



**SULAVASTI SULATELLEN
Ylipainoisten henkilöiden
energiankulutus ja kuormitusvasteet 40
minuutin vesijuoksun ja vesijumpan
aikana**

Laura Laasonen & Kati Niemi

**Opinnäytetyö
kesäkuu 2007**



**JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU**

Sosiaali- ja terveysala

Tekijä(t) LAASONEN, Laura NIEMI, Kati	Julkaisun laji Opinnäytetyö	
	Sivumäärä 61 + 12	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus <input type="checkbox"/> Salainen _____ saakka	
Työn nimi SULAVASTI SULATELLEN Ylipainoisten henkilöiden energiankulutus ja kuormitusvasteet 40 minuutin vesijuoksun ja vesijumpan aikana		
Koulutusohjelma Fysioterapian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) NATUNEN, Pekka		
Toimeksiantaja(t)		
Tiivistelmä <p>Työikäisten hyvinvointi ja lihavuus ovat yhä enenevässä määrin yhteiskunnassamme puheenaiheena. Liikuntaa suositellaan yleisesti lihavuuden ennaltaehkäisyyn ja hoitoon. Vesiliikunta soveltuu hyvin veden erityisominaisuuksien vuoksi ylipainoisten liikuntamuodoksi.</p> <p>Työn tavoitteena oli selvittää ylipainoisten energiankulutusta ja kuormitusvasteita 40 minuutin ohjatun vesijuoksun ja vesijumpan aikana sekä vertailla kuormittumista liikuntamuotojen aikana. Lisäksi arvioitiin Suunnon® Smart Belt sykepannan sopivuutta ylipainoisten vesiliikuntaan. Työssä pyrittiin myös selvittämään, vaikuttiko kohonnut BMI virheprosentin ja energiankulutuksen määrään. Tutkimusaineistoksi valittiin 11 koehenkilöä, joiden kuormitusta selvitettiin Suunnon® Smart Belt sykepannan ja RPE:n avulla. Tulokset analysoitiin Firstbeat Technologies Oy:n kehittämän Hyvinvointianalyysin avulla.</p> <p>Työ osoitti vesijuoksun ja vesijumpan olevan energiankulutukseltaan ja kuormitusvasteiltaan lähes samankaltaiset. Kokonaisenergiankulutus oli vesijuoksussa 211–504 kcal/40 min ja vesijumpassa 168–494 kcal/40 min. Tuloksissa saatiin selville, ettei suuri BMI lisännyt kokonaisenergiankulutusta. Vesijuoksussa koehenkilöiden kuormitusvasteiden keskiarvot olivat: 4,8 MET, 64 % VO₂max, 75,9 % HRmax, keskisyke 128 ja RPE 12,2. Vesijumpassa vastaavat arvot olivat: 4,9 MET, 63 % VO₂max, 75,6 % HRmax, keskisyke 127 ja RPE 13,0. Koehenkilöiden virheprosentin keskiarvo vesijuoksussa oli 17,4 % ja vesijumpassa 30,0 %. Suuri BMI ei lisännyt virheprosentin määrää.</p> <p>Tulosten perusteella vesijuoksu ja vesijumppa olivat kohtalaisen kuormittavia tai raskaita liikuntamuotoja, joilla voidaan tehokkaasti kuluttaa energiaa. Koehenkilöt kuuluivat ylipainonsa vuoksi riskiryhmään, jolloin liikunnan tulisi olla kevyttä tai kohtalaisen kuormittavaa. Osa koehenkilöistä harjoitteli liian intensiivisesti, lähellä maksimisykettä. Tutkimuksen perusteella Smart Belt sykepanta soveltuu ylipainoisille vesiliikuntaan harjoittelun seurannan mittariksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat) energiankulutus, vesijuoksu, vesijumppa, ylipaino		
Muut tiedot		

Date
23.5.2007

Author(s) LAASONEN, Laura NIEMI, Kati	Type of Publication Bachelor's Thesis	
	Pages 61 + 12	Language finnish
	Confidential <input type="checkbox"/> Until _____	
Title SMOOTHLY SMALLER – The energy expenditure and total work load of overweight test persons during a 40 minute deep water running and shallow water exercise		
Degree Programme Physiotherapy		
Tutor(s) NATUNEN, Pekka		
Assigned by		
Abstract <p>The wellbeing and obesity of working-age adults is an increasingly debated topic in today's society. Physical activity is a generally recommended measure for prevention and care of obesity. Water exercise is a suitable form of exercise for overweight people because of the specific properties of water.</p> <p>The purpose of this study was to find out the energy expenditure and work load of overweight test persons during an instructed 40 minute deep water running session and shallow water exercise and compare the total loading during these two forms of exercise. In addition, the suitability of Suunto's® Smart Belt was evaluated as a tool for overweight persons. Finally, the purpose was to clarify whether heightened BMI had any effect on the error percent and total energy expenditure. The total work load of 11 test persons was measured with Suunto's® Smart Belt and RPE. The results were analysed with the Firstbeat PRO® wellbeing-analysis created by Firstbeat Technologies Plc.</p> <p>According to the study, the total work load and energy expenditure of deep water running and shallow water exercise were nearly identical. Total energy expenditure was 211-504 kcal/40min in deep water running and 168-494 kcal/40min in shallow water exercise. The results showed that high BMI did not increase total energy expenditure. In deep water running the average total work load was: 4,8 MET, 64 % VO2max, 75,9 % HRmax, median heart rate 128 and RPE 12,2. The values for shallow water exercise respectively were: 4,9 MET, 63 % VO2max, 75,6 % HRmax, median heart rate 127 and RPE 13,0. The average error percent for the test persons in deep water running was 17,4 % and 30,0 % in shallow water exercise. High BMI did not have an effect on the error percent.</p> <p>The results of the study show that the work load of deep water running and shallow water exercise was moderate or high, and that they are efficient forms of energy consumption. Because of their overweight, the test persons belonged to a risk group in which work load of physical activity should be low or moderate. A few of the test persons exercised with a too high intensity, close to their maximum heart rate. Based on the results of the study, the Smart Belt was a suitable tool for overweight persons in measuring the work load of water exercise.</p>		
Keywords energy expenditure, deep water running, shallow water exercise, overweight		
Miscellaneous		

ESIPUHE

Haluamme esittää kiitoksemme kaikille niille tahoille, jotka ovat olleet mukana opinnäytetyöprosessissamme. Suurimmat kiitokset kuuluvat koehenkilöillemme, jotka osallistuivat aktiivisesti mittauksiin. Kiitos myös Aalto Alvarin henkilökunnalle, etenkin Kilokaartiryhmän ohjaajalle Anna-Leena Kärkkäiselle, joka auttoi meitä koehenkilöiden rekrytoinnissa. Kiitokset Firstbeat Technologies Oy:lle, joka oli tärkein yhteistyökumppanimme. Saimme heiltä konsultaatio-apua sekä sykepannat mittaustemme ajaksi. Erityisesti haluamme kiittää Kotisaaren Jaakkoa, Seppäsen Mikkoa ja Tuppuraisen Juhoa, jotka auttoivat mitaus- ja analysointimenetelmiä koskevissa kysymyksissä. Kiitokset myös opinnäytetyön ohjaajallemme Pekka Natuselle, jolla on kuormitusfysiologian ja vesiliikunnan asiantuntijuutta. Haluamme mainita myös Tiina Kuukkasen ja Tapani Pöyhösen, joihin olimme yhteydessä työn alkuvaiheessa. Kiitämme myös avopuolisoitamme.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
2 YLIPAINO	6
2.1 YLIPAINON MÄÄRITELMÄ	6
2.2 YLIPAINOISEN HENKILÖN LIIKUNNAN ERITYISPIIRTEET	7
3 SYKE JA SYKEVARIAATIO.....	8
4 FYYSISEN KUORMITTUMISEN ARVIOINTI.....	10
4.1 RPE.....	10
4.2 SYKE.....	10
4.3 HAPENKULUTUS.....	11
4.4 MET	12
4.5 ENERGIANKULUTUS	12
4.5.1 <i>Perusaineenvaihdunta</i>	12
4.5.2 <i>Liikunnan avulla kulutettu energia</i>	14
4.5.3 <i>Liikunnan aikainen rasva- ja hiilihydraattiaineenvaihdunta</i>	14
5 VEDEN ERITYISOMINAISUUDET.....	15
6 VESILIIKUNTA	19
6.1 VESILIIKUNNAN SOVELTUVUUS YLIPAINOISELLE	19
6.2 LIIKUNTASUOSITUKSET YLIPAINOISELLE LIIKKUJALLE	21
6.3 HARJOITTELU VEDESSÄ	24
7 TUTKIMUSONGELMAT	30
8 TUTKIMUSMENETELMÄT	31
9 TUTKIMUSASETELMA JA AINEISTON KERÄYS	32
9.1 KOEHENKILÖT.....	32
9.2 KOEASETELMA.....	32
9.3 MITTAUSMENETELMÄT	33
9.3.1 <i>Sykevariaatio</i>	33
9.3.2 <i>RPE</i>	34
9.3.3 <i>Submaksimaalinen polkupyöräergometri</i>	34
9.4 AINEISTON ANALYSOINTI.....	35
9.4.1 <i>Firstbeat Hyvinvointianalyysi</i>	35
9.4.2 <i>Tilastollinen käsittely</i>	37

10 TULOKSET	38
10.1 TULOSTEN VERTAILU	38
10.2 ENERGIANKULUTUS	38
10.3 MET	40
10.4 HAPENKULUTUS	41
10.5 SYKE.....	42
10.6 RPE.....	43
10.7 MITTAUSTEN VIRHEPROSENTIT.....	44
11 POHDINTA.....	47
11.1 LÄHTÖKOHDAT TULOSTEN TARKASTELULLE	47
11.2 TUTKIMUKSEN PÄÄTULOKSET	48
11.2.1 Energiankulutus	48
11.2.2 MET.....	49
11.2.3 VO2max.....	49
11.2.4 Syke.....	50
11.2.5 RPE.....	50
11.2.6 Virheprosentit.....	51
11.3 TULOSSIIN VAIKUTTANEET TEKIJÄT	51
11.4 YLIPAINO JA VESILIIKUNTA	53
11.5 JATKOTUTKIMUSTARPEET	54
11.6 JOHTOPÄÄTÖKSET	55
LÄHTEET.....	57
LIITTEET	
<i>Liite 1. Terveyskysely.....</i>	62
<i>Liite 2. Koehenkilöidemme mielipiteitä vesijuoksusta ja vesijumpasta ..</i>	64
<i>Liite 3. Aktiivisuusluokan määrittely.....</i>	65
<i>Liite 4. Sitoutumislomake.....</i>	66
<i>Liite 5. Tutkimuskortti</i>	67
<i>Liite 6. Materiaalipaketti.....</i>	68
<i>Liite 7. PAR-Q-riskiluokittelu.....</i>	70
<i>Liite 8. Malli energiankulutuksen laskemiseksi sykedatasta.....</i>	71
<i>Liite 9. Tulosten yhteenveto</i>	72
<i>Liite 10. Yhteistyösopimus</i>	73

KUVIOT

KUVIO 1. Sydämen sykeväli	9
KUVIO 2. Pinta-alan vaikutus vastuksen suuruuteen.....	18
KUVIO 3. Hyvä vesijuoksuasento	24
KUVIO 4. RPE keskiarvot vesijuoksun ja juoksumatolla juoksun aikana harjoitusintensiteetillä 60, 70 ja 80 % tasolla sykereservistä (HRR).....	29
KUVIO 5. Koehenkilöiden kokonaisenergiankulutus 40 minuutin vesijuoksun ja vesijumpan aikana.....	39
KUVIO 6. Koehenkilöiden energiankulutuksen (kcal/min) keskiarvo 40 min vesijuoksussa ja vesijumpassa	39
KUVIO 7. Koehenkilöiden MET-keskiarvo vesijumpassa ja vesijuoksussa	40
KUVIO 8. Koehenkilöiden % VO₂max keskiarvo vesijuoksussa ja vesijumpassa.....	41
KUVIO 9. Koehenkilöiden % HRmax keskiarvo vesijuoksun ja vesijumpan aikana	42
KUVIO 10. Koehenkilöiden keskisyke vesijuoksun ja vesijumpan aikana	43
KUVIO 11. Koehenkilöiden subjektiivinen kuormittuminen vesijuoksussa 10 minuutin välein	44
KUVIO 12. Koehenkilöiden subjektiivinen kuormittuminen vesijumpassa 10 minuutin välein	44
KUVIO 13. Koehenkilöiden virheprosentit vesijuoksussa	45
KUVIO 14. Koehenkilöiden virheprosentit vesijumpassa	45

TAULUKOT

TAULUKKO 1. Painoindeksin viitealueet aikuisilla.....	6
TAULUKKO 2. RPE-taulukko.....	10
TAULUKKO 3. Perusaineenvaihdunnan ennusteyhtälö WHO:n mukaan	13
TAULUKKO 4. Kestävyyssiikunnan kuormittavuuden luokittelu ja eri kriteereiden vastaavuus.....	22
TAULUKKO 5. Laihduttavan vesiliikunnan rajat.....	23
TAULUKKO 6. Koehenkilöiden esitiedot.....	32

1 JOHDANTO

Suomessa lihavuuden esiintyvyys on lisääntynyt merkittävästi ja työikäisten hyvinvointi on noussut yhteiskunnassamme tärkeäksi huolenaiheeksi. Suomalaisista työikäisistä n. 20 % oli lihavia 2000-luvun alussa. Lihavuus lisää sairaspöissaoloja ja on usein kansansairauksien taustatekijänä. Painoindeksin kohotessa yli 30, keski-ikäisen henkilön kuolleisuusriski ja riski joutua työkyvyttömyyseläkkeelle kaksinkertaistuvat verrattuna normaalipainoiseen. (Suomalainen Lääkäriseura Duodecim ja Suomen Akatemia 2005, 2689, 2693 - 2694.) Lihavuuden arvellaan vuosittain maksavan yhteiskunnalle satoja miljoonia euroja (Rissanen & Fogelholm 2006, 14).

Vesivoimistelu on Anttilan (2003, 33) mukaan aikuisten suosituimpia ryhmäliikuntamuotoja. Vesiliikuntaa suositellaan yleisesti ylipainoisille veden erityisominaisuuksien vuoksi. Pöyhösen (2007a) mukaan vesivoimistelu mielletään valitettavan usein heikkotehoiseksi, sosiaaliseksi, ikääntyneiden liikuntamuodoksi. Vaikka vedessä on monia liikkumista helpottavia tekijöitä, on vesiliikunnan kuitenkin todettu olevan tehokas laihdutusmuoto. Mielenkiintomme vesiliikunnan aikaista energiankulutusta kohtaan kasvoi luettuamme Keskisen artikkelin ”Rasva palaa vedessä”. Artikkelin kertoi ylipainoisen, työikäisen, huonokuntoisen miehen kuluttaneen tunnin vesijuoksun aikana yli 800 kcal. (Suomalainen Vesiliikuntainstituutti Oy 2004, 1.) Energiankulutuksen määrä oli mielestämme yllättävän suuri ja halusimme selvittää asiaa tarkemmin isommalla koejoukolla.

Tutkimuksemme tarkoituksena on selvittää vesijuoksun ja vesijumpan aikaisia kuormitusvasteita ylipainoisilla henkilöillä. Vesijuoksun ja vesijumpan keskinäisistä eroista on olemassa hyvin vähän aiempaa tutkimusnäyttöä. Haluamme selvittää, kuinka paljon energiaa kuluu 40 minuutin aikana ohjatussa vesijuoksussa ja vesijumpassa, ja sopivatko liikuntamuodot ylipainoisille henkilöille laihduttamiseen. Selvitämme tutkimuksessamme myös Suunnon® Smart Belt sykepannan soveltuvuutta ylipainoisilla vesiliikunnan aikana. Valitsimme mitausmenetelmäksi Suunnon® Smart Beltin ja Firstbeat Hyvinvointianalyysin, jotka soveltuvat hyvin kenttäkäyttöön. Smart Beltin käytettävyydestä vesijuoksussa ja vesijumpassa ei ole aiempaa tutkimusnäyttöä (Ikäheimonen 2007).

2 YLIPAINO

2.1 Ylipainon määritelmä

BMI (body mass index) eli painoindeksi on käyttökelpoisiin ja käytetyin kehon massaan perustuva lihavuuden ja laihuuden osoitin. BMI saadaan jakamalla kehon massa (kg) pituuden (m) neliöllä (paino/pituus^2). Painoindeksi todentaa nykyisen ja suurenevan kehonpainon vaarat. Menetelmän vahvuuksiin luetaan sen yhteys sairastuvuus- ja kuolleisuusriskiin sekä mittauksen helppous ja nopeus. (Fogelholm 2004, 45.)

Painoindeksin viitealueet jaetaan kuuteen luokkaan: liian pieni paino, normaali-paino, lievä lihavuus, merkittävä lihavuus, vaikea lihavuus ja sairaalloyen lihavuus (taulukko 1). Viitearvot soveltuvat 20–60-vuotiaille ja ovat kansainvä-lisesti hyväksytyt. Luokkien rajat ovat väljiä, joten rajoihin sopivat sekä hento-että tukevarakenteiset miehet ja naiset. Menetelmän luotettavuutta heikentää kehon turvotus ja henkilön suuri lihasmassa, sillä menetelmä ei erottele rasva- ja lihaskudoksen määrää toisistaan. (Fogelholm 2006, 49 - 51; Fogelholm & Kaukia 2005, 424.)

TAULUKKO 1. Painoindeksin viitealueet aikuisilla. (Fogelholm 2004, 45)

< 18,5	Ihannetta pienempi paino
18,5 – 24,9	Ihannepaino
25,0 – 29,9	Lievä lihavuus (liikapaino)
30,0 – 34,9	Merkittävä lihavuus
35,0 – 39,0	Vaikea lihavuus
> 40	Sairaalloyen lihavuus

Ylipainoiset kuuluvat ns. riskiryhmään ylipainonsa vuoksi. Riskiryhminä voi- daan pitää Mänttärin, Aunolan & Kapasen (1998, 36) mukaan henkilöitä, joilla on todettu sydän- ja verisuonitauti tai kohonnut riski sydän- ja verisuonitau- dil-

le. Riskitekijöitä ovat mm. kohonnut verenpaine (RR) ja kolesteroli, tupakointi, ylipaino, diabetes, heikentynyt glukoosin sieto, lähisuvussa oleva koronaaritauti sekä liikunnan harrastamattomuus. Miehillä riskiä nostaa yli 40-vuoden ikä ja naisilla yli 50-vuoden ikä.

2.2 Ylipainoisen henkilön liikunnan erityispiirteet

Ylipainoisella on usein tekijöitä, jotka heikentävät fyysistä toimintakykyä ja asettavat tiettyjä erityispiirteitä liikunnan harrastamiselle. Ylipainoisten kestävyyskunto, painoon suhteutettu lihaskunto ja tasapaino ovat yleensä huonompia verrattuna väestöön keskimäärin. Lihaskunnan lisääntyminen on erityisen tärkeää, jotta toimintakyky säilyisi hyvänä mahdollisimman pitkään. Maalla tapahtuvat nopeat suunnanvaihdokset, hypyt, kyykyt tai vatsamakuulla tapahtuvat liikkeet voivat olla ylipainoisille vaikeita, epämiellyttäviä ja jopa vaarallisia. (Fogelholm & Kaukua 2005, 434 - 435.) Lisäksi lihavilla saattaa olla harjoittelemattomuuden vuoksi puutteellinen lajitietous sekä – tekniikka, jotka altistavat vammoille ja ylikuormittumiselle. Lihavien lämmönsäätelykyky on häiriintynyt, jolloin hypertermian riski kasvaa. Hypertermian merkkeinä voidaan pitää hikoilua, päänsärkyä ja kasvojen voimakasta punoitusta. (Baum 1998, 36.) Ylipainoisilla voi olla korkea kynnyksensä lähteä liikuntaryhmiin, sillä tarkastelun kohteena oleminen saattaa olla vaikeaa.

Lihavuuden liitännäissairauksia ovat mm. sydän- ja verisuonitaudit, metabolinen oireyhtymä, tuki- ja liikuntaelinsairaudet sekä astma (Suomalainen Lääkäriseura Duodecim ja Suomen Akatemia 2005, 2693). Sydänsairauksissa on vältettävä erityisesti liian korkeita sykearvoja. Ylipainoinen hengästyy kevyessäkin rasituksessa, sillä ylipainon lisääntyessä keuhkojen vitaalikapasiteetti heikkenee. (Fogelholm & Kaukua 2005, 434 - 435.) Mielestämme ylipainoisen tulisi tietää mahdolliset rajoituksensa liikunnan suhteen, jotta harjoittelu olisi turvallista ja terveyttä edistävää.

Erilaiset tuki- ja liikuntaelinsairaudet ovat ylipainoisilla hyvin yleisiä (Vuori 2001, 106). Ylipainoisen henkilön nivelet kuormittuvat merkittävästi enemmän verrattuna normaalipainoiseen henkilöön. Polven nivelrikon suhteellinen riski on 4,5-kertainen miehillä ja 9-kertainen naisilla, joiden paino ylittää normaalin

50 %:lla. Lihavuus lisää myös lonkan nivelrikkoa. Lihavilla esiintyy lisäksi normaalipainoisia enemmän nivelrikkoa jalkaterän ja käden nivelissä. (Uusitupa 2006, 35.) Nivelrikon aiheuttama kipu ja akuutti tulehdus voivat tehdä liikkumisen mahdottomaksi, mikä vähentää entisestään henkilön halua liikkua. Ylipainoinen henkilö saattaa ajatella, ettei hänen ole mahdollista harrastaa liikuntaa nivelongelmien vuoksi.

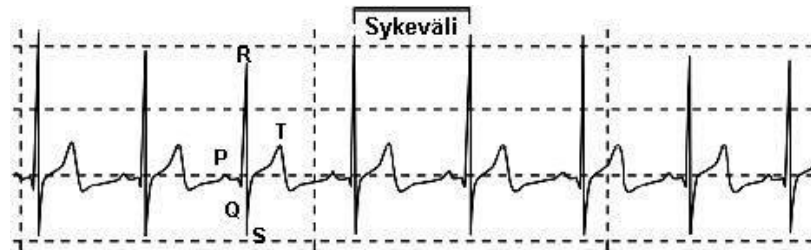
Kohtuukuormitteista liikuntaa aloittaessa ei tarvitse käydä lääkärin tarkastuksessa, mikäli ei ole erityisiä sairauksia tai oireita levossa tai liikkuesssa. Lääkärillä käyntiä suositellaan, mikäli on ollut rytmihäiriöitä, rintakipuja levossa tai liikkuesssa tai hengästyy helposti. Henkilön, jolla on sepelvaltimotaudin vaaratekijöitä (kohonnut RR ja kolesteroli, tupakointi) tulisi tarkistaa liikunnan soveltuvuus lääkäriltä. (Kukkonen-Harjula 1999, 21.)

