



PELASTUSOPISTO



POLKUPYÖRÄERGOMETRIN LUOTETTA- VUUS FIREFIT-TESTAUKSESSA

Mika Tervala

31.8.2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä Mika Tervala	Tutkinto Pelastusalan päällystö (AMK)
Julkaisun nimi Polkupyöräergometrin luotettavuus Fire-Fit-testauksessa	Julkisuus Julkinen
Sivumäärä 62 + 13	Päiväys 31.8.2020
Opinnäytetyön ohjaaja(t) Kari Kinnunen	Toimeksiantaja Pelastusopisto
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää ja herättää keskustelua siitä, onko nykyinen palomiehille tehtävä polkupyöräergometritesti luotettava tapa selvittää maksimaalista hapenottokykyä. Tavoitteena oli myös selvittää, mitä mahdollisia virhemahdollisuuksia käytössä olevan FireFit-testaus pitää sisällään.</p> <p>Tutkimuksessa oli viiden eri testihenkilöiden avulla tarkoitus selvittää, kuinka lajispesifinen testi FireFit-testin pyöräosuus todellisuudessa on. Testihenkilöiksi valittiin tyypillisiä viidenkymmenen ikävuoden molemmin puolin olevia palomiehiä ja toiseksi ääripääksi kaksi nuorempaa urheilua kilpailutasolla harrastavaa nuorta miestä.</p> <p>Vaikka testiryhmä oli pieni, olivat tutkimuksen tulokset hyvin ennakkokäsityksen mukaisia. Palomiesten hapenottokykyä ei ole relevanttia testata nykyisessä muodossaan, etenkin jos testattavan maksimisykettä ei ole aiemmin luotettavasti mitattu. Polkupyöräergometritesti on tutkimuksen mukaan liian lajispesifinen testitapa, joka ei anna luotettavaa kuvaa palomiesten hapenottokyvystä. Jos halutaan luotettavia tuloksia, on testaus tehtävä suoralla hapenottotestimenetelmällä ja mieluummin jollain toisella toteutustavalla.</p>	
<p>Avainsanat</p> <p>FireFit-testaus, polkupyöräergometri, maksimi hapenottokyky, lajispesifisyys.</p>	

ABSTRACT

Author Mika Tervala	Degree Programme Fire Officer's Degree (UAS)
Title Reliability of a cycling ergometer test in FireFit testing	Confidentiality Public
Pages 62 + 13	Date 31 August 2020
Academic supervisor Mr. Kari Kinnunen Head Instructor	Client Organisation/Partner -
<p>The purpose of this thesis was to study whether the current bicycle ergometer test taken by firefighters is a reliable way to measure maximal oxygen uptake. The other goal for this thesis was to examine whether FireFit testing has chances for errors.</p> <p>The study was conducted by testing five individuals in order to find out how sport specific the FireFit test really is. The individuals chosen were from two different ends of the age spectrum, the first group studied was around 50-year-old firefighters and the second group included younger firefighters who are actively competing in sports.</p> <p>Although the group of individuals who were tested was small, the results of the study proved the hypothesis to be correct. It is not relevant to test the oxygen uptake of a firefighter in its current form. This is especially true when there is no reliable testing done to find out the factual level of the individual's maximum heart rate.</p> <p>The study proves that the bicycle ergometer test is a too sport specific testing method and it does not provide a reliable picture of the oxygen uptake of firefighters. If reliable test results are of value, the testing should be done with a simpler method more relevant to measure the maximal oxygen uptake</p>	
<p>Keywords FireFit testing, bicycle ergometer test, maximal oxygen uptake, sport specific</p>	

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	FIREFIT-TESTIN KUVAUS	8
2.1	Testin tausta ja historia	8
2.2	Tasovaatimukset ja pisteytys	10
2.3	Testin toteutusmalli ja protokolla	12
3	ERGOMETRITESTAUKSEN ONGELMAT	14
3.1	Lajispesifisyyden vaikutus tuloksiin	14
3.2	Maksimisykkeen arvioinnin virhemarginaali	16
3.3	Tuntemus indikaattorina testin aikana	17
3.4	Epäsuoran testin yleinen virhemarginaali	18
3.5	Testitavan vaikutus tuloksiin	19
3.6	Verryttelyn vaikutus tuloksiin	21
4	TUTKIMUS	24
4.1	Koehenkilöiden valinta	24
4.2	Testi 1, 22-vuotias pyöräilijä	25
4.3	Testi 2, 53-vuotias palomies	28
4.4	Testi 3, 23-vuotias hiihtäjä	33
4.5	Testi 4, 40-vuotias palomies	36
4.6	Testi 5, 56-vuotias palomies	39
5	TUTKIMUSTULOSTEN ANALYYSI	42
5.1	Tulosten yhteenveto	42
5.2	Tulosten päätelmät	43
5.3	Testiin valmistautuminen ja valmistelut	44
5.4	Epäsuoran testin virhemarginaalin toteaminen	47
5.5	Polkupyörätestin validius testimenetelmänä	48
6	TESTIN KEHITYSEHDOTUS	51
6.1	Testin epäkohtien poistaminen	51
6.2	Epäsuoran testin muuttaminen suoraksi testiksi	52
6.3	Oman tuntemuksen arvioinnin varmentaminen	52

	5
6.4 Testaajan virhemahdollisuuden eliminointi	53
6.5 Verryttelyvaiheen vakiointi	53
6.6 Pelastuslaitosten savusukeltajien testausmallin muutosesitys	54
7 POHDINTA	56
LÄHTEET	60
LIITTEET	63

1 JOHDANTO

Pelastuslaitosten velvollisuus on tuottaa maahamme laadukasta pelastustoimintaa ja tämän tavoitteen saavuttaminen on mahdotonta ilman hyväkuntoisia ja taitavia pelastajia. Pelastajille on määritelty kuntoluokat. Ne perustuvat Työterveyslaitoksen laajaan tutkimukseen, jossa vertailukohtaa on haettu eri valtioiden alalle tehdyistä tutkimuksista ja niiden perusteella on määritelty hyvin tarkat rajat, millä tasolla lihaskunto ja maksimaalinen hapenotto-kyky on oltava, jotta palomies on pelastussukelluskelpoinen.

Suomessa pelastuslaitoksissa vakinaisten palomiesten ja savusukellusta sopimustensa mukaan toteuttavien sopimuspälokuntalaisten hapenoton testaus tehdään polkupyörällä epäsuorana hapenottotestinä. Opinnäytetyössäni keskityn polkupyörätestin toteutusmalliin, joka omien kokemuksieni perusteella ei ole riittävän luotettava tapa kontrolloida palomiesten valmiutta eri työtehtäviin. Keskustelua pitäisi mielestäni käydä myös siitä, pitääkö palomiesten hapenottoa nykyisellä volyymilla testata ollenkaan. Voisiko toiminnallinen testi, joka kertoisi pikemmin palomiehen työkykyä koordinaation, liikkuvuuden ja lihaskestävyyden kautta, olla parempi tapa selvittää palomiesten toimintakykyä muuttuvassa toimintaympäristössä ja tehtävissä? Tilastoista on helppo nähdä, että vain noin 2,5 % on tehtäviä, joissa on tarve savusukellukselle. Näissäkin tehtävissä ei kaikkien palomiesten tehtäviin kuulu savusukellus.

Olen kilpaillut MM-tasolla ampumahiihdossa, hiihtosuunnistuksessa ja pyöräsuunnistuksessa vuosina 1990-2015. Olen myös valmentanut eri lajien urheilijoita yli 30 vuotta ja opiskellut ammattivalmentajaksi vuonna 2012. Kilpaurheilutaustani takia olen tehnyt useita epäsuoria ja suoria hapenottotestejä 80-luvulta alkaen eri tavoin. Olen myös testannut eri lajien urheilijoita useita kertoja ja analysoinut heidän testituloksiaan. Tausta ja omat kokemukseni huomioiden en mitenkään ole voinut välttää huomioimasta sitä epäkohtaa, joka pelastuslaitoksilla on FireFit-testauksessa. Pyrin tässä opinnäytetyössäni selvittämään, onko käytettävä testausmalli kuitenkin riittävän luotettava selvittämään ja määrittelemään palomiesten työkykyisyyttä. Useissa eri tutkimuksissa on pystytty näyttämään toteen, että hyvä kestävyyskunto myös suojaa monelta eri sairaudelta ja auttaa jaksamaan elämässä yleensä. Oma käsitykseni kuitenkin on, että hapenotto-kyky ei ole niin rajoittava tekijä työtehtävissä kuin on annettu ymmärtää, etenkin palomiesten nykyinen toimenkuva huomioiden. Kilpaurheilusta

on olemassa useita esimerkkejä siitä, että pelkkä hyvä absoluuttinen hapenottoarvo ei kerro paljoakaan siitä, kuinka tehokkaasti tai kauan henkilö jaksaa käytännössä tehdä työtä, oli erittäin mielenkiintoista selvittää, olinko ajatusmallissani aivan väärässä.

Onko nyt käytössä oleva testi oikeanlainen ja pitääkö testin sisältää kuntorajoja vai voisiko testi olla ainoastaan palomiehen harjoittelua ohjaava ja tukeva? Myös se, antaisiko suora hapenottotesti mitään lisäarvoa palomiehen ammattiin, oli mielenkiintoinen asia tutkia.

Opinnäytetyössäni kerron ensin FireFit-testin periaatteet, toteutusmallin ja sen miten testi on vakioitunut pelastuslaitosten käyttöön ympäri maata. Tuon esille testauksessa olemassa olevat ongelmat ja sen kuinka lajispesifinen testausmalli meillä on käytössä. Opinnäytetyöni keskeinen osa on tutkimus, jossa eri testihenkilöiden tekemillä testeillä havainnollistetaan käytännössä niitä epäkohtia, joita FireFit-testissä tällä hetkellä on. Tutkimuksen analyysissä nostan esille merkittävimmät epäkohdat ja kuvaan sitä mistä ne johtuvat. Lopuksi esittelen keinoja, millä testi saataisiin luotettavammaksi testimenetelmäksi ja miten asiassa pitäisi edetä. Pohdinnassa keskityn miettimään pelastusalan muuttuvaa toimintaympäristöä ja sitä mitä haasteita tulevaisuudessa pelastusallalla testaamisessa on.

2 FIREFIT-TESTIN KUVAUS

2.1 Testin tausta ja historia

Työturvallisuus on pelastushenkilöstön työkyvyn arvioinnin lähtökohta, ja sitä varten on sisäministeriö laatinut pelastussukellusohjeen. Pelastussukellusohje pitää sisällään kohdan pelastajien toimintakyvyn arvioinnista. Pelastuslaitokset vastaavat ohjeessa annettujen kriteerien toteutumisesta yhdessä työterveyshuollon kanssa. Palomiesten työtehtävät ja työskentelyolosuhteet ovat ennalta arvaamattomia ja vaarallisia, niihin ei pysty ennalta vaikuttamaan. Onkin ensiarvoisen tärkeää, että palomiehet ovat fyysisesti ja psyykkisesti toimintakykyisiä koko työuransa ajan. Maassamme on määritelty palomiehille fyysisen toimintakyvyn taso ja suositus sen mittaamiseen sekä vakinaisella henkilöstöllä että sopimus palokuntalaisilla. (Punakallio ja Lusa 2004, 58.)

Pelastussukellus on työturvallisuuslain nro 11 § mainittua erityisen vaarallista työtä, joka aiheuttaa aina tapaturman vaaran. Tähän työhön pitää olla erityinen pätevyys ja sen tekijä on henkilökohtaisilta ominaisuuksiltaan oltava työhön soveltuva. Soveltuvuus määritellään terveydentilaan, koulutukseen ja toimintakykyyn liittyvillä testeillä ja vaatimuksilla. Palomies, joka täyttää nämä kriteerit, nimetään erillisellä päätöksellä savusukelluskelpoiseksi. (Sisäministeriön julkaisu 48/2007, 5.)

Palomiesten hyvä hapenottokyky, ja lihaskunto kuormittavat tutkimusten mukaan vähemmän sekä fyysisesti että psyykkisesti raskaita työtehtäviä tehdessä. Hyvällä hapenottokyvillä on myös selkeä yhteys matalampaan kuormittavuuteen ja nopeampaan suoritukseen työtehtävissä. (Vehmasvaara 2004, 102.)

Savusukellus on osa pelastussukellusta, ja sen on todettu vaativan tekijältään hyvää hapenottokykyä. Savusukellus on sammutusraivauksen ohella palomiesten vaativimpia ja raskaimpia työtehtäviä, siksi palomiesten hengitys ja verenkiertoelimistön toimintaa on pystyttävä seuraamaan koko palomiehen työuran ajan luotettavasti. Yksi testauksen osasuoritus on polkupyöräergometritesti, joka tehdään epäsuorana submaksimaalisena testinä. Testi on samalla osa palomiehille tehtävää FireFit-testausta. (Sisäministeriön julkaisu 5/2016, 11 - 12.)

Pelastuslaitoksen työnantajana on oltava tietoinen siitä, kenellä henkilöstöstä on vaatimusten mukainen toimintakyky määriteltyihin tehtäviin. Fyysisen toimintakyvyn arviointi rinnastetaan lain yksityisyyden suojasta työelämästä (2004/759) pykälän 13 §:n mukaisiin henkilö-

ja soveltuvuuden arviontiin. Testitulokset ovat lähtökohtaisesti salaisia, ja testaajan tarvitsee saada testattavalta lupa luovuttaa testitulokset työnantajan käyttöön.

