

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄT I & II

ABSTRACTS I & II

TAULUKKO- JA KUVIOLUETTELO2

I-OSA

1 JOHDANTO3

2 12–16-VUOTIAIDEN FYYSINEN KEHITTYMINEN4

2.1 LUUSTO JA LIHAKSET 5

2.2 HERMOSTON KEHITTYMINEN 8

2.3 HENGITYS- JA VERENKIERTOELIMISTÖ 9

2.4 HORMONITOIMINTA JA KASVUUN VAIKUTTAVAT HORMONIT 11

3 ALPPIHIIHDON PUJOTTELUN LAJIVAATIMUKSET14

3.1 PUJOTTELURATA SEKÄ SEN VAATIMUKSET URHEILIJALTA 14

3.2 FYYSISTEN OMINAISUUKSIEN MERKITYS ALPPIHIIHDOS-
SA 15

3.2.1 KESTÄVYYS 15

3.2.2 VOIMA 18

3.2.3 NOPEUS 19

3.2.4 TASAPAINO 21

3.3 ALPPIHIIHTO HARJOITTELU 22

3.3.1 ALPPIHIIHTÄJÄN HARJOITTELUKAUSI 22

3.3.2 ALPPIHIIHTO JUNIORISTA HUIPULLE 24

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA ONGELMAT26

5 TUTKIMUSMENETELMÄT27

5.1 TUTKIMUSJOUKKO 27

5.2 TUTKIMUSASETELMA JA AINEISTON KERÄYS 27

5.2.1 KESTÄVYYSTESTIT 28

5.2.2 ISOMETRISET MAKSIMIVOIMATESTIT 30

5.2.3 TASAPAINOTESTI 35

5.2.4 KETTERYYSTESTI 38

5.2.5 HYPPYTESTIT 39

5.3 KILPAILUMENESTYS 41

5.4 TULOSTEN ANALYSOINTI 42

6 TUTKIMUKSEN LAATUKRITEERIT42

7 TUTKIMUSTULOKSET43

7.1 KESTÄVYYSTESTIT 43

7.1.1 *Wingaten 60 sekunnin polkupyöräergometritesti* 43

7.1.2 *Epäsuora maksimaalinen polkupyöräergometritesti* 45

7.2 ISOMETRISET MAKSIMIVOIMATESTIT 47

7.3 TASAPAINOTESTIT 50

7.3.1 *Normaali tasapainotesti (SOT)* 50

7.3.2 *Päinkääntötesti (Head Shake)* 52

7.4 KETTERYYSRATA 53

7.5 HYPPYTESTIT 55

8 POHDINTA56

8.1 TÄRKEIMMÄT TULOKSET 56

8.2 TUTKIMUKSEN KRIITTINEN ARVOSTELU 58

8.3 JOHTOPÄÄTÖKSET 60

LÄHTEET..... Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

LIITTEET..... Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

TAULUKKO- JA KUVIOLUETTELO

Kuvio 1. Ihmisen elimistön kypsyminen 0 – 20-vuotiaaksi	8
Taulukko 1. Herkkyyskaudet.....	23
Kuva 1. Epäsuora maksimaalinen polkupyöräergometritesti.	29
Kuva 2. New Test-jalkaprässilaite ja kulmamittari.....	31
Kuva 3. New Test-vartalonkoukistajien voimamittauslaite.	33
Kuva 4. New Test-vartalonojentajien voimamittauslaite.....	34
Kuva 5. Smart EquiTest-tasapainomittauslaite.	36
Taulukko 2. Tasapainotestin aistijärjestelmien laskentakaavat.....	37
Kuva 6. Ketteryysrata.	39
Kuva 7. Kontaktimatto, hyppytestit.....	40
Kuvio 2. Wingate 60 sekunnin polkupyöräergometritestin tulokset pojilla.....	44
Kuvio 3. Wingate 60 sekunnin polkupyöräergometritestin tulokset tytöillä.....	44
Kuvio 4. Epäsuoran maksimaalisen polkupyöräergometritestin tulokset, VO ₂ max pojilla. .	45
Kuvio 5. Epäsuoran maksimaalisen polkupyöräergometritestin tulokset pojilla, maksimaalinen polkemisteho (W/kg).....	46
Kuvio 6. Epäsuoran maksimaalisen polkupyöräergometritestin tulokset, VO ₂ max tytöillä.	46
Kuvio 7. Epäsuoran maksimaalisen polkupyöräergometritestin tulokset tytöillä, maksimaalinen polkemisteho (W/kg).....	47
Kuvio 8. Isometristen maksimivoimatestien tulokset pojilla.....	48
Kuvio 9. Isometristen maksimivoimatestien tulokset tytöillä.....	48
Kuvio 10. Isometristen maksimivoimatestien tulokset suhteutettuna omaan painoon pojilla.	49
Kuvio 11. Isometristen maksimivoimatestien tulokset suhteutettuna omaan painoon tytöillä.	50
Kuvio 12. Tasapainotesti tulokset aistijärjestelmittain pojilla.....	51
Kuvio 13. Tasapainotestin kokonaistulos pojilla.....	51
Kuvio 14. Tasapainotesti tulokset aistijärjestelmittain tytöillä.....	52
Kuvio 15. Tasapainotestin kokonaistulos tytöillä.....	52
Kuvio 16. Head Shake-tasapainotesti tulokset pojilla.	53
Kuvio 17. Head Shake-tasapainotesti tulokset tytöillä.	53
Kuvio 18. Ketteryysradan tulokset pojilla.	54
Kuvio 19. Ketteryysradan tulokset tytöillä.	54
Kuvio 20. Hyppytestien tulokset pojilla, staattinen- ja esikevennesshyppy.....	55
Kuvio 21. Hyppytestien tulokset tytöillä, staattinen- ja esikevennesshyppy.....	56
Kuvio 22. Sisäjalan polvikulmat miehillä käännöksessä portin kohdalla. Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.	
Kuvio 23. Ulkojalan polvikulmat miehillä käännöksessä portin kohdalla. Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.	

Kuvio 24. Oikolinjan polvikulmat miehillä porttien välissä. **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Kuvio 25. Sisäjalan polvikulmat naisilla käännöksessä portin kohdalla. **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Kuvio 26. Ulkojalan polvikulmat naisilla käännöksessä portin kohdalla. **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

Kuvio 27. Oikolinjan polvikulmat naisilla porttien välissä. **Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.**

1 JOHDANTO

Maailman parhaat alppihiihtäjät tarvitsevat menestyäkseen korkeaa aerobista ja anaerobista kapasiteettia, voimaa, nopeutta, ketteryyttä, tasapainoa ja taitoa yllä pitämään laskuasentoa kilpailusuorituksen aikana. Jäisellä ja jyrkällä radalla tehtävät käännökset vaativat monien fyysisten ominaisuuksien yhteistyötä.

Nuorten harjoittelu ja kilpaileminen on usein toteutettu siten, että heistä tehdään ”lapsitähtiä” lyhyen tähtäimen kovalla harjoittelulla, jossa tavoitteena on menestyä seuraavan talven kilpailuissa. Usein tämä johtaa siihen, että aikuisiällä kuntopohja ei ole riittävä kovenemaan fyysiseen harjoitteluun. Nuorten harjoittelu pitäisi toteuttaa monipuolisesti ja pitkällä tähtäimellä, jotta pystyttäisiin harjoittelemaan ja kehittymään terveenä. Työn tuloksena olisi lapsitähteyden sijasta menestyminen aikuisena arvokisoissa. (Suomen Hiihtoliitto 2006.)

Tutkimuksia nuorten alppihiihtäjien harjoittelusta ja sen vaikutuksista fyysisten ominaisuuksien muutoksiin on hyvin vähän. Aiemmin Suomessa on tutkittu maajoukkueetasolla kilpailevien aikuisten alppi- ja freestylehiihtäjien fyysisten ominaisuuksien muutoksia (Talkkari 2000). Hiihdonopettajana työskenteleminen herätti meidän mielenkiintomme tutkia suomalaista alppihiihtoharjoittelua ja sen kehittymistä.

Tutkimuksemme tarkoituksena on selvittää eri fyysisten ominaisuuksien muutoksia kesäharjoittelukauden, syksyn kilpailuun valmistavan kauden sekä talven kilpailukauden aikana. Tutkimuksessa seurassimme Santa Claus Ski Teamin yhden valmennusryhmän kehittymistä.

Mielenkiintoamme herättivät kysymykset siitä, vaikuttaako kilpailukaudella pääasiassa suksien päällä tapahtuva laskuharjoittelu kesällä hankittujen fyysisten ominaisuuksien heikkenemiseen. Joudutaanko kilpailukauden jälkeinen fyysinen kesäharjoittelu aloittamaan samalta tasolta kuin edellisenä kesänä. Tarkoituksena on myös löytää kilpailumenestyksen kanssa korreloivia fyysisiä ominaisuuksia.

2 12–16-VUOTIAIDEN FYYSINEN KEHITTYMINEN

Lapset ja nuoret kasvavat sekä kehittyvät hyvin yksilöllisesti. Ihmisen kasvulla tarkoitetaan kehon koon lisääntymistä. Lapsuuden ja nuoruusajan kasvu on melko tasaista ennen murrosikää. Murrosiässä kasvu nopeutuu huomattavasti ja sukupuolinen kehittyminen on voimakasta. Murrosiän kasvupyrähdys on pojilla noin 14 vuoden iässä ja tytöillä se on jo muutamaa vuotta aiemmin noin 12 vuoden iässä. Poikien pituuskasvu päättyy noin 18 vuoden iässä ja tytöillä jo noin 16 vuoden iässä. Pojat ovat keskimäärin kasvun päättymisen aikaan noin 10–20 senttimetriä pidempiä kuin tytöt, tämä johtuu poikien tavallisesta murrosiän kasvusta ennen kasvupyrähdystä. Murrosiän eli puberteetin kasvu voidaan eritellä kolmeen vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on nimeltään hidas kasvuvaihe varhaisessa murrosiässä. Toinen vaihe on nimeltään kasvu pyrähdys, joka kestää noin kaksi vuotta. Kolmas vaihe on nimeltään kasvun hidastumisvaihe ja lopulta kasvun päättymisen. (Fagerholm – Rehunen 1993, 164; Harju – Rehunen 1981, 185; Mero – Nummela – Keskinen – Häkkinen 2004, 11,14; Mero – Vuorimaa – Häkkinen 1990, 30; Nienstedt – Hänninen – Arstila – Björkqvist 2006, 592.)

Perintötekijät määräävät lapsen kasvua, mutta myös ravitsemustekijöillä, terveellisellä ruokavaliolla sekä levolla katsotaan olevan vaikutusta lopulliseen pituuteen. Kasvun aikana myös kehon kokonaispaino lisääntyy, suurimmillaan kehon painon kasvu on noin puoli vuotta pituuskasvuhuipun jälkeen. Suomalaisilla pojilla luonnollisen voiman kasvu on suurimmillaan keskimäärin noin 15 vuoden iässä kun tytöillä se on muutamaa vuotta aiemmin noin 13 vuoden iässä, vaikka yksilölliset erot voivat olla hyvin suuria. (Fagerholm – Rehunen 1993, 164; Harju –

Rehunen 1981, 185; Mero ym. 2004, 11, 14, 24; Mero ym. 1990, 30; Nienstedt ym. 2006, 33, 420, 592.)

2.1 LUUSTO JA LIHAKSET

Ihmiskehossa luita on 208–212 kappaletta ja ne antavat elimistölle muodon. Luut nivELYVÄT toisiinsa erilaisten nivelten sekä muiden liitosten välityksellä. Luustoa kutsutaan elimistön tukirangoksi, johon lihakset kiinnittyvät. Luusto myös suojaa monia tärkeitä elimiä kuten aivoja ja sydäntä. Ihmisen luut ovat monenmuotoisia toimintojensa vuoksi. Pitkien luiden kuten olka- ja reisiluun päitä sanotaan epifyyseiksi ja niiden varsiosaa diafyysiksi. Pitkien luiden molemmissa päissä on kasvukautena rustoiset kasvulevyt. Epifyysilevyt eli kasvulevyt vastaavat luiden pituuskasvusta. (Mero ym. 2004, 24; Nienstedt ym. 2006, 104 – 105.)

Nuoret kasvavat ja kehittyvät eri aikaan ja näin ollen yksilöiden ikä vaihtelee murrosiän kasvupyrähdyksen aikana, iän vaihtelu on geneettisesti määräytynyt. Suomalaisilla pojilla pituuskasvupyrähdyksen huippu on keskimäärin noin 14 vuoden iässä ja tytöillä keskimäärin noin 12 vuoden iässä. Pojilla pituus kasvu päättyy keskimäärin noin 18 vuoden iässä ja tytöillä noin 16 vuoden iässä. Pituuskasvupyrähdyksen murrosiässä aiheuttaa ensisijaisesti androgeenierityksen eli mieshormonien testosteronin lisääntyminen sekä kasvuhormoni. (Armstrong – Welsman 2000, 5; Mero ym. 2004, 12, 14, 24, 33, 592; Mero ym. 1990, 30, 40; Nienstedt ym. 2006, 421,436.)

Suomalaisten miesten suurempi kokonaispituus verrattuna naisiin, johtuu osittain pitemmästä kasvukaudesta sekä murrosiässä tapahtuvasta suuremmasta kasvupyrähdyksestä. Kasvu hidastuu kasvupyrähdyksen jälkeen merkittävästi ja päättyy noin 3–5 vuoden kuluttua kasvupyrähdyksen huipusta kasvurustojen luutuessa. Aikuisten pituus vaihtelu noudattaa ns. normaalijakaumaa, jossa nuoren suomalaisen naisen keskipituus on 165 cm ja suomalaisen miehen keskipituus on 178 cm. Keskipituuden keskipoikkeama on noin 3,6 %. (Mero ym. 2004, 24; Mero ym. 1990, 40.)

Ihmisen luusto kasvaa miehillä ja naisilla hieman eri tavoin ja miesten hartioiden ympärismitta on huomattavasti suurempi kuin naisten. Vaikka hartioiden kokoeroa miesten ja naisten välillä ei olisi, silti ylävartalon lihasvoima on miehillä yleensä suurempi kuin naisilla. Yleensä myös alaraajojen lihasvoima on miehillä suurempi kuin naisilla. Naisten lantion ympärismitta on suurin piirtein sama

kuin on hartioiden ympärystä. (Armstrong – Welsman 2000, 12; McArdle – Katch F. – Katch V. 1991, 422; Niensted ym. 2006, 593.)

Ihmiskehon pitkien luiden kasvun ja kehityksen edellytyksenä on suunnilleen painovoiman suuruuden paineen kohdistuminen luun epifyysiin pituusakselin suunnassa. Venyttävällä voimalla on myös luun kasvua stimuloiva ja kehittävä vaikutus. Liikunnalla ja urheilulla on myös luuta kasvattava vaikutus, koska suorituksissa syntyy luiden kasvua kiihdyttäviä voimia. Ihmiskehossa luita on 208–212 kappaletta, luiden kokonaispaino on 12–14% kehon painosta. Ihmiskehossa luiden tehtävä on toimia tuki- ja vipukoneistona, suojella sisäelimiä ja olla apuna voiman tuottamisessa. (Mero ym. 2004, 24 – 25.)

Lihakset saavat aikaan kehon liikkeitä ja lihasten avulla ihminen pystyy liikkumaan. Ihmisellä on luurankolihasia yli 660 ja lihaskudoksen osuus on aikuisella ihmisellä kehonpainosta noin 30–45 %. Lihasten supistuminen sekä supistumisvoima riippuvat toiminnassa olevien motoristen yksiköiden määrästä. Motorinen yksikkö saa nimensä, liikehermosolusta ja kaikista sen hermottamista lihassoluista eli tämä kokonaisuus on lihaksen motorinen yksikkö. Motoristen yksiköiden määrä vaihtelee ihmisen eri lihaksissa kymmenistä, jopa tuhansiin motorisiin yksiköihin. Heikon supistuksen aikana eli kevyessä voimantuotossa aktivoituvat vain pienet motoriset yksiköt, joissa vain muutamat, kymmenet lihassolut aktivoituvat kussakin motorisessa yksikössä. Voimakkaissa supistuksissa eli suuressa voimantuotossa aktivoituu suuri määrä niin pieniä kuin suuria motorisia yksiköitä. (Mero ym. 2004, 42, 51; Mero ym. 1990, 72; Nienstedt ym. 2006, 76, 79, 144.)

Lihakset ovat yleensä kiinni luissa ja luiden välillä on vähintään yksi nivel. Lihaksissa on lihaskudosta sekä sidekudosta, sitä lihaksen osaa, jossa lihassolut eli lihassyöt sijaitsevat kutsutaan lihasrungoksi. Lihasrungon molemmissa päissä on jänteinen osa, joka on joko jänne tai vain osa, jossa on vähäistä sidekudosta. Näiden välityksellä lihas kiinnittyy yleensä luuhun, rustoon tai muuhun ympäristöönsä. Lihasta ympäröi peitinkalvo, joka koostuu sidekudoksesta. Sidekudosta on myös hieman lihaksen sisällä, niin lihassyyn ympärillä kuin myös lihassykimppujen ympärillä. Hermot sekä verisuonisto sijaitsevat juuri näissä sidekudoksissa. Sidekudoksen tehtävänä on myös estää lihaksen repeytymistä kun lihas venyy voimakkaasti. Yleensä lihakset kulkevat yhden nivelen ohi luusta toiseen, mutta jotkut lihakset kulkevat myös kahdenkin nivelen ohi. (Abernethy – Kippers – Mackinnon – Neal – Hanrahan 1997, 49 – 50; Nienstedt ym. 2006, 76, 104, 143 – 144.)

Ihmisen lihassolujen lukumäärä ei lisäännä enää syntymän jälkeen, mutta lihassolujen massa ja koko suurenevät (hypertrofia) sekä toiminnallisen sytoplasman että ei-supistuvan kudoksen osalta. Sytoplasmaksi eli solulimaksi sanotaan kaikkea solun sisäistä ainetta, lukuun ottamatta tumaa.

Nuoren ihmisen kehittymisen aikana lihasten koon kasvu vaihtelee käytön mukaan. Murrosiässä erityisesti pojilla lihasmassan lisääntyminen on voimakasta. Lihasvoimaa, nopeutta sekä kestävyyttä vaativissa lajeissa tehokas fyysinen harjoittelu tulisi aloittaa jo murrosiässä, pojilla 13–15-vuotiaana ja tytöillä 12–14-vuotiaana. (Mero ym. 2004, 22; Mero ym. 1990, 39, 45; Nienstedt ym. 2006, 32.)

Ihmisen lihakset ovat erilaisia ja niitä on kolmea lajia, sileälihas, sydänlihas ja poikkijuovainen lihas. Sileä lihaskudos koostuu sukkulamaisista lihassoluista ja yleensä ne muodostavat lihaskerroksia putkimaisten elinten seinämiin, kuten esimerkiksi verisuonten seinämiin. Sileät lihakset eivät ole koskaan kiinni luissa, sileät lihakset ovat tahdosta riippumattomia. Sydänlihaskudosta on ainoastaan sydämessä, josta sydänlihas koostuu. Sydänlihaskudoksen soluilla on sekä sileän lihassolun että poikkijuovaisen lihassolun ominaisuuksia. Sydänlihas on tahdosta riippumaton. (Asmussen – Montag – Ahonen – Heinonen – Pehkonen – Erämetsä – Lahtinen-Suopanki – Vestervik – Leppänen – Mäkelä 2001, 97; Nienstedt ym. 2006, 76, 82 – 84.)

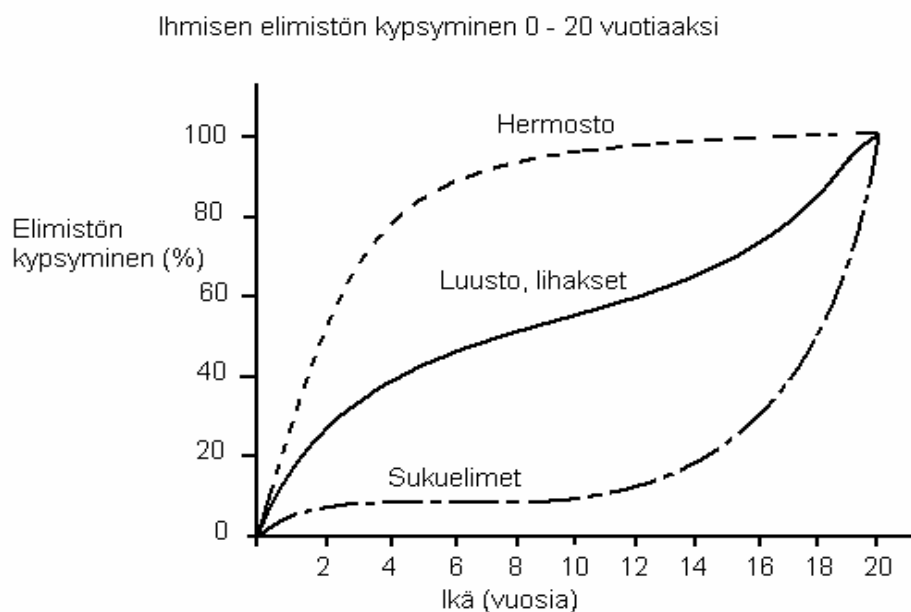
Poikkijuovaiset lihakset eli luustolihakset ovat lihaksia, joilla ihminen pystyy liikkumaan. Nämä lihakset ovat periaatteessa tahdonalaisia eli ihminen pystyy vaikuttamaan lihaksen supistumiseen ja toimintaan. Poikkijuovaiset lihakset ovat lihassolukoostumukseltaan vaihtelevia. Poikkijuovaiset lihakset ovat supistumisominaisuuksiltaan, joko hitaita tai nopeita. (Nienstedt ym. 2006, 76.)