3 SYKE JA SYKEVARIAATIO

Autonominen hermosto on tahdosta riippumaton ja toimii selkäytimen, aivovälikudon tai hypotalamuksen aktivoimana. Autonominen hermosto jaetaan sympaattiseen ja parasympaattiseen osaan. Autonominen hermoston toimintaan vaikuttavat mm. hengitys, verenpaine ja elimistön lämpötila. Autonominen hermoston tehtävänä on säädellä sykettä ja sydämen supistustehoa. (Salpakoski 2005, 6, 11, 13.) Levon ja rasituksen aikaiset muutokset sykkeessä määräytyvät verenkierrossa olevien hormonien määrästä sekä parasympaattisen ja sympaattisen hermoston vaikutuksesta sinussolmukkeeseen. (Järvinen, Kaikkonen, Kettunen, Kotisaari, Martinmäki, Pulkkinen, Rusko, Saalasti, Seppänen & Tuominen 2006, 43.) Ydinjatkessa sijaitseva vasomotorinen keskus inhiboi tai fasiltoi sinussolmukkeen toimintaa. Käskyt sydämeen välitetään sympaattisia ja parasympaattisia hermosyitä pitkin. (Pulkkinen 2003, 14.)

Parasympaattinen aktiivisuus pidentää peräkkäisten sydämenlyöntien väliä alentamalla keskimääräistä syketasoa. Sympaattinen aktiivisuus lyhentää sykeväliä. Sykevälillä tarkoitetaan kahden sydämenlyönnin välistä pituutta, R–R -

väliä, jossa R-piikki on sydämen kammion supistuminen (kuvio 1). Sykeväli ilmaistaan millisekunteina (ms). (Järvinen ym. 2006, 42.)



KUVIO 1. Sydämen sykeväli (Firstbeat Technologies 2007b)

Sykevälistä ja sen vaihtelusta saadaan selville paljon informaatiota ihmisen fysiologiasta, sillä monet tekijät ovat suoraan tai epäsuorasti yhteydessä sydämen toiminnansäätelyyn. Sykeväliissä tapahtuviin muutoksiin vaikuttavat mm. seuraavat reaktiot ja toiminnot: sisään- ja uloshengitys, hengityksen säätely, hormonaaliset reaktiot, aineenvaihdunnalliset tapahtumat, autonomisen hermoston reaktiot, fyysinen aktiivisuus ja siitä palautuminen, liikkeet ja asennonmuutokset, havaintotoiminnot, psyykinen kuormitus, stressi- ja tunteereaktiot sekä rentoutuminen. (Sykeanalyysin perusta 2007.)

Parasympaattisen hermoston toiminta heikentyy sykkeen ylittäessä 100 krt/min, jolloin sympaattisen hermoston aktiivisuus kasvaa (Pulkinen 2003, 14). Sympaattisen hermoston ollessa vallitsevana syke kiihtyy ja sydämen supistusvoima kasvaa (Salpakoski 2005, 11). Sykkeen päivittäinen vaihtelu kevyessä rasituksessa on noin 8 %. Suuri vaihtelu alhaisilla syketasoilla aiheutuu parasympaattisen hermoston muutoksista mm. nestetasapainon, erilaisten ympäristötekijöiden ja jännityksen vaihteluista. Syketason noustessa n. 65 % HRmax:sta tai n. 50 % VO2max:sta parasympaattisen hermoston aktiivisuus vähenee ja sykevaihtelu pienenee. Korkeammilla syketasoilla sykevaihteluita ohjaa sympaattinen hermosto. (Keskinen 2005, 112; Mänttari, Aunola & Kapanen 1998, 44.)

4 FYYSISEN KUORMITTUMISEN ARVIOINTI

4.1 RPE

RPE (rating of perceived exertion) mittaa henkilön subjektiivista tuntemusta liikunnan kuormittavuudesta. Menetelmää pidetään kansainvälisesti luotettava kuormituksen siedon mittarina, joka korreloi hyvin sydämen syketiheyden ja kasvavan kuorman kanssa. Yleisimpänä standardina käytetään Borgin luokittelua (RPE) asteikolla 6–20 (taulukko 2). (Baum 1998, 121; Kallinen 2004, 38 - 39.)

TAULUKKO 2. RPE-taulukko (Kallinen 2004, 39)

6	
7	erittäin kevyt
8	
9	hyvin kevyt
10	
11	kevyt
12	
13	hieman rasittava
14	
15	rasittava
16	
17	hyvin rasittava
18	
19	erittäin rasittava
20	

4.2 Syke

Henkilön maksimisyke voidaan määrittää monella eri tapaa. Terveystieteen ammattilaiset käyttävät yleisimmin maksimaalista tai submaksimaalista arvi-

ointitapaa. Maksimaalinen raskuustesti on luotettavin maksimaalisen sykkeen arviointitapa. Maksimisyke (HRmax) voidaan arvioida myös erilaisten ikään perustuvien kaavojen avulla. Perinteinen, kuntoilijoiden käytössä oleva maksimisykettä arvioiva kaava on $220 - \text{ikä}$. Tutkimusten perusteella suomalaisille suositellaan käytettäväksi kaavaa $205 - (0,5 * \text{ikä})$, sillä se kuvaa iästä johtuvaa sydämen maksimilyöntinopeuden alenemista paremmin kuin edellä mainittu kaava. (Mänttari, Aunola & Kapanen 1998, 50.) Seppänen (2007) kertoo First-beat Technologies Oy:n käyttävän Hyvinvointianalyysissä maksimisykkeen määrittelyyn kaavaa $210 - (0,65 * \text{ikä})$. Iän myötä leposyke nousee ja sykevaihtelu pienenee. Pieni sykevaihtelu voidaan yhdistää myös stressiin tai heikentyneeseen homeostaattiseen säätelyyn. Suuren sykevaihtelun voidaan ajatella kertovan hyvästä terveydestä. (Järvinen ym. 2006, 43.) Mittausjakson aikana mitatusta sykkeestä voidaan laskea keskisyke, joka on sykearvojen keskiarvo. Kirjallisuudessa mainitaan usein myös sykereservi, jolla tarkoitetaan maksimisykkeen ja leposykkeiden erotusta. (Emt. 89, 91.)

4.3 Hapenkulutus

Hapenkulutuksen arvo kuvaa hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskykyä. Hapenkulutuksen avulla selviää, kuinka paljon keho kuluttaa happea minuutissa. Luku voidaan ilmaista joko litroina minuutissa (l/min), millilitraa kiloa kohden minuutissa (ml/kg/min) tai suhteutettuna maksimaaliseen hapenkulutukseen (% VO₂max). (Järvinen ym. 2006, 64, 67.) Fogelholmin (2004, 52) mukaan maksimaaliseen hapenkulutukseen (VO₂max) vaikuttavat lihasten kyky käyttää happea energiantuottoon sekä hengitys- ja verenkiertoelimistön ja lihassolujen kyky kuljettaa happea lihassoluihin. Työtehon kasvaessa hapenkulutus, ja sen myötä myös energiankulutus lisääntyvät. Painoon suhteutettuna naisten hapenkulutuksen arvot ovat 15–20 % matalammat kuin miesten. Noin 25 ikävuoden jälkeen VO₂max alkaa laskea n. 1 % vuosivauhtia. Keskinen (2005, 112) toteaa hapenkulutuksen ja sykkeen suhteen olevan lähes lineaarinen sykkeen ollessa 120–170 lyöntiä minuutissa. Hapenkulutusta voidaan arvioida suoralla tai epäsuoralla menetelmällä. Epäsuorat menetelmät soveltuvat hyvin kenttäkäyttöön.

4.4 MET

MET (metabolic equivalent tai metabolic energy turnover) tarkoittaa ihmisen hapenkulutuksen määrää levossa. Hapenkulutuksena 1 MET vastaa keskimäärin 3,5 ml/kg/min tai 1 kcal/kg/h istuttaessa rauhallisesti tuolilla. (Mänttari 2006, 29.) MET:llä voidaan arvioida liikunnan aikaisen energiankulutuksen ja lepotilan energiankulutuksen suhdetta, esimerkiksi 5 MET suurentaa lepotilan energiankulutuksen 5-kertaiseksi. Tällä kaavalla 90 kg painava henkilö kuluttaa 5 MET:n aktiivisuudella 450 kcal/h. (Fogelholm 2006, 78 - 79.) Fogelholmin (2006, 216) mukaan energiankulutus olisi rasvojen käytön kannalta optimaalisinta liikuttaessa 3-6 MET:n teholla.

4.5 Energiankulutus

Energiankulutus kertoo tietyssä ajanjaksossa kuluneen energiamäärän. Mittayksikkönä käytetään kilokaloreita (kcal) tai kilojouleja (kJ). Kilokalori on energiamäärä, joka tarvitaan lämmittämään gramma vettä yhdellä asteella. Yksi kilokalori vastaa neljää kilojoulea (1 kcal= 4 kJ). (Järvinen ym. 2006, 84, 89.)

4.5.1 Perusaineenvaihdunta

Henkilön energiankulutus koostuu perusaineenvaihdunnasta ja fyysisestä aktiivisuudesta. Perusaineenvaihdunnalla tarkoitetaan energiamäärää, joka tarvitaan peruselintoimintojen (mm. verenkierto, aivot, hengitys, munuaiset ja lihaskasvun ylläpito) toimintaan ja solujen aineenvaihdunnan ylläpitämiseen. Aikuisen henkilön perusaineenvaihdunta on suoraan verrannollinen kehon rasvattomaan painoon. (Laaksonen & Uusitupa 2005, 69.)

WHO:n laatiman ennusteyhtälön avulla voidaan arvioida vuorokauden perusaineenvaihdunta. Ennusteyhtälössä huomioidaan ikä, sukupuoli ja paino (taulukko 3). Esimerkiksi 30–60-vuotiaan, 90 kiloa painavan naisen perusaineenvaihdunta vuorokaudessa on yhtälön avulla arvioituna 1612 kcal/vrk, ja vastaavasti samanikäisen ja -painoisen miehen perusaineenvaihdunta on 1923 kcal/vrk. (Laaksonen & Uusitupa 2005, 69.) Vuorokauden perusaineenvaihd-

dunta voidaan laskea myös kaavalla $(1\text{kcal} \times \text{paino}) \times 24\text{h}$. Tällöin 90 kg painavan henkilön perusaineenvaihdunnalla kulutettu energia on 2160 kcal/vrk. (Fogelholm ja Kaukua 2005, 429.) Fogelholmin (2006, 74) mukaan miehen perusaineenvaihdunta on 15–20 % suurempi kuin samanpainoisen naisen. Mikäli halutaan saada tarkempia tietoja henkilön perusaineenvaihdunnasta, sitä voidaan mitata joko epäsuoralla tai suoralla kalorimetrialla.

TAULUKKO 3. Perusaineenvaihdunnan ennusteyhtälö WHO:n mukaan (Laaksonen & Uusitupa 2005, 69)

Ikä (v)	Yhtälö Miehet	Yhtälö Naiset
0-3	$(60,9 \times \text{paino}) - 54 \text{ kcal}$	$(61,0 \times \text{paino}) - 51 \text{ kcal}$
3-10	$(22,7 \times \text{paino}) + 495$	$(22,5 \times \text{paino}) + 499$
10-18	$(17,5 \times \text{paino}) + 651$	$(12,2 \times \text{paino}) + 746$
18-30	$(15,3 \times \text{paino}) + 679$	$(14,7 \times \text{paino}) + 496$
30-60	$(11,6 \times \text{paino}) + 879$	$(8,7 \times \text{paino}) + 829$
> 60	$(13,5 \times \text{paino}) + 487$	$(10,5 \times \text{paino}) + 596$

Paino = kehonpaino, kg.

Ylipainoisen henkilön perusaineenvaihdunta on suurempi verrattuna normaali-painoiseen. Ylipainoisella kehon rasvaton paino on suurempi, sillä jokainen ylimääräinen kilo sisältää 250g rasvatonta massaa. (Fogelholm 2006, 75.) Laihtuessa rasvan osuus vähentyneestä painosta on n. 75 % (Fogelholm 1999, 13). Painon pudotessa perusaineenvaihdunta pienenee, sillä rasvaton kehonpaino pienenee (Mustajoki, Rissanen & Uusitupa 2006, 161). Jokainen laihdutettu tai lihottu kilo sisältää energiaa 7000 kcal. Tuhannen kilokalorin vajeus vuorokaudessa laihduttaa kilon viikossa ja vastaavasti 500 kcal:n vajeus 500 grammaa. Suositeltavana painonpudotuksena pidetään 500 g viikossa. (Fogelholm 1999, 13 - 14.)

4.5.2 Liikunnan avulla kulutettu energia

Kaikki fyysinen aktiivisuus lisää energiankulutusta. Fyysiseksi aktiivisuudeksi määritellään työn, vapaa-ajan, arkiaskareiden ja liikunnan aiheuttama energiankulutus. (Fogelholm 2005, 28.) Fyysisen aktiivisuuden osuus päivittäisestä energiankulutuksesta on harvoin suurempi kuin 30–40 %. Vain kilpaurheilijoilla ja raskasta fyysistä työtä tekevillä prosentti voi olla suurempi. (Fogelholm 2006, 78.)

Kohtalainen liikunnan harrastaminen (n. 2 t kuntoliikuntaa tai 4 t kevyempää liikuntaa/vko) suurentaa energiankulutuksen n. 1,6-kertaiseksi perusaineenvaihduntaan verrattuna. Ahkera kuntoliikkuja voi kuluttaa 1,8-kertaisesti verrattuna perusaineenvaihduntaan. Lihastyö suurentaa energiankulutusta, jonka määrä on suoraan verrannollinen liikunnan intensiteettiin, keston ja kehon painoon. (Fogelholm 1999, 15.) Energiankulutuksen kannalta lihaviin kannattaa harrastaa lajeja, joissa kehoa siirretään lihasvoimalla paikasta toiseen. Verrattaessa 60-, 90- ja 120-kiloisen energiankulutusta 30 minuutin kävelyssä havaitaan 90-kiloisen kuluttavan 22 % ja 120-kiloisen 44 % enemmän energiaa kuin 60-kiloisen henkilö. Jokainen askel laihduttaa, mutta liikunnan terveysvaikutuksia havaitaan vasta ripeää kävelyä vastaavan kuormituksen ja vähintään 8–10 minuuttia kestävien jaksojen tuloksena. (Fogelholm & Kaukua 2005, 428 - 429.)

4.5.3 Liikunnan aikainen rasva- ja hiilihydraattiaineenvaihdunta

Liikunnan aikana rasvankulutus on suurinta rasituksen ollessa aerobisen kynnyksen tasolla eli n. 30–50 % VO₂max:sta tai 60–70 % HRmax:sta. Huippu-urheilijalla vastaavat arvot ovat hieman korkeammat. (Fogelholm & Kaukua 2005, 435.) Rasvojen kulutuksen kannalta tulos on sama rasittavan ja rauhallisen liikunnan jälkeen, mikäli on kulutettu sama määrä energiaa. Kohtuu-kuormitteisessa liikunnassa käytetään pääasiallisena energianlähteenä rasvahappoja, kuormituksen intensiteetin kasvaessa hiilihydraattien käyttö lisääntyy. (Heinonen 2005, 258 - 260.)

5 VEDEN ERITYISOMINAISUUDET

Vesi on erilainen liikkumisympäristö verrattuna ilmaan. Pöyhösen (2007b, 6) mukaan veden tiheys on yli 800-kertainen ilmaan verrattuna, jolloin vedessä liikkuminen on veden vastuksen vuoksi huomattavasti raskaampaa.

Veden hydrostaattinen paine kasvaa syvemmälle mentäessä. Hydrostaattinen paine vaikuttaa hengitykseen sekä lisää lihasten verenkiertoa ja aineenvaihduntaa. Aineenvaihdunnan merkittävä kiihtyminen lisää diureesia, joka poistaa kehon ylimääräistä nestettä sekä vähentää kipua ja painetta nivelissä. (Baum 1998, 23.) Tutkimusten mukaan hydrostaattisen paineen on havaittu aiheuttavan veren ja nesteiden uudelleenjakautumista kohti vartalon keskustaa. Immersion vaikutuksesta n. 700 ml verta siirtyy ääreisverenkierrosta rintakehän sisälle, jonka seurauksena verenkierto ja sydämen toiminta muuttuvat. Sydämen diastolinen täyttö kasvaa jopa 250 ml. (Sipinen 2005, 244.) Pöyhösen (2007b, 5) mukaan sydämen iskutilavuus kasvaa veden lämpötilasta riippuen 50–70 %. Sydämen kammioihin ja eteisiin pakkautuva verimäärä aktivoi aortan kaareissa olevien baroreseptoreiden ja sydänlihaksen venytystä aistivien reseptorien kautta parasympaattista keskusta, jolloin vagusherma aktivoituu alentaen sykettä. Sydämen syketaajuus laskee vedessä keskimäärin 8–15 lyöntiä minuutissa. Sydämen sykkeen on todettu laskevan vedessä eniten henkilöillä, joiden sympaattisen hermoston aktiivisuus on suuri kuivalla maalla. (Pöyhönen, Hautala, Keskinen, Kyröläinen, Savolainen & Tulppo 2004, 49.)

Termoneutraalissa (34–35°C) vedessä sykkeen aleneminen on vähäisempää kuin kylmässä (26–30 °C) vedessä (Pöyhönen 2007b, 5). Kososen (2004, 11) ja Salpakosken (2005, 22) mukaan veden lämpötilan ylittäessä termoneutraalin, syke kasvaa elimistön pyrkiessä poistamaan liikalämpöä pintaverenkierron avulla. Autonomisen hermoston toimintaa on tutkittu vedessä levossa, mutta harjoittelun aikaisesta parasympaattisen ja sympaattisen hermoston suhteesta ei ole vielä olemassa selviä tutkimustuloksia. Vedessä parasympaattisen hermoston aktiivisuus kasvaa ja sympaattisen hermoston osuus vähenee. Sykevaihtelun määrään vaikuttavat mm. veden lämpötila, henkilön asento, upotussyvyys sekä sympaattisen hermoston korkea aktiivisuus (Pöyhönen 2004, 8).

Pöyhösen (2007b, 7) mukaan lämpöisessä vedessä verenpaine laskee tai pysyy samana. Salpakosken (2005, 2) tutkimuksessa verenpaine mitattiin kolmessa eri lämpöisessä altaassa (10,0 °C, 27,3 °C ja 35,4 °C) henkilöiden istuessa 10 minuuttia rinnansyvyisessä vedessä. Verenpaineet olivat lämpimässä vedessä alhaisimmat ja kylmässä korkeimmat. Veden lämpötilan ollessa 27,3 °C ei verenpaineissa ollut tilastollisesti merkittävää eroa verrattaessa arvoja kuivan maan arvoihin.

Hydrostaattisen paineen, suurentuneen verimäärän sekä veden ilmaa pienemmän lämpötilan seurauksena keuhkojen vitaalikapasiteetti alenee vedessä jopa 10 %. Paine vastustaa sisäänhengitystä ja tehostaa uloshengitystä. McMurray ym. (1988) ovat todenneet lepopäpölytyksen olevan 30 °C vedessä korkeampi kuin maalla. (Keskinen 2003, 6 - 7.)

Veden lämpötila ja hydrostaattinen paine vaikuttavat elimistön hormonitasapainoon. Sympaattisen hermoston aktiivisuus ja hormonituotanto lisääntyvät viileän veden aktivoitessa elimistön kylmä- ja painereseptoreita. (Kosonen 2004, 14.) Šramekin ym. (2000) mukaan virtsaneritys kasvaa merkittävästi ja plasman reniinin, kortisolin ja aldosteronin pitoisuudet vähenevät selvästi 20–32 °C vedessä (Salpakoski, 2005, 19).

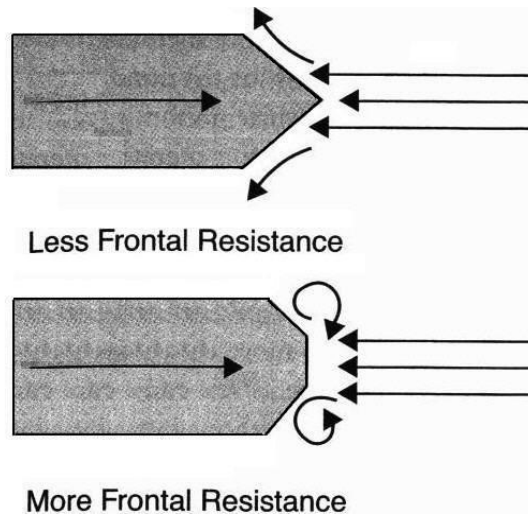
Hydrostaattinen paine on suurempi pohjasta pintaa kohti kuin pinnasta pohjaa kohti. Näiden painevoimien vaihtelun ero on noste. Archimedeen lain mukaan nesteessä olevaan kappaleeseen kohdistuva noste on yhtä suuri kuin kappaleen syrjäyttämän nestemäärän massa. Nosteen vaikutuksesta ihmisen paino kevenee veden syvyyden lisääntyessä. Veden ulottuessa rintalastan alaosaan naisen paino alenee 72 % maapainosta ja miehen paino 66 %. Seitsemänteen kaulanikamaan ulottuva vesi alentaa henkilön painoa 92 %. (Keskinen 2003, 5.) Noste jaetaan kahteen osaan, dynaamiseen ja staattiseen. Dynaaminen noste muodostuu liikkeestä, virtauksesta ja pyörteistä. Staattinen noste on veden perusominaisuus. (Pöyhönen 2007b, 4 - 5.) Staattinen noste avustaa, helpottaa sekä vastustaa vedessä tehtäviä harjoitteita. Noste avustaa ylöspäin suuntautuvia ja vastustaa alaspäin suuntautuvia liikkeitä sekä tukee vaakatasossa tapahtuvia liikkeitä. (Keskinen 2003, 5.) Vedessä kelluvuuteen vaikuttavat painovoima, yksilölliset ominaisuudet, noste ja mahdolliset välineet. Ma-

tala rasvaprosentti ja suuri lihasmassa heikentävät kelluvuutta merkittävästi, jolloin nostepiste sijaitsee normaalia matalammalla. Naisten kelluvuus on usein parempi kuin miesten suuremman rasvaprosentin ja pienemmän lihasmassan vuoksi. Myös pinnallinen hengitys lisää kelluvuutta. (Anttila 2005b, 5 - 6.)

Turbulenssi syntyy liikkeestä aiheutuvista pyörteistä, jotka muodostuessaan raajan taakse vetävät sitä taaksepäin vastustaen liikettä (Pöyhönen 2004, 7). Pyörteiden lisääntyminen aikaansaadaan lisäämällä vastusta, vaihtamalla esim. raajan vipuvarren pituutta tai käden asentoa (Aquatic fitness professional manual 2006, 92). Pyörteiden määrä lisääntyy liikkeen nopeutuessa ja vastaavasti vähenee liikkeen hidastuessa. Mitä vähemmän pyörteitä, sitä helpompi vedessä on liikkua. (Baum 1998, 23.)

Veden vastus muodostuu veden tiheyden, viskositeetin, turbulenssin, virtauksen ja liikenopeuden yhteisvaikutuksesta. Vastuksen suuruuteen vaikuttavat mm. liikkuvan pinnan muoto ja pinta-ala (kuvio 2) sekä etenemisnopeus. Nopeuden kaksinkertaistuessa vastus nelinkertaistuu. Vastuksen suuruus riippuu siitä, kuinka paljon vartaloa on upotettu. Vertikaalisessa asennossa vartalolla on suurin pinta-ala vettä vastaan. (Aquatic fitness professional manual 2006, 290.) Vastusta voidaan säädellä mm. vipuvarren pituutta sekä toistomääriä vaihtelemalla. Vedessä kuormitus muuttuu eri nivelkulmilla. Veden virtaus eri suuntiin lisää vastusta, tämä korostuu erityisesti liikesuunnan vaihtuessa. (Pöyhönen 2007b, 6.) Vastuksen määrää voidaan lisätä myös käyttämällä vesiharjoitteluun soveltuvia välineitä.