Fyysistä toimintakykyä voidaan arvioida

- pelastuslaitoksen omana testinä
- ostopalveluna yksityiseltä toiminnan harjoittajalta
- työterveyshuollon järjestämänä.

Myös testaajan täytyy täyttää testausohjeen vaatimukset ja testaajan on täytynyt läpäistä FireFit-testaajan 1 tason koulutus (Sisäministeriön julkaisu 5/2016, 10 - 11).

Tärkein yksittäinen kestävyyskunnan mittari on hapenottokyky eli toisin sanoen hapenkulutuskapasiteetti. Se indikoi verenkierto- ja hengityselimistön kapasiteettia kaikkein tarkimmin (Åstrand 1986, 307). Syketaajuuden mittaaminen testin aikana auttaa epäsuoran hapenkulutuksen arvioinnissa. Submaksimaalisena testinä polkupyöräergometritesti soveltuu kohdallaisen hyvin eri tasoille testattaville, ja se on helppo toteuttaa isoillekin ryhmille. (Ilmarinen & Lindholm 2007, 23 - 29.)

Maksimaaliseen hapenottokykyyn vaikuttaa verenkiertoelimistön hapenkuljetuskapasiteetin lisäksi lihasten kyky käyttää happea energiantuottoon. Tämä yhtälö kuvaa suoraan sydämen minuuttikapasiteetin, eli kertatilavuus kerrotaan syketaajuudella. Saatu tulos kerrotaan valtimon ja laskimon välisen happipitoisuuden erolla (McArdle ym. 2001, 473; ACSM 2009, 72). Maksimaalinen hapenottokyky ilmoitetaan yleisesti joko absoluuttisena tai suhteellisenä arvona. Absoluuttinen tulos annetaan litraa per minuutti (l/min) ja suhteellinen arvo vastaavasti ml/kg/min (Keskinen ym. 2007, 53).

Kestävyyskunto määritteenä tarkoittaa elimistön maksimaalista hapenottokykyä eli kykyä käyttää energia-aineenvaihdunnassa happea. Hengityslihasten avulla ihminen siirtää happea kehon eri osiin. Veri toimii tässä prosessissa välittäjäaineena, ja siksi myös veren koostumuksella on iso merkitys siihen, kuinka tehokkaasti ihminen pystyy työskentelemään. Käytännössä mitä suurempi maksimaalinen hapenottokyky ihmisellä on, sitä parempi hänen kuntosensa on. (Laaksonen 2020, 12.)

Hapenottokyvyn testaaminen on keskeinen osa kestävyysurheilulajien valmennusta ja seuranta. Huippu-urheilija, joka pyrkii lajissaan huipulle, testataan kestävyysominaisuuksiltaan useita kertoja vuodessa. Huippu-urheilussa suora hapenottotesti on ainoa luotettava tapa mitata kuntotekijöitä. Epäsuoria testejä käytetään lähinnä kontrollitesteinä suorien testien välissä. Hyvästä kestävyyskunnosta ei ole kenellekään haittaa vaan päinvastoin. Hyvän kunnon on todettu suojaavan ihmistä monilta eri sairauksilta, ja siksi kestävyysnäytteen otamisesta on hyötyä niin urheilijoille, kuin myös muille kohderyhmille. (Laaksonen 2020, 12.)

Sisäministeriön pelastussukellusohjeessa (2007) määritellään tarkasti suorituskykyvaatimukset pelastajille eri tehtävien mukaan. Ohjeessa on myös suositeltu, että pelastajien testauksessa käytettäisiin määräajoin myös suoraa hapenottotestiä.

FireFit-testausta varten tehtiin vuonna 2009 laaja tutkimus (Wikström & Lusa, 2009), jossa selvitettiin, miten pelastushenkilöstön toimintakykyä pitäisi luotettavasti testata ja seurata koko pelastajan työuran ajan. Tutkimustulosten perusteella todettiin submaksimaalisen polkupyöräergometritestin olevan riittävän tarkka tapa toteuttaa testi. Tutkimuksen aineiston perusteella muodostuivat myös FireFit-testin läpäisyrajat 3,0 l/min ja 36 ml/kg/min. Tutkimuksen aineistosta kävi ilmi, että hengitys- ja verenkiertoelimistön toimivuuden olevan korkea ennustettavuusarvo pelastajien terveyden ja työkyvyn suhteen. Tutkimuksen mukaan hyvän hapenottokyvyn omaavat pelastajat olivat selvästi terveempiä ja työkykyisempiä kuin matalan hapenottoarvon saavuttaneet pelastajat.

2.2 Tasovaatimukset ja pisteytys

Palomiesten toimintakykyä arvioidaan FireFit-kuntotestausohjelman avulla. Testi koostuu lihaskunto-osiosta ja polkupyörätestistä. Näiden testien avulla määritellään testattavan FireFit indeksi, jossa molempien testien painoarvo on sama 50 % koko kuntoarvio-osioiden indeksin arvosta. Kokonais FireFit-indeksin määrittämiseen mitataan myös testattavan kehon koostumus. (Sisäministeriön julkaisu 5/2016, 9.)

Aerobisen kestävyysnäytteen määrittämiseen käytetään ainoastaan polkupyöräergometritestiä. Tulos määräytyy keskiarvona VO₂max (l/min ja VO₂max (ml/kg/min) tuloksista. Vastaa- vasti neljästä eri lihasvoimatestistä muodostuu samanlainen keskiarvo testiä varten, joka ke-

hitetyn taulukon mukaan pisteytetään numeroilla 1 - 5. Molemmat arvot yhdessä muodostavat testattavan FireFit-indeksi luvun asteikolla 1 - 5. (Päijät-Hämeen pelastuslaitos ohje 2018, 12.)

Tavoitteena on, että palomies iästä riippumatta pystyy suorittamaan testit vähintään arvolla 3, jotta hän kykenisi savusukelluksen edellyttämiin tehtäviin koko työuransa ajan. Tehtävät jaetaan sisäministeriön ohjeen mukaisesti *vaativiin tehtäviin* ja *savusukellusta edellyttäviin perustehtäviin*. Vaativissa tehtävissä edellytetään FireFit-indeksiä 3, kuitenkin niin, että aerobisen osin arvo ei yksin saa olla alle 3. Perustehtävissä, jotka edellyttävät savusukellusvalmiutta, vaadittava FireFit-indeksi on 2,7. Tällöin aerobisen testiosion luku on oltava vähintään 2,5. Perustehtäviin ja muihin pelastustehtäviin ei FireFit-indeksille ole lukuarvoa, jos palomies on terveydentilaltaan soveltuva tehtäviin. (Päijät-Hämeen pelastuslaitos ohje 2018, 15.)

Polkupyöräergometrin tulos raportoidaan absoluuttisena lukuarvona, joka kertoo testattavan senhetkisen hapenottoluvun arvion, koska kyse on epäsuorasta testimenetelmästä. Huomioitavaa on myös se, että testi on suuntaa antava aina, kun se toteutetaan epäsuoralla menetelmällä. (Uusitalo 2018, 308 - 309.)

Epäsuoran testin tulokset perustuvat aina isoon otantaan erilaisten testattujen ihmisten tuloksista. Testissä saavutettu tulos ennemmin indikoi kestävyyskuntoa kuin antaa todellisen absoluuttisen hapenottotuloksen. Epäsuoran testin hyvä puoli on sen helppo ja nopea toteutus. Epäsuorassa testissä ei mitata hengityskaasuja, joita mitatessa luotettava hengityskaasuanalysaattori on välttämätön. Epäsuoratesti on myös paljon edullisempi menetelmä kuin suora testi ja sen voi suorittaa melkein missä tahansa. Suoria testejä tehdään pääsääntöisesti vain tarkoitukseen soveltuvissa testiasemissa kuten urheiluopistoilla. Olipa testitapa mikä tahansa, yleisimmin juoksu, pyöräily tai soutu, testi pitäisi suorittaa aina mahdollisimman lajinomaisesti. (Laaksonen 2020, 12.)

Huomioitavaa on myös epäsuoran testin vähäinen tarkkuus. Etenkin aikuisikäisillä ihmisillä muutokset fyysisessä kunnossa ovat verraten pieniä huolimatta siitä, kuinka paljon harjoittelua on määrällisesti tai tehollisesti lisätty. Muutokset hapenkuljetuksessa eivät tapahdu enää 50-vuotiailla yhtä nopeasti kuin parikymppisellä ihmisellä. On selkeää näyttöä siitä, että selkeä kuntotekijöiden nousu ei näy epäsuorassa testissä mutta vastaavasti suorassa testissä se näkyy aiemmin, etenkin iäkkäämmillä henkilöillä. (Laaksonen 2020, 12.)

2.3 Testin toteutusmalli ja protokolla

Polkupyöräergometri on FireFit-testeissä käytetty testauslaite kestävyyskunnan mittaamisessa. Polkupyörätestiä tehdessä pyöritysnopeus pidetään tasolla 60 - 90 poljinkierrosta minuutissa. Maksimaalinen hapenkulutuksen (VO₂max) tulos kuvaa testattavan kykyä tuottaa energiaa hapetusreaktion avulla. (Keskinen ym. 2004, 59, 76.)

Epäsuoralla polkupyörätestillä tarkoitetaan sitä, että testillä pyritään saavuttamaan korkeintaan 88 %:n taso maksimaalisesta syketasosta. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että lauseiden puhuminen tuottaa jo selkeitä vaikeuksia testauksen loppuvaiheessa ja hengitystaajuus on selvästi koholla. Testausmalli on nousujohteinen polkupyörätesti ja rasitustaso nousee testin edetessä portaittain. (Sisäasiainministeriö 2007, 29 - 30.)

Hapenottokyvyllä yleisesti tarkoitetaan hengitys- ja verenkiertoelimistön kykyä kuljettaa happea lihaksille ja niiden kykyä käyttää sitä energiantuotantoon. Maksimaalisella hapenottokyvyllä tarkoitetaan samaa asiaa, mutta silloin teho on mitattu maksimaalisen kuormituksen aikana. (Fernandez-Gonzalo ym. 2016, 68.)

Polkupyörällä ajettava hapenottokykyä mittaava FireFit-testi on submaksimaalinen, mikä tarkoittaa sitä, että testi lopetetaan, kun testattavan tavoitesyke täyttyy tai testattava ei enää pysty pitämään yllä tarvittavaa voimantuottoa. Käytettävä kuormitusmalli perustuu testattavan kuntotasoon ja arvioituun maksimisykkeeseen. Yksinkertaistettuna kyse on siitä, että mitä huonommassa kunnossa testattava on, sitä pienemmillä kuormitustason nostoilla testi etenee. Vastaavasti parempikuntainen testattava aloittaa testin jo korkeammalla teholla ja hänen tehon nostoportaat ovat suuremmat. (Vapamaa 2011, 9 - 11.)

Testi toteutetaan nousevalla teholla portaittain ja testattava itse arvioi testin kuormittavuutta Borgin asteikolla (6 - 20). Asteikolla 6 tarkoittaa käytännössä lepotilaa ja 20 äärimmäistä rasitusta. Testattavalta mitataan syke koko testin ajan. Testaaja seuraa testattavan sykkeen nousua testin aikana ja voi tarvittaessa joko nostaa tai laskea seuraavaa rasisporrasta, jos siihen on testaajan mukaan tarvetta. Yhden portaan kesto on aina 4 minuuttia, ja tavoitteena on ajaa kolmesta neljään porrasta loppuun. Portaan kuormitus säädetään nostamalla vaadittavaa tehoa watteina. Testiä ei ajeta uupumukseen asti vaan saatu sykekuormitus suhteessa

tehoon siirretään automaattisesti erilliseen sovellukseen, joka määrittelee testattavan maksimaalisen hapenottokyvyn muodostamalla lineaarisen suoran, joka ekstrapoloidaan suhteessa testattavan maksimisykkeeseen. Maksimaalista hapenottokykyä vastaava kuorma muutetaan hapenkulutukseksi, joka on testattavan arvioitu maksimaalinen aerobinen teho ja testin tulos. (Keskinen ym. 2004, 59; Vapamaa 2011, 9 - 11.)

WHO:n submaksimaalinen polkupyöräergometriatesti arvioi maksimaalisen hapenkulutuksen. Yhden portaan kesto on neljä minuuttia. Portaiden tasot liikkuvat 40 - 80% tasolle maksimaalisesta aerobisesta tehosta. Portaiden kuormittavuutta säädellään wattien avulla, jolloin poljentavastus kasvaa. Käytännössä siis mitä voimakkaampi yksi polkaisu on, sitä pienemällä kadenssilla tavoiteltu teho saavutetaan. (Keskinen ym. 2004, 59.)

Testi suoritetaan FireFit-testausohjelmalla suorassa tietokoneohjauksessa. Testiprotokolla on sovellus eri kaupallisista testiohjelmista, joita käytetään yleisesti epäsuorissa testeissä. Testin kuormitusmalli perustuu sekä sukupuoleen että testattavan kuntotasoon. Testissä pyritään selvittämään testattavan hapenottoarvo portaittain nousevalla rasituksella. Testin aikana testaajalla on mahdollisuus muuttaa tehoportaan korkeutta, jos hän pitää sitä testattavan senhetkinen tila (RPE-luku ja syke) huomioiden tarpeellisena. Työterveyslaitoksen testiohjeessa suositellaan käytettäväksi kolmesta neljään porrasta, jolloin testin kokonaiskesto on noin 15 - 20 minuuttia. Nykyisen testimallin (2,0) suositus on seuraava: 4 min alkuverryttely, 3 - 4 testiporrasta ja loppuverryttely 4 min. (Työterveyslaitos 2010, 17). Elimistöltä menee noin 2 - 3 minuuttia aikaa saavuttaa steady state-tila eli tasapainotila muuttuneen rasituksen, sykkeen ja hengityksen suhteen. Tasapainotila eri kuormilla antaa hyvin tietoa siitä, miten testattava mahdollisesti selviää työtehtävissään tällä rasitustasolla (Garret & Kirkendall 2000, 109).