Ihmisen lihakset jaetaan pääsolutyypeittäin hitaisiin ja nopeisiin lihassoluihin: hitaasti supistuva lihassolu tyyppi 1 ja nopeasti supistuva lihassolu tyyppi 2. Tämä lihassolutyypeittäin jakautuminen on voimakkaasti periytyvää. Nopeat lihassolutyypit erotellaan kolmeen alaryhmään (A, B ja C), ja nämä lihassolutyypit ovat supistumisominaisuuksiltaan nopeita, mutta aineenvaihdunnallisesti näiden lihassolutyypien välillä on eroavaisuutta. A-tyypin lihassolu omaa korkean aerobisen toimintakyvyn. Hitaat lihassolut eli lihassyyt tuottavat energiansa aerobisesti eli polttamalla ravintoaineita hapen avulla. B-tyypin lihassolulla on korkea anaerobinen glykolyttinen kapasiteetti eli ne ovat nopeita, mutta nopeasti väsyviä lihaksia. B-tyypin lihassolu tuottaa energiaa anaerobisen glykolyysin avulla. C-tyypin lihassolu lapsilla katsotaan olevan kehityksen välimuoto, joka kuormitusärsykkeiden mm. leikkien, pelien ja harjoittelun intensiteetin vaikutuksesta muuttuu ensimmäisten elinvuosien aikana, joko nopea- tai hidastyypiseksi lihassoluksi. Tämä arvio on keskeinen ajatellessa lapsen leikkejä sekä tulevaisuutta, painottaako leikeissä enemmän nopeutta vai kestävyttä. Lihassolujen määrää ei pystytä lisäämään enää syntymän jälkeen, mutta niiden kokoa pystytään suurentamaan voimaharjoittelulla. Lihassolujen kokoa suurentamalla eli lihasmassaa lisäämällä voimaharjoittelun avulla, vastuksena yleensä käytetään 60–85 % maksimivoima määrästä. Uupumukseen asti suoritettavia toistoja tehdään 8–12 / sarja ja lyhyellä palautuksella sarjojen välillä. Sarjoja tehdään yleensä 3–5 sarjaa / harjoitus. Tämä harjoitusmuoto

lisää lihasmassaa ja samalla kehittää myös maksimivoimaa. (Asmussen ym. 2001, 113 – 114; Blimkie – Bar-Or 2006, 114 – 115; Borg – Fogelholm – Hiilloskorpi 2004, 23; Creamer – Häkkinen 2002, 48; Mero ym. 2004, 23, 261 – 262; Mero ym. 1990, 39 – 40; Nienstedt ym. 2006, 76, 86,144.)

2.2 HERMOSTON KEHITTYMINEN

Hermosolut muodostuvat ihmiselle jo sikiön ollessa kuuden kuukauden ikäinen, eikä sen jälkeen uusia hermosoluja synny. Hermosolujen muodostumisen jälkeen hermoston kasvu riippuu hermosolujen koon lisääntymisestä, myelinisoitumisesta ja hermosolujen ympärillä olevien tukikudossolujen kasvusta. Hermosolu voi muodostumisensa jälkeen lisätä kokonaismassaansa jopa 200 000 – kertaiseksi. 5. ja 6. vuoden iässä hermosto on kehittynyt noin 80–90 %:iin aikuisen hermoston koosta. 12. ikävuoden jälkeen hermoston kehittyminen on huomattavasti hitaampaa suhteessa elimistön muuhun kehittymiseen. Koordinatiivisten edellytysten ja taitavuuden harjoittaminen on ihmisellä mahdollista jo heti syntymän jälkeen varhaisen hermoston kypsymisen ansiosta. Taitoharjoittelua pitäisikin painottaa kaikessa tekemisessä niin normaalielämässä kuin liikunnassa ensimmäisten 10 ikävuoden aikana. (Mero ym. 2004, 21 – 22.)



Kuvio 1. Ihmisen elimistön kypsyminen 0 – 20-vuotiaaksi (mukaeltu Mero ym. 2004, 22).

Hermosto käsittää kaksi suurta kokonaisuutta, johon kuuluvat keskushermosto sekä ääreishermosto. Keskushermostoon kuuluu aivojen lisäksi selkäydin, ääreishermostoon kuuluvat selkäydinhermot sekä autonomisen hermoston hermot. Kehon ääreisosiin sekä sisäelimiin menee käskyjä keskushermostosta, joko motorisia hermoja eli liikehermoja tai autonomisia hermoja pitkin.

Ääreishermoston reseptoreista viestit välittyvät keskushermostoon tuntohermoja eli sensorisia hermoja pitkin. Elimistön tasapainoa ylläpitävä autonominen hermosto jakautuu sympaattiseen sekä parasympaattiseen osaan. Sympaattinen hermosto kiihdyttää ihmisen elintoimintoja mm. sydämen sykettä. Parasympaattinen hermosto on sympaattisen vastakohta, joten se hidastaa elintoimintoja ja sydämen sykettä. (Mero ym. 2004, 37, 39.)

Ihmisen motorisiin toimintoihin liittyvät keskushermoston sekä pyramidi- että ekstrapyramidijärjestelmät. Pyramidi rataa pitkin kulkevat hienokoordinaatiota vaativien liikkeiden käskyt ja säätelyt. Ekstrapyramidijärjestelmä huolehtii karkeamotoristen sekä isojen lihasryhmien toiminnoista. Sensorisilla reseptoreilla tarkoitetaan tuntereseptoreita, joita on niin lihaksissa kuin jänteissä. Tuntereseptorit ovat herkkiä voimalle, venytykselle sekä paineelle. Näitä ns. pääte-elimä kutsutaankin proprioseptoreiksi, jotka osallistuvat liikkeiden ja liikkumisen säätelyyn ja ne välittävät tietoja kehon sekä jäsenten asennoista. (Mero ym. 2004, 39, 41; Nienstedt ym. 2006, 486.)

Ihmisen lihasten lihas-spindellit aistivat lihassolujen sensorista tietoa, jos lihassolun pituus esimerkiksi muuttuu. Sensoriset tiedot ja muutokset välittyvät 1a-afferenttien välityksellä eteenpäin. Jänteiden ja lihasten liittymäkohdissa sijaitsevat Golgin jänne-elimet aistivat lihasvoiman muutoksia. Niiden päätehtävänä on suojella lihasta sekä sen sidekudoksia äkillisten sekä ylisuurien kuormitusten aiheuttamilta vammoilta. Lihasten suojele tapahtuu refleksi-inhibiitiolla eli äkillisesti tai ylisuuresti kuormitetun lihaksen aktiivointia vähennetään liikehermon kautta. Ihmisen ihossa, vatsassa sekä lihaksissa lähellä Golgin jänne-elimä sijaitsevat Pacinianin elimet ovat tuntereseptoreita, jotka aistivat liikkeen sekä paineen muutoksia. Pacinianin elimet osallistuvat myös proprioseptoreiden toimintaa. Ihmisen sisäkorvassa on asento- ja liikereseptoreita, jotka ovat myös proprioseptoreita, vaikka yleensä puhuttaessa niistä käytetään nimitystä tasapainoreseptorit. Ihminen säätölee tasapainoaan näiden reseptoreiden sekä näköaistin, jalkapohjien- ja pakaroidenlihasten ja -ihon reseptoreiden avulla. (Mero ym. 2004, 41; Nienstedt ym. 2006, 486.)

2.3 HENGITYS- JA VERENKIERTOELIMISTÖ

Ihmisen hengityselimistöksi kutsutaan keuhkojen, hengityslihasten sekä hengitysteiden muodostamaa yhtenäistä kokonaisuutta. Hengityselimistö huolehtii keuhkotuuletuksesta sekä hengitys kaasujen vaihdosta keuhkojen ja veren välillä. Vastasyntyneellä lapsella hengityselinten koko on pieni, mutta yleensä normaalisti kehittynyt niin, että kaasujenvaihto on mahdollista ensihengityksestä lähtien. Keuhkojen koko ja tilavuus kasvavat ensimmäisen elinvuoden aikana

painoltaan kolminkertaiseksi ja tilavuudeltaan kuusinkertaiseksi. Hengityselinten kasvu jatkuu murrosiän loppuun asti, palleataso laskee ja hengityselinten koko kasvaa suhteessa muun vartalon kasvuun nähden. (Mero ym. 2004, 25, 73; Mero ym. 1990,41.)

Ihmisen ollessa lepotilassa, hän hengittää keskimäärin kuusi litraa ilmaa minuutissa, joten kertahengityksen hengitystilavuus on noin 500 ml. Hengitystilavuus nousee kuormituksessa helposti yli 2 l/min. Keuhkotuuletuksen suuruus on yksilöllistä ja se riippuu mm. ihmisen koosta. Maksimaalisessa kuormituksessa keuhkotuuletus voi nousta isokokoisilla huippu-urheilijoilla, jopa yli 200 l/min ja pienempikokoisilla, yli 100 l/min. (Mero ym. 2004, 76 – 77.)

Verenkiertoelimistöksi kutsutaan sydämen sekä veren ja verisuonistojen muodostamaa kokonaisuutta. Verenkiertoelimistön tehtävä on kuljettaa sekä kierrättää verta sekä ravinteita sydämen sekä keuhkojen ja kudosten välillä. Valtimoiksi kutsutaan sydäimestä pois verta vieviä verisuonia ja laskimoiksi niitä verisuonia, jotka tuovat verta sydämeen päin. Valtimot haarautuvat yhä pienemmiksi ja lukuisammiksi haaroiksi sydäimestä etäännyttäessä. Näitä pieniä haaroja ja niiden muodostamaa kokonaisverkostoa kutsutaan hiussuoniksi sekä hiussuonistoksi. (Mero ym. 2004, 73, 80, 84; Nienstedt ym. 2006, 184 – 185.)

Sydämen koko kasvaa syntymän jälkeen kuormituksen vaikutuksesta. Vastasyntyneellä sydämen lyöntitiheys on suuri, muuta se pienenee hitaasti murrosikään kasvettaen. Ihmisen leposyke on yksilöllinen, mutta yleensä se on noin 60–80 lyöntiä minuutissa, hyväkuntoisilla urheilijoilla se voi olla matalampi. Murrosikäisten poikien ja tyttöjen sydämen lyöntitiheydessä on eroja ja keskimäärin pojilla sydämen lyöntitiheys on 10 % tyttöjen lyöntitiheyttä alhaisempi. Verenpaineella tarkoitetaan yleensä suurten valtimoiden painetta. Systolinen verenpaine (systolinen on sydämen supistumisvaihe) kasvaa pojilla nuoruusiässä tyttöjen arvoja hieman suuremmaksi kuin taas diastolisen verenpaineen (diastolinen on sydämen veltostumisvaihe) välillä ei nuoruusiässä ole sukupuolieroja. (Eriksson – Mellstrand – Peterson – Renström – Svedmyr 1987, 120 – 121; Mero ym. 2004, 26, 84; Mero ym. 1990, 41; Nienstedt ym. 2006, 184 – 185, 194 – 195, 213, 215.)

Murrosiässä tapahtuu myös muita verenkiertoelimistön fysiologisia muutoksia, punasolujen määrä on pojilla murrosiässä korkeampi kuin tytöillä. Hemoglobiinin määrä on lapsuudessa 129 g/l verta kun murrosiässä 11–15-vuotiailla määrä on 134 g/l verta niin pojilla kuin tytöillä. Murrosiän keskivaiheen kehitykseen liittyen hemoglobiinin määrä nousee pojilla vielä lähelle aikuisen miehen arvoja noin 160 ± 20 g/l verta ja tytöillä lähelle aikuisen naisen arvoja noin 140 ± 20 g/l verta. Hemoglobiinitason muutos johtuu pojilla murrosiässä suhteessa lihasmassan kasvuun sekä 17-ketosteroidihormonin eritykseen, jonka testosteroni aiheuttaa. Tytöillä hemoglobiinitasoon vaikuttaa myös murrosiässä alkavat kuukautiset. (Mero ym. 2004, 26; Mero ym. 1990, 42.)

Veren kokonaismäärä lisääntyy lapsen kasvaessa ja kehittyessä sukupuolesta riippumatta. 10-vuotiailla pojilla veren tilavuus on noin kaksi litraa ja 16-vuotiailla pojilla veren tilavuus on noin neljä litraa. Painokiloa kohden veren tilavuuden nousua ei juuri ole, mutta suhteutettuna kehon pinta-alaan lisääntymistä on. Kestävyysharjoittelu lisää veren sekä hemoglobiinin kokonaismäärää lapsilla ja samalla maksimaalinen hapenottokyky nousee. Nuoruusvuosina maksimaalinen syke ei muutu kovinkaan paljoa eli sydämen työmäärän (syke x iskutilavuus) nousu johtuu iskutilavuuden lisääntymisestä. Maksimaalinen hapenottokyky kuvaa hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakykyä maksimaalisella teholla liikuttaessa. Maksimaalinen hapenottokyky kasvaa tasaisesti lapsuudessa, jolloin pojilla on hieman tyttöjä suuremmat maksimaalisen hapenottokyvyn lukuarvot, mutta murrosiässä lukuarvojen erot ovat jo huomattavasti suuremmat. (Mero ym. 2004, 26.)

2.4 HORMONITOIMINTA JA KASVUUN VAIKUTTAVAT HORMONIT

Hormonit ovat orgaanisia yhdisteitä ja elimistön kemiallisia tiedonvälittäjiä. Hormonien tuottamiseen erikoistuneet solut erittävät hormoneita verenkiertoon, jonka avulla ne kulkeutuvat elimistöön ja vaikuttavat vain tiettyihin soluihin, kohdesoluihin. Hormonitoiminta ja hormonaalinen kypsyminen ovat tärkeitä asioita ihmiselle ja varsinkin lapselle. Hormonit sekä hypothalamus, aivolisäke ja kasvulevyakseli säätelevät kokonaisuudessaan lapsen ja nuoren kasvua. Tärkeimpiä hormoneita kasvuvaiheessa ovat kasvuhormoni eli somatotropiini sekä mieshormonit eli androgeenit, testosteroni ja naishormonit eli estrogeenit. Mieshormonit ja varsinkin testosteroni saavat aikaan poikien kasvupyrähdyksen murrosiässä. Naishormonit sekä androgeenit saavat aikaan tyttöjen kasvupyrähdyksen murrosiässä. (Mero ym. 2004, 27; Mero ym. 1990, 42; Nienstedt ym. 2006, 421, 436, 445.)

Hormonit poikkeavat kemialliselta rakenteeltaan toisistaan ja ne ovat joko vesi- tai rasvaliukoisia. Vesiliukoiset hormonit ovat joko aminohappojohdannaisia, aminohapoista koostuvia peptidiketjuja tai proteiineja. Rasvaliukoiset hormonit ovat yleensä steroideja, (steroidi, muodostunut kolesterolista ja omaa nelirenkaisen hiiliketjullisen rakenteen). Hormoneja erittäviä soluja kutsutaan umpirauhasiksi eli endokriinisiksi rauhasiksi. Kasvuun vaikuttavia tärkeimpiä hormoneja erittäviä umpirauhasia ovat aivolisäke, hypothalamus, kilpirauhanen, lisämunuainen, kasvulevyakseli, kivekset sekä naisilla munasarjat. (Mero ym. 2004, 27, 127; Mero ym. 1990, 42; Nienstedt ym. 2006, 368 – 369, 605.)

Aivolisäke tuottaa ja vapauttaa kasvuhormonia eli somatotropiinia, joka säätelee lapsen kasvua ja kehittymistä. Aivolisäkkeen kortikotropiini lisää lisämunuaisten hormoni tuotantoa sekä hormonien vapautumista. Aivolisäkkeen gonadotropiini lisää miehillä testosteronin tuotantoa kiveksissä ja naisilla estrogeenin ja progesteronin tuotantoa munasarjoissa. Hypotalamus toiminnallaan säätelee kasvuhormonin tuotantoa ja erittää tyreotropiinia, joka säätelee ja kiihottaa kilpirauhasen hormonituotantoa. Kilpirauhanen tuottaa tyroksiinia eli tetrajodityroniinia T4 ja trijodityroksiinia T3, nuorilla ne säätelevät kasvun kehitystä ja aikuisilla ne vaikuttavat solujen aineenvaihdunnan määrään. Lisämunuaiset, tuottavat myös kasvuhormonia, joka vaikuttaa mm. myös rustojen sekä kollageenin kasvamiseen. Kivekset tuottavat Testosteronia, joka vaikuttaa lihasten kasvuun anabolisesti, lihaksia kasvattava vaikutus sekä siittiöiden muodostumiseen kiveksissä. Munasarjat tuottavat estrogeeneja eli naishormoneja, jotka vaikuttavat sukupuolielinten kehitykseen. (Mero ym. 2004, 129 – 130; Nienstedt ym. 2006, 366, 368 – 369, 374 – 376, 414 – 415, 418, 420, 436 – 437, 444 – 445.)

Kasvuhormoni eli somatotropiini on yksi tärkeimmistä hormoneista kasvun säätelyssä, kasvuhormoni osallistuu myös moniin aineen vaihdunnallisiin tapahtumiin. Kasvuhormonia erittyy aivolisäkkeen etulohkosta. Kasvuhormoni vaikuttaa myös maksaan, joka varastoi somatomeidiineja. Somatomeidiinit toimivat toisiolähetteinä, ne vaikuttavat rustojen ja kollageenin kasvuun. Kollageeniksi kutsutaan soluväliainetta ns. liimasyitä eli kollageenisyytä, ne ovat muodostuneet ohuista liimasäikeistä, niitä löytyy kaikenlaisista tukikudoksista. Somatomeidiinit kiihdyttävät solujen jakautumista luiden kasvulevyssä ja näin nopeuttavat pituuskasvua. Murrosiässä kasvuhormonipitoisuudet hieman nousevat, mutta nuorella aikuisella ja lapsella on veressä suurin piirtein sama määrä kasvuhormonia. Kasvuhormonin lisäksi myös kilpirauhashormonilla (tyroksiini) on tärkeä vaikutus ihmisen kasvuun ja aineen vaihduntaan. Tyroksiini nopeuttaa ihmisen perusaineenvaihduntaa. Kasvuhormonin vaikutukset kohdistuvat erityisesti raajojen kasvuun. Kasvuhormonin fysiologiset vaikutukset kokonaisuutena: anabolinen eli rakentava vaikutus niin lihaksiin kuin luihin, vaikuttaa valkuaisaine tuotantoon ja elektrolyytteihin, kuten kalium, kalsium ja natrium, vaikutukset luuston ja ruston kasvuun sekä kiihdyttävä vaikutus hiilihydraatti- ja rasva-aineenvaihduntaan. (Armstrong – Welsman 2000, 5; Mero ym. 2004, 27 – 28; Nienstedt ym. 2006, 58, 414 – 415, 418 – 420.)

Sukupuolihormoneja ovat niin mieshormonit eli androgeenit sekä naishormonit eli estrogeenit. Androgeeneillä on voimakas kasvuvaikutus ja ne vaikuttavat mm. selkärankaan, naishormoneilla ei ole niin voimakasta kasvuvaikutusta kuin mieshormoneilla. Murrosiän kasvupyrähdys johtuukin suurelta osin mieshormonien lisääntyneestä erityksestä. Sukupuolihormonit eroavat kasvuhormonista eli somatotropiinista siinä, että ne nopeuttavat kasvulevyjen luutumista sekä

lopulta pysäyttävät luiden kasvun umpeuttamalla luiden episyfyysilevyt murrosiän lopussa kasvun päättyessä. (Mero ym. 2004, 28; Nienstedt ym. 2006, 421, 436.)

Tärkein mieshormoni on testosteroni, jota valmistuu kiveksissä sekä lisämunuaisten kuorikerroksissa. Pojilla noin 95 % veren testosteroni pitoisuuksista on peräisin kiveksistä ja loput lisämunuaisesta. Naisilla testosteronia valmistuu jonkin verran munasarjoissa. Aivolisäke erittää follikkelia stimuloivaa hormonia eli follitropiinia – FSH sekä lutenisoivaa hormonia eli lutropiinia – LH, jotka käynnistävät murrosiässä testosteronin sekä estrogeenin tuotannon. Follikkelilla tarkoitetaan rakkulaa, joka sisältää hyytelömäistä eritettä. Follikkelit ovat hyvin pieniä, niiden läpimitta on noin 0,02–1 mm. Syntymähetkellä testosteronin tuotanto on hyvin vähäistä, mutta suurenee muutaman ensimmäisen elinkuukauden aikana niin, että kolmen kuukauden ikäisen pojan veren plasmassa on suurin piirtein puolet aikuisenmiehen veren plasman testosteronipitoisuudesta. Tämän jälkeen pitoisuus laskee ja pysyttelee alhaisena noin 0,2 nmol/l aina murrosikään asti. Murrosiässä ja sen alkupuolella veren testosteroni pitoisuus nousee vähitellen aikuisenmiehen tasolle, joka on noin 14–38 nmol/l. Pojat saavuttavat miehen testosteroni alueen alaraja pitoisuuden noin 14 vuoden iässä. Murrosikäisillä tytöillä sekä aikuisilla naisilla testosteroni arvot ovat noin 1–6 nmol/l veren plasmassa. Testosteroni tason hetkittäiset vaihtelut johtuvat testosteronin erityksestä, joka on ihmisellä lievästi sysäyksellistä. Se vaikuttaa kohdesolussa joko suoraan tai välittäjäaineen avulla. Testosteroni vaikuttaa lihaksistoon ja luustoon erittäin anabolisesti eli kasvattamalla voimakkaasti. Vaikutuksia on myös sukupuolielimien kasvuun, siitin, eturauhanen, siemenrakkulat sekä kivespussi. Se lisää karvoitusta sekä kiihdyttää punasolujen lisääntymistä erytropoietiinin välityksellä, jolloin myös hapenotto kapasiteetti kasvaa. Erytropoietiini on hormoni, joka säätelee punasolujen uudismuodostusta, sitä syntyy pääasiassa maksassa. (Mero ym. 2004, 28; Nienstedt ym. 2006, 169, 414, 421, 436 – 437.)

Estrogeenejä kutsutaan naishormoneiksi, joista tärkein estradioli. Gestageenejä kutsutaan keltarauhashormoneiksi, joista tärkein on progesteroni. Nainen tuottaa näitä molempia hormoneja munasarjoissa ja istukassa. Naishormonien erityks on suhteellisen tasaista samalla tavoin kuin miehillä mieshormonien erityks, mutta naisilla naishormonin erityks vaihtelee hieman kuukausirytmien mukaan. Ensimmäisen kerran naisen munasarjat erittävät vasta murrosiässä mainittavan määrän hormoneja, jolloin kuukautiset alkavat. Estrogeenit, estradioli ja progesteroni, kontrolloivat myös naisen kuukautiskiertoa. Murrosiässä varsinkin estrogeenien erityks lisääntyy voimakkaasti, jonka seurauksena naisen sukupuolielimet kehittyvät. Tyttöjen murrosiän kasvupyrähdys johtuukin pääosin estrogeenien ja androgeenien voimakkaasta lisääntymisestä murrosiässä. (Mero ym. 2004, 29, 130; Nienstedt ym. 2006, 444 – 445, 592.)

3 ALPPIHIIHDON PUJOTTELUN LAJIVAATIMUKSET

3.1 PUJOTTELURATA SEKÄ SEN VAATIMUKSET URHEILIJALTA

Pujottelu on alppihiihdon lajeista nopeatempoisin. Miesten pujotteluradan korkeusero on arvokisoissa 180–220 m ja naisilla 140–200 m. Radalla on miehillä 55–75 keppiä ja naisilla 45–65

keppiä. Rata merkataan vuorotellen punaisin ja sinisin kepein. Kilpailulasku kestää 50 s – 1 min, joten suoritus on kestoltaan nopeuskestävyyispainotteinen. Pujottelussa lasketaan kaksi kierrosta radalla, joka sisältää nopeita lyhytsäteisiä käännöksiä. (Suomen Hiihtoliitto 2006.)

