

**SUKUPUOLTEN JA IKÄRYHMIEN VÄLISET EROT
UIMARIEN 7 × 200 METRIN NOPEUSKESTÄVYYSTESTISSÄ**

Teljo Marjoona

Kandidaatin tutkielma
Liikuntafysiologia (LFY.A005)
Kevät 2008
Liikuntabiologian laitos
Jyväskylän yliopisto
Työn ohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Marjoona Teljo, 2008. *Sukupuolten ja ikäryhmien väliset erot uimareiden 7 x 200 metrin nopeuskestävyydestä.* Jyväskylän Yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Liikuntafysiologian kandidaatintutkielma, 37s.

Uinti on kestävyyslaji, jonka kaksi tärkeää energiantuotollista tekijää ovat anaerobinen kapasiteetti ja aerobinen kestävyys (Pyne, Maw & Goldsmith 2000). Kestävyysuorituskyky perustuu maksimaaliseen aerobiseen energiantuottokykyyn, kykyyn tehdä työtä anaerobisella kynnyksellä, suorituksen taloudellisuuteen sekä hermolihaskäytön suorituskykyyn. Kestävyys on myös määritelty kyvyksi vastustaa väsymystä jatkettussa lihastyössä. (Jung 2003). Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää sukupuolen ja iän vaikutusta uimareiden 7 x 200 metrin nopeuskestävyydestä uintinopeuteen, sykkeeseen, vetopituuteen sekä veren laktaattipitoisuuteen aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä.

Tutkimukseen osallistui 33 (16 tyttöä ja 17 poikaa) kilpauimaria, jotka harjoittelivat uintia tavoitteellisesti. Koehenkilöt olivat iältään 13 – 20 -vuotiaita ja ryhmän keski-ikä oli 16,0 vuotta. Koehenkilöiden ikä jakautui tasaisesti sukupuolten välillä, tyttöjen keskiarvoikä ollessa 15,9 vuotta ja poikien 16,0 vuotta. Uimareiden harjoitustaustasta ei kerätty erikseen tietoa. Tasoltaan uimarit olivat hyvin erilaisia, osa uimareista oli kansallista kärkitasoa ja nuorimmat olivat vasta pyrkimässä oman ikäryhmänsä kärjen tasolle. Koehenkilöt suorittivat uimareiden nopeuskestävyydestä, jossa uidaan nousujohteisesti 7 x 200m aloittaen hitaalla nopeudella 30-40s + 200m ennätys ja vauhtia kasvatetaan tasaisesti kunnes maksimi saavutetaan. Testituloksista määritetään uimarin aerobinen ja anaerobinen kynnyksensä sekä uimarin nopeus, syke, vetopituus ja veren laktaattiarvo molemmilta kuormilta. Tutkimuksen mittaukset tehtiin vuosina 1996 - 1998 Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiöllä, LIKESillä.

Aerobisella kynnyksellä tyttöjen uintinopeus oli poikia 7 % heikompi. Poikien vetopituus (15 %) sekä veren laktaattipitoisuus (29 %) olivat myös suuremmat kuin tyttöillä. Sykkeeseen sukupuolella ei ollut vaikutusta. Tilastollisesti merkitseviä erot olivat tyttöjen ja poikien välillä vetopituudessa ($p = 0.001$) ja veren laktaattipitoisuudessa ($p = 0.01$). Anaerobisella kynnyksellä poikien kaikkien muuttujien arvot olivat tyttöjä suuremmat; uintinopeus 5 %, vetopituus 11 %, laktaattiarvo 29 % ja syke 1 %. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei löytynyt tyttöjen ja poikien arvoissa aerobisen ja anaerobisen kynnyksen välillä. Ikäryhmien välisessä vertailussa aerobisella kynnyksellä uintinopeuden (4 %) ja vetopituuden (16 %) kasvu oli voimakkainta 14 ja 15 ikävuodenvälillä. Sama suuntaus oli anaerobisella kynnyksellä ja vastaavat luvut olivat 3 % ja 18 %. Kynnysten laktaattiarvoissa tapahtui suuria muutoksia ikävuosien aikana. Muutosten keskihajonta oli 16 prosenttia ja vaihteluväli muutoksissa oli – 30 % – + 24 %. Suunta oli 15. ikävuoteena asti alaspäin, jonka jälkeen vaihtelua tapahtui edestakaisin. Sykearvoihin iällä ei ollut merkittävää vaikutusta.

Tutkimuksen päätuloksena olivat poikien korkeammat laktaattiarvot tyttöihin verrattuna sekä aerobisella että anaerobisella kynnyksellä sekä testitulosten huomattava parantuminen 16. ikävuoden aikana verrattuna muihin ikäluokkiin.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1. JOHDANTO	4
2. UINTI KESTÄVYYSLAJINA	5
2.1 Tekniikan ja voimantuoton merkitys	5
2.2 Uinnin tehoalueet	7
3. UINTISUORITUKSEN FYSIOLOGISET TEKIJÄT	10
3.1 Energiantuotto uinnissa	10
3.2 Laktaatti ja syke	12
3.3 Fysiologiset erot sukupuolten välillä	14
3.4 Fysiologiset erot ikäryhmien välillä	15
4. UINNIN KINEMAATTISET TEKIJÄT	17
4.1 Vetopituus ja vetotiheys	17
4.2 Kineettisiin muuttujiin vaikuttavat tekijät	18
5. UINNISSA KÄYTETTÄVÄT TESTIT	19
5.1 10x100m testi	19
5.2 7x200m testi	20
5.3 Maderin kahden vauhdin testi	22
5.4 7x50m tekniikkatesti	22
6. TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESI	23
7. MENETELMÄT	24
7.1 Koehenkilöt	24
7.2 Koeasetelma	24

7.3 Aineiston keräys ja analysointi	24
7.3.1 Syke ja laktaatti	24
7.3.2 Nopeus ja vetopituus	25
7.3.3 Aerobinen ja anaerobinen kynnys	25
7.5 Tilastolliset menetelmät	25
8. TULOKSET	26
9. POHDINTA	32
LÄHTEET	36

1 JOHDANTO

Urheiluvalmennuksessa käytetään yhä enemmän erilaisia testejä harjoitusmetodien ja -kuormien määrittämiseksi. Itse testauksen tulee olla lajispesifiä ja testitulosten antaman tiedon sellaisessa muodossa, että niitä pystytään soveltamaan suoraan lajiharjoitteluun. Näin ollen on erittäin tärkeää, että uimareiden testaaminen tapahtuu vedessä. (Keskinen, Komi & Rusko 1989). Uintiin onkin kehitetty useita erilaisia testejä, joilla pyritään arvioimaan uimareiden aerobista ja anaerobista kapasiteettia laktaatin, uintinopeuden ja sykkeen avulla. Yksi käytetyimmistä testeistä on 7x200 m nopeuskestävyydesti. (Gullstrand & Holmer 1980). Testin pohjalta uimareille määritetään eri alueiden vauhdit tulevaa harjoittelua varten.

Harjoittelutaustalla on merkittävä vaikutus kyseisen testin tuloksiin, mutta myös sukupuoli on todettu olevan vaikutusta muihinkin muuttujiin kuin uintinopeuteen. Tutkimukset ovat kuitenkin ristiriitaisia ja usein yhteydessä useampaan muuttajaan, jolloin sukupuolen vaikutusta on vaikea sanoa (Avlonitou 1996). Harjoitustaustan merkitys korostuu myös ikäryhmien välisessä vertailussa, mutta fysiologisten muuttujien vaikutus pienenee hiljalleen murrosiän jälkeen. Eroja ikäryhmien välillä on kuitenkin esimerkiksi laktaatintuottokyvyssä aina 17. ikävuoteen asti. (Malvela 1999).

Tutkimuksia naisten ja miesten välisistä eroista uimareiden nopeuskestävyydestissä ei ole juurikaan tehty, vaan erot sukupuolten välillä ovat päätelty lähinnä fysiologisten ja hermolihasjärjestelmään liittyvien tekijöiden pohjalta. Samaa pätee eroihin eri ikäryhmien välillä. Kunnollista tutkimusdataa ei ole saatavilla testitulosten muutoksista iän karttuessa.

Tämän tutkimuksen tarkoitus on selvittää sukupuolen ja iän vaikutusta uimareiden 7 x 200 metrin nopeuskestävyydestin uintinopeuteen, sykkeeseen, vetopituuteen sekä veren laktaattipitoisuuteen aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä.

2. UINTI KESTÄVYYSLAJINA

Uinti on kestävyyslaji, jonka kaksi tärkeää energiantuotollista tekijää ovat anaerobinen kapasiteetti ja aerobinen kestävyys. Lisäksi lopulliseen suoritukseen vaikuttavat voimakkaasti taito/tekniikka, voima ja nopeus. Kovassa anaerobisessa kuormituksessahan syntyy lihaksiin maitohappoa ja se dissosioituu heti laktaatiksi ja vetyioneiksi, jotka siirtyvät sitten myös verenkiertoon. Verestä mitataan yleensä laktaattia, vaikka varsinainen väsymyksen aiheuttaja on happamuus eli kohonnut vetyionikonsentraatio (pH). (Pyne, Maw & Goldsmith 2000, Mero, Nummela, Keskinen, & Häkkinen 2004, s. 116-117). Mielenkiintoista uintisuorituksesta tekee se, että nykyaikaisesta suuntauksesta huolimatta uintiharjoittelun suurin osuus tapahtuu edelleen aerobista kapasiteettia käyttäen, vaikka itse kilpailusuoritus on lähes poikkeuksetta anaerobinen. Uimarin maksimaalinen hapenkulutus vastaa lähes täysin muiden kestävyyslajien kulutusta siitä huolimatta, että uinnissa suurin osa työstä tehdään ylävaratalon lihaksilla. Vaikka monet uimarit saavuttavat menestystä useissa eri lajeissa ja monilla matkoilla, voidaan uimarit silti karkeasti jaotella sprinttereihin ja matkureihin. Sprinttereiden suoritus riippuu lähinnä maksimivoimasta ja anaerobisesta kapasiteetista, kun matkurit pystyvät ylläpitämään korkeaa vetofrekvenssiä paremman aerobisen kapasiteettinsa ansiosta ja pystyvät uimaan matalammilla laktaattiarvoilla korkeammilla nopeuksilla. (Caldwell & Pekkarinen 1982, Gullstrand 2000, Weiss, Reischle, Bouws & Weicker 1986.)

2.1 Tekniikan ja voimantuoton merkitys

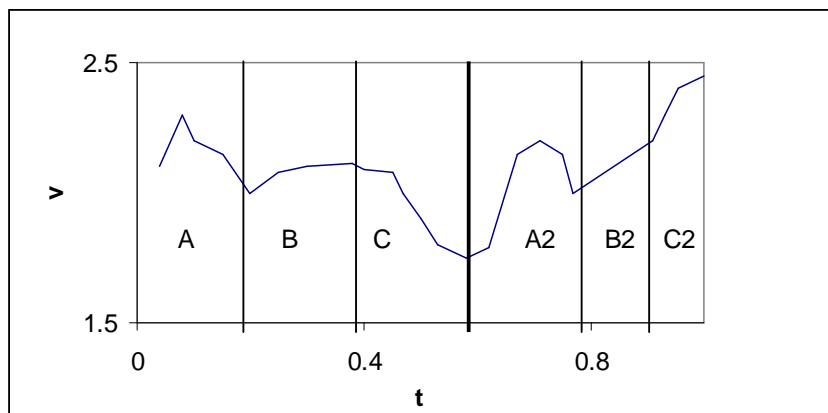
Uintisuorituksen tärkeimpänä osatekijänä voidaan pitää tekniikan hallintaa (Keskinen 1994, Leonard 1992). Lapsena kilpailuissa menestyminen perustuu usein yksilöiden välisiin eroihin uimarin koossa ja voimatasossa sekä eriaikaiseen kypsymiseen. Heidän vanhetessaan suorituserot syntyvät ensisijaisesti tekniikasta ja vasta sen jälkeen harjoittelusta. Mitä nopeammasta uimarista on kysymys, sitä tärkeämmäksi tulee

tekniikan rooli suorituksessa. Tämän vuoksi valmentajien tulisinkin kiinnittää päähuomio harjoittelussa alusta alkaen oikean tekniikan löytämiseen. (Leonard 1992.)