Testi on aina yksilöllinen, jolloin esitietojen perusteella ohjelma laatii testaajan sinne syöttämien arvojen perusteella testiprotokollan. Maksimi syketaajuus ja maksimaalinen hapenottoarvo arvioidaan, jollei testattavalta ole vanhoja tuloksia käytettävissä. Maksimisyke arvioidaan Tanakan (2001) kaavalla ja hapenottokykyyn käytetään Schwarzin & Reiboldin (1990) viitearvotaulukkoa. Verryttely aloitetaan 40 % arvioidusta maksimikuormasta ja ensimmäinen varsinainen testikuorma pyritään mitoittamaan noin 55 %: iin. Submaksimaalinen testi lopetetaan, kun testattava on saavuttanut 85 % tason maksimista. Borgin RPE lukuna tämä taso vastaa 15 - 17. (Työterveyslaitos 2010, 17.)

3 ERGOMETRITESTAUKSEN ONGELMAT

3.1 Lajispesifisyyden vaikutus tuloksiin

Mitattavien suureiden ja testausmenetelmien on oltava tarkoitukseen sopivia. Urheilijoiden testauksessa juuri testin spesifisyydellä on kaikkein suurin painoarvo (MacDougal ym.1991). Hyvän kuntotestauksen on vastattava mahdollisimman tarkkaan sen ryhmän tarpeita, jota milloinkin testataan. Kuntotestin pitää mitata tarkasti juuri sitä ominaisuutta, jonka mittaamiseen se on tarkoitettu (Nummela ja Peltonen 2018, 80 - 81). Sillä, miten kuormitus tapahtuu, on merkittävä vaikutus saavutettuihin VO₂max-arvoihin (Millet ym. 2009, 34).

On pystytty näyttämään toteen, että mitä suurempaa lihasmassaa suhteessa omaan painoon kuormituksessa joudutaan käyttämään, sitä suurempaan VO₂max-arvoon voidaan päästä. Tästä seuraa, että juoksumatto tai soutuergometritesteissä hapenkulutus on selvästi suurempaa verrattuna esimerkiksi polkupyöräergometrillä tehtyyn testiin. Tämä näkyy erityisen hyvin harjoittelemattomien henkilöiden kohdalla, koska heidän lajilihaksisto ei ole erityisen kehittynyt ja työn taloudellisuus on huono. Sen sijaan urheilijoilla ja erittäin aktiivinen lajista kuntoilijalla muuttavat tätä ominaisuutta. Tämä johtuu siitä, että harjoittelun myötä lihakset sopeutuvat nopeammin kuormitukseen ja etenkin sen muutoksiin. Lihasen adaptatio kohdistuu nimenomaan niihin osiin lihaksissa, joihin harjoittelun kuormitus kohdistetaan. Lajispesifisyys tulisikin ottaa huomioon testin kuormitusmallia valittaessa, jotta maksimihaapenotolle saadaan optimaalinen ja totuudenmukainen tulos. (McArdle ym. 2001, 461; Åstrand ym. 2003, 275; Millet ym. 2009, 34)

Mitä suurempi on työtä tekevien lihasten yhteenlaskettu massa, sitä suurempaan hapen kulutukseen päästään. Tutkimuksissa on ilmennyt, että esimerkiksi sauvakävelytestissä saavutetaan isommat hapenkulutuslukemat kuin pelkässä kävelytestissä. Myös suoritustekniikalla on merkitystä lopputulokseen. Taloudellisella tekniikalla voidaan saavuttaa suuremmat työkuormat pienemmällä hapenkulutuksella, vaikka max VO₂ -arvo puhalluksena olisikin sama. Tämä selittää myös sen eron, joka suorassa hapenottotestissä tulee teoreettiselle tulokselle ja työmäärälle. Hyvin yleistä myös on, että tämä ero kasvaa, kun lähestytään maksimi arvoja. VO₂max on erittäin lajispesifinen ominaisuus, ja siksi testin toteutusmallilla on suuri merkitys lopputulokseen. (Keskinen ym. 2004, 52 - 55.)

Fyysinen kunto koostuu eri osatekijöistä ja niiden yhteisvaikutuksesta. Tavoitteena on mitata yksilön kykyä tuottaa lihasvoimaa ja sitä, millä hyötysuhteella se muutetaan voimaksi. Teoriassa jokaista lihassolua voitaisiin arvioida niiden aerobisen ja anaerobisen energiantuotokyvyn mukaan, mutta käytännössä mittauksissa arvioidaan kaikkien lihasten ja eri lihasryhmien kykyä työskennellä ja niiden energian kulutuksen tasoa. (Keskinen ym. 2018, 126 - 130.)

Åstrand kehitti yksinkertaisen kaavan, jolla suoritus jaettiin perusosiin. Näiden osien avulla suoritukselle määriteltiin kohdealueet ja suuntaviivat. Kaikki testaaminen perustuu Åstrandin mukaan mahdollisimman vakioituihin testimenetelmiin, jotka ovat mahdollisimman lähellä sitä suoritusta, johon tähdätään. Åstrand myös painotti testimenetelmien objektiivisuutta ja testin huolellista toteutusta (Keskinen ym. 2004, 12). Åstrandin teoria tarkoittaa käytännössä sitä, että pelkkä hapenottoarvo kertoo hyvin vähän testattavan kyvystä tehdä työtä, jos testausmenetelmä ei ole validi siihen nähden, mitä lajia testattava harrastaa tai mitä työtä testattava tekee (Keskinen ym. 2018, 131 - 132.).

Polkupyöräergometritesti mittaa suorana hapenottotestinäkin pääasiassa vain maksimaalista hapenottoa, näin se ei täytä niitä kriteereitä, joita kuntoilijatestien osalta pitäisi painottaa. Ergometritestit ovat hyvin käyttökelpoisia ja tarpeellisia etenkin niille ihmisille, jotka harrastavat pyöräilyä mutta on selvää, että esimerkiksi juoksemalla hankittu hyvä hapenotto ei näy suorassa suhteessa pyörällä ajettuun testiin. Myös ylimääräinen kehonpaino ei pyörätestissä muodostu niin haittaavaksi tekijäksi kuin vaikka juoksutestissä. (Jääskeläinen 2019, 196.)

Jos pyöräily ei ole testattavalle tuttu laji, polkupyöräergometritesti voi myös tuoda ongelman. Poljettaessa hitaalla suosituksen mukaisella frekvenssillä saattaa vaadittu voima tuntua niin raskaalta, että testattavan voimat eivät riitä polkemiseen. Testeissä on käynyt ilmi, että vaikka henkilö ei ole vielä edes kunnolla hengästynyt, silti kampi ei pyöri. Nopeampikaan kadenssi ei auta asiaan, koska vähäisen pyöräilytaustan takia etenkin vanhoilla ihmisillä on vaikea hermottaa jalkoja riittävän nopeaan tahtiin. (Jääskeläinen 2019, 196 - 197.)

Tämän työn liitteenä olevista kenttätesteistä ilmenee hyvin lajispesifisyyden vaikutus tulokseen, kun työskennellään lähellä anaerobista kynnystä. Hyvän pyöräilytekniikalla ja lajiin kehittyneellä lihaksistolla pystyy testattava ylläpitämään FireFit-testissä tekemäänsä viimeistä porrasta yhtäjaksoisesti jopa tunnin ajan. Vastaavasti tuloksista näkyy myös se, ettei

erinomaisilla lihaskuntotuloksilla (testattavilla 2 ja 4) pysty juurikaan auttamaan testissä anaerobisen tason ylläpitämistä, jos pyöräilyyn tarvittava lajilihaksisto ei ole kykenevä tekemään työtä anaerobisesti. Hyvän lihaskunnon ja etenkin lihaskestävyyden omaava palomies saattaa vastaavasti pärjätä omassa työssään erinomaisesti, koska hän pystyy suhteessa työskentelemään ylimääräisen kuorman kanssa paremmin, jos hyvä lihaskestävyys on kokonaisvaltaisempaa verrattuna pyöräilylihashen lajirajoitteisuuteen.

3.2 Maksimisykkeen arvioinnin virhemarginaali

Epäsuoraa testiä varten pitää testattavan maksimisyke aina arvioida, jos sitä ei ole häneltä luotettavasti lähiaikoina mitattu. Yleinen kaava arviointiin on ACSM:n käyttämä $220 - \text{testattavan ikä täysinä vuosina}$. Maksimisykettä varten tehdyt ennusteet ovat suuntaa antavia vain väestötasolla mutta eivät yksilötasolla (Whaley ym.1992). Whaley ym. (1992) mukaan yksilöllisiä poikkeamia ei huomioda tällöin riittävästi. Ennusteen keskiarvovirhe on ± 15 sykettä. ACSM:n kaavaa käytettäessä etenkin vanhemmilla ihmisillä maksimisykearvio asettuu yleensä liian alas (Keskinen ym. 2018, 118 - 121.).

Koska lähinnä ikään perustuvat maksimaaliset syketason arviot poikkeavat paljon todellisista eli mittaamattomista arvoista, ne muodostavat keskiarvoihin perustuvaan tuloslaskentamalliin virhemarginaalin, minkä vuoksi eri tutkijoiden mukaan ergometritestien virhe saattaa olla jopa 7–28 %. Suurin mitattu virhemarginaali epäsuoran ja suoran hapenottotestin välillä samalla henkilöllä on ollut 33 %. Tämä ero muodostui lähes pelkästään väärin arvioidusta maksimisykkeestä, jota ei koskaan aiemmin ollut suoralla menetelmällä mitattu. (Jääskeläinen 2019, 196 - 197.)

Ikä vaikuttaa selvästi maksimisykkeeseen laskevasti. Tälle muutosvauhdille on havaittu selkeä korrelaatio liikunnan ja etenkin sen tavan kanssa. Kestävyyslajeja kauan harrastaneiden ihmisten maksimisyke laskee suhteessa aiemmin kuin kestävyysliikuntaa harrastamattomien saman ikäisten ihmisten. Vastaavasti nopeuslajien ja pallopelien harrastajilla vaikutus on päinvastainen. On pystytty näyttämään toteen, että korkeatehoinen intervallityyppinen liikunta jopa nostaa maksimisykettä iän muutoksesta huolimatta. Maksimaalinen syke on erittäin yksilöllinen arvo, jota arvioitaessa testattavan taustalla on huomattava merkitys. (Nummela ja Peltonen 2018, 145 - 146.)

Ikä	matalin	korkein
15v	178	239
20v	172	226
30v	157	217
40v	146	211
50v	135	208
60v	126	206
yli 60v	121	204

Taulukko 1: Mitattu maksimaalinen syketaso eri ikäisillä ihmisillä. (Jääskeläinen 2019, 32.)

Testausfysiologi Matti Jääskeläinen on teettänyt vuosina 1986 - 2015 lukuisia maksimisyketestejä eri-ikäisille ihmisille. Taulukosta 1 ilmenee eri-ikäisten ihmisten hänen mitaamat korkeimmat ja matalimmat lukemat. Taulukko 1 osoittaa, miten tärkeää henkilökohtaisen oikea maksimisykearvon tietäminen testaamisen kannalta on. Oheinen taulukko todistaa myös sen, kuinka paljon erilaisen tuloksen yleisesti käytetty kaava maksimisykkeen määrittämiseksi $220 - \text{ikä}$ tai $206 - 0,5 \times \text{ikä}$ antavat. Liian karkea yleistäminen johtaa isoon mittavirheeseen ja virheelliseen testitulokseen. (Jääskeläinen 2019, 32.)

3.3 Tuntemus indikaattorina testin aikana

Rasitustuntemus on yksilön subjektiivinen kokemus. Tämän tuntemuksen mittaamiseen on kehitetty erilaisia taulukoita, joista yksi yleisesti käytössä oleva on Borgin asteikko. Tällä asteikolla testattava itse arvioi omaa rasituksensa tasoa sillä hetkellä asteikolla 6 - 20. Kyseessä on tällöin RPE-luku. Arviointitapa perustuu oletukseen, jossa testattava itse pystyy suhteuttamaan rasituksen kasvun suhteessa omiin voimavaroihinsa koko testin ajan. Useissa urheilijoille tehdyissä testeissä (Robinson ym. 1991, Green ym. 2006) on pystytty näyttämään toteen, että RPE-luku korreloi varsin hyvin keskisykettä (Robinson ym. 1991) ja rasituksen yleistä tasoa testin alkuvaiheessa. Korrelaation on todettu heikkenevän mitä pidemmälle testi etenee. Maksimimaalista tasoa lähestyttäessä RPE-luvun mukainen korrelaatio suhteessa todellisiin fysiologista rasittavuutta kuvaaviin arvoihin, kuten laktaattipitoisuus veressä, sydämen maksimisyke ja ventilaatio, on vaihteluväli yksilön mukaan niin suuri, ettei sitä voi käyttää validina mittarina enää anaerobista kynnystä lähestyttäessä (Chen ym. 2002). RPE-tilukon on alun perin tarkoitettu kuvaamaan rasitusta asteikolla 6 - 20, mutta myöhemmin Borg itse mukautti asteikkoa yksinkertaisemmaksi 0 - 10, minkä tarkoitus oli helpottaa rasitustason kuvausta. Foster ym. (1996) muokkasi asteikosta version, joka hänen

mukaansa oli tarkoitettu kuvaamaan vain rasituksen tasoa eri harjoitusten jälkeen. (Nummela ja Peltonen 2018, 151 - 152.)

