

**JUNIORIYLEISURHEILIJOIDEN TESTI- JA KILPAILUTULOSTEN
KEHITTYMINEN SEKÄ NIIDEN VÄLISIÄ YHTEYKSIÄ**

Eeva Koskinen

Valmennus- ja testausoppi
VTEA006 Kandidaatintutkielma
Liikuntabiologia
Liikuntatieteellinen tiedekunta
Jyväskylän yliopisto
Kevät 2018
Työnohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Koskinen, E. 2018. Junioriyleisurheilijoiden testi- ja kilpailutulosten kehittyminen sekä niiden välisiä yhteyksiä. Liikuntabiologia, Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Valmennus- ja testausopin kandidaatintutkielma, 60 s.

Johdanto. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää 13–16 -vuotiaiden junioriyleisurheilijoiden testi- ja kilpailutulosten kehittymistä noin viiden viimeisen vuoden aikana sekä testi- ja kilpailutulosten välisiä yhteyksiä ja mahdollisia sukupuolten välisiä eroja tuloksissa ja kehittämisessä. Monet fyysiset ominaisuudet kehittyvät luonnollisen kasvun seurauksena lapsuudessa ja nuoruudessa. Myös oikeanlaisella, lapsen iän ja kehityksen tason huomioivalla harjoittelulla voidaan fyysisissä ominaisuuksia kehittää. Yleisurheilulajit ovat pitkälti suorituskykylajeja, joissa etenkin pika- ja aitajuoksuissa sekä hyppylajeissa fyysisistä ominaisuuksista nopeuden ja voiman rooli korostuvat.

Menetelmät. Tutkimuksessa tutkittavina oli 20 Jyväskylän Kenttärheilijoiden vuosina 2002–2004 syntynyttä yleisurheilua harrastavaa tyttöä (n=10) ja poikaa (n=10). Tutkimuksessa käytettiin seuran testipäivissä (joulukuusta 2013 eteenpäin) tehtyjä lentävällä lähdöllä juostun 20 metrin, 5-loikan sekä 1000 metrin juoksun tuloksia. Lisäksi joulukuun 2017 testeissä urheilijoilta testattiin esikevennyshyppy kontaktimatolla. Kilpailutulokset (kesäkaudesta 2011 hallikauteen 2018) saatiin Tilastopajasta. Tilastollisissa analyysissä käytettiin Microsoft Excel 2016- ja IBM SPSS Statistics 24 -ohjelmistoja. Testi- ja kilpailutulosten kehittymistä tutkittiin keskiarvojen avulla ja tulosten välisiä yhteyksiä tutkittiin Spearmanin kaksisuuntaisella korrelaatiokertoimella.

Tulokset. Tutkimuksessa havaittiin, että kehitystä molemmilla sukupuolilla oli tapahtunut testi- ja kilpailutuloksissa. Ainoastaan 1000 metrin testi- ja kilpailutuloksissa ja tytöillä 5-loikassa kehittymistä oli tapahtunut vähän tai hyvin vaihtelevasti. Monien testi- ja kilpailutulosten välille löytyi tilastollisesti merkitseviä vahvoja korrelaatioita. Vahvimmat korrelaatiot tyttöjen ja poikien tuloksia yhdessä tarkastellessa olivat lentävän 20 m ja 60 m ($r=0,974$, $p<0,01$) sekä esikevennyshyppyn ja 200 m ($r=0,976$, $p<0,01$) välillä. 1000 metrin testi- tai kilpailutulosten ei todettu korreloivan tilastollisesti merkitsevästi muiden tulosten kanssa. Myös tyttöjen ja poikien tuloksia erikseen tutkittaessa vahvoja korrelaatioita löytyi nopeutta ja räjähtävää voimaa testaavien testien ja kilpailulajien välille. Pojat olivat jokaisella testikerralla ja kilpailukaudella tyttöjä edellä tuloksissa.

Pohdinta ja johtopäätökset. Tulosten kehittymiseen on oletettavasti vaikuttanut luonnollinen fyysinen kasvu, taitojen kehittyminen sekä fyysisten ominaisuuksien harjoittelu. Seuran käyttämät lentävän lähdön 20 m:n juoksu ja 5-loikan testit sekä esikevennyshyppy ovat hyviä testejä kertomaan suoriutumisesta yleisurheilun pika- ja aitajuoksuissa sekä hyppylajeissa. Poikien parempiin tuloksiin vaikuttavat erityisesti murrosiän mukanaan tuomat fyysiset edut (esim. suurempi kehon koko ja voima) tyttöihin verrattuna. Suurimmat virhelähteet tutkimuksessa ovat pieni otoskoko sekä se, että tuloksia testeistä tai kilpailuista ei kaikilta urheilijoilta löytynyt jokaiselta kaudelta.

Asiasanat: yleisurheilu, fyysiset ominaisuudet, kehitys, kilpailutulokset, testitulokset

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO.....	1
2 LAPSUUS- JA NUORUUSAJAN KEHITTYMINEN.....	2
2.1 Fyysinen kehitys.....	2
2.2 Motorinen kehitys.....	3
2.3 Perusominaisuuksien kehittyminen ja harjoittaminen.....	4
2.3.1 Nopeus.....	5
2.3.2 Voima.....	6
2.3.3 Kestävyys.....	8
2.3.4 Liikkuvuus.....	10
2.3.5 Taito.....	12
3 YLEISURHEILULAJIEN VAATIMUKSET.....	13
3.1 Pika- ja aitajuoksut.....	13
3.2 Kestävyysjuoksu.....	15
3.3 Hypyt.....	15
4 FYYSISTEN OMINAISUUKSIEN TESTAAMINEN KENTTÄTESTEILLÄ.....	18
5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEEESIT.....	21
6 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	23
6.1 Koehenkilöt.....	23
6.2 Kilpailutulosten kerääminen.....	24
6.3 Testitulokset.....	24
6.3.1 5-loikka.....	25

6.3.2 Lentävä 20 metrin juoksu	25
6.3.3 1000 metrin juoksu	25
6.3.4 Esikevennyshyppy	26
6.4 Tilastollinen analyysi.....	26
7 TULOKSET	27
7.1 Testitulosten kehittyminen	27
7.2 Kilpailutulosten kehittyminen	31
7.3 Esikevennyshyppy	42
7.4 Testi- ja kilpailutulosten väliset yhteydet.....	42
8 POHDINTA.....	47
LÄHTEET	57

1 JOHDANTO

Ihmisen kehon koostumus, mittasuhteet sekä fysiologiset toimintamekanismit muuttuvat merkittävästi syntymän jälkeen lapsen kasvaessa ja kehittyessä. Lapset eroavat monella tapaa aikuisista fyysiseltä toiminta- ja suorituskyvyltään, sillä esimerkiksi lasten kyky työskennellä anaerobisesti on aikuisia heikompi. Lapsen fyysinen kasvu on riippuvaista kehon solumäärän lisääntymisestä, solujen koon kasvusta sekä soluvälitilan nesteen ja rakenteiden lisääntymisestä. Lapsella biologista kypsymistä kohti aikuisuuden kypsyysastetta tapahtuu koko kasvun ajan, mutta sen nopeus ja aikataulu vaihtelevat eri elinjärjestelmien välillä. Hermosto kehittyy nopeasti varhaislapsuudessa, ja se onkin kehittynyt 80–90 %:iin aikuisiän hermoston koosta jo 6–7 -vuotiaana (Hakkarainen 2015b). Monipuolinen aisti- ja liikeärsykkeiden saanti lapsuudessa edesauttaa hermosolujen välisten yhteyksien vahvistumista sekä hermoliitosten toiminnan tehostumista. Lasten ja nuorten urheiluharjoittelussa tulisi monipuolisen harjoittelun lisäksi huomioida lasten kasvu ja kehityksen taso. Vaikka lihassolujen koko kasvaakin luontaisen kasvun ja kehityksen myötä, voidaan myös säännöllisellä harjoittelulla vaikuttaa lihassolujen toimintakykyyn ja rakenteeseen jo lapsuudessa. (Hakkarainen ym. 2008.)

Yleisurheilun pika- ja aitajuoksussa sekä hyppylajeissa nopeuden merkitys on suuri (Coh & Iskra 2012; Isolehto 2016; Jouste & Mero 2016; von Gerich & Kyröläinen 1988), ja se onkin lajeissa menestymisen kannalta yksi tärkeimmistä ominaisuuksista. Nopeuden lisäksi myös voimaominaisuudet ovat tärkeitä edellä mainituissa lajeissa (Jouste & Mero 2016). Yleisurheilulajeissa vaaditaan myös lajeille ominaista taitoa sekä tekniikkaa (Coh & Iskra 2012; Jouste & Mero 2016; von Gerich & Kyröläinen 1988). Muun muassa Finni (1997) on havainnut yleisurheilijoille tekemässään tutkimuksessa harjoitusolosuhteissa tehtyjen testitulosten olevan yhteydessä kilpailutuloksiin yleisurheilun taito-teholajeissa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää 13–16 -vuotiaiden junioriyleisurheilijoiden testi- ja kilpailutulosten kehittymistä pika- ja aitajuoksussa, hyppylajeissa sekä kestävyysjuoksussa viimeisten vuosien aikana. Lisäksi tarkoituksena on selvittää testi- ja kilpailutulosten välisiä yhteyksiä sekä sukupuolten välisiä eroja.

2 LAPSUUS- JA NUORUUSAJAN KEHITTYMINEN

Syntymän jälkeinen kasvu on eri yksilöillä hyvin samankaltaista, vaikkakin yksilöiden välillä on merkittäviä eroja kasvunopeudessa sekä siinä, minkä kokoiseksi lopullisesti kasvaa. Kronologisesti samanikäiset lapset ja nuoret voivat olla biologisessa kehityksessä hyvinkin eri vaiheissa. (Malina ym. 2004.) Lapsilla ja nuorilla kehon eri elinjärjestelmien koko, toimintakyky ja säätelykyky ovat perustana harjoitusvasteen ja fyysisen suorituskyvyn kehitykselle (Hakkarainen 2015b). Lapsuudella tarkoitetaan yleisesti ikävuosia (yksilöstä riippuen noin 6–12) ennen murrosikää ja nuoruudella ikävuosia (noin 11–18) murrosiän jälkeen ennen aikuisuutta (Malina 2001).

2.1 Fyysinen kehitys

Syntymän jälkeen tapahtuvia fyysisiä muutoksia ovat fyysinen kasvu, biologinen kypsyminen, fysiologinen kehitys sekä kehon koostumuksen muutokset. Fyysisellä kasvulla tarkoitetaan pituuden sekä painon kasvua ja elinjärjestelmien, esimerkiksi sydämen tai lihassolujen, rakenteellista kasvua. Biologinen kypsyminen on sukupuolielimien ja sukukypsyyden kehittymistä aikuisen tasolle. Fysiologinen kehitys tarkoittaa elinjärjestelmien toimintakyvyn kehittymistä ja kehon koostumuksellisilla muutoksilla viitataan esimerkiksi rasvaprosentin muutoksiin. (Hakkarainen ym. 2008.)

Sekä pituus että paino kasvavat nopeasti varhaisessa lapsuudessa, kunnes kasvuvauhti hidastuu ennen murrosikää. Murrosiässä pituuskasvu kiihtyy jälleen, jonka jälkeen se vähitellen hidastuu ja pysähtyy, kun saavutetaan aikuisiän lopullinen pituus. (Malina ym. 2004.) Tyttöillä murrosikä alkaa keskimäärin 11- ja pojilla noin 13-vuotiaana. Noin 7 kuukauden iästä aina murrosikään asti tytöt ja pojat kasvavat pituutta lähes samalla vauhdilla. (Rogol ym. 2000.) Ennen murrosikää tytöt ovat usein pidempiä ja painavampia kuin pojat johtuen tyttöjen aikaisemmasta kasvupyrähdyksestä, mutta pojat kasvavat murrosiässä usein tyttöjen ohi. Pituuskasvu loppuu tytöillä noin 16-vuotiaana ja pojilla noin 18-vuotiaana. (Malina ym. 2004.)

Murrosiässä saavutetaan noin puolet aikuisiän kehon painosta. Pojilla pituuden sekä painon kehittymisen huippuvaiheet ajoittuvat suunnilleen samaan kehitysvaiheeseen, kun taas tytöillä painon kehitys seuraa hieman pituuskasvun jäljessä. Pojilla suurimman pituuskasvun aikana kehon rasvan määrä vähenee ja lihasmassa kasvaa testosteronin vaikutuksesta. Pituuskasvun hidastuessa rasvan kertyminen kehoon lisääntyy molemmilla sukupuolilla, mutta tytöillä tuplasti enemmän. (Rogol ym. 2000.) Tytöillä rasvamassan osuus kehon painosta on varhaislapsuudesta asti poikia suurempi, ja myöhäisnuoruudessa se voi olla jopa kaksinkertainen poikiin verrattuna. Säännöllisellä fyysisellä aktiivisuudella ei ole selvää näkyvää vaikutusta pituuskasvuun tai kehitykseen nuoruudessa, mutta sillä pystytään vaikuttamaan kehon painoon sekä kehon koostumukseen. Paino saattaa yleensä kasvaa myös aikuisiällä. (Malina ym. 2004).

Syntymän jälkeinen lihaskasvu johtuu pääasiassa hypertrofiasta, eli lihassolujen koon kasvusta, eikä lihassolujen lisääntymisestä eli hyperplasiasta. Lapsuudessa lihaksen paksuudessa ei juurikaan ole eroja sukupuolten välillä, vaan erot tulevat esiin vasta noin 16 ikävuoden kohdilla murrosiän jälkeen, jolloin poikien lihaspaksuus on tyttöjä suurempi murrosiän hormonaalisista muutoksista johtuen. (Malina ym. 2004.) Erityisesti pojilla lihasvoima kasvaa luuston kasvun sekä lihasmassan lisääntymisen johdosta murrosiässä. (Rogol ym. 2000.)

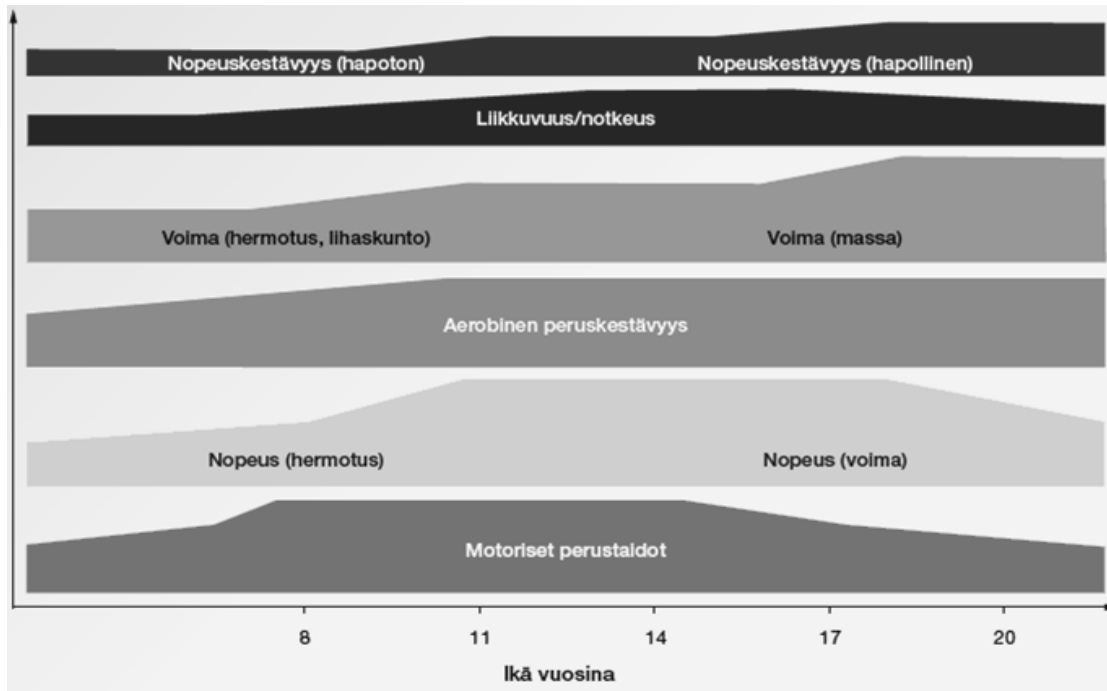
2.2 Motorinen kehitys

Motorisella kehityksellä tarkoitetaan prosessia, jossa lapsi oppii liikemalleja sekä taitoja. Se on jatkuva prosessi muutoksia, jotka tapahtuvat vuorovaikutuksessa eri tekijöiden (hermolihassjärjestelmän kehittyminen, lapsen kasvu ja kasvunopeus sekä motoriset kokemukset) kanssa. Motorinen kehitys on riippuvainen lapsen fyysisestä kasvusta ja biologisesta kypsyystasosta, mutta myös ympäristö, jossa lapsi kasvaa, vaikuttaa merkittävästi motoriseen kehitykseen. (Malina ym. 2004.) Vaikkakin motorinen kehitys tapahtuu tyypillisesti edellä mainittujen lisäksi myös iän sekä kokemusten kautta, saattavat samankäiset ja samalla kypsyystasolla olevat lapset erota toisistaan motorisissa taidoissa (Luz ym. 2016).

Tahdonalaisten liikkeiden kehittyminen ja kontrolli alkaa jo varhaislapsuudessa. Motorinen kehitys varhaislapsuudessa liittyy aivojen sekä keskushermoston nopeaan kasvuun ja kehittymiseen. Motoristen taitojen oppiminen on tärkeä kehityksellinen tehtävä lapsuudessa. Varhaislapsuus onkin aikaa, jolloin hankitaan lisää kokemuksia erilaisista motorisista tehtävistä. Perusmotorisiin taitoihin kuuluvat liikkumis-, tasapaino ja välineen käsittelytaidot. Motoriseen kehittymiseen kuuluu perustaitojen hankkiminen ja niiden kehittäminen. Lapsilla perusmotorisista taidoista koostuvat liikekuviot ovat kehittyneet hyvin pitkälle jo 6–7 ikävuoteen mennessä, mutta perustaidot kehittyvät edelleen myös myöhemmässä vaiheessa. (Malina ym. 2004.) Lasten kasvaessa ja lihasmassan lisääntyessä myös motoriset taidot kehittyvät samalla (Herodek & Simonović 2013).

2.3 Perusominaisuuksien kehittyminen ja harjoittaminen

Perusominaisuuksia ovat fyysiset ominaisuudet (nopeus, kestävyys, voima ja liikkuvuus) sekä taito. Herkkyyskausilla tarkoitetaan vaiheita, jolloin kukin ominaisuus kehittyy parhaiten ja jolloin harjoittelussa olisi erityisen tärkeä keskittyä näihin osa-alueisiin. Yksilöiden välillä on kuitenkin eroja fyysisten ominaisuuksien kehittymisessä johtuen yksilön biologisesta kypsymisestä. (Hakkarainen ym. 2008.) Kuvassa 1 on esitettyä fyysisten ominaisuuksien sekä taidon harjoittamisen herkkyyskaudet.



KUVA 1. Fyysisten ominaisuuksien sekä taidon harjoittamisen herkkyyskaudet (Hakkarainen ym. 2008).

2.3.1 Nopeus

Maksimaalinen juoksunopeus kasvaa lapsen ja nuoren kehittymisen myötä. Juoksunopeuteen vaikuttaa ikää enemmän nuoren biologisen kehityksen taso. Juoksunopeuden kehittymiseen vaikuttavat sekä kasvanut askelpituus että askeltiheys. Askelpituuteen vaikuttaa jalkojen ja siten koko kehon pituus, mikä kasvaa luonnollisesti fyysisen kasvun myötä. Myös parantunut alaraajojen tehontuotto voi vaikuttaa askelpituuden kasvuun nuoruudessa. Askelpituuden kasvamisella vaikuttaa olevan askeltiheyden kehittymistä suurempi vaikutus juoksunopeuden kehittymiseen. (Rumpf ym. 2015.) Babić ja Blažević (2011) totesivat tutkimuksessaan, että lapset, jotka kykenivät juoksemaan 50 metriä muita nopeammin, ottivat myös keskimääräisesti hitaampia pidempiä askeleita 50 metrin matkalla.

Juoksunopeus kehittyy molemmilla sukupuolilla nopeasti 5–8 ikävuoden välillä, jonka jälkeen kehitysnopeus hieman hidastuu. Sukupuolierot juoksunopeudessa ovat lapsuudessa pieniä,

mutta ne tulevat selvemmin näkyviin nuoruudessa. Nopeus kehittyy pojilla 5 ikävuodesta 18 ikävuoteen ja tytöillä noin 13–14 ikävuoteen saakka, jonka jälkeen kehitystä 17 ikävuoteen asti tapahtuu hyvin vähän. (Malina ym. 2004.) Jo lapsilla on havaittavissa sukupuolten välisiä eroja juoksun kinemaattisissa muuttujissa, kun noin 8-vuotiailla lapsilla tehdyssä tutkimuksessa havaittiin poikien askeltiheyden olevan tyttöjä suurempi, kun taas tytöillä askelpituus oli poikia pidempi. Lisäksi poikien maakontaktiaika sekä lentoaika olivat tyttöjä lyhempiä, ja näistä syistä johtuen pojat kykenivät juoksemaan 50 metrin matkan tyttöjä nopeammin. (Babić ja Blažević 2011.)