Päälähtökohtana ideaalitekniikalle on löytää mahdollisimman virtaviivainen asento, jossa uimari pystyy minimoimaan veden vastuksen ja samalla maksimoimaan eteenpäin vievät työntövoimat (propulsio) (Leonard 1992, Malvela 1999 s. 135). Uimaria vastustavat voimat jaetaan aktiiviseen ja passiiviseen vastukseen, jossa aktiivisella vastuksella tarkoitetaan uimarin uintiliikkeiden aiheuttamaa vastusta. Passiivisesta vastuksesta on puolestaan kyse silloin, kun uimari ei tee uintiliikkeitä vaan vastuksen määrä kasvaa seurauksena uimarin geometrisestä muodosta, esimerkiksi huonossa liukuasennossa. (Malvela 1999 s. 148) Tämän jaon lisäksi veden vastus jaetaan vielä pinta-, muoto- ja aaltovastukseen. Pintavastus syntyy veden virratessa uimarin pintoja pitkin ja epätasaisuudet, kuten hiukset ja uimapuku lisäävät tätä vastusta. Muotovastuksella tarkoitetaan uimarin muodon eli geometrian aiheuttamaa vastusta, joka määräytyy paljolti uimarin kehon tyyppin mukaan. Vaikka Maglischon (1982) mukaan leveäharteiset ja kapealanteiset uimarit näyttäisivät tuottavan vähemmän muotovastusta muihin kehotyyppeihin verrattuna, pystyy uimari aktiivisesti vähentämään muotovastuksen määrää uintiliikkeillään. Aaltovastus puolestaan on seurausta uimarin aktiivisista liikkeistä, jotka synnyttävät veteen aaltoja ja pyörteitä. Mitä enemmän uimari tuottaa aaltoja, sitä enemmän energiaa kuluu. Aaltovastusta pystytään minimoimaan välttämällä turhia sivu- ja pystysuuntaisia liikkeitä sekä toisaalta rakentamalla uima-altaat syväpohjaisiksi, jolloin uimarin tuottamat aallot menevät syvemmälle ja katoavat. (Leonard 1992, Malvela 1999 s. 150-151) Vastustavat voimat ovatkin suurin suorituksen parantamista rajoittava tekijä, koska nopeuden kasvaessa veden vastus kasvaa nelinkertaiseksi (Leonard 1992). Usein vastuksen vähentäminen voi ollakin tehokkaampi ja nopeampi keino saavuttaa parannuksia uintinopeudessa (Malvela 1999 s. 147).

Toinen uinnin tekniikan mekaaninen tekijä on uimaria eteenpäin vievät propulsio- eli työntövoimat, jotka syntyvät uimarin asennon vaihteluista ja siirtyvät veteen, joka mahdollistaa reaktiivoimana uimarin etenemisen. Kokonaispropulsioksi kutsutaan kaikkia uimaria eteenpäin vievien voimien summaa. (Malvela 1999 s.135) Uimarin tärkeimmät propulsiiviset työkalut ovat kädet ja jalat, jotka toimivat propellien tavoin

tuottaen nostavia ja eteenpäin vieviä voimia (Malvela 1999 s. 139, Maglischo 1982). Toisaalta myös uimarin vartalo pystyy tuottamaan propulsiivisia voimia, jolloin vartalon ns. undulaatioliike saattaa lisätä propulsiota rinta- ja perhosuinnissa. Propulsiota tuottavan raajan liikesuunnan, kohtauskulman ja koon lisäksi tuotettujen voimien suuruuteen vaikuttaa merkittävästi raajan liikenopeus käsivedossa. Huippu-uimarit pyrkivät kiihdyttämään käsivetonsa nopeutta vedon loppua kohden, jolloin suurimmat nopeudet esiintyvät vedon viimeisessä propulsiivisessa vaiheessa. (Kuva1.) Propulsioteorioita on esitetty monia, mutta täysin oikeaa ja varmaa teoriaa propulsiivoimien tuotosta ei kuitenkaan ole olemassa. (Malvela 1999.) Näiden työntövoimien lisäksi uimariin vaikuttavia voimia ovat hydrodynaaminen noste sekä painovoima, jotka yhdessä muodostavat resultanttivoiman. On kuitenkin todettu, että uudessa ne käytännössä kumoavat toisensa. (Malvela 1999 s.135, Leonard 1992.)



Kuva 1. (Malvela 1999)

Vapaauintin nopeuskäyrä lantiopisteestä mitattuna. Huomaa vasemman käden otteenhakuvaiheen liian suuri nopeus, joka kostautuu alhaisempina nopeuksina ylöspyyhkäisyvaiheessa. Oikean käden nopeuskäyrä on optimaalisempi. (A= vasemman käden otteenhakuvaihe, B= vasemman käden sisäänpyyhkäisyvaihe ja C= vasemman käden ylöspyyhkäisyvaihe). A2, B2, C2 ovat samat vaiheet oikealla kädellä.

2.2 Uinnin tehoalueet

Uinnin tehoalueet voidaan pääpiirteissään jakaa viiteen eri uintinopeuteen, joita uimarit käyttävät harjoittelussaan. Peruskestävyys harjoittelu vastaa I-alueetta ja sillä tarkoitetaan aerobisen kynnyksen (Aerk) alapuolella toteutettua harjoittelua. Aerobisella kynnyksellä tarkoitetaan kuormitustasoa, jolla veren maitohappopitoisuus pysyy alle 1-2mmol/l yksilöstä riippuen. (Malvela 1999 s.38-40.) Peruskestävyys harjoittelusta on esitetty useita eriäviä mielipiteitä ja mm. Maglischo (1982) onkin sitä mieltä, että harjoittelusta kyseisellä alueella ei ole mitään hyötyä hyväkuntoiselle kilpauimarille. Muun kirjallisuuden perusteella on kuitenkin todettu, että peruskestävyys harjoittelulla pystytään kehittämään uimarin kestävyyttä ja uintitekniikkaa siitä huolimatta, ettei sillä ole suurta vaikutusta vauhtikestävyys tason. Lisäksi I-alueen harjoittelu sopii optimaalisesti palautumiseen kovasta harjoittelusta sekä elimistön puhdistamiseen kertyneistä maitohapoista. (Rinehardt, Axtell, Martens, Soper, Finn, Kemler & Hutchinson 1997, Malvela 1999 s.39)

Uimarin vauhtikestävyys harjoittelu tapahtuu II-alueella, jolloin veren laktaattipitoisuus on noussut aerobisen kynnyksen yli, mutta elimistö pystyy edelleen poistamaan tuotetun laktaatin. Näin ollen laktaatintuotto on tasapainossa sen poiston kanssa aina anaerobiselle kynnykselle asti, jonka jälkeen laktaattia alkaa kertyä elimistöön. Anaerobinen kynnyksen määrittelyä usein kohtaan, jossa veren laktaattipitoisuus on n. 4mmol/l. II-alueen harjoittelu tapahtuu näiden kahden kynnyksen välissä ja sen katsotaan olevan tärkein harjoitusmuoto kestävyys kehityksen kannalta. Mutta saadakseen parannettua vauhtikestävyys tään ja hankkiakseen kovuutta, on uimarin tehtävä paljon kovia harjoituksia aivan anaerobisella kynnyksellä. (Maglischo 1982, Malvela 1999 s.40-43)

Maksimikestävyys harjoitteluksi määritelty III-alue saavutetaan anaerobisen kynnyksen ylityksen jälkeen, jolloin uimarin laktaattiarvot nousevat yksilöstä riippuen 6-10 mmol/l. Tällöin maitohappoa kertyy niin suurella nopeudella, ettei elimistö pysty enää puskuroimaan sitä. Harjoittelu tällä alueella parantaa uimarin sekä aerobista että anaerobista kapasiteettia ja uintitehoa sekä maksimaalista hapenottoa. (Rinehard ym. 1997, Malvela 1999 s.43-44, Maglischo 1982.)

Pyrittäessä kehittämään uimarin maitohapon sieto- ja tuottokykyä nostetaan harjoitustehot maksimiin, jolloin voidaan puhua nopeuskestävyysharjoittelusta (IV-alue). Tämän alueen harjoittelulla pyritään sopeuttamaan elimistö toimimaan suurilla maitohappopitoisuuksilla vauhdin pysyessä mahdollisimman korkealla. Käytännössä harjoittelu toteutetaan lyhyillä maksimaalisilla vedoilla taukojen riippuessa halutusta harjoitusvaikutuksesta. IV-alueen harjoittelu on tärkeää ensisijaisesti sprinttereille ja heidän tulisikin viettää paljon enemmän aikaa tällä alueella kuin pitkien matkojen uimareiden. (Maglischo 1982, Malvela 1999 s.44-47)

Nopeusharjoittelu (V-alue) voidaan jakaa perusnopeuteen ja lajikohtaiseen nopeuteen. Perusnopeudella tarkoitetaan hermolihasjärjestelmän yleistä toimivuutta ja lajikohtainen nopeus puolestaan koostuu reaktio- ja liikenopeudesta sekä räjähtävästä nopeudesta. Muihin motorisiin ominaisuuksiin (esim. voima ja kestävyys) verrattuna nopeus vaatii eniten lahjakkuutta ja on huomattavasti vaikeampi harjoittaa kuin esimerkiksi verenkiertojärjestelmää. Nopeusharjoittelun tarkoitus on parantaa uimarin maksiminopeutta. (Maglischo 1988, Malvela 1999 s.49-51)

3. UINTISUORITUKSEN FYSIOLOGISET TEKIJÄT

3.1 Energiantuotto uinnissa

Kilpauinnissa lajivaihtoehtojen lisäksi uintimatkat jakautuvat aina 50 metristä (noin 27-35s) 1500 metriin (15-17min). Pääenergiälähteinä lihasten suorittamaan mekaaniseen työhön toimivat ATP (adenosiinitrifosfaatti), KP (kreatiinifosfaatti), glykogeeni ja/tai rasvat. Kaikkia kyseisiä energialähteitä on varastoituneena lihasten soluihin, mutta ATP on ainoa energiaa sisältävä kemikaalinen sidos, jota lihas voi käyttää supistuakseen. ATP:n määrä lihassoluissa on kuitenkin vähäinen, joten sen uudelleenmuodostus käynnistyy välittömästi suorituksen alussa. Tapa, jolla energiaa tuotetaan uinnin aikana, riippuu uintimatkan kestosta ja intensiteetistä sekä uitavasta lajista. Uimarin metaboliset vaatimukset vaihtelevatkin yllättävän paljon eri lajien välillä (perhos-, selkä-, rinta- ja vapaa- sekä sekauinti). Nopein tapa muodostaa ATP:tä on lihassoluihin varastoituneen KP:n käyttäminen. Nämäkin varastot riittävät kuitenkin vain noin 7-9s maksimaaliseen suoritukseen, jonka jälkeen energiaa aletaan tuottaa glykolyysin avulla. Koska hengitys- ja verenkiertoelimistö eivät pysty toimittamaan lihaksiin riittävästi happea suorituksen alussa, on glykolyysi aluksi aina anaerobinen. Samalla uimarille syntyy happivelkaa ja suoritustehosta ja työn kestosta riippuen elimistöön vapautuu myös tietty määrä maitohappoja. Mitä suuremmasta työtehosta on kyse, sitä enemmän maitohappoa syntyy. Vakavin ongelma anaerobiseen metaboliaan liittyen onkin laktaatin kasaantumisesta johtuva lihasväsymys. Laktaatin kerääntyessä lihaksiin elimistön pH laskee aiheuttaen koordinaation ja uintinopeuden heikkenemistä. (Maglischo 1988, Malvela 1999 s.27-30, Pyne ym. 2000.) Laktaatin kasaantumisen ohella väsymyksen katsotaan johtuvan hapenkulutuksen epäonnistumisesta saavuttaa stady-state tila ja siten vastata lihasolujen hapentarpeeseen (Wasserman 1999). Suoritustehon ollessa kuitenkin riittävän alhainen, kykenevät lihakset muodostamaan ATP:tä myös aerobisesti. Tällöin ATP:tä tuotetaan hapen avulla glykokeenistä ja rasvoista. Rasvojen käyttö energianlähteenä korostuu kuitenkin vasta yli kaksi tuntia kestävässä suorituksissa. (Malvela 1999 s.28)