Rasituksen taso tuntemuksena on hyvin yksilöllinen asia. Tason arvioon vaikuttaa selvästi myös se, onko testattava aiemmin tehnyt raskasta työtä, tai millaista liikuntaa hän on harrastanut. Myös sillä, kuinka usein hän on tottunut kuormittamaan itseään maksimaalisesti, on merkitystä. Tämä yksilöllinen eroavaisuus selittää myös osin huonoa korrelaatiota maksimitestin loppuvaiheessa. (Nummela ja Peltonen 2018, 101, 146 - 147.)

3.4 Epäsuoran testin yleinen virhemarginaali

Maksimaalinen hapenottokyky ja aerobinen teho ovat merkittävimmät kestävyysuorituksen vaikuttavat tekijät. Tämän takia nämä osa-alueet ovat muodostuneet useiden eri kunto-testien mitattaviksi suureiksi. Aerobista kuntoa määritellään usein vain maksimaalisen aerobisen tehon ja maksimi hapenottokyvyn mukaan, vaikka ne eivät ole ainoita ominaisuuksia, jotka vaikuttavat esimerkiksi palomiehen kykyyn tehdä työtä tehokkaasti. (Nummela ja Peltonen 2018, 65.)

Yleisesti maksimaalisen aerobisen tehon ja maksimi hapenotto kyvyn mittaamiseen käytetään sekä submaksimaalisia että maksimaalisia testejä. Näistä testeistä maksimaalinen testi on huomattavasti luotettavampi kuin submaksimaalinen, jossa voidaan ainoastaan arvioida maksimaalista aerobista tehoa tai hapenottoa. (Nummela ja Peltonen 2018, 65.)

Suoran hapenottotestin ja epäsuoran kenttätestin luotettavuudesta on Jyväskylän yliopistossa tehty opinnäytetyö, jonka tulokset osoittivat sekä epäsuoran kenttätestin ja epäsuoran ergometritestin yliarvioivan testattavien hapenkulusta keskimäärin noin 0,54 ml/kg/min. Tämä muutettuna prosenteiksi antaa virhemarginaaliksi 1,3 %. Tulokset osoittivat Firstbeatin kuntotestin yliarvioivan maksimaalista hapenkulutusta keskimäärin 0,54 ml/kg/min (1,3 %). Laboratoriotestit aliarvioivat maksimaalista hapenkulutusta 0,88 ml/kg/min (2,2 %), ja kenttätesteissä ero oli yliarvioiva 1,85 ml/kg/min (4,6 %) erotuksella. Bland-Altmanin kaaviolla tarkasteltuna luottamusvälit olivat laboratoriotesteissä 7,5 - 9,3 ml/kg/min ja kenttätesteissä 5,2 - 8,9 ml/kg/min. Sekä laboratorio- että kenttätestien ja suoran VO₂max-testien välillä esiintyi siten merkitsevä positiivinen korrelaatio. Jotta tulosten vaihteluväli pysyisi mahdollisimman pienenä ja saadut tulokset luotettavina pitäisi fyysisten kuntotekijöiden mittaaminen pyrkiä tekemään mahdollisimman tarkasti ja testauksessa pitäisi pystyä hyödyntämään

eri testausmenetelmät aina parhaalla mahdollisella tarkoitukseen soveltuvalla tavalla. Ainoa luotettava testimenetelmä maksimaalisen hapenoton testaukseen on suora eli spirometritesti, jossa mitataan keuhkotuuletusta ja hengityskaasujen koostumusta sekä vaihtumista koko testin ajan. Testimenetelmä soveltuu erinomaisesti mm. urheilijoiden harjoittelun seurannan ja työkykyselvityksen luotettavaan testaukseen (Nummela ja Peltonen 2018, 65, 79 - 80.)

Useissa eri lähteissä on näytetty toteen, että fyysinen suorituskyky on ensisijaisesti kahden tekijän summa: elimistön hapenkuljetuskapasiteetista lihaksille ja lihaskudoksen kyvystä hyödyntää happea lihastyöhön. Kestävyysskilpaurheilussa maksimaalinen hapenottokyky on yksittäisistä menestystä ennustavista tekijöistä kaikkein suurin. Terveystieteiden näkökulmasta alhainen hapenottokyky vastaavasti ennustaa selkeästi matalaa työtehoa niissä tehtävissä, joissa johdetaan työskentelemään elimistön suorituskyvyn ylärajoilla. (Nummela ja Peltonen 2018, 65, 79 - 80.)

Epäsuoran polkupyöräergometritestin avulla arvioidun VO₂-testin maksimituloksen on havaittu poikkeavan suoran testin tuloksesta 7 - 27% (Davies 1968; Fox 1973; Margaria ym. 1965; Terry 1977; Greive ym. 1995; Lockwoodin ym. 1997) tutkimuksen mukaan vain 23 % epäsuoralla tavalla testatuista henkilöistä sai testissä tuloksen, jonka virhemarginaali oli alle 5 %. (Nummela ym. 2018, 122 - 123). Tällaisen epäsuoran testitavan virhemarginaalin on laskennallisesti todettu olevan niin suuri, ettei sen käyttöä voi suositella, jos halutaan selvittää hapenottokykyä luotettavasti (Laaksonen 2020, 12). Epäsuorat testit, joissa on käytetty maksimaalista kuormitusta, ovat antaneet vertailututkimuksissa tarkempia arvioita verrattuna submaksimaalisiin testeihin (Keskinen ym. 2007, 79 - 81).

3.5 Testitavan vaikutus tuloksiin

Maksimaalista hapenottokykyä ja aerobista tehoa voidaan mitata monin eri tavoin. Huolimatta siitä, mitä testiä käytetään, on korrelaatio testin protokollan kanssa ilmeinen. Tämä tarkoittaa siis sitä, että testitapa on lajispesifinen. Sama henkilö voi saada erilaiset testiarvot, jos testaustapaa vaihdetaan (Keskinen ym. 2018, 94). Kuormitusmallilla on selkeä yhteys testattavan taustaan, eli esimerkiksi hyvä juoksija saa polkupyörätestissä suhteessa huonommat tulokset verrattuna juosten tehtävään testiin (Keren ym. 1980, 117 - 124). Samoin kuormitusmallilla on erityisesti merkitystä saavutettuun maksimitehoon mutta ei juurikaan mitattuun maksimi VO₂-arvoon (Adami ym. 2013, 113, 2647 - 2653).

Kestävyysominaisuuksien testaukseen suositeltava testausmenetelmä on suora hapenotto-testi. Testillä pystytään silloin mittaamaan luotettavasti testattavan henkilön kestävyysominaisuudet ja selvittämään testattavan aerobista aineenvaihduntaa suorituksen aikana. Suorassa testissä on mahdollista mitata keuhkotuuletus ja elimistön kaasujenvaihto. (Nummela ja Peltonen 2018, 80 - 81.)

Testattavalle on valittava oikea kuormitusmalli ja testin aloituskuorma. Testin eteneminen pitää suunnitella aina testattavan taso huomioiden. Testitavalla on iso merkitys lopputulokseen. Testistä saadaan luotettavin tulos, jos testaustapa on testattavalle ennestään tuttu. Toisin sanoen juoksijat juoksevat myös testissä ja soutajat tekevät testinsä soutaen. Esimerkiksi uimareilla ei saada luotettavia testituloksia pyörätestillä. (Nummela ja Peltonen 2018, 80 - 82.)

Aerobista kuntoa voidaan vain karkeasti arvioida matemaattisesti tehdyillä ennusteyhtälöillä, jotka on tehty keskiarvojen mukaan. Otokset on kerätty isolta määrältä ihmisiä. Näin tehdyillä ennustemalleilla voidaan arvioida testattavan se taso, johon hän oletettavasti kykenisi. Näin saatu tulos muodostuu yhtälöstä, jossa verrataan sykekuorman nousua suhteessa tehtyyn työhön. Näin ollen myös testin tulos eli se maksimi sykelukema, johon testattava lineaarinen käyrän mukaan saavuttaisi, jos testi jatkettaisiin loppuun asti, on arvio. Huomioitavaa on, että tulos määräytyy siis oletettavan maksimisykkeen mukaan, se ei näin huomioi mahdollisesti saavutettavaa korkeampaa työmäärää. Hyvin usein on mahdollista, että testattava pystyisi jatkamaan testiä, vaikka syke ei enää nousisikaan. Tällöin testattavan tekemä työmäärä kasvaa, vaikka hapenottoluku ei kasvakaan. Monissa tutkimuksissa on todettu, että syke suureena on herkkä ulkoisille vaikutteille, joita voi olla testitilanne tai vaikka elimistön nestetasapaino. (Nummela ja Peltonen 2018, 98 - 101.)

VO₂ max-arviointimenetelmällä eli epäsuoralla tavalla tehtävien testin tarkkuus on noin +/- 10% luokkaa. Käytännössä tämä tarkoittaa vaihteluväliä 32,4 - 39,6 ml/kg, jos testattavan epäsuoran testin tulos on 36 ml/kg. Huomionarvoista tulosten tarkastelussa on myös se, että epäsuoratesti olettaa VO₂:n ja työtehon suhteen olevan koko testin ajan sama. Sykekuorman kasvun oletetaan olevan koko testin ajan lineaarista. Suoran testin tuloksista voidaan lukea, että näin hyvin harvoin asian todellisuudessa on. (Keskinen ym. 2018, 122, 128 - 130.)

Kun testataan muita ihmisiä kuin urheilijoita, harvoin puhutaan suorituksen taloudellisuudesta, vaikka huippu-urheilijoilla taloudellisuus on juuri se tekijä, joka selittää monesti sen,

miksi samalla hapenottokyvyllä toinen pystyy tuottamaan samaa tehoa kauemmin kuin toinen. Epäsuorassa testissä taloudellisuutta ei pystytä arvioimaan lainkaan. Suorituksen taloudellisuuden arvioiminen onnistuu ainoastaan verrattaessa suorassa hapenottotestissä saatavia hengityskaasuaroja tehtyyn työmäärään. Taloudellisuus on sitä, että lihaksissa tuotettu energia muutetaan jonkinlaiseksi suoritukseksi, jota hermo-lihasjärjestelmä yhdessä suoritustekniikan kanssa ohjaa. Taloudellisuus onkin merkittävässä roolissa valittaessa testimenetelmää testattavalle ryhmälle. Huonoimmillaan testattavan todelliset ominaisuudet eivät tule esille, koska suorituksen taloudellisuus on liian huono. Taloudellisuutta pystytään parantamaan keskittämällä harjoittelua juuri siihen tapaan, miten testi tehdään. Suorassa testissä huono taloudellisuus ilmenee ylihengittämisenä, eli testattava käyttää enemmän ilmaa kuin sen hetkellä kuormituksella olisi tarve. (Laaksonen 2020, 13.)

3.6 Verryttelyn vaikutus tuloksiin

Määrällisesti riittävällä ja aktiivisella alkuverryttelyllä on todettu olevan positiivisia vaikutuksia lopputulokseen tavoiteltaessa maksimaalista suoritusta. Lähtökohdallisesti verryttelyllä pyritään parantamaan suorituskkyä. Jos kyseessä on erittäin pitkä suoritus, kuten maraton juoksu, verryttelyn osuus pienenee mutta vastaavasti neljän sadan metrin juoksussa hyvä ja pitkä verryttely on elinehto jo turvalliselle suoritukselle. Kuntotestit asettuvat ajallisesti näiden välimaastoon mutta on olemassa selkeää näyttöä verryttelyn parantavan tuloksia kaikissa suorituksissa pituudesta riippumatta. (Heinonen 2019, 31.)

Hapenottotestiin tulee valmistautua samalla tavalla kuin tehokkaaseen kuntoilusuoritukseen. Testi ei ole kilpailu, vaan aina henkilökohtainen suoritus, jonka perusteella testattavan fyysiset ominaisuudet määritellään, ja testin perusteella saadaan testattavalle henkilökohtainen tulos, joka kertoo hänen sen hetkisen suorituskynsä. (Jääskeläinen 2019, 164.)

Verryttelyllä on myös selkeä vammoja ehkäisevä vaikutus. Alkuverryttely parantaa koordinaatiokykyä ja valmistaa elimistöä ja niveliä oikeisiin liikelaajuuksiin. Alkuverryttely oikein tehtynä sisältää niitä lajinomaisia liikkeitä, joita suorituksessa on odotettavissa. Verryttely myös siirtää verta ruoansulatuselimistöstä niihin lihaksiin, joita verryttelyssä käytetään. (Kinnunen 2002, 49.)

Alkulämmittelyllä valmistetaan lihakset kovaan suoritukseen, ja ne ovat siten valmiimpia tuottamaan korkeampaa tehoa. Fysiologisten vaikutusten lisäksi verryttely valmistaa testattavaa myös henkisesti suoritukseen, ja täten sillä on myös selkeä psykologinen vaikutus testattavaan. Erään tutkimuksen mukaan, joka tehtiin 800 m juoksijoille, havaittiin aktiivisen verryttelyn parantaneen loppuaikaa 2,5 - 6 %. Vaikutus on siis merkittävä. Puolen tunnin suorituksessa puhutaan pienimmilläänkin selvästi yli minuutin parannuksesta loppuajassa. (Heinonen 2020, 32.) Verryttely parantaa Pelastusopiston liikunnan opettaja Kari Kinnusen mukaan palomiesten Cooper-testin tulosta 100 - 300 metriä. Kinnusen arvioima metrimäärä perustuu kokemukseen usealta vuodelta Pelastusopiston Cooper-testeistä. Tulos on hyvin yhtenevä Ilkka Heinosen Juoksija lehdessä (2/2020) julkaiseman artikkelin kanssa. Laskennallisesti viiden prosentin parannus 3000 metriä juosseella vastaa 150 metriä. Vastaavasti FireFit-testin 36 ml/kg/min tulokseen suhteutettuna viisi prosenttia vastaa 1,8 ml/kg/min.