Alppihiihto vaatii urheilijalta monipuolisia ominaisuuksia, joiden kaikkien ollessa riittävän korkealla tasolla on mahdollista pärjätä lajissa. Fyysisistä ominaisuuksista alppihiihtäjältä vaaditaan korkeaa aerobista kapasiteettia, anaerobista kapasiteettia, voimaa, liikenopeutta, lajiin riittävää liikkuvuutta, ketteryyttä, tasapainoa sekä tärkeimpänä hyvää henkistä valmistautumista. Pujottelun tekniset vaatimukset ovat laskuasennon ylläpitäminen, käännöksen ajoitus, kääntäminen, kanttaaminen, suksen kuormittaminen, nopeiden leikkaavien käännösten tekeminen tasapainoisesti sekä lähtötilanteen onnistuminen hyvin. Taktisina vaatimuksina alppihiihtäjän pitää osata laskea kummun yli tasapainossa ja ennakoivalla ajolinjalla, nähdä ja ajatella 2–3 porttia eteenpäin, osata laskea viistolla rinteellä toispuoleisia käännöksiä, muistaa radankatselun jälkeen rata ulkoa sekä osata laskea myös kuluneella radalla. (Suomen Hiihtoliitto 2006.)

3.2 FYYSISTEN OMINAISUUKSIEN MERKITYS ALPPIHIIHDOSSA

3.2.1 KESTÄVYYS

Kestävyys merkitys on suuri lajeissa, joissa suorituksen kesto ylittää kaksi minuuttia tai toistuu pidemmän ajan kuluessa useita lyhyitä ja tehokkaita työjaksoja. Kuitenkin kestävyys luonne muuttuu suorituksen keston lisääntyessä kahden minuutin suorituksesta usean tunnin suoritukseen asti. Alppihiihdossa kestävyys ominaisuudet ovat tärkeitä, koska lajin kilpailusuoritus kestää noin minuutin, joten suoritus on nopeuskestävyyispainotteinen. Kilpailusuoritusten välillä on lisäksi palauduttava nopeasti, jotta toisenkin laskun pystyy laskemaan mahdollisimman nopeasti. Kestävyys voidaan jakaa neljään eri osa-alueeseen suoritustehon mukaan, *aerobinen peruskestävyys*, *vauhtikestävyys*, *maksimikestävyys* sekä *nopeuskestävyys*. Kestävyys suorituskyky perustuu lajista riippumatta maksimaaliseen aerobiseen energiantuottokykyyn, pitkäaikaiseen aerobiseen kestävyteen, suorituksen taloudellisuuteen sekä hermo-lihasjärjestelmän voimantuottokykyyn. Alppihiihtäjillä on oltava korkea aerobinen peruskestävyys, joka mahdollistaa kovenevan harjoittelun kesällä ja syksyllä sekä sen lisäksi kovan kilpailurytmin talvella. Alppihiihtäjät tarvitsevat myös vauhtikestävyys harjoittelua, koska se kehittää suorituksen taloudellisuutta. Maksimikestävyys ei ole alppihiihtäjälle kilpailusuorituksen

kannalta tärkein ominaisuus, mutta se täytyy kuitenkin huomioida monipuolisessa harjoittelussa, koska se kehittää maksimaalista hapenottokykyä. Nopeuskestävyyttä alppihiihtäjät tarvitsevat, koska lajin kilpailusuoritus on nopeuskestävyyispainotteinen. (Mero ym. 2004, 333 – 335.)

Peruskestävyys

Useimmissa lajeissa lajinomainen kestävyys tarvitsee kehittyäkseen perustan, joka on aerobinen peruskestävyys. Mitä paremmaksi aerobinen peruskestävyys on kehittynyt, sitä enemmän harjoittelun painopistettä voidaan siirtää tehoharjoittelun puolelle. Peruskestävyys harjoittelu kehittää suorituksen taloudellisuutta alle aerobisen kynnyksen nopeuksilla liikuttaessa. Peruskestävyys harjoittelussa, jopa puolet energiasta tuotetaan rasvoista ja loput hiilihydraateista. (Mero ym. 2004, 333.)

Aerobista peruskestävyyttä voidaan kehittää parhaiten kevyillä pitkäkestoisilla harjoituksilla. Koska peruskestävyys harjoittelussa tavoitteena on aerobisten ominaisuuksien ja rasvojen käytön parantaminen, harjoitustehon täytyy olla niin matala, että veren laktaattipitoisuudet eivät kasva lainkaan lepotasosta, joka on alle 2 mmol/l ja syke on alle aerobisen kynnystason. Harjoituksen keston pitäisi olla nuorilla vähintään 30–60 minuuttia, mutta harjoitusvuosien lisääntyessä kesto voi olla jopa useita tunteja. Peruskestävyys harjoittelussa pitää käyttää muitakin kuin omaa lajia, jotta harjoittelu kehittää elimistöä monipuolisesti. (Mero ym. 2004, 336.)

Vauhtikestävyys

Vauhtikestävyys harjoittelu vaikuttaa lähes samoihin fysiologisiin tekijöihin kuin peruskestävyys harjoittelukin. Vauhtikestävyys harjoittelussa jopa 30 % energiasta tuotetaan rasvoista ja loput 70 % hiilihydraateista. Vauhtikestävyys harjoittelu kehittää suorituksen taloudellisuutta liikuttaessa aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välissä olevilla nopeuksilla. Vauhtikestävyys harjoittelu voidaan suorittaa kahdella eri tavalla, joko yhtäjaksoisena 20–60 minuutin suorituksena tai 5–20 minuutin intervalliharjoituksena. Yhtäjaksoista 20–60 minuutin suoritusta käytetään vauhtikestävyys alueen alapäähän suunnattuna harjoituksena. Jolloin syke on hieman yli aerobisen kynnyssykeeseen ja veren laktaatti pitoisuus on noin 2–4 mmol/l. Intervalliharjoitusta käytetään kun liikutaan vauhtikestävyys alueen yläpäässä. Jolloin syke on hieman alle anaerobisen kynnyksen ja laktaattipitoisuus 3–5 mmol/l. (Mero ym. 2004, 338 – 339.)

Maksimikestävyys

Maksimikestävyysharjoittelun pääasiallinen tarkoitus on kehittää hengitys- ja verenkiertoelimistön kapasiteettia ja maksimaalista hapenottokykyä. Lihastasolla maksimikestävyysharjoitukset vaikuttavat sekä aerobisiin että anaerobisiin ominaisuuksiin. Jotta harjoitus vaikuttaisi mahdollisimman tehokkaasti hengitys- ja verenkiertoelimistöön, tulisi harjoituksessa käyttää mahdollisimman paljon lihaksia, kuten hiihdossa. Maksimikestävyys harjoitus suoritetaan usein intervalliharjoituksena, jolloin vetojen pituudet ovat 3–10 minuuttia ja palautukset 1–5 minuuttia. Vetojen määrä on 4–6 kappaletta. Maksimikestävyysharjoituksissa syke on yli anaerobisen kynnyksen ja laktaattipitoisuus 5–10 mmol/l. (Mero ym. 2004, 340 – 341.)

Nopeuskestävyys

Nopeuskestävyys on kestävyiden alalaji, jonka merkitys on suurimmillaan lajeissa, joiden suorituksen kesto on 10–90 sekuntia. Energiantuotannollisesti nopeuskestävyys perustuu pääasiassa anaerobiseen energian tuottoon. Nopeuskestävyys ei ole samanlainen perusominaisuus kuten voima ja kestävyys, vaan nopeuskestävyys rakentuu voiman, nopeuden, kestävyiden ja lajitekniikan varaan. Sen vuoksi nopeuskestävyyttä ei voi pitää irrallisena ominaisuutena, vaan nopeuskestävyys harjoittelussa pitää huomioida aikaisempi harjoitustausta sekä nopeuskestävyydelle tärkeiden muiden ominaisuuksien taso. Parantunut lajinopeus tai kehittyneet lajin voimaominaisuudet antavat mahdollisuuden nopeuskestävyyden kehittymiselle. Toisaalta lajinomaisen kestävyiden kehittyminen antaa mahdollisuuksia kehittää nopeuskestävyyttä. Ongelman harjoittelun ohjelmointiin asettaa se, että näitä ominaisuuksia ei voi kehittää yhtä aikaa, vaan nopeuden kehittyessä kestävyys yleensä heikkenee ja päinvastoin. (Keskinen ym. 2004, 54; Mero ym. 2004, 315.)

Nopeuskestävyyttä on harjoiteltava lajinomaisesti, jolloin harjoitusvaikutukset kohdistuvat lajissa käytettäviin lihaksiin. Harjoittelun intensiteettiä, vetojen pituutta ja palautumisaikoja muuttamalla voidaan harjoitusvaikutus kohdistaa joko anaerobiseen kapasiteettiin tai tehoon. Nopeuskestävyys harjoittelu voidaan jakaa viiteen eri harjoitustyyppiin harjoituksen pituuden ja intensiteetin mukaan, määrääntervallit, tehointervallit, submaksimaalinen maitohapollinen nopeuskestävyys, maksimaalinen maitohapollinen nopeuskestävyys ja maitohapoton nopeuskestävyys. Vetojen pituudet ovat harjoituksesta riippuen 10–120 sekuntia ja tehoalue on 50–100 % maksimi tehosta. (Mero ym. 2004, 316 – 324.)

3.2.2 VOIMA

Lihassoiman merkitys kilpa- ja huippu-urheilussa on suuri. Lähes kaikissa lajeissa soiman lisääminen on johtanut tulostason kehittymiseen, mukaan lukien kestävyyslajit, joissa nopeusvoiman merkitys on kasvanut. Valmennuksessa vaikeaa on hankkia voimaa siten, että siitä saadaan suurin hyöty urheilulajin suorituksessa. Lasten ja nuorten voimaharjoittelussa tulisi valita sellaiset voimaharjoitteet, joilla pyritään lisäämään lajikohtaista voimaa sekä yleisvoimaa ja lajissa vaadittavien tukilihasten voimaominaisuuksia. (Mero ym. 2004, 251; Miettinen 1999, 205.)

Alppihiihtäjillä pitää olla korkeat voimaominaisuudet, koska kilpailusuorituksen aikana on kyettävä pitämään yllä oikea laskuasento. Tasapainoisia käännöksiä pitää myös jaksaa tehdä kilpailulaskun ajan sekä niiden pitää tapahtua erittäin nopeasti. Voima voidaan jakaa kolmeen eri lajiin, *nopeusvoima, maksimivoima ja kestovoima*, jotka ovat tärkeitä ymmärtää harjoittelun suunnittelussa, jotta harjoitellaan oikeita asioita. Alppihiihtäjät tarvitsevat nopeusvoimaa siksi, että käännöksestä toiseen päästään mahdollisimman nopeasti. Maksimivoima ei ole kilpailusuorituksessa tärkeimpiä ominaisuuksia, mutta se täytyy huomioida harjoitteluohjelmassa, jotta muutkin voimaominaisuudet kehittyvät tehokkaasti. Kestovoima on tärkeä ominaisuus, koska kilpailusuorituksen aikana täytyy pystyä olemaan hallitussa matalassa laskuasennossa koko suorituksen ajan. Tutkimusten mukaan maailman parhaiden alppihiihtäjien polvikulmat ovat käännöksen ohjausvaiheessa sisäjalassa miehillä 50 astetta ja naisilla 57 astetta. (Berg – Eiken 1999; Kanala – Laakso – Tiihonen – Linden – Hannola 2007; Mero ym. 2004, 251.)

Nopeusvoima

Nopeusvoimalla tarkoitetaan hermolihasjärjestelmän kykyä tuottaa suurin mahdollinen voima lyhimmässä mahdollisimmassa ajassa tai suurimmalla mahdollisella nopeudella. Nopeusvoimassa voimaa voidaan tuottaa kertasuorituksella, joka kestää 0,1 sekunnista muutamaan sekuntiin tai toistuvina suorituksina esimerkiksi pikajuoksussa, jolloin nopeusvoimaa tuotetaan noin 10 sekuntia. (Mero ym. 2004, 251.)

Nopeusvoimaharjoittelussa on tarkoitus aktivoida nopeita lihassoluja sekä hermoston nopeita motorisia yksiköitä. Harjoituksissa urheilijan tekee aina maksimaalisen suorituksen, joka tarkoittaa sitä, että aina tavoitellaan 100 % suoritusta. Suorituksessa käytettävä kuormitus on yleensä 40–60 % omasta maksimivoimasta. Tarpeen mukaan voidaan käyttää myös suurempia kuormituksia, mutta jokainen suoritus pitäisi tehdä mahdollisimman nopeasti. Harjoituksien sarjojen kestot ovat 1–10 sekuntia, jotta maitohappoa ei pääsisi kertymään lihaksistoon ja samalla aiheuttamaan väsymystä, joka puolestaan estää seuraavien sarjojen tekemisen nopeasti. Sarjojen välillä

pidettävät palautukset kestävät 3–5 minuuttia, jonka aikana kerätään voimia uuteen maksimaaliseen suoritukseen. Harjoittelussa tulisi tehdä muutoksia suoritusajan, kuorman ja harjoitteiden suhteen, jotta saadaan säilymään hermolihasjärjestelmän vastaanottavuus sekä nopeusvoima kehittymään. Nopeusvoimaharjoittelu nuorilla kehittää nopeiden motoristen yksiköiden käyttöön ottoa sekä niiden toimintaa. Tämä mahdollistaa maksimaalisen suorituskyvyn myöhemmässä iässä. (Mero ym. 2004, 258, 274.)

Maksimivoima

Maksimivoimalla tarkoitetaan suurinta yksilöllistä voimatasoa, jonka lihas tai lihasryhmä tuottaa kertasupistuksessa ilman, että voimantuottoaika olisi rajoittava tekijä. Maksimaalisen voimatason tuottamiseen voi kulua aikaa 0,5–2,5 sekuntia, riippuen testattavasta henkilöstä. Maksimivoimaharjoittelu kehittää myös nopeita lihassoluja sekä hermoston nopeita motorisia yksiköitä. Maksimivoimaharjoittelu eroaa nopeusvoimaharjoittelusta suurimmin osin vain kuormitusvastuksen osalta. Tehokkaimman harjoitusärsykkeen aikaansaamiseksi käytetään 85–100 % kuormia harjoituksen vastuksena. Harjoitussarjojen määrät ovat 5–10, joihin sisältyy 1–3 toistoa/sarja. Palautumisaika sarjojen välillä on 2–5 minuuttia. (Asmussen ym. 2001, 114 – 117; Keskinen – Häkkinen – Kallinen 2004, 138; Mero ym. 2004, 260 – 262.)

Kestovoima

Kestovoima tarkoittaa lihaksen tai lihasryhmän kykyä ylläpitää tiettyä voimatasoa mahdollisimman kauan. Kestovoimasuoritusta rajoittaa pääasiassa lihaksiston kestävyysominaisuudet. Kestovoimaa tuotetaan pitkäkestoisesti, jopa useiden minuuttien ajan. Kestovoimaharjoittelussa aktivoidaan enemmänkin hitaita lihassoluja kuin nopeita. Harjoituksena on usein kuntopiiri, jossa vastuksena käytetään 0–30 % kuormaa omasta maksimivoimatasosta ja suoritustempo on rauhallinen. Harjoitteita voi olla 6–12 / kierros ja kierroksia tehdään 2–6 kappaletta. Kierroksen aikana tehdään eri liikkeitä peräjälkeen ilman taukoja. Toistomäärät ovat suuria noin 20–40 / liike. Kierrosten välissä palautus on 30–60 sekuntia. (Keskinen ym. 2004, 169; Mero ym. 2004, 265.)

3.2.3 NOPEUS

Nopeus määritellään kyvyksi tuottaa liikettä ja suorittaa toimintoja nopeasti hermo-lihasjärjestelmän avulla sekä toiminnaksi, joka tapahtuu lyhimmissä mahdollisissa ajassa. Nopeuteen kuuluvat hermo-lihasjärjestelmän nopea reagointi ärsykkeeseen, räjähtävävoimantuotto jaksottomissa

liikkeissä sekä äärimmäisen suuren liikenopeuden kehittäminen tai liikenopeuden säilyttäminen jaksollisissa liikkeissä. (Helin – Oikarinen – Rehunen 1982, 21; Keskinen ym. 2004, 164.)

Alppihiihdossa lajikohtaisten nopeusvoima ominaisuuksien merkitys on tärkeää jalkojen sekä vartalon lihaksissa, jotta alppihiihtäjä pystyy tekemään nopeita käännöksiä erilaisissa rinteissä sekä olosuhteissa. (Helin ym. 1982, 354.)

Nopeuden lajit voidaan määritellä kolmeen luokkaan, reaktionopeus, räjähtävänopeus sekä liikkumisnopeus. Reaktionopeudella tarkoitetaan kykyä reagoida erilaisiin ärsykkeisiin aistien sekä hermo-lihas järjestelmän avulla mahdollisimman nopeasti. Reaktionopeutta mitataan yleensä reaktioajalla, joka tarkoittaa aikaa ärsykkeestä siihen, kun toiminta alkaa. Reaktioaikaa voidaan myös mitata aistien avulla, toimintareaktiona reaktiotilanteessa, jolloin toimitaan näkö-, kuulo- tai tuntoaistin ärsykkeeseen perustuen. Reaktioaika jaetaan vielä esimotoriseen aikaan sekä motoriseen aikaan. Esimotorinen aika tarkoittaa aikaa, joka kuluu ärsykkeestä siihen, kun lihaksien aktiivisuus alkaa. Motorinen aika tarkoittaa kuluva aikaa, lihasten aktiivisuuden alusta, lihasten voimantuoton alkamiseen. (Keskinen ym. 2004, 164; Mero ym. 2004, 293 – 294.)

Räjähtävällä nopeudella tarkoitetaan yksittäistä, lyhytaikaista, kertasuorituksellista, mahdollisimman nopeaa liikettä tai liikesuoritusta. Räjähtävällä nopeudella tehty liikesuoritus on ratkaisevasti riippuvainen ihmisen nopeusvoimaominaisuuksista sekä taidosta että tekniikasta. Räjähtävään nopeuteen vaikuttavat myös lihasten maksimi- että nopeusvoima ominaisuudet sekä koordinaatio- ja rentoutumiskyky. Räjähtäviä liikesuorituksia ovat mm. hyppyjen ponnistukset, potkut, heitot sekä lyönnit. (Helin ym. 1982, 78; Keskinen ym. 2004, 165; Mero ym. 2004, 293 – 294.)

Koordinaatiolla on myös erittäin tärkeä merkitys räjähtävälle nopeudelle, koska mitä parempi suorituksen ja liikkeen koordinaatio on, sitä tehokkaammin ja paremmin räjähtävää nopeutta pystytään käyttämään. Koordinaatiolla tarkoitetaan hermo-lihasjärjestelmän sekä muiden aistien kykyä tuottaa sekä suorittaa useita tarkkoja, sujuvia ja tarkoituksenmukaisia liikkeitä yhtäaikaaisesti. (Helin ym. 1982, 78; Keskinen ym. 2004, 185, 187.)

Liikkumisnopeudella tarkoitetaan siirtymistä, kävelyä tai juoksua paikasta toiseen. Liikkumisnopeutta testattaessa perustestinä käytetään juoksua. Liikkumisnopeudesta puhuttaessa sillä voidaan tarkoittaa myös nopeutta kiihdyttämisvaiheessa, nopeutta vakionopeuden vaiheessa tai nopeutta nopeuden vähenemisen vaiheessa. Liikkumisnopeus jaetaan maksimaaliseen nopeuteen noin 96–100 % maksimaalisesta nopeudesta (maksimaalinen kiihdytysnopeus suorituksen alussa) sekä submaksimaaliseen nopeuteen noin 85–95 % maksimaalisesta

nopeudesta (nopeus maksimaalisella vakionopeudella liikuttaessa). (Keskinen ym. 2004, 166; Mero ym. 2004, 294.)

Liikenopeus on merkittävän tärkeä ja lopputuloksen kannalta jopa ratkaiseva tekijä, syklisissä eli jaksottaisissa nopeus-kestävyyslajeissa. Lisäksi se on erittäin tärkeä lyhytkestoista kestävyyttä vaativissa lajeissa. (Helin ym. 1982, 78.)

3.2.4 TASAPAINO

Tasapaino tarkoittaa ihmisen kykyä ylläpitää tietty kehon asento paikallaan tai liikkeessä. Tasapainon ylläpitoon vaikuttavat erilaiset aistijärjestelmät, joita ovat sisäkorvan tasapainoelimet eli vestibulaarijärjestelmä, jotka aistivat kehon asentoja sekä liikkeitä, näköaistijärjestelmä eli somatosensoriikka sekä pinta- että niveltuntoaistijärjestelmä eli proptioseptiikka. Tasapainon säilyttämiskyky on monimutkainen kokonaisuus eri aistien, pikkuaivojen ja muiden eri aivojen osien yhteistyön tulosta yhteydessä keskushermoston ja lihaksiston avulla. Tasapainotilan säilyttämiseksi hermo-lihasjärjestelmä pyrkii vastustamaan kehoon vaikuttavia voimia, jonka takia niveliä ympäröiviltä rakenteilta vaaditaan elastisuutta. Tämän takia myös notkeudella on tärkeä merkitys osana tasapainokykyä. (Keskinen ym. 2004, 187 – 188.)

Tasapaino voidaan jakaa staattiseen sekä dynaamiseen tasapainoon. Staattisella tasapainolla tarkoitetaan kykyä pitää yllä sekä säilyttää kehon tasapaino seisoma-asennossa. Dynaamisella tasapainolla tarkoitetaan kykyä pitää yllä sekä säilyttää tasapaino liikkeessä paikasta toiseen. (Keskinen ym. 2004, 188.)

Staattista tasapainoa voidaan harjoittaa esimerkiksi seisomalla silmät kiinni, seisomalla pehmeällä alustalla sekä muilla erilaisilla alustoilla, yhdellä jalalla seistäessä sekä yhdellä jalalla seistäessä silmät kiinni. Dynaamista tasapainoa voidaan harjoittaa esimerkiksi kyykyillä silmät kiinni, yhdenjalan kyykyillä, yhdenjalan kyykyillä silmät kiinni, puomilla kävely niin silmät auki kuin kiinni.

Alppihiihtäjälle hyvä tasapaino on tärkeä, koska laskettaessa epätasaisella ja useasti kuluneella radalla käännökset on pystyttävä tekemään hallitusti ja tasapainoisesti mahdollisimman nopean kilpailusuorituksen aikaan saamiseksi. (Hiihdonopettajat Ry 2006.)