Pääenergianlähteestä huolimatta uimari käyttää kaikkia kolmea energiantuottotapaa (välittömät energianlähteet: ATP-KP, anaerobinen glykolyysi tai hapen kanssa aerobisesti) yhtäaikaaisesti suorituksessaan, jolloin eri energiantuottotapojen osuus määräytyy uitavan matkan kestosta ja intensiteetistä. Niinpä esim. 50m sprintissä käytetään suunnilleen 65 % ATP-KP varastoja, 30 % anaerobista ja 5% aerobista energiantuottotapaa, kun taas 200 metrillä energiaa tuotetaan 10% ATP-KP avulla, 50% anaerobisesti ja 40% aerobisesti. (Pyne ym. 2000.) Taulukkoon 1. on koottu eri energianlähteiden osuuksia kilpailumatkojen pituuksien perusteella.

Taulukko 1. Aerobisen ja anaerobisen energiantuottotavan suhde eri kilpailumatkoilla kolmessa eri lähteessä (M= Maglischo (1982); T= Troup (1983); H= Houston (1978)) Gullstrandin (1992) mukaan. Alaktinen energiantuotto (ATP-KP), laktinen energiantuotto (La), anaerobisen energiantuoton kokonaisuus (Total) ja aerobisen energiantuoton osuus (Aer).

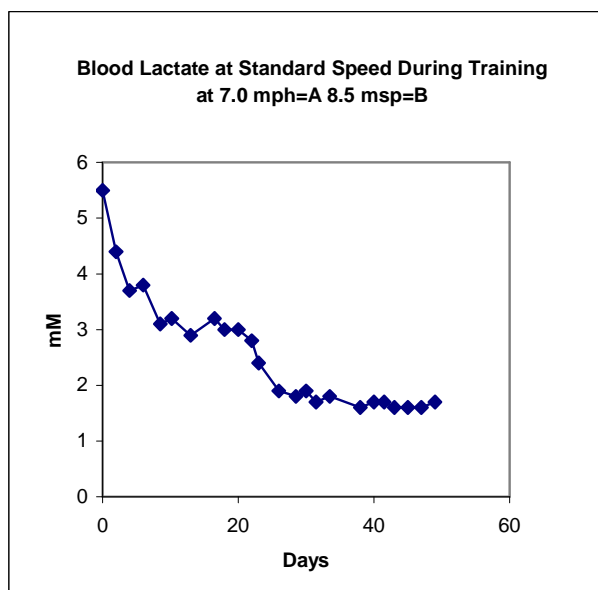
		Anaerobinen Energiantuotto											
matka a (m)	kesto (min:s)	ATP-KP (%)			La (%)			Total (%)			Aer (%)		
		M	T	H	M	T	H	M	T	H	M	T	H
50	0:23	78	98	-	20	2	-	98	100	-	2	-	-
100	0:50	25	80	-	65	15	-	90	95	80	10	5	20
200	1:50	10	30	-	65	65	-	75	95	60	25	5	40
400	3:50	7	20	-	40	55	-	47	75	40	53	525	60
800	7:50	5	-	-	30	-	-	35	-	17	65	-	83
1500	15:00	3	10	-	20	20	-	23	30	10	77	70	90

Sen lisäksi, että metabolisten tarpeiden on todettu riippuvan uitavan matkan pituudesta ja intensiteetistä, löytyy myös tutkimuksia, jotka ovat tutkineet mm. kehon koostumuksesta aiheutuvia eroja suorituksen aikaisessa energiankulutuksessa. Esimerkiksi Costill kumppaneineen (1985) raportoi rasvattomalla kehonpainolla olevan uintinopeuden ja vetopituuden ohella suuri vaikutus uimarin hapenkulutukseen ja energiantarpeeseen. Uimarin energiankulutukseen vaikuttavat siis morfologisten ja teknisten osatekijöiden lisäksi myös kehon koko. Vaikka vesi kannattelee uimarin kehoa altaassa, on painolla maan pinnalla ja vedessä todettu olevan korkea korrelaatio suhteutettuna kehon rasvaprosenttiin. Kehon paino korreloikin hyvin lineaarisesti

hapenkulutuksen kanssa tietyllä nopeudella niin, että mitä painavampi uimari on, sitä suurempi on hänen hapen tarpeensa. Voidaankin väittää, että 40 % hapenkulutuksen eroista pystytään selittämään vaihteluista uimarien kehon painoissa. (Monpetit, Lazoria & Lavone 1988.)

3.2 Laktaatti ja syke

Laktaattiarvot ovat vahvasti yhteydessä yksilön fysiologiseen kapasiteettiin ja kilpailusuoritukseen, jonka ansiosta laktaattiarvoja pidetään merkittävänä indikaattorina suoritustehosta. Vereen kerääntyneen laktaatin perusteella tehdyt arviot harjoittelun vaikutuksista urheilijaan ovat osoittautuneet olevan varmempia ja herkempiä osoittimia esimerkiksi verrattuna VO_{2max} -mittauksiin. Tosin tutkijat ovat havainneet laktaattikonsentraation laskun vain niillä tehoilla, joilla harjoittelu tapahtuu. Toisin sanoen uimarin tulee harjoitella juuri tietyllä teholla parantaakseen suoritusnopeuttaan kyseisellä laktaattiarvolla. (Kuva 3.) (Avlonitou 1996, Rinehardt ym. 1997, Maglischo 1982.)



Kuva 3. Harjoittelun vaikutus laktaatin muodostukseen (Maglischo 1982)

Kuten edellä todettiin, on laktaattiarvojen ja kilpailusuorituksen välille löydetty korkea korrelaatio. Tämä korrelaatio pätee myös laktaatin maksimiarvon ja parhaimman suorituksen välillä. Mitä korkeammat uimarin tuottamat laktaattiarvot ovat, sitä parempi on usein myös hänen henkilökohtainen aikansa verrattuna matalimmilla arvoilla saavutettuihin aikoihin. Laktaattiarvot kuitenkin vaihtelevat vuorokausirytmien mukaan ja ovat hieman poikkeavat samanlaisen suorituksen jälkeen aamulla kuin illalla. Tämä voikin selittää miksi paras suoritus on joskus yhteydessä matalaan laktaattiarvoon. (Chatard, Paulin & Lacour 1988.)

Vaihtelut laktaattiarvojen välillä riippuvat hyvin monesta osatekijästä ja ovat niin laji- kuin yksilöspesifisiäkin. Usean tutkimuksen perusteella on päästy siihen tulokseen, että korkeimmat laktaattiarvot saavutetaan yksilöstä riippumatta sekauintimatkoilla. Tämä on selitettävissä sillä, että sekauinnissa uimari ui kaikkia lajeja vuorotellen ja siten käyttää useampaa lihasryhmää rekrytoiden yhä useamman lihassolun käyttöön. Samasta syystä johtuu, että selkä- ja vapaauintien laktaattiarvot ovat korkeampia kuin rinta- ja perhosuinneissa. Selkä- ja vapaauintien epäsymmetriset uintiliikkeet verrattuina kahteen muuhun lajiin vaativat useamman lihaksen yhteistyötä ja aiheuttavat siten hieman suuremman laktaatin kasaantumisen lihaksiin. Sekauinnin lisäksi korkeimmat laktaattiarvot on löydetty lyhyiltä vapaauintimatkoilta 50 metrin matkaa lukuun ottamatta, joka näyttää olevan liian lyhyt matka maksimiarvojen saavuttamiseen. Alhaisimmat maksimilaktaattiarvot puolestaan saavutetaan kaikista pisimmiltä vapaauintimatkoilta, kuten 800 ja 1500 metriltä, joissa aerobinen energiantuotto on suuressa roolissa tuottaen ATP:tä hapen avulla ilman laktaatin syntymistä. (Avlonitou 1996, Chatard ym. 1988.)

Vertailtaessa eri lajien uimareita voidaan huomata, että laktaattikäyrät ovat kaikissa lajeissa hyvin erilaiset. Esimerkiksi rintauinnin laktaattikäyrä nousee vauhdin noustessa eksponentiaalisesti, mutta selkä- ja vapaauintien käyrät ovat lineaarisia. Tulokset ovat mahdollisesti selitettävissä vaihteluista vetotiheyksien ja – pituuksien muutoksissa eri lajeilla sekä jalkojen ja käsien yhteistyön aiheuttamasta laktaatin erilaisesta kasaantumisesta esimerkiksi rintauinnissa verrattuna vapaauintiin. (Weiss ym. 1986.) Palaan kuitenkin näihin muutoksiin sekä sukupuolten välisiin eroihin vatsa myöhemmissä kappaleissa.

Eroja laktaatinmuodostuksesta lajien ja matkojen välillä voidaan tosin selittää myös lihassolujakaumalla. Mm. Costill (1978) tutki eri lajien uimareiden lihassolujakaumaa ja totesi, että lyhyiden matkojen uimareilla (sprinttereillä) 60–65% lihassoluista on nopeita. Koska kyky tuottaa lihassupistuksia joko aerobisesti tai anaerobisesti liittyy osittain lihassolujen rakenteeseen sekä niiden toiminnallisiin ominaisuuksiin, ovat nopeilla lihassoluilla varustetut uimarit parempia lyhytkestoisissa anaerobisissa suorituksissa kuin pitkällä matkoilla (Malvela 1999 s.32-34). Pitkien matkojen uimareiden (matkurit) lihassolujakaumasta onkin löydetty hitaiden lihassolujen määräksi 62 – 75 %. Sen lisäksi, että pitkillä uintimatkoilla vauhdit jäävät hitaammiksi ja näin ollen tuottavat pienempiä määriä laktaattia, on hitaiden lihassolujen todettu poistavan laktaattia lihaksista nopeita lihassoluja paremmin. Luonnollisesti uimarin harjoittelutaustalla on myös suuri vaikutus laktaatin tuotto- ja poistokykyyn. Niinpä erot matkureiden ja sprinttereiden välisissä maksimilaktaattiarvoissa ovat muiden tekijöiden ohella paljolti seurausta erilaisesta harjoittelutaustasta. Sprinttereiden paljon käyttämät kovat tehoharjoitukset nostavat uimarin anaerobista kapasiteettia ja kykyä tuottaa laktaattia sekä irtiottokykyä. (Chatard ym. 1988.)