Edellä mainittujen tulosten perusteella tuntuu hyvin erikoiselle, ettei FireFit-testin verryttelyvaihetta ole opastettu valmistautumisohjeessa paremmin. Omaan kokemukseeni perusteella suuriin osa testattavista ei ymmärrä verryttelyn suoritusta parantavaa vaikutusta, minkä takia osa aloittaa verryttelyn vasta varsinaisen testin ensimmäisellä kuormalla. Huomattavaa on myös se, että osa FireFit-testaajista kutsuu ensimmäistä testikuormaa lämmittelykuormaksi. Jos testattava itse ajattelee yhden neljän minuutin polkemisjakson riittävän lämmittelyksi tai verryttelyksi testiin, on testi oikeastaan pilalla jo ennen kuin se varsinaisesti on alkanutkaan.

Verryttelyn hyötyvaikutus perustuu fysiologisesti lihasten lämpenemiseen. Kylmät lihakset ja hermosto johtavat ärsykeitä hitaammin kuin lämpimät ja aktivoidut. Käytännössä lihakset siis supistuvat ja rentoutuvat nopeammin lämpimänä. Nopeampi toimintaprosessi taas vastaavasti johtaa nopeampaan aineenvaihduntaan, mikä parantaa hapenkuljetuskykyä. Elimistön aineenvaihduntaprosessi on erittäin lämpötilariippuvainen, ja eri tutkimusten mukaan yhden asteen lämpötilan nousu kehossa vastaa noin 13 % parannusta solujen aineenvaihdunnassa. Verryttelyssä myös lihakset lämpenevät, ja kun lihas hieman happanee tehokkaan verryttelyn aikana, se on heti testin alusta alkaen valmiimpi hyödyntämään verestä irtoavaa happea käyttöön. (Heinonen 2020, 32.)

Verryttelyllä on myös merkitystä, kun puhutaan hapenoton nopeudesta ja hapenoton nousuvauhdin vaikutuksesta lihasten happamuuteen. Hiihtäjille tehdyissä testeissä on havaittu, että hyvin lämmitelleellä urheilijalla on valmiiksi verenkierrrossaan happea enemmän kuin huo-

nosti lämmitelleellä. Tästä syystä elimistö on suorituksen alkuvaiheessa valmiimpi poistamaan kuormituksessa syntyvää laktaattia lihaksista. Lämpimällä lihaksella on myös yhteys laktaatin poistoon. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että hapenotto kyky nousee nopeammin lähelle tarvittavaa tasoa ja maitohappoa ei kerry lihakseen niin nopeasti kuin kylmällä lihaksella. Tämä ilmenee myös siten, ettei testattava koe hapotuksen tunnetta heti suorituksen alkuvaiheessa. (Heinonen, 2019, 40 - 41.)

On selvää, että kevyeen liikunnan harrastamiseen riittää kevyempi verryttely kuten hölkkä ja pienimuotoinen lihasten lämmittely, mutta mitä kovemmasta suorituksesta tasosta riippumatta puhutaan, sitä aktiivisempi ja lajinomaisempi verryttelyn sisältö pitää olla. Mitä lähempänä maksimaalista suoritusta ollaan, sitä tärkeämmäksi verryttelyn laatu ja teho muodostuvat. Tällöin jo ennen suoritusta on tarpeen valmistaa elimistöä kovatehoisella verryttelyllä jopa niin, että lihaksiston laktaatin tuottomekanismi käynnistyy. Pitää kuitenkin muistaa, että verryttely on aina yksilöllinen tapahtuma ja kaikille ei sovi samanlainen toimintamalli. Kovatehoinen verryttely on hyödyllistä tehdä niin, että varsinaisen suorituksen ja verryttelyn väliin jää aikaa huuhdella laktaatit pois elimistöstä kevyemmällä liikunnalla. (Heinonen, 2019, 40 - 41.)

Yleisesti ajatellaan, että lyhyeen suoritukseen kuten kuntotestiin riittää lyhyt verryttely. Asia ei kuitenkaan ole näin yksinkertainen. Verryttely, tai tarkemmin sen intensiteetti, on ensisijaisesti verrannollinen tulevan suorituksen tehoon. Mitä kovempi suoritus, sitä pidempi ja tehokkaampi verryttely on tarpeen. Hyvä verryttely parikymmenen minuutin kuntotestiin pitää olla noin 20 - 30 minuuttia. Verryttelyssä pitäisi olla myös teho-osioita, ja sen olisi hyvä olla aina mahdollisimman lajispesifinen. (Heinonen, 2019, 41.)

4 TUTKIMUS

Pyrin tutkimuksessani selvittämään sen, kuinka lajispesifinen testi FireFit-testin pyöräosio on, ja sen, kuinka paljon käytännössä testattavan pyöräilytausta vaikuttaa testin tulokseen. Ennakkokäsitys käymieni keskustelujen ja erityisesti omien testitulosteni pohjalta minulla oli se oletamus, että nykyinen testimallimme ei ole riittävän totuudenmukainen tapa mitata hapenottoa palomiehen tehtäviä varten, erityisesti myös sen takia, koska testi tehdään tavalla, jossa käytännössä omalla massalla ei ole juurikaan merkitystä muutoin kuin lopputuloksen jakajana yhtälössä.

4.1 Koehenkilöiden valinta

Tutkimukseen oli tarkoitus valita erilaisen taustan omaavia liikuntaa suhteellisen aktiivisesti harrastavia palomiehiä. Tarvitsin tutkimukseeni viisi testihenkilöä, joiden sukupuolella ei ollut merkitystä. Päädyin kuitenkin valitsemaan kaikki miehiä, koska heitä on maamme palomiehissä suurin osa, ja siksi heidän etsimiseen ei kulunut ylimääräistä aikaa. Testattavat olivat iältään 22 - 56 vuotiaita. Koska testit olivat täysin ylimääräisiä ja kaikille osallistuville aiheutui tästä vaivaa ja omien aikataulujen muokkaamisia, ei sopivia testattavia ollut kovin helppo löytää. Koehenkilöksi valikoitui vapaaehtoisina kolme palomiestä. Lisäksi testattavaksi löysin kaksi vapaaehtoista henkilöä pelastuslaitoksen ulkopuolelta. Halusin tutkimukseen mukaan myös sellaisia henkilöitä, joilla oli lähimenneisyydestä harrastustensa takia tehtynä useita suoria hapenottotestejä. Aiemmat testit toimivat tutkimuksessani pohjana sille, että testattavien suorien hapenottotestien tulokset ovat riittävän luotettavia. Kun tällaisia henkilöitä ei pelastuslaitokseltamme löytynyt, oli luonnollista ottaa heidät ulkopuolelta.

Käytännön syistä päätin keskittyä jokaisella koehenkilöllä eri asioiden tutkimiseen. Otanta, viisi henkilöä, oli toki pieni mutta uskoin sen olevan riittävä tutkimustani varten ja oikealla tutkimuksen ennakkosuunnittelulla uskoin saavani vastauksia kysymyksiin, jotka olivat askarruttaneet minua jo kauan. Mielelläni olisin ottanut tutkimukseeni mukaan enemmän henkilöitä mutta tällä aikataululla ja resursseilla ei siihen ollut tällä kertaa mahdollisuutta.

Kyseessä oli vapaaehtoiset testit, ja kaikki testattavilla oli mahdollisuus keskeyttää testit halutessaan. Onneksi näin ei kuitenkaan käynyt, ja koko tutkimus saatiin vietyä loppuun lähes

suunnitellusti. Yhdellä testattavista jouduin käyttämään muutamaa kuukautta aiemmin tehtyjä suoran hapenottotestin tuloksia vertailukohtana, koska koronaviruksen johdosta testiasemat eivät olleet normaalisti käytössä.

4.2 Testi 1, 22-vuotias pyöräilijä

Testattava henkilö oli 22-vuotias aktiivisesti monipuolista liikuntaa koko ikänsä harrastanut nuori mies. Hänen eniten harrastama yksittäinen liikuntamuoto on nykyään pyöräily, jossa hän kilpailee säännöllisesti. Hän on maantiepyöräilyn U-23-sarjan SM-mitalisti kaudelta 2019. Testin ajankohdaksi valikoitui helmikuun alku, jolloin luonnollisesti pyöräilykilometrejä hänellä ei ollut ohjelmassa talven takia kovin paljon. Tämän ei kuitenkaan uskottu olevan haitaksi testille. Vuosittainen pyöräilykilometrimäärä hänellä on yli 20-tuhatta kilometriä, mikä ajaksi muutettuna vastaa noin 800 tuntia vuositasolla.

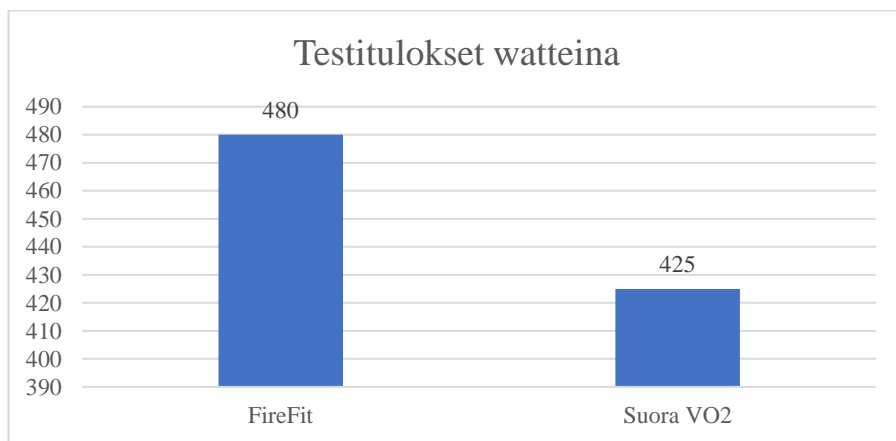
Tässä testissä oli tarkoitus tutkia, saako aktiivisesti pyöräilyä harrastava henkilö FireFit-testissä liian hyviä hapenottoarvoja kuntoonsa nähden. Oletuksena oli, että hyvin harjoitelleen pyöräilijän elimistö ei ehdi reagoida lyhyen FireFit-testin aikana kuormitustason muutoksiin, vaan sykekertymä kulkee ikään kuin jäljessä suhteessa muuttuneeseen kuormaan. Kokemusten mukaan on hyvin tavallista, ettei vauhtikestävyys- ja maksimiharjoituksissa syke vastaa tehtyä kuormitusta vaan on suhteessa lihasten laktaattipitoisuuteen ja tuotettuun tehoon nähden liian alhainen. FireFit-testauksessa ei mitata laktaatteja, ja kun testattava vasta lähestyy sykkeellä arvioitua submaksimaalista tasoa, on hän todennäköisesti jo siinä vaiheessa ylittänyt anaerobisen kynnyksen tehon jo minuutteja aiemmin. Lisäksi hyvin harjoitelleen anaerobinen kapasiteetti on lukuisten harjoitusten muokkaama. Tämä ilmenee siten, että hän ei juurikaan koe koko neljän minuutin kuormaa yli anaerobisen kynnyksen tasolla edes kovin rasittavaksi.

Pyöräilijällä tilanne on aivan eri kuin palomiehellä, joka ei ole pyöräillyt ja harrastanut mitään liikuntaa säännöllisesti yli anaerobisella tasolla. Mainitsemi sykkeen hidas reagointi harjoitelleella pyöräilijällä tarkoittaa sitä, että näin lyhyellä aikavälillä kuin FireFit-testi on, ei harjoittelusta johtuen syke ehdi vielä muutaman minuutin aikana reagoida kuormitustason nousuun. Kilpapyöräilyssä urheilijat käyttävät juuri tämän takia harjoittelun kuormittavuuden seurannassa pääsääntöisesti wattimittareita. Sykkeen seuranta on vain apuväline kuten laktaattimittaritkin. Vastaavasti esimerkiksi juoksussa, jossa tehoa ei voida luotettavasti mitata, toimii juoksuvauhti vastaavana mittarina.

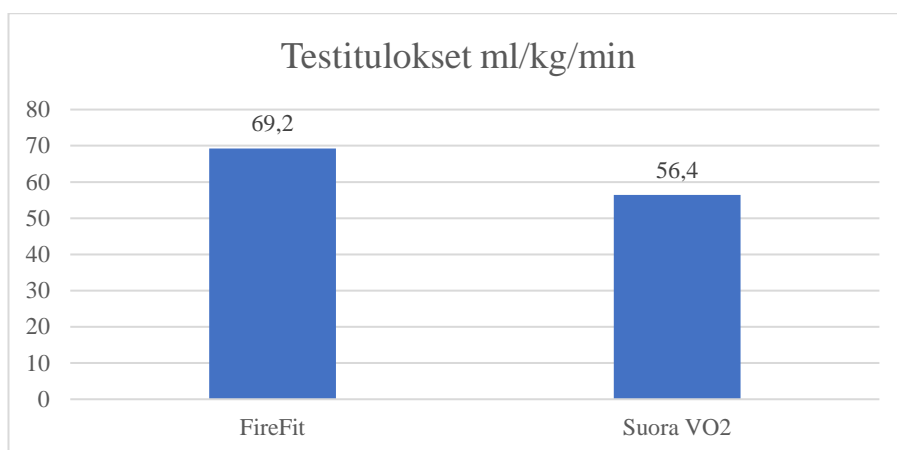
Testattava henkilö teki ensin suoran hapenottotestin ja parin päivän kuluttua hän teki pelastuslaitoksen FireFit-testin. Suorahapenottotesti piti sisällään hengityskaasujen analysoinnin ja laktaattimittaukset eri kuormitustasoilla.