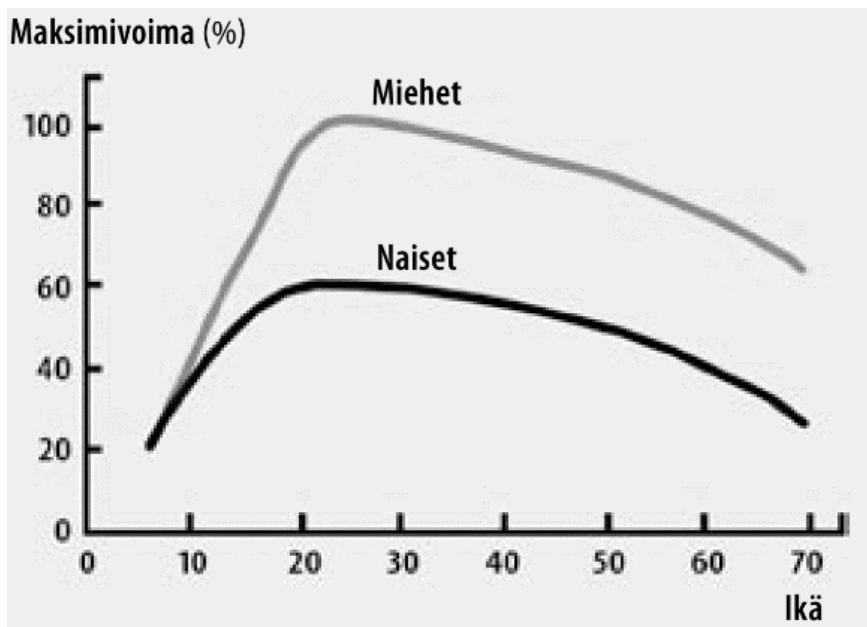
Nopeus on voimakkaasti periytyvä ominaisuus minkä vuoksi sen harjoitettavuutta on pitkään pidetty huonona. Nopeutta voidaan kuitenkin kehittää progressiivisella sekä nopeuden eri osat alueet huomioivalla harjoittelulla. (Hakkarainen 2015a.) Rumpfin ym. (2015) mukaan pojilla tehdyssä tutkimuksessa suurin maksiminopeuden kehittyminen tapahtuu suurinta kasvupyrähdystä edeltävän sekä suurimman kasvupyrähdyksen välisellä ajalla. Tämän vuoksi nopeusharjoitteluun olisikin hyvä panostaa juuri tässä kehitysvaiheessa. Harjoittelun olisi tällöin hyvä sisältää pääosin tekniikkaa sekä koordinaatioita. (Rumpf ym. 2015.) Lisäksi lihasten hermotuksen parantamiseksi ennen murrosikää nopeusharjoittelussa olisi sekä tyttöjen että poikien tärkeä keskittyä myös askeltiheyden sekä juoksurytmin harjoittamiseen. Etenkin hermotuksen kehittäminen murrosiän jälkeen on haastavaa, joten sen kehittäminen ennen murrosikää nopeusharjoittelun herkkyyskaudella (kuva 1) on tärkeää. Voimaominaisuuksien kautta tapahtuva nopeuden lisääminen on järkevin sijoittaa vasta kasvupyrähdyksen jälkeen. (Hakkarainen ym. 2008.) Tällöin nopeusharjoittelussa tulisi korostua askelpituuden sekä -tiheyden kehittämisen lisäksi horisontaalisen voiman ja tehon lisääminen. Myös maakontaktiajan lyhenemiseen on hyvä keskittyä pituuskasvun jälkeen. Juoksun maakontaktin ajan on myös todettu lyhenevän kasvun myötä, sillä juoksija kykenee tällöin tuottamaan suuremman määrän voimaa lyhemässä ajassa. (Rumpf ym. 2015.)

2.3.2 Voima

Lihassoima on tärkeä fyysinen ominaisuus arkisista toiminnoista selviämisen sekä liikkumisen kannalta (Beunen & Thomis 2000). Lihassoima kasvaa asteittain syntymän jälkeen, eikä

sukupuolten välillä juurikaan ole eroja voimatasoissa varhaislapsuudessa. Lihasvoiman paraneminen kasvun ja kehityksen seurauksena liittyy raajojen pituuksien kasvamisen ja lihasmassan lisääntymisen lisäksi myös muutoksiin keskushermostossa sekä biokemiallisiin muutoksiin lihaskudoksessa. Lisäksi nuoruudessa tapahtuvat hormonaaliset muutokset vaikuttavat myös voiman kehittymiseen. Ikä itsessään on voimaa vahvasti määrittävä tekijä; vanhemmat lapset ovat vahvempia kuin samanpituiset nuoremmat lapset. Voima liittyy vahvasti myös kehon kokoon ja lihasmassaan, ja sen vuoksi sukupuolten väliset erot murrosiässä selittyvät pitkälti poikien suuremmalla kehon koolla. (Malina ym. 2004.)

Lihaksen dynamiikassa tapahtuu muutoksia lapsuudessa sekä nuoruudessa, ja lihaskudoksen kehittyminen onkin olennainen tekijä voiman ja suorituskyvyn kehittymiselle (Sergeer & Thorstensson 2000; Lin ym. 1994, Malinan ym. 2004 mukaan). Räjähävä voima vauhdittamalla pituushypyillä sekä vertikaalihypyillä mitattuna kasvaa lähes tasaisesti molemmilla sukupuolilla kuudesta ikävuodesta 14 ikävuoteen asti, ja pojilla kasvua tapahtuu vielä tämänkin jälkeen noin 18 ikävuoteen asti. (Malina ym. 2004.) Kuvasta 2 on nähtävissä, että maksimivoima kasvaa tasaisesti lapsuudesta, kunnes se saavuttaa huippuarvonsa molemmilla sukupuolilla noin 20 ikävuoden kohdilla miehillä hieman naisia myöhemmin.



KUVA 2. Maksimivoima, sukupuoli ja ikä (Ahtiainen & Häkkinen 2007).

Ympäristöllisistä tekijöistä voiman kehittymiseen lapsuudessa ja nuoruudessa vaikuttavat eniten fyysinen aktiivisuus sekä voimaharjoittelu. Myös geeniperimällä on suuri vaikutus voiman kehittymiseen. (Beunen & Thomis 2000.) Lapsilla voimaharjoittelun tulisi tapahtua alkuun pääosin omalla kehon painolla tehtävillä harjoitteilla, kevyillä lisäpainoilla tai esimerkiksi vastuskuminauhoilla. Voimaharjoittelu on tärkeää nuorille urheilijoille hyvän ryhdin ja asennon saavuttamiseksi sekä vammojen ennaltaehkäisyänsä takia. Lapsuuden ja nuoruuden voimaharjoittelulla luodaan myös pohjaa myöhemmälle kehitykselle urheilussa. Tärkeintä lapsille on oppia liikkeiden oikeat suoritustekniikat, jolloin toistomäärät liikkeistä ovat suuria, mutta toistot tehdään pienillä vastuksilla. (Herodek & Simonović 2013.) Lasten ja nuorten voimaharjoittelussa keskivartalon tukilihasten kehittymiseen on syytä kiinnittää huomiota. Ennen murrosikää myös lihaskoordinaation sekä lihashermotuksen kehittäminen on tärkeää, sillä erityisesti hermotuksesta on apua myös myöhemmällä iällä lihasmassan lisäämisessä. (Hakkarainen ym. 2008). Lapsilla voiman kehittyminen ennen murrosikää tapahtuu pääosin hermostollisten muutosten, ei lihashypertrofian kautta (Fleck & Kramer 1993, Herodekin & Simonovićin 2013 mukaan). Vasta kasvupyrähdysten jälkeen voidaan siirtyä enemmän lihasmassan lisäämistä tähtäävään harjoitteluun (Hakkarainen ym. 2008). Kuvasta 1 nähdään voimaharjoittelun herkkyykskaudet lihaskunnan ja hermotuksen sekä lihasmassan kehittämisen osalta.

2.3.3 Kestävyys

Lapsuudessa kestävyysuorituskyky sekä maksimaalinen hapenottokyky kasvavat merkittävästi, mahdollisesti jopa 10–20 % vuodessa (Bompa 2000; Rowland 2013). Kestävyysurheilua harrastavilla lapsilla kehon painoon suhteutettu maksimaalinen hapenottokyky (VO_2max , ml/kg/min) voi olla ei-urheilijaa lapsia jopa 30 % suurempi. Absoluuttiset maksimaalisen hapenottokyvyn arvot (l/min) kehittyvät lapsuudessa sydämen, keuhkojen sekä lihasmassan kasvaessa, ja tulokset ovat pojilla tyttöjä suuremmat. (Rowland 2013.) Absoluuttiset VO_2max arvot kasvavat pojilla aina 16 ikävuoteen saakka ja tytöillä noin 13 ikävuoteen saakka (Malina ym. 2004). Myös Bergier ja Bergier (2006) havaitsivat tutkimuksessaan kestävyysuorituskyvyn kehittyvän Cooperin 12 minuutin testillä mitattuna tytöillä 13 ja pojilla 16 ikävuoteen asti poikien suorituskyvyn ollessa jokaisella ikätasolla 8–16 -vuotiaana tyttöjä parempi (Bergier & Bergier 2006). Kehon painoon suhteutettu VO_2max säilyy pojilla noin 15–16 ikävuoteen asti

tasaisena, kun taas tytöillä kehonpainoon suhteutettu $VO_2\text{max}$ laskee. Huolimatta siitä laskeeko vai pysyykö $VO_2\text{max/kg}$ samana, kestävyysuorituskyky lapsuudessa ja nuoruudessa kuitenkin kehittyy, johtuen esimerkiksi voiman, glykolyyttisen kapasiteetin ja taloudellisuuden kehittymisestä. (Rowland 2013.) Kehon paino kasvaa yleisesti maksimaalista hapenottoa nopeammin erityisesti ennen ja jälkeen kasvupyrähdystä ja seksuaalista kypsymistä, minkä vuoksi suhteellinen $VO_2\text{max}$ laskee nuoruudessa etenkin tytöillä (Malina ym. 2004).

Kestävyysharjoittelun seurauksena sekä keuhkojen että sydämen toiminta tehostuu, ja happea lihaksille kuljettavien punasolujen määrä sekä hemoglobiinin määrä lisääntyy, mikä lisää hapenkuljetuskykyä ja siten parantaa aerobista suorituskykyä (Bompa 2000). Osana normaalia kasvuprosessia tapahtuva sydämen kammioiden kasvu mahdollistaa sen, että samalla absoluuttisella teholla tehdyssä kuormituksessa iskutilavuus kasvaa ja sitä kautta myös minuuttitulavuus (iskutilavuus x syke) kasvaa (Malina ym. 2004; Rowland 2013). Lapsilla hengityksen tehokkuus on heikompi kuin nuorilla ja aikuisilla johtuen lasten nopeasta ja pinnallisesta hengityksestä. Lapsilla ja nuorilla maksimaalisen aerobisen tehon kehittymiseen vaikuttavat myös substraattien hyödyntämisen aste (lapset käyttävät enemmän rasvoja energianlähteenä) sekä lihassolujen ATP-varastojen täydentyminen. (Malina ym. 2004.)

Lapsilla liikkumisen taloudellisuus on aikuisia heikompaa, mutta se paranee kasvun ja kehityksen myötä (Bompa 2000). Lasten heikkoon taloudellisuuteen juoksussa ja kävelyssä vaikuttaa esimerkiksi se, että lasten askelpituus on aikuisia lyhyempi, jolloin askelia täytyy ottaa samalla matkalla enemmän. Taloudellisuuden kehittymiseen nuoruudessa vaikuttaa myös vähäinen agonistien ja antagonistien koaktivaatio, sillä nuorilla lapsilla (7–8 -vuotiailla) ei ole vielä optimaalista neuromotorista kontrollia eri lihasryhmien aktivointiin. (Malina ym. 2004.)

Korkeilla intensiteeteillä työskenneltäessä lapsilla on heikompi kyky työskennellä anaerobisesti kuin aikuisilla, johtuen muun muassa anaerobisessa glykolyysissä entsyyminä toimivan fosfofruktokinaasin (PFK) vähemmästä määrästä (Barker & Armstrong 2010). Lihasmassan kasvaminen lapsen kehittyessä vaikuttaa suoraan myös absoluuttiseen anaerobiseen tehoon, joka kyetään tuottamaan. Myös lihaskudoksen ATP-, kreatiinifosfaatti- ja glykogeenivarastot lisääntyvät kasvun myötä. Lapset eivät pysty ylläpitämään korkeita veren ja lihaksen laktaatti-

tasoja kuormituksessa yhtä hyvin kuin aikuiset. Veren maksimaalinen laktaattipitoisuus kasvaa kehityksen myötä johtuen esimerkiksi hormonaalisista muutoksista. Submaksimaalisessa kuormituksessa laktaattipitoisuus on lapsilla sekä nuorilla aikuisia matalampi. Anaerobiseen energiantuottoon ja happamuuden sietokykyyn liittyvät biologiset mekanismit ovat täysin kehittyneet vasta hieman nuoruuden kasvupyrähdyksen jälkeen. Anaerobinen suorituskyky kehittyy lapsuudessa ja nuoruudessa aerobista suorituskykyä enemmän. (Malina ym. 2004.)

Maksimaalinen hapenottokyky kehittyy lapsilla kestävyysharjoittelun myötä, mutta vaste harjoittelulle on aikuisia pienempi (Rowland 2013). Lasten ja nuorten kestävyysharjoittelulla luodaan pohjaa kaikelle tulevaisuuden harjoittelulle lajista riippumatta (Hakkarainen ym. 2008). Lasten kestävyysharjoittelun tulisi olla hauskaa ja innostavaa, ja sen voi sisällyttää hyvin esimerkiksi erilaisiin peleihin. Murrosikäisten kestävyysharjoittelussa myös lajispesifisyyden ja oikeiden suoritustekniikoiden tulee korostua. Harjoittelun tulisi kuitenkin olla tällöinkin monipuolista ja sisältää myös erilaisia pelejä ja leikkejä. Murrosiän jälkeen tietyn urheilulajin vaatimuksia vastaavan lajispesifisen harjoittelun määrä lisääntyy entisestään. (Bompa 2000.) Lapset ja nuoret kestävät hyvin myös pitkäkestoisia submaksimaalisia aerobisia harjoituksia. Lapset palautuvat aikuisia paremmin raskaista fyysistä kuormituksista johtuen matalammista veren ja lihaksen laktaattipitoisuuksista. (Malina ym. 2004.) Lasten anaerobinen maitohapoton energia-aineenvaihdunta on tehokkaimmillaan ennen kasvupyrähdystä, jolloin harjoittelussa kannattaa painottaa lyhyitä intensiivisiä kuormituksia lyhyillä palautuksilla. Koska anaerobinen suorituskyky tehostuu kasvupyrähdyksen jälkeen, voi silloin aloittaa hapollisen anaerobisen harjoittelun. (Hakkarainen ym. 2008.)

2.3.4 Liikkuvuus

Liikkuvuudella tarkoitetaan kehon nivelten liikelaajuuksia. Liikkuvuus on nivelspesifiä. (Malina ym. 2004.) Liikkuvuus on tärkeää yleisen toimintakyvyn kannalta, mutta sitä tarvitaan myös monissa urheilusuorituksissa, sillä useammassakin urheilulajissa lajin liikkuvuuden vaatimukset ylittävät harjoittelemattoman henkilön liikkuvuuden tason. Esimerkiksi aitajuoksussa ja korkeushypyssä vaaditaan lonkka- ja polviniveliltä hyvää liikkuvuutta. Murrosiässä liikkuvuus saattaa heiketä johtuen koordinaation heikkenemisestä pituuskasvun vuoksi. (Kalaja

2015.) Liikkuvuuden ja motorisen kyvykkyyden (koordinaatio) välillä on todettu lapsilla positiivinen yhteys (Kalaja 2015; Lopes ym. 2017).

Tytöt ovat usein luonnostaan poikia liikkuvampia (Lopes ym. 2017; Malina ym. 2004). Varhaislapsuudessa luontainen liikkuvuus on suurta etenkin lonkkanivelessä, mutta vartalon liikkuvuus ruumiinrakenteen johdosta on 2–3 ikävuoden aikana pientä. Etenkin murrosiässä erot sukupuolten välillä korostuvat johtuen elimistön hormonituotannon, kehon rasvan sekä lihasmassan muutoksista. Lapsuudessa ennen murrosikää liikkuvuuden kehittymistä tapahtuu vaihtelevasti eri yksilöiden välillä. Yleisesti 7–10 vuotiailla liikkuvuus suurissa nivelissä saattaa heiketä etenkin lantiossa ja olkanivelessä, kun taas liikkuvuus lonkissa, hartiaseudulla ja selkärangassa lisääntyy. Murrosiän aikana ja sen jälkeen liikkuvuus kehittyy eriytyneesti nivelissä, joita venytetään. Noin 20 ikävuoden kohdilla suuret nivelet saavuttavat optiminsa liikkuvuudessa. (Kalaja 2015.) Alaselän, lantion ja takareisien liikkuvuutta mittaavassa eteentaivutustestissä istuen pysyivät tyttöjen tulokset lähes vakioina 5–11 vuoden välillä, kun taas pojilla tulokset heikkenivät. Kurotustesteillä mitattuihin liikkuvuuden tuloksiin ja niiden kehittymiseen vaikuttaa lasten ja nuorten kohdalla suuresti raajojen sekä keskivartalon pituuskasvu. (Malina ym. 2004.)

Liikkuvuuden harjoittaminen tulisi aloittaa jo varhaisessa lapsuudessa, jotta maksimaalinen erityisesti passiivinen liikkuvuus kyetään saavuttamaan 11–14 ikävuoden välillä. Liikkuvuuden kehittämiseen on erityisesti syytä kiinnittää huomiota kasvupyrähdyksen aikana, sillä silloin lihasten heikko liikelaajuus saattaa muodostua suorituskykyä rajoittavaksi tekijäksi sekä lisätä rasisvammojen riskiä (Hakkarainen ym. 2008). Murrosiässä ja sen jälkeen liikkuvuusharjoittelun tulisi keskittyä niihin lihaksiin, jotka rajoittavat eniten liikelaajuutta. Murrosiän liikkuvuusharjoittelulla pyritään säilyttämään lapsuuden luontaista liikkuvuutta. Aktiivista, eli omalla voimalla saavutettua liikkuvuutta tulisi harjoittaa erityisesti murrosiässä. Murrosiän jälkeen nuoret voivat tehdä hyvinkin intensiivistä liikkuvuusharjoittelua. (Kalaja ym. 2015.)

2.3.5 Taito

Taidolla tarkoitetaan tehtävää, jolla on tietty tarkoitus, tai jonka avulla pyritään saavuttamaan jokin tavoite. Motorisella taidolla viitataan taitoihin, joissa tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan lihasten tahdonalaista liikettä. (Magill 2011.) Taito voidaan jakaa yleistaitavuuteen sekä lajitaitavuuteen. Yleistaitavuuden kehittymisen herkkyykskausi on 1–6 ikävuoden aikana. 7–12 vuotiaana on lajitaitavuuden kehittämisen sekä yleistaitavuuden vakiinnuttamisen aika. Lajitaitavuuden varsinainen herkkyykskausi on tämän jälkeen, eli yleistaitavuuden oppimis- ja vakiinnuttamisvaiheen jälkeen. (Hakkarainen ym. 2008.) Opitut liikuntataidot ovat suhteellisen pysyviä, eli ne pystytään palauttamaan mieleen sekä toistamaan pidemmänkin harjoitustauon jälkeen (Kalaja & Jaakkola 2015), minkä vuoksi lapsuuden ajan motoristen taitojen oppiminen on tärkeää myös aikuisiän liikkumisen kannalta.

Motoriset perustaidot ovat yleisesti kehittyneet hyvin 6–7 vuoden ikään tultaessa (Malina ym. 2004). Ennen murrosikää lasten liikunnassa tulisi painottaa motorisia perustaitoja, sillä niiden varaan rakentuvat tulevaisuudessa myös eri urheilulajien lajitaidot sekä -tekniikka (Hakkarainen ym. 2008). Taitoharjoittelun on tärkeä olla monipuolista lapsuudessa ja nuoruudessa, sillä monipuolinen harjoittelu edistää taitojen oppimista myöhemmällä iällä sekä luo pohjaa terveelle psyykkiselle ja sosiaaliselle kehitykselle. (Kalaja & Jaakkola 2015.)

3 YLEISURHEILULAJIEN VAATIMUKSET

Yleisurheilulajit ovat hyvin pitkälle suorituskykylajeja, joissa kilpailutulokseen vaikuttaa merkittävästi urheilijan fyysiset ominaisuudet (Schexnayder 2012, Brooks 2013 mukaan). Fyysisten ominaisuuksien lisäksi yleisurheilun eri lajeissa tarvitaan myös taitoa käyttää näitä urheilijan ominaisuuksia hyödyksi suorituksissa (Brooks 2013). Useimmissa lajeissa lajin vaatimat tekniikat ovat suhteellisen helppoja, pois lukien esimerkiksi aitajuoksu ja seiväshyppy. Fyysisten ominaisuuksien lisäksi menestyvältä urheilijalta vaaditaan myös hyviä psyykkisiä ominaisuuksia, kuten motivaatiota harjoitteluun, itsevarmuutta kilpailutilanteissa sekä halua olla paras (von Gerich & Kyröläinen 1988).