3.3 ALPPIHIIHTO HARJOITTELU

3.3.1 ALPPIHIIHTÄJÄN HARJOITTELUKAUSI

Alppihiihtäjän harjoittelukausi jakautuu kuten muissakin talviurheilulajeissa erilaisiin jaksoihin, joissa kehitetään aina suunnitelmallisesti tiettyjä ominaisuuksia. Aikuisilla alppihiihtäjillä on yksilöllinen harjoitusohjelma, jonka sisältö on kaikilla samanlainen, mutta harjoittelu tunti määrät ovat erilaisia riippuen urheilijan aikaisempien kausien harjoittelusta ja kehittymisestä.

Kesäharjoittelun aikana luodaan kestävyyskunto. Riittävä hapenotto-kyky antaa valmiudet talvea kohti kovenemaan harjoitteluun, ja jotta voi harjoitella korkealla syksyn lumileireillä Alpeilla sekä jaksaa harjoitella ja kilpailla talven ylitse. Lisäksi kesällä harjoitetaan ja ylläpidetään monipuolisesti kaikkia muitakin Alppihiihdossa tarvittavia ominaisuuksia. Näitä ominaisuuksia ovat voima, nopeus, tasapaino sekä anaerobinen teho. (Suomen Hiihtoliitto 2006.)

Syksyn kilpailuun valmistavalla kaudella harjoittelu suuntautuu nopeuteen ja nopeuskestävyyteen, mutta myös syksyllä harjoitellaan monipuolisesti muitakin ominaisuuksia ainakin ylläpitäen niitä olemassa olevalla tasolla. Syksyn harjoitteluun tulee lisäksi mukaan myös harjoitusleirit Alppien jäätiköillä. (Suomen Hiihtoliitto 2006.)

Talvella kilpailukaudella lajiharjoittelun ja kilpailujen ohella harjoitusohjelmaan kuuluvat ylläpitävänä harjoitteluna kestävyys, voima sekä nopeusharjoittelu. Kilpailukauden jälkeen keväällä vuorossa on lyhyt ylimenokausi, jonka aikana levätään ja aloitetaan valmistautuminen seuraavaan kauteen. Usein loppukeväästä Suomen Lapista löytyy vielä hyviä lumiolosuhteita, joka mahdollistaa vielä lajiharjoittelun ennen kesäharjoittelun aloittamista.

Nuorten harjoittelussa keskitytään samoihin harjoitteisiin kuin aikuisetkin, mutta harjoitusmäärät ovat pienempiä. Nuorten harjoitusohjelma ei ole niin yksilöllinen kuin aikuisilla, vaan noin 8 hengen valmennusryhmät harjoittelevat saman ohjelman mukaan. Harjoittelun pääpaino muodostuu taidon ympärille ja harjoituksia on huomattavasti vähemmän kuin aikuisilla, koska nuoret tarvitsevat enemmän lepoaikaa ja koulun vuoksi harjoitteluun on aikaa vain kerran päivässä. Voimaharjoittelussa hyödynnetään oman kehon painoa ja harjoitellaan painonnosto tekniikoita, koska harjoittelu painojen kanssa voisi aiheuttaa kasvuiässä nuorille ylimääräisiä vammoja. Lajiharjoittelussa suksilla tehdään myös enemmän vapaalaskuharjoituksia suksitaituruuden kehittämiseksi. Nuoret harjoittelevat noin kuutena päivänä viikossa.

On muistettava, että urheilijat kehittyvät fyysisesti eri aikaan joten harjoituksia suunniteltaessa on pyrittävä laatimaan jokaiselle oma harjoitusohjelma. Fyysisen harjoittelun osa-alueita ovat: nopeus, voima ja kestävyys sekä taitavuus. Eri osa-alueet kehittyvät herkimmin eri ikäkausina. Lasten ja nuorten kehityksessä voidaan erottaa ns. herkkyyskaudet joiden aikana ko. ominaisuudet kehittyvät helpoimmin. Fyysisiä ominaisuuksia on syytä alkaa harjoittamaan jo ennen herkkyyskauden aikaa, jotta keho olisi valmis tulevaan harjoitteluun. Herkkyyskauden jälkeen harjoittelua tulee myös jatkaa, jotta urheilijan kehittyminen jatkuisi mahdollisimman tehokkaasti. (Suomen Hiihtoliitto 2006.)

Lasten- ja nuorten harjoittelussa korostuu erityisesti taidollisen perustan ja taitoedellytysten luominen sekä niiden kehittäminen monipuolisten harjoitteiden avulla. Taito käsitetään valmiudeksi tuottaa liikesuorituksia varmasti, nopeasti ja taloudellisesti. Taidot kehittyvät syntymästä lähtien keskushermoston kypsymisen myötä. Taitojen oppimiselle paras kehitysjakso on 7–12-vuotiaana. 1–6-vuotiaiden harjoittelu painottuu motoristen yleistaitojen sekä koordinaatio edellytysten kehittämiseen ja harjoittamiseen. Tämä taidollisen perustan luominen ja täydentäminen jatkuu 7–10-vuotiaana, jolloin mukaan tulevat myös lajitaitojen alkeet. 10–12-vuotiaana painopistealueena on taitoedellytysten edelleen kehittäminen yhdessä lajitaitojen perustietojen kanssa. 13–15-vuotiaana lajitaitojen kehittäminen on etusijalla. Urheilulajin tekniikka tulisi olla perusteiltaan kohdallaan 13–14-vuotiaana, minkä jälkeen pääpaino kohdistuu monissa lajeissa fyysisten ominaisuuksien harjoitteluun ja saavutetun tekniikan viimeistelyyn ja vakiinnuttamiseen. (Suomen Hiihtoliitto 2006.)

Taulukossa 1 esitetään eri fyysisten ominaisuuksien kehittymiselle tehokkaimmat herkkyyskaudet, jonka aikana näiden ominaisuuksien harjoittamiseen olisi syytä kiinnittää huomiota valmennuksessa.

Taulukko 1. Herkkyyskaudet.

Herkkyyskaudet eri ikävaiheissa						
Harjoitettava ominaisuus	6 – 8 v.	9 – 11 v.	12 – 14v.	15 – 17 v.	18 – 20v.	21 – v.
Aerobinen kestävyys				xxxxxx	xxxxxxxx	xxxxxxxx
Anaerobinen kestävyys					xxxxxxxx	xxxxxxxx
Nopeusvoima			xx	xxxxxxxx	xx	
Maksimivoima					xxxxxx	xxxxxxxx
Liikenopeus			xxxxxxxx			

Kimmoisuus			xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
Liikkuvuus	xxxxxxx					
Tasapaino, ketteryys	xxxxxxx	xxxxxxx				
Koordinaatio		xxxxxxx	x			
Taito, tekniikka	yleistaitavuus		lajikohtainen taito		taidon harjoittelu	

3.3.2 ALPPIHIIHTO JUNIORISTA HUIPULLE

Alppihiihdossa useiden huipulla olevien maiden hiihtoliitot ovat tehneet kehitystyötä vuosien varrella ja saaneet aikaan tutkimuksiin sekä kokemuksiinsa perustuvan harjoittelusuunnitelman, jossa käydään läpi alppihiihtäjän harjoittelun suunnittelun, joka kuvaa urheilijan uraa aloittelijasta huippu-urheilijaksi ja tarjoaa yhden näkökulman valmennukseen. Se ei kuitenkaan ole yksi ainut tapa jolla huippu-urheilija tehdään. Jokaisen nuoren kohdalla täytyy tehdä ratkaisuja, jotta yksilölliset erot saadaan huomioitua mahdollisimman hyvin. Näitä seuraavanlaisia ohjeita käyttävät esimerkiksi Suomen Hiihtoliitto sekä Kanadan Hiihtoliitto.

Ensimmäistä vaihetta kutsutaan **perusteiden ajaksi**, jolloin nuoret ovat yleensä 6–10-vuotiaita tullessaan mukaan seuratoimintaan. Suuri osa on käynyt jo esimerkiksi hiihtokoulun ja heillä on hallussaan osa lajin perustaidoista. Heidän kehittymisensä tapahtuu itsekseen ja valmentajien tuella. Tämän vaiheen urheilijoiden tulisi laskea kaikenlaisissa olosuhteissa, eri pinnoilla, hyppyreissä, aaltoladuilla jne. Toiminnan tulisi olla mahdollisimman monipuolista ja yksilön rajojen hakua. Perustan rakentaminen kestää yleensä 3–5 vuotta. Taidon ja fyysisten ominaisuuksien osalta tulee keskittyä ketteryyteen, tasapainoon, koordinaatioon, liikkuvuuteen, notkeuteen ja nopeuteen. Kestävyys kehittyy monesti pelien ja muiden mukana olevien urheilulajien avulla. Kaikki nämä ominaisuudet kehittyvät helpoiten juuri tässä ikävaiheessa. (Alpine Canada Alpin 1999; Suomen Hiihtoliitto 2006.)

Toisessa vaiheessa **opetellaan harjoittelemaan ja harjoitellaan, jotta jaksetaan harjoitella**. Suomessa tämä tarkoittaa ikäluokkia 11–15. Tätä aikaa kutsutaan myös usein lajitaitojen oppimisen ajaksi. Urheilijan herkkyyks oppia vaativampia taitoja on herkimmillään. Urheilijoiden murrosiän alkaessa yksilöllisesti on harjoittelun painopiste lajinomaisten taitojen oppimisessa monipuolisuutta unohtamatta. Lajitaidoissa siirrytään tämän vaiheen lopussa, lajitekniikan siirtämiseen eri taktiikoiden hyödyntämiseksi kilpailusuorituksessa. Yksilön kehityksestä riippuen (murrosikä) on tarkoin mietittävä, missä vaiheessa aloitetaan voima- ja kestävyysominaisuuksien suunnitelmallinen harjoittelu. Pidemmälle edistyneille urheilijoille on hyvä tehdä tarkka ja suunnitelmallinen harjoitusohjelma. Lajinomaisten taitojen osalta tulee muistaa monipuolisuus ja kaikkien lajien harjoittelu. Perusteiden ajan taitojen hallinta kehittyy edelleen. Tytöt kehittyvät tältä

tasolta seuraavalle nopeammin kuin pojat. Tyttöjen aikaisempi kypsyminen antaa valmentajille mahdollisuuden antaa tytöille enemmän vastuuta harjoittelusta. Tytöt ovat aiemmin valmiit analysoimaan ja kantamaan vastuuta tekemisistään. Yleistyksenä voisi sanoa, että pojilla on vielä monesti tässä vaiheessa vauhti päällä ja ajatus kateissa. Tyttöjen toiminta perustuu enemmän ajattelulle ja poikien toiminnalle. Harjoittelun opettelu kestää kahdesta kolmeen vuotta, harjoittelu harjoittelua varten samoin kahdesta kolmeen vuotta. (Alpine Canada Alpin 1999; Suomen Hiihtoliitto 2006)

Kolmannessa vaiheessa **harjoitellaan kilpailuja varten**, jolloin harjoittelu yhdistetään opiskeluun alppikouluissa ja akatemioiden sekä Hiihtoliiton alppilajien joukkueissa (15–19-vuotiaat). Harjoittelun kuormitusta nostetaan ja perusasioiden hallinnan merkitys korostuu. Harjoittelua yksilöllistetään yhä enemmän kunkin urheilijan tarpeiden mukaiseksi. Tässä vaiheessa urheilijoiden valmennus vaatii yhteistyötä eri alojen ammatti- ihmisten käyttöä niin lajiharjoittelun kuin muunkin harjoittelun osalta (testaus, fysioterapia, kuntoutus, fysiikkaharjoittelu). Fyysisten ominaisuuksien testaus ja tulkinta suoritetaan testiasemilla. Tulokset analysoidaan ja niistä johdetaan yksilölliset ohjelmat urheilijoille. Kehittyminen tällä tasolla edellyttää urheilijalta edellisten kausien asioiden hallintaa ja omaksumista niin lajitaitojen kuin fyysisten ominaisuuksien osalta. Lajinomaisten taitojen kontrollina toimivat FIS-kilpailut. Urheilijoiden tulisi laskea kaikkia lajeja. Urheilijat oppivat itselleen sopivan kilpailuun valmistautumistavan. Lajitaitojen oppiminen näkyy kyvyssä siirtää perusasiat lajitaktiikkaan. Suomen Hiihtoliiton Alppilajien valinnat ensimmäisiin joukkueisiin tapahtuvat tämän vaiheen aikana (Nuortenmaajoukkue). Urheilijan viikoittainen harjoitustuntimäärä on noin 20 h / viikko. Urheilija tekee päätöksen uravalinnastaan. (Alpine Canada Alpin 1999; Suomen Hiihtoliitto 2006.)

Neljännessä vaiheessa **harjoitellaan voittaakseen**, joka tarkoittaa että urheilijoiden toiminnan kulmakivi on ammattilaisuus. Urheilijat ovat joko alppikoulujen ja -akatemioiden tai liiton joukkueiden urheilijoita. Urheilijoiden ikä on yhdeksästätoista vuodesta ylöspäin. Kaikki toiminta perustuu ammattilaisuudelle niin urheilijoiden kuin valmentajien kohdalta. Urheilijoille tulisi taata myös opiskelupaikka, jotta keskittyminen urheiluun voisi olla täysipainoista. Urheilijan testaus ja lajitaitojen hiominen perustuu yksilöllisyyteen kaikessa toiminnassa. Kilpailu menestys koostuu FIS-, EC- ja MC- kilpailu menestyksestä. Tämän tason alppihiihtäjän viikoittainen harjoitustuntimäärä on vähintään 20 tuntia. (Alpine Canada Alpin 1999; Suomen Hiihtoliitto 2006.)

4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA ONGELMAT

Tutkimuksen tarkoituksena oli seurata 12–16-vuotiaiden alppihiihtäjien fyysisten ominaisuuksien muutoksia kaudella 2006–2007. Fyysisten ominaisuuksien seuranta alkoi 2006 toukokuussa suoritettavilla testeillä. Syyskuussa 2006 suoritimme seurantatestit peruskuntokauden jälkeen ja helmikuussa 2007 suoritimme lopputestit kilpailukauden aikana. Tutkimuksessa keskityimme pääosin pujottelussa tarvittaviin ominaisuuksiin, koska esimerkiksi syöksylasku on kilpailuissa suorituskestoltaan huomattavasti pidempi ja testattavat henkilöt keskittyvät harjoittelussaan pujotteluun sekä suurpujotteluun.

Eri kausien testien perusteella selvitimme, miten kesällä ja syksyllä saavutetut tasot eri fyysisissä ominaisuuksissa pysyvät yllä kilpailukauden aikana ja miten kilpailukauden harjoittelu sekä kilpailut vaikuttavat näihin ominaisuuksiin. Testien tulosten perusteella harjoittelua voitaisiin kehittää pitkällä tähtäimellä siten, että tärkeitä ominaisuuksia pystyttäisiin ylläpitämään sekä kehittämään koko kilpailukauden ylitse. Tämä mahdollistaa, että kehittyminen pysyisi mahdollisimman tehokkaana nuorten kasvaessa aikuisiksi ja siirtyessä korkeammalle tasolle kilpailuissa.

Tutkimusongelma 1

Alppihiihtäjien fyysisten ominaisuuksien muutokset vuoden aikana.

Tutkimusongelma 2

Fyysisten ominaisuuksien vertailu kilpailumenestykseen.

5 TUTKIMUSMENETELMÄT

5.1 TUTKIMUSJOUKKO

Tähän tutkimukseen otettiin mukaan Santa Claus Ski Teamin alppihiihtoseuran yksi valmennusryhmä. Ryhmään kuuluivat aluksi neljä tyttöä ja neljä poikaa, joiden ikä oli ensimmäisissä testeissä 12–16-vuotta. Testattavien poikien pituus oli keskiarvoltaan 165 cm \pm 12,3. Poikien paino oli keskiarvoltaan 55 kg \pm 10. Testattavien tyttöjen pituus oli keskiarvoltaan 164 cm \pm 7,9. Tyttöjen paino oli keskiarvoltaan 55 kg \pm 6,5. Syyskuun testeihin ryhmän kokoonpano muuttui siten, että tyttöjä oli kolme ja poikia neljä, lopputesteissä tyttöjä oli neljä ja poikia neljä, joista yksi pojista vaihtui.

5.2 TUTKIMUSASETELMA JA AINEISTON KERÄYS

Urheilijat osallistuivat testeihin vuoden aikana kolme kertaa. Testien ajankohdat olivat toukokuussa, syyskuussa sekä helmikuussa. Palaute annettiin henkilökohtaisesti testien jälkeen sekä ryhmäpalautteena myöhemmin valmentajille, urheilijoille sekä heidän vanhemmilleen. Testasimme nuoria alppihiihtäjiä erilaisilla suorituskykyä mittaavilla testeillä, jotka ovat suunniteltu mittaamaan alppihiihdolle lajinomaisesti tärkeitä ominaisuuksia.

Laboratorio- sekä kenttätetit suoritettiin Lapin Urheiluopiston lihashallintastudiossa sekä Urheiluopiston urheiluhallissa. Käyttämämme testit ovat turvallisia, helppoja toteuttaa, toistettavia sekä luotettavia. Testit suoritettiin vakioituissa ja valvotuissa olosuhteissa, testauslaitteet kalibroitiin ennen testejä. Testikerrat järjestettiin aina iltapäivälle, joten vuorokausi rytmi pysyi saman. Testitilassa oli välillä melua, joka on saattanut hieman vaikuttaa joidenkin testihenkilöiden tasapainotestin tuloksiin. Urheilijoiden etukäteen suoritettavia valmisteluita testeihin emme ole voineet kontrolloida, joten lepo- ja ravintoasiat ennen testejä eivät ole olleet vakioituja. Pienen tutkimusjoukon takia tuloksia ei voida yleistää lajiin vaan ne ovat suuntaa antavia. Kvantitatiivisen tutkimuksemme laatuksiteerit ovat testihenkilöille suoritettavien testien luotettavuus sekä toistettavuus.

5.2.1 KESTÄVYYSTESTIT

Kestävyystesteillä mitataan testihenkilöiden aerobista ja anaerobista suorituskykyä. Mittasimme aerobista suorituskykyä *epäsuoralla maksimaalisella polkupyöräergometritestillä*. Epäsuora maksimaalinen polkupyöräergometritesti perustuu maksimaalisen aerobisen tehon arviointiin, joka on turvallinen, luotettava ja toistettava. Anaerobista suorituskyvyn mittaamiseen käytimme *Wingaten 60 sekunnin polkupyöräergometritestiä*, koska se vastaa suorituskestoltaan pujottelun kilpailusuoritusta. Nopeuskestävyyttä testattaessa voidaan erottaa kaksi mitattavaa ominaisuutta: anaerobinen suorituskyky ja anaerobinen aineenvaihdunta. Anaerobinen suorituskyky on varsin helppo mitata vakioituilla menetelmillä, mutta anaerobinen aineenvaihdunta on jo paljon vaikeampaa. Anaerobisen suorituskyvyn testaaminen onnistuu parhaiten mittaamalla nopeus tai teho vakiopituisessa tai – kestoisessa suorituksessa erilaisilla ergometreillä tai lajisuorituksena.

Wingaten 60 sekunnin polkupyöräergometritesti

Wingaten 60 sekunnin polkupyöräergometritestillä, mitataan testihenkilön anaerobista kestävyys suorituskykyä. Wingaten polkupyöräergometritesti tehdään mekaanisella polkupyöräergometrillä, jossa poljettava kuorma eli vastus riippuu testihenkilön painosta. Poljettava kuorma lasketaan kaavalla $0,075 \text{ kp} \cdot \text{kg}^{-1}$, eli 60 kg painava testihenkilö polkee vastuksella: $0,075 \cdot 60 = 4,5 \text{ kp}$. Yksi kilopondi eli kp vastaa yhden kilogramman suuruista massan painovoimaa (Ahonen – Airaksinen – Keurulainen – Koistinen – Lehtinen – Mattsson – Miettinen – Peterson – Renström – Read – Rusanen – Seppälä – Tikkanen 2002, 65).

Tulosten lasku kaavalla:
$$P \text{ (W)} = \frac{\text{vastus} \cdot \text{kierrokset} \cdot 6 \cdot 9.81}{\text{aika} \cdot \text{kehon paino}}$$

P = teho, watteina (W)

Välineet ja kuormitus

Testin toteuttamiseen tarvitaan mekaaninen polkupyöräergometri, poljinkierroslaskuri, sekuntikello sekä veren laktaattipitoisuuden määrittämiseen tarvittava välineistö.

Suoritus: Wingaten 60 sekunnin polkupyöräergometritesti

Ennen testiä otetaan sormenpästä verinäyte lepolaktaatin määrittämistä varten sekä suoritetaan riittävä alkuverryttely. Testissä urheilija suorittaa alkukiihdytyksen maksimaaliseen polkemisnopeuteen. Nopeuden ollessa täysi asetetaan vastus ja samalla hetkellä laitetaan kello sekä poljinkierroslaskuri käyntiin. Poljinkierrokset lasketaan 15 sekunnin jaksoissa. 60 sekunnin tullessa täyteen vastus kevennetään ja urheilija polkee rauhallisen loppuverryttelyn. Välittömästi testin jälkeen sekä 7 minuuttia testin loputtua otetaan uudet verinäytteet korkeimman laktaattipitoisuuden määrittämiseksi. (Keskinen ym. 2004, 117.)

Testitulokset

Testistä saadaan tulokseksi urheilijalle anaerobinen kapasiteetti, keskimääräinen teho/kg, korkein teho, väsymisindeksi sekä määritetään korkein laktaattipitoisuus veressä. (Keskinen ym. 2004, 117 – 118.)

Epäsuora maksimaalinen polkupyöraergometritesti

Epäsuoralla maksimaalisella polkupyöraergometritestillä mittasimme urheilijoiden aerobista kestävyysuorituskykyä. Tuloksina saimme maksimaalisen hapenottokyvyn ($VO_2\max$) sekä maksimaalisen polkemistehon watteina (W).



Kuva 1. Epäsuora maksimaalinen polkupyöraergometritesti. Välineet ja kuormitus

Testin toteuttamiseen käytimme polkupyöräergometriä, sykemittaria, laktaattimittaria sekä sekuntikelloa.

Suoritus: Epäsuora maksimaalinen polkupyöräergometritesti

Testi aloitetaan riittävällä alkulämmittelyllä, jonka jälkeen mittaamme lepolaktaattitason. Alkulämmittelyn aikana polkupyöräergometrin poljentavastus on 40–50 wattia ja nopeus 60 kierrosta minuutissa. Testi alkaa kun poljentavastukseksi asetetaan 75 W, jolloin myös kello käynnistetään. Tämän jälkeen polkemisnopeus pidetään vakiona (60kierr./min) ja 2 minuutin välein poljentavastusta lisätään 25 watilla. Testi loppuu silloin, kun testattava henkilö ei pysty enää ylläpitämään vaadittua poljentakierrosnopeutta (60kierr./min). Tällöin kello pysäytetään ja testattavalta mitataan välittömästi loppulaktaattitaso. Testin päätyttyä testattavahenkilö suorittaa vielä noin 5 minuutin loppuverryttelyn kevyellä vastuksella.