KUVIO 2. Pinta-alan vaikutus vastuksen suuruuteen (Aquatic fitness professional manual 2006, 93)



Veden lämmönjohtuvuus on 25 kertaa suurempi kuin ilman. Lämmönluovutus voi kasvaa virtaavassa vedessä jopa 200-kertaiseksi. Elimistöstä häviää lämpöä johtamalla sekä kuljettamalla. Vesiliikunnassa lämpöhäviötä aiheutuu paljon, sillä liikkeen ansiosta lämpö siirtyy helpommin kehosta veteen. (Keskinen 2003, 7 - 8.) Kehon lämmönsäätelyä ohjataan lämmönsäätelykeskuksessa, joka sijaitsee väliaivojen hypotalamuksessa. Hypotalamus aktivoituu saadesaan informaatiota veren lämpötilan muutoksista lihasten, ihon ja sisäelinten lämpöreseptoreista. (Salpakoski 2005, 18.) Harrisonin ym. (1983) mukaan veden lämpötilan ollessa 28–35°C kehon lämpötila pysyy vakiona, pidempään vedessä oltaessa lämpöhäviötä pääsee kuitenkin syntymään. (Emt. 2005, 16.) Lämmönhukkaan vedessä vaikuttavat pääasiassa rasvakudoksen paksuus sekä ääreisverenkierron säätely. Rasvakudos toimii eristeenä, jolloin lämmönhukka on pieni. (Sipinen 2005, 206.) Pyörre nopeuttaa lämmönhukkaa lisäämällä veden määrää, joka on kontaktissa ihoon (Baum 1998, 25).

6 VESILIIKUNTA

6.1 Vesiliikunnan soveltuvuus ylipainoiselle

Lainataksemme Pöyhöstä (2007b, 4) ”Vesi on lempeä kuntoutusympäristö”. Ylipainoisille henkilöille suositellaan veden erityisominaisuuksien vuoksi vesiliikuntaa; uintia, vesivoimistelua, vesikävelyä sekä vesijuoksua (Fogelholm & Kaukua 2005, 435; Fogelholm 2006, 217; Baum 1998, 113; Aquatic fitness professional manual 2006, 197; Rahikainen 2001, 99; Pöyhönen 2004, 7; Keskinen 2003, 3 & Anttila 2003, 66, 97). Vesiliikunta auttaa parantamaan ja ylläpitämään hengitys- ja verenkiertoelimistön kestävyyttä, ryhtiä, nivelten liikkuvuutta, tasapainoa, lihasten elastisuutta, lihasvoimaa ja koordinaatiota. Samalla se vähentää kipua ja turvotusta, rentouttaa sekä antaa onnistumisen kokemuksia. Vesiliikunta myös laihduttaa ja auttaa painonhallinnassa. Vesivoimistelun jälkeen esiintyy harvoin lihaskipuja (Anttila 2003, 65.) Baumin (1998, 20) mukaan ainoat lihakset, jotka teoriassa voivat ylikuormittua, ovat m. gastrocnemius ja m. soleus, sillä vesijumpassa liikutaan usein päkiöiden varassa.

Veden vastus hidastaa liikettä, jolloin liikkeet tehostuvat ja tuki- ja liikuntaelimistöön ei kohdistu äkillisiä, rajuja voimia. Veden ominaisuudet mahdollistavat ylipainoisille kuivalla maalla mahdottomien harjoitteiden tekemisen. (Fogelholm & Kaukua 2005, 435.) Noste ja painovoiman väheneminen mahdollistavat vedessä laajemmat liikelaajuudet, juoksut ja hyyt (Rahikainen 2001, 101). Vedessä harjoittelu on kivuttomampaa ja kokemuksemme mukaan liikuntarajoitteinenkin pystyy liikkumaan vedessä tehokkaasti rajoitteistaan huolimatta. Lisäksi veden antama tuki edistää kehonhahmotusta, joka saattaa ylipainoisella olla häiriintynyt.

Vesijuoksu ja vesijumppa soveltuvat hyvin nivelrikon hoitoon, sillä veden ominaisuudet mahdollistavat mm. polven ja lonkan täyden ojennuksen sekä lisäävät erityisesti ojennuslihaksiston voimaa. Niveliin ei vedessä kohdistu voimakasta kuormitusta tai kipua tuottavia tärähdyksiä, ja siksi Kujala (2005, 306 - 307) suosittelee vesivoimistelua nivelrikkoisille. Liikkeiden koordinaatiota, voimaa ja liikelaajuutta voidaan säädellä tehokkaammin vedessä kuin maalla.

On näyttöä, että vedessä kävellessä nivelliikkuvuus on yli 30 % suurempi kuin maalla kävellessä. (Aquatic fitness professional manual 2006, 89, 92.) Vesi-voimistelun vaikutusta nivelliikkuvuuteen on tutkittu, ja osassa tutkimuksista nivelliikkuvuus on lisääntynyt tai pysynyt samana (Kosonen 2004, 15). Vesi-harjoitteiden ohjaamisessa on huomioitava ylipainoisen mahdolliset liikerajoitukset ja osattava soveltaa harjoitteita tarvittaessa. Liikkeiden hallinnassa saattaa olla puutteita ja harjoitteissa on erityisesti huomioitava polven ja nilkan asento. (Aquatic fitness professional manual 2006, 92.)

Erityisesti syvässä vedessä liikkuminen harjoittaa vartalon syviä lihaksia, jotka ovat hyvän asennon ja selän terveyden kannalta tärkeitä (Aquatic fitness professional manual 2006, 214). Maalla liikkuessa nilkan ja jalan proprioseptiikka antavat palautetta ihmisen asennosta. Syvässä vedessä tätä tekniikkaa ei pystytä hyödyntämään yhtä tehokkaasti ja tasapainon säilyttäminen vaikeutuu. Vartalon asennon säilyttämiseksi vartalon lihakset (vatsalihakset, selän ojentaajat ja kylkivälilihakset) joutuvat työskentelemään vedessä tehokkaammin. Syvässä vedessä edellä mainitut lihakset työskentelevät sataprosenttisesti. Syvät lihakset toimivat myös matalassa vedessä, mutta eivät yhtä tehokkaasti. (Emt. 284.) Ylipainoisille, joilla on usein normaalia heikompi tasapaino, syvien lihasten harjoittaminen on mielestämme erityisen tärkeää.

Vesijuoksun on todettu useissa tutkimuksissa olevan hyvä harjoittelumuoto alaselkäongelmaisille, sillä syvä vesi vähentää selkärangan painetta (Aquatic fitness professional manual 2006, 214). Dowzer, Reilly, Cable & Nevill (1999) arvelevat välilevyjen nestepitoisuuden lisääntyvän vedessä. Painottomuus ja vertikaalinen asento aikaansaavat traktion selkärankaan, jonka seurauksena mahdollinen hermoärsytys helpottuu ja kipu lievenee. (Pöyhönen 2007b, 8.) Dowzerin ym. (1998) tutkimuksessa havaittiin, että syvänveden harjoitukset olivat parempia selkäongelmaiselle kuin maalla harjoittelu tai matalan veden vesiharjoittelu. Syvänveden harjoittelun todettiin alentavan välilevyjen painetta. (Aquatic fitness professional manual 2006, 278.)

Sydän- ja verenkiertoelinsairaiden on suhtauduttava vesiharjoitteluun varauksella. Vaikka sydämen kuormitus kasvaa, ei syke kuitenkaan nouse samalla tavalla kuin maalla, jolloin ylikuormittumisen riski kasvaa (Rahikainen 2001,

100). Sydämen laajenemisesta johtuen lisälyönnejä voi aiheutua jopa 50 % terveistäkin henkilöistä (Sipinen 2005, 244). Aquatic Exercise Assosiation (AEA) suosittelee hengitys- ja verenkiertoelinsairaille matalan veden vesijumppaa, sillä vesijuoksun on todettu olevan liian kuormittavaa. Vertikaaliasennossa keuhkot joutuvat työskentelemään suuremman paineen alaisena. (Aquatic fitness professional manual 2006, 210 - 211.)

Vesiharjoittelu ei ole suositeltavaa tai on kokonaan kiellettyä henkilöiltä, joilla on mm. akuutti infektiosairaus, vaikea sydänvika (esim. pitkä QT-oireyhtymä, subakuutti infarkti) tai kontrolloimaton verenpaineauti, vaikeahoitoinen epilepsia, klooriallergia, rikkoutunut iho tai huimaustaipumus (Kosonen 2004, 5; Pöyhönen 2007b, 5).

6.2 Liikuntasuositukset ylipainoiselle liikkujalle

Hippokrates antoi jo 2400 vuotta sitten terveysliikuntasuosituksen, joka pätee myös ylipainoisten liikuntaan. Liikuntasuositus on pysynyt lähes samanlaisena tähän päivään asti, sitä on vain tarkennettu hieman.

*Liikunnan pitäisi olla kevyttä, vähitellen lisääntyvää,
leppoisasti lämmittävää eikä liiaksi voimille ottavaa.
Liikunnan pitäisi olla mahdollisimman suuressa määrin luonnollista
ja sitä pitäisi olla runsaasti. Rajua liikuntaa tulisi harrastaa säästeliäästi ja vain
kun se on tarpeellista.*

Painonhallintaan ja laihtumiseen suositellaan yleisesti kestävyysliikuntaa. Kestävyysliikunta jaetaan viiteen eri kuormittavuusluokkaan (taulukko 4). (Vuori 2001, 67.) Liikuntasuositusten antamat % HRmax-arvot eivät välttämättä ole keskenään vertailukelpoisia, sillä eri tahot käyttävät maksimisykkeen määrittämiseen eri kaavoja. Ylipainoisille Vuori (2001, 106) suosittelee kevyttä tai kohtalaisesti kuormittavaa kestävyysliikuntaa intensiteetillä 40–50 % VO₂max:sta. Mielestämme tämä on aloittelevalle, riskiryhmään kuuluvalla liikkujalle turvallinen rasiustaso. Vuoren (2001, 106) ja Järvisen ym. (2006, 125) mukaan ylipainoisen tulisi liikkua 3-4 krt/vko tai päivittäin ja kuluttaa kerralla n. 300 kcal.

TAULUKKO 4. Kestävyysliikunnan kuormittavuuden luokittelu ja eri kriteereiden vastaavuus (Vuori 2001, 67)

Kestävyysliikunnan kuormittavuuden luokittelu ja eri kriteereiden vastaavuus (Pollock ja Wilmore 1990).			
KUORMITTAVUUS-LUOKKA	SUhteellinen kuormitus, %		KOETTU KUORMITTAVUUS*)
	%VO₂ maks.	%maks. syke	
Hyvin kevyt	< 30 %	< 35 %	< 9
Kevyt	30—49 %	35—59 %	10—11
Kohtalainen	50—74 %	60—79 %	12—13
Raskas	75—84 %	80—89 %	14—16
Hyvin raskas	≥ 85 %	≥ 90 %	> 16

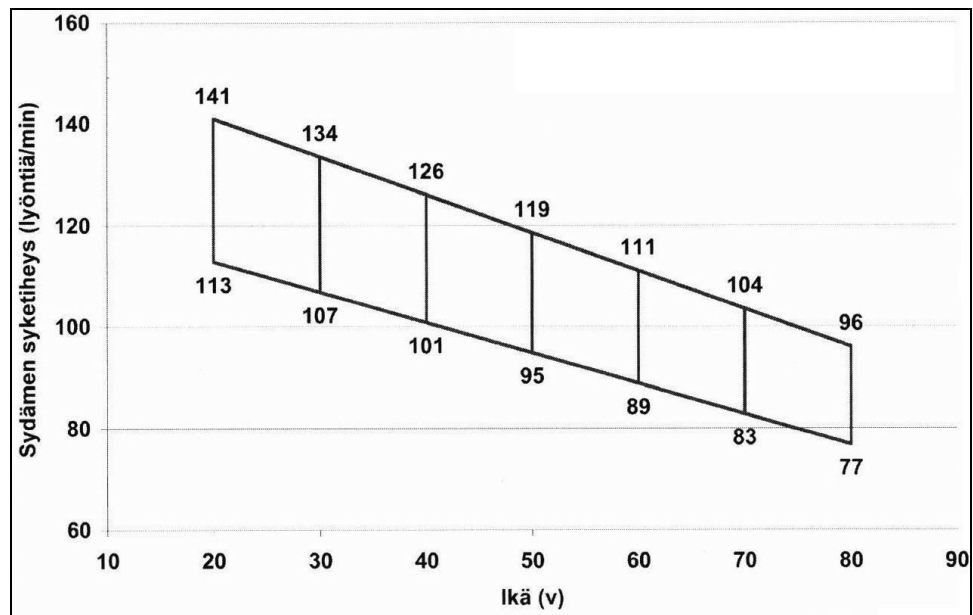
*) Borgin asteikko 6-20 (taulukko 14)

Kansainvälinen asiantuntijaryhmä on vuonna 2003 antanut ylipainoisille liikuntasuosituksen, jonka mukaan lihavuuden ehkäisyyn tarvitaan päivittäin 45–60 min ja painonhallintaan 60–90 min kävelyteholla tapahtuvaa liikuntaa (Fogelholm 2005, 91). Liikunnan aikainen rasvojenkulutus on parhaimmillaan Nuposen (1999, 17) mukaan kevyessä tai kohtalaisessa rasituksessa, vähemmän kuin 60 % VO₂max:sta. Järvinen ym. (2006, 125) suosittelevat tehokkaan rasvojenkulutukseen syketasoa 65–75 % HRmax:sta. Kukkonen-Harjula & Pokki (1999, 40) suosittelevat ylipainoisille suuria lihasryhmiä kuormittavaa kestävyysliikuntaa intensiteetillä 60–90 % HRmax:sta tai 50–85% VO₂max:sta, 3-5krt/vko, 30–60 minuuttia kerrallaan. Hyvinvointianalyysi on asettanut päiväkohtaiset energiankulutussuositukset ACSM:n laatimien viitearvojen mukaan. Liikunnan avulla saavutettava päivittäinen energiankulutuksen minimitaso on 230 kcal ja ihannetaso yli 450 kcal. Painonhallinnan kannalta suositeltu raja on 450–900 kcal. Analyysin antamat suositukset määräytyvät henkilön painon mukaan. (Firstbeat Technologies Oy 2006, 31.)

Anttila (2003, 76) suosittelee laihduttajalle vesiliikuntaan harjoitusintensiteettiä n. 70 % HRmax:sta ja Suomalainen Vesiliikuntainstituutti (2006b) intensiteettiä n. 60–75 % HRmax:sta (taulukko 5). ACSM suosittelee terveille vesiharjoitte-

luun intensiteettiä 60–90 % HRmax:sta tai 50–85 % VO2max:sta (Baum 1998, 122). Anttila (2003, 76) toteaa, että laihduttajan tulisi liikkua vähintään tunti kerrallaan n. kolme kertaa viikossa.

TAULUKKO 5. Laihduttavan vesiliikunnan rajat (Vesiliikuntainstituutti 2006b)



6.3 Harjoittelu vedessä

Vedessä sydän- ja verenkiertoelimistön sekä hengityselimistön kestävyuden parantamiseen riittää matalampi syketaajuus kuin maalla. Sykkeen aleneminen, n. 10–15 lyöntiä minuutissa, tulee huomioida harjoitussykettä määriteltäessä. (Pöyhönen 2007b, 5.) Vesiliikunnassa on hyvä kuormitustason arvioimiseksi tiedustella RPE:tä 15 minuutin välein, jotta voidaan seurata harjoituksen intensiteettiä (Aquatic fitness professional manual 2006, 250).

Vesijuoksusta ollaan Anttilan (2005a, 25) mukaan saatu hyviä tutkimustuloksia mm. tuki- ja liikuntaelinsairaiden sekä ylipainoisten kuntoharjoittelussa, fyysisen kunnan kohottamisessa sekä sen on todettu soveltuvan hyvin erilaisille kuntoutujille. Vesijuoksussa vesi yltää pystyasennossa hartioiden korkeudelle. Toimivassa vesivyössä nostepiste ja vesijuoksijan painopiste ovat samalla pystysuoralla akselilla (kuvio 3). Sopiva vesivyö ei Anttilan (2005b, 5) mukaan siirrä nostepistettä eteen- tai taaksepäin aiheuttaen kaatumistunnetta. Vesijuoksijat nojaavat usein virheellisesti liian eteen mennäkseen kovempaa ja helpottaakseen liikkeitä. Optimaalinen vesijuoksuasento on 5–10 ° vertikaalilinjasta. Tutkimusten mukaan hyvä vertikaalinen vesijuoksuasento lisää merkittävästi energiankulutusta. (Aquatic fitness professional manual 2006, 290.) Vesijuoksun aikana tulisi mielestämme tarkistaa säännöllisin väliajoin juoksuasento.



KUVIO 3. Hyvä vesijuoksuasento (Anttila 2005b, 5)

Vesijuoksu parantaa erityisesti lonkan, polven, nilkan, lapaluun ja olkanivelen liikkuvuutta. Anttilan (2005a, 43, 79 - 80) mukaan vesijuoksussa alaraajojen suuret lihakset, rintalihakset sekä yläselän lihakset toimivat tehokkaasti ja dynaamisesti. Osa vatsalihaksista toimii dynaamisesti ja osa stabilaattoreina. Tutkimuskoosteessaan Keskinen (2003, 12) puolestaan toteaa alavartalon ja alaraajojen suurien painovoimaa vastustavien lihaksien toimivan alhaisemmalta aktiivisuudella vedessä kuin maalla juostessa.

Vesijumppa on mielestämme kaiken ikäisille turvallinen liikuntamuoto, jossa voidaan hyödyntää veden ominaisuuksia. Vesijumppa sisältää monipuolisia koko vartaloa kuormittavia harjoitteita, joita voidaan kohdistaa eri lihasryhmille. Vesijumpassa harjoitteet sisältävät hyppyjä, juoksua sekä erilaisia yläraajojen, alaraajojen ja vartalon lihasten harjoitteita. Liiketasot vaihtelevat vesijumpassa vesijuoksua enemmän. AEA:n mukaan veden syvyys vaikuttaa kuormituksen säätelyyn, liikekontrolliin sekä kehonhallintaan. Sopivana harjoittelussyvyytenä voidaan pitää kainaloihin asti ulottuvaa vettä. Harjoittelu liian syvässä vedessä vähentää liikekontrollia ja vaikeuttaa vartalon hallintaa. Liian matalassa vedessä harjoittelu kuormittaa tuki- ja liikuntaelimiä ja vähentää vastusta. (Aquatic fitness professional manual 2006, 80.) Eteenpäin liikkuminen mielletään kuormittavammaksi kuin paikallaan tehtävät harjoitteet. Kosonen (2004, 32) kuitenkin toteaa tutkimuksensa tulosten perusteella, ettei veden virtaus lisännyt henkilöiden kuormitusta. Paikallaan tapahtuvissa vesijumppaharjoitteissa syke ja hapenkulutus olivat korkeammat kuin eteenpäin liikuttaessa. Kososen tutkimuksessa koehenkilöt kokivat eteenpäin liikkumisen helpommaksi verrattaessa paikallaan tapahtuviin liikkeisiin.

Pöyhönen (2007b, 6) suosittelee vesijuoksuun tai tehokkaaseen vesijumppaan veden lämpötilaksi 26–28 °C. AEA:n mukaan nivelrikkoisille henkilöille sopii vesiharjoitteluun 28–31 °C ja ylipainoisille 26,5–30 °C vesi. Veden lämpötilan ylittäessä 30 °C, tulee harjoituksen intensiteettiä laskea. (Aquatic fitness professional manual 2006, 79, 196.) Hypertermian riski kohoaa ylipainoisella yli 29 °C vedessä pitkäkestoisessa suorituksessa (Baum 1998, 113).

Vedessä energiankulutukseen vaikuttavat veden syvyys, liikenoisuus, veden vastusta vastaan käytettävä voima, henkilön raajojen pituus ja ympäristölliset

tekijät; veden lämpötila, ilman lämpötila ja –kosteus sekä vedessä olevat kemikaalit. Lisäksi energiankulutukseen vaikuttavat mm. henkilön pinta-ala ja asento, kelluvuus, vastusta lisäävät välineet ja etenemissuunta. Veden vastuksen vuoksi energiankulutus lisääntyy suunnan vaihtuessa, pysäytettäessä raajan liike ja harjoiteltaessa samalla liikelaajuudella nopeampaan tempoon. Käyttämällä käden ”kuppimaista” muotoa, vastus lisääntyy n. 40 % verrattuna litteään kämmeneen. (Aquatic fitness professional manual 2006, 89, 101, 250.) Litmasen (2005, 206) mukaan kylmässä vedessä energiankulutus on suurempaa hapenkulutuksen ollessa 2,0 l/min verrattuna termoneutraaliin veteen. Hapenkulutuksen saavuttaessa 3,0 l/min merkittävää eroa ei enää ole. Srámec ym. (2000) totesivat tutkimuksessaan, ettei energiankulutus lisääntynyt merkittävästi istuttaessa kaulansyvyisessä vedessä (32 °C). Keskinen ym. (2002) mukaan 26,9 °C vedessä oleskelu lisäsi energian- ja hapenkulutusta n. 40 %. (Keskinen 2003, 7 - 8.)

Kravitzin & Mayon (1997, 19) tutkimuskoosteessa vesijuoksun energiankulutus oli 11,5 kcal/min ja syvässä vedessä kävellessä 8,8 kcal/min. Vuonna 1997 tehdyssä tutkimuksessa vesijuoksu teholla 60 % VO₂max:sta kulutti 13,5 kcal/min ja teholla 80 % VO₂max:sta 18,9 kcal/min (Aquatic fitness professional manual 2006, 277). Vesijumpasta saadut energiankulutuksen arvot Kravitzin & Mayon (1997, 18) tutkimuskoosteessa vaihtelivat 5,7–6,5 kcal/min välillä. Vesijumpassa henkilö kuluttaa keskimäärin 400–500 kcal/h (Aquatic fitness professional manual 2006, 250).

Kosonen, Mälkiä, Keskinen & Keskinen (2006, 75 - 81) selvittivät tutkimuksessaan MET:ien avulla vesivoimisteluliikkeiden aikaista hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittuneisuutta terveillä sekä hengitys- ja verenkiertoelinsairaila naisilla. Tarkastelemme tässä yhteydessä vain terveiden naisten tuloksia. Keskimääräinen kokonaiskuormitus kuudelle liikkeelle oli 4,5 MET 22 minuutin aikana. Hiihtoliike vedessä saavutti 6,0 MET, paikallaan juoksu 5,5 MET, liikkuva juoksu 5,0 MET, paikallaan marssi 3,5 MET, haaraperushyppy 4,0 MET ja liikkuva kävely 3,0 MET. Hiihtohyppy vastaa rasitukseltaan kuivalla maalla kävelyä n. 6 km/h tai pyöräilyä teholla 75–100 W. Tutkimukseen kuuluvista liikkeistä saatu keskiarvo 4,5 MET vastaa kävelyä kuivalla maalla n. 4–5 km/h tai pyöräilyä teholla 55–80 W. Fogelholmin (2006, 79) mukaan 6 MET vastaa

kävelyä 8 km/h tai kuntosaliharjoittelua. Kävely 6 km/h vastaa 4 MET. Rinnansyvyisessä vedessä voimisteltaessa naisten keskimääräinen kuormittuneisuus oli 5,4 MET. Työskenneltäessä sekä ylä- että alaraajoilla, naisilla saatiin kuormittumisen arvoksi 4,8–6,8 MET. Syvänveden vesijuoksussa teholla 76 % HRmax:sta miesten keskimääräinen luku oli 11,0 MET ja vastaavasti teholla 83 % HRmax:sta 13,1 MET. (Kravitz & Mayo 1997, 19.)

