi pallonhallintaan ja pujottelunopeuteen sekä syöttö- ja laukaisutarkkuuteen. Erityisesti suomalaisen pelaajakehityksen toiminnan kannalta, mikä tähtää huippupelaajien tuottamiseen yhdessä junioriseurojen ja Eerikkilän jalkapallon valmennus-, tutkimus- ja kehitystoiminnan keskuksen kaltaisten toimijoiden kanssa, tulisi pystyä keräämään dataa pelaajista yksilöittäin ennen PHV:tä, PHV:n aikana ja sen jälkeen. Tämä johtaa siihen, että nähtäisiin milloin pelaaja yksilönä on kehittynyt voimakkaasti biologisesta näkökulmasta ja miten tämä on vaikuttanut testituloksien kehittämiseen. Useamman vuoden aikana datapankki kerääntyy sen kaltaiseksi, että sieltä löytyy selviä yhdenmukaisuuksia, mikä taas auttaa esimerkiksi pelaajakehityksessä ja valmentajien kouluttamisessa.

Missään testissä ei havaittu ryhmänä tuloksien heikkenemistä. Yksilötasolla datasta löytyi myös pelaajia, jotka eivät kehittyneet nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksia mittaavissa testeissä, vaikkakin he olivat kehittyneet biologisesti voimakkaasti. Esimerkiksi $-0,9 \leq \text{PHV} \leq 0$ -ryhmästä erään pelaajan kronologiseen ikään oli tullut lisää kuusi kuukautta, pituus lisääntyi 3,2 cm ja paino kasvoi 4,7 kg. Hänen nopeus 10 m -testin aikansa oli lisääntynyt 0,03 s, 30 m -testin nopeuteen oli tullut lisää 0,01 s, ketteryystestin tulos oli heikentynyt 0,13 s ja kevennys-hyppytulokset vähentyi 3,9 cm. Syy siihen, miksi näissä testeissä ei saavutettu kehitystä, voi johtua useammastakin tekijästä. Harjoittelussa ei välttämättä ole keskitytty tarkasti nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksiin, joita testit mittaavat, tai pelaaja ei ole saanut riittävästi harjoitusvastetta harjoittelussa kuuden kuukauden aikana. Testit ovat hyvin spesifejä, esimerkiksi nopeus 10 m -testi vaatii riittävästi räjähtäviä suorituksia jatkettuna lineaarisesti kiihdyttäen maksimaalisesti. Ketteryystesti keskittyy mittaamaan sik-sakjuoksua 45°:n käänöksillä. Edellä mainitut suoritukset eivät välttämättä ole kovin tyypillisiä harjoittelussa tai peleissä, mikäli niihin ei erikseen keskitytä. Lisäksi voimakas pituuden kasvu ja painon lisääntyminen voivat myös aiheuttaa hetkellistä kehon motoristen taitojen heikentymistä, jota vaaditaan varsinkin ketteryystestin kaltaisessa suorituksessa.

Yleisesti eri valmennuskeskuksissa, kuten Eerikkilässä ja Santasportilla Rovaniemellä, on tavoite pystyä seuraamaan paikallisen alueen juniorijalkapalloilijoiden taitojen ja fyysisten ominaisuuksien kehittymistä yksilötasolla. Lisäksi seurataan antropometrisia muuttujia, jotta voidaan arvioida biologista kehittymistä. Tämä toteutetaan PHV-, pituus- ja painomittauksilla. Yksi isoista teemoista on pelaajien fyysisen suorituskyvyn harjoittelu ja siihen vaikuttavat tekijät. Samalla valmennuskeskuksien testitapahtumissa pyritään kouluttamaan valmentajia. Viime vuosina on edistytty hyvin tällä osa-alueella, sillä esimerkiksi tietoutta biologisen kasvun merkityksestä jalkapallon taitojen, kognitiivisten toimintojen ja fyysisen suorituskyvyn lisääntymiseen on jaettu valmentajille ja pelaajille. Eräs oleellinen näkökulma voisi myös olla tietojen lisääminen PHV:n jälkeisistä herkkyykskausista. 12–18 kuukautta pituuskasvun huippuvaiheesta on voiman herkkyykskausi (Lloyd & Oliver 2012). Suunnilleen kuusi kuukautta PHV:sta on lihaksen hypertrofinen kasvaminen (Laine ym. 2016, 72). Kestävyuden herkkyykskausi ajoittuu koko pituuskasvun huippuvaiheen ajalle. Maksimaalinen hapenotto kyky lisääntyy merkittävästi PHV:n alkaessa ja saavuttaa luontaisen huipun 14–16 vuoden iässä pojilla. (Lloyd & Oli-