Laktaattiarvojen mittaaminen jokaisessa harjoituksessa muodostuu kuitenkin hyvin kalliiksi eikä ole siten edullisin eikä kätevin menetelmä seurata harjoituksen kuormittavuutta uintisuoritusten välissä. Laktaattitestin avulla uimarille saadaan määriteltyä myös eri tehoalueita ja kynnyksiä vastaavat sykearvot, joita hän pystyy käyttämään harjoituksen intensiteetin seurannassa. Syke- ja laktaattiarvojen vertailussa sykkeen onkin todettu korreloivan laktaatin kanssa lähes yhtäläisesti, mistä syystä sykearvoja voidaan pitää hyvänä indikaattorina uintitehojen arvioinnissa. (Keskinen, Komi & Rusko 1989.)

3.3 Fysiologiset erot sukupuolten välillä

Miesten ja naisten välisten fysiologisten erojen kirjo on niin laaja, että niitä on mahdotonta alkaa käsitellä tässä työssä, joten keskityn ainoastaan uintisuorituksen kannalta olennaisiin tekijöihin. Yksi tärkeimmistä suoritukseen vaikuttavista tekijöistä on uinnin aikana kulutetun energian määrä. Tutkimusten perusteella nämä hapenkulutuksen arvot on todettu olevan miehillä 24 % suurempia tietyllä nopeudella kuin naisilla. Uinnin taloudellisuus on kuitenkin merkittävässä yhteydessä niin

rasvattoman kehon painoon kuin morfologisiin ja teknisiin tekijöihin. Nämä tekijät huomioon ottaen, energiankulutuksen erojen ei enää havaittu olevan tilastollisesti merkittävä sukupuolten välillä. (Montpetit ym. 1988.) Hapenkulutuksen maksimiarvoissa (VO_{2max}) tosin on havaittu eroja miesten ja naisten välillä ja sukupuolen onkin todettu olevan yksi päätekijä erojen välillä. Naisten VO_{2max} on noin 77 % miesten arvosta kun tulokset on suhteutettu kehon painoon ja henkilön aktiivisuustasoon. (Wasserman 1999). Naisilla on myös väitetty olevan heikompi kapasiteetti tuottaa energiaa anaerobisesti ja siten heikompi laktaatintuottokyky. Tästä on kuitenkin kiistanalaista tutkimustietoa ja laktaatintuottokyky näyttää pääasiassa olevan riippuvainen toteutetusta harjoittelusta kuin sukupuolesta. Lisäksi mahdolliset erot sukupuolten välillä näyttävätkin johtuvan eroista kehon painossa sekä koostumuksessa kuten lihasten määrässä ja rasvaprosentissa. (Avlonitou 1996.)

3.4 Fysiologiset erot ikäryhmien välillä

Uintiharjoittelu on usein keskiarvostettu toteuttamalla sitä samoin periaattein niin aikuisilla kuin lapsillakin. Pitkät maitohapontuottoharjoitukset eivät kuitenkaan aiheuta samankaltaista harjoitusvaikutusta lapsille kuin aikuisille. Lapset reagoivat harjoitusärsykkeisiin huomattavasti yleisemmällä tasolla eikä harjoitteluärsykkeen spesifisyydellä tästä syystä olekaan kovin tärkeää merkitystä. Itse asiassa lapset kehittyvät lähes päinvastaisella tavalla kuin aikuiset. Mitä suurempi lapsen harjoittelun ärsykekirjo on (tehot, määrät, lajit), sitä enemmän hän kehittyy. Aikuisuimarin harjoittelun puolestaan tulee suuntautua enemmän kohdistetusti tietylle harjoittelualueelle. Kasvat lapset reagoivat myös aerobiseen harjoitteluun aikuisista poikkeavalla tavalla. Ennen murrosikää lapsi reagoi kestävyysharjoittelun vaatimuksiin lähinnä nostamalla sydämen lyöntitiheyttä, mutta murrosiän jälkeen reagointi tapahtuu sekä lyöntitiheyttä että volyyymiä nostamalla. Iän ja lisääntyvän harjoittelun myötä sykkeet laskevat aikuisen tasolle. (Malvela 1999 s.122.-124)

Fysiologisista eroista johtuen lapsen elimistö reagoi koviinkin ärsykkeisiin aerobisemmin (Malvela 1999 s.122), jonka seurauksena lasten maksimi laktaattiarvot jäävät aikuisia alhaisemmiksi. Lasten laktaatintuottokapasiteetin arvellaan olevan

heikompi johtuen alentuneesta glykolyyttisestä entsyymiaktiivisuudesta ja alhaisemmasta testosteronitasosta. Lapsen kuitenkin kasvaessa ja lihasmassan kehittyessä glykolyyttisten prosessien ohella, nousee myös hänen kykynsä tuottaa laktaattia. Lihasmassan kasvun katsotaankin olevan yksi pääsyy laktaatin suurempiin tuottoarvoihin. Lapsella laktaatin poistonopeus on kuitenkin suurempi, jolloin laktaattia ei kerry yhtä nopeasti elimistöön. (Avlonitou 1996.) Avlonitoun (1996) tutkimuksen mukaan yli 18-vuotiaiden maksimilaktaattiarvot olivat 14.11 ± 1.92 mmol/l, kun 16 – 17-vuotiaat pääsivät 12.34 ± 3.07 mmol/l arvoihin ja 14 - 15-vuotiaiden ikäryhmä jäivät 10.93 ± 1.29 mmol/l tasolle. Tosin uinnissa mitatut maksimi laktaattitasot jäävät usein jälkeen muiden lajien tasosta ja huippu-uimaritkin saattavat tuottaa vain 18 mmol/l maksimisuorituksen jälkeen (Malvela 1999). Erään toisenkin tutkimuksen perusteella (Kunski, Jegier, Maslankiewicz & Rakus 1988) löydettiin biologisten tekijöiden ja uintisuorituksen välillä olevan positiivinen yhteys. Tutkimuksen mukaan pituuden kasvu, kehon painon nousu ja raajojen pituuksien kasvu ovat yhteydessä parantuneeseen uintisuoritukseen. Tyttöjen on mm. todettu uivan parempia tuloksia reisien ympäräysmitan kasvun ja pienen rasvaprosentin nousun seurauksena. Poikien puolella parempiin tuloksiin vaikuttavina tekijöinä havaittiin olevan rasvattoman kehon painon nousu, hartioiden leveyden sekä reisien ympäräysmitan ja käsien pituuden kasvu. Kehon rasvaprosentin kuitenkin tulisi pysyä alhaalla, jotta suoritukset parantuisivat.

4. UINNIN KINEMAATTISET TEKIJÄT

4.1 Vetopituus ja vetotiheys

Uintinopeuden ollessa vetotiheyden ja – pituuden tulo ($V = SR \times SL$), on uimarin suorituksen kannalta erittäin tärkeää löytää näiden muuttujien optimiarvot jokaiselle henkilökohtaisesti. Kyseisten muuttujien arvot saadaan helposti mittaamalla ensin kultakin allasväliltä 3-5 (25m altaassa) tai 5-10 (50m altaassa) liikeaskeleeseen eli vetoon kulunut aika, jonka jälkeen vetotiheys lasketaan jakamalla vetojen lukumäärä niihin kuluneella ajalla. Vetopituus saadaan puolestaan jakamalla uintinopeus vetotiheydellä. Varsinkin optimitiheyden säilyttäminen on tuloksen kannalta merkittävää, sillä uimarin vetotiheyden kasvaessa optimiarvoa suuremmaksi uintinopeus hidastuu. Tämä johtuu vetopituuden ja – tiheyden negatiivisesta suhteesta, jolloin tiheyden kasvaessa vetopituus lyhenee. Usein kuitenkin vetopituuden katsotaan olevan päätekijä uimarin keskinopeuteen, jolloin uintinopeuden hidastuminen on pääasiassa seurausta lyhentyneestä vetopituudesta. (Keskinen 1994, Weiss ym. 1986.)

Vetopituuksien ja – tiheyksien seuranta uintinopeuden kasvaessa antaa kuvan niin uimarin aerobisesta kuin anaerobisestakin kapasiteetistä sekä lihasväsymyksen vaikutuksesta uintitekniikkaan. Vetopituuden on todettu saavuttavan maksimipituutensa aerobisilla uintinopeuksilla ja alkavan lyhentyä suurin piirtein anaerobisen kynnyksen tienoilla, aluksi hitaasti ja sitä nopeammin mitä enemmän uimari alkaa väsyä veren laktaattipitoisuuden noustessa. Kaikki uimarit eivät tosin kulje tämän kaavan mukaan vaan heillä vetopituudet laskevat lineaarisesti koko ajan. (Keskinen ym. 1989, Keskinen 1994.) Vetotiheyden puolestaan katsotaan olevan riippuvainen kyvystä ylläpitää neuraalista aktiivisuutta. Uintinopeuden kasvattaminen maksimiin tapahtuukin vetotiheyttä nostamalla ja usein vetopituuden kustannuksella (Keskinen & Komi 1993). Vetotiheyden noususta huolimatta parhaimmat uimarit pystyvät säilyttämään vetopituuden pitkänä ja näin ollen uimaan taloudellisemmin ja siten saavuttamaan parhaimmat ajat (Weiss ym. 1986, Keskinen 1994).

4.2 Kinemaattisiin muuttujiin vaikuttavat tekijät

Uimarin liikenopeuden ollessa vetopituuden ja – tiheyden tulo, vaikuttavat kaikki edellä mainitut uinnin osatekijät näihin muuttujiin ja sitä kautta loppu-aikaan. Luonnollisesti perusta lähtee harjoitustaustasta ja tehdystä työstä. Koska vetopituuden on todettu laskevan laktaatin kertymisen ja lihasväsymyksen seurauksena, ei uimari näin ollen pysty ylläpitämään optimaalista tekniikkaa korkeilla nopeuksilla. Niinpä aerobinen kapasiteetti näyttää olevan tärkeässä roolissa tekniikan ylläpitämisessä maksimaalisilla vauheilla ja vetotiheyksillä. Lisäksi laktaatin sietokyvyllä ja anaerobisella kapasiteetilla on osansa tekniikan säilyttämisessä sekä vauhtikestävyudessa. (Weiss ym. 1986.)

Harjoittelutaustan ohella näihin kineettisiin muuttujiin vaikuttavat uimarin sukupuoli ja uitava laji sekä matka. Varsinkin vetopituudet eroavat uimareiden kesken suuresti vetotiheyden liikkeessä samalla tasolla. Miehillä vetopituudet ovatkin yleensä pidempiä kuin naisilla, mutta tiheydet pysyvät samalla tasolla. (Malvela 1999.) Vetopituudet vaihtelevat myös matkan pituuden mukaan niiden ollessa pidempiä pitkillä matkoilla ja vastaavasti lyhyempiä lyhyillä sprinttimatkoilla. Vetotiheydet puolestaan ovat suurempia lyhyillä matkoilla, jolloin nopeutta nostetaan kierroksia lisäämällä. Uintilajien vertailussa vetopituuden ja nopeuden suhde oli kaikissa hyvin erilainen. Hitailla nopeuksilla vetopituus oli selkäuinnissa pisin ja rintauinnissa lyhin, mutta nopeutta lisätessä rintauinnin vetopituus lyheni eniten ja selässä vähiten. Selkäuinnin vetopituuksien muutosten on lisäksi havaittu olevan yksilöllisempiä kuin muissa lajeissa. Vapaa- ja perhosuinti puolestaan sijoittuivat vertailuissa näiden kahden lajin arvojen välille. Kehon tai käsien pituuteen tai rasvattomaan kehon painoon suhteutettuna uimareiden kesken ei kuitenkaan ole havaittu muutoksia näissä muuttujissa. (Weiss ym. 1986.)