Tulosvertailussa ei ole kiinnitetty huomiota muihin arvoihin kuin mitä FireFit-testissä palomiehiltä mitataan eli maksimaaliseen hapenkulutukseen litroina minuutissa ja hapen kulutukseen ml/kg/min. Nämä arvot olivat täsmälleen samat, jotka FireFit-testissä määrittävät palomiehen savusukelluskelpoisuutta.

Suora hapenottotesti testi tehtiin Kaartin Jääkäri Rykmentin Urheilukoulun tiloissa. Paikka on Puolustusvoimien Urheilukoulun valmennuskeskuksen testiasema Santahaminassa. Paikaksi valittiin Santahamina, koska testattava oli aiemmin varusmiehenä ollessaan testattu siellä ja testiasema on tunnettu luotettavana testipaikkana. Testi sujui ongelmitta, ja testin tulokset ovat nähtävissä kokonaisuudessaan liitteessä 1. Tulokset olivat johdonmukaiset hyväkuntoisen terveen nuoren urheilevan miehen arvoja: 4,78 litraa minuutissa, mikä hänen painollaan 85 kg tarkoittaa 56,37 ml/kg/min. Maksimisyke testin lopussa oli 187 lyöntiä minuutissa. Tulokset vastasivat hyvin peruskuntokauden kilpapyöräilijän arvoja.



Taulukko 2: Testattavan maksimitulos watteina



Taulukko 3: Testattavan maksimitulos ml/kg/min

Epäsuora hapenottotestitesti tehtiin Päijät-Hämeen pelastuslaitoksen tiloissa kaksi päivää myöhemmin. Testi toteutettiin FireFit-mallin mukaan siten, että jo tehdyn suoran hapenottotestin tulokset eivät olleet tiedossa ja niitä ei siksi hyödynnetty epäsuoran testin lähtötiedoissa. Pelastuslaitoksen testaaja suoritti testin juuri niin kuin FireFit-protokolla kuuluu viedä läpi. Vaikka edellisestä testistä ei ollut kuin kaksi vuorokautta aikaa, testattava koki olleensa täysin palautunut ja ettei aiemmalla testillä ollut todennäköisesti vaikutusta tulokseen. Nopea palautuminen on seurausta kilpaurheilijataustasta, ja siksi oli varmaa, ettei toinen testi tullut liian nopeasti edelliseen nähden.

Epäsuora testaustapa oli testattavalle uusi, hänellä ei ollut aiempaa kokemusta vastaavalla tavalla suoritettusta testistä. Testi oli kuitenkin sen verran hyvin ohjeistettu, ettei kokemattomuudellakaan ollut isoa vaikutusta tulokseen. Myös tämän testin tulokset olivat johdonmukaiset ja vaikuttivat hyvin loogisille tuntemuksiin verrattuna. Tulokset 5,88 litraa minuutissa ja 69,2 ml/kg/min ovat suhteessa validit mutta poikkeavat melko paljon suoran hapenotto-testin tuloksista. FireFit-ohjelma arvioi testattavan maksimisykkeeksi 202. Testi lopetettiin sykkeen ollessa 171 ja RPE-luku oli testattavan arvion mukaan 15.

Testiolosuhteista pelastuslaitoksella mainittakoon se, että kun kyseessä oli keskimääräistä selvästi pidempi henkilö, ei satulan korkeus testipyörässä ollut aivan optimaalinen. Ero oikeaan oli kuitenkin sen verran pieni, ettei sillä juurikaan ollut vaikutusta saavutettuihin tuloksiin.

4.3 Testi 2, 53-vuotias palomies

Tässä testissä oli tarkoitus selvittää testin lajispesifisyys anaerobisen aineenvaihdunnan kautta sillä tavoitealueella, johon epäsuora testi lopetetaan. Lajispesifisyyden todentamiseksi testattava teki myös kenttätestin, jossa hän polki FireFit-testin lopetuskuormalla maksimaalisen suorituksen. Tässä tapauksessa 230 watin teholla maksimipituaisen suorituksen. Testi toistettiin samalla protokollalla myös toisen FireFit-testin jälkeen, jotta tulosten vertailu keskenään olisi mahdollisimman luotettava.

Testissä oli 53-vuotias palomies, jolla on hyvin liikunnallinen tausta. Hän oli harrastanut aiempina vuosina melko vähän kestävyyslajeja mutta työuransa aikana hyvin paljon voimailulajeja ja eri kamppailulajeja. Testattavan ruumiinrakenne oli silmin nähden voimakas ja rasvaprosentti hyvin alhainen. Testattavalla on monen vuoden kilpajudotausta. Judossa kilpailusuoritus tehdään hyvin anaerobisesti, ja siksi oli mielenkiintoista nähdä, pystyykö hyvän anaerobisen suorituskyvyn omaava testattava hyötymään siitä pyörätestissä. Kestävyysliikuntaa hän kertoi harrastavansa nykyään säännöllisesti eri tavoin noin kolmesti viikossa. Kuntosalilla hän käy vähintään kahdesti viikossa. FireFit-testiin liittyvässä voimaosiossa hänen lihaskuntonsa oli juuri arvioitu erinomaiseksi. Työn toimenkuvan takia hänet oli testattu FireFit-testillä useita kertoja aiemmin, mutta ei viimeiseen kymmeneen vuoteen suoralla hapenottotestillä. Hänen maksimisyke perustui aiempiin FireFit-testeihin. Maksimisyke oli arvio, ei mitattu tulos.

Testattavalle tehtiin jakson aluksi FireFit-testi, jonka aloituskuormaksi testaja määritteli saman kuorman, jolla hän oli tehnyt viimeisimmät testit. Testattava verrytteli testiin hyvin. Verryttely sisälsi myös pyöräilyä ennen testiä. Testi sujui loogisesti eteenpäin sisältäen aina kuorman nousun jälkeen sykkeen luonnollisen nousupiikin, joka kuitenkin tasaantui aina reilun minuutin pyöräilyn jälkeen. Ensimmäisen kuorman sykevaihteluväli ei ollut ihan normaali mutta muuten lihakset adaptoituivat uuteen ärsykkeeseen hyvin ja sykkeen nousu tasoittui aina kuorman loppua kohden. Sykkeen nousut vastasivat hyvin kuormitustason nousua, testissä ei tullut eteen mitään yllättävää. Kun testattava saavutti RPE-tason 15 ja sykkeen 168 (arvioitu maksimi 186), testaja lopetti testin. Silloin laskennallisesti saavutettiin 85 % tulos maksimista. Watteina tämä kuorma oli 231 w, mikä ennusti 271 watin maksimisuoritustehoa. Aiempiin testeihin verraten testi meni hyvin, ja tulos oli melko tarkkaan samalla tasolla kuin kolmessa edellisessä testissä. Testitaulukon mukaan tulos 47,7 ml/kg/min vastaa

luokkaa erinomainen ikä huomioiden. Työtehona viimeinen loppuun ajettu kuorma oli noin 85 % arvioidusta maksimista.

Testien välissä testattava teki kuukauden pituisen elimistön suorituskyvyn parantamiseen suunnatun treeniohjelman. Testattava kävi ensin FireFit-testissä, ja sen perusteella laaditut kenttätestit suoritettiin neljän päivän kuluttua testistä, ennen ja jälkeen treenijakson. Idea oli testattavan kohdalla selvittää kenttätestien avulla sitä, kuinka paljon lyhyellä tarkkaan suunnatulla harjoittelulla saadaan työtehoa parannettua lihasten kyvyssä käsitellä maitohappoa. Jos näin tapahtuu, kertoo se siitä, että hapenoton määrällä tässä prosessissa ei ole isoakaan merkitystä. Olennaista on se, että tarvittava työ pystytään tekemään pienemmällä rasituksen tunteella. Pienempi kuormituksen tunne johtuu siitä, että testattava on totuttanut näillä suunnitelluilla täsmäharjoitteilla elimistönsä käsittelemään maitohappoa anaerobisella kynnyksellä paremmin. Oletusarvona oli se, että toinen kenttätestitulos on parempi kuin ensimmäinen. Hapenottokyvyssä etukäteen ajatellen tuskin ilmeni parannusta. Oletettavaa oli, että jos näiden kahden FireFit-testin tulos on kutakuinkin samalla tasolla, silloin toteutunut kehitys oli tapahtunut suorituskyvyssä, ei hapenottokyvyssä.

FireFit-testin jälkeen testattava teki kenttätestin epäsuoran testin lopetuskuormalla eli mahdollisimman lähellä arvioitua anaerobista kynnystä. Kenttätestissä idea oli ylläpitää saavutettua anaerobista kynnystehoa mahdollisimman kauan ilman taukoa. Ensimmäisen testin tulos oli 4 min 45 sek. Tulos oli melko vaatimaton, etenkin huomioiden hänen anaerobinen lajitaustansa. Tätä tehtyä kenttätestiä käytettiin pohjana ohjelmalle, jonka testattava toteutti kuukauden aikana. Harjoitusohjelma pohjautui siis testattavan teoreettiseen maksimi hapenottotasoon. Treenijakson tarkoitus oli kehittää etenkin testattavan suorituskykyä ja kenttätestin avulla näyttää toteen, mikä on teoreettisen hapenottoarvon ja todellisen tehdyn työn ero. Jo ennalta oli selvää, että jos samalle viivalle laitetaan kaksi henkilöä, joilla on sama teoreettinen hapenottokyky, tehtävän työn tehossa voi olla iso ero.

Useiden eri kestävyysurheiluteosten mukaan hyvin harjoitellut kestävyysurheilijat pystyvät ylläpitämään anaerobisella kynnyksellä (Anak) tapahtuvaa työtä maksimissaan noin tunnin ajan. Nuorilta maratoonareilta on mitattu jopa reilusti yli tunninakin kestäviä suorituksia. Hyvin yleistä on, että kestävyysurheilijoilla anaerobinen kynnys asettuu 80 - 90% kohdalle maksimi hapenotosta. Kun etukäteen tiedettiin, ettei kyseessä ollut kestävyysurheilija, niin oli odotettavissa, ettei hän pysty verraten vaatimattoman pyöräilytaustan takia ylläpitämään

tehoa lähellekään mainittua tuntia. Oletuksena ja tavoitteena oli pystyä kuitenkin yli 15 minuutin kestoisiin harjoitteisiin ja siihen että oikeanlaisella tarkkaan tiettyyn ominaisuuteen keskittymällä voisi parannuksen tuloksissa olla jopa 10 % luokkaa, vaikka harjoittelu-aika oli vain kuukausi.

Ensimmäinen harjoitus oli samalla kenttätesti, joka osoitti hyvin sen, mikä merkitys sillä on, kun elimistö ylittää työtehossa anaerobisen kynnyksen ja lihaksistoon kertyy enemmän maitohappoa kuin sitä on mahdollista eliminoida. Harjoituksen tarkoitus oli ajaa yhtäjaksoisesti 230 w teholla 15 minuuttia. 230 wattia oli liian kova teho tämän pituiseen harjoitukseen, vaikka teho oli sama kuin FireFit testin lopetuskuorma. Jos hyvän taloudellisen tekniikan ja pyöräilyyn harjoittelulla sopeutunut elimistö pystyy tuottamaan anaerobisen kynnyksen tehoa jopa tunnin ajan yhtäjaksoisesti, miksi sitten testattava ei pystynyt näin tekemään? Merkittävin syy on hänen pyöräilyyn tottumaton lihaksistonsa, jolloin lihaksisto ei pystynyt enää tekemään suunnitelman mukaista työtä riittävän kauan. Toinen syy on myös aineenvaihdunnallinen. Kun elimistön laktaattipitoisuus nousee yli anaerobisen kynnyksen, laktaatti alkaa kerääntyä elimistöön. Jos elimistö ei ole harjoittelun myötä oppinut poistamaan maitohappoa lihaksista työtä samanaikaisesti tehden, liike alkaa hidastua ja työteho laskee, kunnes lopulta loppuu kokonaan. Haastattelun perusteella testattava ei ole juurikaan tehnyt tämän tyyppistä harjoittelua polkupyörällä mutta vastaavasti pallopeleissä ja kamppailulajissa oli.

Harjoittamaton, tai tässä tapauksessa ehkä ennemmin kova tehoiseen pyöräilyyn totuttamaton, elimistö ei pysty työskentelemään lähellekään 85 % tehoa maksimista tunnin suoritusta. Pelkästään tämän harjoituksen perusteella on helppo uskoa testattavan anaerobisen kynnyksen olevan reilusti alle 80 %, saattaa olla, että jopa alle 75 % siitä maksimityömäärästä mikä FireFit-testissä arvioitiin. Eri ihmisten anaerobinen kynnys työmääränä vaihtelee välillä 80 - 90% maksimista harjoittelustaustan mukaan (Nummela ja Pelttonen 2018, 97.). Jos testattavan tulosta mitattaisiin toiminnallisilla testeillä, niin tämä tunnin yhtäjaksoisen tuotettavan työmäärän prosenttiosuus maksimista olisi todennäköisesti välillä 70 - 75 prosenttia maksimiarvosta. Allenin ym. (2011, 26) mukaan tämä FTP- (functional threshold power) taso vaihtelee harjoittelun spesifisyyden mukaan eri ihmisillä 70 - 90 prosentin välillä, vaikka heidän maksimaalinen hapenottokykynsä pysyisikin koko ajan samana. Yleinen käsitys on FTP-tason olevan huippu-urheilijoilla lähempänä 90 prosenttia ja huonomman kestävyyskunnan omaavilla ihmisillä vastaavasti reilustikin alle 80 prosenttia.