ver 2012.) Herkkyyskauden aikana keho ottaa vastaan fysiologisesti spesifin ominaisuuden harjoittelua helpommin ja nopeammin kuin muuna aikana. Herkkyyskauden aikana tapahtuvalla laadukkaalla harjoittelulla spesifeihin ominaisuuksiin tavoiteltaisiin maksimaalista kehittymistä. (Hakkarainen & Nikander 2009, 140.)

11 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämä retrospektiivisesti tehty tutkimus osoitti, että biologinen kasvu vaikutta merkitsevästi nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksiin juniorijalkapalloilijoilla. Löydös on linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa, joissa on havaittu, että biologinen kasvu ja erityisesti pituuskasvun huipputvaihe vaikuttavat voimakkaasti juniorijalkapalloilijoiden fyysisten osa-alueiden kehittymiseen (Philippaerts ym. 2006; Wilson 2017).

Keskimääräisessä kehitysnopeudessa ei havaittu eroja ryhmien välillä. $PHV \geq 0,1$ ryhmä kehittyi nopeus 10, nopeus 30 m, kevennyshyppy ja suunnanmuutosjuoksutestissä muita ryhmiä paremmin, mutta keskimääräinen kehitysnopeus ei ollut tilastollisesti merkitsevä muihin ryhmiin verrattuna. Kronologisen iän muutos, painon ja pituuden lisääntyminen sekä pituus-paino-suhteen muutos korreloivat merkitsevästi nopeus- ja nopeusvoimaominaisuuksia mittaavien testien kehittymisen kanssa. Ryhmien välillä oli hieman eroja.

Jatkossa olisi mielenkiintoista seurata kehittymistä pidemmältä aikaväliltä varsinkin systemaattiseen ammattipelaajiin tähtäävän pelaajakehitykseen osalta. Suomessa esimerkiksi Helsingin Jalkapalloklubi, Tampereen Ilves ja Rovaniemen Palloseura tähtäävät pelaajakehitykseen, jossa voidaan tuottaa ammattipelaajia. Olisi mielenkiintoista nähdä miten vuosia kestävä systemaattinen harjoittelu juniorivaiheessa vaikuttaa testituloksiin ennen PHV:ta, sen aikana ja sen jälkeen.

LÄHTEET

- Almeida, C. H., Ferreira, A. P. & Volossovitch, A. 2013. Offensive sequences in youth soccer: effects of experience and small-sided games. *Journal of Human Kinetics* 36, 97-106.
- Andersson, H. A., Randers, M. B., Heiner-Møller, A., Krstrup, P. & Mohr, M. 2010. Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared with domestic league games. *Journal of Strength and Conditioning Research* 24 (4), 912-919.
- Aouichaoui, C., Trabelsi, Y., Bouhlel, E., Tabka, Z., Dogui, M., Richalet, J.P. & Buvry, A.B. 2012. The relative contributions of anthropometric variables to vertical jumping ability and leg power in Tunesian children. *The Journal of Strength and Condition Research* (26), 777–788.
- Aquino, R., Enrico, F. P., Isabella, S. A. & Garganta, J. 2017. SKILL-RELATED PERFORMANCE IN SOCCER: A SYSTEMATIC REVIEW. *Human Movement* 18 (5), 3-24.
- Arslan, E., Orer, G. E. & Clemente, F. M. 2020. Running-based high-intensity interval training vs. small-sided game training programs: effects on the physical performance, psychophysiological responses and technical skills in young soccer players. *Biology of Sport* 37 (2), 165-173.
- Baldari, C., Di Luigi, L., Emerenziani, G.P., Gallotta, M.C., Sgro, P & Guidetti, L. 2009. Is explosive performance influenced by androgen concentrations in young male soccer players? *British Journal of Sports Medicine* (43), 191–194.
- Barnes, J. L., Schilling, B. K., Falvo, M. J., Weiss, L. W., Creasy, A. K. & Fry A. C. 2007. Relationship of Jumping and Agility Performance in Female Volleyball Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research* 21 (4), 1192-1196.
- Barris, S. & Button C. 2008. A review of vision based motion analysis in sport. *Sports Medicine* 38, 1025–1043.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L. H. & Lakomy, H. K. 1996. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology* 80, 876–884.