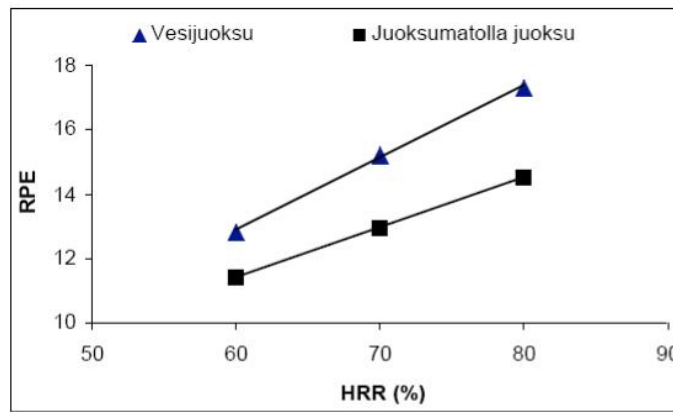
Hapenkulutusta on vertailtu vesijuoksun ja kuivalla maalla juoksun välillä monissa eri tutkimuksissa. Maksimaalinen hapenkulutus on syvänveden vesijuoksussa ollut 14–27 % pienempi ja HRMax 9–15 % alempi kuin juoksumattojuoksussa. Ventilaation on todettu olevan vesijuoksussa alhaisempi ja laktaattipitoisuuden maksimaalisessa vesijuoksussa sama tai jopa korkeampi. Syynä alhaiseen hapenkulutukseen voidaan ajatella olevan hydrostaattisen paineen aiheuttama vitaalikapasiteetin pieneneminen sekä lihasten erilainen rekrytointimalli. (Keskinen 2003, 12.) Useassa tutkimuksessa on käynyt ilmi, että harjoitellessa lähes maksimaalisella tasolla fysiologiset vasteet, syke ja VO₂max, ovat maalla korkeammat kuin vedessä (Nakanishi, Kimura & Yokoo 1999; Ritchie & Hopkins 1991). Bromanin ym. (2006) tutkimuksessa, 70±2-vuotiailla hyväkuntoisilla naisilla, HR ja VO₂max olivat submaksimaalisessa suorituksessa vedessä korkeammat. Frangolias ym. (2000) saivat samansuuntaisia tuloksia nuorilla urheilijoilla. (Broman, Quintana, Engardt, Gullstrand, Jansson & Kaijser 2006; Frangolias, Rhodes, Taunton, Belcastro & Coutts 2000.)

Davidsonin & McNaughtonin (2000) tutkimuksessa vesijuoksuharjoittelulla saavutettiin samankaltaisia harjoitusvaikutuksia sydän- ja verenkiertoelimistöön kuin muilla aerobisilla liikuntatavoilla. Tutkijat vertailivat vesijuoksun ja kuivanmaan juoksun välisiä eroja nuorilla, normaalipainoisilla, aiemmin liikuntaa harrastamattomilla naisilla. Neljän viikon harjoittelun jälkeen hapenottokyky parani alkutuloksesta 34,1±2,1 vesijuoksulla 42,5±1,5 ja maastajuoksulla 42,9±1,5 ml/kg/min. Town & Bradley (1991) sekä Dowzer, Reilly, Cable & Nevill (1999) tutkivat mm. VO₂max:a ja HRmax:a juoksumatolla, syvänveden vesijuoksussa ja juostessa rinnansyvyisessä vedessä. Syke ja VO₂max olivat korkeammat maalla. Rinnansyvyisessä vedessä juostessa vasteet olivat korkeammat kuin syvänveden vesijuoksussa.

Kososen (2004, 25) tutkimuksessa vesivoimisteluliikkeiden keskimääräinen hapenkulutus oli 13,65 (SD±3,98) ml/kg/min. Hapenkulutuksen keskiarvo oli korkeimmillaan 22,65 (SD±6,94) ml/kg/min. Japanilaiset tutkijat selvittivät kuusi kuukautta kestävästä vesiliikunnan (2 krt/vko, a/60min) aikaansaamia terveysvaikutuksia 52,9-vuotiailla, ylipainoisilla miehillä (n=20). Vesiliikunta sisälsi lämmittelyä, venyttelyä ja 40 minuuttia kävelyä vedessä (75 % HRmax tai RPE n. 13) sekä 10 minuutin ala- ja yläraajojen vastusharjoittelua. Tuloksena kehon prosentuaalinen rasvapitoisuus, triglyseridit sekä vyötärö-lantiosuhde laskivat tilastollisesti merkittävästi. Myös alaraajojen maksimaalinen ojennusvoima ja kestävyyskunto paranivat tilastollisesti merkittävästi. (Juntunen 2003, 32.)

Veren laktaattipitoisuus on useissa tutkimuksissa ollut vesijuoksussa suurempi kuin maalla juostessa. Sen uskotaan johtuvan alaraajojen ja yläraajojen työkentelystä veden vastusta vastaan. Korkeiden RPE-arvojen voidaan ajatella johtuvan suuremmasta anaerobisesta energiantuotosta. (Aquatic fitness professional manual 2006, 277.)

Matthews & Airley (2001) vertailivat tutkimuksessaan RPE:n keskiarvoja vaihtelevilla intensiteeteillä (60 % HRR, 70 % HRR ja 80 % HRR) vesijuoksun (veden lämpötila 30 °C) ja juoksumattojuoksun välillä (kuvio 4). Tulokset olivat seuraavanlaiset: vesijuoksu/juoksumatto 60 % HRR 12,8±0,9 /11,4±0,5; 70 % HRR 15,2±0,8/12,9±0,3; 80 % HRR 17,3±0,7/14,5±0,5. Voimme todeta näiden tulosten perusteella, että vesijuoksu 60 % HRR:stä vastaa raskautuntemukseltaan juoksumattojuoksua 70 % HRR:stä. Samalla intensiteetillä harjoitellessa vesijuoksu on juoksumattojuoksua raskaampaa. (Vesiliikuntainstituutti 2006a, 4.) Myös Ritchie & Hopkins (1991) totesivat tutkimuksessaan saman ilmiön.



KUVIO 4. RPE keskiarvot vesijuoksun ja juoksumatolla juoksun aikana harjoitusintensiteetillä 60, 70 ja 80 % tasolla sykereservistä (HRR) (Vesiliikuntainstituutti 2006a, 4)

Vesivoimisteluliikkeiden kuormitusta arvioivan tutkimuksen mukaan keskimääräinen RPE liikkeiden aikana oli 12,5. Tutkimukseen osallistuneet terveet naiset suorittivat 22 minuutin aikana kuusi kolmen minuutin pituisia testiliikettä (kävely ja juoksu paikallaan, haara-perushyppy, hiihtohyppy, kävely ja juoksu eteenpäin). (Kosonen ym. 2006, 75 - 81.)

Vertailtaessa naisten ja miesten fysiologisten vasteiden eroja vesijuoksun ja kuivalla maalla juoksun aikana on havaittu ventilaation ja VO₂Max olevan miehillä suuremmat. Sykkeessä ja hengityskaasujen suhteessa ei tutkimuksessa ollut eroa miesten ja naisten välillä. Molemmilla sukupuolilla havaittiin vedessä olevan alhaisempi ventilaatio, VO₂Max ja syke verrattuna maalla juoksuun. (Butts, Tucker & Greening 1991.)

7 TUTKIMUSONGELMAT

Vesiliikunnan aikaista energiankulutusta on tutkittu melko vähän. Tutkimuksemme tarkoitus oli selvittää ylipainoisten henkilöiden energiankulutusta ja kuormittavuutta sekä vertailla henkilökohtaisia eroja energiankulutuksessa 40 minuutin ohjatun vesijuoksun ja vesijumpan välillä. Tutkimme myös Suunnon® Smart Beltin soveltuvuutta ylipainoiselle. Tutkimuksemme oli pilottitutkimus, sillä Suunnon® Smart Belt sykepinnan käytettävyyttä ei ole tietääksemme tutkittu vesiliikunnassa. Ikäheimosen (2007) mukaan Suunnolla ei ole aiheesta aiempaa tutkimusnäyttöä. Sykepinnan käytettävyyttä on aiemmin arvioitu uinnissa ja sukelluksessa käyttäjäpalautteen perusteella, tutkimusnäyttöä ei näistäkään tiedettävästi ole.

Tutkimusongelmat olivat:

1. Kuinka paljon ylipainoinen henkilö kuluttaa (kokonaisenergiankulutus ja kcal/min) 40 minuutin ohjatussa vesijuoksussa ja vesijumpassa?
2. Lisääntyykö kokonaisenergiankulutus BMI:n kasvaessa?
3. Kuinka kuormittavaa vesijuoksu/vesijumppa on ylipainoiselle henkilölle; MET, % VO₂max, % HRMax, keskisyke ja RPE?
4. Soveltuuko Suunnon® Smart Belt käytettäväksi vesijuoksussa ja vesijumpassa, mikä on mittauksen virheprosentti?
5. Lisääkö suuri BMI virheprosentin määrää käytettäessä Suunnon® Smart Belt sykepantaa?

8 TUTKIMUSMENETELMÄT

Koehenkilöt valittiin Jyväskylän kaupungin Liikuntapalvelukeskuksen ylipainoisille tarkoitettusta Kilokaartiryhmästä. Koehenkilöt rekrytoitiin terveystarkastuksen perusteella (liite 1), joka oli mukailtu Salpakosken (2005) terveystarkastusta. Kyselyssä tiedusteltiin ikä, pituus, paino, sukupuoli sekä tutkimuksen kannalta oleelliset lääkitykset ja sairaudet. Terveystarkastuksessa kysyttiin myös liikuntaa rajoittavia tekijöitä sekä vesiliikunnan sopivuutta/sopimattomuutta (liite 2) kyseiselle henkilölle. Tutkimuksemme valintakriteereinä olivat ylipaino (BMI >29) ja työkäisyys. Ehdottomia poissulkukriteereitä olivat mm. sykkeeseen vaikuttavat lääkkeet, lääkärin toteama normaalista poikkeava sydämentoiminta, keuhkosairaus sekä neurologinen sairaus. Terveystarkastus laadittiin Firstbeat Hyvinvointianalyysi käsikirjan – versio 2.0.0.21 mukaan.

Koehenkilöille järjestettiin etukäteen infotilaisuus, jossa heille kerrottiin tutkimuksen tarkoitus, esiteltiin mittausvälineet ja niiden käyttö sekä mittauksesta saatava henkilökohtainen hyöty. Henkilöt saivat perehdytyksen myös aktiivisuusluokan arviointiin (liite 3). Infotilaisuudessa annettiin lisäksi valmistautumiseen liittyviä ohjeita; ei raskasta syömistä, kahvia tai tupakointia kahta tuntia ennen mittauksia. Alkoholia kiellettiin käyttämästä viimeisen vuorokauden aikana. Infotilaisuudessa koehenkilöt täyttivät sitoutumislomakkeen (liite 4) sekä tutkimuskortin yläosan (liite 5). Sitoutumislomake ja tutkimuskortti muokattiin Salpakosken (2005) ja Kososen (2004) lomakkeista.

Osallistuminen tutkimukseen oli täysin vapaaehtoista ja henkilöitä ohjattiin keskeyttämään suoritus, mikäli heillä esiintyisi mittauksen aikana epämiellyttäviä tuntemuksia. Ohjeena oli, että mittauksiin osallistutaan terveenä. Infotilaisuudesta henkilöt saivat kotiin luettavaksi materiaalipaketin (liite 6).

9 TUTKIMUSASETELMA JA AINEISTON KERÄYS

9.1 Koehenkilöt

Koehenkilöiksi valittiin 11 henkilöä, yhdeksän naista ja kaksi miestä. Koehenkilöiden keski-ikä oli 51,1 vuotta ja vaihteluväli 43–67 vuotta. Koehenkilöiden keskimääräinen pituus oli 170,6 cm, vaihteluväli 158–187 cm ja paino 101,2 kg, vaihteluväli 85–144 kg. Koehenkilöt olivat ylipainoisia, BMI:n keskiarvo oli 34,7 ja vaihteluväli 29,1–49,8. Aktiivisuusluokan keskiarvo oli 6,2 ja vaihteluväli 5–7. Taulukosta selviää koehenkilöiden tutkimusnumero, sukupuoli (F/M), ikä, pituus (cm), paino (kg), painoindeksi (BMI), aktiivisuusluokka (AKL) sekä ryhmän keskiarvot kyseisistä yksiköistä (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Koehenkilöiden esitiedot

Ryhmä	ikä	pituus/cm	paino/kg	BMI	AKL
HIö 1, F	48	171	85	29,1	6
HIö 2, F	47	172	86	29,1	6
HIö 3, M	48	187	120	34,3	6
HIö4, F	47	170	101	34,9	6
HIö 5, F	55	165	91	33,4	7
HIö 6, F	43	172	98	33,1	6
HIö 7, F	67	158	85	34,0	6
HIö 8, F	46	158	89	35,7	7
HIö 9, F	51	170	144	49,8	5
HIö 10, F	53	173	92	30,7	7
HIö 11, M	57	181	122	37,2	6
KESKIARVO	51,1	170,6	101,2	34,7	6,2

9.2 Koeasetelma

Koehenkilöt sitoutuivat osallistumaan kahteen mittaukseen, ohjattuun vesijumpaan sekä vesijuoksuun, jotka olivat ylipainoisille tarkoitettuja. Mittausaineisto kerättiin Suunnon® Smart Belt sykepangan avulla kaikilta saman vesiliikuntakerran aikana. Koehenkilöillä oli molemmissa mittauksissa sama sykepanta. Mittaukset suoritettiin yhdeksän päivän sisällä. Vesijumppa ja vesijuok-

su olivat kestoaltaan eripituiset, joten rajasimme molemmat 40 minuuttiin, ja näin mittauksiin ei sisällynyt venyttelyosuutta.

Vesijuoksumittaus tapahtui 14.2.2007 klo 18.05–18.50 Aalto Alvarin 25 m:n altaassa, jonka syvyys on 4 m. Veden lämpötila oli mittaushetkellä 27 °C. Ilmankosteus oli 55 % ja ilman lämpötila 27 °C. Kaikilla koehenkilöillä oli vesijuoksuvyö, mutta ne eivät olleet kaikilla samanlaiset. Vesijuoksu sisälsi 10 minuutin alkulämmittelyn, joka sisälsi useita suunnanvaihtoja sekä vaihtelevia ylä- ja alaraajaharjoitteita. Seuraavan neljän minuutin aikana henkilöt liikkuvat kylki edellä sekä eteen- että taaksepäin. Vesijuoksu sisälsi 10 minuuttia intervalliharjoitteita, jotka vaihtelivat kestoaltaan 20, 30, 40, 50 ja 60 sekuntia. Intervalliharjoitteiden jälkeen ohjelma sisälsi 7 minuuttia laidalta laidalle tapahtuvia liikkeitä, joissa henkilöt tekivät omaan tahtiin hiihtohyppyjä, juoksua, käsillä melomista istuen ja selkäuintia. Loppuohjelma rakentui intervalliharjoitteista. Vesijuoksu sisälsi voimisteluliikkeitä, joten sitä ei mielestämme voida kutsua perinteiseksi vesijuoksuksi.

Vesijumppamittaus tapahtui 23.2.2007 klo 20.00–20.55 Aalto Alvarin aalto altaassa, jossa syvyys vaihteli 130 cm–180 cm. Henkilöt ohjattiin rinnansyvyiseen veteen. Veden lämpötila oli mittaushetkellä 30 °C, ilman lämpötila 30 °C ja ilmankosteus 60 %. Vesijumpan ensimmäiset 22 minuuttia tapahtui välineittä. Harjoitteet sisälsivät mm. hyppyjä (eteen-taakse, sivulta sivulle, haaraperus, hiihtohyppy), vartalon kiertoja ja juoksua. Vesijumppa jatkui seuraavan 18 minuutin ajan pienten, halkaisijaltaan 10 cm, käsipainojen kanssa. Harjoitteet sisälsivät ylä- ja alaraajaharjoitteita, hyppyjä ja juoksua.

9.3 Mittausmenetelmät

9.3.1 Sykevariaatio

Sykevariaatiota mitattiin Suunnon® Smart Belt sykepannalla. Sykepanta pysyy tallentamaan muistipiiriinsä yli sata tuntia tietoa myöhemmin tapahtuvaa lataamista ja analysointia varten. Muistikapasiteettia mittarilla on noin miljoona sydämenlyöntiä, joka tarkoittaa 120 sykkeellä noin 6,5 vuorokautta. Suunnon

(2006) mukaan sykepannan vesitiiviys on normaalissa käytössä 2 metriä. Sykepannan hyvänä ominaisuutena on sen helppokäyttöisyys ja häiriöttömyys. (Suunto 2006, 3, 16.) Häiriön esiintyvyys voi johtua mm. pannan huonosta kontaktista ihoon, rytmihäiriöistä tai kammioiden supistumisen huonosta tunnistamisesta (Järvinen ym. 2006, 29).

Sykepannan toimintaa varmistaaksemme vaihdoimme jokaiseen mittariin patterin. Lisäksi synkronoimme alkuajat ja asetimme hälytysäänet päälle. Varmistimme mittareiden koodin henkilön palauttaessa pannan lisätäksemme tutkimuksen luotettavuutta. Sykesignaalin johtuminen varmistettiin väliaineen käytöllä ja asettamalla sykepanta mahdollisimman tarkasti ja tiukalle. Koehenkilöt saivat etukäteen ohjeet sykepannan käyttöön.

9.3.2 RPE

Koehenkilöt perehdytettiin infotilaisuudessa RPE-taulukon käyttöön, mikä löytyi heille jaetusta materiaalipaketista. Ohjasimme koehenkilöitä kertaamaan RPE-taulukon vielä mittauspäivänä. Sykepantoja asettaessa henkilöt kertoivat vielä taulukon. Mittauksissa koehenkilöiltä kerättiin RPE 10 minuutin välein. RPE-taulukko oli mittauksen aikana nähtävillä.

9.3.3 Submaksimaalinen polkupyöräergometri

Koehenkilöiden VO₂max arvioitiin epäsuorasti submaksimaalisella polkupyöräergometrillä. Testin aikana tulee saavuttaa tavoitesyke, joka on 85 % henkilön ikää vastaavasta maksimisykkeestä (Fogelholm 2004, 90). Polkupyöräergometrin luotettavuus ja toistettavuus paranevat sykkeen ollessa yli 65 % HR_{max}:sta, jolloin parasympaattisen hermoston vaikutus on pienentynyt (Keskinen 2005, 112). Arvioidessa maksimaalista hapenkulutusta ovat Keskinen & Keskinen (2001) todenneet moniportaisen submaksimaalisen polkupyöräergometritestin olevan kontrolloiduissa testausolosuhteissa erittäin toistettava ($r=0,942$) ja luotettava ($r=0,822-0,884$) (Fogelholm 2004, 89). Keskinen (2005, 112) mukaan epäsuorien arviointimenetelmien ennustetarkkuus on n. \pm 10 %. Pollockiin & Wilmoreen (1990) viitaten Fogelholm (2004, 86) toteaa polkupyöräergometrillä saadun VO₂max:n olevan todellista arvoa 5-25 % alempi,

mikäli henkilö ei käytä tai ei säännöllisesti käytä polkupyörää liikkumiseen tai kuntoiluun. Koehenkilömme käyttävät kuntopyörää viikoittain kuntosaliharjoittelun alkulämmittelynä.

Testasimme koehenkilöt submaksimaalisella polkupyöraergometrillä tarkentaaksemme Hyvinvointianalyysin antamat VO₂max-arvot. Arvioinnin apuna käytimme mittausohjelman antamaa maksimisykearvoa. Selvitimme henkilöiden testauskelpoisuuden verenpainemittauksen sekä Par-Q-riskiluokittelun avulla (liite 7). Varmistimme myös terveystietojen paikkansapitävyyden. Henkilö perehdytettiin testiprotokollaan ja kehoitettiin kertomaan mahdollisista epämiellyttävistä tuntemuksista testin aikana. Testi tehtiin WHO:n suosituksen mukaan sisältäen neljä neljän minuutin kuormaporrasta polkemisnopeuden pysyessä vakiona 60 rpm. (Mänttari, Aunola & Kapanen 1998, 41, 78.) Laboratorio, jossa testi suoritettiin, oli ilmastoitu ja lämpötilaltaan testaukseen soveltuva. Satulan korkeus määriteltiin jokaiselle henkilökohtaisesti. Henkilön sykettä tarkkailtiin jatkuvasti ja subjektiivista kuormittumista arvioitiin RPE:llä.

Submaksimaalisen polkupyöraergometrin yhteydessä mittasimme koehenkilöiltä verenpaineen selvittääksemme heidän testauskelpoisuuden. Mitattaessa lähes kaikilla koehenkilöillä oli kohonnut verenpaine, alapaine oli kuitenkin kaikilla alle 100 mm/Hg. Par-Q -kyselyn perusteella selvisi, että yhdellä koehenkilöistä on esiintynyt kovassa rasituksessa rintakipua. Henkilöä ohjattiin välttämään hyvin raskasta kuormitusta.

9.4 Aineiston analysointi

9.4.1 Firstbeat Hyvinvointianalyysi

Käytämme tulosten analysoinnissa Firstbeat Hyvinvointianalyysiä, joka on sykkeen rekisteröintiin perustuva analysointimenetelmä. Menetelmä hyödyntää RR-intervalleista saatavaa tietoa. (Järvinen ym. 2006, 6.) Kotisaaren (2007) mukaan Firstbeat Hyvinvointianalyysiä voidaan luotettavasti käyttää 15–70-vuotiailla henkilöillä. Mittauksen analysointia varten tarvitaan sykeväli-tiedon lisäksi henkilön nimi tai tunnus, sukupuoli, ikä, pituus, paino, aktiivisuusluokka ja tieto mahdollisesta tupakoinnista (Emt. 138). Seppäsen (2007)

mukaan Hyvinvointianalyysi saattaa arvioida ylipainoisten henkilöiden VO₂max:n liian alhaiseksi, mikä heikentää tuloksia ja luotettavuutta. Alensimme henkilöiden maksimisykkeet Hyvinvointianalyysiin 10 lyönnillä minuutissa, sillä useassa tutkimuksessa on todettu sykkeen olevan vedessä alhaisempi kuin maalla. Käytämme tutkimuksessamme Hyvinvointianalyysin antamia terveysliikunnan-, energiankulutuksen- ja fyysisen kuormittumisen raportteja.

Useiden tutkimusten mukaan Hyvinvointianalyysi on huomattavasti luotettavampi hapenkulutuksen ja energiankulutuksen arviointimenetelmä verrattuna muihin sykkeeseen perustuviin menetelmiin. (Pulkkinen 2003, 60; Firstbeat Technologies Oy 2007, 3; Pulkkinen, Saalasti & Rusko 2005, 1; Pulkkinen, Kettunen, Martinmäki, Saalasti & Rusko 2004, 1) Menetelmä hyödyntää sykettä, hengitysfrekvenssiä sekä kuormituksen vaihe (On-Off-response)-tietoa VO₂:n arvioinnissa, jolloin tarkkuus vastaa lähes laboratoriotuloksia. Pulkkinen ym. (2004, 1) mukaan keskimääräinen absoluuttinen virhe (MAE) mitattaessa hapenkulutusta (VO₂) oli kyseisellä menetelmällä pienin (1,9 ml/kg/min) verrattaessa sitä muihin menetelmiin: syke (3,7 ml/kg/min), syke ja hengitysfrekvenssi (3,3 ml/kg/min) sekä syke ja On-Off-response (2,3 ml/kg/min).