Testitulokset

Tuloksena saatu maksimaalinen hapenottoakyky (VO₂max) on ominaisuus, jossa yhdistyvät kaikkien hapen sisäänottoon, kuljettamiseen, välittämiseen ja käyttämiseen erikoistuneiden elinten ja kudosten toimintakyky. Hapenkulutuksen määrä riippuu sydämen minuuttitilavuudesta, keuhkotuuletuksesta, veren ominaisuuksista, veren virtauksesta ja kaasujen vaihdosta kudosten kesken sekä yksittäisten solujen kapasiteetista toimia aerobisesti. Maksimaalinen polkemisteho (W) on korkein vastus, jonka testattavahenkilö on pystynyt polkemaan.

5.2.2 ISOMETRISET MAKSIMIVOIMATESTIT

Isometriset maksimivoimamittaukset suoritettiin New Test Isometric Strenght System-laitteistolla. Isometrisillä voimamittauksilla voidaan mitata melkein mitä tahansa kehon osaa, yhden nivelen mittauksesta monien nivelkokonaisuuksien voimantuotto ominaisuuksiin. Isometriset voimatestit ovat osoittautuneet tarkoiksi, täsmällisiksi ja paikkansa pitäviksi. Ne ovat luotettavia ja päteviä sekä toistettavia metodeja mitata ja testata lihastenvoiman tuottoa. (New Test User Manual 2004.)

Käytimme mittauksissamme *New Test Leg Force-jalkaprässilaitetta* sekä *New Test-vartalonkoukistus ja –ojennus voimamittauslaitetta*. Isometrisillä voimamittauksilla mitataan lihasten voiman tuotto kykyä dynamometrin, voimalevyanturin sekä muuntajien avulla. Maksimaalista voimaa tuotetaan liikkumatonta dynamometrin voimalevyä vastaan 0,5–5 sekuntia. Dynamometriä, voimalevyanturia apuna käyttäen kehon asento voidaan vakioida samanlaiseksi. Voimalevyanturi reagoi sitä vastaan tuotettuun voimaan ja muuttaa sen elektronisesti sekä digitaalisesti luettavaan

muotoon (kg) kilogrammoiksi, (N) newtoneiksi tai (Nm) newtonmetreiksi. Isometrisillä voimamittauksilla on hyvä uudelleen testattavuusarvo, sillä ne ovat helppoja toistaa. Kehon asennon, suoritusten määrän sekä selkeiden ohjeistusten avulla testit voidaan standardoida hyvin. Isometrisissä testeissä maksimivoiman tuottamiseen tarvitaan muutama noin kaksi tai kolme suoritusta. Yleisin mittaus menetelmä on voiman huippu mittaus, jolloin nähdään absoluuttinen arvo maksimaaliselle voiman tuotolle. (New Test User Manual 2004.)

Jalkojen ojentajien isometrinen maksimivoimatesti

Jalkojen ojentajien maksimaalista voimantuotto kykyä mittaamme, isometrisesti tehtävässä lihassupistuksessa jalkaprässillä New Test Leg Force-laitteella, jolloin voimaa tuotetaan liikkumatonta levyä vastaan lajikohtaisella 110° polvikulmalla istuvassa asennossa. Voimalevy sisältää antureita, jotka mittaavat levyyn kohdistuvaa painetta, muuttaen sen kilogrammoiksi elektronisen muuntimen kautta ja tulos on nähtävissä digitaalisessa muodossa kilogrammoina (kg) tai Newtonina (N).



Kuva 2. New Test-jalkaprässilaitte ja kulmamittari.

Jalkaprässilaitteessa istutaan selkäsuorana ja tuettuna penkkiin, jalat ovat hartian levyisessä haara-asennossa ja kantapäät ovat mittauslaitteen, voimalevyn karheapintaisen osan alareunassa.

Takapuoli tuetaan aivan penkin ja selkänojan takaosaan ja käsillä pidetään penkin sivuilla olevista kädensijoista kiinni. Polvikulmamittaus tehdään kevyen lihastyönön aikana, jotta polvinivelen kulma olisi optimaalinen eikä enää muuttuisi maksimi työnön aikana. Polvikulmamittaus tehtiin kulmamittarilla, jossa mittarin pitkä sakara oli reisiluunkyhmyksen kohdalla (löytyy tunnustelemalla), mittarin keskiosa ja kulma-akseli olivat polven ulkoreunan nivelkuopassa ja toinen sakara osoitti kohti mitattavan jalan nilkan ulkokehrästä.

Suoritus: Jalkaprässi, jalkojen ojentajien isometrinen maksimivoimamittaus

Ensin testattava henkilö istuu laitteeseen ja häneltä mitataan polvikulma. Ohjeistetaan testattavaa henkilöä tuottamaan voimaa maksimaalisesti 0,5–5 sekuntia voimalevyä vastaan. Testissä on kolme suoritusta, joista kaikki tulokset kirjataan, mutta paras tulos otetaan huomioon kehityksessä. Aluksi tehdään harjoitus työntö, jotta tutustutaan laitteeseen. Tämän jälkeen testin vetäjä kysyy testattavalta henkilöltä: ”Oletko valmis ensimmäiseen suoritukseen?” Keskity hetki noin 5 sekuntia, ensimmäinen suoritus lähtee, paikoillanne, valmiit, hep sekä samalla käsiä yhteen läpsäyttämällä ja kannustamalla urheilijaa. Suoritusten välillä urheiluja voi lepuuttaa jalkoja laskemalla ne lattialle ja ravistelemalla hieman. Näin menetellään kaikissa kolmessa suorituksessa.

New Test Isometric Strength Force, Leg Force-jalkaprässilaitte:

- Laitteen paino 150 kg
- Testauskapasiteetti 1000 kg
- Säätöalue 65 cm

(New Test User Manual 2004).

Vartalonkouristajien ja -ojentajien isometrinen maksimivoimatesti

Yleisestä hyvinvoinnista puhuttaessa tärkeä aihe ovat kehon keskivartalon lihasten voimat. Vartalonkouristustestissä mitataan vartalonkouristajienlihasvoimaa. Laitteessa seisotaan suorassa, katse eteenpäin ja kasvot laitteesta pois päin. Jalkojentuki asetetaan hieman polven yläpuolelle, tukemaan jalkoja, jotta ne eivät pääse liikkumaan. Keskivartalontuki asetetaan ristiselän kohdalle, jolloin se tukee ristiselkää eikä vammoja pääse syntymään selän alueelle. Ylävartalotuen alareuna asetetaan vartalon takapuolelle lapaluun alakärjen kohdalle, vartalon etupuolelle tuleva ylävartalontuki asetetaan miekkalisäkkeen ja solisluiden välille siten, että ylävartalon etupuolentuen alareuna on miekkalisäkkeen kohdalla. Ylävartalon etupuolen tukilevy painetaan jämsästä rintaa vasten selän ollessa kiinni takatuessa niin, ettei tyhjää tilaa jää rinnan eikä selän puolelle tukipintojen ja vartalon väliin. Käden roikkuvat vartalon sivuilla.



Kuva 3. New Test-vartalonkougistajien voimamittauslaite.

Vartalojentajien voimaa testataan samalla laitteella, silloin seisotaan suorassa kasvot laitteeseen päin. Jalkojentuki asetetaan polvitaiteen kohdalle, keskivartalontuki asetetaan (suoliluiden) kohdalle, on samalla kohtaa kuin vartalonkougistajia mitattaessa. Rinta asetetaan kiinni laitteen ylävartalontukeen ja selänpuoleinen osa asetetaan niin, että tuen alareuna on lapaluiden alakärjen kohdalla ja painetaan jämekästi selkää vasten, ettei rinnan tai selän puolelle jää tyhjää tilaa vartalon sekä tukipintojen väliin. Kädet roikkuvat vartalon sivuilla.



Kuva 4. New Test-vartalojentajien voimamittauslaite.

Vartalonkougistajien voimaa mitataan, kougistamalla keskivartalon lihaksia ja näin ollen tuottamalla voimaa rinnan kohdalla olevaa levyä vastaan, joka työntyy pois päin mittaavasta muuntimesta, joka mittaa tuotetun voiman ja muuttaa sen elektronisesti sekä digitaalisesti luettavaan muotoon. Vartalon ojentajien voimaa mitataan samalla tavalla, mutta ojentamalla keskivartalon lihaksia ja näin ollen tuottamalla voimaa selänpuolella, lapaluiden kohdalla olevaa levyä vastaan.

Suoritus: Vartalonkougistajien ja -ojentajien isometrinen maksimivoimamittaus

Ensin testattava henkilö asetetaan laitteeseen ja laitetaan säädöt. Ohjeistetaan testattavaa henkilöä tuottamaan voimaa maksimaalisesti 0,5–5 sekuntia voimalevyä vastaan. Testissä on kolme suoritusta, joista kaikki tulokset kirjataan, mutta paras tulos otetaan huomioon kehityksessä. Ohjeistetaan ettei testihenkilö tuota voimaa käsillä tai olkapäillä kummassakaan testissä ja

tarkkaillaan suorituksia, ettei näin tapahdu. Aluksi tehdään harjoitus työntö, jotta tutustutaan laitteeseen. Tämän jälkeen testin vetäjä kysyy testattavalta henkilöltä: ”Oletko valmis ensimmäiseen suoritukseen?” Keskity hetki noin 5 sekuntia, ensimmäinen suoritus lähtee, paikoillanne, valmiit, hep ja samalla käsien yhteen läpsäytys sekä kannustamalla urheilijaa. Suoritusten välissä testihenkilö saa lepuuttaa itseään ja voimalevy irrotetaan rinnalta vartalon koukistajien voimaa mitattaessa ja vartalon ojentajien voimaa mitattaessa voimalevy irrotetaan selänpuolelta. Näin menetellään kaikissa kolmessa suorituksessa.

New Test Isometric Strength Force: vartalonkoukistus- ja –ojennuslaite:

- Laitteen paino 70 kg
 - Testauskapasiteetti 200 kg
 - Säätöalue 60–220 cm
- (New Test User Manual 2004).

5.2.3 TASAPAINOTESTI

Tasapainon testauksessa käytimme EquitestSmart tasapainon mittauslaitetta. Laite sisältää mittausalustan, taustaseinät sekä tietokoneen, joka suorittaa tulosten analysoinnin ja laskennan. Mittausalusta on levy, jonka päällä testattava henkilö seisoo ja henkilön huojunnan mukana mittausalusta keinuu vapaasti eteen-taakse suunnassa mitaten samaan aikaan huojunnan määrän. Tällainen tahdissa huojunta aiheuttaa aistijärjestelmiin (näköön, jalkoihin, niveliin) häiritsevää tietoa.



Kuva 5. Smart EquiTest-tasapainomittauslaite.

SOT-testi (Sensory Organisation Test) suorittaa kuusi erilaista testivaihetta:

- 1.vaihe. Kaikki aistit (tasapainoelin, näkö ja asentotuntoaisti) häiriöttä käytössä.
- 2.vaihe. Näkö poissa. Pystyssä pysyminen on tasapainoelimen ja asentotuntoaistin varassa.
- 3.vaihe. Asentotuntoaisti häiritty. Pystyasento on näkö ja tasapainoelimen varassa.
- 4.vaihe. Näkö häiritty. Pystyasento on tasapainoelimen ja asentotuntoaistin varassa.
- 5.vaihe. Näkö poissa ja asentotuntoaisti häirittynä. Pystyasento tasapainoelimen varassa.
- 6.vaihe. Näkö ja asentotuntoaistit häiritty. Pystyasento tasapainoelimen varassa. (Smart EquiTest User Manual 1999. Laitteen käyttöopas).

SOT analyysiraportin huojuntaluku osoittaa jokaisen testin huojunnan määrää kaikissa kuudessa aistitestissä. Testattavan henkilön huojussa lähellä kaatumisrajaa tulokseksi tulee alhainen ja henkilön ollessa täysin paikallaan huojumatta luku on korkea. Pienin tulos on nolla, jolloin henkilö on kaatunut ja suurin luku on sata, jolloin henkilö ei ole huojunut lainkaan. Näistä luvuista saadaan laskettua aistianalyysit, jotka kertovat kunkin aistijärjestelmän toimivuutta tai painoarvoa pystyasennon ylläpidossa. Taulukossa 2 aistijärjestelmien laskentakaavat testivaiheiden tuloksista. Tuloksissa SOM (somatosensorinen) kertoo henkilön kykyä käyttää nivelten, jänteiden ja lihasten

viestiä tasapainon ylläpidossa. VIS (visuaalinen) kertoo henkilön kykyä käyttää näköaistia tasapainon ylläpidossa. VEST (vestibulaarinen) kertoo henkilön kykyä käyttää sisäkorvan tasapainoelintä tasapainon ylläpidossa. (Smart EquiTest User Manual 1999. Laitteen käyttöopas.)

Taulukko 2. Tasapainotestin aistijärjestelmien laskentakaavat (mukaeltu NeuroCom international 2003, 9; Smart EquiTest User Manual 1999. Laitteen käyttöopas).

SOM	<u>vaihe 2</u> vaihe 1	Henkilön kykyä käyttää somatosensorista aistijärjestelmää tasapainon ylläpidossa
VIS	<u>vaihe 4</u> vaihe1	Henkilön kykyä käyttää visuaalista aistijärjestelmää tasapainon ylläpidossa
VEST	<u>vaihe 5</u> vaihe 1	Henkilön kykyä käyttää vestibulaarista aistijärjestelmää tasapainon ylläpidossa

Head Shake tasapainotesti toimitetaan samalla laitteella kuin SOT-testikin, mutta tasapainotestin aikana testattava pitää koko ajan silmät kiinni ja suorittaa samanaikaisesti päänkääntöä vasemmalta oikealle tasarytmisesti mittauksien aikana. Pään kääntämisellä aiheutetaan häiriötä sisäkorvan tasapainoelimiin. Head Shake-tasapainotestissä on kaksi osiota. HS-2 testissä mittaus suoritetaan kiinteällä alustalla ja HS-5 testissä mittauksen aikana alusta keinuu testattavan henkilön huojunnan mukaan.

Normaali tasapainotesti (SOT)

Normaalissa tasapainotestissä testattava henkilö asetetaan seisomaan mittausalustalle siten, että jalat ovat tietokoneen antamien ohjeiden mukaisesti paikallaan. Tämän jälkeen testattava henkilö ei saa liikuttaa jalkojen paikkaa. Seuraavaksi testihenkilölle annetaan ohjeet testin suorittamisesta, joka tapahtuu seuraavasti: Koko testin ajan seisotaan paikoillaan ryhdikkäässä seisomasennessä mahdollisimman paikallaan huojumatta. Kädet roikkuvat rennosti sivuilla ja katse on suoraan eteenpäin. Testipatteristoon kuuluu kuusi eri testiä ja jokaiseen testiin sisältyy kolme eri mittauskertaa. Yksi mittauskerta kestää 20 sekuntia jonka jälkeen on lyhyt tauko ennen seuraavaa mittausta. Ensimmäisessä testissä seisotaan normaalisti silmät auki mahdollisimman paikallaan. Toisessa testissä seisotaan paikallaan silmät kiinni mittauksen ajan. Kolmannessa testissä seisotaan paikallaan silmät auki ja testattavan henkilön huojunnan mukaan testauslaitteen lattia keinuu eteen ja taakse. Neljännessä testissä seisotaan silmät auki ja testihenkilön huojunnan

mukaan ympärillä olevat seinät keinuvat eteen ja taakse. Viidennessä testissä testattava seisoo silmät kiinni paikallaan ja huojunnan mukaan testilaitteen lattia keinuu eteen ja taaksepäin. Kuudennessa testissä testattava henkilö seisoo silmät auki laitteessa ja huojunnan mukaan koneen lattia sekä seinät keinuvat eteen ja taakse.

Head Shake-tasapainotesti (HS SOT)

Head Shake tasapainotestissä testattava henkilö asetetaan testauslaitteeseen. Jalat asetetaan tietokoneen määrittämille paikoilleen. Tämän jälkeen kalibroidaan mittauslaite, joka asetetaan testattavan päähän. Testattavalle henkilölle tehdään kaksi erilaista testiä, joihin kumpaankin kuuluu kuusi mittausta. Yksi mittaus kestää 20 sekuntia jonka aikana silmät pidetään kiinni. Testattava seisoo ryhdikkäässä asennossa mahdollisimman huojumatta. Mittauksen ajan tietokone antaa tasarytmistä äänimerkkiä, jonka mukaan testattava suorittaa päänkääntämistä ääriovasemmalta äärioikealle. Mittauksista ensimmäisessä testissä laitteessa on kiinteä alusta ja toisessa alusta keinuu testattavan huojunnan mukaan. Näitä mittauksia suoritetaan vuorotellen ja aina kahden mittauksen jälkeen testattava saa avata silmät ennen seuraavan testiparin suoritusta.

5.2.4 KETTERYYSTESTI

Ketteryytestimme on monien ominaisuuksien ja toimintojen summa, joka koostuu mm. seuraavista asioista: kehonhallinta, tasapaino, nopeus sekä nopeuskestävyyttä. Ketteryyttä voidaan harjoittaa erilaisilla menetelmillä, kuten suorittamalla erilaisia ratoja, joissa on esim. aitojenylityksiä ja -alituksia, esteiden kiertämistä juoksuvauhdilla, erilaisia hyppyjä ja loikkia.

Testihenkilöiden ketteryyttä testasimme neliön muotoisella ketteryys radalla, otimme aikaa radan suorittamisesta sekuntikellon avulla. Rataa juostiin vastapäivään maksimaalisella nopeudella kaksi kierrosta, ylittäen sekä alittaen radalla olevia aitoja sekä kiertämällä radan keskipisteen merkkiä. Rata koostui 4 aidasta, joiden korkeus oli 90 cm. Aidat sijaitsivat radan keskipisteestä 4 metrin etäisyydellä eri suuntiin. Lähtö sekä maalilinjat olivat neliön muotoisen radan samassa kulmassa.



Kuva 6. Ketteryysrata.

Suoritus: Ketteryysrata

Lähtö ohjaajan merkistä lähtö paikalta, merkinä valkoinen teippi, kysymyksen: ”Oletko valmis suoritukseen?” jälkeen, komennoilla; paikoillenne, valmiit, hep, samalla sekuntikello käynnistään. Testihenkilö juoksee maksimaalisella nopeudella kiertäen radan keskipisteen merkin (tötsä), jonka jälkeen aidan ylitys vapaavalintaisella tyyllillä ja saman aidan alitus vastakkaisesta suunnasta myös vapaavalintaisella tyyllillä. Tämän jälkeen, jälleen keskipisteen merkin kiertäminen ja kohti seuraavaa aitaa. Näin menetellään kaikkien aitojen kohdalla. Ensimmäisen kierroksen eli neljännen aidan alituksen jälkeen juostaan keskipisteen kautta ja aloitetaan uusi kierros, joten aitojen ylityksiä ja alituksia tulee yhteensä 8 kappaletta kahden kierroksen aikana. Toisen kierroksen viimeisen aidan alituksen jälkeen kierretään vielä keskipisteen merkki ja juostaan maaliin, joka on sama paikka kuin lähtö paikka. Sekuntikello pysäytetään kun testihenkilö on kiertänyt radan kaksi kertaa hyväksytysti ja ylittää maalilinjan valkoisen teipin.

5.2.5 HYPPYTESTIT

Suoritimme hyppytestit New Test-kontaktimatolla, joka on suunniteltu erilaisia hyppytestejä varten, mm. staattisen hypyn ja esikevennetyn hypyn räjähtävän voimantuoton mittaamiseen sekä sen kehittämiseen, kehon nousukorkeutta ja lentoaikaa mitattavilla hyppytesteillä. New Test-

kontaktimatto laskee kehonpainopisteen lentoajan ja siitä kehonpainopisteen nousukorkeuden, joka ilmoitetaan senttimetreinä (cm).

Vertikaalihypyistä yleisimmät ovat staattinenhyppy (SH) sekä esikevennyshyppy (EKH). Nämä testit ovat voima-nopeus- sekä räjähtävyydesteitä ja ne soveltuvat kaikille lajiryhmästä riippumatta. Nämä ylöspäin suuntautuvat eli vertikaaliset hyppytestit mittaavat alaraajojen ojentajalihasten voimantuottokykyä sekä kykyä tuottaa ylöspäin suuntautuva voimaa. (Keskinen ym. 2004, 151 – 154.)



Kuva 7. Kontaktimatto, hyppytestit.

Isoinertiaalisella voimalla tarkoitetaan voimantuottokykyä, jolloin voimaa tuotetaan reaktiivisesti luonnollisen liikkeen aikana, lihaksen venymis-lyhenemissyklusta hyödyntäen. Venymis-lyhenemissyklus tarkoittaa lihaksessa olevien aktiini- ja myosiinifilamenttien sekä lihaksiston sidekudosrakenteiden; jänteiden, lihaskalvojen ja poikittaissiltojen kykyä varastoida elastista energiaa. Elastinen energia voidaan luovuttaa lisävoimana, jos aktiivinen lihas nopean eksentrisen venytyksen jälkeen (eksentrisen = supistuessaan lihas pitenee) supistuu nopeasti uudelleen konsentrisesti (konsentrisen = supistuessaan lihas lyhenee). (Keskinen ym. 2004, 129 – 130, 150; Mero ym. 2004, 56; Viitasalo – Raninen – Liitsola 1985, 47.)

Suoritus: Staattinenhyppy

Testattava seisoo kontaktimatolla hartian levyisessä haara-asennossa polvien ollessa 90° kulmassa, selkä suorana ja kädet lanteilla. Testattava ponnistaa 90° polvikulmasta kohtisuoraa ylöspäin maksimivoimalla ja laskeutuu matolle polvet suorina, päkiöille. Ponnistus tehdään kohtisuoraan ylöspäin ilman ylävartalon ja käsien avustamaa liikettä tai kevennystä.

Suoritus: Esikevennyshyppy

Testattava seisoo kontaktimatolla hartianlevyisessä haara-asennossa, selkäsuorana ja kädet lanteilla. Testattava tekee ponnistusta edeltävän esikevennyksen eli kyykistyy mahdollisimman nopeasti, jolloin kehon paino pudotetaan alas, polvet käyvät 90° kulmassa, jonka jälkeen välittömästi maksimiponnistus kohtisuoraan ylöspäin, laskeutuminen polvet suorina, päkiöille.

Laskenta kaava: Painopisteen nousukorkeus eli hyppykorkeus ilmoitetaan senttimetreinä (cm).

$$h = g \cdot t^2 \cdot 8^{-1}$$

h = painopisteen nousukorkeus, senttimetreinä (cm)

g = 9.81 m · s⁻², maanvetovoiman kiihtyvyys

t = mitattu lentoaika, sekuntia (s)

New Test-kontaktimatto, hyppytestit:

- Kumi NT 652M

- Maton koko 120 x 90 x 0.7 cm

- Optio 270 x 90 x 0.7 cm.