- Bradley, P. S, Lago-Penas, C, Rey, E., Gomez Diaz, A. 2013. The effect of high and low percentage ball possession on physical and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Science* 31, 1261-1270.
- Bujalance-Moreno, P., Latorre-Roman, P. A. & Garcia-Pinillos, F. 2018. A systematic review on small-sided games in football players: Acute and chronic adaptations. *Journal of Sport Sciences* 37, 1-29.
- Carling, C., Gall, F. L. & Reilly, T. P. 2010. Effects of Physical Efforts on Injury in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine* 31, 180-185.
- Carling, C. & Dupont, G. 2011. Are declines in physical performance associated with a reduction in skill-related performance during professional soccer match-play? *Journal of Sports Sciences* 29 (1), 63–71.
- Clemente F., Couceiro M., Martins F.M. & Mendes R. 2012. The usefulness of small-sided games on soccer training. *Journal of Physical Education and Sport* 12, 93-102.
- Clemente, F. M. & Sarmiento, H. 2020. The effects of small-sided soccer games on technical and skills. A systematic review. *Human Movement* 21 (3), 100-119.
- Corvino, M., Tessitore, A., Minganti, C. & Sibila, M. 2014. Effect of court dimensions on players' external and 240 internal load during small-sided handball games. *Journal of Sports Science and Medicine* 13, 297-303.
- Coutts, A. J., Murphy, A. & Dascombe, B. 2004. Effect of direct supervision of a strength coach on measures of muscular strength and power in young rugby league players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 18 (2), 316-23.
- Cushion, C., Ford, P. R. & Williams, A. M. 2012. Coach behaviors and practice structures in youth soccer: Implication for talent development. *Journal of Sport Sciences* 30, 1631-1641.
- Dellal, A., Chamari, K, WONG, D. P, Ahmaidi, S, Keller, D., Barros, R., Bisciotti, G. N. & Carling, C. 2011. Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: FA Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science* 11, 51-59.
- Deprez, D., Valente-Dos-Santos, Coelho-e-Silva M. J., Lenoir, M., Philippaerts, R. & Vaeyens, R. 2015. Longitudinal Development of Explosive Leg Power from Childhood to Adulthood in Soccer Players. *International Journal of sports medicine* 36 (8), 672-679.