5 UINNISSA KÄYTETTÄVÄT TESTIT

Tässä kappaleessa käsitellään lähinnä vain altaassa uivia uimarien nopeuskestävyystestejä, koska on tärkeää, että testit suoritetaan urheilijalle spesifeissä olosuhteissa. Näin testituloksia pystytään soveltamaan suoraan käytäntöön ja testeistä saadaan täysi hyöty irti. Uimarien nopeuskestävyystesteissä voitaisiin käyttää myös kaasuanalysointia, jolloin saataisiin mitattua uimareiden hapenottoa laktaattien ja sykkeiden ohella, mutta tämä on koettu hieman epäkäytännölliseksi useista syistä.

5.1. 10×100m nopeuskestävyystesti

Gullstrandin ja Holmerin (1980) raportoimassa testissä uidaan nousujohteisesti 10*100m aloittaen ensin hitaalla nopeudella noin 30-40s + 100m ennätys. Aloitusnopeuden jälkeen vauhtia kasvatetaan tasaisesti kunnes maksimi saavutetaan. Uintinopeuden nostot tulee sopia uimarin kanssa etukäteen siten, että maksimisuoritus tulee viimeiselle vedolle ja että nopeuden (m/s) lisäys varsinkaan toiseksi viimeisestä vedosta viimeiseen ei eroa merkittävästi aiemmista nopeuden nousuista. Verryttelyssä oli parasta kokeilla aloitusnopeudella uimista ennen testin aloittamista, vaikka testaajalla olisikin valojänislaitteisto käytössään. Sekuntimääräinen kuormannousu saa olla testin alussa suurempi kuin testin loppupuolella, jotta nopeuden lisäys olisi mahdollisimman tasainen testin aikana. Mikäli testaajalla on käytössään valojänislaitteisto, säädetään aloitusnopeus 0.45 m/s hitaammaksi kuin testiä ennen arvioitu testin maksiminopeus. Tämän jälkeen nopeutta lisätään kuormitus kuormitukselta 0.05 m/s portain kunnes maksimi saavutetaan. Nopeuksien avuksi on laadittu ohjeellinen testiaikataulukko, jonka käytöllä mahdollistetaan testiaineiston keskiarvostaminen ja vertailut nopeusluokittain. Tauot vetojen välissä vakioidaan (30s) ja välittömästi jokaisen vedon jälkeen otetaan kapillaariverinäyte sekä kaksi näytettä kolmen ja viiden minuutin kuluttua viimeisestä suorituksesta. Lisäksi ennen testiä otetaan lepoverinäyte. Syke mitataan sykemittarilla välittömästi jokaisen uidun suorituksen jälkeen.

Testitulosten analysoinnissa määritetään uimarin aerobinenkynnys (AerK) ja anaerobinenkynnys (AnK). AerK määritetään kohtaan, jossa laktaattipitoisuus poikkeaa laktaatin perustasopisteiden kaskiarvosta ensimmäisen kerran ja AnK kohtaa, jossa laktaattipitoisuuden nousu alkaa kiihtyä. Laktaatin lisäksi tarkkaillaan sykkeen nousua sekä liikeaskelpituuden ja -tiheyden muutoksia. Vetopituudet lasketaan kultakin altaan väliltä niin, että sekuntikellolla kellotetaan tiettyyn vetomäärään kuluva aika. Vetotiheys saadaan jakamalla vetojen lukumäärä siihen kuluneella ajalla ja vetopituus saadaan puolestaan jakamalla uintinopeus vetotiheydellä. Vetopituuden on todettu saavuttavan maksimipituutensa aerobisilla uintinopeuksilla ja alkavan lyhentyä suurin piirtein anaerobisen kynnyksen tienoilla, aluksi hitaasti ja sitä nopeammin mitä enemmän uimari alkaa väsyä veren pH- pitoisuuden noustessa. Vetopituuksien muutosten avulla voidaan tarkentaa laktaattimittauksilla saatua nopeusarvoa AnK- määritysten tekemisessä. Testin perusteella saadaan selville uimarin aerobisen ja anaerobisen kapasiteetin tila.

5.2. 7x200m nopeuskestävyystesti

7x200 metrin nopeuskestävyystesti toteutetaan Gullstrandin ja Holmerin (1980) 10x100m testin pohjalta. Koehenkilö noudattaa samoja ohjeita kuin minkä tahansa lajin testauksissa ja näin ollen pidättäytyä kovista harjoituksista 24h, syödä normaalisti edeltävänä päivänä sekä välttää ruokailua, alkoholia ja kahvia 2h ennen testausta. Koehenkilö suorittaa ennen testiä normaalin lämmittelyn, noin 1000-1500m, jonka jälkeen testi voidaan aloittaa. Kyseessä olevassa testissä uidaan 7*200m aloittaen ensin hitaalla nopeudella lisäten noin 30s uimarin 200m ennätykseen. Aloitusnopeuden jälkeen vauhtia kasvatetaan tasaisesti kunnes maksimi saavutetaan. Uintinopeuden nostot tulee sopia uimarin kanssa etukäteen siten, että maksimisuoritus tulee viimeiselle vedolle ja että nopeuden (m/s) lisäys varsinkaan toiseksi viimeisestä vedosta viimeiseen ei eroa merkittävästi aiemmista nopeuden nousuista. Verryttelyssä olisi parasta kokeilla aloitusnopeudella uimista ennen testin aloittamista, vaikka testaajalla olisikin valojänislaitteisto käytössään. Sekuntimääräinen kuormannousu saa olla testin alussa suurempi kuin testin loppupuolella, jotta nopeuden lisäys olisi mahdollisimman tasainen testin aikana. Mikäli testaajalla on käytössään valojänislaitteisto, säädetään aloitusnopeus 0.45 m/s hitaammaksi kuin testiä ennen arvioitu testin maksiminopeus.

Tämän jälkeen nopeutta lisätään kuormitus kuormitukselta 0.05 m/s portain kunnes maksimi saavutetaan. Nopeuksien avuksi on laadittu ohjeellinen testiaikataulukko, jonka käytöllä mahdollistetaan testiaineiston keskiarvostaminen ja vertailut nopeusluokittain. Tauot vetojen välissä vakioidaan (30s) ja välittömästi jokaisen vedon jälkeen otetaan kapillaariverinäyte sekä kaksi näytettä kolmen ja viiden minuutin kuluttua viimeisestä suorituksesta. Lisäksi ennen testi otetaan lepoerinäyte. Syke mitataan sykemittarilla välittömästi jokaisen uidan suorituksen jälkeen.

Testitulosten analysoinnissa määritetään uimarin aerobinenkynnys (AerK) ja anaerobinenkynnys (AnK). Kynnysten sekä vetopituuksien määrittäminen tapahtuu samoin kuin edellisessä kappaleessa esitetyssä, uimareiden 10x100m nopeuskestävyystestissä (Kuntotestauksen perusteet 1998).

5.3. Maderin kahden vauhdin testi

Maderin ym. (1976) kehittämässä kahden vauhdin testissä (Two-Speed Test) mitataan myös veren laktaattipitoisuutta kahdella eri nopeudella tehtyjen suoritusten jälkeen. Testissä uidaan kaksi kertaa 100 - 400 metriä eri nopeuksilla uimarin päämatkasta ja lajista riippuen. Ensimmäinen veto on noin 80 % maksimista ja jälkimmäinen maksiminopeudella. Lepotauko vetojen välillä on noin 20 - 30 minuuttia, jonka aika verrytellään kevyellä teholla laktaattipitoisuuden alentamiseksi lähtötasolle ennen seuraavaa vetoa. Ensimmäisen vedon jälkeen seurataan veren laktaattipitoisuutta 1, 3, 5 ja 7 minuuttien kohdalla ja toisen vedon jälkeen 10 - 15 minuuttiin saakka. Kutakin uintinopeutta vastaava korkein laktaattilukema sijoitetaan koordinaatistoon, jonka X-akselilla nopeus ja Y-akselilla veren laktaattipitoisuus. Koordinaatistoon sijoitetut pisteet yhdistetään suoralla ja suoraa jatketaan alaspäin, kunnes se leikkaa Y-akselin nollatason ja ylöspäin kunnes se ylittää 12 -14 mmol/l tasolle. Tämän jälkeen määritetään nopeusalue, jolla laktaattipitoisuudet ovat joko 2 - 4 mmol/l tai 12 - 14 mmol/l. Jos uintimatkat ovat kestäneet yli 3 minuuttia (esim. 400m) saadaan kynnysalueeksi laktaattitasoa 2 - 4 mmol/l vastaava nopeus, joka vastaa anaerobista kynnystä. Testitulokset kertoo tällöin raja-arvon vauhti- ja maksimikestävyiden tehoalueille ja tehdään aerobisen kestävyiden näkökulmasta. Mikäli uintimatkat ovat lyhyitä (esim. 100m), voidaan testitulosta arvioida tuotetun laktaatin määrän perusteella. Tällöin tulkinta

tehdään anaerobisen kestävyuden näkökulmasta ja laktaattitaso 12 -14 mmol/l ilmaisee harjoitusintensiteetin, jolla voidaan parhaiten kehittää anaerobista kapasiteettia ja anaerobista kestävyyttä.

5.4. 7x50m tekniikkatesti

Uinti on kestävyyspohjan lisäksi teknisesti vaativa laji ja uimarin tulisikin käyttää olennainen osa harjoittelusta myös tekniikan hiomiseen. Kyseessä oleva testi, jossa uintivauhtia lisätään jokaisella 50 metrillä hiljalleen, antaa valmentajalle tietoa uimarin nopeuden suhteesta hänen vetopituuteen ja vetotiheyteensä. Protokollassa uimari ui testin omalla päälajillaan ja sekauinnin ollessa kyseessä, hänen olisi hyvä käyttää perhosuintia. Lämmittelynä on normaali kilpailuverryttely ja testin alettua uimarin tulisi uida ensimmäinen 50m 12s hiljempaa kuin ennustettavissa oleva maksimisuoritus sille päivälle. Tästä uimari parantaa 2s jokaisella 50 metrillä ja viimeisen hän ui täysillä. Kaikki matkat uidaan startilla ylhäältä ja jokaiselta matkalta lasketaan uimarin vetopituudet ja tiheydet samalla tavalla kuin edellisessä 7*200m testissä.

Tämän testin tarkoitus on antaa kvalitatiivinen analyysi uimarin tekniikasta (vetojen mekaniikasta) uintinopeuden kasvaessa ja sitä tulisi soveltaa käytäntöön yhdessä valmentajan subjektiivisen näkökulman kanssa. Uimarille olisi ihannoitavaa pystyä pitämään hyvä tekniikka niin hitailla kuin nopeillakin vauhdeilla. Niinpä parhaimmat uimarit ovatkin parempia pitämään uintitekniikkansa kasassa kovilla vauhdeilla. Tämä näkyy vetopituus ja – tiheyskäyrissä siten, että hyvät uimarit pystyvät säilyttämään pitkän vedon nopeudenkin kasvaessa. Tosin luonnollisesti myös hyvillä uimareilla vetopituus lyhenee ja vetotiheys kasvaa, mutta he pystyvät säilyttämään lineaarisuuden käyrissä nopeuteen verrattuna muutoksista huolimatta. (Kuntotestauksen perusteet 1998)

6 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESI

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää sukupuolen ja iän vaikutusta uimareiden 7 x 200 metrin nopeuskestävyydestin uintinopeuteen, sykkeeseen, vetopituuteen sekä veren laktaattipitoisuuteen aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä.

1. Onko sukupuolella merkitystä aerobisen ja anaerobisen kynnyksen syke- ja laktaattiarvoihin?
2. Ovatko poikien vetopituudet suuremmat kuin tytöillä aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä?
3. Miten uintinopeus, syke, vetopituus ja veren laktaatti muuttuvat iän myötä maitohappotestin aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä?