3.1 Pika- ja aitajuoksut

Pikajuoksu. Pikajuoksulajeihin lasketaan kuuluvaksi maksiminopeudella juostavat matkat 200 metriin asti (Torim 1991). Fyysisistä ominaisuuksista nopeus on pikajuoksussa kaikkein tärkein (Jouste & Mero 2016). Pikajuoksussa ratkaisevaa on se, kuinka paljon voimaa urheilija kykenee lyhytkestoisen askelkontaktin aikana tuottamaan (Maćkala & Mero 2013). Nopeampien juoksijoiden onkin todettu kykenevän tuottamaan suurempia voimia lyhyemmän askelkontaktin aikana (Jouste & Mero 2016). Askelpituus määräytyy pitkälle juoksijan pituuden mukaan. Pidemmät urheilijat ottavat pidempiä askeleita hieman pienemmällä askeltiheydellä, kun taas lyhemmät juoksijat kompensoivat lyhyempää askelpituuttaan suuremmalla askeltiheydellä. Pidemmällä askeleella korostuvat lajin vaatimuksista enemmän lajinomainen voima, nopeusvoima, lantion liikkuvuus sekä juoksun tekniikka. Suurimpia mitattuja nopeuksia 100:n metrin matkalla ovat miehiltä mitatut yli 11,5 m/s (lentävä 20 m alle 1,74 s) ja naisilta yli 10,5 m/s (lentävä 20 m alle 1,92 s). (Jouste & Mero 2016.) Pikajuoksussa huipputulokset saavutetaan pääosin 20 ikävuoden jälkeen (Torim 1991).

Nopeusvoima, räjähtävä voima sekä pikavoima ovat voiman lajeista pikajuoksijoille tärkeimmät. Tärkeimmät lihakset pikajuoksijalle ovat pakaralihakset, lonkankoukistajat, takareidet, lähentäjät, etureidet, pohjelihakset sekä vahva keskivartalo. (Jouste & Mero 2016.) Pikajuoksusuoritukseen vaikuttavat fyysisten ominaisuuksien lisäksi myös urheilijan lajitek-

niikka, ruumiinrakenne, psyykkiset tekijät, taktiikka sekä kilpailuiden olosuhteet. Peruskestävyyden vaikutus yksittäiseen pikajuoksusuoritukseen on hyvin pieni, mutta kestävyiden rooli korostuu enemmän juoksusuoritusten välisessä palautumisessa. Pikamatkoilla juoksumatkan pituuden kasvaessa maksiminopeuden lisäksi nopeuskestävyyden rooli suurenee. Nopeuskestävyysominaisuuksiin vaikuttavat kreatiinifosfaatin tuoton mekanismit, elimistön puskurointikyky, happivelan sietokyky sekä juoksutekniikan tehokkuus ja taloudellisuus. (Torim 1991.) Nopeuskestävyyttä tarvitaan maksimaalisen juoksunopeuden säilyttämiseen juoksun lopussa, jotta nopeus hidastuisi mahdollisimman vähän. Nuorilla ja heikommilla pikajuoksijoilla nopeuden hidastumisen vaihe on huippuja pidempi. (Jouste & Mero 2016.) Monet hyvän pikajuoksijan ominaisuudet ovat vahvasti perinnöllisiä, jolloin lahjakkaiden lasten ja nuorten harjoittelussa kohti huippua korostuvat psyykkiset ominaisuudet ja halu kehittyä ja harjoitella. (Torim 1991.)

Aitajuoksu. Aitajuoksu on teknisesti yksi vaativimmista yleisurheilulajeista. Aitajuoksu vaatii urheilijalta tekniikan osaamisen lisäksi hyviä nopeusominaisuuksia, lantion liikkuvuutta sekä nopeusvoimaa. (Coh & Iskra 2012.) Hyvä pikajuoksukyky onkin keskeinen edellytys aitajuoksuissa menestymiseen (Torim 1991). Aitajuoksuissa tehokas aidan ylitys perustuu askelpituuteen ennen aidan ylitystä sekä sen jälkeen, ja tehokkaassa aidan ylityksessä kehon painopisteen korkeus muuttuu mahdollisimman vähän (Coh 2003). Horisontaalisen nopeuden väheneminen aita ylittäessä tulisi minimoida (Coh & Iskra 2012).

Aitajuoksuissa sekä sisä- että ulkoradoilla aitojen korkeus, aitojen määrä sekä alkusileän, aita-avälin ja loppusileän pituudet vaihtelevat eri ikäluokissa ja sukupuolten välillä. Esimerkiksi naisilla 100 metrin aitajuoksussa ulkoradoilla aidan korkeus on 84 cm, kun taas miesten 110 metrin aidoissa aitakorkeus on 106,7 cm. (VARSY ry 2017.) Miehillä 110 metrin aitajuoksuissa korostuu korkeampien aitojen vuoksi nopeusominaisuuksien lisäksi tekniikka. Myös urheilijan pituudella on vaikutusta aidan ylityksen tekniikkaan sekä miehillä että naisilla. Pidemmällä urheilijoilla aidan ylitys on enemmän juoksunomainen kuin lyhemmillä urheilijoilla, joiden tulee aidan ylittääkseen suorittaa korostettu ponnistus. (Torim 1991).

3.2 Kestävyysjuoksu

Yleisurheilussa kestävyysjuoksuihin lasketaan matkat 800 metristä maratoniin. Keskimatkoilla (800 m – 1500 m) menestyvältä urheilijalta vaaditaan monipuolisia fyysisiä ominaisuuksia, kevyttä ruumiinrakennetta sekä pitkiä raajoja. Keskimatkoilla vaaditaan myös nopeusominaisuuksia, sillä esimerkiksi 1500 metrillä kansainvälisen tason miesjuoksija juoksee matkan jokaisen 100 metrin noin 14 sekunnin aikaan. Tehtyjen tutkimusten mukaan nopeusreserviä keskimatkoilla pitää huippujuoksijalla olla noin 2 sekuntia 100 metriä kohden, eli 100 metrin matka tulisi pystyä juoksemaan noin 11 sekuntiin. (Vuorimaa 2016.)

Nopeuden lisäksi kestävyysjuoksussa vaaditaan tietenkin kestävyyttä ja erityisesti hyvää aerobista energianmuodostuskykyä. Pelkästään aerobisesti ei energiaa keskimatkoilla pystytä tuottamaan sen hitaamman energianmuodostuksen vuoksi, vaan tarvitaan myös anaerobista energiantuottoa. (Vuorimaa 2016.) Anaerobisen energiantuoton osuuden on 400–1500 metrin juoksussa todettu olevan absoluuttisesti samansuuruinen, mutta aerobisen energiantuoton osuus kasvaa suorituksen keston pidentyessä. 800 metrin ja 1500 metrin juoksussa aerobisen energiantuottosysteemien on todettu olevan vallitsevia. (Spencer ym. 1996.) Hyvältä keskimatkan juoksijalta vaaditaan siis nopean, teknisesti oikean juoksutekniikan lisäksi suuri vauhtireservi kilpailuvauhtiseen juoksuun, jottei rajallisia anaerobisia energiavarastoja kuluteta heti. Koska keskimatkoilla vaaditaan sekä nopeutta että kestävyyttä, löytyy menestyvistä urheilijoista sekä nopeus- että kestävyystyyppisiä. Hyvät kestävyysjuoksijat pystyvät myös juoksemaan heikompia taloudellisemmin (pienempi hapenkulutus/kg). Maksimaalinen hapenotto-kyky on kestävyysjuoksijoilla normaaliväestöä korkeampi, ja sen merkitys juoksijalle kasvaa pidemmällä 3000–10000 metrin matkoilla. Hyvä kestävyysurheilija tarvitsee myös voimaa suorituskykynsä maksimoimiseksi. Voimaharjoittelulla voidaan parantaa sekä juoksun nopeutta että taloudellisuutta. (Vuorimaa 2016.)

3.3 Hypyt

Pituushyppy. Pituushypyn suoritus määräytyy pääosin siitä, kuinka hyvin urheilija kykenee säilyttämään vauhdinottojuoksun horisontaalisen nopeuden ennen ponnistusta. Mitä suurempi

vauhti urheilijalla on, sitä pidemmälle hän pystyy ponnistamaan (Bridgett & Linthorne 2006). Maailman parhailla miespituushyppääjillä nopeudet ennen ponnistusta ovat lähes 11 m/s ja naisilla hieman yli 9 m/s (Koyama ym. 2009). Nopeus ja nopeusvoima ovat pituushyppääjän tärkeimmät fyysiset ominaisuudet (von Gerich & Kyröläinen 1988). Lisäksi myös koordinaatio ja maksimivoima ovat tärkeitä ominaisuuksia (Neagu ym. 2017). Seyfarth ym. (2000) toteivat tutkimuksessaan, että jalkojen lihasmassa määrittä pitkälti ponnistuksessa tuotetun voiman, millä oli suuri vaikutus pituushypyn tulokseen. Hyvältä pituushyppääjältä vaaditaan myös lajinomaisia nopeuskestävyysominaisuuksia (energiaa välittömistä energianlähteistä), joita voidaan kehittää alaktisella nopeuskestävyysharjoittelulla (von Gerich & Kyröläinen 1988).

Pituushypyssä menestyäkseen kehon pituudella ei vaikuta olevan suurta vaikutusta tuloksiin ainakaan mieshyppääjien kohdalla. Kuten muissakin hyppylajeissa, urheilijalle on edullista omistaa mahdollisimman kevyt keho (vähän rasvaa ja ylimääräistä nestettä), jossa on kuitenkin paljon voimaa. Suhteelliset, eli kehon painoon suhteutetut voimaominaisuudet ovat pituushyppääjälle tärkeitä. Pituushypyssä fyysisten ominaisuuksien lisäksi tarvitaan myös hyvä lajitekniikka, joka pohjautuu pitkälle hyviin fyysisiin ominaisuuksiin. (von Gerich & Kyröläinen 1988.)

Kolmiloikka. Kuten pituushypyssäkin, myös kolmiloikassa vaaditaan nopeutta sekä nopeusvoimaa. Kolmessa peräkkäin suoritettavassa ponnistuksessa vauhdinotolla saavutetun horisontaalinopeuden tulisi säilyä mahdollisimman suurena, jolloin urheilijan on kyettävä sietämään ja hyödyntämään suuret törmäysvoimat. (von Gerich & Kyröläinen 1988.) Maailman parhailta kolmiloikkaajilta on mitattu miehillä noin 10 m/s ja naisilla noin 9 m/s nopeuksia maksimaalisen juoksun ja ponnistuksen vaiheista. Ponnistusta edeltävän juoksunopeuden onkin todettu korreloivan merkitsevästi kolmiloikan tulokseen (miehillä $r=0,78$, $p<0,01$ ja naisilla $r=0,59$, $p<0,05$). (Muraki ym. 2009.) Hyviltä kolmiloikkaajilta vaaditaan myös korkeita voimatasoja jaloissa sekä keskivartalossa ja riittävää liikkuvuutta etenkin lantion seudulta. Näiden lisäksi myös lajitekniikan osaaminen sekä ryhti (tasapaino loikkien alastulossa) ovat tärkeitä vaadittavia ominaisuuksia, millä on kaikilla myös yhteys nopeuteen. Antropometrisiltä muuttujiltaan kolmiloikassa voi huipulle päästä ruumiinrakenteeltaan hyvinkin erilaisia

tyyppejä, mutta kuitenkin niin, että ylimääräistä kehon painoa on mahdollisimman vähän. (von Gerich & Kyröläinen 1988.)

Korkeushyppy. Korkeushyppy on taito- ja teholaji. Tärkeimmät korkeushypyssä vaadittavat ominaisuudet ovat lajinomainen nopeus, räjähtävä voima sekä elastisuuden hyödyntämiskyky. Nämä edellä mainitut ominaisuudet vaativat hyvää koordinaatiokykyä sekä riittäviä voimatasoja. Korkeushypyssä hyppääjän nousukorkeuteen vaikuttavat kehon painopisteen korkeus ponnistuskontaktin päättyessä sekä vertikaalisen lähtönopeuden aikaansaama kehonpainopisteen nousu ilmalennon aikana. Korkeushypyn vauhdinotossa pyritään siihen, että ponnistuksen tulonopeus on mahdollisimman suuri, mutta sellainen, että hyppääjä pystyy sen taitojensa ja ominaisuuksiensa puolesta hyödyntämään. Korkeushyppääjän juoksuharjoittelussa tärkeimmät painopisteet ovat rytmivaihtokyvyssä sekä kaarrejuoksussa. Ponnistusvaiheessa horisontaalinopeus muutetaan vertikaalinopeudeksi, mikä vaatii urheilijalta lihasten oikea-aikaista ja tehokasta esiaktivoitumista lentovaiheen aikana, jotta suuria ponnistusvaiheen törmäysvoimia kyetään sietämään. Ponnistuksen kesto on vain noin 200 ms ja sen alle, jolloin voimantuottotehon rooli on suuri, ja harjoittelussa onkin pyrittävä sen maksimointiin. (Isolehto 2016.) Korkeushyppysuorituksen tärkein vaihe on ponnistus ja horisontaalinopeudet juuri ennen ponnistusta ovat huippumieshyppääjillä noin 7,5 m/s (Ae ym. 2008), mikä tarkoittaa, että huippukorkeushyppääjiltä vaaditaan myös hyviä nopeusominaisuuksia.

Korkeushyppääjien suorituskyky on parhaimmillaan noin 25–27 vuoden iässä. Korkeushyppääjät ovat usein pitkiä ja kevyitä, vaikkakin hajontaa maailman huipultakin löytyy. Hyvinkin erilaisilla fyysisillä ominaisuuksilla sekä erilaisilla ruumiinrakenteilla varustetut korkeushyppääjät voivat saavuttaa saman tuloksen. (Isolehto 2016.) Esimerkiksi olympiakultaa 2016 voittaneen 196 cm pitkän kanadalaisen Derek Drouinin ennätys on 2,40 metriä (Canadian Olympic Team 2018), kun samaan tulokseen on yltänyt myös selvästi lyhempi ruotsalainen olympiakultaa 2004 voittanut 181 cm pitkä Stefan Holm (Sports-Reference 2018). Huippukorkeushyppääjiltä vaaditaan kuitenkin tasaisesti hyviä ominaisuuksia. Esimerkiksi huippukorkeushyppääjien maksiminopeus lentävällä 20 metrin testillä testattuna tulisi olla miehillä alle 2,00 s ja naisilla alle 2,20 s ja maksimivoimatasot syväkykyssä miehillä 2,20-kertaiset ja naisilla 1,75-kertaiset suhteessa kehon painoon (kg/kg). (Isolehto 2016.)

4 FYYSISTEN OMINAISUUKSIEN TESTAAMINEN KENTTÄTESTEILLÄ

Fyysisten ominaisuuksien testaaminen kenttätesteillä on monissa tilanteissa laboratoriomittauksia käytännöllisempää (Keskinen ym. 2007). Kenttätestit ovat usein myös laboratorioissa tehtyjä testejä lajispesifimpiä, mutta niiden toistettavuus ja vakioitavuus ei ole muuttuvista olosuhteista johtuen samalla tasolla laboratoriotestien kanssa (Nummela 2007).

5-loikka. Kenttätestinä suoritettavan 5-loikan on todettu tutkimuksissa kertovan hyvin testattavan alaraajojen tehontuotosta (Chamari ym. 2008). Vauhditon 5-loikka on pikajuoksijoilla yksi käytetyimmistä nopeusvoiman hyppytesteistä. Huippupikajuoksijoilla vauhdittoman 5-loikan tulokset ovat miehillä 17–19 metriä ja naisilla 15–16 metriä. (Jouste & Mero 2016.) Huippuvaiheen korkeushyppäjillä vauhdittoman 5-loikan tulokset ovat miehillä yli 17,5 metriä ja naisilla 14,5 metriä. (Isolehto 2016.) Yleisurheilun nopeusvoimalajeille erinomainen tulos vauhdittomassa 5-loikassa on miehille 18–18,5 metrin tulos ja 2 askeleen vauhdilla 20,3–21,1 m. Pituushypyssä ja kolmiloikassa huipulla olevien naisten tulokset vauhdittomassa 5-loikassa tulisi olla vähintään 14,5–15,5 m ja kahden askeleen vauhdilla 15,5–16,75 m. Erinomaisia tuloksia 15–16 -vuotiaille pojille vauhdittomassa ja 2 askeleen vauhdilla suoritettussa 5-loikassa ovat 14,5–15 m ja 16,5–17,25 m ja tytöille vastaavasti 12,4–12,7 m ja 13,1–13,5 m. Vauhdittoman ja kahden askeleen vauhdilla suoritettun 5-loikan ero on yleensä noin 1,5–2 metriä. (von Gerich & Kyröläinen 1988.)

Lentävä 20 m juoksu. Maksimaalista juoksunopeutta voidaan testata lentävällä 20 metrin juoksutestillä. 20 metrin testin, jossa kiihdytysmatka alkuun on 10–20 metriä, on todettu kertovan hyvin maksimaalisen nopeuden tasosta. Maksiminopeus on todettu saavutettavan noin 30–40 metrin kohdalla lähdöstä. (Young ym. 2008.) Huippupikajuoksijoilla lentävän 20 metrin ajat ovat 100 metrin maksiminopeuksista laskettuina miehillä alle 1,74 s ja naisilla alle 1,92 s (Jouste & Mero 2016). Miespituushyppäjille erinomainen tulos on 20 metriä alle 1,85 sekunnin ja kolmiloikassa kansalliset huippuarvot ovat miehillä alle 1,95 s (von Gerich & Kyröläinen 1988). Huippukorkeushyppäjien suorituskykynormiston mukaan miesten lentävän 20 metrin tuloksen tulisi olla alle 2 sekuntia ja naisten alle 2,20 sekuntia (Isolehto 2016). Taulukossa 1 on esitettyä 7–16 vuotiaiden tyttöjen ja poikien lentävän 20 metrin juoksutestin

juoksuaikojen (s) viitearvot, jotka on laadittu niin urheilevien kuin ei-urheilevien lasten ja nuorten tulosten pohjalta.

TAULUKKO 1. 7–16 vuotiaiden tyttöjen ja poikien lentävän 20 metrin juoksutestin (s) viitearvot (Helander & Lahtinen 1987, mukailtu Meron 2007 mukaan).

Ikävaihe (vuotta)	Erinomainen		Hyvä		Keskinkertainen		Heikko	
	Tytöt	Pojat	Tytöt	Pojat	Tytöt	Pojat	Tytöt	Pojat
7	3,40	3,40	3,60	3,60	4,10	4,10	yli 4,10	yli 4,10
8	3,20	3,20	3,45	3,45	3,90	3,90	yli 3,90	yli 3,90
9	3,10	3,10	3,30	3,30	3,70	3,70	yli 3,70	yli 3,70
10	2,95	2,90	3,15	3,15	3,60	3,60	yli 3,60	yli 3,60
11	2,80	2,80	3,00	3,00	3,45	3,45	yli 3,45	yli 3,45
12	2,65	2,65	2,85	2,85	3,30	3,30	yli 3,30	yli 3,30
13	2,45	2,40	2,65	2,65	3,15	3,10	yli 3,15	yli 3,10
14	2,40	2,30	2,50	2,45	3,10	2,90	yli 3,10	yli 2,90
15	2,35	2,20	2,45	2,35	3,05	2,80	yli 3,05	yli 2,80
16	2,30	2,15	2,40	2,30	3,00	2,75	yli 3,00	yli 2,75

Vertikaalihyppy. Vertikaalihyppy kehittyvät lineaarisesti molemmilla sukupuolilla noin 14 ikävuoteen asti. Sukupuolten väliset erot ovat suhteellisen pieniä lapsuudessa mutta tulevat suuremmiksi nuoruudessa. (Malina ym. 2004.) Kontaktimatolla suoritettua esikevennyshyppynä on todettu tutkimuksissa olevan luotettava ja validi testi alaraajojen räjähtävän voiman mittaamiseen (Markovic ym. 2004). Kevennyshyppyä käytetään paljon pikajuoksijoilla nopeusvoiman testaamiseen. Miespikajuoksijoiden kevennyshyppyn nousukorkeudet ovat noin 65–75 cm ja naispikajuoksijoilla 55–60 cm. (Jouste & Mero 2016.) Mieskorkeushyppääjille erinomainen esikevennyshyppyn tulos on yli 64,8 cm ja naisille yli 48,4 cm (Isolehto 2016). Pituushyppäyksessä huippumieshyppääjille erinomainen tulos on yli 65 cm (von Gerich & Kyröläinen 1988). Kontaktimatolla tehtyjen vertikaalihyppyjen on todettu ennustavan suorituskäytännön korkeushyppäystä.

(Isolehto 2016). Taulukossa 2 on esitettyä normaaliväestölle tehdyt esikevennyshypyn viitearvot ikävuosille 7–16.

TAULUKKO 2. Esikevennyshypyn (cm) viitearvot 7–16 -vuotiaille lapsille (Helander & Lah-
tinen 1987, mukailtu Meron 2016 mukaan).