Hyvinvointianalyysin antama mittauksen aikainen virheprosentti antaa tietoa mittauksen luotettavuudesta. Mikäli mittaus sisältää paljon häiriöitä, on tuloksia arvioitava kriittisesti. Tässä tutkimuksessa pidimme luotettavina tuloksia, joiden virheprosentti oli alle 30 % ja sykedatassa ei esiintynyt pitkäkestoisia häiriöitä. Yksittäiset virhepiikit siellä täällä eivät Firstbeatin (2006) mukaan heikennä luotettavuutta. Hyvinvointianalyysi poistaa tutkimuksiin perustuvan virheenkorjausalgoritmin avulla sykedatasta ylimääräisiä häiriöitä. (Järvinen ym. 2006, 30, 32.)

Hyvinvointianalyysi arvioi energiankulutusta hermoverkkomallin avulla. Kokonaisenergiankulutusta arvioidaan sykkeestä laskettujen aineenvaihdunnallisten tekijöiden avulla (hapenkulutus, RQ ja kalorinen ekvivalentti). RQ (hengitysosamäärä) kertoo hiilidioksidin tuoton ja hapenkulutuksen välisestä suhteesta. Kalorinen ekvivalentti kuvaa kalorimäärää, joka kulutetaan käytettäessä litra happea (1l O₂ = 4,85 kcal). Tiedettäessä hetkellinen hapenkulutus ja kalorinen ekvivalentti on mahdollista laskea hetkellinen energiankulutus. Ko-

konaisenergiankulutus saadaan laskemalla yhteen hetkelliset energiankulutusarvot (liite 8). (Firstbeat Technologies 2007, 1 - 3.)

Energiankulutuksen arvioinnin on tutkimuksissa todettu tarkentuneen huomattavasti käytettäessä sykkeen lisäksi tietoa hengitysfrekvenssistä ja kuormituksen vaiheesta. Verrattaessa menetelmää pelkän sykkeen avulla tehtävään analysointiin tulos tarkentui lähes 50 %. Pulkkisen ym. (2005) tutkimuksessa hermoverkkomallin avulla laskettu energiankulutus saavutti pienimmän keskimääräisen absoluuttisen virheen, 10,9 %. Joidenkin tutkimusten mukaan keskimääräinen virheprosentti on ollut jopa 7 %. (Firstbeat Technologies 2007, 2.) Pulkkisen ym. (2005, 1) tutkimus vahvistaa sykevälin tarjoavan tarkan ja käytännöllisen menetelmän energiankulutuksen arviointiin ilman henkilökohtaisen kalibroinnin tarvetta.

9.4.2 Tilastollinen käsittely

Tulokset taulukoitiin Excel taulukkolaskentaohjelman avulla. Tuloksista muodostettiin kuvaajat sekä laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Käytimme SPSS 15.0 ohjelmaa todentamaan mahdollista yhteyttä BMI:n ja energiankulutuksen sekä BMI:n ja virheprosentin välillä.

10 TULOKSET

10.1 Tulosten vertailu

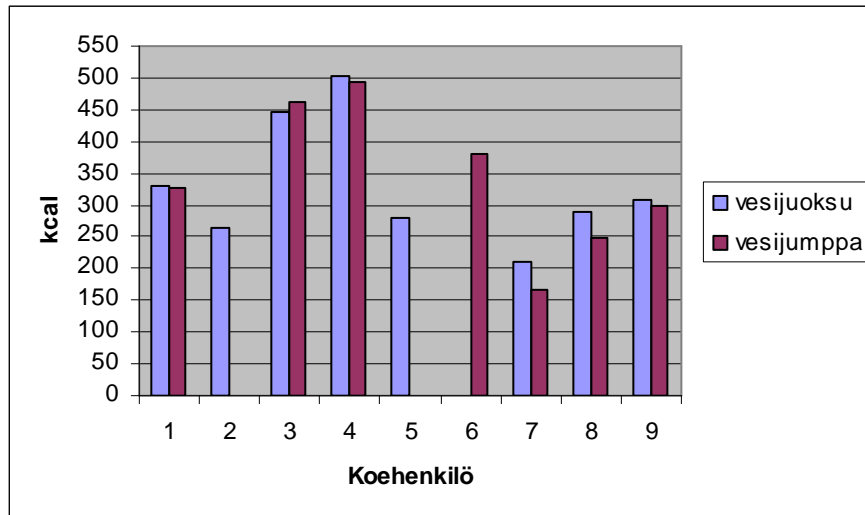
Koehenkilöiden heterogeenisuuden vuoksi vertailemme pääasiassa koehenkilöiden henkilökohtaisia tuloksia vesijuoksussa ja vesijumpassa sekä ryhmäkohtaisia eroja näiden kahden liikuntamuodon välillä. Tarkastelemme tuloksissa koehenkilöiden välistä RPE:tä, % HRmax:a sekä % VO2max:a. Lisäksi tarkastelemme tuloksissa, onko suurella BMI:llä vaikutusta kokonaisenergiankulutuksen kasvuun ja mittaushäiriöihin.

Tulosten vertailukelpoisuuden vuoksi jätämme tuloksissa huomioimatta kahden koehenkilön tulokset, joten tuloksissa tarkastellaan yhdeksää henkilöä. Koehenkilö 10 osallistui vain vesijuoksumittaukseen, joka epäonnistui suuren virheprosentin vuoksi ja hänen tuloksia tarkastellaan ainoastaan virheprosentin osalta. Koehenkilö 11 osoittautui myöhemmin lääkityksensä vuoksi vertailukelvottomaksi, joten emme käsittele hänen tuloksia lainkaan. Muutamien koehenkilöiden kohdalla tuloksissa esiintyy nolla, sillä mittauksen luotettavuuden kannalta virheprosentti oli liian suuri.

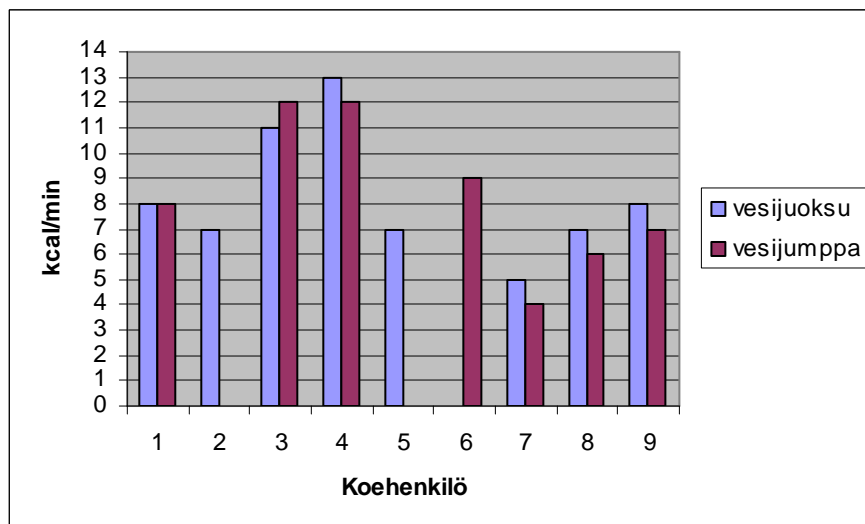
10.2 Energiankulutus

Kokonaisenergiankulutus ja energiankulutuksen minuuttiarvo eivät vaihdelleet merkittävästi vertailtaessa yksittäisen henkilön vesijuoksun ja vesijumpan välistä energiankulutusta. Viiden henkilön kokonaisenergiankulutus oli suurempi 40 minuutin vesijuoksun aikana ja yhden vesijumpan aikana. Kolmen koehenkilön tuloksia ei voida vertailla mittauksen suuren virheprosentin vuoksi. Kokonaisenergiankulutus vaihteli koejoukon kesken vesijuoksussa 211–504 kcal/40 min ja vesijumpassa 168–494 kcal/40 min (kuvio 5). Koeryhmän kokonaisenergiankulutuksen keskiarvo oli vesijuoksussa 329 kcal ja vesijumpassa 340 kcal. Neljän koehenkilön kcal/min keskiarvo oli suurempi vesijuoksussa, yhdellä sama ja yhdellä suurempi vesijumpassa (kuvio 6). Ryhmän keskiarvo kcal/min oli vesijuoksussa 8,25 kcal/min ja vesijumpassa 8,28 kcal/min. Vesijuoksun aikana koehenkilöt (n 9) saavuttivat energiankulutuksen suurimman

arvon (kcal/min), joka vaihteli välillä 7–17 kcal/min. Vesijumpassa vastaavan arvon vaihteluväli oli 6–15 kcal/min.



KUVIO 5. Koehenkilöiden kokonaisenergiankulutus 40 minuutin vesijuoksun ja vesijumpan aikana

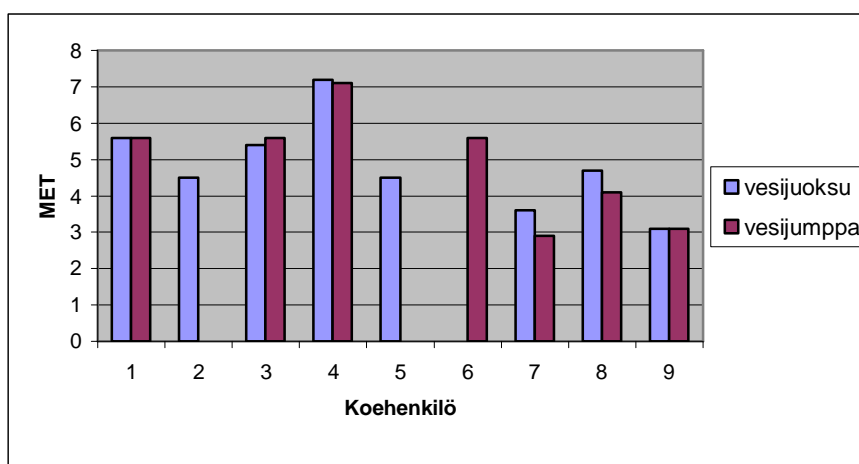


KUVIO 6. Koehenkilöiden energiankulutuksen (kcal/min) keskiarvo 40 min vesijuoksussa ja vesijumpassa

Vesijuoksun aikana seitsemän koehenkilön kuluttama energiamäärä täytti terveyden kannalta suositellun rajan ja yksi koehenkilöistä saavutti painonhallinnan kannalta suositellun rajan. Vesijumpassa koehenkilöistä kuusi saavutti terveyden kannalta suositellun rajan ja yksi painonhallinnan kannalta suositellun rajan. Hyvinvointianalyysin antamat suositukset ovat päiväkohtaisia. Tuloksissa saatiin selville, ettei suuri BMI lisännyt merkittävästi kokonaisenergiakulutusta vesijuoksussa (n 8) $p < 0,029$ eikä vesijumpassa (n 7) $p < 0,128$.

10.3 MET

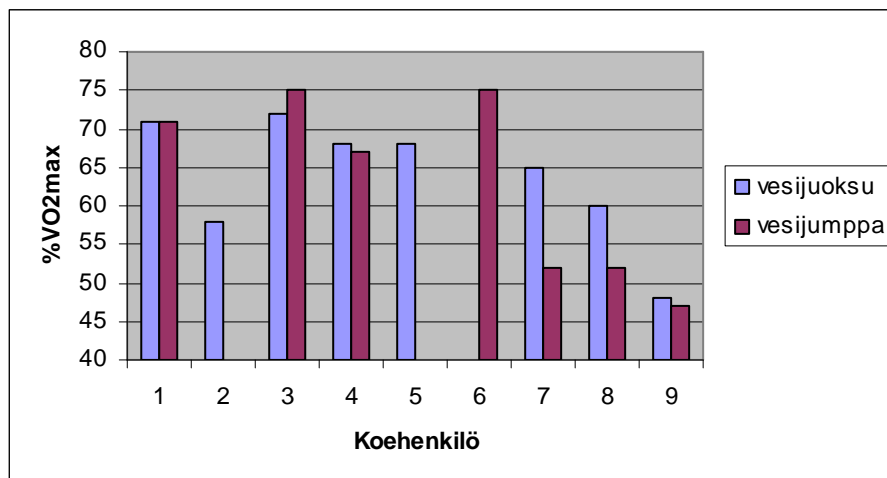
Henkilökohtaisissa tuloksissa ei ollut merkittävää eroa vesijuoksun ja vesijumpaan välillä (kuvio 7). Kolme koehenkilöä saavutti korkeamman MET keskiarvon vesijuoksussa, kaksi vesijumpassa ja kahdella tulos oli sama molemmissa liikuntamuodoissa. Kolmen henkilön tuloksia ei voida vertailla mittauksen suuren virheprosentin vuoksi. Koeryhmän MET keskiarvo oli vesijuoksussa 4,8 MET ja vesijumpassa 4,9 MET. Verrattaessa henkilökohtaisia tuloksia kaikki koehenkilöt saavuttivat vesijuoksussa korkeimman huippuarvon. Koehenkilöiden MET vaihteli vesijuoksussa välillä 3,1–7,2 MET ja vesijumpassa välillä 2,9–7,1 MET.



KUVIO 7. Koehenkilöiden MET-keskiarvo vesijumpassa ja vesijuoksussa.

10.4 Hapenkulutus

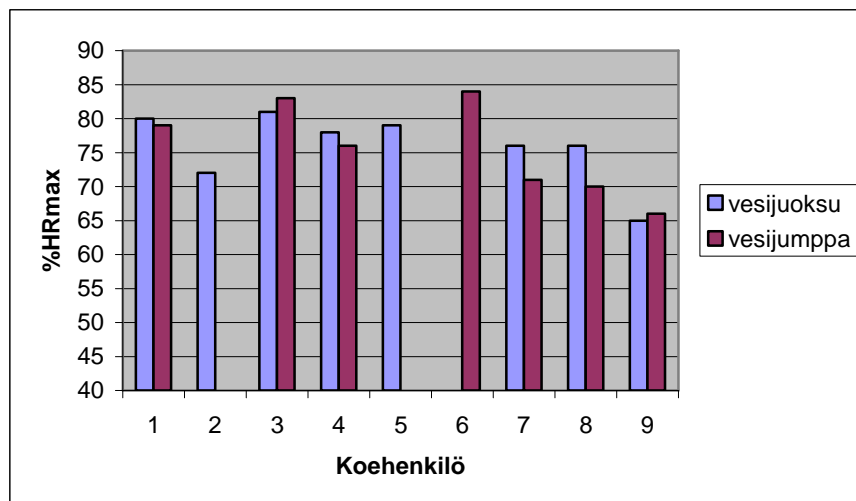
Suurimmalla osalla koehenkilöistä ei ollut % VO₂max keskiarvon perusteella eroa vesijuoksun ja vesijumpan välillä (kuvio 8). Kahdella koehenkilöllä vesijuoksun ja vesijumpan välillä oli eroa 8-13 prosenttiyksikköä. Neljällä koehenkilöllä % VO₂max oli vesijuoksussa korkeampi ja yhdellä vastaavasti vesijumpassa. Yhden koehenkilön keskiarvot olivat samat molemmissa liikuntamuodoissa. Kolmen henkilön tuloksia ei voida vertailla suuren virheprosentin vuoksi. Koeryhmän keskiarvo % VO₂max keskiarvosta oli vesijuoksussa 64 % VO₂max (SD±8,0) ja vesijumpassa 63 % VO₂max (SD±12,0). Koehenkilöiden % VO₂max keskiarvo vesijuoksussa vaihteli välillä 48–72 % ja vesijumpassa välillä 47–75 %. Kaikki koehenkilöt saavuttivat vesijuoksussa korkeimman hapenkulutuksen huippuarvon, joka vaihteli koehenkilöiden välillä 70–94 % VO₂max. Vesijumpassa hapenkulutuksen huippuarvo vaihteli henkilöiden välillä 64–91 % VO₂max:sta.



KUVIO 8. Koehenkilöiden % VO₂max keskiarvo vesijuoksussa ja vesijumpassa

10.5 Syke

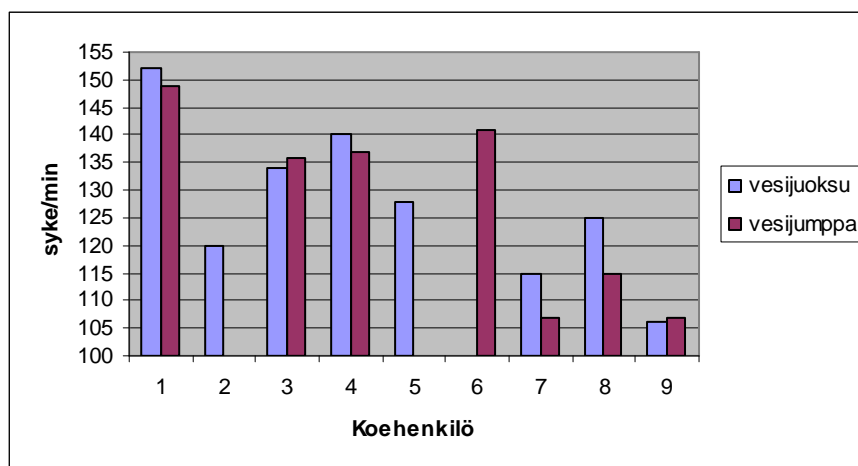
Molemmissa mittauksissa koeryhmän % HRmax keskiarvo oli yli 60 % HRmax:sta. Pääsääntöisesti tuloksissa ei ollut suuria eroja vesijuoksun ja vesijumpan välillä (kuvio 9). Suurimmalla osalla (n 4) % HRmax keskiarvo oli vesijuoksussa suurempi. Kahden henkilön % HRmax keskiarvo oli vesijumpassa suurempi. Kolmen koehenkilön tuloksia ei voida vertailla suuren virheprosentin vuoksi. Kaikki henkilöt saavuttivat korkeimmat sykearvonsa vesijuoksun aikana. Korkeimmat arvot vaihtelivat vesijuoksussa välillä 77–96 % ja vesijumpassa välillä 71–94 % HRmax:sta. Vesijuoksussa koehenkilöiden % HRmax keskiarvo vaihteli välillä 65–81 % HRmax ja vesijumpassa 66–84 % HRmax. Vesijuoksussa koeryhmän keskiarvoista laskettu % HRmax keskiarvo oli 75,9 % (SD±5,2) ja vesijumpassa vastaava luku 75,6 % (SD±6,9). Vesijuoksu ja vesijumppa olivat tulosten perusteella yhtä kuormittavia.



KUVIO 9. Koehenkilöiden % HRmax keskiarvo vesijuoksun ja vesijumpan aikana

Koehenkilöiden keskisykkeissä ei ollut merkittäviä eroja vesijuoksun ja vesijumpan välillä (kuvio 10). Keskisykkeen erot vesijuoksussa ja vesijumpassa vaihtelivat yksittäisellä henkilöllä 1–10 lyönnin välillä. Keskisyke oli neljällä koehenkilöllä vesijuoksussa korkeampi. Kahdella koehenkilöistä keskisyke oli

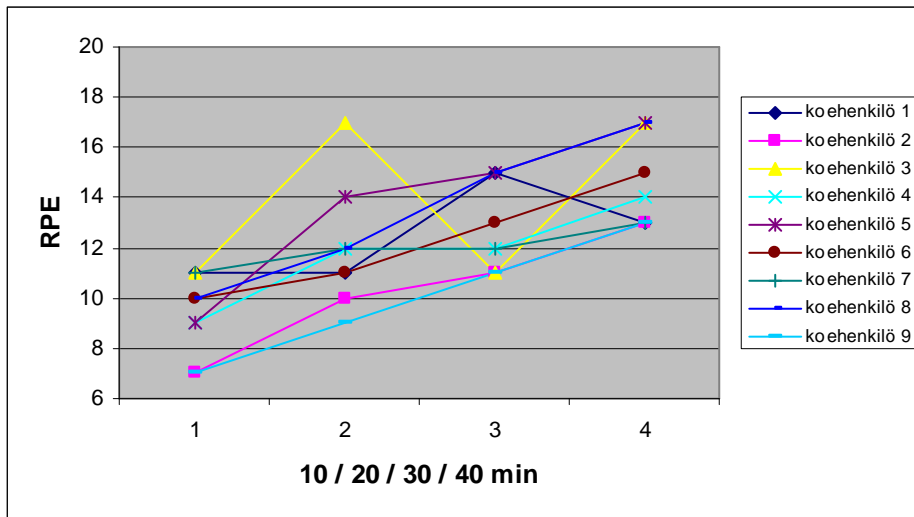
vesijumpassa 1–2 lyöntiä korkeampi. Kolmen koehenkilön tuloksia ei voida vertailla suuren virheprosentin vuoksi. Koeryhmän keskisykkeen keskiarvo oli vesijuoksussa 128 ja vesijumpassa 127 lyöntiä minuutissa.



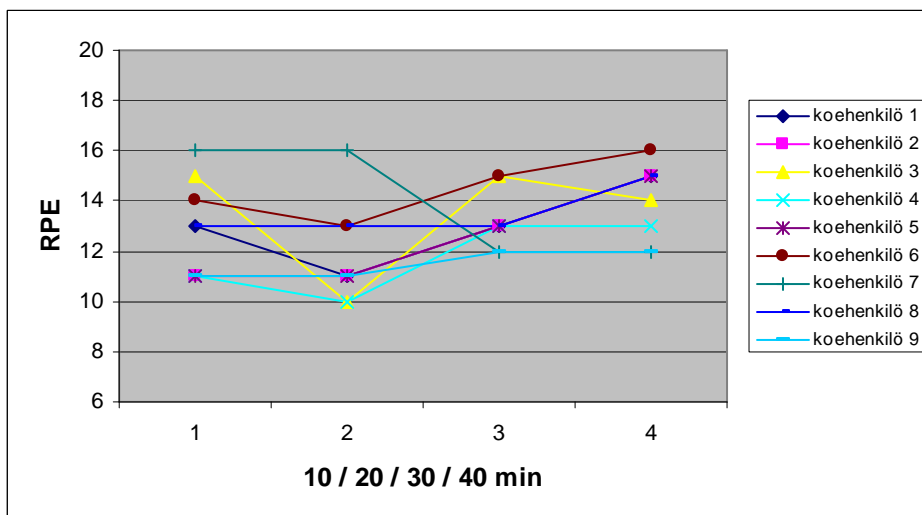
KUVIO 10. Koehenkilöiden keskisyke vesijuoksun ja vesijumpan aikana

10.6 RPE

RPE:llä arvioituna koehenkilöiden (n 9) välillä ei ollut subjektiivisessa tunte-
muksessa suuria eroja. RPE:n keskiarvo vesijuoksussa 10 minuutin kohdalla
oli 9,4 (SD±1,6), 20 minuutin kohdalla 12 (SD±2,3), 30 minuutin kohdalla 12,8
(SD±1,8) ja 40 minuutin kohdalla 14,7 (SD±1,9) (kuvio 11). RPE:n keskiarvo
vesijumpassa oli 10 minuutin kohdalla 12,8 (SD±1,9), 20 minuutin kohdalla
11,8 (SD±1,9), 30 minuutin kohdalla 13,2 (SD±1,1) ja 40 minuutin kohdalla
14,1 (SD±1,5) (kuvio 12). Koejoukon RPE:n keskiarvo vesijuoksun aikana oli
12,2 (SD±2,6) ja vesijumpassa 13,0 (SD±1,8). Vesijuoksussa RPE:n vaihtelu-
väli oli 7-17 ja vesijumpassa 11–16. Henkilöt kokivat vesijumpan keskimääräi-
sesti kuormittavammaksi. Kaksi koehenkilöistä koki vesijuoksun vesijumppaa
kuormittavammaksi ja kaksi yhtä kuormittavaksi kuin vesijumpan. Vesijuok-
sussa RPE-keskiarvo (14,7) oli korkeimmillaan 40 minuutin kohdalla, jolloin
harjoitteena oli 50 sekunnin kiihdytysjuoksu. Myös vesijumpassa RPE (14,1)
oli korkeimmillaan 40 minuutin kohdalla, jolloin harjoitteena olivat sammakko-
hypyt.