Hypoteesina oli, että syke ja laktaatti arvoissa ei ole suuria eroja sukupuolten välillä, mutta poikien uintinopeus ja vetopituudet sekä aerobisella että anaerobisella kynnyksellä ovat tyttöjä suuremmat. Iän vaikutus näkyy uintinopeuden sekä vetopituuden kasvuna, mutta laktaattiarvot ovat nuoremmilla hieman matalammat. Sykkeeseen iällä ei ole merkitystä.

7 MENETELMÄT

7.1. Koehenkilöt

Koehenkilöinä tutkimuksessa oli 13 - 20 -vuotiaita kilpauimareita, jotka tulivat eri kaupungeista ja eri harjoitusryhmistä. Tutkimukseen osallistui yhteensä 33 uimaria, joista 16 oli tyttöjä ja 17 poikia. Koko tutkimusjoukon keski-ikä oli 16 vuotta ja koehenkilöt jakautuivat tasaisesti myös iän perusteella tyttöjen poikien kesken. Tyttöjen keskiarvoikä oli 15,9 vuotta ja poikien 16,0 vuotta. Uimareiden harjoitustaustasta ei kerätty erikseen tietoa. Tasoltaan uimarit olivat hyvin erilaisia, osa uimareista oli kansallista kärkitasoa ja nuorimmat olivat vasta pyrkimässä oman ikäryhmänsä kärjen tasolle.

7.2 Koeasetelma

Mittausmenetelmänä käytettiin 7 x 200 metrin uintitestiä, jonka kuvaus on aiemmassa kappaleessa. (5.2.) Mittaukset toteutettiin Jyväskylän Aalto Alvarissa, 50 metrin altaalla. Kaikki mittaukset teki yksi henkilö ja aina samalla protokollalla.

7.3 Aineiston keräys ja analysointi

Tutkimustulosten keräämiseen käytettiin LIKESillä vuosina 1996 - 1998 tehtyjä uimareiden nopeuskestävyystestejä. Aineisto on perinteinen testausasema-aineisto, jolloin koehenkilöt ovat ostaneet mittaukset ja analysoinnit asemalta.

7.3.1. Syke ja laktaatti

Sykkeen mittaamiseen käytettiin kahvalla varustettua Polarin sykemittarin pantaa ja mittarin kelloa, jolla testaaja otti uimarilta sykkeen tämän noustua altaan pohjassa olevalle tuolille seisomaan heti kuorman jälkeen.

Laktaatti mitattiin uimarin sormenpästä jokaisen kuorman jälkeen, minkä vuoksi uimari nousi istumaan altaan reunalle altaassa olevan tuolin avulla. Sormi puhdistettiin ennen jokaista näytteenottoa antiseptisellä liuoksella, jonka jälkeen sormenpäähän pistettiin neulalla pieni reikä. Ensimmäinen veripisara pyyhittiin pois ja toisesta pisarasta otettiin näyte kapillaariputkeen. Verinäytteet varastoitiin ja analysoitiin myöhemmin testauslaboratoriossa laboratoriohoitajan toimesta.

7.3.2 Nopeus ja vetopituus

Uimareiden 200 metrin kuormiin käyttämä aika kelloitettiin sekuntikellolla ja näistä ajoista laskettiin uimarin jokaisen kuorman nopeus (m/s) muuttamalla ensin aika sekuntimuotoon ja jakamalla luku 200 tällä luvulla.

Vetopituudet mitattiin kellottamalla sekuntikellolla jokaiselta altaanväliltä viiteen vetoon kulunut aika. Vetojen lasku aloitettiin luvusta nolla. Saaduista ajoista laskettiin keskiarvo, joka jaettiin viidellä (vedolla), josta saatiin näin ollen uimarin vetotiheys. Vetotiheys jaettiin tämän jälkeen kyseisen kuorman nopeudella, jolloin saatiin uimarin vetopituus.

7.3.3 Aerobinen ja anaerobinen kynnys

Nopeuskestävyystesteistä analysoitiin uimareiden aerobinen ja anaerobinen kynnys. Aerobinen kynnys määritettiin kohtaan, jossa laktaattipitoisuus nousee ensimmäisen kerran laktaatin perustasoa ylemmäs. Anaerobisen kynnyksen määrittämisen apuna käytettiin D-MAX menetelmää (Zhou & Weston 1997), jossa ensimmäisen ja viimeisen kuorman laktaattipisteen välille piirretään suora. Laktaattikäyrän kauimmainen kohta suorasta osoittaa tällöin anaerobisen kynnyksen laktaattiarvon ja nopeuden. Kynnyskuormilta tilastoitiin uimarin aika, syke, laktaattiarvo sekä vetopituus jatkoanalysointia varten.

7.5 Tilastolliset menetelmät

Tulokset analysoitiin Microsoft Officen Exel- taulukkolaskentaohjelmaa apuna käyttäen. Ensin analysoitiin keskiarvot ja keskihajonnat. Koehenkilöryhmien arvojen välillä olevaa merkitsevyyttä selvitettiin parillisella Studentin t-testillä. Tulos katsottiin merkitseväksi kun $p < 0.05$.

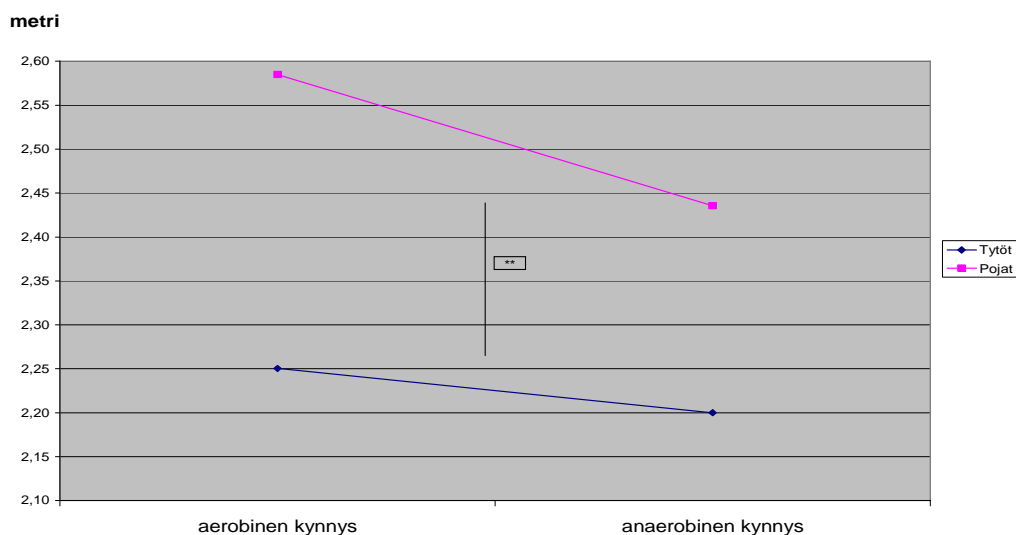
8 TULOKSET

Aerobisella kynnyksellä koehenkilöillä havaittiin tyttöjen uintinopeuksien olevan keskiarvolta 7 % poikien uintinopeutta hitaampia. Vetopituuksissa poikien arvot olivat 15 % prosenttia suuremmat ja veren laktaattipitoisuus 29 % suurempi. Sykkeeseen sukupuoli ei ollut vaikutusta aerobisella kynnyksellä uitaessa. Tyttöjen ja poikien absoluuttiset arvot ovat taulukossa 1.

Taulukko 1. Tyttöjen ja poikien keskiarvot (KA) ja keskihajonnat (SD) aerobisella kynnyksellä.

	TYTÖT		POJAT	
	KA	SD	KA	SD
Aerobinen kynnys				
nopeus (m/s)	1,08	0,10	1,15	0,17
syke	148	8,38	149	12,05
vetopituus (m)	2,25	0,26	2,59	0,33
laktaatti (mmol/l)	1,57	0,82	2,02	0,57

Tilastollisesti merkitseviä erot olivat aerobisella kynnyksellä tyttöjen ja poikien välillä vetopituudessa ($p = 0.001$) ja veren laktaattipitoisuudessa ($p = 0.01$). Vetopituuksia kuvaava käyrä kuvassa 1.



Kuva 1. Tyttöjen ja poikien vetopituuksien keskiarvo aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä.

(* = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$)

Anaerobisella kynnyksellä kaikkien mitattujen muuttujien arvot olivat pojilla suurempia kuin tytöillä. Pojilla uintinopeus oli 5 % ja vetopituus 11 % suurempi kuin tyttöjen vastaavat arvot. Veren laktaattipitoisuus oli anaerobisella kynnyksellä 29 % tyttöjä suurempi, samoin kuin aerobisellakin kynnyksellä. Sykearvot ja sen muutokset olivat tytöillä ja pojilla lähes samat ja arvojen ero olikin ainoastaan 1 %. Muuttujien absoluuttiset arvot näkyvät taulukossa 2. Tilastollisesti merkitsevä ero tyttöjen ja poikien välillä oli ainoastaan laktaattiarvoissa ($p = 0.02$).

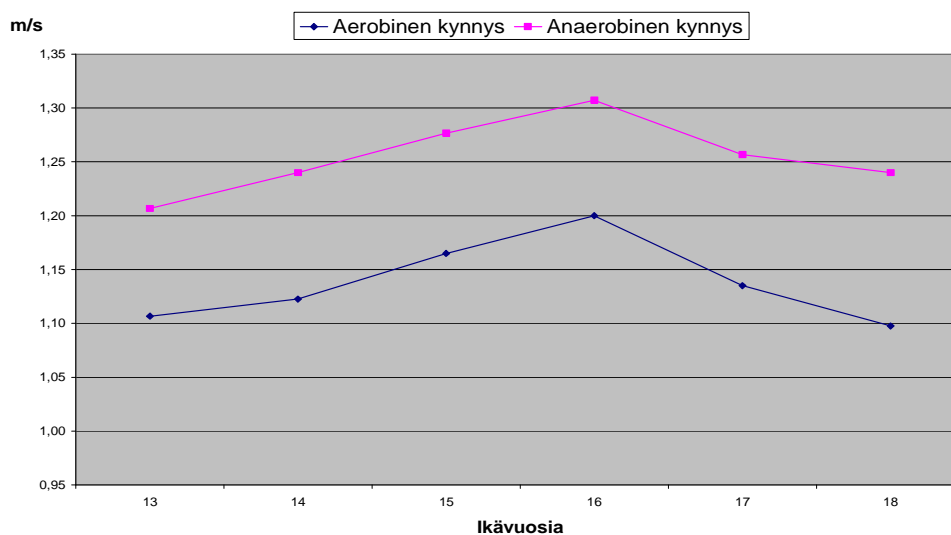
Taulukko 2. Tyttöjen ja poikien keskiarvot (KA) ja keskihajonnat (SD) anaerobisella kynnyksellä

	TYTÖT		POJAT	
	KA	SD	KA	SD
Anaerobinen kynnyks				
nopeus (m/s)	1,20	0,10	1,26	0,19
syke	167	6,82	169	11,88
vetopituus (m)	2,20	0,22	2,44	0,57
laktaatti (mmol/l)	2,64	1,07	3,40	1,06

Verrattaessa aerobisen ja anaerobisen kynnyksen arvojen eroja, nousi tyttöjen uintinopeus 11 prosentilla ja poikien 9 prosentilla. Suuntaus oli sama laktaattiarvojen nousussa, kun tyttöjen anaerobisen kynnyksen laktaatti arvo oli 69 % suurempi kuin aerobisen kynnyksen ja pojilla kyseinen luku oli 68 %. Sykkeessä pojilla tapahtui 14 % nousu ja tytöillä 13 %. Vetopituus laski pojilla hieman jyrkemmin uintinopeuden nousun seurauksena ja heillä vetopituuden pudotus oli 6 % kun tytöillä se oli 2 %. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei löytynyt tyttöjen ja poikien arvojen nousussa siirryttäessä aerobiselta kynnykseltä anaerobiselle kynnykselle. Vain uintinopeuden nousu läheni tilastollista merkitsevyyttä ($p = 0.07$).