- Di Salvo, V. Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F.J., Bachl, N. & Pigozzi, F. 2007. Performance Characteristics According to Playing Position in Elite Soccer. *International Journal of Sports Medicine* 28, 222-227.
- Djaoui, L., Chamari, K., Owen, A. L. & Dellal. 2017. A Maximal Sprinting speed of elite soccer players during training and matches. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 31 (6), 1509-1517.
- Drust, B., Atkinson, G. & Reilly, T. 2007. Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Medicine* 37 (9), 783–805.
- Duthie, G., Pyne, D. & Hooper, S. 2003. The reliability of video based time motion analysis. *Journal of Human movement Studies* 44, 259–271.
- Fleay, B., Joyce, C., Banyard, H. & Woods, C. T. 2018. Manipulating Field Dimensions During Small-sided Games Impacts the Technical and Physical Profiles of Australian Footballers. *Journal of Strength and Conditioning Research* 32 (7), 2039-2044.
- Fogelholm, M. 2011. Lihaksen energiantuotanto ja energia-aineenvaihdunta. Teoksessa M. Fogelholm, I. Vuori & T. Vasankari. (toim.) *Terveysliikunta. 2. uudistettu painos*. Helsinki: Duodecim.
- Gaudino, P., Iaia, F. M., Alberti, G., Hawkins, R. D., Strudwick, A. J. & Gregson, W. 2014. Systematic bias between running speed and metabolic power data in elite soccer players: Influence of drill type. *International Journal of Sports Medicine* 35 (6), 489–493.
- Girard, O., Mendez-Villanueva, A. & Bishop, D. 2011. Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. *Sports Medicine* 41, 673–94.
- Gometti, G., Maffiuletti, N. A., Pousson, M., Chatard, J.-C. & Maffulli, N. 2001. Isokinetic Strength and Anaerobic Power of Elite, Subelite and Amateur French Soccer players. *International Journal of Sports Medicine* 22 (1), 45-51.
- Guilherme, J., Garganta, J., Graça, A. & Seabra A. 2015. Influence of non-preferred foot technical training in reducing lower limbs functional asymmetry among young football players. *Journal of Sports Science* 33 (7), 1790–1798.
- Hader, K., Mendez-Villanueva, A., Ahmaidi, S., Williams, B. K. & Buchheit, M. 2014. Changes of direction during high-intensity intermittent runs: Neuromuscular and metabolic responses. *BMC Sports Science, Medicine, and Rehabilitation* 6, 1-13.

- Halouani, J., Chtourou, H., Dellal, A., Chaouachi, A. & Chamari K. 2014. Physiological responses according to rules changes during 3 vs. 3 small-sided games in youth soccer players: stop-ball vs. small-goals rules. *The Journal of Sport Sciences* 32 (15), 37-41.
- Hakkarainen, H. & Nikander, A. 2009. Pitkäjärjestyksessä ja tavoitteellisuus lasten ja nuorten valmennuksessa. Teoksessa: Hakkarainen, H., Jaakkola, T., Kalaja, S., Lämsä, J., Nikander, A. & Riski, J. Lasten ja nuorten urheiluvalmennuksen perusteet. VK-Kustannus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino.
- Hanlon, M. 2015. CURRENT PRACTICES AND PERCEPTIONS OF NOTATIONAL ANALYSIS AMONG UNITED STATES SOCCER COACHES. *Soccer Journal* 60 (1), 58-65.
- Hodgson, C., Akenhead, R. & Thomas K. 2014. Time-motion analysis of acceleration demands of 4v4 small-sided soccer games played on different pitch sizes. *Human Movement Science* 33, 25–32.
- Jastrzebski, Z., Radziminski, L., & Stepien, P. 2016. Comparison of time-motion analysis and physiological responses during small-sided games in male and female soccer players. *Baltic Journal of Health and Physical Activity. The Journal of Gdansk University of Physical Education and Sport*, 8 (1), 42-50.
- Köklü, Y., Sert, O., Alemdaroglu, U. & Arslan Y. 2015. Comparison of physiological responses and time-motion characteristics of young soccer players in small sided games: The effect of Goalkeeper. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (4), 964-971.
- Köklü, Y., Alemdaroglu, U., Cihan, M. Wong, D. P. 2017. Effects of Bout Duration on Players' Internal and External Loads During Small-Sided Games in Young Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 12, 1370-1377.
- Lehto, H. & Vääntinen, T. 2010. Jalkapallon lajiansalyysi – fysiologia ja tekniset suoritukset. *Kihun julkaisusarja*, 1-54.
- Lehto, H., Jegelertz, A., Miettinen, M., Saloranta, M. & Vääntinen, T. 2013. Suomalaisen jalkapallon lajiansalyysi. *Kihun julkaisusarja* 40, 1-136.
- Little, T. & Williams, A. G. 2005. Specificity of Acceleration, Maximum Speed, and Agility in Professional Soccer Players 19 (1), 76-78.
- 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