KUVIO 11. Koehenkilöiden subjektiivinen kuormittuminen vesijuoksussa 10 minuutin välein

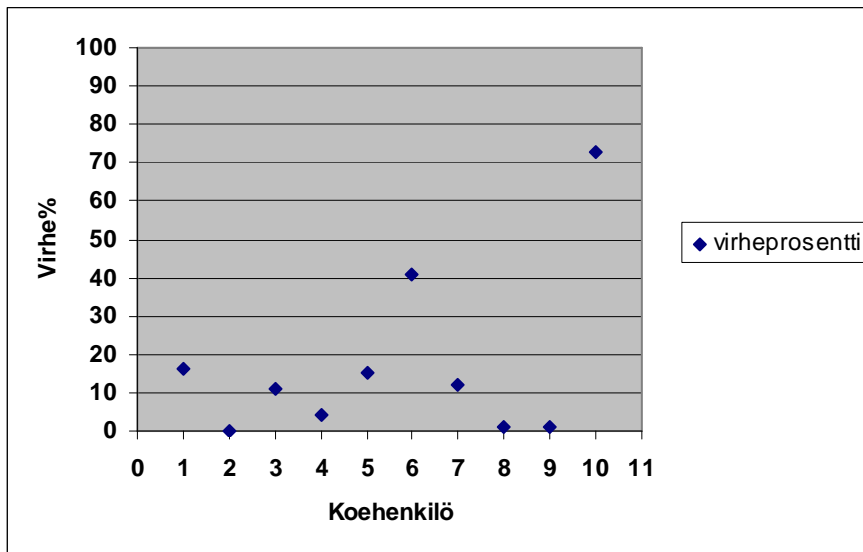


KUVIO 12. Koehenkilöiden subjektiivinen kuormittuminen vesijumpassa 10 minuutin välein

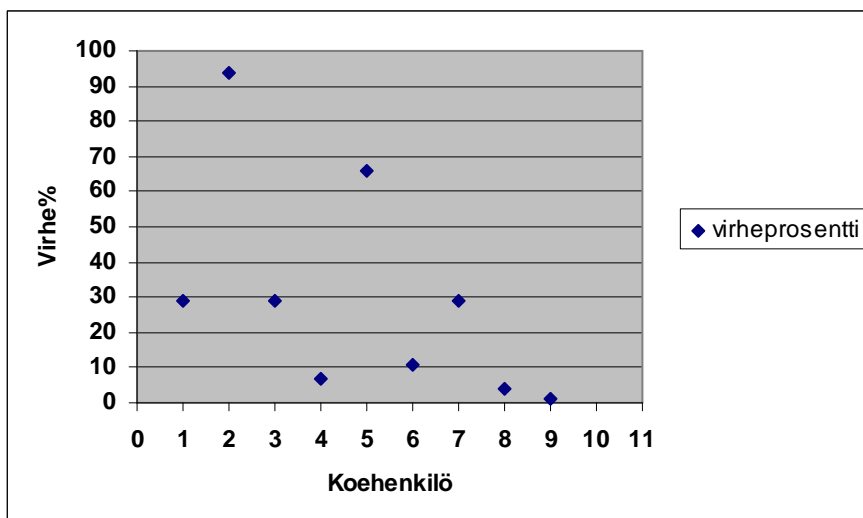
10.7 Mittausten virheprosentit

Vesijuoksussa (kuvio 13) ryhmän virheprosentin keskiarvo oli 17,4 % ja vaihteluväli 0-73 %. Vesijumpassa (kuvio 14) vastaava arvo oli 30,0 % ja vaihteluväli 1-94 %. Vesijuoksussa (n 10) virheprosentin keskiarvo oli paljon alhai-

sempi kuin vesijumpassa (n 9). Vesijuoksussa kahdeksan ja vesijumpassa seitsemän koehenkilön tuloksia voidaan pitää tulosten kannalta luotettavina. Molemmissa mittauksissa kahden koehenkilön tuloksia ei voida tarkastella suuren virheprosentin ja virheellisen sykedatan vuoksi. Kohonneella BMI:llä ei tutkimuksessa todettu olevan yhteyttä virheprosentin suuruuteen vesijuoksussa ($p < 0,339$) eikä vesijumpassa ($p < 0,550$).



KUVIO 13. Koehenkilöiden virheprosentit vesijuoksussa



KUVIO 14. Koehenkilöiden virheprosentit vesijumpassa

Vesijuoksumittauksista (n 10) onnistui 80 % ja vesijumppamittauksista (n 9) 78 %. Kaikista tutkimukseemme kuuluvista vesiliikuntamittauksista onnistui 79 %. Mielestämme onnistumisprosentti oli yllättävän hyvä.

11 POHDINTA

11.1 Lähtökohdat tulosten tarkastelulle

Kokemustemme perusteella oletimme vesijuoksun kuluttavan vesijumpaa enemmän energiaa ja olevan kuormittavampaa. Aiempia vesijuoksua ja vesijumpaa vertaavia tutkimuksia on vain muutamia ja yleensä koehenkilöt ovat olleet terveitä, hyväkuntoisia miehiä. Townin & Bradley'n (1991) ja Dowzerin, Reillyn, Cablen & Nevillen (1999) tutkimuksissa vesijumpan on todettu olevan vesijuoksua kuormittavampaa. Asiasta on saatu myös päinvastaisia tuloksia. Kravitzin tutkimuskoosteessa todettiin syvänvedenjuoksun olevan vesijumpaa kuormittavampaa.

Halusimme BMI:n osalta mahdollisimman homogeenisen tutkimusjoukon, jotta energiankulutuksen ja kuormituksen vertailu olisi ollut mahdollista. Koehenkilöitä valitessamme jouduimme kuitenkin joustamaan valintakriteereissämme, sillä vapaaehtoisia, kriteerit täyttäviä henkilöitä oli hyvin vähän. Tutkimusjoukon BMI:n vaihteluväli oli suuri, joten koehenkilöiden keskinäinen vertailu ei ollut tulosten kannalta järkevää.

Valitsimme Hyvinvointianalyysin sen helppokäyttöisyyden, lähes laboratorioolosuhteisiin verrattavan tarkkuuden ja ajankohtaisuuden vuoksi. Menetelmä ei yleensä vaadi henkilökohtaisten syketasojen selvittämistä. Tuloksia tarkastellessamme havaitsimme kuitenkin eräiden koehenkilöiden hapenkulutuksen yllättävän alhaiseksi. Halusimme tarkentaa hapenkulutusta erillisellä testillä ja valitsimme submaksimaalisen testin maksimaalisen testin sijasta, sillä koehenkilöt olivat ikänsä, ylipainon ym. tekijöiden vuoksi korkean riskin omaavia. Riskitekijöiden takia heidän olisi turvallisuuden vuoksi pitänyt pyytää lääkärin lupa maksimaaliseen rasiustestiin. Hapenkulutus tarkentui osalla huomattavasti ja sen seurauksena energiankulutus lisääntyi eräillä jopa puolella. Totesimme siis Seppäsen (2007) väitteen pitävän paikkansa siitä, että Hyvinvointianalyysi saattaa aliarvioida ylipainoisten hapenkulutuksen. T-WARE2 arvioi tulosten perusteella testihenkilöille kuntoluokan (1-7), joka vaihteli välillä 2-6. Viiden henkilön suorituskyky ergometrin perusteella oli välttävää (3/7),

kahdella heikko (2/7) ja yhdellä hyvin hyvä (6/7). Yhden koehenkilön submaksimaalinen polkupyöräergometri epäonnistui lukuisista yrityksistä huolimatta. Luotimme hänen kohdallaan Hyvinvointianalyysin antamaan VO₂-arvoon. Analysoidessa ylipainoisen henkilön fyysistä kuormittumista Hyvinvointianalyysin avulla, suosittelimme luotettavuuden lisäämiseksi hapenkulutuksen määrittämistä erillisen testin avulla.

11.2 Tutkimuksen päätulokset

11.2.1 Energiankulutus

Tutkimuksessamme kokonaisenergiankulutus (kcal/40 min) ja energiankulutuksen minuuttiarvo (kcal/min) olivat keskimääräisesti suuremmat vesijuoksussa, ero on kuitenkin hyvin pieni. Koejoukon energiankulutuksen arvot eivät ole vertailukelpoisia keskenään suurten henkilökohtaisten eroavaisuuksien vuoksi. Vesijuoksussa kahden koehenkilön saamat energiankulutuksen keskiarvot 11–13 kcal/min olivat samansuuntaiset kuin Kravitzin & Mayon (1997, 19) tutkimuskoosteen tulokset 11,5 kcal/min. Muiden koehenkilöiden energiankulutuksen minuuttiarvot olivat hieman tai selvästi alemmat. Uskomme, että mieskoehenkilömme olisi tunnin vesijuoksun aikana kuluttanut yhtä paljon kilokaloreita kuin Keski-ikäisen tutkimuksen keski-ikäinen, ylipainoinen ja huonokuntoinen mies, joka kulutti yli 800 kcal/h (Vesiliikuntainstituutti 2004, 1).

Tutkimuksemme tulokset tukivat vesijumpan osalta aiempia tuloksia. AEA:n (2006, 250) mukaan vesijumpan aikainen energiankulutus on keskimäärin 400–500 kcal/h. Osa koehenkilöistämme saavutti n. 400 kcal energiankulutuksen jo 40 minuutin aikana. Vesijumppassa osa koehenkilöistämme (n 5) sai korkeampia kcal/min arvoja kuin Kravitzin & Mayon (1997, 18) tutkimuskoosteen tulokset. Tutkimuksemme vesijumppa oli aiempiin tutkimustuloksiin nähden kuormittavampi. Tuloksia ei voida kuitenkaan suoraan verrata aikaisempiin tutkimustuloksiin, sillä tutkimusmetodien käyttö vaihtelee paljon eri tutkimusten välillä. Tutkimuksessamme liikunnan aikainen kokonaisenergiankulutus ei lisääntynyt BMI:n kasvaessa. Vedessä kokonaisenergiankulutuksen voidaan ajatella olevan tutkimuksessamme saatuja tuloksia paljon korkeampi,

sillä sykemittari ei huomioi veden lämmönjohtavuutta eikä syntyvää lämpöhäviötä. Lisäksi emme voi todentaa vaikuttiko vesijuoksun ja vesijumpan erilaiset mittausolosuhteet, kuten veden ja ilman lämpötila sekä ilmankosteus sykkeeseen ja energiankulutukseen.

11.2.2 MET

Oletimme MET-arvojen olevan korkeammat vesijuoksussa ja vesijumpassa. Suurin osa koehenkilöistä oli kuitenkin molemmissa vesiliikuntamuodoissa päässyt yli 4 MET, joka vastaa maalla kävelyä 6 km/h (Fogelholm & Kaukua, 2005, 429). Tämä on mielestämme sopiva kuormitustaso ylipainoiselle, riskiryhmään kuuluvalle henkilölle. Koeryhmän MET-keskiarvo vesijuoksussa (4,8 MET) ja vesijumpassa (4,9 MET) vastaa kuormitukseltaan reipasta kävelyä 5 km/h tai pyöräilyä teholla 75 W. Korkein yksittäinen MET-arvo vesijuoksussa oli 9,4 ja vesijumpassa 8,5, jotka vastaavat kuormitukseltaan juoksua 7,5 km/h tai pyöräilyä 18 km/h. (Mälkiä & Rintala 2002, 188.) Suurin osa (n=5) koehenkilöistä saavutti vesijumpassa samankaltaisia tuloksia kuin aiemmissa tutkimuksissa (Kosonen 2004; Kravitz & Mayo 1997). Kaksi koehenkilöä sai hieman heikommat tulokset ja heidän kuormituksensa vastasi intensiteetiltään kävelyä n. 4,5 km/h (Mälkiä & Rintala 2002, 188).

11.2.3 VO₂max

Koehenkilöiden keskiarvoista lasketussa % VO₂max keskiarvossa ei ollut merkittävää eroa vesijuoksun ja vesijumpan välillä. Kahdella koehenkilöllä vesijuoksu oli % VO₂max keskiarvon perusteella selvästi kuormittavampi ja muilla merkittävää eroa ei ollut. Keskihajonta oli vesijumpassa suurempi kuin vesijuoksussa. Uskomme suurten vaihteluvälien johtuvan henkilökohtaisista tekijöistä ja vesijuoksun ja vesijumpan intensiteettieroista. Kahdeksan koehenkilöä saavutti molemmissa liikuntamuodoissa ACSM suosittelman kuormitustason, 50–85 % VO₂max:sta (Baum 1998, 122). Yksi henkilö jäi vain hieman suosituksen alle. Verrattuna Vuoren (2001, 67) esittämään kestävyysliikunnan kuormittavuuden luokittelun taulukkoon, vesijuoksun ja vesijumpan kuormituskeskiarvon perusteella oli kohtalaista tai raskasta. Maksimaalisen hapenkulutuksen huippuarvojen perusteella osalle koehenkilöistä tutkimuksen liikunta-

muodot olivat hyvin raskaita, etenkin vesijuoksu. Vesijuoksussa koehenkilöt kuormittivat itseään prosentuaalisesti enemmän tasolla 76–100 % VO₂max.

11.2.4 Syke

Tutkimuksessamme koehenkilöiden % HRmax oli Kukkonen-Harjula & Pokin (1999, 40) liikuntasuositusten mukainen. Vesijuoksussa (n 8) syke nousi viidellä koehenkilöllä hetkellisesti yli suositusten ja vesijumpassa (n 7) yhdellä koehenkilöllä. Vesijuoksussa usean koehenkilön syke nousi lähelle maksimisykettä, mikä lisää merkittävästi sydänkomplikaatioiden riskiä varsinkin henkilöiden kuuluessa riskiryhmään. Osalla henkilöistä kuormitus kasvoi mielestämme liian korkealle jo alkulämmittelyssä, jonka tulisi valmistaa hengitys- ja verenkiertoelimistöä tulevaa räsitusta varten. Järvinen ym. (2006, 125) suosittelevat rasvojenkulutukseen syketasoa 65–75 % HRmax:sta. Koehenkilöistä suurimman osan % HRmax keskiarvo oli suositusta huomattavasti korkeampi, jolloin pääasiallisena energianlähteenä oli korkean intensiteetin vuoksi hiilihydraatit. Tarkasteltaessa liitettä 9, havaitaan koehenkilöiden harjoitelleen vauhtikestävyystasolla (50–75 % VO₂max) ja maksimikestävyystasolla (75–100 %) (Järvinen ym. 2006, 67). Verrattaessa koehenkilöiden keskisykettä Vesiliikuntainstituutin suosittelemiin sykearvoihin (taulukko 5), suurin osa koehenkilöistämme ylitti reilusti annetut laihduttavan vesiliikunnan rajat. Koska koehenkilömme kuuluivat riskiryhmään useiden tekijöiden vuoksi, sykkeiden keskiarvot olivat useimmilla mielestämme liian korkeat kyseisten liikuntamuotojen aikana.

11.2.5 RPE

Koehenkilöt kokivat RPE:n keskiarvon perusteella vesijumpan subjektiivisesti kuormittavammaksi. Henkilöt arvioivat kuormittavuuden selvästi eritasoiseksi, esimerkiksi vesijuoksussa 20 minuutin kohdalla subjektiivinen kuormitus vaihteli melko kevyestä hyvin rasittavaan (7-17). RPE arvoja tarkasteltaessa on otettava huomioon, että jokainen teki harjoitteet eri intensiteetillä. RPE:n suuri vaihteluväli koehenkilöiden kesken voi johtua myös vastaamishetken vaihtelusta, joka ei kuitenkaan vaihdellut minuuttia enempää. Suurin osa koehenkilöistä liikkui mittausten aikana anaerobisella tasolla, jolloin syntyy maitohappoa. Maitohapon syntyminen lisää kuormittumisen tunnetta. Yksi koehenkilöis-

tä arveli vesijuoksun jälkeen arvioineensa RPE:n liian alhaiseksi, mikä vaikutti ryhmän RPE keskiarvoon. Koehenkilöt kokivat RPE:n keskiarvon perusteella molemmat liikuntamuodot raskaiksi. Ylipainoisille suositellaan kevyttä tai hie-
man rasittavaa liikuntaa (Vuori 2001, 106).

11.2.6 Virheprosentit

Oletimme omien mittausten ja tekemiemme koemittausten perusteella suurimman osan mittauksista epäonnistuvan. Kokeillessamme itsellämme sykepannan toimivuutta saimme vesijuoksusta vain muutamia onnistuneita tuloksia. Vesijumpasta emme kuitenkaan saaneet tehtyä yhtään onnistunutta mitausta, joten ennako-oletus oli, ettei sykepanta sovellu vesijumpaan. Lisäksi ajattelimme suuren rasvakudoksen heikentävän sykesignaalin johtumista. Tuloksista kuitenkin käy ilmi, että henkilöt joilla oli korkea BMI saivat molemmista liikuntamuodoista hyvin alhaiset virheprosentit. Tämän otannan perusteella voimme siis todeta, ettei runsas rasvakudos heikennä sykesignaalin johtumista.

Uskomme vesijumpan suuremman virheprosentin johtuvan vesivoimisteluliikkeistä, esimerkiksi hypyistä ja ylävartalon kierroista. Sykepanta saattaa helpommin liikkua pois paikoiltaan kyseisten liikkeiden seurauksena. Tulimme tutkimuksessamme siihen tulokseen, että Suunnon Smart Belt soveltuu ylipainoiselle vesijuoksuun ja vesijumpaan harjoittelun seurannavälineeksi. Koe-ryhmä oli hyvin pieni, joten saamaamme tulosta ei voida kuitenkaan yleistää. Uskomme, että koehenkilöiden suuri rasvakudoksen määrä auttoi sykepantaa pysymään paremmin paikallaan. Varmistimme sykepannan pysyvyyden myös asettamalla sykepannat mahdollisimman tiukalle. Mittauksen luotettavuutta virheprosentin osalta paransi se, että koehenkilöillä oli molemmissa mittauksissa sama, tunnuksella varustettu sykepanta.

11.3 Tuloksiin vaikuttaneet tekijät

Vesijuoksussa intervallityyppinen harjoittelu lisäsi kuormittavuutta. Intervallit oli jaettu kolmeen eri tasoon, joista ylin oli maksimaalinen. Mielestämme maksimaalinen kuormitustaso ei sovi kyseiselle asiakasryhmälle huomioiden useat

riskitekijät. Olemme Anttilan (2005b, 11) kanssa samaa mieltä siitä, että henkilön ollessa yli 45-vuotias ja riskiryhmään kuuluva tulisi ennen tämäntyyppistä harjoittelua tarkastaa lääkäriltä mahdolliset esteet harjoittelulle. Vesijuoksu-asennon säilyttäminen oli joillekin koehenkilöille hankalaa, mikä vaikuttaa energiankulutusta sekä kuormitusta alentavasti.

Vesijumpan aikana henkilöt vaihtoivat usein suuntaa, liikkuivat eteen ja taakse ja sivulta sivulle. Liikkeiden pysäyttäminen sekä uuden harjoitteen aloittaminen kuluttavat paljon energiaa. Lisäksi allas oli syvenevä, joten sivuttaissuunnassa liikkeessä osa henkilöistä oli liian matalalla tai syvällä verrattuna annettuihin ohjeisiin. Vesijumpassa käytetyt käsipainot lisäsivät merkittävästi yläraajoilla tehtävien harjoitteiden kuormitusta. Henkilöt pystyivät vaikuttamaan harjoitteiden kuormittavuuteen, sillä osa harjoitteista oli mahdollista tehdä hypyllä tai ilman hyppyä. Koehenkilöimme käyttivät eri vaihtoehtoja, joilla on merkitystä tuloksiin. Tulosten vertailtavuuden kannalta olisi ollut parempi, jos henkilöt olisivat tehneet harjoitteet samalla tavalla. Toisaalta valinnanmahdollisuus on hyvä, sillä intensiteetin sai säädettyä itselleen sopivaksi. Vesijumpaharjoitteet sopivat mielestämme melko hyvin ylipainoisille tuki- ja liikuntaelinsairaille. Osa harjoitteista vaatisi mielestämme parempaa lihasvoimaa ja keskivartalonhallintaa, jotta ne eivät kuormittaisi liikaa tai jopa vahingoittaisi tuki- ja liikuntaelimiä. Erään koehenkilön polvi kipeytyi potkuharjoitteiden seurauksena, hänellä oli tosin aiempaa vammataustaa. Vesijumpassa sykepanta oli jo tutumpi, eivätkä henkilöt kiinnittäneet siihen enää niin paljon huomiota.

Henkilöiden tuloksia saattoivat heikentää useat tekijät. Osa koehenkilöistä joutui säättämään ja kiristämään vesijuoksuvyötä mittauksen aikana, jolloin suoritus keskeytyi. Henkilöt kiinnittivät huomiota sykepinnan paikallaan pysymiseen ja toimintaan, minkä vuoksi harjoittelu ei ollut niin intensiivistä. Vesijuoksussa henkilöt käyttivät ensimmäistä kertaa kyseistä sykepantaa. Kahdella koehenkilöllä ei ollut aiempaa kokemusta vesijuoksusta ja muutama koehenkilöistä oli käynyt vain kerran aikaisemmin vesijuoksussa. Kolme koehenkilöä oli sairastellut ennen vesijuoksumittausta. Mittausajankohtana he olivat kuitenkin mittauskelpoisia. Vesijumpassa oli yksi ensikertalainen ja lisäksi yksi koehenkilö oli sairastellut ennen vesijumpamittausta.

Koehenkilöiden henkilökohtaiset eroavaisuudet, liikkeen hallinta, asento, kelluvuus, liikenopeus ja liikelaajuudet vaikuttivat suoritukseen. Mittaustuloksiin vaikuttavat myös henkilön sisäiset tekijät, joita ovat vireystila, motivaatio ja lajitaidot. Vesijumppamittaus tapahtui ilta-aikaan ja loppuviikosta, jolloin vireystila saattoi olla alentunut. Mittaustilanteella voidaan ajatella olevan myönteistä vaikutusta motivaatioon. Henkilöt yrittivät mahdollisesti saada aikaan paremman tuloksen lisäämällä harjoituksen intensiteettiä. Harjoitteiden aikana ei ollut mahdollista vakioida liikenopeutta, vaan jokainen teki kuntonsa ja motivaationsa mukaan.