Eri-ikäisten uimareiden testituloksissa rajattiin 19 - ja 20 -vuotiaat koehenkilöt pois, koska henkilöiden lukumäärä oli niin pieni, ettei se antanut kattavaa otosta kyseisestä ikäluokasta.

Uintinopeuden kasvu oli voimakkaan nousujohteista aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä kolmestatoista ikävuodesta kuuteentoista ikävuoteen, jonka jälkeen nopeudet lähtivät putoamaan. Suurin uintinopeuden kasvu tapahtui aerobisella kynnyksellä 14 ja 15 ikävuoden välillä, jolloin uintinopeuden nousu oli 4 %. Tämän jälkeen kasvua tapahtui vielä 3 %, jonka jälkeen vauhti tippui 5 prosentilla. Anaerobisella kynnyksellä muutos oli hyvin samansuuntaista uintinopeuden noustessa 16 ikävuoteen asti, jonka jälkeen se lähti putoamaan. Kuvassa 2. on vauhdin kehittyminen ikävuosissa.



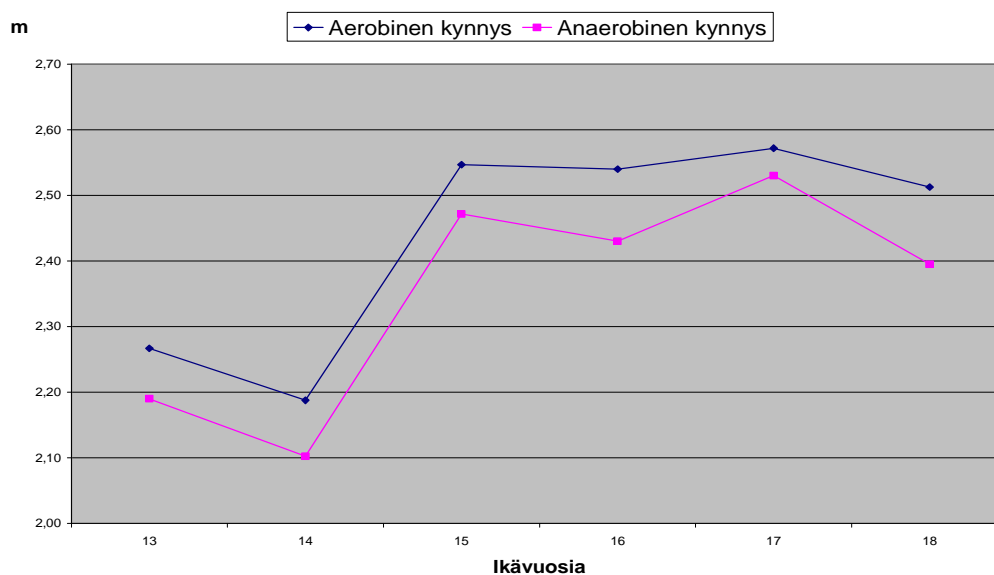
Kuva 2. Aerobisen ja anaerobisen kynnyksen nopeudet (m/s) eri-ikäisillä uimareilla.

Sykkeiden osalta ikävuosien väliset erot ovat hyvin pieniä sekä aerobisella että anaerobisella kynnyksellä. (Taulukko 3.)

Taulukko 3. Eri ikävuosien sykearvot sekä muutosprosentti aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä.

Ikävuodet	13	14	15	16	17	18
Aerobinen kynnys						
syke	153	151	146	150	148	148
muutos % ikävuosien välillä		-1 %	-3 %	3 %	-2 %	0 %
Anaerobinen kynnys						
syke	166	171	168	170	170	164
muutos % ikävuosien välillä		3 %	-2 %	1 %	0 %	-3 %

Vetopituuksissa trendi oli samansuuntainen aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä, mutta muutokset olivat eri ikäsarjojen välillä hyvin suuria. Aerobisella kynnyksellä vetopituus kasvoi 14 ikävuodesta 15 ikävuoteen mennessä 16 % ja anaerobisella kynnyksellä sama muutos oli 18 %. Suurimman ja pienimmän arvon ero oli tällä nopeudella 20 %. 15 ikävuoden jälkeen kehitystä ei juuri enää tapahtunut vaan vetopituudet pysyivät muutaman prosentin marginaalin sisällä (± 4). Kuvassa 3 näkyy vetopituuden kehitys ikävuosien aikana.



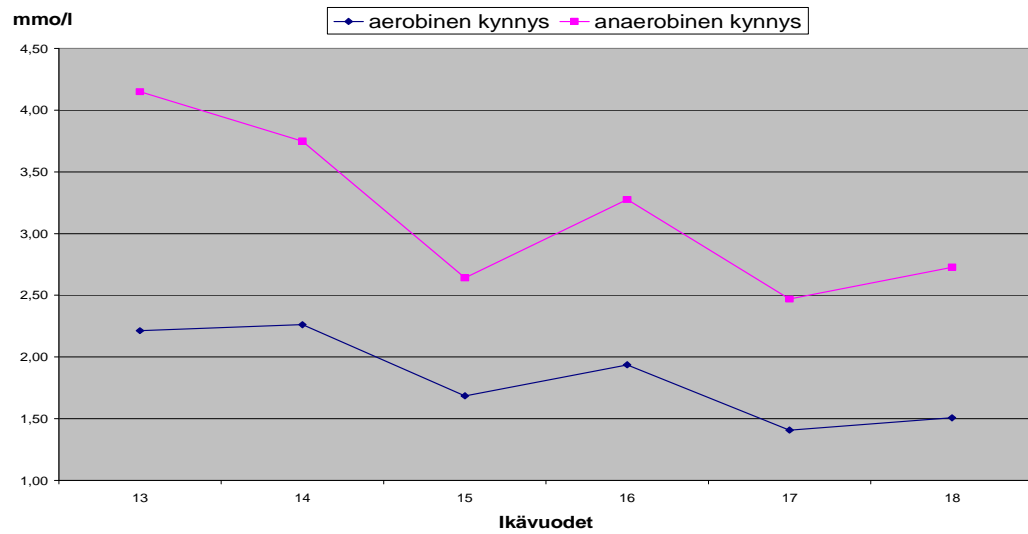
Kuva 3. Eri-ikäisten uimareiden vetopituudet (m) aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä.

Kynnysten laktaattiarvoissa tapahtui suuria muutoksia ikävuosien aikana. Muutosten keskihajonta oli 16 prosenttia ja vaihteluväli muutoksissa oli $-30\% - +24\%$. (Taulukko 4.)

Taulukko 4. Eri ikävuosien laktaattiarvot sekä muutosprosentti aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä.

Ikävuodet	13	14	15	16	17	18
Aerobinen kynnyks						
laktaatti (mmol/l)	2,2	2,3	1,7	1,9	1,4	1,5
muutos % ikävuosien välillä		2 %	-26 %	15 %	-27 %	7 %
Anaerobinen kynnyks						
laktaatti (mmol/l)	4,2	3,8	2,6	3,3	2,5	2,7
muutos % ikävuosien välillä		-10 %	-30 %	24 %	-25 %	10 %

Kuvassa 4 näkyy laktaattikäyrän liike edes takaisin ikävuosien välillä. 15 ikävuoteen mennessä varsinkin anaerobisen kynnyksen laktaattiarvo laskee huomattavasti eikä palaakaan enää yhtä korkealle. Aerobisella kynnyksellä muutokset eivät ole aivan yhtä suuria, mutta linja on sama kuin anaerobisellakin kynnyksellä.



Kuva 4. Eri-ikäisten uimareiden laktaattiarvot (mmol/l) aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä

9 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää sukupuolen ja iän vaikutusta uimareiden 7 x 200 metrin nopeuskestävyydestin uintinopeuteen, sykkeeseen, vetopituuteen sekä veren laktaattipitoisuuteen aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä. Hypoteesina oli, että syke ja laktaatti arvoissa ei ole suuria eroja sukupuolten välillä, mutta poikien uintinopeus ja vetopituudet sekä aerobisella että anaerobisella kynnyksellä ovat tyttöjä suuremmat. Iän vaikutus näkyy uintinopeuden sekä vetopituuden kasvuna, mutta laktaattiarvot ovat nuoremmilla hieman matalammat. Sykkeeseen iällä ei ole merkitystä. Tutkimuksen päätuloksena olivat poikien korkeammat laktaattiarvot tyttöihin verrattuna sekä aerobisella että anaerobisella kynnyksellä sekä testitulosten huomattava parantuminen 16 ikävuoden aikana verrattuna muihin ikäluokkiin.

Kuten oletettavaa oli, sykkeiden keskiarvot olivat tytöillä ja pojilla hyvin samassa linjassa molemmilla kynnysalueilla. Tulokset olivat lähes identtiset ja heittoa oli vain 1-2 lyönnin verran minuutissa. Testitulosten määrittämiseksi tehtiin kuitenkin myös laktaatin perusteella, joten vääristymää ei tuloksissa pitäisi tällä osin olla. Hypoteesin vastaisesti poikien laktaattiarvot olivat kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi tyttöjen arvoja suuremmat. Suhde aerobisen ja anaerobisen laktaattiarvon välillä oli molemmilla lähes sama (68 % vrt. 69 %), joten kynnysten väli tytöillä ja pojilla suhteessa sama. Tämän todistaa myös sykearvojen sama prosentuaalinen väli kynnysten välillä, joka oli tytöillä 13 % ja pojilla 14 %. Aikaisempien tutkimusten pohjalta ei löydy tämän tutkimuksen tuloksia tukevaa löydöstä. Naisilla on todettu olevan heikompi kapasiteetti tuottaa anaerobista tehoa ja laktaattia, mutta lähinnä erot sukupuolten välillä näyttävät johtuvan harjoittelusta (Avlonitou 1996). Lisäksi kynnysarvojen kohdalla ei ole kyse anaerobisesta tehosta vaan paremminkin aerobisesta kapasiteetista.

Tyttöjen arvoja tarkastellessa voi tosin todeta, että molempien kynnysten laktaattiarvot pysyvät viitearvojen sisällä (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2004, s. 114). Anaerobisen laktaattiarvo jää poikiin nähden hieman matalalle ja antaa viitettä tyttöjen heikommasta suorituskyvystä. Koska uimareiden harjoittelusta ei ole tarkkaa tietoa, voidaan vain spekuloida harjoituksen osuutta asiaan. Näyttäisi kuitenkin siltä, että tyttöjen kyky sietää happamuutta veressä, on poikia selkeästi heikompi. Tämä voi johtua vähäisestä

harjoittelumäärästä puhtaasti anaerobisella puolella (ns. maitohapon sietoharjoitukset), jolloin tyttöjen elimistö ei pysty ylläpitämään tarvittavaa tehoa veren pH:n laskiessa. Tästä seuraa lihasten väsymistä ja monella uimarilla tulee ”seinä” vastaan, mikä puolestaan näkyy testituloksissa laktaattikäyrän jyrkkänä nousuna kahden kuorman välillä.

Molemmat ryhmät olivat kuitenkin iältään keskiarvolta 16 -vuotiaita, joten tehokasta harjoittelua voisi ajatella ryhmällä olleen lähes yhtä paljon. Testaajien tulee tosin olla tietoisia uimarin mahdollisesta glykogeenivajauksesta tms., sillä energiatasapaino on suorassa yhteydessä laktaatin muodostukseen ja mahdollinen glykogeenivajaus voi heikentää laktaatintuottoa, koska substraattia ei ole riittävästi saatavilla. Lisäksi tämä voi johtaa heikompiin suoritusaikoihin ja siten mahdolliset testien perusteella tehdyt harjoitusohjeet eivät elimistön normaalitilassa pidä enää paikkaansa. (Chatard ym. 1988).