Ikävaihe (vuotta)	Erinomainen		Hyvä		Keskinkertainen		Heikko	
	Tytöt	Pojat	Tytöt	Pojat	Tytöt	Pojat	Tytöt	Pojat
7	21	21	19	19	16	16	alle 16	alle 16
8	22	22	20	20	17	17	alle 17	alle 17
9	25	25	23	23	19	19	alle 19	alle 19
10	28	28	25	25	21	21	alle 21	alle 21
11	30	30	27	27	22	22	alle 22	alle 22
12	32	32	29	29	23	24	alle 23	alle 24
13	36	36	33	33	24	27	alle 24	alle 27
14	38	43	35	38	25	28	alle 25	alle 28
15	39	46	36	40	26	30	alle 26	alle 30
16	40	49	37	42	27	33	alle 27	alle 33

Kestävyyden kenttätestit. Aerobisen kestävyuden arviointi kenttätesteillä tapahtuu usein juoksu- tai kävelytesteillä, ja niissä tulos perustuu tiettyssä ajassa edettyyn matkaan tai tiettyyn matkaan kuluneeseen aikaan. Kestävyyden testaamisessa suurimmat virhelähteet lopputuloksessa tulevat testattavan motivaatiosta suorittaa testi maksimaalisesti sekä kyvystä ajoittaa etenemisnopeus oikein. Kestävyyden kenttätestejä on sekä maksimaalisia että submaksimaalisia, jolloin niiden valinta tapahtuu testattavien iän, kunnan sekä terveystilanteen mukaan. (Keskinen ym. 2007.)

5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka junioriyleisurheilijoiden testitulokset ovat kehittyneet viimeisten 4–5 vuoden aikana, onko testi- ja kilpailutulosten välillä yhteyksiä ja löytyykö tyttöjen ja poikien välillä eroja tuloksista. Tutkimuksessa käytettiin yleisurheilijoiden seuran testipäivinä kerättyjä tuloksia sekä lisäksi kilpailutuloksia, jotka saatiin tilastopajasta.

1. Kehittyvätkö sekä kilpailu- että testitulokset lapsen ja nuoren kasvaessa ja kehittyessä?

Hypoteesi: Tulokset kehittyvät urheilijoiden iän ja taitotason sekä fyysisten ominaisuuksien kasvaessa ja kehittyessä.

Perustelu: Monissa tutkimuksissa sekä kirjallisuudessa on osoitettu, että fyysiset ominaisuudet, kuten maksimaalinen juoksunopeus (Rumpf ym. 2015), lihasvoima (Malina ym. 2004) sekä kestävyysuorituskyky ja maksimaalinen hapenottokyky (Bompa 2000; Rowland 2013) kehittyvät lapsuudessa ja nuoruudessa fyysisen kasvun ja kehittymisen seurauksena. Ominaisuuksien kehittyessä myös näitä fyysisiä ominaisuuksia vaativien suoritusten tulosten voidaan olettaa kehittyvän.

2. Onko testi- ja kilpailutulosten välillä yhteyksiä?

Hypoteesi: Testi- ja kilpailutulosten väliltä löytyy yhteyksiä.

Perustelu: Lentävän 20 metrin juoksutestin on tutkimuksissa todettu kertovan hyvin maksimaalisesta nopeudesta (Young ym. 2008), jonka on todettu vaikuttavan merkittävästi sekä pika- että aitajuoksujen ja hyppylajien kilpailutuloksiin (Ae ym. 2008; Bridgett & Linthorne 2006; Coh & Iskra 2012; Jouste & Mero 2016; Muraki ym. 2009). Chamari ym. (2008) ovat todenneet 5-loikan olevan hyvä testi mittaamaan alaraajojen tehontuottoa, millä on tärkeä

rooli juoksunopeudessa (Maćkala & Mero 2013) ja siten monissa yleisurheilulajeissa. Näiden tutkimustulosten pohjalta voidaan olettaa, että lajissa vaadittavia fyysisiä ominaisuuksia mitaavat testitulokset olisivat yhteydessä myös kilpailutuloksiin.

3. Onko sukupuolten välillä eroja testi- ja kilpailutuloksissa?

Hypoteesi: Sukupuolten välillä on eroja sekä testi- että kilpailutuloksissa poikien hyväksi kaikilla ikätasoilla.

Perustelu: Tutkimuksissa on todettu vain pieniä eroja sukupuolten välillä varhaislapsuudessa (Malina ym. 2004; Babić & Blažević 2011) fyysisissä ominaisuuksissa, mutta erot tulevat selvemmin näkyviin nuoruudessa. Esimerkiksi Babić ja Blažević (2011) totesivat tutkimuksessaan 8-vuotiaiden poikien olevan tyttöjä nopeampia 50 metrin juoksumatkalla, johtuen muun muassa poikien suuremmasta askeltiheydestä ja lyhemmästä kontaktiajasta maahan tyttöihin verrattuna. Voimaominaisuudet kehittyvät pojilla tyttöjä enemmän nuoruudessa hormonaalisista muutoksista ja poikien suuremmasta kehon koosta johtuen. (Malina ym. 2004.) Myös absoluuttisen kestävyys suorituskyvyn (VO_{2max} , l/min) on todettu olevan pojilla jokaisella ikätasolla tyttöjä suurempi (Malina ym. 2004) sekä myös Cooperin 12 minuutin testillä mitattuna (Bergier & Bergier 2006).

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Koehenkilöt

Koehenkilöinä tutkimuksessa toimi 20 Jyväskylän Kenttärheilijöiden vuosina 2002–2004 syntynyttä 13–16 -vuotiasta junioriyleisurheilijaa, joista tyttöjä oli 10 ja poikia 10 (taulukko 3). Kilpailu- ja testituloksia löytyi urheilijasta riippuen noin 9 ikävuodesta eteenpäin, riippuen milloin urheilijat olivat tulleet mukaan Jyväskylän kenttärheilijöiden valmennustoimintaan ja aloittaneet kilpailemisen. Tutkimuksessa mukana olevat urheilijat valittiin sen mukaan, keneltä löytyi useampia testi- ja kilpailutuloksia vuosien takaa, sekä ketkä olivat edelleen syksyn 2017 ja kevään 2018 aikana mukana seuran valmennustoiminnassa. Lisäksi mukana olevat urheilijat pyrittiin valitsemaan harjoitusryhmistä, jotka keskittyvät tässä tutkimuksessa tarkasteltuihin kilpailulajeihin (60 m, 200 m, 60 m aidat, 1000 m, pituus, kolmiloikka ja korkeus). Tulosvaatimuksia kilpailu- tai testituloksista ei urheilijoille ollut. Koehenkilöiden ollessa alaikäisiä, on suostumus tutkimukseen osallistumiseen kysytty heidän huoltajiltaan. Tässä tutkimuksessa on noudatettu Jyväskylän yliopiston yleisiä eettisiä periaatteita.

TAULUKKO 3. Tutkittavien syntymävuodet, keskimääräinen pituus ja paino. SD, keskihajonta.

		Pituus (cm) + SD	Paino (kg) + SD
Tytöt (n=10)	2004 (n=5)	164,2 ± 5,0	48,9 ± 5,1
	2003 (n=5)	166,75 ± 6,1 (n=4)	58,3 ± 7,7 (n=4)
Pojat (n=10)	2004 (n=2)	171,0 ± 5,7	60,4 ± 0,6
	2003 (n=2)	170,0 ± 7,1	56,6 ± 14,8
	2002 (n=6)	175,6 ± 5,7	71,2 ± 7,0

6.2 Kilpailutulosten kerääminen

Testattavien urheilijoiden kilpailutulokset kerättiin Tilastopajasta. Kilpailutuloksista otettiin ylös kaikilta kausilta paras tulos sekä juoksu- (60 m, 200 m, 60 m aidat sekä 1000 m) että hyppylajien (kolmiloikka, pituushyppy ja korkeushyppy) osalta. Tuloksissa huomioitiin vain sallituissa tuulioloissa tehdyt tulokset, eikä käsiajanotolla mitattuja kilpailutuloksia laskettu mukaan, vaikka ne olisivat olleet kauden parhaita tuloksia. Kaikilta urheilijoilta ei löytynyt kilpailutuloksia kaikilta kausilta, ja eri lajeista tuloksia löytyi vaihtelevasti. Kilpailutuloksia löytyi kesästä 2011 eteenpäin hallikauteen 2018 asti. Kilpailutuloksia verratessa ei otettu huomioon urheilijan iän mukana tuomia muutoksia 60 m aitojen aitakorkeuksiin tai pituushyppyn ponnistusalueeseen, vaan esimerkiksi eri aitakorkeuksilla suoritettuja kilpailutuloksia verrattiin suoraan toisiinsa. Aitajuoksun tuloksista valittiin ne tulokset, jotka oli tehty urheilijan oman ikäsarjan mukaisella aitakorkeudella.

Yleisurheilulajit eri ikäsarjoissa vaihtelevat, minkä vuoksi osasta kilpailulajeista ei löydy tuloksia kaikilta kausilta. Esimerkiksi 200 metrin juoksu ulkoradoilla tulee pojille ja tytöille vasta T/P12–13 -sarjoissa ja ulkoradoilla 60 metrin aitoja tai 1000 metriä ei juosta enää T/P14–15 -sarjoissa (VARSY ry 2017).

6.3 Testitulokset

Vanhat testitulokset aiemmilta vuosilta joulukuusta 2013 lähtien saatiin Jyväskylän Kenttäurheilijoilta. Testitulokset oli kerätty seuran järjestämässä, kahdesti vuodessa pidettävissä vapaaehtoisuuteen perustuvissa testipäivissä. Kevään testit on suoritettu pääosin toukokuussa ja joulun testit joulukuussa. Osa joulun 2017 testeistä on suoritettu alkuvuodesta 2018. Fyysistä suorituskykyä mittaavista testeistä, joita seura on teettänyt urheilijoilleen, tarkastellaan tässä tutkimuksessa lentävän 20 m aikaa, 5-loikkaa sekä 1000 m juoksun tulosta. Lisäksi joulukuussa 2017 muiden testien ohella koehenkilöiltä testattiin esikevennyshyppy kontaktimatolla, sekä mitattiin tai arvioitiin kysymällä urheilijan pituus sekä paino. Kaikilta koehenkilöiltä ei löydy tuloksia jokaiselta kaudelta eikä jokaisesta testistä. Testit suoritettiin joka kerta sisähallissa.

6.3.1 5-loikka

5-loikka suoritettiin joulukuun 2013 testeistä kevään 2015 testeihin asti vauhdittomana, kun taas joulusta 2015 eteenpäin 5-loikka suoritettiin kahden askeleen vauhdilla. 5-loikka suoritettiin vuorojaloin loikkien siten, että viides loikka tuli alas hiekkakasaan kahdella jalalla. Vauhdittomassa 5-loikassa ensimmäinen ponnistus tapahtui kahdella jalalla matalan korokkeen päältä. Vauhdillisessa 5-loikassa loikkien pituus mitattiin kahden juoksuaskeleen jälkeen ensimmäiseen loikkaan ponnistavan jalan varpaista (kohta arvioitiin silmämääräisesti) viimeisen loikan alastuloon kohtaan, jossa lähimpänä ponnistuskohtaa näkyi jälki (alastulon tapahtuessa kahdelle jalalle taaimmaisen jalan kantapäätä). Koehenkilöiltä mitattiin noin kolme suoritusta, joista paras tulos jäi voimaan. Tulos otettiin ylös senttimetrin (0,01 m) tarkkuudella. Joulun 2017 testeissä osa tutkittavista suoritti 5-loikan vauhdittomana, jolloin näihin tuloksiin on lisätty 1,75 m, jotta se vastaisi paremmin kahden askeleen vauhdilla suoritettua 5-loikkaa. Vauhdittoman ja kahden askeleen vauhdilla suoritettujen 5-loikan erot ovat usein 1,5–2 metrin välillä (von Gerich & Kyröläinen 1988).

6.3.2 Lentävä 20 metrin juoksu

Testeissä lentävään 20 metrin juoksuun kulunut aika mitattiin valokennoilla 20 metrin matkalta, jota edelsi noin 20–30 metrin kiihdytys. Lähtö tapahtui pystylähdöllä ilman erillistä lähtökomentoa. Ajanotto käynnistyi urheilijan ohittaessa ensimmäisen valokennon ja loppui urheilijan ohittaessa toisen 20 metrin päässä olevan valokennon. Suorituskerroja oli noin kolme, joista paras tulos jäi voimaan. Tulos otettiin ylös sadasosasekunnin (0,01 s) tarkkuudella.

6.3.3 1000 metrin juoksu

1000 metrin juoksu suoritettiin juoksemalla viisi kertaa 200 metrin juoksurata ympäri. Ajanmittaus tapahtui käsiajanotolla, joka käynnistettiin lähtömerkistä ja pysäytettiin urheilijan ylittäessä maaliviiva. Suorituksia oli yksi, jonka tulos jäi voimaan. Tulos kirjattiin ylös 1 sekunnin tarkkuudella. Testiä suoritti samanaikaisesti useampi urheilija.

6.3.4 Esikevennyshyppy

Esikevennyshyppy suoritettiin kontaktimatolla, josta lentoajan (t) perusteella saatiin laskettua hypyn nousukorkeus (h) kaavalla $h=gt^2/8$ (Markovic ym. 2004), jossa g on putoamiskiihtyvyyden kiihtyvyyden $9,81 \text{ m/s}^2$. Esikevennyshyppy suoritettiin niin, että koehenkilö seisoivat molemmilla jaloilla kontaktimatolla, josta hän kevensi nopeasti pystyasennosta puolikyökkyyseen ja ponnisti sen jälkeen mahdollisimman räjähtävästi mahdollisimman korkealle. Alastulo kontaktimatolle tapahtui päkiät edellä ja polvet suorina. Ponnistuksen ala-asennossa koehenkilöitä ohjastettiin siihen, että polvikulma olisi alhaalla noin 90° tai mikä tuntui koehenkilöstä luonnolliselta. Polvikulmaa ei mittauksissa vakioitu. Kädet olivat vakioituna lanteille koko hypyn ajan. Koehenkilöt suorittivat 3 esikevennyshyppyä lyhyillä, noin 10 sekunnin palautuksilla. Tuloksissa on huomioitu parhaan hypyn tulos. Lentoaika otettiin ylös sekunnin tuhannesosan (0,001 s) tarkkuudella.

6.4 Tilastollinen analyysi

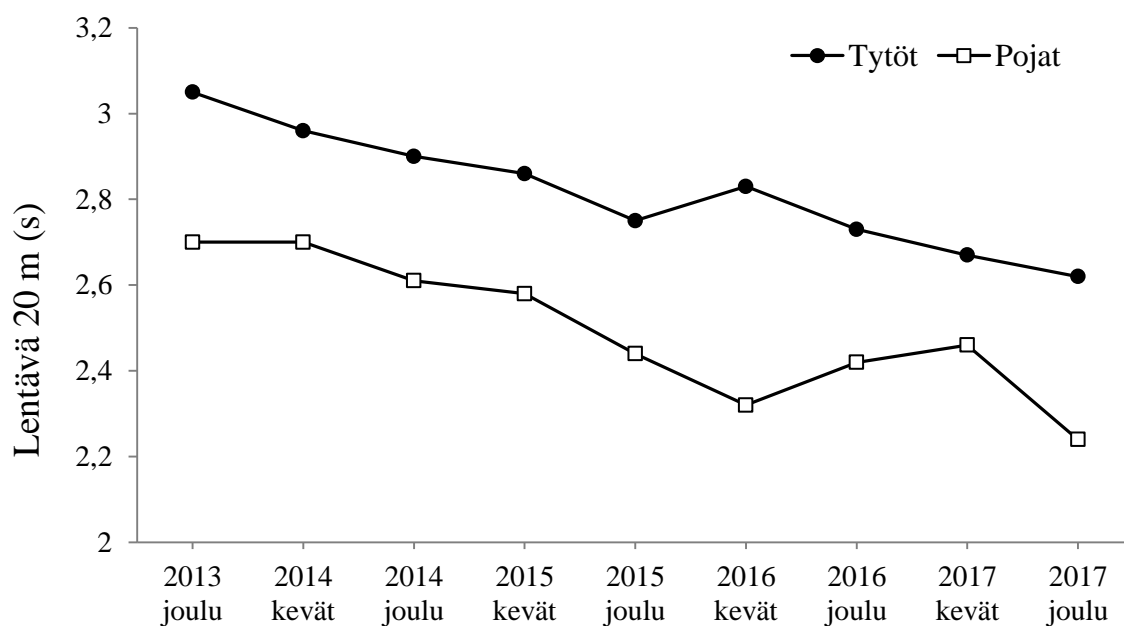
Tilastolliseen analyysiin on käytetty Microsoft Excel 2016 ja IBM SPSS Statistics 24 -ohjelmistoja. Testi- sekä kilpailutuloksista laskettiin jokaiselle testi-/kilpailukerralle tulosten keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD) sekä tulosten vaihteluvälit molemmille sukupuolille erikseen. Tulosten kehittymistä tutkittiin tulosten keskiarvojen avulla. Tilastollista merkitsevyyttä tulosten välille ei puuttuvista tuloksista johtuen pystytty laskemaan.

Kilpailu- ja testitulosten väliset yhteydet laskettiin Spearmanin kaksisuuntaista korrelaatiokerrointa käyttämällä. Riippuvuudet laskettiin joulun 2017 testien ja hallikauden 2018 tulosten välille ottamalla huomioon sekä tyttöjen että poikien tulokset. 1000 metrin kilpailutulokset olivat kesäkaudelta 2017, jotta otoskoko saatiin suuremmaksi, sillä tytöiltä ei löytynyt yhtäkään tulosta 1000 metriltä hallikaudelta 2018. Lisäksi tyttöjen ja poikien tuloksille laskettiin erikseen korrelaatiot testituloksista lentävän 20 metrin, 5-loikan ja esikevennyshypyn tulosten ja kilpailutuloksista 60 m, 60 m aitojen ja pituushypyn tulosten välille. Tyttöjen ja poikien testi- ja kilpailutulosten välisiä korrelaatiota laskettaessa mukaan otettiin ne testit ja lajit, joissa otoskoot olivat suurimmat ($n>5$ molemmilla sukupuolilla).

7 TULOKSET

7.1 Testitulosten kehittyminen

Kuvassa 3 on esitettyä tyttöjen sekä poikien lentävän 20 metrin testitulosten keskiarvojen kehittyminen joulukuusta 2013 joulukuuhun 2017. Tyttöjen keskiarvo on laskenut 0,43 s (-14,1 %) ja pojilla 0,46 s, (-17,0 %). Tarkemmat tulosten keskiarvot sekä otoskoko ovat esitettyinä taulukossa 4. Yksittäisillä urheilijoilla tulosten kehittyminen ensimmäisestä testikerrasta viimeisimpään on vaihdellut tytöillä 0,17–0,71 s (-6,2–(-21,5) %) ja pojilla 0,06–0,67 s (-2,7–(-24,2) %) välillä.

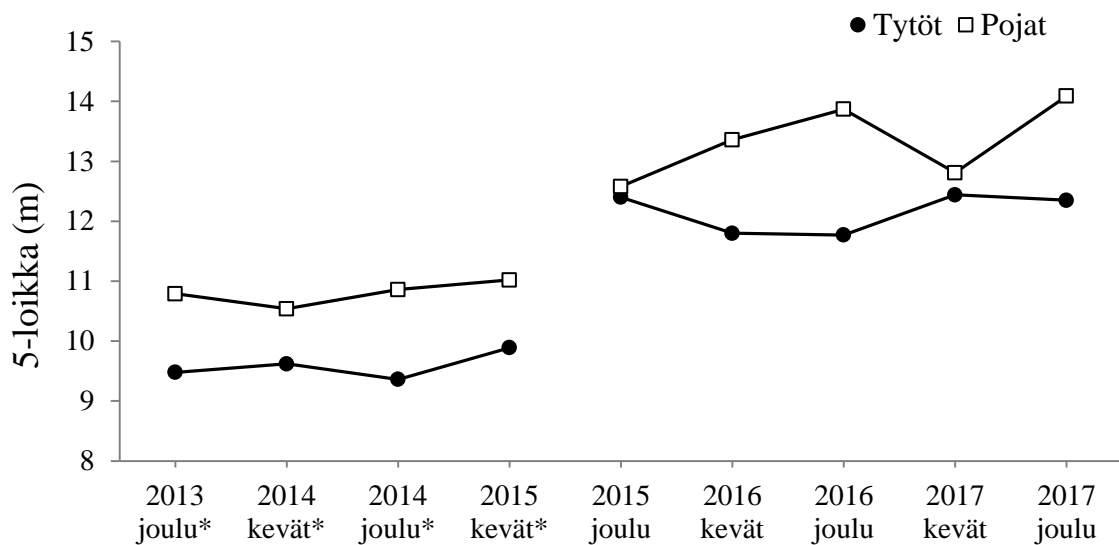


KUVA 3. Lentävän 20 metrin testin tulosten keskiarvojen kehittyminen.

TAULUKKO 4. Lentävän 20 metrin testitulosten (s) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n).