(New Test User Manual 2004).

5.3 KILPAILUMENESTYS

Urheilijoiden kilpailumenestykseen perustuva järjestys saatiin talven kilpailusijoitusten mukaan saatujen yhteispisteiden perusteella. Kilpailuista eniten pisteitä saanut urheilija sai SPSS-analysointiohjelmaan numeron yksi ja siitä edespäin. Kilpailumenestyksen perusteella annettuja sijoituksia verrattiin testien tuloksiin, joista vertasimme sijoitusten korrelaatiota eri fyysisten ominaisuuksien testimenestykseen. Tytöille ja pojille suoritettiin eri analysointi, koska heidän kilpailumenestystä ei voi verrata tasavertaisesti toisiinsa erilaisten ratojen ja kilpailijamäärien vuoksi.

5.4 TULOSTEN ANALYSOINTI

Tuloksista laskettiin keskiarvot sekä keskihajonnat Microsoft Office Excel 2003 taulukkolaskentaohjelmalla. Testikertojen välisiä muutoksia analysoitiin SPSS-Wilcoxonin kahden toisistaan riippuvaisen näytteen testillä. Kilpailukauden testituloksien ja kilpailumenestyksen välille laskettiin SPSS-Pearsonin korrelaatiokerroin. Tulokset olivat tilastollisesti merkittäviä kun $p \leq 0,05$. Tilastolliset analyysit suoritettiin SPSS Windows 14.0 versiolla.

6 TUTKIMUKSEN LAATUKRITEERIT

Testit suoritettiin vakioituissa ja valvotuissa olosuhteissa, testauslaitteet kalibroitiin ennen testejä. Testikerrat järjestettiin aina iltapäivälle, joten vuorokausi rytmi pysyi saman. Testitilassa oli välillä melua, joka on saattanut hieman vaikuttaa joidenkin testihenkilöiden tasapainotestin tuloksiin. Urheilijoiden etukäteen suoritettavia valmisteluita testeihin emme ole voineet kontrolloida, joten lepo- ja ravintoasiat ennen testejä eivät ole olleet vakioituja.

Testaus laitteet sekä testimenetelmät ja mittaukset ovat helppo käyttöisiä, luotettavia ja helposti toistettavia. Testien tulokset ovat luotettavia. Pienen tutkimusjoukon takia tuloksia ei voida yleistää lajiin vaan ne ovat suuntaa antavia. Kvantitatiivisen tutkimuksemme laatuksiteerit ovat testihenkilöille suoritettavien testien luotettavuus sekä toistettavuus (Burton – Miller 1998, 110, 117 – 119).

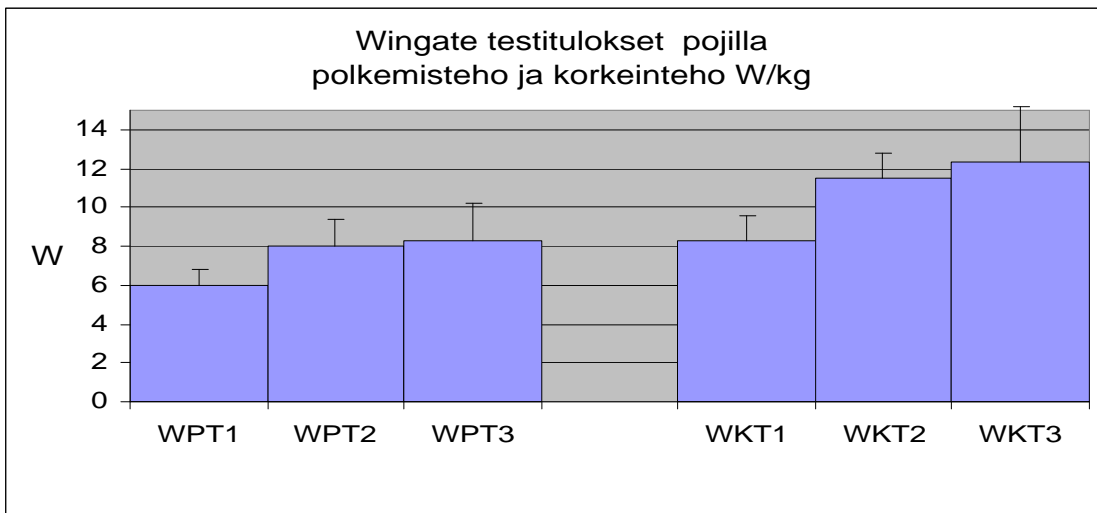
7 TUTKIMUSTULOKSET

Testitulokset ovat ilmoitettuna kolmelta eri testikerralta keskiarvoina. Testien tuloksien jälkeen ovat tuloksien keskihajonnat. Tuloksien sekä keskihajontojen perässä ovat tuloksien merkitsevyys eli tapahtuiko tuloksissa testikertojen välillä tilastollisesti merkitsevää kehitystä sekä kolmannen testikerran tulosten korrelointi kilpailumenestykseen niin pojilla kuin tytöillä, mikäli merkittävyyttä on ollut.

7.1 KESTÄVYYSTESTIT

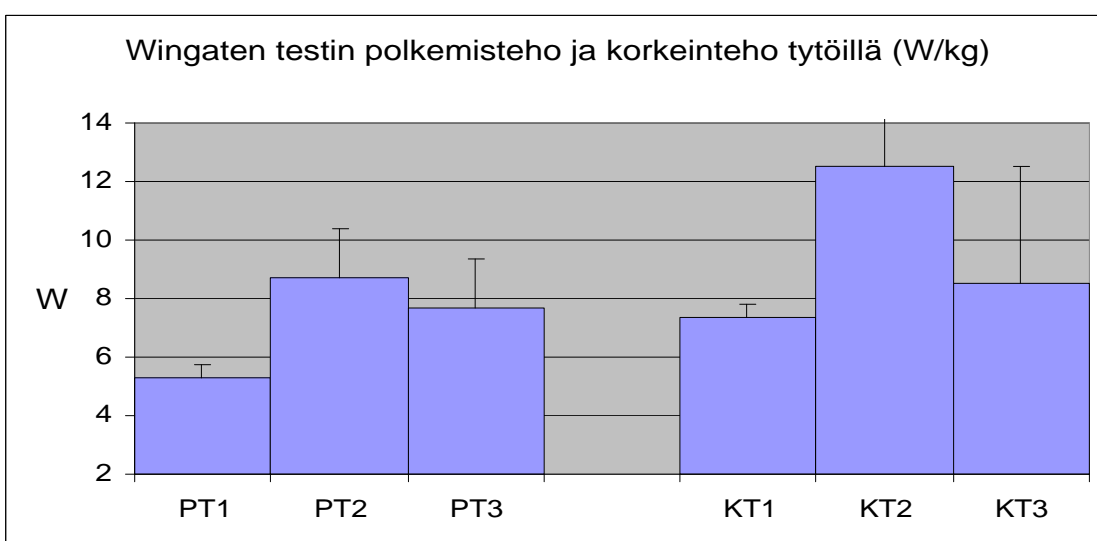
7.1.1 Wingaten 60 sekunnin polkupyöräergometritesti

Ensimmäisellä testikerralla poikien keskimääräinen polkemisteho oli keskiarvona 5,9 W/kg \pm 0,8. Korkein polkemisteho ensimmäisellä testikerralla oli 8,1 W/kg \pm 1,3. Toisella testikerralla keskimääräinen polkemisteho oli 8,1 W/kg \pm 1,4. Korkein polkemisteho toisella testikerralla oli 11,4 W/kg \pm 1,3. Kolmannella testikerralla keskimääräinen polkemisteho oli 8,2 W/kg \pm 1,9. Korkein polkemisteho kolmannella testikerralla oli 12,3 W/kg \pm 2,9. Kuviossa 2 poikien Wingate polkupyöräergometritestin tulokset. Wingaten 60 sekunnin polkupyöräergometritestissä poikien osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



Kuvio 2. Wingate 60 sekunnin polkupyöraergometritestin tulokset pojilla.

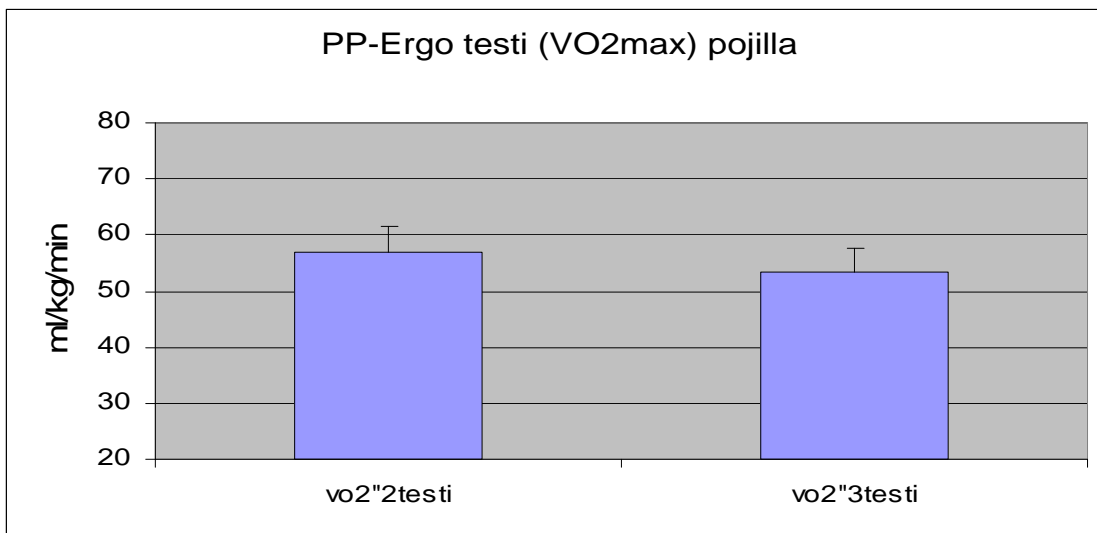
Ensimmäisellä testikerralla tyttöjen keskimääräinen polkemisteho oli keskiarvona $5,3 \text{ W/kg} \pm 0,4$. Korkein polkemisteho ensimmäisellä testikerralla oli $7,4 \text{ W/kg} \pm 0,49$. Toisella testikerralla keskimääräinen polkemisteho oli $8,7 \text{ W/kg} \pm 1,7$. Korkein polkemisteho toisella testikerralla oli $12,5 \text{ W/kg} \pm 2,1$. Kolmannella testikerralla keskimääräinen polkemisteho oli $7,7 \text{ W/kg} \pm 1,7$. Korkein polkemisteho kolmannella testikerralla oli $8,5 \text{ W/kg} \pm 4$. Kuviossa 3 tyttöjen Wingate polkupyöraergometritestin tulokset. Wingaten 60 sekunnin polkupyöraergometritestissä tyttöjen osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, mutta kolmannen testikerran tulos korkeimman polkemistehon osalta korreloi kilpailumenestystä tilastollisesti merkitsevästi ($p \leq 0,025$).



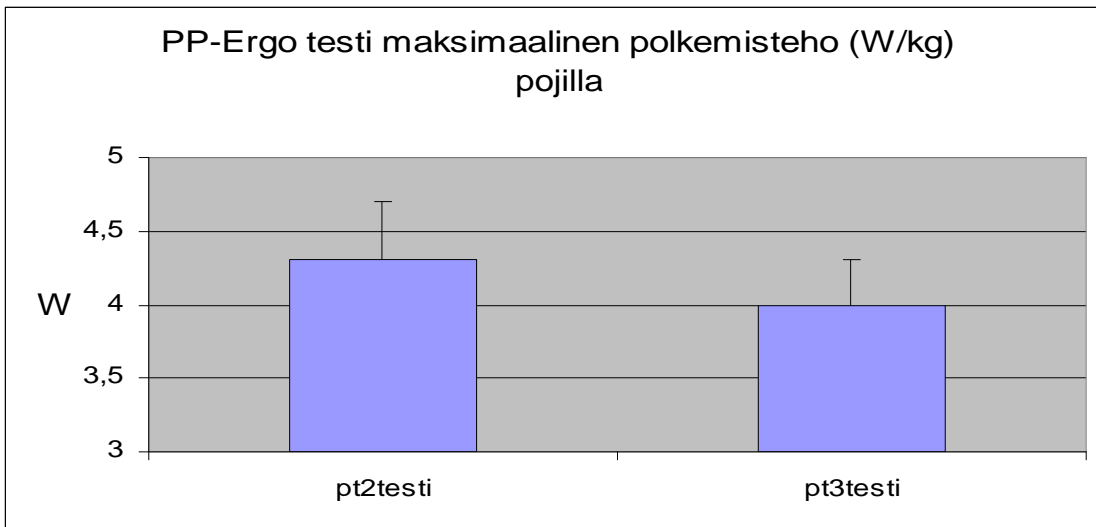
Kuvio 3. Wingate 60 sekunnin polkupyöraergometritestin tulokset tytöillä.

7.1.2 Epäsuora maksimaalinen polkupyöraergometritesti

Ensimmäisellä testauskerralla ei suoritettu aerobisen kestävyyskunnan epäsuoraa maksimaalista polkupyöraergometritestiä. Maksimaalinen hapenkulutus VO₂max pojilla, toisella testikerralla oli keskiarvona 57 ml/kg/min ± 4,7. Maksimaalinen polkemisteho toisella testikerralla oli 4,35 W/kg ± 0,4. Kolmannella testikerralla VO₂max oli 53 ml/kg/min ± 4,2. Maksimaalinen polkemisteho kolmannella testikerralla oli 4 W/kg ± 0,3. Kuviossa 4 ja 5 poikien polkupyöraergometritestin tulokset. Epäsuorassa maksimaalisessa polkupyöraergometritestissä poikien osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.

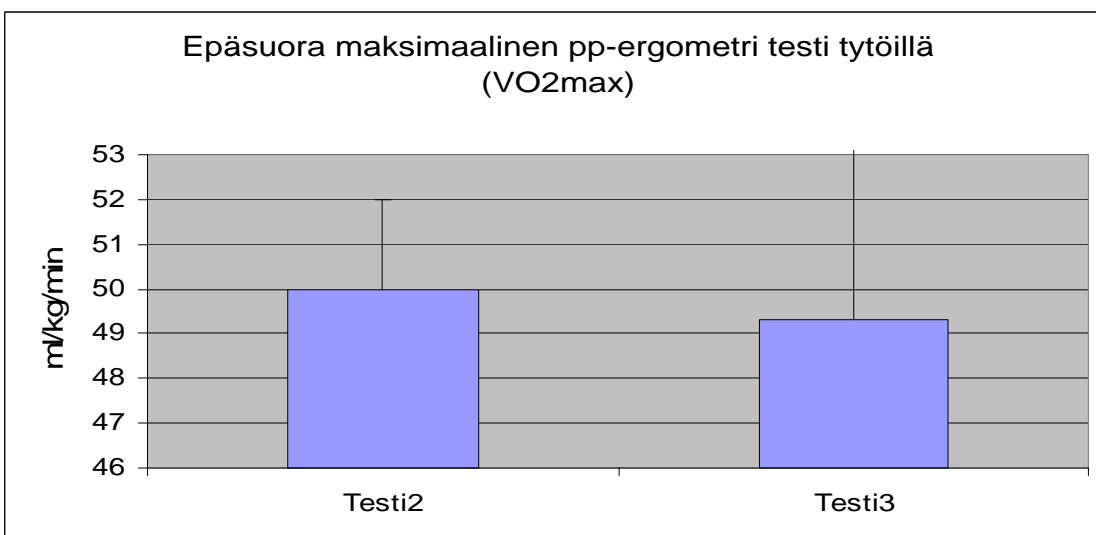


Kuvio 4. Epäsuoran maksimaalisen polkupyöraergometritestin tulokset, VO₂max pojilla.

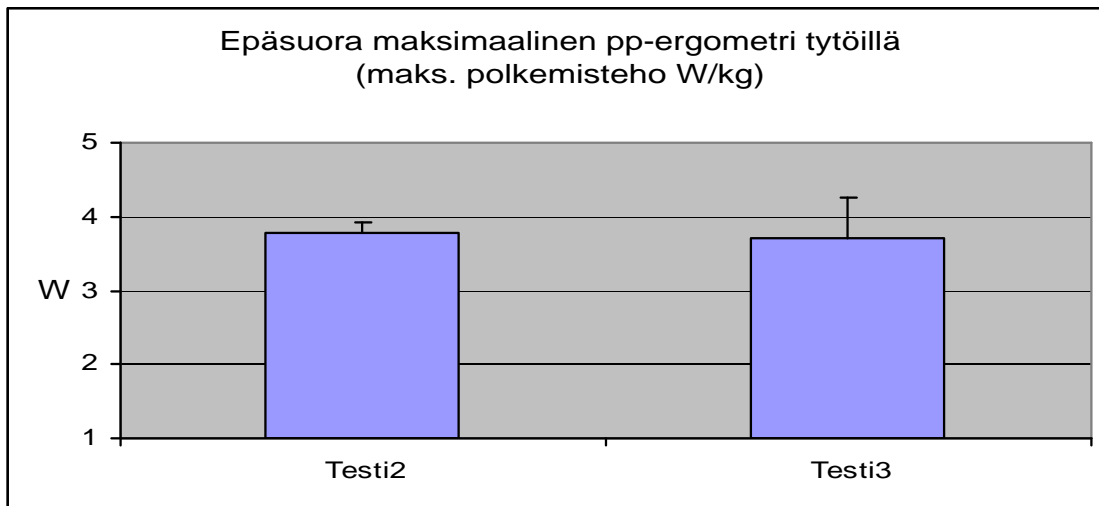


Kuvio 5. Epäsuoran maksimaalisen polkupyöraergometritestin tulokset pojilla, maksimaalinen polkemisteho (W/kg).

Ensimmäisellä testauksella tytötkään eivät suorittaneet aerobisen kestävyyskunnan epäsuoraa maksimaalista polkupyöraergometritestiä. Maksimimaalinen hapenkulutus VO₂max tytöillä, toisella testikerralla oli keskiarvona 50 ml/kg/min ± 2. Maksimaalinen polkemisteho toisella testikerralla oli 3,77 W/kg ± 0,15. Kolmannella testikerralla VO₂max oli 49,25 ml/kg/min ± 6,5. Maksimaalinen polkemisteho kolmannella testikerralla oli 3,71 W/kg ± 0,54. Kuvioissa 6 ja 7 tyttöjen polkupyöraergometritestin tulokset Epäsuorassa maksimaalisessa polkupyöraergometritestissä tyttöjen osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



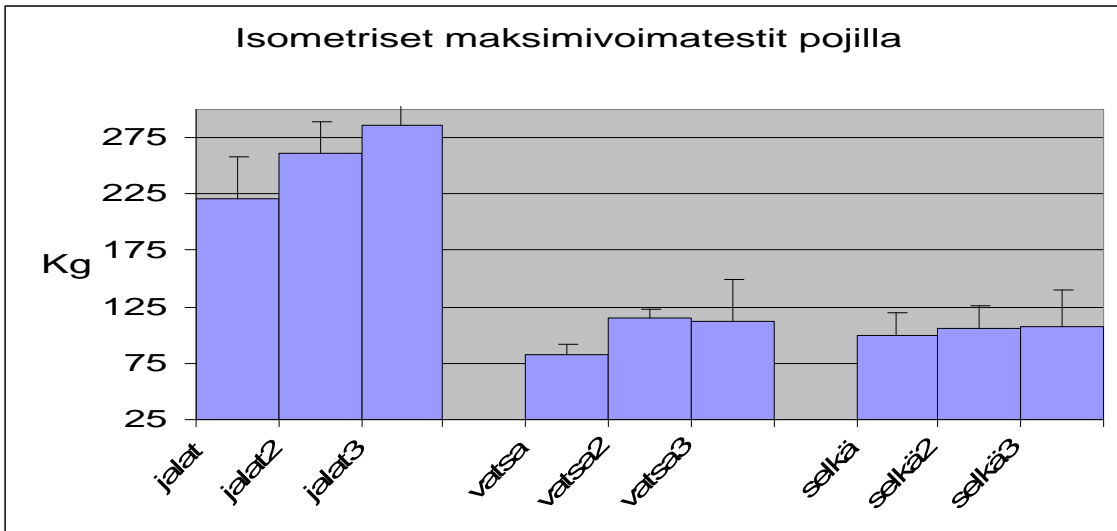
Kuvio 6. Epäsuoran maksimaalisen polkupyöraergometritestin tulokset, VO₂max tytöillä.



Kuvio 7. Epäsuoran maksimaalisen polkupyöräergometritestin tulokset tytöillä, maksimaalinen polkemisteho (W/kg).

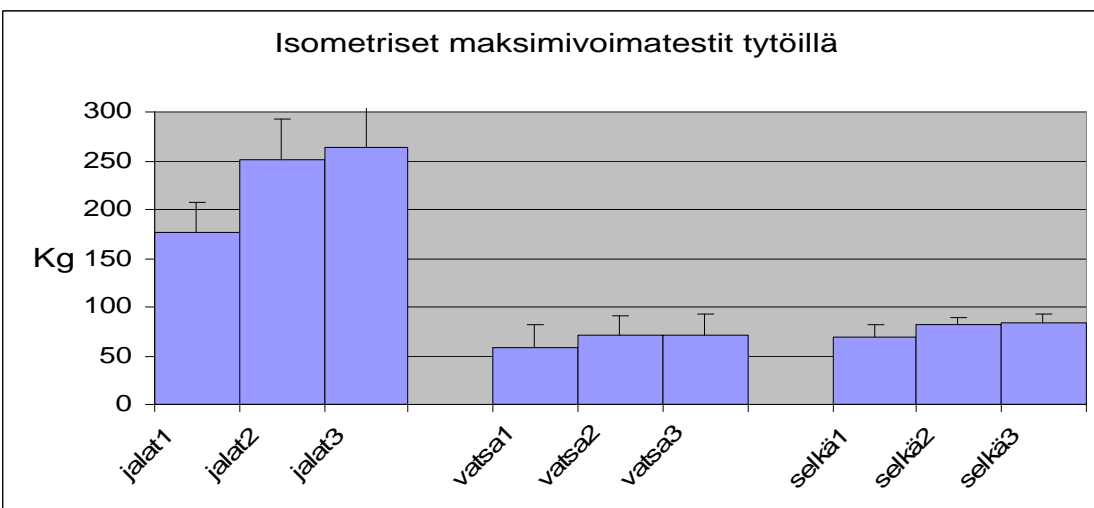
7.2 ISOMETRISET MAKSIMIVOIMATESTIT

Keskiarvo tulokset isometrisissä maksimivoimatesteissä pojilla olivat, jalkaprässin ensimmäisellä testikerralla 221,5 kg ± 36,7. Toisella testikerralla tulos oli 261 kg ± 28,8. Kolmannella testikerralla tulos oli 286 kg ± 62,4. Vartalonkoukistajien testissä pojilla, ensimmäisellä testikerralla tulos oli keskiarvona 82,5 kg ± 10. Toisella testikerralla tulos oli 114,75 kg ± 8,4. Kolmannella testikerralla tulos oli 111,5 kg ± 37,7. Vartalonojentajien testissä, pojilla ensimmäisellä testikerralla keskiarvo tulos oli 99 kg ± 20,6. Toisella testikerralla tulos oli 106 kg ± 19,5. Kolmannella testikerralla tulos oli 107 kg ± 33,7. Kuviossa 8 on poikien isometrinen maksimivoimatestientulokset. Isometrisissä maksimivoimatesteissä poikien osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



Kuvio 8. Isometristen maksimivoimatestien tulokset pojilla.