Jos mietitään sitä, onko testattavan anaerobinen kynnys määritelty tässä testissä oikein ja tulosta verrataan laskennalliseen tulokseen sykkeinä, saadaan tulokseksi 167. Laskentaan on käytetty Karvosen kaavaa: $Sykereservi \times teho (\%) + leposyke$. Vaikka testattavan maksimisyke 186 olisi arvioitu väärin, ei laskennallisella ikään perustavalla sykearviolla 179 anaerobisen kynnyksen arvo muutu kuin yhdellä sykkeen lyönnillä. Laskennallisen maksimisyke on saatu kaavasta $208 - (0,7 \times ikä)$ (Tanaka 2001). Tällä periaatteella 85 % maksimiarvosta on lähellä totuutta ja testin tulos validi suhteessa käytännön testi treeniin, jossa testattava yritti ajaa 230 watilla 15 minuuttia.

Tehdyt testit tuovat esille sen, miten kuukauden hyvin intensiivinen ja lajispesifinen treeni vaikuttaa testattavan suorituskykyyn. Kuukausi on aivan liian lyhyt aika parantaa varsinaisesti hapenottoa keneltäkään, mutta suorituskykyyn kuukaudessakin voidaan saada kehitystä. Ohjelmaan kuului yhteensä kahdeksan anaerobista kykyä kehittävää harjoitusta. Harjoitukset olivat lyhyitä, ja niitä oli kahta eri tyyppiä. Puolet treeneistä yritettiin ajaa mahdollisimman lähellä tehdyn FireFit-testin määrittämää 85 % tehoa maksimista ja puolet harjoituksista tehtiin 30 sek maksimaalisina vetoina. Yhtäjaksoisten treenien tehollinen kesto vaihteli 15 - 20 minuutin välillä ja 30 sekunnin vetojen määrä 10 - 18 kappaleen välillä. Taulukosta 2 näkyy kaikkien suunniteltujen harjoitusten sisältö.

Ohjelma piti sisällään kahdeksan anaerobista harjoitusta:

pvm	Harjoitus
29.maalis	FireFit testi
14.huhti	15 min 230w, mahd. kauan ka. Wattimäärä = kenttätesti
18.huhti	2 x 6 x 30sek max/15sek pal/5min pal sarjojen välissä
22.huhti	15 min 230w, tai mahd hyvä ka. Wattimäärä
26.huhti	3 x 6 x 30sek max/15sek pal/5min pal sarjojen välissä
30.huhti	20 min 230w, tai mahd hyvä ka. Wattimäärä
4.touko	3 x 8 x 30sek max/30sek pal/5min pal sarjojen välissä
8.touko	20 min 230w, tai mahd hyvä ka. Wattimäärä
12.touko	3 x 10 x 30sek max/30sek pal/5min pal sarjojen välissä
16.touko	15 min 230w, tai mahd hyvä ka. Wattimäärä
23.touko	FireFit testi ja noin viikon päästä kenttätesti

Taulukko 4: Testattavan yhden kuukauden harjoitusohjelma

Testattavan harjoittelujakso alkoi oletetun alavireisesti suhteessa tehtyyn testiin. Testattavalla ei ollut ensimmäisessä treenissä minkäänlaisia mahdollisuuksia ylläpitää hänen submaksimaalista tehoaan yllä suunniteltua 15 minuuttia. Harjoituksen keskitehoiksi äärimmäisen ponnistelun jälkeen tuli 195 w, mikä on 72 % hänen maksimituloksestaan oletusarvona,

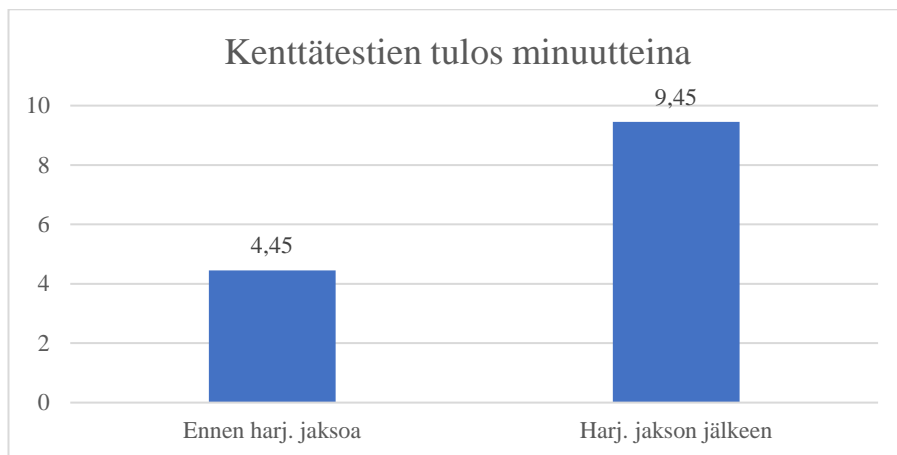
että testin tulos on määriteltä oikein. Samalla suoritettuna kenttätestin tulos oli 4 min 45 sekuntia.

Seuraavat kolme yhtäjaksoisen tasatehoisen mallin mukaista treeniä sujuivat suurin piirtein samoilla tehoilla mutta kuitenkin sillä erotuksella, että testattava tunsi ajamisen tuntuvan vähitellen helpommalta. Keskiarvotehoissa ei silti selvää parannusta ilmennyt mutta testattava pystyi ylläpitämään samaa tehoa viisi minuuttia kauemmin. Viimeisessä harjoituksessa keskiarvotehot nousivat jo noin 3 %. Nousu oli prosentteina pieni mutta tässä tapauksessa suuntaa antava. Lisäksi treenin ensimmäisen puoliskon tulos oli jo sama 230 wattia eli aiemmin saavutettu submaksimaalinen testitulos. Oletettavasti jos harjoittelua olisi vielä jatkettu, tavoiteltu 10 % parannus olisi hyvin ollut mahdollinen.

Tasavauhtisten treenien välissä tehdyt intervalliharjoitusten oli tarkoitus herättää elimistön energiantuottomekanismi ATP-energian tuottoprosessin mobilisoinnin kautta. Näillä selvästi anaerobisen kynnyksen yläpuolella tehtävillä intervaleilla elimistöä valmistettiin kestämään kovempaa tehoa. Periaatteena on sama, miten kilpapyöräilijät nostavat ennen kilpailukautta suorituskäytönsä sille tasolle, johon on edellytykset. Tällaisilla harjoituksilla nostetaan pääsääntöisesti testissä mitattavaa työmäärää, ei hapenoton maksimiarvoa. Myös palomiehen työssä tällä seikalla on iso merkitys. Hyvän hapenoton arvon omaava henkilö ei välttämättä ole työtehosta lähelläkään sitä tasoa, jota epäsuora testi näyttää.

Vaikka submaksimaalinen toinen FireFit-testi osoitti testattavan hapenottokäytön parantuneen hieman, selittynee osa tästä parannuksesta normaalilla virhemarginaalilla ja lievästi pienemmällä omalla painolla. Ero aiempaan testiin oli marginaalinen, ja sitä ei oikeastaan tullut vaan tulos oli melko tarkkaan sama. Sen sijaan kuukauden anaerobisen harjoitusjakson jälkeinen kenttätestitulos parantui huomattavasti. Ensimmäisen kenttätestin tulos oli alle viisi minuuttia mutta toinen testi oli jo yli seitsemän minuuttia. Parannusta edelliseen tuli lähes 40 %. Testituloksen parannus osoittaa vain ja ainoastaan hänen lihaksistonsa sopeutumisen korkean laktaattipitoisuuden työhön pyöräilyssä. Tulos ei mitenkään korreloi hapenottokäytöä vaan kertoo ainoastaan testihenkilön elimistön sopeutumisesta käsittelemään laktaattia polkupyörää ajamalla. On selvää, että jos testi oltaisiin tehty jollain toisella tavalla ja harjoittelu vain pyörällä, ei kehitystä juurikaan olisi tapahtunut, tai ainakin se olisi ollut huomattavan paljon pienempi. Tästä voidaan tehdä johtopäätös: Onko testattava nyt kestävämpi ja omassa työssään tehokkaampi? Tuskin, mutta pyöräilyssä anaerobisella tasolla hän on.

Miettiä pitää, että jos yhden kuukauden hyvin tarkalla lajispesifisellä anaerobisella harjoittelulla voidaan parantaa suorituskyykyisyys kaksinkertaiseksi, ilman hapenottokyvyn todellista paranemista, onko pyörällä ajettava testimalli liian lajispesifinen suoritus palomiehille? Seuraava jatke kenttätestille olisi todennäköisesti ollut se, että jos harjoittelua olisi jatkettu 2 - 3 viikon jälkeen, olisi tämä näkynyt sykekertymän laskuna ja RPE-luvun pienenemisenä FireFit-testissä, mikä vastaavasti olisi antanut myös laskennallisesti paremmat hapenottoarvot. Uloshengityspuhalluksena muutosta tuskin olisi vielääkään huomannut, mutta silti tehty työmäärä olisi ollut parempi ja testitulos myös parempi, koska tehty wattimäärä on testin submaksimaalinen testitulos. Suomennettuna tehty työmäärä on eri tulos kuin keuhkoista laskennallisesti saatu ml/kg/min-arvo. Mitä pienemmällä laskennallisella hapenotolla testattava tekee suuremman työn, sitä parempi hänen taloudellisuutensa tällä testitavalla. Jos kenttätestin tulos siirrettäisiin käytäntöön, testattava olisi jaksanut ajaa huomattavan paljon kauemmin samalla teholla eteenpäin.



Taulukko 5: Testattavan kenttätestien tulokset

4.4 Testi 3, 23-vuotias hiihtäjä

Tässä testissä oli tarkoitus tutkia, kuinka paljon eri lajitaustalla hankittu hyvä hapenottokyky on verrannollinen epäsuoran FireFit-testin tuloksiin. Tiedossa oli etukäteen testattavan maksimisyke, joka oli testattu häneltä sauvajuoksulla ja juosten. Mielenkiintoista oli myös verrata, kuinka suuri ero kilpapyöräilyä harrastavan testattavan ja kilpahiihtoa harrastavan tuloksissa on FireFit-testissä.

Testattavana oli 23-vuotias kilpahiihtoa harrastava mies, jolla oli monipuolinen tausta liikunnan parista. Pääsääntöisesti hän harrastaa nykyään kestävyysurheilulajeja sekä kesällä että talvella. Päälajeina testattavalla on hiihtosuunnistus ja hiihto, joissa hän kilpailee maa-joukkueetasolla. Hänestä oli useita suorien testien tuloksia käytettävissä ennen FireFit-testiä, ja siksi myös maksimisyke oli mitattu viimeisen puolen vuoden aikana sauvajuoksutestillä kahdesti. Pyörällä maksimisyke oli mitattu häneltä viimeksi noin kolme vuotta sitten. Aiempaa liikuntataustaa hänellä oli myös koripallosta ja muista peleistä.

Rakenteeltaan testattava oli tyypillinen kestävyysurheilija; hoikka, pituuteensa nähden kevyt ja pienen kehon rasvaprosentin omaava henkilö. Kestävyysurheilijana hänen harjoittelunsa on ollut monipuolista ympäri vuoden. Harjoittelu on koostunut pääosin hiihdosta, juoksusta ja voimaharjoittelusta. Pyöräilyä on kesällä jonkin verran ohjelmassa, noin kerran viikkoon läpi kesän. Harjoittelun ja kilpailemisen kokonaismäärä vuodessa on huomattavan suuri, noin 750 - 800 tuntia.

FireFit-testi oli hänelle urheilutaustasta huolimatta ensimmäinen epäsuora submaksimaalinen testi polkupyörällä. Lähtökohtana käytettiin vanhoja maksimisykearvoja sekä suorien hapenottotestien viimeisintä tulosta. Testaaja aloitti testin 121 watin verryttelykuormalla ja portaan nousuksi määräytyi silloin 50 wattia. Aiemmassa suorissa hapenottotesteissä sauvajuoksussa hän oli saavuttanut 197:n maksimisykkeen. Verraten vähäisen pyöräilytaustan takia arvioitiin maksimisykkeen olevan pyörällä ainakin viisi lyöntiä alempana. Testiohjelmassa käytettiin maksimiarvoa 192.