	2013 joulu	2014 kevät	2014 joulu	2015 kevät	2015 joulu	2016 kevät	2016 joulu	2017 kevät	2017 joulu
Tytöt									
ka	3,05	2,96	2,90	2,86	2,75	2,83	2,73	2,67	2,62
SD	0,17	0,17	0,14	0,16	0,14	0,06	0,12	0,12	0,13
Vaihte- luväli	2,71– 3,31	2,74– 3,15	2,65– 3,14	2,54– 3,08	2,50– 2,88	2,76– 2,92	2,57– 2,95	2,50– 2,82	2,39– 2,85
n	4	4	8	10	6	7	8	6	9
Pojat									
ka	2,70	2,70	2,61	2,58	2,44	2,32	2,42	2,46	2,24
SD	0,11	0,12	0,05	0,05	0,14	0,09	0,22	0,14	0,22
Vaihte- luväli	2,57– 2,77	2,57– 2,87	2,55– 2,67	2,55– 2,64	2,32– 2,67	2,26– 2,42	2,22– 2,75	2,26– 2,57	2,10– 2,39
n	3	5	4	3	5	3	9	4	8

Kuvassa 4 on esitettyä 5-loikan tulosten kehittyminen joulukuun 2013 testeistä joulukuun 2017 testeihin. Työillä vauhdittoman 5-loikan tulos on kehittynyt joulun 2013 testeistä ja kevään 2015 välillä keskimääräisesti 0,41 m (4,3 %, kehitys urheilijakohtaisesti 0,06–1,01 m, 0,7–10,4 %) ja pojilla 0,23 m (2,1 %, vaihtelu 0,11–1,39 m, 1,07–13,7 %). Joulukuusta 2015 eteenpäin kahden askeleen vauhdilla suoritettujen 5-loikkatestin tulokset ovat heikentyneet työillä keskiarvoisesti 0,05 m (-0,4 %, vaihtelu -0,91–(+1,11 m), -7,4–(+9,7) %) ja pojilla kehittyneet 2,18 m (17,3 %, vaihtelu 0,31–2,27 m, 2,5–18,3 %). Taulukossa 5 on esitettyä tarkemmin keskiarvot eri testikerroille 5-loikan osalta.

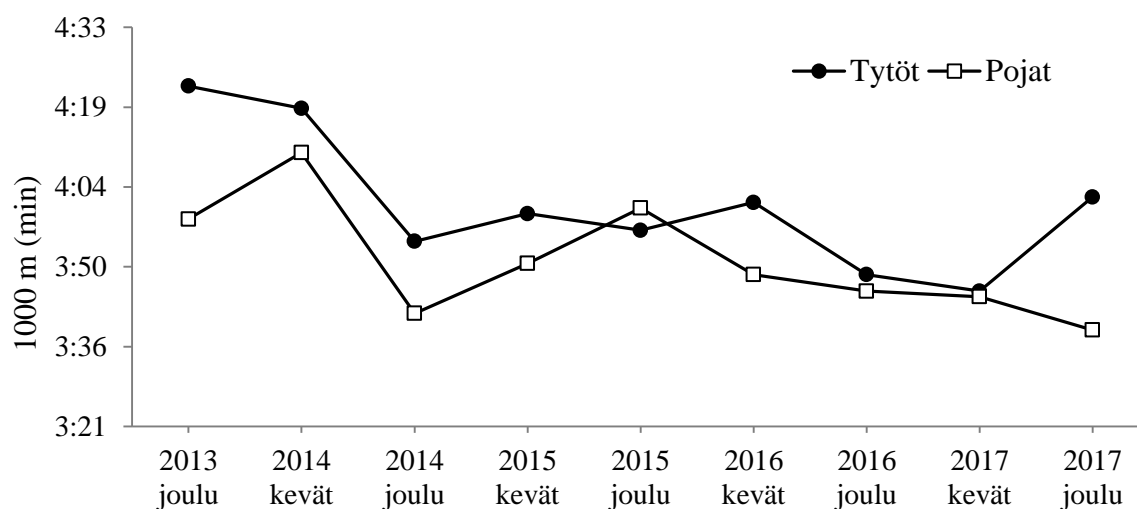


KUVA 4. 5-loikan testitulosten keskiarvojen kehittyminen. *=vauhditon 5-loikka.

TAULUKKO 5. 5-loikan testitulosten (m) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n). *=vauhditon 5-loikka.

	2013 joulu*	2014 kevät*	2014 joulu*	2015 kevät*	2015 joulu	2016 kevät	2016 joulu	2017 kevät	2017 joulu
Tytöt									
ka	9,48	9,62	9,36	9,89	12,40	11,80	11,77	12,44	12,35
SD	1,08	0,39	0,59	0,83	1,05	0,59	0,67	1,09	0,84
Vaihteluväli	8,85– 10,91	9,20– 10,02	8,8– 10,33	8,86– 11,43	11,0– 13,77	11,09– 12,89	10,52– 12,33	11,13– 13,95	11,43– 13,75
n	4	4	8	10	7	7	8	6	9
Pojat									
ka	10,79	10,54	10,86	11,02	12,58	13,36	13,87	12,81	14,09
SD	0,56	0,53	0,51	0,57	0,69	0,11	1,56	0,53	1,20
Vaihteluväli	10,15– 11,15	10,08– 11,29	10,20– 11,44	10,40– 11,53	11,93– 13,56	13,28– 13,44	11,35– 15,70	12,09– 13,30	12,75– 15,74
n	3	5	4	5	4	2	8	4	8

Kuvassa 5 on esitettyä 1000 metrin testijuoksun tulosten kehittyminen joulukuusta 2013 joulukuuhun 2017. Testitulosten keskiarvot ovat parantuneet tytöillä 20 s (7,6 %) ja pojilla 20 s (8,4 %). Yksittäisillä urheilijoilla ensimmäisen ja viimeisimmän testituloksen aika on vaihdellut tytöillä +35 sekunnin (+16,1 %) ja -39 sekunnin välillä (-13,5 %) ja pojilla kehitys on vaihdellut 1 – 54 s (-0,4–(-20,2) %) välillä. Taulukosta 6 on nähtävillä tarkemmat keskiarvot jokaiselle 1000 metrin juoksun testikerralle.



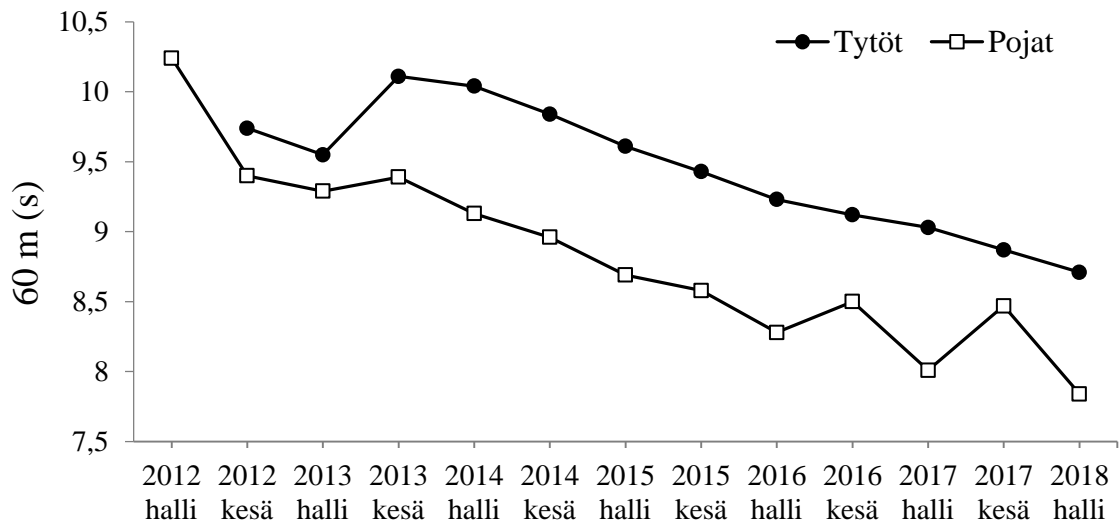
KUVA 5. 1000 metrin testijuoksun tulosten keskiarvojen kehittyminen.

TAULUKKO 6. 1000 metrin testitulosten (min) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n).

	2013	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017	2017
	joulu	kevät	joulu	kevät	joulu	kevät	joulu	kevät	joulu
Tytöt									
ka	4:23	4:19	3:55	4:00	3:57	4:02	3:49	3:46	4:03
SD	0:17,3	0:19,3	0:12,4	0:14,5	0:03,9	0:10,5	0:12,7	0:03,9	0:14,8
Vaihteluväli	4:10–	3:58–	3:37–	3:36–	3:51–	3:52–	3:32–	3:42–	3:43–
	4:48	4:36	4:19	4:24	4:01	4:17	4:05	3:53	4:22
n	4	3	9	7	6	6	8	6	7
Pojat									
ka	3:59	4:11	3:42	3:51	4:01	3:49	3:46	3:45	3:39
SD	0:10,5	0:16,5	0:02,1	0:06,6	0:06,6	0:14,8	0:19,1	0:15,1	0:33,5
Vaihteluväli	3:49–	3:50–	3:40–	3:45–	3:55–	3:38–	3:29–	3:33–	3:05–
	4:10	4:27	3:43	3:58	4:08	3:59	4:18	4:02	4:12
n	3	4	2	3	3	2	6	3	3

7.2 Kilpailutulosten kehittyminen

Kuvassa 6 on esitettyä sekä tyttöjen että poikien 60 metrin juoksun kilpailutulosten kehittyminen hallikaudesta 2012 hallikauteen 2018. Tyttöillä kehittymistä on tapahtunut ensimmäisestä kilpailutuloksesta viimeisimpään keskimäärin 1,03 s (-10,6 %, vaihtelu urheilijoiden välillä 0,77–1,74 s, -7,6–(-16,8) %) ja pojilla keskimäärin 2,40 s (-23,4 %, vaihtelu 0,03–2,85 s, -0,4–(-27,8) %). Taulukosta 7 on nähtävissä 60 metrin kilpailutulosten tarkemmat keskiarvot jokaiselle kaudelle.

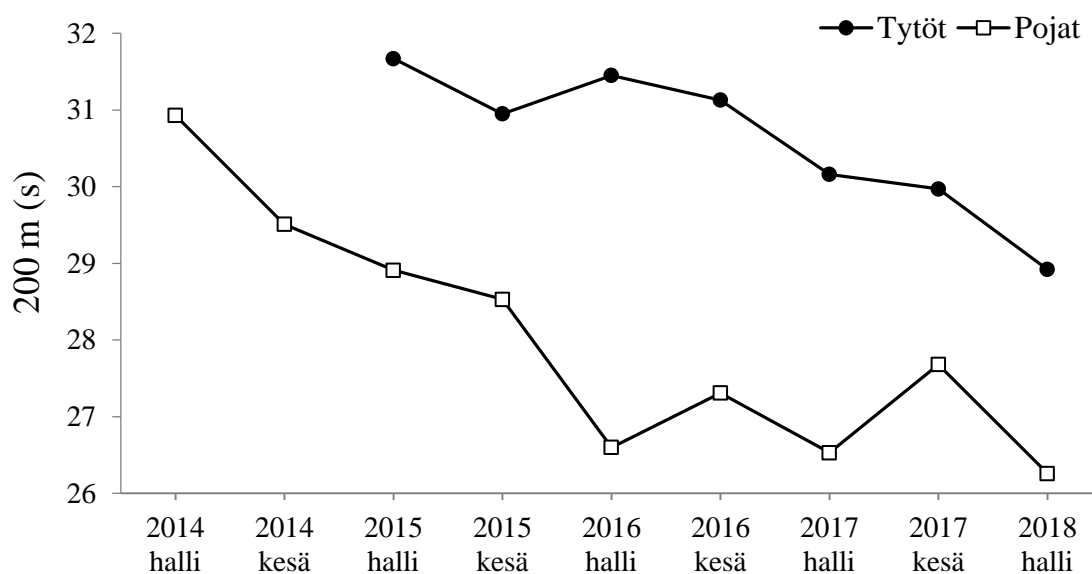


KUVA 6. 60 metrin kilpailutulosten keskiarvojen kehittyminen.

TAULUKKO 7. 60 metrin kilpailutulosten (s) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n).

	2012	2012	2013	2013	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017	2017	2018
	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli
Tytöt													
ka		9,74	9,55	10,10	10,04	9,84	9,61	9,43	9,23	9,12	9,03	8,87	8,71
SD	-	-	-	0,59	0,66	0,61	0,58	0,61	0,54	0,39	0,43	0,44	0,39
Vaihte-	-	-	-	9,47–	9,00–	8,90–	8,74–	8,47–	8,53–	8,43–	8,31–	8,19–	8,12–
luväli				10,90	10,87	10,44	10,54	10,14	10,31	9,78	9,69	9,41	9,21
n		1	1	5	8	9	8	9	9	10	10	5	9
Pojat													
ka	10,24	9,40	9,29	9,39	9,13	8,96	8,69	8,58	8,28	8,50	8,01	8,47	7,84
SD	-	0,05	0,33	0,44	0,34	0,40	0,23	0,31	0,39	0,37	0,38	0,24	0,33
Vaihte-	-	9,36–	9,03–	8,88–	8,69–	8,50–	8,44–	8,25–	7,93–	8,24–	7,62–	8,30–	7,39–
luväli		9,43	9,73	9,97	9,55	9,33	8,95	9,15	9,12	8,76	8,70	8,64	8,44
n	1	2	4	6	6	5	5	7	8	2	9	2	10

200 metrin kilpailutulosten kehittyminen molemmilla sukupuolilla on nähtävissä kuvasta 7. Tyttöillä hallikauden 2015 ja hallikauden 2018 välillä kehitystä on tapahtunut keskimäärin 2,75 s (-8,7 %, vaihtelu 0,79–5,44 s, -2,2–(-14,7) %) ja pojilla hallikauden 2014 ja hallikauden 2018 välillä keskimäärin 4,66 s (-15,1 %, vaihtelu 0,15–5,35 s, -0,6–(-17,8) %). Taulukosta 8 on nähtävissä tarkemmin 200 metrin kilpailutulosten keskiarvot kausittain.

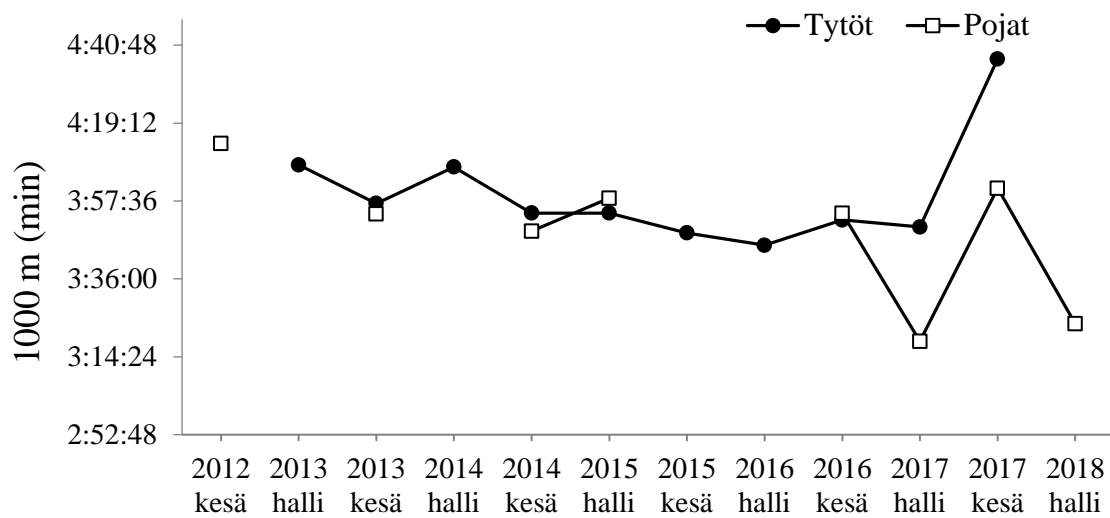


KUVA 7. 200 metrin kilpailutulosten keskiarvojen kehittyminen.

TAULUKKO 8. 200 metrin kilpailutulosten (s) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n).

	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017	2017	2018
	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli
Tytöt									
ka			31,67	30,95	31,45	31,13	30,16	29,97	28,92
SD			2,89	2,60	2,58	1,79	1,31	1,45	1,46
Vaihteluväli			29,62–	29,11–	28,68–	29,11–	28,32–	27,84–	26,80–
			32,78	32,78	37,10	34,74	32,46	31,66	31,17
n			2	2	8	10	9	5	6
Pojat									
ka	30,92	29,51	28,91	28,53	26,60	27,31	26,53	27,68	26,26
SD	0,69	-	-	0,30	1,12	2,47	1,47	0,89	1,28
Vaihteluväli	30,13–	-	-	28,31–	25,36–	24,59–	24,64–	27,05–	24,78–
	31,37			29,05	27,53	29,41	29,07	28,31	27,09
n	2	1	1	5	3	3	9	2	3

Kuvassa 8 on esitettyä tyttöjen sekä poikien 1000 metrin kilpailutulosten kehittyminen. Taulukossa 9 on nähtävissä tarkemmin jokaisen kilpailukauden 1000 metrin tulosten keskiarvot. Tyttöillä 1000 metrin aika on keskiarvoisesti vähentynyt 20,36 sekuntia (-8,24 %, vaihtelu ensimmäisen ja viimeisen kilpailutuloksen välillä +15,98–(-35,55) s, +7,1–(-14,1) %) ja pojilla kehittynyt 49,58 sekuntia (-19,6 %, yksittäisillä urheilijoilla kehitys vaihtelee 19,26–46,38 s, -8,6–(-19,1) %).

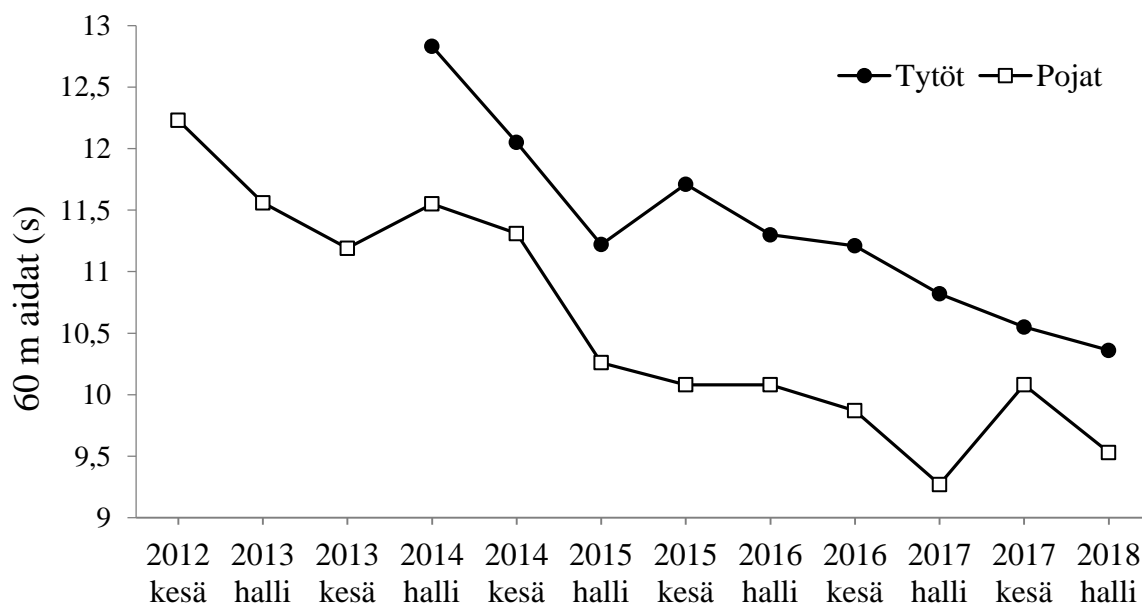


KUVA 8. 1000 metrin kilpailutulosten keskiarvojen kehittyminen.

TAULUKKO 9. 1000 metrin kilpailutulosten (min) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n).

	2012	2013	2013	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017	2017	2018
	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli
Tytöt												
ka		4:06,96	3:56,54	4:06,62	3:53,70	3:53,74	3:48,43	3:44,78	3:51,79	3:49,83	3:46,60	
SD		0:22,10	0:12,78	0:14,48	0:12,52	0:22,49	0:16,03	0:13,71	0:12,70	0:13,42	0:55,63	
Vaihte-		3:51,34	3:47,50	3:43,62	3:35,12	3:27,61	3:29,35	3:35,79	3:42,81	3:37,02	3:35,93	
luväli		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		4:22,59	4:05,57	4:22,48	4:01,70	4:22,29	4:11,97	4:00,56	4:00,77	4:03,79	3:57,26	
n		2	2	5	4	4	5	3	2	3	2	
Pojat												
ka	4:12,93		3:53,61		3:49,14	3:57,82			3:53,70	3:18,42	4:01,06	3:23,35
SD	0:33,87		-		-	-			0:42,41	0:19,43	0:59,37	0:20,47
Vaihte-	-		-		-	-			3:22,24	3:16,28	3:23,88	2:58,88
luväli									-	-	-	-
									3:43,14	3:38,84	3:53,40	3:48,69
n	1		1		1	1			5	3	3	4

60 metrin aitojen kilpailutulosten kehittyminen on nähtävissä kuvasta 9 sekä tarkemmin taulukosta 10. Tyttöillä kilpailutulokset ovat kehittyneet keskimäärin hallikaudesta 2014 hallikauden 2018 2,47 sekuntia (-19,3 %, vaihtelu urheilijakohtaisesti 0,63–3,76 s, -5,3–(-24,1) %) ja pojilla tulosten keskiarvot ovat kehittyneet kesästä 2012 hallikauden 2018 2,70 s (-22,1 %, vaihtelu +0,49–(-3,77) s, +5,4–(-30,8) %).