Kynnysten uintinopeudet testissä olivat pojilla oletetusti tyttöjä suuremmat, vaikka eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Vetopituuksien väliset erot tyttöjen ja poikien kesken olivat aerobisella kynnyksellä 15 % ja anaerobisella kynnyksellä 11 %. Aerobisen kynnyksen ero vetopituuksissa oli lisäksi tilastollisesti erittäin merkitsevä. Miehillä vetopituuksien onkin todettu olevan naisia pidempiä, joten tutkimuksen löydös on linjassa myös aikaisempien tutkimustulosten kanssa. (Malvela 1999). Vertailtaessa aerobisen ja anaerobisen kynnyksen vetopituuksien eroja voidaan tosin todeta, että poikien pituudet laskivat suhteessa tyttöjä enemmän. Poikien prosentuaalinen pituuksien pudotus oli 6 % ja tyttöjen 2 %. Ero ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevä. Näin ollen pojat nostivat uintinopeutta tyttöjä enemmän vetopituuden kustannuksella. Tämä voi myös osittain selittää poikien korkeammat laktaattiarvot anaerobisella kynnyksellä.

Yhteenvedona eroista tyttöjen ja poikien välillä voidaan sanoa, että tutkimuksen miespuoliset uimarit olivat suhteessa paremmassa kunnossa kuin tytöt. Uimaripojat pystyivät uimaan anaerobisella kynnyksellä tyttöihin verrattuna korkeammilla veren pH-pitoisuuksilla sykkeen ollessa kuitenkin sama. Näin ollen poikien laktaatin sietokyky oli tyttöjä parempi.

Eri ikäryhmien vertailussa näkyy uintinopeuksien selvä kehitys 13 ikävuodesta 16 ikävuoteen. Tämä selittynee harjoitusmäärien kasvulla ja tehoharjoittelun lisääntymisellä harjoitusohjelmissa. Uimareiden harjoitustaustasta ei tosin ole varmuutta, mutta suomalaisen uimarin normaalia harjoitusprotokollaa mukailleen, voidaan uskoa näin tapahtuneen. 16 vuotta vanhempien uimareiden testinopeuksien laskua suomalainen harjoittelumalli ei tosin selitä. Koehenkilöiden määrä oli myös suhteellisen sama ikäryhmien välillä, joten täysin yhdestä yksilöllisestä poikkeavuudesta ei ole kyse. Lopettaneiden määrä 16 ikävuoden paikkeilla on lajissa suhteellisen suuri (Malvela 2003), mutta kyseessä olleiden koehenkilöiden voidaan ajatella olleen ainakin jossain määrin motivoituneita, koska he olivat tulleet omakustanteiseen, vapaaehtoiseen testiin. Taustalla voi olla myös vanhempien uimareiden siirtyminen enemmän sprinttimatkoille, jolloin 7x200 metrin testi on voinut olla heille hieman liian raskas.

Kynnysten sykkeissä merkittäviä eroja ei ole ikäryhmien välillä, vaan molempien kynnysten sykearvot ovat seitsemän lyönnin sisällä. Tämän perusteella voidaan ajatella uimareiden kuormittuneen ainakin sydän- ja verenkiertoelimistön osalta samansuuntaisesti. Sykearvojen on myös todettu korreloivan laktaatin kanssa lähes yhtäläisesti, mistä syystä sykearvoja voidaan pitää hyvänä indikaattorina uintitehojen arvioinnissa. (Keskinen ym. 1989). Murrosiän jälkeen lasten sykkeiden on myös todettu laskevan aikuisten tasolle eikä lapsi enää reagoi lisääntyneeseen kuormitukseen pelkästään sydämen lyöntitiheyttä nostamalla vaan lisäämällä veren volyyymia (Malvela 1999 s. 123).

Vetopituuksia tarkasteltaessa ikäryhmien välillä, voidaan tulosten todeta olevan linjassa oletusten kanssa. Vetopituuden kasvu ja sen ylläpitäminen kovilla vauhteilla liittyy paljolti uinnin taloudellisuuteen ja siten uimarin harjoitus pohjaan (Weis ym. 1986). Nuorilla uimareilla uidut harjoitusmäärät ovat luonnostaan alhaisemmat, joten on linjan mukaista, että merkitsevää kehitystä tapahtuu juuri 15 ikävuoden paikkeilla. Notkahdus vetopituuksissa 13 ja 14 ikävuoden välillä voitaneen selittää uimareiden pyrkimyksellä lisätä uintinopeutta vetopituuden kustannuksella. 16 ikävuoden aikana saavutettu taso säilyi kohtuullisena vanhempiin ikäluokkiin asti eivätkä muutokset ikäluokkien välillä olleet enää suuria.

Mielenkiintoista tutkimustuloksissa on uintinopeuden lasku 16 ikävuoden jälkeen, vaikka vetopituudet pysyvät suhteellisen samana. Näin ollen uimarit ovat jaksaneet ylläpitää vetopituutta, mutta vedon purevuus on jollakin tavalla heikentynyt. Toisaalta vanhempien ikäluokkien uimareiden vetotiheys saattoi olla pienempi, jolloin myös vauhti olisi laskenut. Aikaisemman kirjallisuuden mukaan erot vetopituudessa ovat kuitenkin pääasiassa syy yksilöiden välisiin eroihin ja vauhdin hidastumiseen (Keskinen ym. 1994).

Uimareiden kynnyksen laktaattiarvoissa näkyy selkeä trendi niiden pienenemisestä iän myötä. Aerobisen kynnyksen laktaattiarvojen lasku voidaan selittää aerobisen kapasiteetin kohentumisella iän tuoman harjoittelun seurauksena. 13 -vuotiaiden aerobisen kynnyksen keskimääräinen laktaattiarvo oli lisäksi hieman viitearvoja korkeammalla (Keskinen ym. 2004, s. 114), josta voidaan päätellä uimareiden normaalia heikompi aerobinen taso. Aerobisen kapasiteetin koheneminen ja kynnyksen laktaattiarvojen aleneminen ei tosin näy anaerobisella puolella, josta voisi vetää johtopäätöksen, että harjoittelu on ollut liian kevyttehoista. Tämän seurauksena uimareiden anaerobinen kapasiteetti ja elimistön kyky sietää happoja on heikentynyt.

Kaikkia muuttujia tarkasteltaessa laktaattiarvojen pieneneminen on kuitenkin yhteydessä myös uintinopeuksien tippumiseen vanhemmilla ikäryhmillä. Vetopituuden pysyessä suhteellisen samana, voisi ajatella, että vastaavanlaista väsymystä ei siis koettu näissä ryhmissä kuin nuorempien joukossa. Uintinopeuden ja laktaattiarvojen lasku yhdessä vetopituuksien säilymiseen antaakin viitettä joko kuntotason laskusta tai lepsusta yrittämisestä testeissä.

LÄHTEET

- Avlonitou, E. 1996. Maximal lactate values following competitive performance varying according to age, sex and swimming style. *Journal of Sport Medicine and Physical Fitness* 36, 24-30.
- Caldwell, J.& Pekkarinen, H. 1982. A Comparison of the Anaerobic Threshold and Blood Lactate Increases during Cycle Ergometry and Free Swimming. *Biomechanics and Medicine in Swimming* 14, 235-243.
- Chatard, J., Paulin, M. & Lacour, L. 1988. Post competition Blood Lactate Measurements in Swimming performance: Illustrated by Data From a 400-m Record Holder. *Swimming Science V*; 18, 311-316.
- Costill, D.L. 1978. Adaptations in skeletal Muscle During Training for Sprint and Endurance Swimming. *Swimming Medicine*, 233-247.
- Costill, D.L., Kovaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. 1985. Energy Expenditure During Front Crawl Swimming: Predicting Success in Middle-distance Events. *International Journal of Sport Medicine* 6, 266-270.
- Gullstrand, L. 2000. Swimming as an Endurance Sport. Teoksessa Shepard, R. & Åstrand, P.-O. *Endurance in Sport*. Blackwell, Oxford, 531-541.
- Gullstrand, L. & Holmer, I. (1980) Fysiologiska Tester av Landslagssimmare: Anaerob energileveransmätningen av blodmjölksyra. *Simsport* 3, 15-17.
- Jung, A.,P. (2003) The Impact of Resistance Training on Distance Running Performance. *Sports Medicine* 33(7), 539-552
- Keskinen, K.L. 1994. Measurement of Technique in Front Crawl Swimming. *Medicine and Science in Aquatic Sports* 39, 117-125.
- Keskinen, K.L., Komi, P. 1993. Stroking Characteristics of Front Crawl Swimming During Exercise. *Journal of Applied Biomechanics* 9, 219-226.
- Keskinen, K.L., Komi, P. & Rusko, H. 1989. A Comparison Study of Blood Lactate Tests in Swimming. *International Journal of Sport Medicine* 10; 3, 197-201.
- Kunski, H., Jegier, A., Maslankiewicz, A. & Rakus, E. 1988. The Relationship of Biological factors to Swimming performance in Top Polish Junior Swimmers Aged 12 to 14 Years. *Swimming Science V*; 18, 109-113.
- Leonard, J. 1992. *Science of Coaching Swimming*. Human Kinetics Publishers, England.

- Mader, A., Heck, H. & Hollman, W. (1976) Evaluation of Lactic Acid Anaerobic Energy Contribution by Determination of Post Exercise Lactic Acid Concentration of Ear Capillary Blood in Middle Distance Runners and Swimmers. *Exercise Physiology. Symposia Specialists*, Miami, Florida, vol.4., 187-200.
- Maglischo, E. 1982. *Swimming Faster*. Mayfield Publishing Company, California USA.
- Maglischo, E. 1988. The Application of Energy Metabolism to Swimming Training. *Swimming Science V*; 18, 209-217.
- Malvela, M. (2003) Pro Gradu –tutkielma. Kilpauimareiden menestymisen ja lopettamisen taustoja. Liikuntakasvatuksen laitos, Jyväskylän Yliopisto.
- Malvela, M. 1999. *Otetta Veteen*. Liikunnan ja kansanterveyden edistämissäätiö (LIKES), Kopijyvä Oy, Jyväskylä.
- Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. (2004) *Urheiluvalmennus*. VK-Kustannus Oy. Gummeruksen Kirjapaino Oy. Jyväskylä
- Monpetit, R., Cazorla, G., Lavone, J. 1988. Energy metabolism During Front Crawl Swimming: A Comparison Between Males and Females. *Swimming Science V*; 18, 229-235.
- Pyne, D. Maw, G. & Goldsmith, W. 2000. Protocols for the Physiological Assessment of Swimmers. Teoksessa: Australian Sport Commission; Gore, C. *Physiological Assessment for the elite Athlete*. Champaign (IL): Human Kinetics, 372-381.
- Rinehardt, K., Axtell, R., Martens, D., Soper, D., Finn, J., Kemler, D., Hutchinson, B. 1997. The Effect of Swim Training, Reduced Training, and Retraining on Velocity-blood Lactate Relationship. *Journal of swimming Research* 12, 12-18.
- Wasserman, K. 1999. *Principles of Exercise testing and Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications*. Lippincot Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Weiss, M., Reischle, k., Bouws, N., Weicker, H. 1986. Relationship of Blood Lactate Accumulation to Stroke rate and Distance per Stroke in top Female Swimmers. *Swimming Science V*; 18, 295-305.
- Zhou, S. & Weston, S. (1997) Reliability of using the *D*-max method to define physiological responses to incremental exercise testing. *Physiological Measurement* 18, 145-154