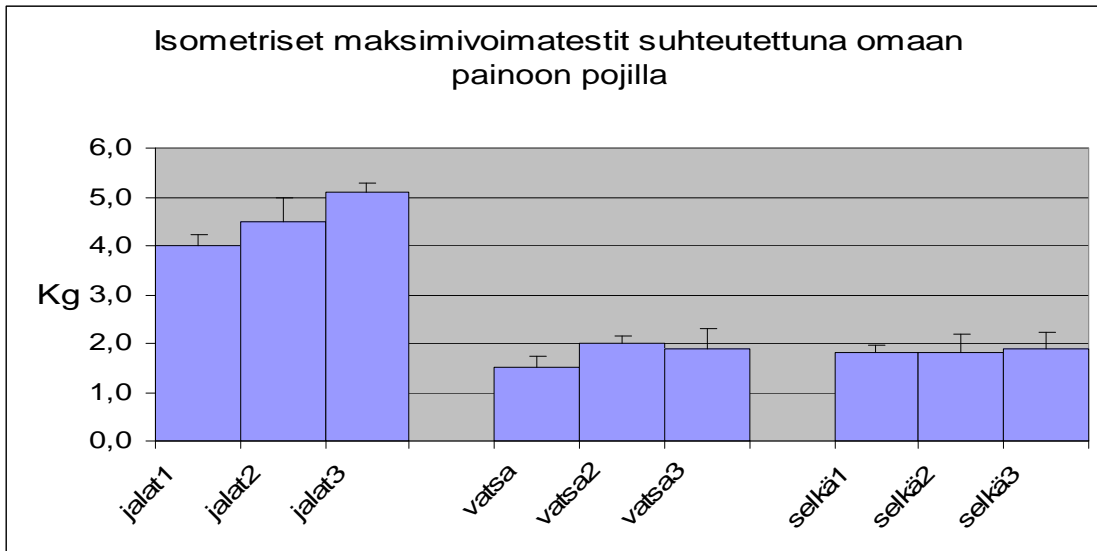
Isometrisissä maksimivoimatesteissa tytöillä, jalkaprässin tulos ensimmäisellä testikerralla oli keskiarvona 237 kg ± 29,7. Toisella testikerralla tulos oli 251,3 kg ± 41,2. Kolmannella testikerralla tulos oli 263,6 kg ± 52. Vartalonkoukistajien testissä tytöillä, ensimmäisellä testikerralla tulos oli keskiarvona 71,3 kg ± 23,9. Toisella testikerralla tulos oli 71 kg ± 21,7. Kolmannella testikerralla tulos oli 70,75 kg ± 21,3. Vartalojentajien testissä tytöillä, ensimmäisellä testikerralla tulos oli keskiarvona 68,3 kg ± 13,1. Toisella testikerralla tulos oli 81 kg ± 8,7. Kolmannella testikerralla tulos oli 84,25 kg ± 8,7. Kuviossa 9 on tyttöjen isometristen maksimivoimatestientulokset. Isometrisissä maksimivoimatesteissa tyttöjen osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



Kuvio 9. Isometristen maksimivoimatestien tulokset tytöillä.

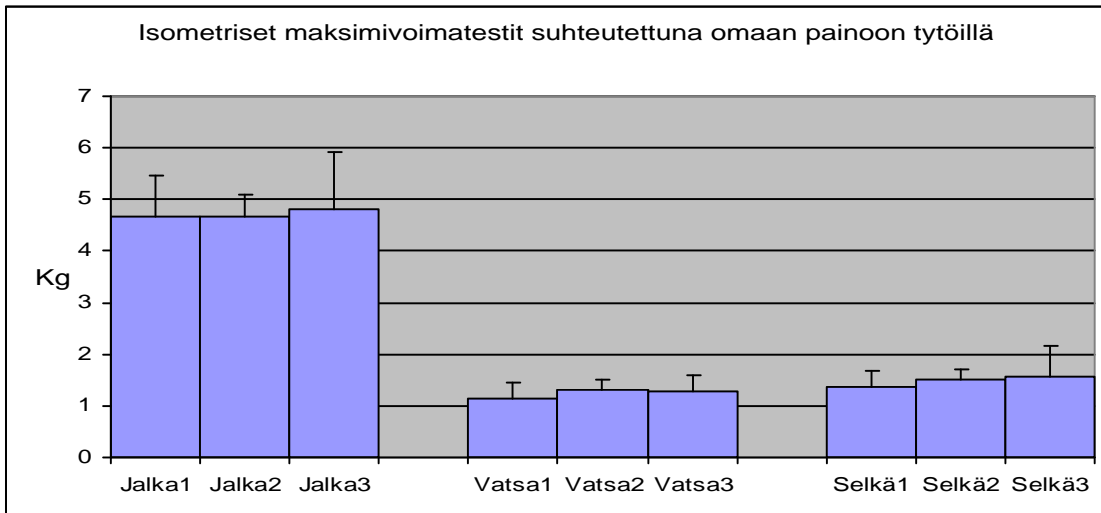
Omaan painoon suhteutettuna isometristen maksimivoimatestientulos pojilla jalkaprässissä ensimmäisellä testikerralla oli 4 kg ± 0,2. Toisella testikerralla tulos oli 4,5 kg, ± 0,5. Kolmannella testikerralla tulos oli 5,1 kg ± 0,2. Vartalonkoukistajien testissä pojilla, ensimmäisellä testikerralla tulos 1,7 kg ± 0,2. Toisella testikerralla tulos oli 2 kg ± 0,1. Kolmannella testikerralla tulos oli 2,2 kg

$\pm 0,4$. Vartalojohtajien testissä pojilla, ensimmäisellä testikerralla tulos oli $1,8 \text{ kg} \pm 0,2$. Toisella testikerralla tulos oli $1,8 \text{ kg} \pm 0,4$. Kolmannella testikerralla tulos oli $1,9 \text{ kg} \pm 0,4$. Kuviossa 10 on poikien isometristen maksimivoimatestien tulokset suhteutettuna omaan painoon. Omaan painoon suhteutettuna isometrisissä maksimivoimatesteissä poikien osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



Kuvio 10. Isometristen maksimivoimatestien tulokset suhteutettuna omaan painoon pojilla.

Omaan painoon suhteutettuna isometristen maksimivoimatestien tulos tytöillä, jalkaprässissä ensimmäisellä testikerralla oli $4,7 \text{ kg} \pm 0,8$. Toisella testikerralla tulos oli $4,7 \text{ kg} \pm 0,4$. Kolmannella testikerralla tulos oli $4,8 \text{ kg} \pm 1,1$. Vartalonkoukistajien testissä tytöillä, ensimmäisellä testikerralla tulos oli $1,1 \text{ kg} \pm 0,3$. Toisella testikerralla tulos oli $1,3 \text{ kg} \pm 0,2$. Kolmannella testikerralla tulos oli $1,3 \text{ kg} \pm 0,3$. Vartalojohtajien testissä tytöillä, ensimmäisellä testikerralla tulos oli $1,4 \text{ kg} \pm 0,3$. Toisella testikerralla tulos oli $1,5 \text{ kg} \pm 0,2$. Kolmannella testikerralla tulos oli $1,6 \text{ kg} \pm 0,6$. Kuviossa 11 tyttöjen isometristen maksimivoimatestien tulokset suhteutettuna omaan painoon. Omaan painoon suhteutettuna isometrisissä maksimivoimatesteissä tyttöjen osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, mutta kolmannen testikerran tulos vartalonkoukistajien omaan painoon suhteutettuna korreloi kilpailumenestystä melkein merkitsevällä p-arvolla ($p \leq 0,030$).

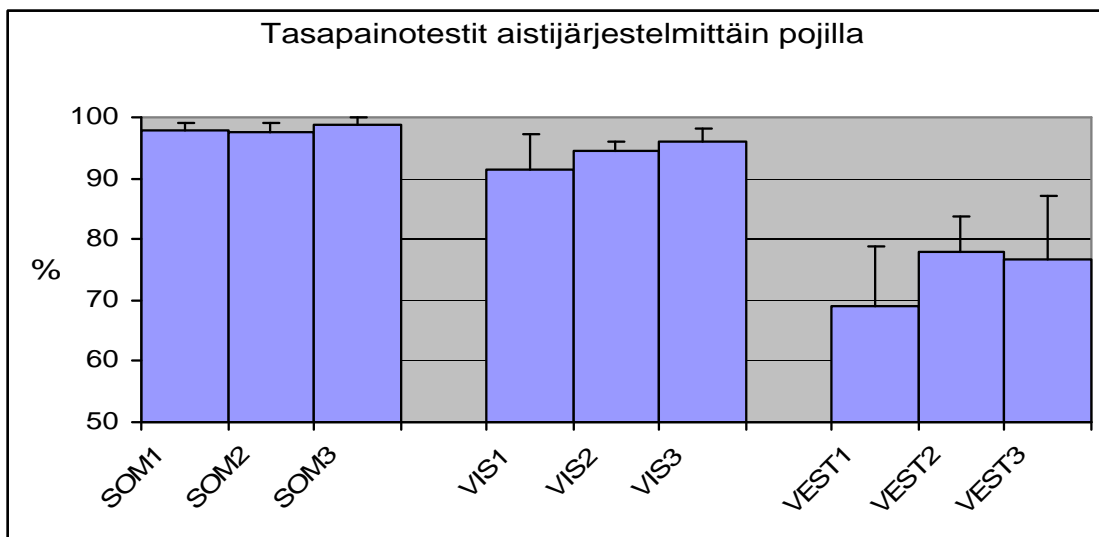


Kuvio 11. Isometristen maksimivoimatestien tulokset suhteutettuna omaan painoon tytöillä.

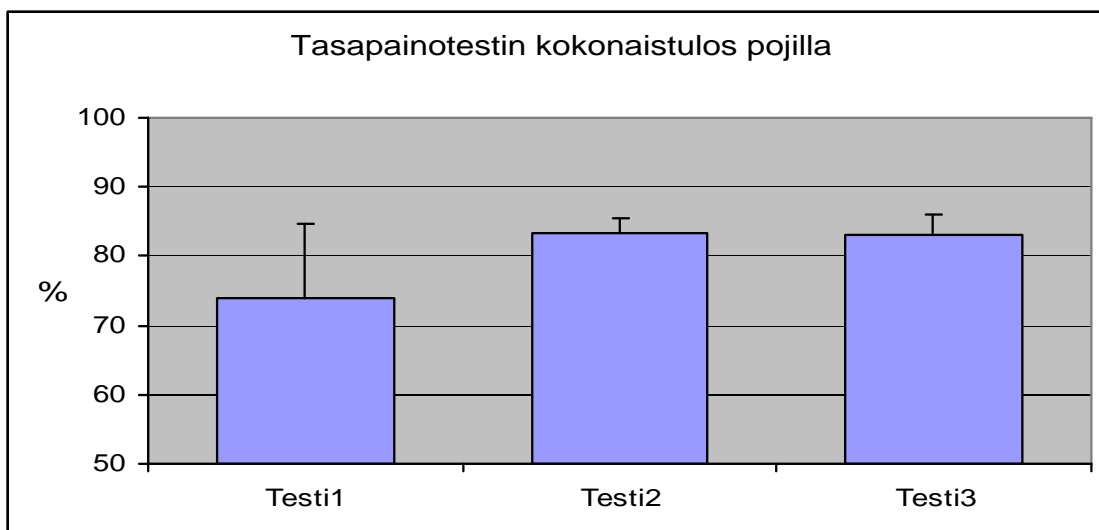
7.3 TASAPAINOTESTIT

7.3.1 Normaali tasapainotesti (SOT)

Tasapainotestissä aistijärjestelmittäin pojilla, ensimmäisellä testikerralla keskiarvo tulokset olivat SOM 97,9 % ± 1,2. VIS 91,4 % ± 5,9. VEST 54,7 % ± 9,7. Kokonaistestitulokset 73,8 % ± 10,8. Toisella testikerralla tulokset olivat SOM 97,5 % ± 1,5. VIS 94,6 % ± 1,5. VEST 77,8 % ± 1,8. Kokonaistestitulokset oli 83,3 % ± 8,2. Kolmannella testikerralla tulokset olivat SOM 97,5 % ± 1,3. VIS 94,5 % ± 2,2. VEST 77 % ± 10,2. Kokonaistestitulokset oli 83 % ± 2,9. Kuviossa 12 ja 13 poikien tasapainotestien tulokset. Normaali tasapainotestin (SOT) tuloksissa poikien osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.

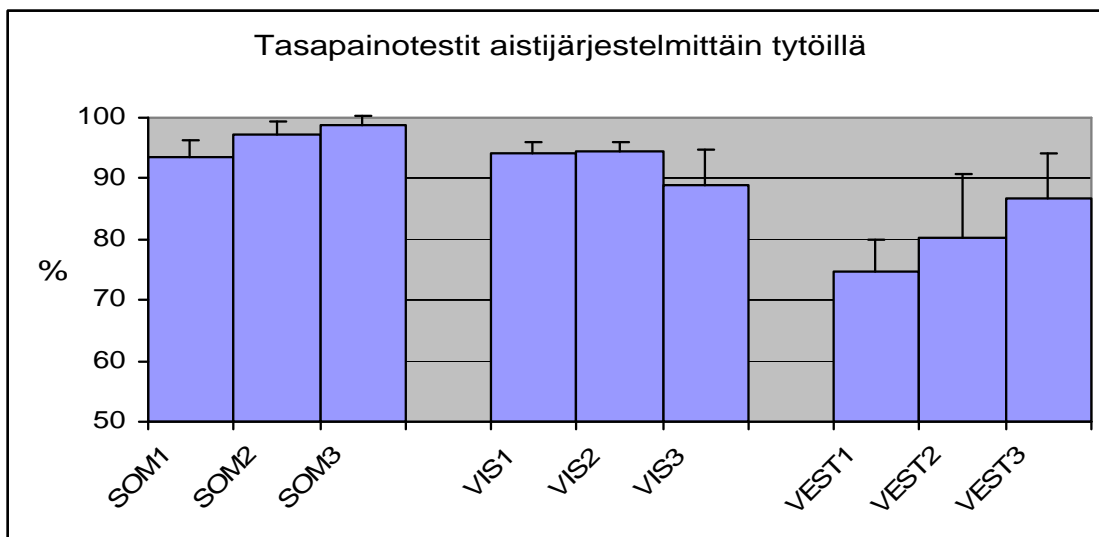


Kuvio 12. Tasapainotesti tulokset aistijärjestelmittäin pojilla.

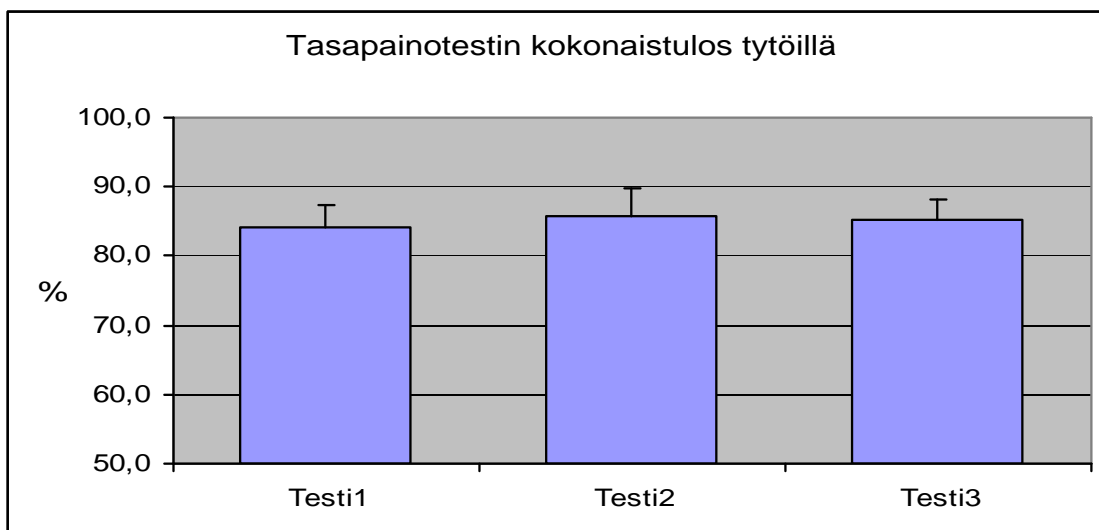


Kuvio 13. Tasapainotestien kokonaistulos pojilla.

Tasapainotestissä aistijärjestelmittäin tytöillä, ensimmäisellä testikerralla keskiarvo tulokset olivat SOM 93,5 % ± 2,7. VIS 94,1 % ± 1,8. VEST 74,8 % ± 5,2. Kokonaistestitulokset olivat 84,3 % ± 3,1. Toisella testikerralla tulokset olivat SOM 97,3 % ± 2,2. VIS 94,5 % ± 1,5. VEST 80,1 % ± 10,5. Kokonaistestitulokset olivat 85,7 % ± 4,2. Kolmannella testikerralla tulokset olivat SOM 98,7 % ± 1,6. VIS 89 % ± 5,8. VEST 87 % ± 7,3. Kokonaistestitulokset olivat 85,3 % ± 2,9. Kuvioissa 14 ja 15 tyttöjen tasapainotestien tulokset. Normaali tasapainotestin (SOT) tuloksissa tyttöjen osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



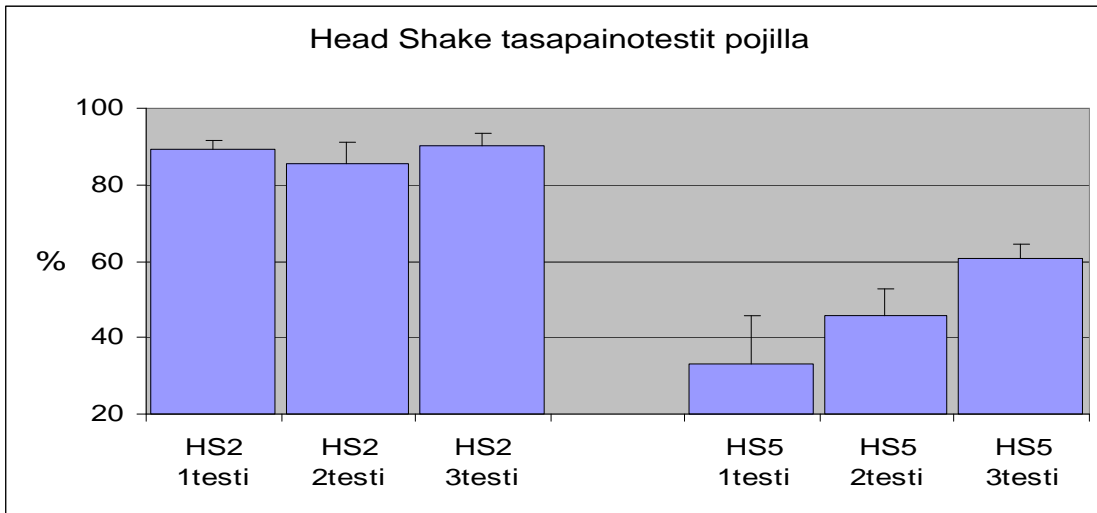
Kuvio 14. Tasapainotesti tulokset aistijärjestelmittain tytöillä.



Kuvio 15. Tasapainotestien kokonaistulos tytöillä.

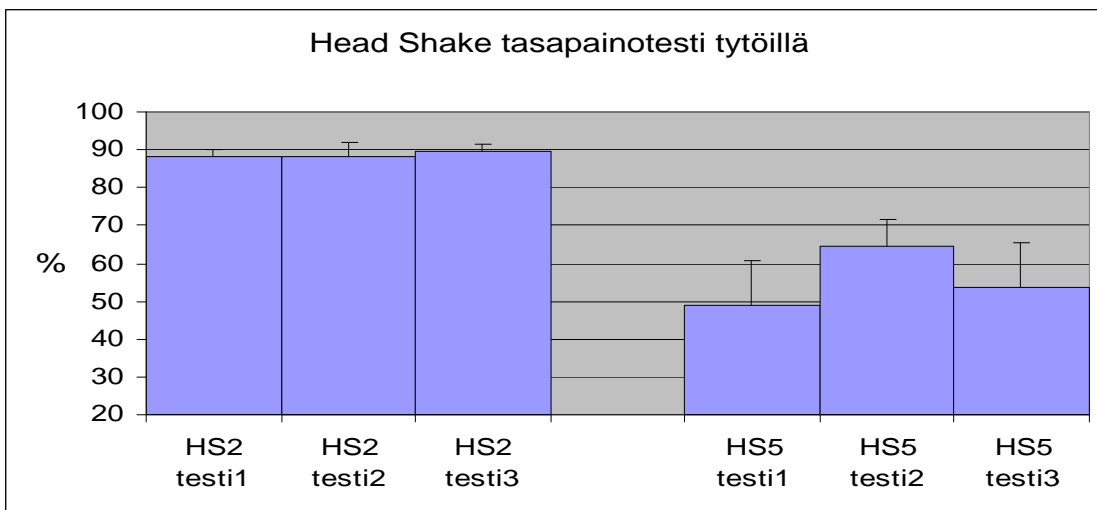
7.3.2 Päänkääntötesti (Head Shake)

Päänkääntötesteissä pojilla, ensimmäisellä kerralla keskiarvo tulokset olivat HS-2:ssa 89,3 % ± 2,2. HS-5:ssa 32,9 % ± 12,7. Toisella testikerralla tulokset olivat HS-2 85,4 % ± 5,5. HS-5 45,5 % ± 7,2. Kolmannella kerralla tulokset olivat HS-2 91 % ± 2,9. HS-5 59,3 % ± 3,7. Kuviossa 16 poikien päänkääntötestin tulokset. Päänkääntötesti (Head Shake) tuloksissa pojilla ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



Kuvio 16. Head Shake-tasapainotesti tulokset pojilla.

Päänkääntötesteissä tytöillä, ensimmäisellä testikerralla keskiarvo tulokset olivat HS-2:ssa 88 % ± 2,9. HS-5:ssa 49 % ± 11,9. Toisella testikerralla tulokset olivat HS-2 88 % ± 3,7. HS-5 64,5 % ± 7,4. Kolmannella kerralla tulokset olivat HS-2 89,7 % ± 1,8. HS-5 53,6 % ± 11,9. kuviossa 17 tyttöjen päänkääntötestin tulokset. Päänkääntötesti (Head Shake) tuloksissa tyttöjen osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.