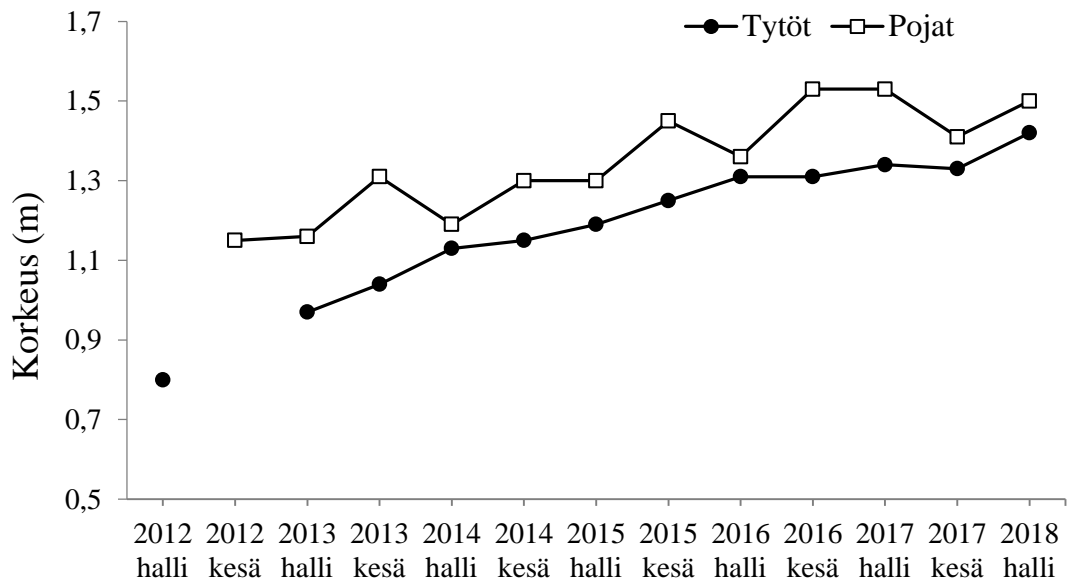


KUVA 9. 60 m aitojen kilpailutuloksen keskiarvojen kehittyminen.

TAULUKKO 10. 60 metrin aitojen kilpailutulosten (s) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n).

	2012	2013	2013	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017	2017	2018
	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli
Tytöt												
ka				12,83	12,05	11,22	11,71	11,30	11,21	10,82	10,55	10,36
SD				1,51	1,40	1,15	1,37	1,16	1,19	0,88	0,95	1,08
Vaihteluväli				11,09– 15,59	10,72– 14,44	10,33– 13,14	9,94– 13,56	10,21– 13,11	9,74– 13,47	9,70– 12,21	9,15– 11,42	9,14– 11,83
n				7	7	5	10	6	10	8	5	7
Pojat												
ka	12,23	11,56	11,19	11,55	11,31	10,26	10,08	10,08	9,87	9,27	10,08	9,53
SD	-	0,05	0,41	1,20	0,85	0,69	0,43	0,66	-	0,46	0,40	0,69
Vaihteluväli	-	11,52– 11,59	10,92– 11,67	10,70– 12,39	10,18– 12,22	9,77– 10,74	9,59– 10,55	9,41– 10,72	-	8,72– 10,06	9,79– 10,36	8,46– 10,57
n	1	2	3	2	4	2	5	3	1	7	2	6

Kuvassa 10 on esitettyä korkeushypyn kilpailutulosten kehittyminen. Kilpailutulosten keskiarvot ovat kehittyneet tytöillä 0,62 m (77,5 %, vaihtelu 0,20–0,54 m, 18,2–67,5 %) ja pojilla 0,35 m (30,4 %, vaihtelu 0,06–0,58 m, 4,8–55,2 %). Korkeushypyn kilpailutulosten keskiarvot kausittain ovat tarkemmin nähtävissä taulukosta 11.

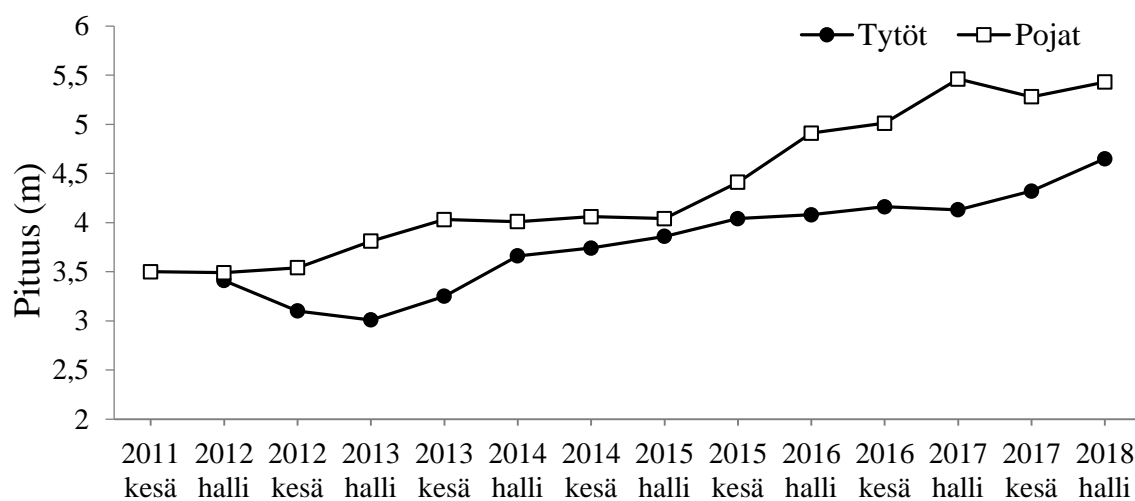


KUVA 10. Korkeushypyn kilpailutulosten keskiarvojen kehittyminen.

TAULUKKO 11. Korkeushypyn kilpailutulosten (m) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n).

	2012	2012	2013	2013	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017	2017	2018
	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli
Tytöt													
ka	0,80		0,97	1,04	1,13	1,15	1,19	1,25	1,31	1,31	1,34	1,33	1,42
SD	-		0,03	0,11	0,07	0,13	0,13	0,10	0,06	0,13	0,21	0,16	0,12
Vaihteluväli	-		0,95–	0,95–	1,05–	0,95–	1,00–	1,15–	1,26–	1,10–	1,10–	1,20–	1,30–
			1,00	1,16	1,20	1,28	1,38	1,40	1,38	1,40	1,48	1,54	1,58
n	1		3	3	4	5	7	8	3	6	3	6	4
Pojat													
ka		1,15	1,16	1,31	1,19	1,30	1,30	1,45	1,36	1,53	1,53	1,41	1,50
SD		-	0,01	-	0,13	0,05	0,00	0,14	0,17	0,08	0,04	0,24	0,15
Vaihteluväli		-	1,15–	-	1,05–	1,25–	-	1,35–	1,23–	1,44–	1,50–	1,24–	1,30–
			1,17		1,31	1,35		1,55	1,55	1,60	1,56	1,58	1,63
n		1	2	1	3	3	2	2	3	3	2	2	4

Pituushypyn kilpailutulosten keskiarvot ovat kehittyneet keskimääräisesti 1,24 m tytöillä (36,4 %, urheilijoiden tulosten kehittymisen vaihtelu 0,12–1,87 m, 3,5–79,9 %) ja 1,93 m pojilla (55,1 %, vaihtelu 0,26–2,56 m, 5,7–73,8 %). Pituushypyn tulosten kehittyminen on nähtävissä kuvasta 11 sekä tarkemmat arvot kausittain taulukosta 12.

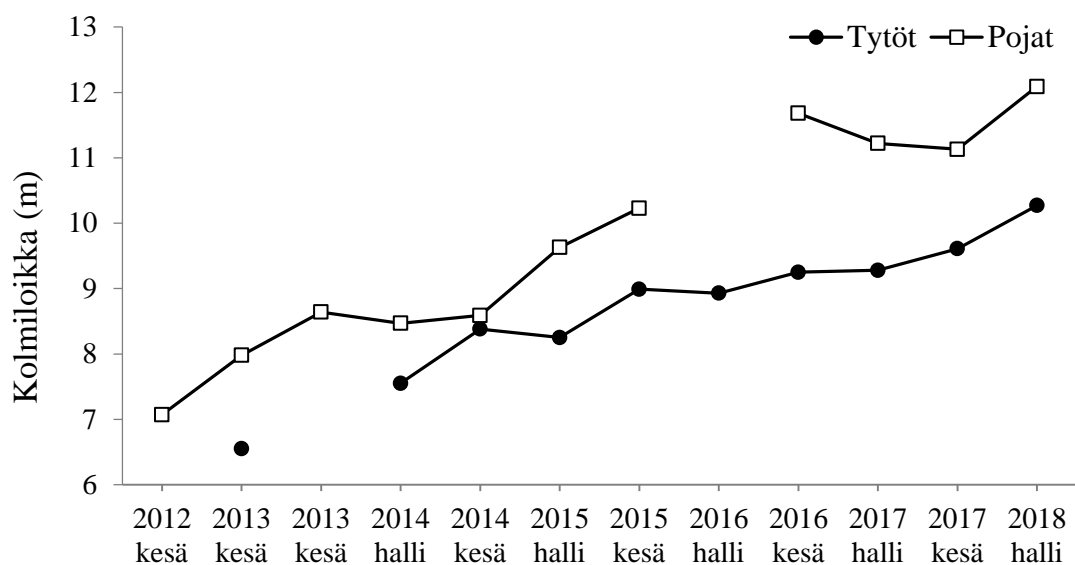


KUVA 11. Pituushypyn kilpailutulosten keskiarvojen kehittyminen.

TAULUKKO 12. Pituushypyn kilpailutulosten (m) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n).

	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017	2017	2018
	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli
Tytöt														
ka		3,41	3,10	3,01	3,25	3,66	3,74	3,86	4,04	4,08	4,16	4,13	4,32	4,65
SD		-	0,62	0,19	0,51	0,33	0,35	0,33	0,32	0,46	0,36	0,44	0,40	0,37
Vaihteluväli		-	2,66– 3,53	2,79– 3,13	2,34– 3,60	3,15– 4,04	3,27– 4,18	3,31– 4,27	3,69– 4,55	3,54– 4,77	3,75– 4,78	3,46– 4,79	3,77– 4,91	4,21– 5,29
n		1	2	3	5	7	7	7	9	8	10	9	8	7
Pojat														
ka	3,50	3,49	3,54	3,81	4,03	4,01	4,06	4,04	4,41	4,91	5,01	5,46	5,28	5,43
SD	-	-	0,10	0,11	0,23	0,31	0,14	0,03	0,29	0,31	0,36	0,38	0,50	0,51
Vaihteluväli	-	-	3,47– 3,61	3,70– 3,91	3,70– 4,27	3,65– 4,24	3,90– 4,18	4,02– 4,06	4,03– 4,92	4,57– 5,17	4,45– 5,33	5,09– 5,99	4,57– 6,00	4,83– 6,08
n	1	1	2	3	5	3	3	2	6	3	8	4	7	7

Kuvasta 12 on nähtävissä kolmiloikan kilpailutulosten kehittyminen. Tytöillä kilpailutulokset ovat kehittyneet kesästä 2013 hallikauteen 2018 keskimäärin 3,72 m (56,8 %, vaihtelu -0,03–(+2,93) m, -0,3–(+36,5) %). Pojilla tulokset ovat kehittyneet kesästä 2012 hallikauteen 2018 5,02 m (71,0 %, vaihtelu -1,51–(+5,15) m, -13,4–(+73,0) %). Tarkemmat keskiarvot kolmiloikan tuloksille ovat nähtävissä taulukosta 13.



KUVA 12. Kolmiloikan kilpailutulosten keskiarvojen kehittyminen.

TAULUKKO 13. Kolmiloikan kilpailutulosten (m) keskiarvot (ka), keskihajonnat (SD), tulosten vaihteluväli sekä otoskoot (n).

	2012	2013	2013	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017	2017	2018
	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli	kesä	halli
Tytöt												
ka		6,55		7,55	8,38	8,25	8,99	8,93	9,25	9,28	9,61	10,27
SD		-		0,88	1,06	0,97	0,92	1,06	0,83	0,82	0,85	0,84
Vaihteluväli		-		6,30–	6,83–	7,43–	7,59–	7,62–	7,96–	8,03–	8,51–	8,98–
				8,76	9,49	9,30	10,19	10,34	10,49	10,68	11,01	11,11
n		1		6	5	6	7	8	7	9	8	6
Pojat												
ka	7,07	7,98	8,64	8,47	8,59	9,63	10,23		11,68	11,22	11,13	12,09
SD	-	0,48	0,52	0,57	0,39	0,38	-		0,71	1,13	1,19	0,20
Vaihteluväli	-	7,49–	8,05–	7,89–	8,32–	9,36–	-		11,18–	9,42–	9,73–	11,95–
		8,44	9,00	8,97	8,87	9,90			12,19	12,51	12,20	12,23
n	1	3	3	4	2	2	1		2	5	5	2

7.3 Esikevennyshyppy

Taulukossa 14 on esitettyä joulukuun 2017 testeissä ja tammikuun 2018 aikana suoritettun esikevennyshypyn nousukorkeuden tulokset (cm).

TAULUKKO 14. Esikevennyshypyn nousukorkeuden (cm) keskiarvot (ka), keskihajonta (SD) sekä tulosten vaihteluväli joulukuun 2017 testeissä.

	Tytöt	Pojat
ka	30,2	43,8
SD	3,72	4,87
vaihteluväli	25,9–37,4	37,6–52,1
n	9	10

7.4 Testi- ja kilpailutulosten väliset yhteydet

Taulukossa 15 on esitettyä tyttöjen ja poikien joulukuun 2017 testitulosten yhteydet hallikauden 2018 kilpailutuloksiin. 1000 metrin kilpailutulokset ovat kesäkaudelta 2017, sillä tytöiltä ei kilpailutuloksia hallikaudelta 2018 löytynyt yhtäkään. Testi- ja kilpailutulosten väliltä löytyi useita tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0,01$) korrelaatioita. Ainoastaan 1000 metrin testi- tai kilpailutulokset eivät korreloineet muiden tulosten kanssa. Lisäksi tilastollisesti merkitsevää korrelaatioita ei ollut korkeushypyn ja esikevennyshypyn välillä. Taulukossa 16 on puolestaan esitettyä erikseen testi- ja kilpailutulosten väliset yhteydet sekä tytöille että pojille. Tytöille sekä pojille löytyi tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita etenkin lentävän 20 metrin testin ja kilpailutulosten välille. Ero tyttöjen ja poikien tuloksia erikseen ja yhdessä tarkastellessa oli siinä, että kummallekaan sukupuolelle ei erikseen löytynyt yhteyttä 5-loikan ja pituushypyn välille, toisin kuin molempien tuloksia yhdessä tarkastellessa.

TAULUKKO 15. Testi- ja kilpailutulosten väliset korrelaatiot. Testitulokset ovat joulukuun 2017 testeistä ja kilpailutulokset hallikaudelta 2018 (1000 metriä kesäkaudelta 2017).

		Lentävä 20 m testi	5-loikka testi	1000 m testi	Esikevennyshyppytesti
60 m	Korrelaatio	,974**	,882**	,435	-,938**
	p-arvo	,000	,000	,242	,000
	n	16	15	9	18
200 m	Korrelaatio	,880**	-,881**	,400	-,976**
	p-arvo	,004	,004	,505	,000
	n	8	8	5	8
1000 m	Korrelaatio	,359	-,400	1,000	-,300
	p-arvo	,553	,505	0,000	,624
	n	5	5	2	5
60 m aidat	Korrelaatio	,907**	-,891**	,609	-,783**
	p-arvo	,000	,000	,200	,003
	n	11	11	6	12
Korkeus- hyppy	Korrelaatio	-,775*	,901**	-,462	,479
	p-arvo	,041	,006	,434	,230
	n	7	7	5	8
Pituus- hyppy	Korrelaatio	-,945**	,895**	-,275	,873**
	p-arvo	,000	,000	,509	,000
	n	13	12	8	14
Kolmiloikka	Korrelaatio	-,850**	,952**	-,500	,952**
	p-arvo	,007	,000	,391	,000
	n	8	8	5	8

*= $p < 0,05$, merkitsevä korrelaatio

** $p < 0,01$, erittäin merkitsevä korrelaatio

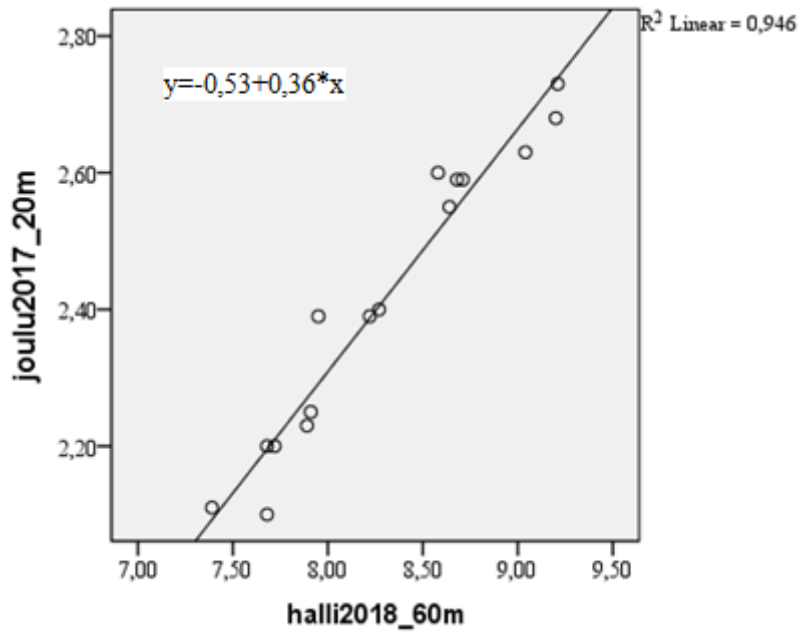
TAULUKKO 16. Testi- ja kilpailutulosten väliset yhteydet tytöillä ja pojilla erikseen.

		Lentävä 20 m testi	5-loikka testi	Esikevennyshyppytesti
Tytöt				
60 m	Korrelaatio	,850**	-,714*	-,714*
	p-arvo	,007	,047	,047
	n	8	8	8
60 m aidat	Korrelaatio	,943**	-,886*	-,771
	p-arvo	,005	,019	,072
	n	6	6	6
Pituus- hyppy	Korrelaatio	-,883**	,750	,464
	p-arvo	,008	0,052	,294
	n	7	7	7
Pojat				
60 m	Korrelaatio	,946**	-,679	-,815**
	p-arvo	,000	,094	,004
	n	8	7	10
60 m aidat	Korrelaatio	,975**	-,900*	-,771
	p-arvo	,005	,037	,072
	n	5	5	6
Pituushyppy	Korrelaatio	-,812*	,800	,929**
	p-arvo	,050	,104	,003
	n	6	5	7

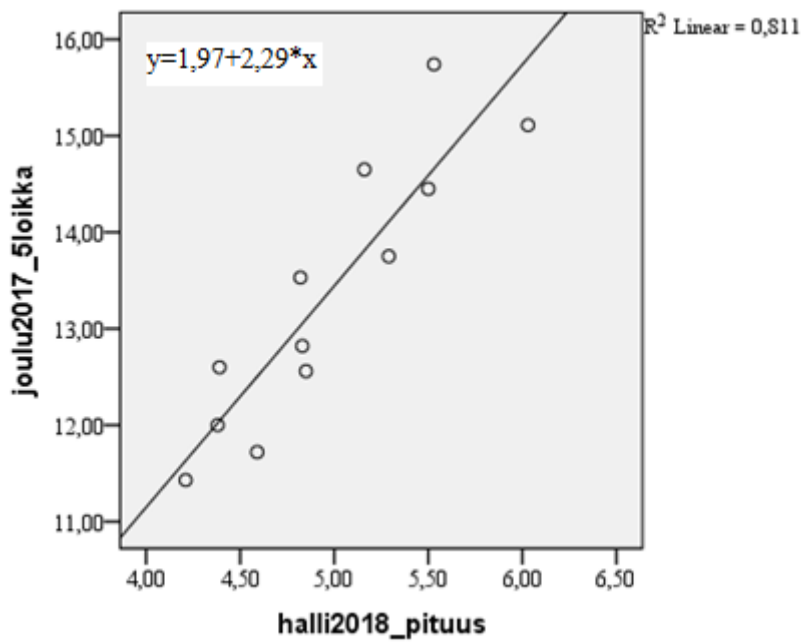
*=p<0,05, merkitsevä korrelaatio

**p=<0,01, erittäin merkitsevä korrelaatio

Kuvassa 13 on esitettyä hajontakaavion avulla tyttöjen sekä poikien joulukuun 2017 lentävän 20 metrin testin ja 2018 hallikauden 60 metrin kilpailutulosten väliset yhteydet ($r^2=0,946$). Kuvasta 14 taas on nähtävissä 5-loikkatestin ja pituushypyn väliset yhteydet ($r^2=0,811$) molemmat sukupuolet yhdessä huomioiden.