Koejoukkomme oli hyvin pieni ja vain muutaman henkilön BMI oli keskenään sama. Saimme kuitenkin näyttöä Smart Beltin sopivuudesta ylipainoisille henkilöille. Arvelemme polkupyöräergometrin ja syketietojen perusteella, että osalla koehenkilöistä sydämen toimintakyky on alentunut korkean verenpaineen ym. tekijöiden vuoksi. Tämä näkyi siinä, että syke ei kohonnut lineaarisesti kuormituksen kasvaessa. Heidän RPE-arvot olivat kuitenkin samansuuntaiset muiden koehenkilöiden kanssa. Tutkimuksen luotettavuutta heikentää se, etteivät kaikkien koehenkilöiden molemmat mittaukset onnistuneet. Mikäli mittaukset olisivat onnistuneet, olisi tulosten vertailu luotettavampaa.

11.4 Ylipaino ja vesiliikunta

Lähteiden perusteella ylipainoon liitetään usein seuraavat tekijät: normaalia heikompi lihaskunto, tuki- ja liikuntaelinsairaudet, nivelrikon vuoksi alentunut nivelliikkuvuus, hengitys-, sydän- ja verenkiertoelin- sekä aineenvaihduntasairaudet, tasapaino- ja koordinaatio-ongelmat sekä puutteellinen kehonhahmotus. Nämä kaikki tekijät vaikuttavat ylipainoisen liikunnan harrastamiseen.

Tutkimusjoukkomme koostui ylipainoisista, joista useimmilla oli tuki- ja liikuntaelinsairauksia. Tuki- ja liikuntaelinsairaudet tulisi huomioida harjoitteita suunniteltaessa sekä ohjattaessa. Ylipainoisilla saattaa olla puutteellinen lajitietous, jolloin vammaariski kasvaa. Puutteellinen tietous omasta fyysisestä suorituskyvystä lisää ylikuormittumisen riskiä, jolloin terveystietoisuus kasvaa merkittävästi. Hypertermian riski ylipainoisella on myös huomioitava. Osalla koehenkilöistämme oli havaittavissa oireita, jotka saattoivat viitata ylikuormenemi-

seen. Kuormittumista voisi turvallisuuden vuoksi vesiliikunnassa arvioida RPE:n sekä sykevyön avulla, sillä korkeat sykearvot eivät sovellu sydän- ja verisuonisairaille. Vesiliikunnassa tulisi huomioida riittävä ohjeistus, joka sisältää lajitekniikan sekä turvaohjeet huomioiden yksilöllisen jaksamisen. Tutkimuksemme aikainen vesijuoksu ei sisältänyt tekniikkaohjausta ensikertalaisista huolimatta.

Mielestämme vesi on turvallinen ympäristö erityisesti aloittelevalle liikkujalle, sillä vedessä tapaturmariski on hyvin pieni. Allastilat ovat kuitenkin liukkaiden alustojen vuoksi tapaturma-altis ympäristö. Liukas lattiamateriaali ja märät jalat yhdistettynä heikkoon tasapainoon lisäävät kaatumisriskiä. Ylipainoisen olisikin hyvä käyttää jalkineita allastiloissa. Toinen ongelmia aiheuttava tekijä on jyrkät allasportaat, joita ylipainoiset eivät välttämättä pysty painonsa ja nivelongelmiensa vuoksi käyttämään. Altailla tulisikin olla loiva, porrastettu veden meno mahdollisuus. Massiivisesti ylipainoiset saattavat tarvita apua veden mentäessä sekä sieltä pois tullessa. Vedestä noustessa kehon paino voi tuntua yllättävän raskaalta veden antaman keveyden tunteen jälkeen (Aquatic fitness professional manual 2006, 92).

Sopivan liikuntamuodon ja intensiteetin avulla ylipainoinen voi ehkäistä, hoitaa ja parantaa ylipainosta aiheutuvia tekijöitä ja sairauksia. Ylipainoisille tulisi mielestämme tarjota enemmän juuri heille kohdennettuja ryhmiä, joita tällä hetkellä on tarpeeseen nähden Suomessa liian vähän. Mielestämme ylipainoiset ovat erityisryhmä, joka tarvitsee erityispiirteisiin perehtyneen ohjaajan. Ylipainoisille suunnatuissa ryhmissä tulisi kiinnittää huomiota myös muuhun kuin vesiliikunnan harjoitustehoon. Mikäli kuormitus on liian rasittavaa, suorituskerat saattavat jäädä vähäisemmiksi. Sosiaalinen ryhmäliikunta antaa jatkuvuutta ja vertaistukea, mikä motivoi liikkumaan.

11.5 Jatkotutkimustarpeet

Tutkimuksemme otanta oli pieni, joka heikentää tulosten yleistettävyyttä. Saimme pilottitutkimuksemme avulla uutta tietoa mittausmenetelmän soveltuvuudesta, joten uskomme Suunnon ja Firstbeat Technologies Oy:n hyötyneen

tutkimuksestamme. Työstämme on hyötyä myös vesiliikunnan ja ylipainoisten parissa työskenteleville sekä ylipainoisille henkilöille.

Emme saaneet tutkimukseemme BMI:n osalta riittävästi samankaltaisia henkilöitä. Olisimme tulevaisuudessa kiinnostuneita tekemään samankaltaisen tutkimuksen, jossa koehenkilöitä olisi huomattavasti enemmän ja he olisivat antropometrisiltä tekijöiltään samankaltaisia. Toinen mielenkiintoinen tutkimusaihe olisi verrata ylipainoisen liikkujan energiankulutusta maalla ja vedessä, sillä emme löytäneet aiheesta aiempaa tutkimusnäyttöä.

11.6 Johtopäätökset

Toteamme tutkimuksemme perusteella, että vesijuoksun ja vesijumpan aikainen energiankulutus ja kuormitusvasteet olivat keskenään hyvin samankaltaisia ylipainoisilla. Tutkimuksemme kumosi väitteen, että vesivoimistelu on heikkotehoista ja kevyttä. Painonhallinnan kannalta suositellaan liikunnan avulla kulutettavan päivässä 450–900 kcal. Osa koehenkilöistä saavutti päiväkohtaisen suosituksen molemmissa liikuntamuodoissa jo 40 minuutin aikana. Johtopäätös tämän perusteella on, että vesijuoksu ja vesijumppa soveltuvat laihduttamiseen ja painonhallintaan. Vesi mahdollisti ylipainoisten henkilöiden tehokkaan kuormittumisen. Tutkimuksemme perusteella kokonaisenergiankulutus ei lisääntynyt painoindeksin noustessa. Totesimme tämän otannan perusteella, ettei suuri rasvakudos heikennä sykesignaalin johtumista ja lisää virheprosenttia. Tämän perusteella Suunnon® Smart Belt soveltuu ylipainoisten henkilöiden sykkeen seurantaan vedessä.

Mielestämme liikuntamuodot olivat intensiteetiltään hyvin kuormittavia, huomioon ottaen henkilöiden fyysisen kunnon, ylipainon sekä mahdolliset sairaudet. Sykkeen ja hapenkulutuksen perusteella molemmat vesiliikuntamuodot olivat kuormitukseltaan kohtalaisen raskaita tai raskaita. Mikäli halutaan käyttää rasvoja pääasiallisena energianlähteenä, tulisi intensiteettiä hieman alentaa. Teimme koehenkilöiden tuloksista yhteenvetotaulukon, josta näkyy henkilöiden energiankulutuksen ja kuormittumisen tarkat arvot (liite 9). Taulukosta selviää koehenkilöiden energiankulutus (kokonaisenergiankulutus ja kcal/min)

sekä keskisykkeen, MET:n, % VO₂max:n, % HRmax:n ja RPE:n keskiarvot ja vaihteluvälit. Arvojen vaihteluvälit ovat sulkeissa.

Riskitekijät ym. huomioiden suosittelemme merkittävästi ylipainoisia harjoittelemaan liikuntasuosituksien antamalla alimmilla arvoilla. Tottumattoman liikkujan tulisi liikkua maltillisesti, jottei elimistö kuormitu liikaa. Suosittelemme ylipainoisia hakeutumaan esimerkiksi fysioterapeutin ohjaamiin, ylipainoisille tarkoitettuihin ryhmiin, jossa henkilöllä on mahdollisuus saada yksilöllistä ohjausta hänelle sopivasta kuormitustasosta ja harjoitteista. Mielestämme ylipainoisen tulisi harjoitella kohtuullisella intensiteetillä lähes päivittäin ja vaihdella liikuntamuotoja, jotta motivaatio säilyisi ja harjoittelu olisi mielekästä. Hyviä lajeja ovat esimerkiksi vesiliikunta, pyöräily, sauvakävely, kävely, kuntosali sekä ylipainoisille suunnatut ryhmät.

Laihduttaminen käy vesiliikunnan avulla sulavasti sulatellen ja mieluiten Hippokrateen, jo kauan sitten antaman liikuntasuosituksen mukaan.

LÄHTEET

Anttila, E. 2005a. Vesijuoksijan käsikirja. Helsinki: Edita Prima, 25, 43, 79 - 80.

Anttila, E. 2005b. Vesijuoksuopas. Jyväskylä: Suomalainen Vesiliikuntainstituutti, 5 - 6, 11.

Anttila, E. 2003. Vesivoimistelu. Helsinki. Edita Prima, 33, 65 - 66, 76, 97.

Aquatic fitness professional manual. 2006. Florida: Aquatic Exercise Association, 79, 89, 92 - 93, 100 - 101, 196 - 197, 210 - 211, 214, 250, 277 - 278, 284, 290.

Baum, G. 1998. Aquarobics: the training manual. 20, 23, 25, 36, 113 - 114, 121 - 122.

Broman, G., Quintana, M., Gullstrand, L., Jansson, E. & Kaijser, L. 2006. Older women's cardiovascular responses to deep-water running. J Aging Phys Act. 2006. 14, 1, 29 - 40. Viitattu 18.3.2007.

[Http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplus&db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=abstractplus&list_uids=16648650](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplus&db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=abstractplus&list_uids=16648650).

Butts, NK., Tucker, M. & Greening, C. 1991. Physiologic responses to maximal treadmill and deep water running in men and women. Am J Sports Med 19, 6, 612 - 614. Viitattu 18.3.2007.

[Http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplus&db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=abstractplus&list_uids=1781499](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplus&db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=abstractplus&list_uids=1781499).

Davidson, K. & McNaughton, L. 2000. Deep water running training and road running training improve V_O2max in untrained women. The Journal of Strength and Condition Research 14, 2, 191 - 195. Viitattu 18.3.2007.

[Http://nsca.allenpress.com/nscaonline/?request=getabstract&doi=10.1519%2F1533-4287\(2000\)014%3C0191:DWRTAR%3E2.0.CO%3B2](http://nsca.allenpress.com/nscaonline/?request=getabstract&doi=10.1519%2F1533-4287(2000)014%3C0191:DWRTAR%3E2.0.CO%3B2).

Dowzer, CN., Reilly, T., Cable, NT. & Nevill, A. 1999. Maximal physiological responses to deep and shallow water running. Ergonomics 42, 2, 275 - 281. Viitattu 18.3.2007.

[Http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplus&db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=abstractplus&list_uids=10024847](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplus&db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=abstractplus&list_uids=10024847).

Firstbeat Technologies. 2007. Energy expenditure estimation method based on heart rate measurement. Jyväskylä: Firstbeat Technologies Oy, 1 - 3.

Firstbeat Technologies. 2006. Firstbeat Hyvinvointianalyysi – Raporttien tulkinta – versio 2.0.0.6. Jyväskylä: Firstbeat Technologies Oy, 31.

Fogelholm, M. 2006. Lihavuuden arviointi. Teoksessa Lihavuus – ongelma ja hoito. Toim. Mustajoki, P., Fogelholm, M., Rissanen, A. & Uusitupa, M. Hämeenlinna. Karisto, 49, 51

- Fogelholm, M. 2006. Fyysinen aktiivisuus. Teoksessa Lihavuus – ongelma ja hoito. Toim. Mustajoki, P., Fogelholm, M., Rissanen, A. & Uusitupa, M. Hämeenlinna: Karisto, 216 - 217.
- Fogelholm, M. 2006. Energiantarve ja – kulutus. Teoksessa Lihavuus – ongelma ja hoito. Toim. Mustajoki, P., Fogelholm, M., Rissanen, A. & Uusitupa, M. Hämeenlinna: Karisto, 74 - 75, 78 - 79.
- Fogelholm, M. 2005. Lihavuus ja kehon koostumus. Teoksessa Terveysliikunta. Toim. Fogelholm, M. & Vuori, I. Jyväskylä: Gummerus, 20, 28, 91.
- Fogelholm, M. & Kaukua, J. 2005. Lihavuus. Teoksessa Liikuntalääketiede. Toim. Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. Hämeenlinna: Karisto, 424, 428 - 429, 434 - 435.
- Fogelholm, M. 2004. Testimenetelmien kuvaukset. Teoksessa Kuntotestauksen käsikirja. Toim. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Tampere: Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 156, 45, 52, 86, 89 - 90.
- Fogelholm, M. 1999. Liikkuminen ja energiankulutus. Teoksessa Kilot kuntoon - ylipainoisen liikkujan opas. Toim. Fogelholm, M., Kukkonen - Harjula, K., Nupponen, R. & Rinne, M. Tampere: UKK-instituutti, 13 - 15.
- Frangolias, D.D., Rhodes, E.C., Taunton, J.E., Belcastro, A.N. & Coutts, K.D. 2000. Metabolic responses to prolonged work during treadmill and water immersion running. J Sci Med Sport 3, 4, 476 - 492. Viitattu 18.3.2007.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=AbstractPlus&list_uids=11235011&query_hl=16&itool=pubmed_docsum.
- Heinonen, O. 2005. Pitkäkestoinen liikunta. Teoksessa Liikuntalääketiede. Toim. Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. 3. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim, 258 - 260.
- Ikäheimonen, J. 2007. Re:tutkimus. Sähköpostiviesti 14.3.2007. Vastaanottaja K. Niemi.
- Juntunen, P. 2003. Satoa 1xth World symposium of Biomechanics and medicine in Swimming kongressista. Liikunta & Tiede. 32.
- Järvinen, H., Kaikkonen, T., Kettunen, J., Kotisaari, J., Martinmäki, K., Pulkkinen, A., Rusko, H., Saalasti, S., Seppänen, M. & Tuominen, S. 2006. Firstbeat Hyvinvointianalyysi Käsikirja – versio 2.0.0.21. Jyväskylä: Firstbeat Technologies Oy, 6, 29, 30, 32, 36, 42 - 43, 64, 67, 84, 89, 91, 125, 138.
- Kallinen, M. 2004. Kuntotestauksen turvallisuus ja vastuukysymykset. Teoksessa Kuntotestauksen käsikirja. Toim. Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Tampere: Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 156, 38 - 39.
- Keskinen, K. L. 2005. Fyysinen kunto ja sen testaaminen. Teoksessa Liikuntalääketiede. Toim. Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. Hämeenlinna: Karisto, 112.

Keskinen, O. 2003. Kooste vesijuoksututkimuksista. Jyväskylä: Suomalainen Vesiliikuntainstituutti Oy ja Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitos, 3, 5 - 8, 12. Viitattu 10.10.2006.

[Http://virtwww.kampusdata.fi/vesiliikunta.com/pdfs/kooste_vesijuoksututk.pdf](http://virtwww.kampusdata.fi/vesiliikunta.com/pdfs/kooste_vesijuoksututk.pdf).

Kosonen, T. 2004. Vesivoimisteluliikkeiden aikainen hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittuminen terveillä sekä hengitys- ja verenkiertoelinsairailta naisilla. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto, terveystieteiden laitos, fysioterapia, 5, 7, 11, 14 - 15, 25, 32.

Kosonen, T., Mälkiä, E., Keskinen, K. L. & Keskinen, O. 2006. Cardiorespiratory responses to basic aquatic exercise- A pilot study. *Advances in Physiotherapy*, 8, 75 – 81. Viitattu 28.2.2007.

[Http://www.informaworld.com/smpp/section?content=a748031770&fulltext=713240928](http://www.informaworld.com/smpp/section?content=a748031770&fulltext=713240928).

Kotisaari, J. 2007. Henkilökohtainen tiedonanto 26.2.2007. Firstbeat Technologies Oy.

Kravitz, L & Mayo, J. The physiological effects of aquatic exercise, 18 - 19. Viitattu 19.2.2007. [Http://www.drkravitz.com/articles/aqua.html](http://www.drkravitz.com/articles/aqua.html).

Kujala, U. 2005. Nivelrikko ja nivelreuma. Teoksessa *Liikuntalääketiede*. Toim. Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. Hämeenlinna: Karisto, 306 - 307.

Kukkonen-Harjula, K. 1999. Turvallisesti liikkeelle. Teoksessa *Kilot kuntoon – ylipainoisen liikkujan opas*. Toim. Fogelholm, M., Kukkonen-Harjula, K., Nupponen, R., Pokki, T. & Rinne, M. Tampere: UKK-instituutti, 21.

Kukkonen-Harjula, K. & Pokki, T. 1999. Kävely ja muu kestävyysliikunta. Teoksessa *Kilot kuntoon – ylipainoisen liikkujan opas*. Toim. Fogelholm, M., Kukkonen-Harjula, K., Nupponen, R., Pokki, T. & Rinne, M. Tampere: UKK-instituutti, 40.

Laaksonen, D., Uusitupa, M. 2005. Liikunta, energiankulutus ja ravitseminen. Teoksessa *Liikuntalääketiede*. Toim. Vuori, I., Taimela, S., Kujala, U. 3. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim, 69.

Litmanen, H. 2005. Liikunta kylmässä. Teoksessa *Liikuntalääketiede*. Toim. Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. Hämeenlinna: Karisto Oy, 206.

Mustajoki, P., Rissanen, A. & Uusitupa, M. Lihavan potilaan tutkiminen ja hoitomuodon valinta. Teoksessa *Lihavuus – ongelma ja hoito*. Toim. Mustajoki, P., Fogelholm, M., Rissanen, A. & Uusitupa, M. Hämeenlinna: Karisto, 161.

Mälkiä, E. & Rintala, P. 2002. Uusi erityisliikunta – Liikunnan sovellukset erityisryhmille. Tampere: Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 154, 188.

Mänttari, A. 2006. Kunto testissä – Metit kertovat. *Liikunta & Tiede* 29.

- Mänttari, A., Aunola, S. & Kapanen, J. 1998. Submaksimaalinen polkupyöräergometrikoe. Teoksessa Kuntotestauksen perusteet. Helsinki: Liikuntalääketieteen ja testaustoiminnan edistämisyhdistys, LIITE RY, 36, 41, 44, 50, 78.
- Nakanashi, Y., Kimura, T. & Yokoo, Y. 1999. Maximal physiological responses to deep water running at thermoneutral temperature. *Appl Human Sci* 18, 2, 31 – 35. Viitattu 18.3.2007.
[Http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplus&db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=abstractplus&list_uids=10388156](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplus&db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=abstractplus&list_uids=10388156).
- Nupponen, R. 1999. Mieli virkeäksi. Teoksessa Kilot kuntoon – ylipainoisen liikkujan opas. Toim. Fogelholm, M., Kukkonen-Harjula, K., Nupponen, R., Pokki, T. & Rinne, M. Tampere: UKK-instituutti, 17.
- Pulkkinen, A. 2003. Uusien sykkeeseen perustuvien hapenkulutuksen arviointimenetelmien tarkkuus. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos, liikuntafysiologia, 1, 14, 60.
- Pulkkinen, A., Saalasti, S. & Rusko, H.K. 2005. Energy expenditure can be accurately estimated from HR without individual laboratory calibration. *Jyväskylä: Kihu*, 1.
- Pulkkinen, A., Kettunen, J., Martinmäki, K., Saalasti, S. & Rusko, H. K. 2004. On- and Off dynamics and respiration rate enhance the accuracy of heart rate based VO₂ estimation. *Jyväskylä: Kihu –research institute for Olympic sports*, 1.
- Pöyhönen, T. 2007a. Puhelinkeskustelu 5.1.2007.
- Pöyhönen, T. 2007b. Vesi on lempeä kuntoutusympäristö. *Fysioterapia* 4, 1, 4 - 8.
- Pöyhönen, T. 2004. Vesi on lempeä kuntoutusympäristö. *Liikunta & Tiede* 41, 5, 7 - 8.
- Pöyhönen, T., Hautala, A., Keskinen, K. L., Kyröläinen, H., Savolainen, J. & Tulppo, M. 2004. Sydämen autonominen säätely vedessä. *Liikunta & Tiede* 41, 5, 49.
- Rahikainen, M - L. 2001. Ikääntyneiden vesivoimistelu ja uinti. Teoksessa Ikääntyvien liikunta, terveys ja toimintakyky. Toim. Suominen, M., Kannus, P., Käyhty, M., Ahvo, L., Rahikainen, M-L., Kaikkonen, H., Timonen, L., Koivula, M., Berg, T., Salmelin, M. & Jalkanen – Mayer, A. Jyväskylä: VK-Kustannus, 98 – 101.
- Ritchie, S.E. & Hopkins, W.G. 1991. The intensity of exercise in deep-water running. *Int J Sports Med* 12, 1, 27 – 29. Viitattu 18.3.2007.
[Http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=AbstractPlus&list_uids=2030055&query_hl=16&itool=pubmed_DocSum](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=AbstractPlus&list_uids=2030055&query_hl=16&itool=pubmed_DocSum).
- Salpakoski, A. 2005. Veden lämpötilan vaikutus verenpaineeseen ja syke variaatioon verenpainepotilailla sekä terveillä ihmisillä. Pro gradu -tutkielma. Jy-

väskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos, biomekaniikka, 2, 6, 11, 13, 16, 18 – 19, 22.

Seppänen, M. Re:tiedustelu. Sähköpostiviesti 6.3.2007. Vastaanottaja K. Niemi. Firstbeat Technologies Oy.

Sipinen, S. 2005. Liikunta vedessä. Teoksessa Liikuntalääketiede. Toim. Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. Hämeenlinna: Karisto, 206, 244.

Suomalainen Lääkärisseura Duodecim ja Suomen Akatemia. 2005. Konsensuslausuma: Lihavuus – painavaa asiaa painosta. Duodecim, 121, 24, 2689, 2693 - 2694.

Suomalainen Vesiliikuntainstituutti. 2004. Rasva palaa vedessä. Lehdistöiedote 7.1.2004. Jyväskylä: Suomalainen Vesiliikuntainstituutti Oy.

Suunto. 2006. Smart Belt – käyttöopas. Suunto, 3, 16.

Sykeanalyysin perusta.2007. Jyväskylä: Firstbeat Technologies Oy. Viitattu 15.1.2007.

http://www.firstbeattechnologies.com/index.php?page=11&sub_page=40

Town, GP. & Bradley, SS. 1991. Maximal metabolic responses of deep and shallow water running in trained runners. Med Sci Sports Exerc 23, 2, 238 – 241. Viitattu 18.3.2007.

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?itool=abstractplus&db=pubmed&cmd=Retrieve&dopt=abstractplus&list_uids=2017021.

Uusitupa, M. 2006. Lihavuus ja terveys. Teoksessa Lihavuus – ongelma ja hoito. Toim. Mustajoki, P., Fogelholm, M., Rissanen, A. & Uusitupa, M. Hämeenlinna: Karisto, 35.

Vesiliikuntainstituutti. 2006a. Harjoituksen aikana koetun rasittavuudentunteen vertailtavuus vesijuoksun ja juoksumatolla juoksun välillä: Harjoitusintensiteetin valinnassa huomioonotettavat tekijät. Sports Medicine, Training and Rehabilitation 10, 247-256. Viitattu 14.10.2006.

http://virtwww.kampusdata.fi/vesiliikunta.com/pdfs/artikkeli_matthews.pdf.