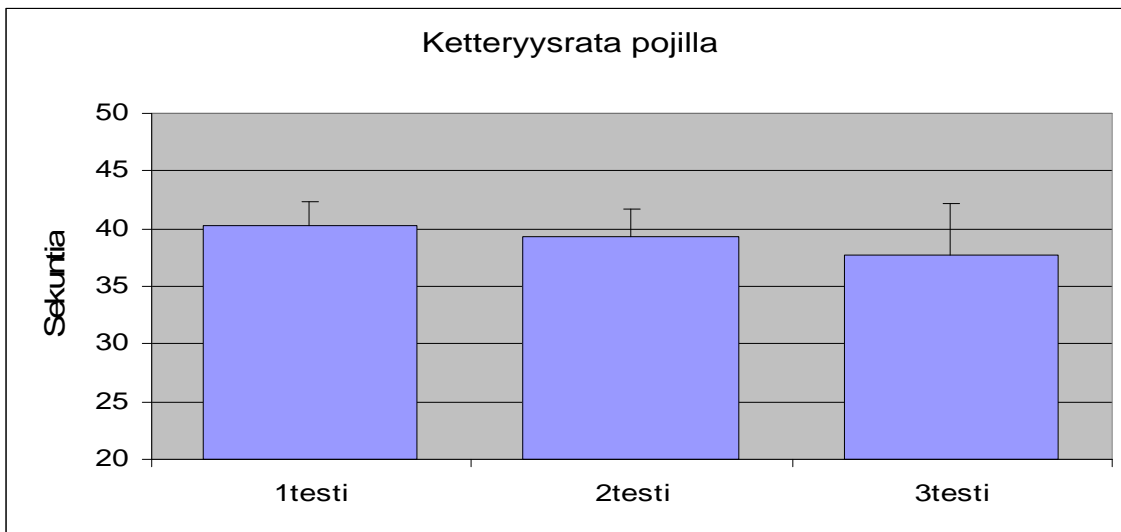


Kuvio 17. Head Shake-tasapainotesti tulokset tytöillä.

7.4 KETTERYYSRATA

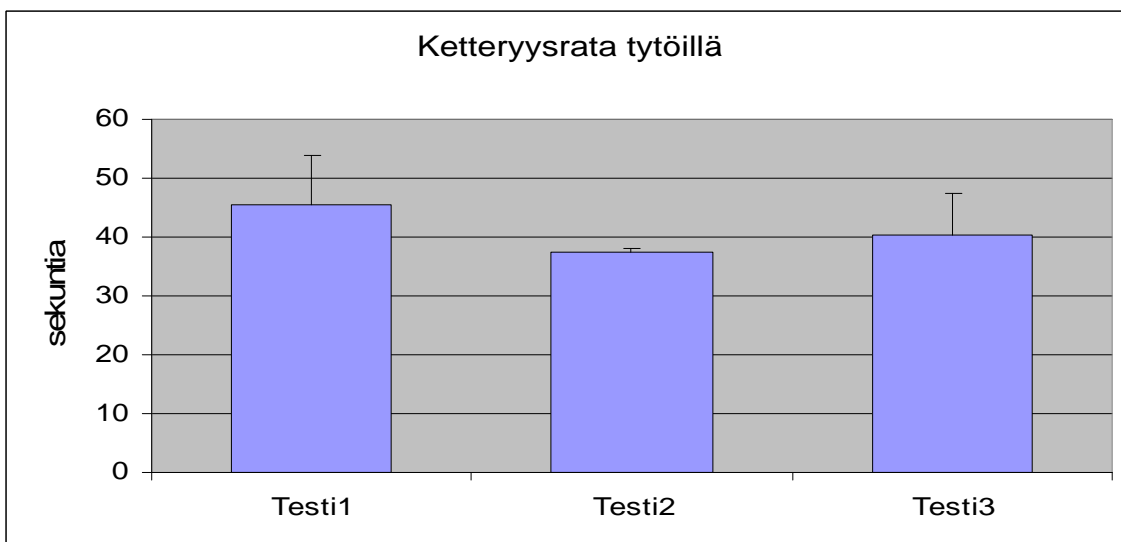
Ketteryystestissä pojilla, ensimmäisellä testikerralla rata suoritettiin keskiarvona ajalla 40,18 s ± 2,2. Toisella testikerralla ajalla 39,34 s ± 2,4. Kolmannella testikerralla ajalla 37,74 s ± 4,5.

Kuviossa 18 poikien ketteryysradan tulokset. Ketteryys testissä poikien osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



Kuvio 18. Ketteryysradan tulokset pojilla.

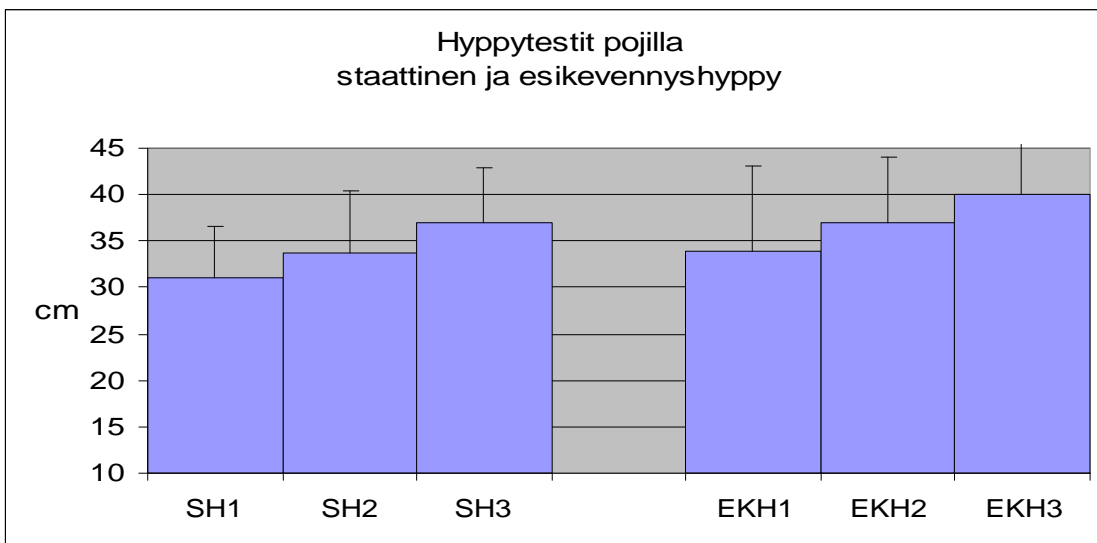
Ketteryystestissä tytöillä, ensimmäisellä testikerralla rata suoritettiin keskiarvo ajassa 45,53 s ± 8,31. Toisella testikerralla ajassa 37,35 s ± 0,63. Kolmannella testikerralla ajassa 40,29 s ± 7,37. Kuviossa 19 tyttöjen ketteryysradan tulokset. Ketteryystestissä tyttöjen osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



Kuvio 19. Ketteryysradan tulokset tytöillä.

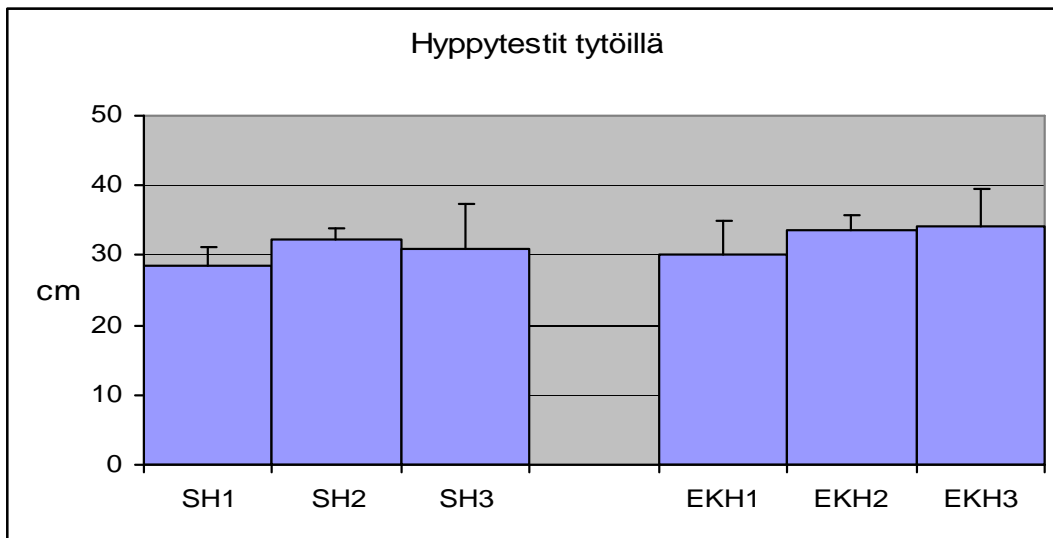
7.5 HYPPYTESTIT

Staattisessa hyppytestissä pojilla, ensimmäisellä testikerralla keskiarvo tulos oli 31 cm ± 5,6 Toisella testikerralla tulos oli 33,75 cm ± 6,7. Kolmannella testikerralla tulos oli 37 cm ± 5,9. Esikevennys hyppytestissä pojilla, ensimmäisellä testikerralla keskiarvo tulos oli 34 cm ± 9. Toisella testikerralla tulos oli 37 cm ± 7,1. Kolmannella testikerralla tulos oli 39,5 cm ± 8,2. Kuviossa 20 poikien hyppytestien tulokset. Hyppytesteissä poikien osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



Kuvio 20. Hyppytestien tulokset pojilla, staattinen- ja esikevennyshyppy.

Staattisessa hyppytestissä tytöillä, ensimmäisellä testikerralla tulos oli 28,5 cm ± 2,64 Toisella testikerralla tulos oli 32,33 cm ± 1,53. Kolmannella testikerralla tulos oli 31 cm ± 6,27. Esikevennys hyppytestissä tytöillä, ensimmäisellä testikerralla keskiarvo tulos oli 30 cm ± 4,9. Toisella testikerralla tulos oli 33,66 cm ± 2,1. Kolmannella testikerralla tulos oli 34,25 cm ± 5,3. Kuviossa 21 tyttöjenhyppytestien tulokset. Hyppytesteissä tyttöjen osalta ei tapahtunut tilastollisesti merkitsevää kehitystä, eikä ollut korrelaatiota kilpailumenestykseen.



Kuvio 21. Hyppytestien tulokset tytöillä, staattinen- ja esikevennyshyppy.

8 POHDINTA

8.1 TÄRKEIMMÄT TULOKSET

Wingate 60 sekunnin polkupyöräergometritestissä poikien tuloksissa oli jokaisen testikerran välissä kehitystä. Poikien tuloksien kehittyminen oli tilastollisesti melkein merkitsevää ($p \leq 0,068$). Tyttöjen testeissä tapahtui kehitystä ensimmäisen ja toisen testin välillä, mutta toisen ja kolmannen testin

välissä tulokset putosivat huomattavasti. Kuitenkin ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä tapahtui pientä kehittymistä

Epäsuoraa maksimaalista polkupyöräergometritestiä ei suoritettu ensimmäisissä testeissä, toisen testikerran tulokset laskivat verrattuna kolmanteen testikertaan sekä pojilla että tytöillä hieman.

Isometrisissä maksimivoimatesteissä tapahtui poikien osalta kehitystä tuloksissa suhteutettuna omaan painoon, joka on kasvavilla nuorilla, ehkä se tasaväkisin vertailukeino, koska jokaisen kasvu ja kehitys tapahtuvat hieman eri aikaan. Jalkojen ojentajien sekä vartalojentajien tuloksissa tapahtui tilastollisesti melkein merkitsevää kehitystä ($p \leq 0,068$). Tytöillä tulokset pysyivät suurin piirtein samalla tasolla kun katsotaan tuloksia suhteutettuna omaan painoon. Sekä tytöillä että pojilla tapahtui kuitenkin hyvää kehitystä jos katsotaan suoria testituloksia. Ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä kehitys oli hieman suurempi, joten kehitystä on tapahtunut myös kilpailukauden aikana. Tytöillä vartalojentajientestissä tapahtui tilastollisesti melkein merkitsevää kehitystä ($p \leq 0,068$). Jalkojen ojentajien tuloksissa tapahtui melkein merkitsevää kehitystä ($p \leq 0,082$). Vartalonkougistajien tuloksissa oli korrelaatiota kilpailumenestykseen tilastollisesti merkitsevästi ($p \leq 0,030$).

Normaalissa tasapainotestissä (SOT) aistijärjestelmittain, pojilla ei tapahtunut kehitystä (SOM - somatosensorisen eli kykyä käyttää nivelten, jänteiden ja lihasten viestiä tasapainon ylläpidossa) eikä (VIS - visuaalisen eli kykyä käyttää näköaistia tasapainon ylläpidossa) osalta testikertojen välillä. (VEST – vestibulaarinen eli kykyä käyttää sisäkorvan tasapainoelintä tasapainon ylläpidossa) kehittyi ensimmäisen ja toisen testikerran välillä, toisen ja kolmannen testikerran välillä kehitystä ei enää tapahtunut. Ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä (VEST) vestibulaarinen kuitenkin kehittyi. Tasapainotestin kokonaistulos pojilla parani ensimmäisen ja toisen testikerran välillä, toisen ja kolmannen testikerran välillä tulos ei enää parantunut, mutta ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä tulos parani.

Normaali tasapainotesti (SOT) aistijärjestelmittain, tytöillä tapahtui pientä kehitystä (SOM) somatosensorisen osalta jokaisen testikerran välillä. (VIS) visuaalisen osalta ensimmäisen ja toisen testikerran välillä ei tapahtunut kehitystä, toisen ja kolmannen testikerran välillä tulos huononi hieman. Ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä (VIS) visuaalisen testitulokset huononi hieman. (VEST) vestibulaarinen kehittyi jokaisen testikerran välillä. Tasapainotestin kokonaistulos tytöillä parani ensimmäisen ja toisen testikerran välillä tilastollisesti melkein merkitsevästi ($p \leq 0,056$). Toisen ja kolmannen testikerran välillä tulos ei enää parantunut, mutta ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä tulos parani.

Päänkääntötesti (Head Shake) HS–2 osalta kiinteällä alustalla, poikien testitulos ensimmäisen ja toisen testikerran välillä hieman huononi, toisen ja kolmannen testikerran välillä tulos parantui ja ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä tulos myös hieman parantui. HS–5 osalta testihenkilön huojunnan mukaan liikkuvalla alustalla, poikien testitulos parantui jokaisen testauskerran välillä.

Päänkääntötesti (Head Shake) HS–2 osalta kiinteällä alustalla, tyttöjen testitulos ensimmäisen ja toisen testikerran välillä pysyi samana, toisen ja kolmannen testikerran välillä tulos hieman parantui ja ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä tulos myös hieman parantui. HS–5 osalta testihenkilön huojunnan mukaan liikkuvalla alustalla, tyttöjen testitulos parantui ensimmäisen ja toisen testauskerran välillä, toisen ja kolmannen testauskerran välillä tulos huononi ja ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä tulos parantui.

Ketteryysradan suorittamisaika parani joka testikerralla poikien osalta hieman. Tyttöjen ketteryysradan suoritus aika parani ensimmäisen ja toisen testikerran välillä, mutta toisen ja kolmannen testin välillä aika heikentyi hieman. Ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä aika parani kuitenkin hieman.

Hyppytesteissä tapahtui pojilla pientä kehitystä jokaisella testikerralla sekä staattisessa hypyssä, että esikevennetyissä hypyssä. Staattisen hypyn testissä kehittyminen oli tilastollisesti melkein merkitsevää ($p \leq 0,066$). Tyttöjen hyppytestien keskiarvoissa tapahtui pientä kehitystä ensimmäisen ja toisen testikerran välillä, mutta toisen ja kolmannen testin välillä staattisen hypyn tulos laski hieman esikevennetyn hypyn tuloksen noustessa kuitenkin hieman. Ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä oli kehitystä sekä tytöillä että pojilla.

8.2 TUTKIMUKSEN KRIITTINEN ARVOSTELU

Tutkimuksemme onnistui kokonaisuudessaan hyvin ja tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota kilpailumenestykseen löytyi, vaikkakin vain tyttöjen osalta.

Tutkimusjoukkomme oli erittäin pieni, tyttöjä (N=4) ja poikia (N=4) näin ollen tulokset eivät ole yleistettäviä. Tutkimusjoukkomme sairaudet, flunssat yms. vaikeuttivat testien suorittamista kaikille samoina päivinä.

Fyysisten ominaisuuksien testipatteristo olisi voinut olla laajempi, käsittäen esimerkiksi juoksunopeuden mittauksen, monipuolisemmat hyppytestit, vaativamman ketteryysradan sekä lajikohtaisen lasku radan kenttäolosuhteissa.

Aerobisenkestävyydentesti olisi pitänyt olla jo ensimmäisellä testikerralla mukana, koska näiden tulosten perusteella emme näe kokonaiskehitystä kauden ajalta.

Voimatason mittaamiseen jalkalihasten ojentajien voimantuoton osalta testaisimme mieluummin lisäpainoin suoritettavaa noin minuutin kestävästä toistokyykytestistä, jossa mahdollisimman suuri toistomäärä parantaa tulosta. Minuutin kestävä testi vastaisi keskimääräisen kilpailusuorituksen kestoa jalkalihasten työn osalta.

Voimatason mittaamiseen keskivartalon lihasten voimantuoton osalta niin vatsa- kuin selkälihasten eli vartalonkoukistajien sekä -ojentajien osalta testaisimme mieluummin lisäpainoin suoritettavaa noin minuutin kestävästä vatsa- ja selkälihastesta. Minuutin kestävä testi vastaisi keskimääräisen kilpailusuorituksen kestoa keskivartalonlihasten työn osalta.

Testiryhmän valmentajat saivat hyvää ja mielenkiintoista tietoa valmennettavistaan kauden kestävä seurannan perusteella. Näin he voivat verrata omia harjoitus metodejaan ja näkevät kehityksen tulokset.

Tasapainon testaamiseen käyttämämme laitteisto sekä menetelmät olivat erittäin toimivia ja ne antoivat tarkkaa tietoa tasapainon aistijärjestelmien käytöstä tasapainon ylläpidossa. Tasapainotestien tulosten analysointia hieman hankaloittavat ns. tasapainotesteihin oppiminen, koska testihenkilöille uusina testeinä nämä olivat täysin uutta, mutta seuraavalla testikerralla tasapainomittauslaite oli jo tuttu ja testihenkilöt tiesivät mitä tuleman pitää.

Jatkotutkimus voisi sisältää laajemman testipatteriston fyysistentestien osalta, lisäksi tutkimus voisi arvioida urheilijoiden laskutekniikkaa sekä kilpailukauden aikana tapahtuvaa harjoittelua niin fyysisten- ja psyykkisten ominaisuuksien kuin ravintovalmennuksen osalta. Urheilijoiden kasvaessa ja vanhetessa mukaan voisi lisätä myös kehonkoostumus mittaukset. Nuorille urheilijoille kehonkoostumusmittaukset eivät sovellu niin hyvin, koska pituuskasvu sekä kehonkoonkasvu ja kehittyminen ovat vielä kesken.

8.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

Testien tuloksista näemme, että kesällä tapahtuneen peruskuntokauden harjoittelun vaikutuksesta sekä pojilla että tytöillä pääosin kaikki fyysiset ominaisuudet, lukuun ottamatta tasapainotestien ja vartalonkoukistajien voimatestien notkahdusta, kehittivät ensimmäisen toukokuun testikerran ja toisen syyskuun testikerran välillä. Tähän vaikuttaa se, että kesällä urheilijat harjoittelivat monipuolisesti kaikkia tarvittavia ominaisuuksia.

Syyskuun toisen ja helmikuun kolmannen testikerran välillä osa ominaisuuksista kehittyi vielä, mutta toukokuun ja syyskuun kehitykseen verrattuna yleisesti ottaen tapahtui notkahdus alaspäin monissa ominaisuuksissa. Esimerkiksi tyttöjen Wingaten 60 sekunnin anaerobisen kestävyuden testissä oli havaittavissa huomattavaa heikkenemistä. Aerobisessa kestävyystestissä maksimaalinen hapenottookyky (VO_2max) heikkeni sekä tytöillä että pojilla. Helmikuun kilpailukauden testeissä tyttöjen VO_2max oli 49,25 ml/kg/min ja pojilla 53 ml/kg/min. Tutkimusten mukaan naisilla tuloksen pitäisi olla 55 ml/kg/min ja miehillä 65 ml/kg/min (Neumayr – Hoertnagl. – Pfister – Koller – Eibl – Raas 2003; Tesch 1995).

Ensimmäisen ja kolmannen testikerran välillä tapahtui jokaisen ominaisuuden kohdalla pientä kehitystä ja näin sen pitääkin olla, jotta uuden peruskuntokauden alkaessa päästäisiin aloittamaan paremmalta tasolta kuin edellisenä vuonna.

Tulosten kehittymisessä täytyy ottaa huomioon ne seikat, että kasvuiästä johtuen esimerkiksi voimaominaisuudet kehittyisivät ilman harjoitteluakin ja tasapainotestissä testikertojen toistuessa tapahtuu oppimista testiin, joka vähentää ylimääräistä jännittämistä testin aikana.

Fyysisten ominaisuuksien korrelaatiota kilpailulliseen menestykseen ei löytynyt pojilla. Tytöillä Wingate 60 sekunnin polkupyöräergometritestin korkein teho sekä vartalonkoukistajien voima olivat tilastollisesti merkitseviä kilpailumenestyksen saamiseksi. Johtuen siitä, että tämä korrelaatio ilmeni vain tytöillä, koska testiryhmämme oli näin pieni, emme voi yleistää tähän lajiin kyseistä olettamusta. Mielestämme tämä merkitsee sitä, että menestyvä alppihihtäjä tarvitsee monipuolisesti fyysisten ominaisuuksien korkean tason lisäksi hyvän suksitaitavuuden sekä korkeaa henkistä tasoa.

Mielestämme talven kilpailukauden harjoitteluohjelmassa voisi pitää kestävyysharjoittelua mukana ainakin ylläpitävänä harjoitteluna. Siten varmistuisi, että myös kestävyysominaisuudet kehittyisivät mahdollisimman paljon, koska ne ovat perustana nopeuskestävyydelle, jota tarvitaan kilpailusuorituksessa. Tämä antaisi myös vankemman pohjan nuorien lupauksien kasvaessa aikuisikään, jolloin harjoitusmäärät, harjoitukset sekä kilpailut kovenevat ja niiden merkitys kasvaa tärkeämmäksi.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.