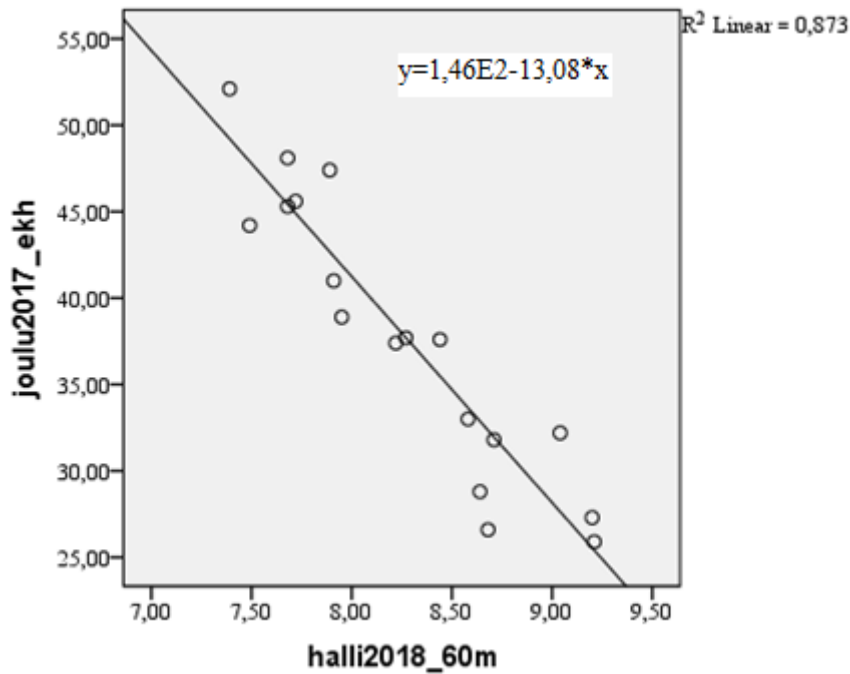


KUVA 13. Lentävän 20 metrin testin tulosten (s) yhteydet 2018 hallikauden 60 metrin kilpailutuloksiin (s).



KUVA 14. 5-loikkatestin tulosten (m) yhteydet 2018 hallikauden pituushypyn kilpailutuloksiin (m).

Kuvassa 15 on nähtävissä joulukuun 2017 testeissä tehdyn esikevennyshypyn tulosten ja 2018 hallikauden 60 metrin juoksun kilpailutulosten väliset yhteydet hajontakaaviolla esitettynä ($r^2=0,873$). Kaaviossa on sekä tyttöjen että poikien testi- ja kilpailutulokset.



KUVA 15. Esikevennyshyppytestin tulosten (cm) yhteydet 2018 hallikauden 60 metrin kilpailutuloksiin (s).

8 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää junioriyleisurheilijoiden testi- ja kilpailutulosten kehittymistä sekä niiden välisiä yhteyksiä. Lisäksi tutkittiin, löytyikö sukupuolten välille eroja tuloksissa. Hypoteeseina oli, että kehitystä tuloksissa tapahtuu, testi- ja kilpailutulosten väliltä löytyy yhteyksiä ja että pojat saavat tyttöjä parempia tuloksia.

Testi- ja kilpailutulosten kehittyminen. Kuten tuloksista nähdään, sekä testi- että kilpailutulosten keskiarvot ovat molemmilla sukupuolilla kehittyneet viimeisten vuosien aikana. Muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta tulokset ovat kehittyneet myös yksittäisillä urheilijoilla. Pääosin kehitystä tulosten keskiarvoissa on tapahtunut suhteellisen tasaisesti kaudesta toiseen. Prosentuaalisesti eniten kehitystä on tapahtunut hyppylajien kilpailutuloksissa ja vähiten 1000 metrin testituloksissa ja tytöillä 5-loikassa.

Pikamatkojen (60 m ja 200 m) ja 60 m aitojen sekä maksimaalista juoksunopeutta testaavan lentävän 20 metrin tulokset ovat kehittyneet selkeästi viimeisten 4–5 vuoden aikana. Nuorten yleisurheilijoiden juoksunopeus on siis kehittynyt fyysisen kasvun sekä harjoittelun seurauksena. Tuloksista ei pystytä sanomaan, onko tulosten kehittymiseen vaikuttanut enemmän harjoittelu vai fyysinen kasvu, sillä kummankaan muuttumista tai kehittymistä ei tässä työssä tarkasteltu. Esimerkiksi luonnollisen pituuskasvun myötä tapahtuva askelpituuden kasvu lisää myös maksimaalista juoksunopeutta (Rumpf ym. 2015). Kehittymistä on tapahtunut molemmilla sukupuolilla, mutta pojilla nopeutta vaativien lajien kehitys on ollut prosentuaalisesti suurempaa. Tyttöillä kasvun mukanaan tuoma rasvamäärän lisääntyminen sekä kehon painon kasvaminen (Malina ym. 2004; Rogol ym. 2000) saattavat vaikuttaa siihen, miksi tulosten kehittyminen on ollut poikia vähäisempää. Jotta sama nopeus pystyttäisiin ylläpitämään kehon painon kasvusta huolimatta, tulisi voimatasojen kasvaa samassa suhteessa. Pojilla nopeusharjoittelu on voinut olla tyttöjä laadukkaampaa, mikä saattaa selittää poikien tulosten suurempaa kehittymistä.

Joulukuun 2017 lentävän 20 metrin testituloksia verratessa normaaliväestölle tehtyihin viitearvoihin (taulukko 1), tyttöjen tulosten keskiarvo on keskinkertaisen ja hyvän tuloksen välillä ja poikien tulosten keskiarvo hyvän ja erinomaisen tuloksen välillä. Yksittäisiä tuloksia tarkastellessa suurin osa tyttöjen lentävän 20 metrin tuloksista on oman ikäsekseen keskinkertaisella, muutama hyvällä ja yksi erinomaisella tasolla. Pojilla taas suurin osa tuloksista on erinomaisia ja muutama hyvällä tasolla. Yksikään tuloksista ei ole heikolla tasolla, mikä osoittaa harjoittelun positiivisen vaikutuksen suorituskykyyn. Molemmilla sukupuolilla, mutta etenkin tytöillä, tulokset ovat viitearvoihin verrattuna laskeneet viimeisten vuosien aikana, mikä mahdollisesti kertoo siitä, että kehon painon kasvaessa voimantuotto ei ole kehittynyt samassa tahdissa tai että harjoittelu ei ole ollut riittävän laadukasta. Jos tuloksia haluttaisi kehittää lähemmäs erinomaisia viitearvoja, tulisi etenkin tyttöjen keskittyä harjoittelussa suhteellisen voiman lisäämiseen. Raajojen pituuskasvu murrosiässä saattaa hetkellisesti heikentää koordinaatiota (Kalaja 2015), ja jos tähän ei harjoittelussa ole kiinnitetty huomiota, saattaa myös se olla syy, miksi sekä tytöt että pojat ovat jääneet parhaista viitearvoista kasvun myötä enemmän. Malinan ym. (2004) mukaan luonnollisen fyysisen kasvun aiheuttama nopeuden kehittyminen tyttöjen osalta jatkuu noin 13–14 ja pojilla noin 18 ikävuoteen saakka. Pituuskasvun hidastuttua harjoittelussa olisi Rumpfin ym. (2015) mukaan hyvä keskittyä askeltiheyden ja voimantuoton kehittämiseen, jotta juoksunopeutta saataisiin kehitettyä edelleen, joten näihin keskittyminen harjoittelussa voisi myös parantaa tuloksia lähemmäs erinomaisia viitearvoja.

Alaraajojen nopeusvoimaa testaava 5-loikka on kehittynyt pojilla, mutta tytöillä tulokset ovat pysyneet suhteellisen tasaisina. Nopeutta ja räjähtävää voimaa vaativien hyppylajien kilpailutulokset ovat kuitenkin molemmilla sukupuolilla kehittyneet, jolloin voidaan olettaa, että urheilijoiden nopeassa voimantuotossa sekä räjähtävyydessä on tapahtunut kehitystä. Tulosten kehittymiseen on voinut vaikuttaa myös lajin vaatiman suoritustekniikan kehittyminen, sillä esimerkiksi korkeushyppy on teknisesti vaativa laji (Isolehto 2016). Myöskään räjähtävää voimaa vaativien lajien tulosten kehittymisestä on vaikea sanoa, mikä on harjoittelun ja mikä fyysisen kasvun mukanaan tuomaa kehitystä. Hyppylajeissakin pituuskasvusta on hyötyä suoritukseen (esim. nopeuden kehittyminen pidempien raajojen myötä), jolloin myös fyysisellä kehityksellä voidaan olettaa olevan vaikutusta tulosten kehitykseen. Syy, miksi tyttöjen 5-loikan testitulokset ovat pysyneet lähes samoina viimeisen kahden vuoden aikana voi olla

siinä, että tyttöjen kehon paino sekä rasvamäärä kehossa ovat lisääntyneet, mihin ei ole voimaharjoittelulla pystytty vastaamaan. Hyppylajien kilpailutulokset ovat kuitenkin kehittyneet tytöillä 5-loikan tulosten tasanteesta riippumatta Mahdollinen yrittämisen puute testitulanteissa voi myös selittää, miksi 5-loikan testituloksissa kehitystä ei juurikaan tytöillä ole tapahtunut. Tytöt ovat myös mahdollisesti harjoitelleet loikkia vähemmän kuin pojat, minkä vuoksi kehitystä ei ole tapahtunut yhtä paljoa kuin pojilla. 5-loikassa korostuu useampien maksimaalisten ponnistusten myötä muita hyppylajeja enemmän iskutusten sietokyky, ja voi olla, että nuorille urheilijoille ehjän ja tasapainoisen 5-loikkasuorituksen saavuttaminen on haastavaa.

Von Gerichin ja Kyröläisen (1988) mukaan erinomaiset tulokset kahden askeleen vauhdilla suoritettussa 5-loikassa yleisurheilulle 15–16 -vuotiaille tytöille ovat 13,1–13,5 m ja pojille 16,5–17,25 m. Tässä tutkimuksessa 13–15 -vuotiaiden tyttöjen kahden askeleen vauhdin 5-loikan tulosten keskiarvo oli joulun 2017 testeissä 12,35 m ja 13–16 -vuotiaiden poikien 14,09 m. Etenkin pojat siis jäivät erinomaisesta viitearvosta selkeästi. Urheilijat ovat hieman nuorempia kuin viitearvojen 15–16 vuotiaat, mikä osittain mahdollisesti selittää sen, miksi erinomaisista viitearvoista jäätiin. Tytöillä parhaat testitulokset ylsivät viitearvoihin, mutta pojilla parhaatkin tulokset jäivät selvästi viitearvoista. 5-loikan tuloksiin vaikuttaa räjähtävän voimantuoton lisäksi esimerkiksi lantion alueen liikkuvuus, törmäysvoimien sietokyky sekä tasapaino, joten voi olla, että etenkin pojilla mutta myös tytöillä on kehitettävää näissä osaluissa, jos viitearvot haluttaisiin erinomaiselle tasolle. Myös 5-loikan tekniikassa saattaa molemmilla sukupuolilla olla kehitettävää.

Alaraajojen räjähtävää voimaa 5-loikan tapaan testaavan esikevennyshypyn viitearvoihin (taulukko 2) verrattuna tämän tutkimuksen koehenkilöiden harjoitustausta näkyi molemmilla sukupuolilla normaaliväestöön verrattuna keskinkertaisen tason yläpuolella olevina tuloksina. Viitearvoihin verrattuna esikevennyshypyn tulokset (taulukko 14) olivat tytöillä keskiarvoisesti keskinkertaisella tasolla ja pojilla hyvän ja erinomaisen tason välillä. Tytöillä yhtä erinomaista tulosta lukuun ottamatta kaikki tulokset olivat keskinkertaisia, kun taas pojilla tulokset olivat tasaisesti erinomaisia tai hyviä. Koska esikevennyshyppy osoittaa poikien alaraajojen räjähtävän voimantuoton olevan hyvällä tasolla, saattavat 5-loikan erinomaisista viitearvoista jäävät testitulokset selittyä enimmäkseen loikan tekniikkaan vaikuttavilla tekijöillä. Samoin kuin lentävän 20 metrin viitearvojen kanssa, myös esikevennyshypyssä ja 5-loikassa

erinomaisista viitearvoista jäävät tulokset saattavat tytöillä johtua kehon painoon suhteutetun voiman puutteesta.

Kestävyyttä mittaavassa 1000 metrin juoksussa ei ole havaittavissa muihin tuloksiin verrattuna yhtä selkeää ja tasaista kehitystä testi- tai kilpailutuloksissa. Suurin syy tähän on se, että hyvin pieni määrä tutkimuksen urheilijoista juoksi kilpailuissa 1000 metriä tai suorittivat testipäivinä 1000 metrin testiä, jolloin otoskoot jäivät pieniksi. Myös urheilijat, jotka 1000 metriä juoksivat, vaihtelivat kausittain, ja tasoerojen ollessa suuria myös tulosten keskiarvot vaihtelivat siitä johtuen paljon. Testituloksiin on vaikuttanut varmasti myös motivaatio, sillä testipäivänä useammille 1000 metrin juoksu ei ollut mieluisin testi, vaan se suoritettiin enemmänkin pakosta. Urheilijat, joita tässä tutkimuksessa tarkasteltiin, olivat enemmän nopeus- ja tehoholajeihin suuntautuneista ryhmistä, mikä selittää sen, että kestävyysmatkoille innostus on heikompa. Myös urheilijoiden harjoittelussa on voitu keskittyä kestävyuden kehittämiseen esimerkiksi voiman ja nopeuden kehittämistä vähemmän. Kilpailutilanteissa yrityksen voidaan olettaa olevan maksimaalisempaa testitulanteisiin verrattuna, vaikkakin harvoin kestävyysmatkoja juoksevalle juoksun ajoittaminen oikein voi olla haastavaa. Etenkin testituloksista pystytään kuitenkin havaitsemaan, että tulosten keskiarvoissa on tapahtunut kehitystä, mikä tarkoittaa, että kestävyysuorituskyvyssä on mahdollisesti tapahtunut parannusta.

Paljon taitoa vaativien 60 m aitajuoksun sekä korkeushypyn tulokset ovat myös kehittyneet. Tulosten kehittymiseen on oletettavasti vaikuttanut fyysisten ominaisuuksien kehittymisen lisäksi myös lajitaidon ja -tekniikan kehittyminen. Fyysisistä ominaisuuksista etenkin nopeus ja nopeusvoima ovat muita testi- ja kilpailutuloksia ja niiden kehitystä tarkasteltaessa menneet eteenpäin, mutta taidon ja tekniikan kehittymisen osuutta etenkin kilpailusuorituksissa ei pystytä erittelemään. Testit, joita tässä tutkimuksessa käytettiin, ovat urheileville nuorille tekniikalta suhteellisen helppoja, jolloin niissä tapahtuvan kehittymisen monen testikerran jälkeen voidaan olettaa johtuvan pitkälti fyysisten ominaisuuksien kehittymisestä taidon kehittymistä enemmän. Yleisurheilun lajisuurituksissa vaaditaan kuitenkin testejä enemmän taitoa, joten myös taidollista kehittymistä voidaan olettaa tapahtuneen kilpailutulosten kehittyessä.

Testi- ja kilpailutulosten väliset yhteydet. Tuloksista on nähtävissä (taulukko 15), että useimpien hallikautta 2018 edeltäneiden testitulosten ja hallikauden kilpailutulosten väliltä löytyi voimakasta riippuvuutta, kun huomioitiin sekä tyttöjen että poikien tulokset. Ainoastaan 1000 metrin testin tai kilpailutulosten ei todettu korreloivan tilastollisesti merkitsevästi muiden tulosten kanssa. Myöskään esikevennyshypyn ja korkeushypyn tulosten välille ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Muuten kaikkien kenttätestien ja kilpailutulosten välille löytyi tilastollisesti merkitsevä korrelaatio. Korrelaatiot olivat hyvin vahvoja luultavasti sen takia, että yleisurheilulajit ovat pitkälti suorituskykylajeja (Schexnayder 2012, Brooks 2013 mukaan). Useimmissa yleisurheilulajeissa suoritustekniikat ovat pääosin suhteellisen helppoja, jolloin hyvillä fyysisillä ominaisuuksilla pystytään saavuttamaan hyviä tuloksia, ja ominaisuuksilla pystytään osittain kompensoimaan heikompaa tekniikkaa. Etenkään nuorilla urheilijoilla lajitekniikka ei varmastikaan ole vielä huippujen tasolla.

Lentävällä 20 metrin testillä oli tilastollisesti merkitsevä yhteys 1000 metrin kilpailutuloksiin lukuun ottamatta kaikkiin kilpailutuloksiin. Tämä tukee aiemmin tutkittua tietoa siitä, että nopeuden merkitys on suuri monissa yleisurheilulajeissa (Coh & Iskra 2012; Jouste & Mero 2016; von Gerich & Kyröläinen 1988). Voimakkaimmat korrelaatiot lentävän 20 metrin testin kanssa löytyivät 60 metrin ($r=0,974$, $p=0,001$) ja pituushypyn ($r=-0,945$, $p=0,001$) kilpailutuloksista. Heikoin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio lentävän 20 metrin kanssa löytyi korkeushypyn kanssa ($r=-0,775$, $p=0,41$), jossa lajitekniikka on selvästi haastavampi. Myös tyttöjen ja poikien testi- ja kilpailutulosten yhteyksiä erikseen tarkasteltaessa nopeuden (lentävä 20 m) merkitys 60 metrin, 60 m aitojen ja pituushypyn tuloksiin oli tilastollisesti merkitsevä (taulukko 16). Tulokset siis osoittavat, että maksimaalisen juoksunopeuden merkitys näissä lajeissa menestymiseen on suuri sukupuolesta riippumatta, ja nopeus selittääkin suurimmalta osin suorituskyvyn näissä lajeissa.

200 metrin kilpailutulosten korrelaatio maksiminopeutta testaavan lentävän 20 metrin testin kanssa ($r=0,880$, $p=0,004$) oli hieman heikompi kuin toisen pikamatkan, 60 metrin korrelaatio ($r=0,974$, $p=0,004$). Maksimaalinen juoksunopeus selittää lähes 95 % 60 metrin kilpailutuloksesta, kun vastaava luku 200 metrin kilpailutulokselle on noin 77 %. Vaikka 200 metriä laskehtaan pikamatkaksi, joka juostaan maksimaalisella nopeudella, korostuu siinä etenkin lapsilla ja nuorilla nopeuskestävyyden rooli maksiminopeuden rinnalla (Jouste & Mero 2016).

Koska lapsilla ja nuorilla on aikuisia heikompi kyky työskennellä anaerobisesti (Barker & Armstrong 2010; Malina ym. 2004), on myös maksimaalinen juoksunopeus vaikeampi ylläpitää koko 200 metrin ajan, jolloin juoksunopeuden hidastumista juoksun loppuvaiheessa tapahtuu enemmän (Jouste & Mero 2016). 200 metrin juoksu saattaa olla myös vauhdillisesti nuorille urheilijoille hankala jakaa oikein jos ei ole paljoa kokemusta lajista, sillä esimerkiksi pitää uskaltaa lähteä alusta asti kovaa.

Myös alaraajojen tehontuottoa sekä nopeusvoimaa testaavat 5-loikka ja esikevennyshyppy korreloivat vahvasti kilpailutulosten kanssa, kun tyttöjen ja poikien tulokset huomioitiin yhdessä (taulukko 15). Tämä tulos tukee myös aiemmin tutkittua tietoa, jonka mukaan nopeusvoiman merkitys monissa yleisurheilulajeissa on suuri (Isolehto 2016; Jouste & Mero 2016; von Gerich & Kyröläinen 1988). 5-loikka korreloi voimakkaimmin kolmiloikan kanssa ($r=0,952$, $p=0,001$), mikä selittyy samankaltaisena suoritustekniikkana sekä sitä kautta samantlaisina ominaisuusvaatimuksina. 5-loikka korreloi muita kenttätestejä vahvemmin korkeushypyn tulosten kanssa, mikä voi johtua siitä, että samanlaisten fyysisten ominaisuuksien vaatimusten lisäksi molemmissa vaaditaan myös teknistä osaamista onnistuneeseen suoritukseen. Esikevennyshypyn kanssa taas voimakkaimmin kilpailutuloksista korreloivat 200 m ($r=0,976$, $p=0,001$) ja kolmiloikka ($r=0,952$, $p=0,001$), joissa molemmissa tarvitaan alaraajojen nopeaa voimantuottoa. Testinä esikevennyshyppy on helppo ja yksinkertainen, mikä mahdollisesti aiheuttaa sen, että korrelaatiot taitoa vaativien 60 m aitojen ($r=-0,783$, $p=0,003$) ja korkeushypyn ($r=0,479$, $p=0,230$) kanssa jäivät muita yhteyksiä alhaisemmaksi, vaikka myös näissä lajeissa tarvitaan alaraajojen nopeusvoimaa. Isolehdon (2016) mukaan vertikaalihypyt ovat hyviä ennustamaan suorituskyykyä korkeushypyssä, mikä eroaa tämän tutkimuksen tuloksista. Korkeushypyssä lajin tekniikka on haastava, eikä se ole lapsilla ja nuorilla kehittynyt vielä huippuunsa, jolloin myöskään fyysisiä ominaisuuksia pystytään suorituksessa hyödyntämään täysin.