- Machado, J. C., Barreira, D., Teoldo, I., Travassos, B., Júnior, J. B., Dos Santos, J. O. L. & Scaglia, A. J. 2019. How Does the Adjustment of Training Task Difficulty Level Influence Tactical Behavior in Soccer? *Research quarterly for exercise and sport* 90 (3), 403-416.
- Madison, G., Patterson, S., Read, P. & Howe, L. Effects of Small-Sided Game Variation on Changes in Hamstring Strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 33 (3), 839-845.
- Malina, R. M., Cumming, S., P., Kontos, A. P., Eisenmann, J. C., Ribeiro, B. & Aroso, J. 2005. Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13 – 15 years. *Journal of Sport Sciences* 23 (5), 515-522.
- Mallo, J. & Navarro, E. 2008. Physical load imposed on soccer players during small-sided training games. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 48 (2), 166-171.
- Malone, S., Hughes, B. & Collins, K. 2019. The effect of training load distribution on aerobic fitness measures in hurling players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 33 (3), 825-830.
- Martindale, R. J., Collins, D., & Daubney, J. 2005. Talent development: A guide for practice and research within sport 57, 353–375.
- Memmert, D. & Rein, R. 2018. Match Analysis, Big Data and Tactics: Current Trends in Elite Soccer. *German Journal of Sports Medicine* 69 (3), 65-72.
- Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. 2016. *Huippu-urheiluvammennus. Teoria ja käytäntö päivittäisvammennuksessa*. Lahti: VK-Kustannus.
- Mikat, R. P. 2007. Total-body pressure mapping for the assessment of body composition. *Journal of Exercise Physiologyonline* 10 (1), 1–6.
- Mirkov, D., Nedeljkovic, A., Kukulj, M., Ugarkovic, D. & Jaric, S. 2008. Evaluation of the Reliability of Soccer-Specific Field Tests. *Journal of Strength & Conditioning Research* 22 (4), 1046-1050.
- Mirwald, R., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. 2002. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 34, 689-694.
- Mohr, M., Krustup, P. & Bangsbo, J. 2003. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sport Sciences* 21, 519-528.

- Monea, D., Prodan, R. & Grosu, V. T. 2017. Specific training improving the skill and speed in junior football players. *Timisora Physical Education & Rehabilitation Journal* 10 (19), 207-215.
- Moreira, A., Aoki, M. S., Carling, C., Lopes, R. A. R., de Arrura, A. F. S., Lima, M., Correa, U. C. & Bradley, P. S. 2016. Temporal Changes in Technical and Physical Performances During a Small-Sided Game in Elite Youth Soccer Players. *Asian Journal of Sports Medicine* 7 (4), 1-9.
- O'Donoghue, P., Boyd, M., Lawlor, J. & Bleakley, E. 2001. Time-motion analysis of elite, semi-professional and amateur soccer competition. *Journal of Human Movement Studies* 41 (1), 1–12.
- Olthof, S. B., Frencken, W. G. & Lemmink, K. A. 2015. The older, the wider: on-field tactical behavior of elite standard youth soccer players in small-sided games. *Human Movement Science* 41, 92-102.
- Owen, A. L., Wong, D. P., Paul, D. & Dellal, A. 2014. Physical and technical comparisons between various-sided games within professional soccer. *International Journal of Sports Medicine* 35 (4), 253-258.
- Owen, A., L., Newton, M., Shovlin, A. & Malone, S. 2020. The Use of Small-Sided Games as an Aerobic Fitness Assessment Supplement within Elite Level Professional Soccer. *Journal of Human Kinetics* 71, 243-253.
- Pascual-Verdu, N. & Carbonell-Martinez, J. A. 2018. Analysis of technical and tactical principles in women's soccer. *Journal of Physical Education and Sport* 18 (3), 1488-1494.
- Praca, G. M., Costa, C. L. A, Costa F. F., de Andrade A. G. P., Chagas, M. H. & Greco, J. P. 2016. Tactical behavior in soccer small-sided games: influence of tactical knowledge and numerical superiority. *Journal of Physical Education* 1-12.
- Philippaerts, R. M., Vaeyens R., Janssens, M., Van Renterghem, B., Matthys, D., Craen, R., Bourgois, J., Vrijens, J., Beunen, G. & Malina, R., M. 2006. The Relationship Between Peak Height Velocity and Physical Performance in Youth Soccer Players. *Journal of Sports Sciences* 24 (3), 221-230.
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C. & Abt, G. 2007. Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sport Sciences* 25 (6), 659-666.

- Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R. & Impellizzeri, F. M. 2007. Variation in Top Level Soccer Match Performance. *International Journal of Sports Medicine* 28, 1018-1024.
- Rebelo, A., N. Silva, P., Rago, V., Barreira, D. & Krustup, P. 2016. Differences in strength and speed demands between 4v4 and 8v8 small-sided football games. *Journal of Sports Sciences* 34 (24), 2246-2254.
- Reilly, T. & Doran, D. 2003. Fitness assessment. Teoksessa: Reilly, T. & Williams, A.M. *Science and Soccer*, 2nd Edition, Routledge, 25-29.
- Roca, A., Ford, P. R., McRobert, A. P. & Mark Williams A. 2011. Identifying the processes underpinning anticipation and decision-making in a dynamic time-constrained task. *Cognitive Processing Journal* 12 (3), 301-310.
- Sanchez, M., Hernandez, D., Carretero, M. & Sanchez-Sanchez J. 2019. Level of Opposition on Physical Performance and Technical-Tactical Behaviour of Young Football Players. *Apunts Educacio Fisica I Esports* 137, 71-84.
- Sarmiento, H., Marcelino, R., Anguero, M. T., Campanico, J., Matos, N. & Leitao, J. C. 2014. Match analysis in football: a systematic review. *Journal of Sport Sciences* 32 (20), 1831-1843.
- Stevens, T., De Ruiter, C., Jan Beek, P. & Savelsbergh G. 2016. Validity and reliability of 6-a-side small-sided game locomotor performance in assessing physical fitness in football players. *Journal of Sport Sciences* 34 (6), 527- 534.
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisløff, U. 2005. Physiology of soccer: An update. *Journal of Sports Medicine* 35, 501–536
- Tomas, M., Frantisek, Z., Lucia, M. & Jaroslav, T. 2014. Profile, Correlation and Structure of Speed in Youth Elite Soccer Players. *Journal of Human Kinetics* 40, 149-159.
- Tomlin, D. L. & Wenger, H. A. 2001. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine* 31, 1–11.
- Ramos, G. A., Feriche, B., Haff, G. G. & Jaric, S. 2017. Effects of different conditioning programs on the performance of high-velocity soccer-related tasks: Systematic review and meta-analysis of controlled trials. *International Journal of Sports Science & Coaching* 13 (1), 1-24.

- Rowlinson, M. & O'Donaghue, P. 2009. Performance profiles of soccer players in the 2006 UEFA Champions League and the 2006 FIFA World Cup tournaments. Teoksessa: Reilly, T. & Korkusuz, F. (toim.), *Science and Football VI*, Routledge, 229-234.
- Sheppard, J., M. & Young, W., B. 2006. Agility Literature Review: Classifications, Training and Testing. *Journal of Sports Sciences*, 1-16.
- Young, W., Miller, I. & Talpey, S. 2015. Physical Qualities Predict Change-of-Direction Speed but Not Defensive Agility in Australian Rules Football. *Journal of Strength and Conditioning Research* 29 (1), 206-212.
- Van Praagh, E. & Doré, E. 2002. Short-term muscle power during growth and maturation. *Sports Medicine* (32), 701–728.
- Vergonis, A., Michailidis, Y., Mikikis, D., Semaltianou, E. Mavrommatis, G., Christoulas, K. & Metaxas, T. 2019. TECHNICAL AND TACTICAL ANALYSIS OF GOAL SCORING PATTERNS IN THE 2018 FIFA WORLD CUP IN RUSSIA. *Physical Education and Sport* 17 (2), 181-193.
- Vigne, G., Gaudino, C., Rogowski, I., Alloatti, G. & Hautier, C. 2010. Activity profile in Elite Italian Soccer Team. *International Journal of Sports Medicine* 31 (5), 304–310.
- Wilson, J. G. 2017. Talent identification and development of youth athletes in football. *Journal of Australian Strength and Conditioning* 25 (7), 73-78
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R. & Hoff, J. 2004. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine* 38, 285-288.