Vesiliikuntainstituutti. 2006b. Laihduttavan vesiliikunnan rajat. Viitattu 14.10.2006.

http://virtwww.kampusdata.fi/vesiliikunta.com/pdfs/vesiliikunnan_sykerajat.pdf.

Vuori, I. 2001. Tehokas ja turvallinen terveysliikunta. Terveysliikunnan opas. Toim. Ruuskanen, E. Ukk-instituutti. 3. painos. Tampereen Yliopistopaino, 67, 106.

Liite 1. Terveyskysely



SULAVASTI SULATELLEN

ENERGIANKULUTUKSEN MITTAAMINEN VESIJUOKSUN JA VESIJUM- PAN AIKANA

Olemme fysioterapeuttiopiskelijoita Jyväskylän ammattikorkeakoulusta. Teemme opinnäytetyömme vesiliikunnan vaikuttavuudesta. Tarkoituksenamme on vertailla vesijumpan ja vesijuoksun energiankulutusta. Mittaukset suoritetaan sykepannalla ja tiedot analysoidaan Firstbeat -hyvinvointianalyysillä.

Mitä hyötyä tutkittavalle:

- yksilöllinen energiankulutus, paljonko kulutin kaloreita jumpan aikana
- kuinka kuormittava jumppa oli minulle
- oliko liikunta minulle riittävän rasittavaa, edistääkö tämän tyyppinen liikunta terveyttäni
- oliko liikunta kunto-, terveys vai kevyttä liikuntaa
- henkilökohtainen palaute mittausten jälkeen

Mittaukset tehdään viikolla 7 ja 8 Kilokaartin ohjatuissa vesiliikuntaryhmissä. Tutkittava sitoutuu käymään yhdessä vesijumpassa sekä vesijuoksussa, joista hän saa tutkijoilta henkilökohtaisen palautteen.

Pyydämme Teitä täyttämään kyselylomakkeemme, jotta löytäisimme tutkimukseen sopivat koehenkilöt, noin 10–12 henkilöä. Tutkimusjoukko koostuu työikäisistä, ylipainoisista henkilöistä. Lomakkeiden palautus Anna-Leena Kärkkäiselle **22.1.2007 mennessä**.

Otamme yhteyttä viikolla 5 tutkimukseen valittuihin henkilöihin sähköpostitse/puhelimitse. **Infotilaisuus järjestetään Aalto Alvarilla 5.2.2007 kello 17.15**, jossa kerromme lisää tutkimukseen liittyvistä asioista ja vastaamme mahdollisiin kysymyksiinne.

Antamanne tiedot käsitellään luottamuksellisesti, eikä niitä saateta ulkopuolisten nähtäväksi. Tutkimuksen päättyessä lomakkeet silputaan. Tutkimuksen raportoinnissa tuloksia käsitellään nimettöminä.

Yhteystiedot:

Laura Laasonen	Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala, fysioterapian koulutusohjelma E-mail: laura.laasonen.spt@jamk.fi
Kati Niemi	Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala, fysioterapian koulutusohjelma E-mail: kati.niemi.spt@jamk.fi
Pekka Natunen	Opinnäytetyön ohjaaja. Lehtori, liikuntabiologiset aineet, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala E-mail: pekka.natunen@jamk.fi ,

TERVEYSKYSELY

Nimi: _____ Syntymävuosi: _____

Paino: _____ Pituus: _____

LÄÄKÄRIN TOTEAMAT SAIRAUDET

	Kyllä	Ei	Lääkitys (kauppanimi)
1. Kohonnut verenpaine			
2. Sepelvaltimotauti			
3. Kohonnut kolesteroli			
4. Sydämen vajaatoiminta			
5. Sydäninfarkti			
6. Sydämen tahdistin			
7. Hypertrofinen kardiomyopatia			
8. Eteislepatus			
9. Eteisvärinä (flimmeri)			
10. Sydämensiirto			
11. Muu sydämen häiriö			
12. Astma			
13. Keuhkohtaumatauti			
14. 2-tyyppin diabetes			
15. Neurologinen sairaus			
16. Autonominen neuropatia			
17. Mielenterveysongelma			

18. Käyttämäni muu lääkitys (esim. kipu) _____

19. Liikuntaa rajoittavia tekijöitä (esim. nivelkulumat) _____

20. Miksi vesijuoksu sopii/ei sovi sinulle? _____

21. Miksi vesijumppa sopii/ei sovi sinulle? _____

KIITOKSET VASTAAMISESTA!

Liite 2. Koehenkilöidemme mielipiteitä vesijuoksusta ja vesijumpasta

Vesijuoksu:

"Vesijuoksu on erittäin mukava liikuntamuoto."

"Se huomioi koko kropan, ei käy niveliin."

"Ei aiheuta suurta haittaa polvi- ja nilkkaongelmaiselle."

"Antaa hyvän olon."

Vesijumppa:

"Vesijumppa on mukava liikuntamuoto, ei käy niveliin, tuntuu mielekkäältä ja rasittaa hyvin fysiikkaa."

"Tehokas, joskin lonkat kipeytyivät ensimmäisen kerran jälkeen."

"On monipuolista liikuntaa, jonka ansiosta niska- ja hartialihakset pysyvät kunnossa."

"Kevyttä liikuntaa, raajat eivät rasitu."

"Tykkään jumppaamisesta."

Liite 3. Aktiivisuusluokan määrittely (Firstbeat Technologies 2006)

- Copyright Firstbeat Technologies Ltd. -

Taustatiedoista: aktiivisuusluokka

Valitse yksi numero (0-7.5), joka parhaiten kuvaa yleistä aktiivisuuden tasoasi edellisen kuukauden aikana.

Oma aktiivisuuteni		Aktiivisuusluokani
En harrasta säännöllistä vapaa-ajan liikuntaa tai raskaita fyysisiä ponnisteluja.	Vältän kävelyä ja ylimääräistä ponnistelua.	0
	Kävelen hovin vuoksi, käytän pääasiassa portaita, toisinaan harrastan liikuntaa niin, että hikoilen ja hengästyn.	1
Harrastan säännöllistä vapaa-ajan liikuntaa tai teen töitä, jotka vaativat kohtuullista fyysistä ponnistelua.	10 - 60 minuuttia viikossa	2
	Yli tunti viikossa	3
Harrastan säännöllisesti raskasta vapaa-ajan liikuntaa (reilu hengästyminen)	Alle 30 minuuttia viikossa	4
	30 - 60 minuuttia viikossa	5
	1 - 3 tuntia viikossa	6
	3 - 5 tuntia viikossa	7
	5 - 7 tuntia viikossa	7.5

Liite 4. Sitoutumislomake**SITOUTUMISLOMAKE****SULAVASTI SULATELLEN-(OPINNÄYTETYÖ)****-ENERGIANKULUTUKSEN MITTAAMINEN VESIJUOKSUN JA VESIJUM-
PAN AIKANA****Yhteystiedot:**

Laura Laasonen

Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala,
fysioterapian koulutusohjelma, E-mail:
laura.laasonen.spt@jamk.fi

Kati Niemi

Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala,
fysioterapian koulutusohjelma, E-mail:
kati.niemi.spt@jamk.fi

Pekka Natunen

Opinnäytetyön ohjaaja. Lehtori, liikuntabiologiset aineet,
Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Sosiaali- ja terveysala, E-
mail: pekka.natunen@jamk.fi,

Tutkittavan henkilötiedot:

Nimi: _____

Puhelinnumero: _____

Sähköpostiosoite: _____

Tutkittava osallistuu **vko 7 ke 14.2. 2007 klo 18.05 – 18.50** Kilokaartin vesijuoksuun **ja vko 8 23.2.2007 klo 20.00 – 20.55** Kilokaartin vesijumppaan. Tutkittava käyttää mittauksissa hänelle annettua sykevyötä ja vastaa RPE-tiedusteluihin tuntemusten mukaan. Mikäli henkilö ei osallistu mittauksiin ja ilmoita siitä, hän ei ole oikeutettu saamaan yksilöllistä palautetta kummastakaan mittauskerrasta tai korvaavaa mittauskertaa.

Tutkittavalle on pidetty infotilaisuus, josta hän on saanut tietoa mittauksista ja kirjalliset ohjeet mukaansa. Hänellä on ollut mahdollisuus kysyä tarkempia tietoja mittauksista ja saada vastauksia. Mikäli mittauksen aikana esiintyy epämiellyttäviä tunteuksia, on henkilöllä oikeus keskeyttää tutkimus. Tutkimustulokset ovat luottamuksellisia ja niitä käsitellään raportoinnissa nimettöminä.

Jyväskylässä __. __ 2007

Tutkittavan allekirjoitus_____
Tutkittavan nimenselvennys_____
Tutkijoiden allekirjoitukset

Liite 5. Tutkimuskortti

TUTKIMUSKORTTI

Nimi:_____ Syntymävuosi:_____

Paino:_____ Pituus:_____ BMI:_____

Tupakointi: Kyllä Ei

Aktiivisuusluokka:_____

Liikuntamuoto:

- a) 14.2. vesijuoksu
- b) 23.2. vesijumppa

Sykepannan koodi: a)____ b)_____

Ilman lämpötila: a)____ b)_____

Veden lämpötila: a)____ b)_____

Ilman kosteus: a)____ b)_____

RPE

- | | |
|----------|----------|
| a) | b) |
| 1. _____ | 1. _____ |
| 2. _____ | 2. _____ |
| 3. _____ | 3. _____ |
| 4. _____ | 4. _____ |

Vaikuttiko jokin asia suoritustani heikentävästi?

a)_____

b)_____

Liite 6. Materiaalipaketti



SULAVASTI SULATELLEN

- **ENERGIANKULUTUKSEN MITTAAMINEN VESIJUOKSUN JA VESIJUM- PAN AIKANA**

Sinulla on ainutlaatuinen tilaisuus saada henkilökohtaista tietoa energiankulutuksesta ja kehon reaktioista vesiliikunnan aikana. Opinnäytetyössämme selvitämme energiankulutusta, kuormittavuutta ja terveysvaikutuksia vesijumpan ja vesijuoksun aikana, samalla saamme tietoa mittausmenetelmän käytettävyydestä vesiliikunnassa. Energiankulutusta vesiliikunnassa ei ole aikaisemmin tutkittu tällä menetelmällä, joten tutkimuksessa saattaa ilmetä yllättäviä ongelmia. Toivomme kuitenkin mittausten onnistuvan.

Mittarina käytämme Suunnon® sykepantaa (Smart Belt) ja tiedot analysoidaan Firstbeat Hyvinvointianalyysin avulla. Firstbeat Hyvinvointianalyysi on sykevälimittauksen perustuva menetelmä, joka tuottaa tarkkaa ja yksilöllistä tietoa kehon reaktioista. Menetelmä perustuu sydämen sykevälitiedon analysointiin ja vastaa tarkkuudeltaan lähes laboratoriomittauksia.

MITTAUSAJANKOHDAT

- Vesijuoksu **vko 7 ke 14.2.2007 klo 18.05 – 18.50**
- Vesijumppa **vko 8 pe 23.2.2007 klo 20.00 – 20.55**

Jotta ehdimme laittaa ja tarkistaa mittarit ennen vesiliikunnan alkua, on tärkeää tulla ajoissa paikalle.

MITEN VALMISTAUDUT MITTAUKSIIN

- 2h ennen ei raskasta ruokaa, kahvia tai tupakkaa
- Alkoholia ei saa nauttia viimeisen vuorokauden aikana

Mittauksiin osallistutaan terveenä, sillä sairaana urheileminen on terveydelle vaarallista ja vaikuttaa syketietoihin. **Mikäli et osallistu mittauksiin ja ilmoita siitä, et ole oikeutettu saamaan yksilöllistä palautetta kummastakaan mittauskerrasta tai korvaavaa mittauskertaa.**

MITTAUS

1. Sykepannat asetetaan paljaalle iholle, naisille pukuhuoneessa ja miehille allastiloissa, opiskelijan avustamana. Tällä varmistamme, että mittaus käynnistyy tarkoituksen mukaisesti.
2. Sykepanta tallentaa tietoa automaattisesti liikunnan aikana, eikä panta tarvitse kiinnittää huomiota. Mikäli panta hälyttää tai tunnet sen siirtyvän pois paikoiltaan, ilmoita välittömästi tutkijoille.
3. Vesiliikunnan aikana sinulta kysytään 10 minuutin välein kuormitustaso (RPE), johon vastaat välittömästi tuntemustesi mukaan.
4. Vesiliikunnan jälkeen käy normaalisti suihkussa ja saunassa mittarin ollessa paikoillaan.
5. Tutkija ottaa sinulta mittarin pois ja tiedustelee mittauksen aikaisia tuntemuksia.

Mikäli mittauksen aikana esiintyy epämiellyttäviä tuntemuksia, sinun on syytä keskeyttää harjoittelu. Tutkimustulokset ovat luottamuksellisia ja niitä käsitellään raportoinnissa nimettöminä.

PALAUTE MITTAUKSISTA

Sykepannasta saatu syke- ja voimadata analysoidaan Hyvinvointianalyysillä, joka antaa yksilölliset raportit. Tutkija tekee raporteista sinulle tiivistelmän, josta selviää mm. energiankulutus, kuormitustaso sekä terveystieteelliset tulokset. Koehenkilöiden kanssa sovitaan yksilöllinen palautekeskustelu-aika, jossa sinulla on mahdollisuus esittää kysymyksiä.

RPE

Kuormituksen rasittavuudella (RPE) tarkoitetaan kaikkia niitä tuntemuksia, joita koet kuormituksen aikana. Älä keskity yksittäisiin tekijöihin, kuten jalkojen väsymiseen tai hengitykseen. Numeerisen arvion tulisi perustua yleiseen rasittuneisuuden tuntemukseen yhdistämällä kaikkia vaikuttavia rasitustekijöitä, tuntemuksia ja aistimuksia. Rasitusta arvioidaan asteikolla 6 – 20, missä alin luku (6) tarkoittaa, ettei kuormitusta tapahdu lainkaan. Vastaavasti ylimmät lukuarvot (18–20) vastaavat erittäin rasittavaa, suorituskyvyn rajoilla olevaa rasitustasoa. Pyri olemaan mahdollisimman tarkka arvioidessa kuormittumistasi.

KIITOS MIELENKIINNOSTA JA YHTEISTYÖSTÄ!
OLET TÄRKEÄ OSA TUTKIMUSTAMME!!

Liite 7. PAR-Q-riskiluokittelu (Mänttari, Aunola & Kapanen 1998, 78)

- Onko lääkärisi koskaan sanonut, että sinulla on sydänsairaus ja suositellut vain lääkärin hyväksymää liikuntaa?
- Aiheuttaako liikunta sinulle rintakipuja?
- Onko sinulla viimeisen kuukauden aikana ollut rintakipuja levossa?
- Menetätkö huimauksen takia tajuntasi tai tasapainosi?
- Onko sinulla luuston tai nivelten ongelmia, jotka saattaisivat pahentua ehdotetun liikunnan seurauksena?
- Käytäkö parhaillaan verenpaine- tai sydänlääkitystä?
- Onko olemassa, joko kokemuksesi mukaan tai lääkärin neuvojen perusteella, mitään muuta syytä olla harrastamatta liikuntaa ilman lääkärin suostumusta?

Huomautuksia

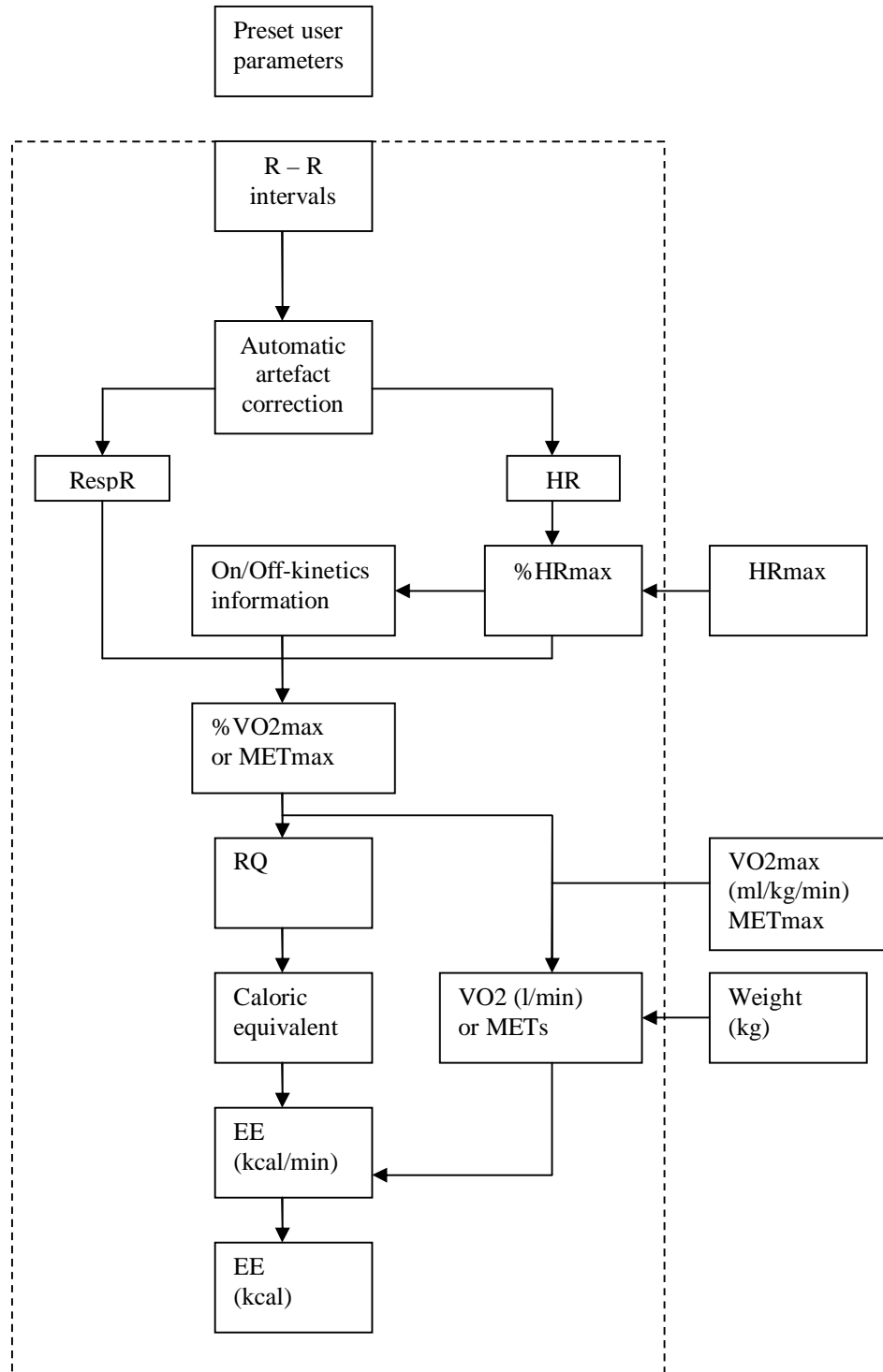
Tämä kysely koskee ainoastaan 15 – 69 –vuotiaita.

Mikäli kärsit tilapäisestä sairaudesta kuten kuumeesta, tai olet muuten huonovointinen, on suositeltua liikuntaa syytä välttää.

Mikäli olet raskaana, suositellaan ”Raskausajan PAR-X”-lomakkeeseen tutustumista yhdessä lääkärin kanssa ennen harjoittelun aloittamista.

Mikäli tilassasi tapahtuu yllä olevia kysymyksiä koskevia muutoksia, kerro muutoksista välittömästi kunto-ohjaajallesi.

LIITE 8. Malli energiankulutuksen laskemiseksi syke- ja datasta (Firstbeat Technologies 2007, 1)



Liite 9. Tulosten yhteenveto

Koehenkilö, BMI, sukupuoli F/M	kcal/40 min	kcal/min	MET	% VO2max	%HRmax	keskisyke	RPE
Hlö 1, BMI 29,1 F							
vesijuoksu	331	8 (2-11)	5.6 (1.2-7.1)	71 (16-90)	80 (66-95)	152	12.5 (11-15)
vesijumppa	326	8 (4-9)	5.6 (3.1-6.2)	71 (39-78)	79 (69-84)	149	13.0 (11-15)
Hlö 2, BMI 29,1 F							
vesijuoksu	265	7 (2-9)	4.5 (1.2-6.1)	58 (16-79)	72 (59-85)	120	10.3 (7-13)
vesijumppa	0	0	0	0	0	0	12.5 (11-15)
Hlö 3, BMI 34,3 M							
vesijuoksu	445	11 (5-15)	5.4 (2.6-6.9)	72 (35-92)	81 (64-96)	134	14.0 (11-17)
vesijumppa	463	12 (5-14)	5.6 (2.7-6.8)	75 (35-91)	83 (70-94)	136	13.5 (10-15)
Hlö 4, 34,9 F							
vesijuoksu	504	13 (4-17)	7.2 (2.3-9.4)	68 (21-88)	78 (67-95)	140	11.8 (9-14)
vesijumppa	494	12 (6-15)	7.1 (3.5-8.5)	67 (32-79)	76 (63-87)	137	11.8 (10-13)
Hlö 5, BMI 33,4 F							
vesijuoksu	279	7 (2-9)	4.5 (1.2-5.8)	68 (18-89)	79 (60-94)	128	13.8 (9-17)
vesijumppa	0	0	0	0	0	0	12.5 (11-15)
Hlö 6, BMI 33,1 F							
vesijuoksu	0	0	0	0	0	0	12.3 (10-15)
vesijumppa	380	9 (2-11)	5.6 (0.9-6.4)	75 (12-86)	84 (60-92)	141	14.5 (13-16)
Hlö 7, BMI 34,0 F							
vesijuoksu	211	5 (2-7)	3.6 (1.4-4.5)	65 (24-80)	76 (67-86)	115	12.0 (11-13)
vesijumppa	168	4 (1-6)	2.9 (1.0-4.0)	52 (18-72)	71 (62-77)	107	14.0 (12-16)
Hlö 8, BMI 35,7 F							
vesijuoksu	290	7 (1-12)	4.7 (0.8-7.4)	60 (10-94)	76 (62-96)	125	13.5 (10-17)
vesijumppa	249	6 (2-10)	4.1 (1.0-6.3)	52 (13-79)	70 (54-87)	115	13.5 (13-15)
Hlö 9, BMI 49,8 F							
vesijuoksu	308	8 (3-11)	3.1 (1.3-4.5)	48 (19-70)	65 (54-77)	106	10.0 (7-13)
vesijumppa	300	7 (3-10)	3.1 (1.4-4.1)	47 (22-64)	66 (58-71)	107	11.5 (11-12)

Liite 10. Yhteistyösopimus

JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JYVASKYLA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

YHTEISTYÖSOPIMUS

Firstbeat Technologies Oy on rahoittanut työtämme lainaamalla käyttöömme sykepannat mittauksiimme varten sekä antanut pyydettyä konsultaatioapua opinnäytetyötämme varten.

Tutkimukseemme liittyvä aineisto on luottamuksellista ja salassapidettävää tutkimuksen julkaisemiseen saakka.

Jyväskylässä 26.2. 2007

Jaakko Kotisaari

Firstbeat Technologies Oy

Laura Laasonen

Kati Niemi