Myös tyttöjen ja poikien tuloksia erikseen katsoessa nopeusvoimaa mittaavien testien ja kilpailutulosten välille löytyi tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita. Tyttöillä 5-loikan tulos korreloi tilastollisesti merkitsevästi 60 metrin ($r=-0,714$, $p=0,047$) ja 60 metrin aitojen ($r=-0,886$, $p=0,019$) kanssa ja pojilla 5-loikka korreloi 60 metrin aitojen ($r=-0,900$, $p=0,037$) kanssa. Toisin kuin molempia sukupuolia yhdessä tarkasteltaessa, ei tilastollisesti merkitsevää korre-

laatiota kummallekaan sukupuolelle löytynyt 5-loikan ja pituushypyn välille. Tämä saattaa selittyä sillä, että erot näiden lajien tuloksissa tyttöjen ja poikien välillä ovat suhteellisen suuria, ja kun poikien parempia tuloksia verrataan tyttöjen hieman heikompiin tuloksiin, näyttää korrelaatio löytyvän. Kun tutkitaan pienempää joukkoa, ei tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä löydy. Esikevennyshyppy korreloi tytöillä tilastollisesti merkitsevästi 60 metrin tuloksen kanssa ($r=-0,714$, $p=0,047$) ja pojilla tilastollisesti erittäin merkitsevästi 60 metrin ($r=-0,815$, $p=0,004$) ja pituushypyn ($r=0,929$, $p=0,003$) kanssa. Nämä tulokset osoittavat, että nopeusvoiman merkitys juoksunopeuteen on suuri molemmilla sukupuolilla.

Kestävyys suorituskykyä mittaava 1000 metrin testi ei korreloinut tilastollisesti merkitsevästi yhdenkään kilpailutuloksen kanssa. Pika- tai aitajuoksujen sekä hyppylajien vaatimuksissa kestävyys suorituskyvyn merkitys on hyvin pieni (Torim 1991), mitä myös tämän tutkimuksen tulokset tukevat. 1000 metrin testi- ja kilpailutulosten välille ei pystytty laskemaan korrelaatiota, sillä testattavien urheilijoiden joukosta löytyi hyvin vähän urheilijoita ($n=2$), jotka olisivat suorittaneet peräkkäisinä testi- ja kilpailukausina 1000 metrin juoksun. Kestävyysjuoksussa, etenkin keskimatkoilla joihin myös 1000 metriä lasketaan kuuluvaksi, vaaditaan hyvien kestävyysominaisuuksien lisäksi myös nopeutta (Vuorimaa 2016.) Nopeuden (lentävä 20 m) ja 1000 metrin kilpailusuoritusten välille ei kuitenkaan tässä tutkimuksessa löytynyt tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Suurin syy tähän on varmasti se, että otoskoko oli hyvin pieni, sillä harvalta löytyi kilpailutuloksia 1000 metriltä viimeisen vuoden sisään. Myös erot 1000 metrin tuloksissa olivat suuria, eikä testattavien urheilijoiden joukosta löytynyt kestävyysjuoksuun erikoistuneita urheilijoita.

Sukupuolten väliset erot. Testi- ja kilpailutulokset osoittavat, että pojat ovat tyttöjä edellä kaikissa tuloksissa lukuun ottamatta muutamaa poikkeusta 1000 metrin testi- ja kilpailutuloksissa. Merkittävin syy tähän on poikien paremmat fyysiset ominaisuudet, joista etenkin murrosiässä testosteronin vaikutuksesta voima kehittyy enemmän suhteessa tyttöihin (Malina ym. 2004; Rogol ym. 2000). Pojilla rasvamäärä kehossa on tyttöjä pienempää jo varhaislapsuudessa (Malina ym. 2004), mistä on etua monissa lajeissa, joissa omaa kehon painoa joudutaan liikuttamaan. Pojat ovat myös tyttöjä pidempiä sekä pääosin painavampia (taulukko 3). Alaraajojen pituus vaikuttaa nopeuteen (Rumpf ym. 2015), ja poikien ollessa tyttöjä pidempiä myös askelpituuden voidaan pojilla olettaa olevan pidempi. Babić ja Blažević (2011) ovat

tutkimuksessaan todenneet pojilla myös askeltiheyden olevan tyttöjä suurempi. Pojilla tyttöjä suurempi kehon koko vaikuttaa etenkin voimaominaisuuksiin (Malina ym. 2004). Tyttöjen ja poikien väliset erot pysyvät seurannan ajan testeissä ja kilpailutuloksissa hyvin samankaltaisina ilman selkeää eron kasvua poikien hyväksi missään ikävaiheessa. 1000 metrin tuloksissa vaihtelu sukupuolten välillä selittyy pitkälti urheilijoiden omasta motivaatiosta juosta 1000 metriä maksimaalisesti sekä matkan juosseiden urheilijoiden vaihtumisesta. Pojat olivat myös esikevennyshypyssä tyttöjä selkeästi parempia, sillä poikien heikoinkin tulos oli parempi kuin tyttöjen paras tulos (taulukko 13).

Virhelähteet. Tulosten kehittymisen erot urheilijoiden välillä olivat suuria, ja vaihtelua tulosten välillä oli paljon. Kehittyminen laskettiin urheilijoiden ensimmäisistä tuloksista viimeisiin. Etenkin yksilötasolla tarkasteltaessa viimeisin tulos ei aina ollut urheilijan oma ennätys eikä ensimmäinen tulos aina heikoin, mikä saattaa osittain vääristää todellista kehittymistä. Lisäksi urheilijat ovat aloittaneet kilpailemisen ja harjoittelemisen eri aikaan, jolloin vasta vähän aikaa harjoitelleilla kehittymistä ei ole tapahtunut pidempään harjoitelleihin verrattuna yhtä paljon, vaikka kehittymisnopeus saattaakin olla suurempi. Tuloksista laskettiin jokaiseen lajiin ja jokaiselle kaudelle keskiarvot. Virheitä muodostuu siinä, että kaikilta urheilijoilta ei löydy tuloksia jokaiselta testikerralta tai kilpailukaudelta, jolloin tuloksissa on jouduttu vertailemaan eri urheilijoiden välisiä tuloksia saman urheilijan tulosten kehittymisen vertailemisen sijaan. Koska tulosten välillä oli suuriakin eroja, saattaa urheilijoiden todellinen kehittyminen tapahtua eri tavoin ja eri tahdissa kuin mitä tässä tutkimuksessa on esitetty. Koska jokaiselta kaudelta otettiin huomioon kauden paras kilpailutulos tuloksille vaatimustasoa asettamatta, on mukaan voinut sattua esimerkiksi epäonnistuneen suorituksen tulos lajista, jossa on kilpailtu kauden aikana vain kerran. Mukana on siten mahdollisesti myös tuloksia lajeista, joissa urheilija on kilpaillut vain muutamia kertoja sen enempää lajia harjoittelematta. Tämä tuo lisää virhettä tuloksiin, sillä selkeästi epäonnistuneen kilpailusuorituksen tulos ei kerro totuutta urheilijan todellisesta fyysisestä suorituskyvystä.

Otoskoot olivat joillakin testi- ja kilpailukausilla hyvin pieniä, mikä myös osaltaan vääristää tuloksia. Tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita löytyi paljon, mutta osa niistä voi selittyä pienellä otoskoolla. Myös vahvat korrelaatiot tyttöjen ja poikien tuloksia yhdessä tarkastellessa voivat johtua poikien paremmista tuloksista, jolloin tulosten välille muodostuu yhteys, joka

kuitenkin katoaa, kun ryhmä jaetaan kahteen pienempään ja tasaisempaan ryhmään. Otoskoon ollessa pieni ja rajautunut vain yhden urheiluseuran ja muutaman eri harjoitusryhmän urheilijoihin ei kovin yleistäviä johtopäätöksiä tämän tutkimuksen tuloksista voida tehdä. Tulokset antavat kuitenkin suuntaa, miten tulokset kehittyvät ja millaisia yhteyksiä testien ja kilpailutosten välille löytyy. Tässä tutkimuksessa myös ikäerot etenkin pojilla olivat suuria, ja koska kehitys tapahtuu eri yksilöillä eri aikaan (Malina ym. 2004), ovat urheilijat mahdollisesti kehityksellisesti hyvinkin eri vaiheissa. Esimerkiksi alkuvuodesta 2002 ja loppuvuodesta 2004 syntyneiden poikien välinen ikäero on jo lähellä kolmea vuotta, ja voi olla, että nuorimmilla murrosikä on vasta alkamassa, kun taas vanhimmat ovat jo ohittaneet murrosiän ja suurimman pituuden ja painon kehittymisen. Tämä lisää entisestään tasoeroja urheilijoiden välillä.

Myös mahdollisia mittavirheitä on voinut tapahtua. Etenkin 5-loikassa, jossa ponnistuskohta katsottiin silmämääräisesti, tuo se helposti useammankin sentin virheen. Käsiajanotolla mitatut 1000 metrin testitulokset eivät ole yhtä tarkkoja kuin sähköajat. Valokennoilla mitatussa lentävän 20 metrin tuloksissa virhettä voi tuoda esimerkiksi se, että ensimmäisenä maalilinjan valokennot on ohittanut vartalon etupuolella heilahtava käsi eikä keskivartalo, jolloin todellinen aika on mitattua hieman pidempi. Esikevennyshypyssä tekniikka vakioitiin silmämääräisesti, jolloin esimerkiksi ala-asennon polvikulmat sekä alastulo (suorille jaloille päkiät edellä) saattoivat vaihdella urheilijalla yksittäisten suoritusten välissä. Suurimmalle osalle urheilijoista esikevennyshyppy oli ennalta tuttu, mutta monilla, jotka sitä ensimmäistä kertaa tekivät, oli pieniä hankaluuksia suoritustekniikan kanssa. Suoritus taso näillä urheilijoilla laski selkeästi, kun virheelliseen suoritustekniikkaan jouduttiin puuttumaan, jolloin maksimaalisen yrityksen sijaan keskittyminen siirtyi enemmän puhtaaseen suoritustekniikkaan.

Johtopäätökset. Tämän tutkimuksen tulosten myötä voi todeta, että lentävä 20 metrin testi, 5-loikka sekä esikevennyshyppy ovat hyviä testejä mittaamaan nuorten urheilijoiden nopeutta sekä nopeusvoimaa, ja että testitulokset ovat myös hyviä ennustamaan tulevan kilpailukauden tuloksia. Nuorilla yleisurheilijoilla tapahtuu myös kehitystä fyysisistä ominaisuuksista etenkin nopeudessa ja nopeusvoimassa noin 10. ja 16. ikävuoden välillä. Tulevaisuudessa vastaavanlaista tutkimusta tehdessä olisi hyvä ottaa huomioon suorituskyvyn kehittymisen lisäksi myös antropometrian muuttuminen kasvun ja kehityksen myötä. Tulevissa tutkimuksissa olisi myös hyvä valita tutkimusjoukkoon urheilijoita, joilta löytyy tasaisesti jokaiselta kaudelta kilpailu-

ja testituloksia, jotta yksittäisen urheilijan kehittymistä pystyttäisiin paremmin seuraamaan. Tutkimusta olisi hyvä tehdä myös sekä urheilua harrastaville että urheilua harrastamattomille lapsille ja nuorille, jotta nähtäisiin harjoittelun vaikutus kehittymiseen.

LÄHTEET

- Ae, M., Nagahara, R., Ohshima, Y., Koyama, H., Takamoto, M. & Shibayama, K. 2008. Biomechanical analysis of the top three male high jumpers at the 2007 World Championships in Athletics. *New Studies in Athletics* 23 (2), 45–52.
- Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2007. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa K., L., Keskinen, K., Häkkinen & M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 125–163.
- Babić, V. & Blažević, I. 2011. The relation between the kinematic paramtres of running at maximum speed and the 50 metres running results. *Ovidius University Annals, Series Physical Education and Sport/Science, Movement and Health* 11 (2), 195–199.
- Barker, A., R. & Armstrong, N. 2010. Insights Into Developmental Muscle Metabolism Through the Use of ³¹P-Magnetic Resonance Spectroscopy: A Review. *Pediatric Exercise Science* 22, 350–368.
- Bergier, J. & Bergier, B. 2006. Tendencies in Endurance Development Among Children and Youth from Eastern Poland. *Studies in Physical Culture and Tourism* 13, 127–129.
- Beunen, G. & Thomis, M. 2000. Muscular Strength Development in Children and Adolescents. *Pediatric Exercise Science* 12, 174–197.
- Bompa, T., O. 2000. *Total Training for Young Champions*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Bridgett, L., A. & Linthorne, N., P. 2006. Changes in long jump take-off technique with increasing run-up speed. *Journal of Sports Sciences* 24 (8), 889–897.
- Brooks, C., M. 2013. Sorting Through the Motor Performance Abilities Maze. *New Studies in Athletics* 28 (3/4), 135–142.
- Canadian Olympic Team. 2018. Team Canada: Derek Drouin. Viitattu 6.3.2018. <https://olympic.ca/team-canada/derek-drouin/>.
- Čoh, M. 2003. Biomechanical analysis of Colin Jackson's hurdle clearance technique. *New Studies in Athletics* 18 (1), 37–45.
- Čoh, M. & Iskra, J. 2012. Biomechanical studies of 110 m hurdle clearance technique. *Sport Science* 5 (1), 10–14.

- Chamari, K., Chaouachi, A., Hambli, M., Kaouech, F., Wisløff, U. & Castagna, C. 2008. The 5-jump test for distance as a field test to assess lower limb explosive power in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 22 (3), 944–950.
- Finni, J. 1997. Antropometrian, nopeuden, nopeusvoiman ja harjoitusmäärän vaikutus 10–13 -vuotiaiden kilpailutuloksiin yleisurheilun taito-teholajeissa. Jyväskylän Yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Johdatus omatoimiseen tutkimustyöhön -tutkielma.
- Hakkarainen, H. 2015a. Nopeuden harjoittaminen. Teoksessa Suomen valmentajat (toim.) Lasten ja nuorten hyvä harjoittelu. Lahti: VK-Kustannus, 236–252.
- Hakkarainen, H. 2015b. Syntymän jälkeinen fyysinen kasvu, kehitys ja kypsyminen. Teoksessa Suomen valmentajat (toim.) Lasten ja nuorten hyvä harjoittelu. Lahti: VK-Kustannus, 53–78.
- Hakkarainen, H., Potinkara, P., Mäenpää, P., Härkönen, A., Niemi-Nikkola, K. & Jaakkola, T. 2008. Urheilevien lasten ja nuorten fyysismotorinen harjoittelu -selvitysraportti. Nuori Suomi ry.
- Herodek, K. & Simonović, C. 2013. Strength development of children and young athletes. *Activities in Physical Education and Sport* 3 (1), 82–84.
- Isolehto, J. 2016. Korkeushypyn lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja ja K. Häkkinen (toim.) Huippu-urheiluvalmennus. Lahti: VK-Kustannus, 423–443.
- Jouste, P. & Mero, A. 2016. 100 m juoksun lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja ja K. Häkkinen (toim.) Huippu-urheiluvalmennus. Lahti: VK-Kustannus, 389–409.
- Kalaja, S. 2015. Liikkuvuuden harjoittaminen. Teoksessa Suomen valmentajat (toim.) Lasten ja nuorten hyvä harjoittelu. Lahti: VK-Kustannus, 255–269.
- Kalaja, S. & Jaakkola, T. 2015. Taidon harjoittaminen. Teoksessa Suomen valmentajat (toim.) Lasten ja nuorten hyvä harjoittelu. Lahti: VK-Kustannus, 194–209.
- Keskinen, O., P., Mänttari, A. & Keskinen, K., L. 2007. Aerobisen kestävyuden arviointi kenttätesteillä. Teoksessa K., L., Keskinen, K., Häkkinen & M. Kallinen (toim.) Kuntotestauksen käsikirja. 2. uudistettu painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 104–117.
- Koyama, H., Michiyoshi, A., Muraki, Y., Yoshihara, A. & Shibayama, K. 2009. Biomechanical analysis of the men's and women's long jump at the 11th IAAF World Champion-

- ships in Athletics, OSAKA 2007: A brief report. *Bulletin of Studies in Athletics of JAAF* 5, 107–108.
- Lopes, L., Póvoas, S., Mota, J., Okely, A. D., Coelho-e-Silva, M. J., Cliff, D. P., Lopes, V. P. & Santos, R. 2017. Flexibility is associated with motor competence in schoolchildren. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 27, 1806–1813.
- Luz, L., G., O., Cumming, S., P., Duarte, J., P., Valente-dos-Santos, J., Almeida, M., J., Machado-Rodrigues, A., Padez, C., Carmo, B., C., M., Santos, R., Seabra, A. & Coelho-E-Silva, M., J. 2016. Independent and Combined Effects of Sex and Biological Maturation on Motor Coordination and Performance in Prepubertal Children. *Perceptual and Motor Skills* 122 (2), 610–635.
- Maćkala, K. & Mero, A. 2013. A Kinematics Analysis of Three Best 100 M Performances Ever. *Journal of Human Kinetics* 36, 149–160.
- Magill, R., A. 2011. *Motor Learning and Control: Concepts and Applications*. 9. painos. New York: McGraw Hill.
- Malina, R. M. 2001. Adherence to Physical Activity from Childhood to Adulthood: A Perspective from Tracking Studies. *Quest* 53, 346–355.
- Malina, R., M., Bouchard, C. & Bar-Or, O. 2004. *Growth, Maturation, and Physical Activity*. 2. painos. Champaign IL: Human Kinetics.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I. & Cardinale, M. 2004. Reliability and Factorial Validity of Squat and Countermovement Jump Tests. *Journal of Strength and Conditioning Research* 18 (3), 551–555.
- Mero, A. 2007. *Nopeus*. Teoksessa K., L., Keskinen, K., Häkkinen & M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 164–168.
- Mero, A. 2016. *Urheilulahjakkuuksien tunnistaminen valintavaiheessa*. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja ja K. Häkkinen (toim.) *Huippu-urheiluvalmennus*. Lahti: VK-Kustannus, 323–333.
- Muraki, Y., Koyama, H., Ae, M., Shibayama, K. & Yoshihara, A. 2009. Run-up Velocity in the Men's and Women's Triple Jump at the 2007 IAAF World Championships in Athletics in Osaka. *Bulletin of Studies in Athletics of JAAF* 5, 119–124.

- Neagu, N., Graur, C., Negrea, A. & Gliga, A-C. 2017. The influence of running speed as determining factor of performance in long jump event to athletes, 14–15 years old. *Science, Movement and Health* 17 (2), 409–414.
- Nummela, A. 2007. Anaerobisen kestävyyskykyjen testit. Teoksessa K., L., Keskinen, K., Häkkinen & M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. 2. uudistettu painos. Helsinki: Liikuntatieteellinen Seura, 117–124.
- Rogol, A., D., Clark, P., A. & Roemmich, J., N. 2000. Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity¹⁻⁴. *The American Journal of Clinical Nutrition* 72, 521–528.
- Rowland, T. 2013. Oxygen Uptake and Endurance Fitness in Children, Revisited. *Pediatric Exercise Science* 25, 508–514.
- Rumpf, M., C., Cronin, J., B., Oliver, J. & Hughes, M. 2015. Kinematics and Kinetics of Maximum Running Speed in Youth Across Maturity. *Pediatric Exercise Science* 27, 277–284.
- Seyfarth, A., Blickhan, R. & Van Leeuwen, J., L. 2000. Optimum take-off techniques and muscle design for long jump. *The Journal of Experimental Biology* 203, 741–750.
- Spencer, M., R., Gastin, P., B. & Payne, W., R. 1996. Energy system contribution during 400 to 1500 metres running. *New Studies in Athletics* 11 (4), 59–65.
- Sports-Reference. 2018. Athletes: Stefan Holm. Viitattu 6.3.2018. <https://www.sports-reference.com/olympics/athletes/ho/stefan-holm-1.html>.
- Torim, H. 1991. Pika- ja aitajuoksu: tekniikka ja nuorten valmennus. Helsinki: TUL:n Yleisurheilun Tuki ry.
- Varsinais-Suomen Yleisurheilu VARSY ry. 2017. *Kilpailukalenteri 2017*.
- Von Gerich, S. & Kyröläinen, H. 1988. *Pituushyppy, kolmiloikka*. Helsinki: Suomen Urheiluliitto.
- Vuorimaa, T. 2016. Kestävyysjuoksun lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja ja K. Häkkinen (toim.) *Huippu-urheiluvalmennus*. Lahti: VK-Kustannus, 472–490.
- Young, W., Russell, A. M., Burge, P., Clarke, A., Cormack, S. & Stewart, G. 2008. The Use of Sprint Test for Assessment of Speed Qualities of Elite Australian Rules Footballers. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3, 199–206.