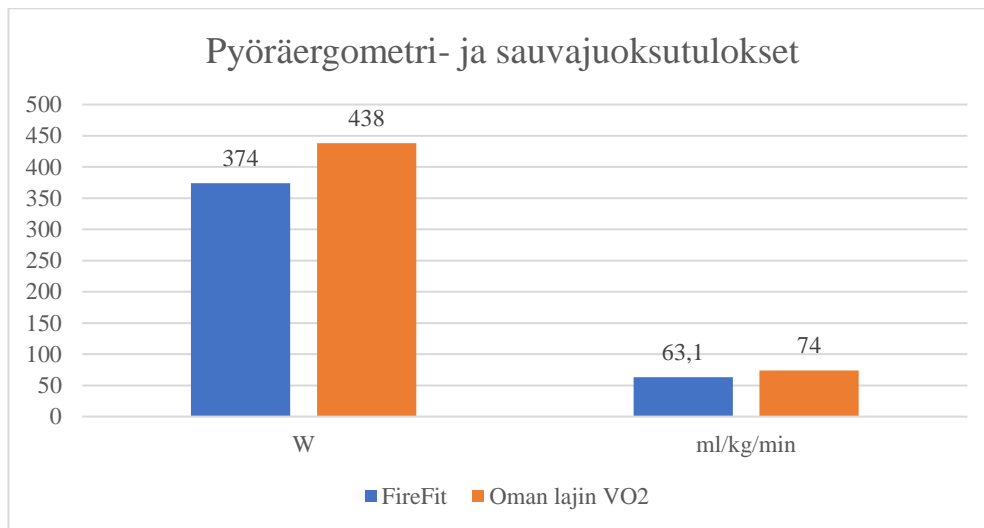
Testi alkoi jyrkällä sykkeen nousulla ensimmäisen minuutin ajan, minkä jälkeen koko loppu kuormalla syke ei enää juurikaan noussut. Sykkeen tasoittuminen oli luonnollinen seuraus oikean ja taloudellisen kadenssin löytymisestä. Vielä toisellakin kuormalla sykkeen nousu ei ollut aivan verrannollista tehoon nähden, mutta seuraavilla kahdella kuormalla sykekeritymä oli jo varsin looginen ja lineaarisen nousujohteinen. Lähestyttäessä neljännen portaan loppua testattava oli vielä hyvävoimaisen oloinen ja uskoi pystyvänsä jatkamaan vielä seuraavan kuorman loppuun. Seuraava porras oli kuitenkin liikaa, ja testattava tunsu erittäin voimakkaan hapotuksen tunteen jaloissa, ja kun tuntemus ylitti RPE-asteikon arvon 15, testi lopetettiin. Loppuun ajettu kuorma vastasi 78 prosenttia ja vastaavasti minuutin kestänyt viimeinen porras noin 90 prosenttia arvioidusta maksimi kapasiteetista. Todellinen submaksimaalinen tavoitetaso on varmasti lähellä 85%. Testin lopputulos 63,1 ml/kg/min on saman

ikäisiin palomiehiin verrattuna hyvä tulos, mutta oletusarvona selvästi alempana, mitä hän on pystynyt tekemään omaa lajiaan lähempänä olevalla sauvajuoksutestillä.

Testattava itse ei ollut tyytyväinen omaan suoritukseensa. Etukäteen hän oli ajatellut pystyvänsä selvästi parempiin tuloksiin. Vertailukohtana hän käytti omia aiempia juosten ja sauvajuoksuna tehtyjä suorita hapenottotestejä. Hän kertoi jalkojen lihasten tavallaan tukehtuneen maitohappoon viimeisellä kuormalla, vaikka vielä reilua minuuttia aiemmin tunne oli vielä hyvävoimainen ja raskuustaso vielä hallittavissa. Hänen mielestään jalat eivät edes tuntuneet testin lähdettäessä viimeiselle kuormalle kovin väsyneille, mutta silti tehon tuottaminen viimeisellä neljän minuutin kuormalla loppui kuin seinään. Hänen mielestään juosten samaa tilannetta ei olisi voinut tapahtua.

Suora hapenottotesti tulokset jouduttiin koronaviruksen aiheuttamien rajoitusten takia jättämään tekemättä, mutta koska testattavalla oli tehtynä syksyllä 2019 sauvamattotestinä vastaava testi, näitä tuloksia käytettiin vertailuna. Testattavan oman arvion mukaan nämä tulokset eivät olleet ainakaan huonommat suhteessa hänen kuntoonsa etukäteen suunniteltuna aikana.

Suoran testin tuloksia verrattuna epäsuoraan testiin näkyi erittäin hyvin se oletamus, että hyväkuntoinen muun kuin pyöräilytaustan omaava henkilö ei saa FireFit-testissä luotettavia tuloksia. Tulokset olivat selvästi alle hänen kuntotasonsa. Suoran hapenottotestin tulos oli noin 12 ml/min/kg parempi kuin epäsuoratestin arvioitu maksimitulos oli. Prosentteina ero oli yli 18 %. Keuhkojen kapasiteetin ero litroina oli noin 0,6 litraa. Maksimisyke arvio oli lähellä oikeaa, sillä ero oli vain kaksi lyöntiä minuutissa. Tässä arvio osui paremmin oikeaa, sillä FireFit-testissä oli käytössä testattavalta aiemmin mitatut tulokset. Tehon tuottoa ei suoraan voi verrata sillä FireFit-testissä tehoa mitataan watteina ja juoksumatolla suorassa testissä watteja ei voida mitata. Taulukossa 6 on sauvajuoksutestin tulos suhteutettu wateiksi.



Taulukko 6: Eri testitapojen vaikutus tuloksiin testattavalla

Huomattavaa tuloksissa oli se, että kun maksimisyke oli etukäteen tiedossa, epäsuorassa testin lopetuskuormassa päästiin hyvin lähelle tavoitetta, eli anaerobista kynnystä, joka suoran testin mukaan oli 76 % maksimista. Myös FireFit-testin lopetuskuorma on todella lähellä 76 prosenttia lopputulos 374 wattia. Tämän takia ilman tehtyä suoraa hapenottotestiä olisi helposti voinut pitää saatuja epäsuoran testin tuloksia luotettavina ja oikeina. Suoran testin loppuun asti tekeminen kuitenkin osoittaa sen, miten kauan harjoittelulla opetettu elimistö pystyy työskentelemään, vaikka happea ei olekaan enää käytössä tarvittavaa määrää ja lihaksistoon kertyy koko ajan enemmän maitohappoa, kuin elimistö pystyy puskuroimaan.

Jos testattava olisi palomies, hän todennäköisesti pystyisi työskentelemään savusukeltajana-kin suorituskyykynsä ääri rajoilla huomattavan paljon kauemmin kuin vastaavat pyöräergometritulokset hyvällä lajitekniikalla saavuttanut palomies. Testin tuloksista ilmenee siis tehdyn työmäärän eli jaksamisen määrä elimistön lihaksiston adaptaation kautta.

4.5 Testi 4, 40-vuotias palomies

Testillä 4 ideana oli teettää koehenkilölle ensi FireFit-testi pelastuslaitoksella ja sen jälkeen hänen oli määrä käydä suorassa hapenottotestissä Pajulahden Urheiluoipistolla. Tarkoitus oli etsiä poikkeamia suoran- ja epäsuoran testin välillä testattavalla henkilöllä.

Testattavana oli 40-vuotias palomies, jolla oli nuoruudesta aktiivinen jalkapallotausta. Nykyään hän pelaa eri liikuntamuodoista eniten mailapelejä ja noin kerran viikkoon hän pyö-

räilee ja lenkkeilee. Työmatkapyöräily ja kuntosali työvuoron aikana kuuluivat hänellä viikoittaisiin rutiineihin. Viimeisen parin vuoden ajan selkäongelmat olivat rajoittaneet huomattavasti hänen aerobisen liikunnan harrastamistaan yleisesti. Selkäongelmien takia pyöräilykin oli jäänyt viime aikoina vähemmälle. Huolimatta ongelmista testattava on yrittänyt pitää kuntoaan yllä eri tavoin kuten pelaamalla Padelia ja lenkkeilemällä aina, kun selkäkiput olivat sen sallineet.

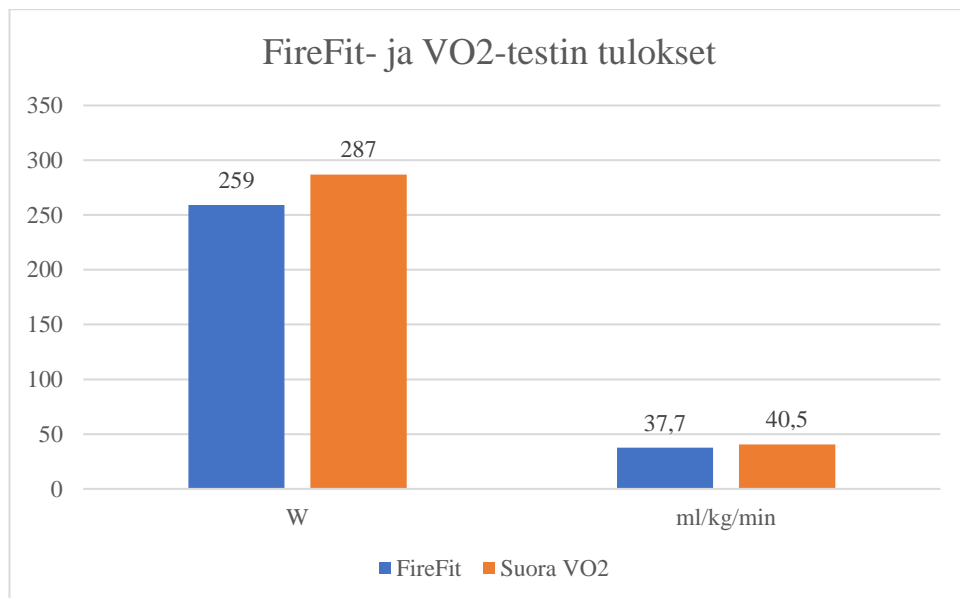
Ruumiinrakenteeltaan testattava on voimakas ja keskimääräistä palomiestä lihaskuntotestien perusteella vahvempi. Painoa hänellä on 93 kg, mikä on hänen pituiselle (187 cm) työterveyslaitoksen suositteleman painoindeksin ylärajoilla. Hänen painonsa on ollut likimain samaa luokkaa koko hänen työuran ajan. Palomiehen työura on hänellä lasketun eläkeiän noin puolessavälissä. Firefit-testejä hänellä on aiemmilta vuosilta useita, joten testaamiselle löytyi usealta vuodelta luotettavaa pohja-aineistoa oikean aloitustason määrittelyyn. Myös maksimisyke on ollut viime vuosina melko vakio, joskin pitkän ajan kuluessa lievästi laskeva. Maksimisykettä ei häneltä ollut koskaan aiemmin mitattu, eikä hän myöskään koskaan aiemmin ollut käynyt suorassa hapenottotestissä

FireFit-testin aloituskuormaksi testaaaja määritteli 113 wattia, joka on hyvin lähellä samaa kuin hänellä on ollut aiemmissa kolmessa testissä. Testiin testattava verrytteli normaalin FireFit-testin protokollan mukaan. Testi lähti muuten hyvin ja helpponäköisesti liikkeelle mutta sykkeen nousu heti ensimmäisten kahden minuutin aikana ei vastannut kuormitukseen vaadittavaa tehoa, vaan oli selkeästi koholla. Sykkeen nousu kuitenkin pieneni ja vakiintui tarvittavalle tasolle ennen ensimmäisen kuormitusportaan loppumista. Vielä toisella portaalla, heti kuormituksen lisäämisen jälkeen, syke harppasi reippaaseen nousuun, syke kuitenkin tasaantui portaan loppua kohden. Testi jatkui loppuun asti 42 watin nostoilla. Ajassa 16 minuuttia ja 239 wattia testaaaja lopetti testin, koska hän päätteli sykertymän ja testattavan RPE-arvon mukaan testin saavuttaneen testattavan submaksimaalisen tason. Testin lopputulos oli 259 wattia, joka painoon suhteutettuna antaa tuloksen 37,7 ml/min. Testein lopussa testattavan syke oli 175 lyöntiä minuutissa ja kertyneen sykeseurannan perusteella FireFit-ohjelma arvioi testattavan maksimisykkeeksi 181 lyöntiä minuutissa.

Testi sujui pääpiirteittäin erinomaisesti, ja tulosta voidaan pitää niin luotettavana kuin epäsuora testi yleensä voi olla. Mitään haittatekijöitä ei ilmaantunut testin aikana, ja testattavan mukaankin testi meni hänen mielestään siihen luokkaan, johon hän oli ennakoon ajatellut-

kin. Alkuvaiheen epälineaariset sykkeen vaihtelut johtuivat todennäköisesti nopeista kaudenssin muutoksista, kun testattava yritti hakea oikeaa pyöritysnopeutta alkaneelle kuormalle. Tällaiset sykkeen muutokset ovat hyvin tyypillisiä testin alkuvaiheessa, kun testattavalla on vielä ikään kuin reserviä käytettävissä, koska lihaksiin ei vielä ole kertynyt maitohappoa rajoittamaan pyrähdymiä. Myös huolellisemmalla ja etenkin pidemmällä verrytyksellä tätä alkuvaiheen epälineaarista sykekertymää olisi ehkä voinut tasoittaa.

Suora hapenottotesti tehtiin Pajulahden Urheiluopistolla. Testi oli testattavalle ensimmäinen laatuaan. Testissä mitattiin sykkeen ja tehon lisäksi hengityskaasut sekä veren laktaattipitoisuus jokaisen kolmen minuutin kuorman jälkeen. Kuormitusportaan nosto oli koko testin ajan 30 wattia kerrallaan. Testi sujui testaaja Juha Sorviston mukaan loogisesti, ja testin tulos maksimikestävyyden osalta oli keskivertoa ikä huomioiden. Suoran testin tulos oli melko tarkalleen sama, kuin testattava oli saanut pelastuslaitoksen FireFit-testissä. Sorviston mukaan tähän liittyi kuitenkin paljon sattumaa, sillä epäsuorassa testissä maksimisyke oli arvioitu huomattavan paljon alhaisemmaksi. Jos epäsuorassa testissä olisi käytetty 195 maksimisykettä 181:n sijaan, olisi testin tulos noussut noin 40 ml/kg/min tasolle, joka olisi vastannut paremmin suoran testin tulosta.



Taulukko 7: Testattavan FireFit- ja suoran VO2-testin tulokset watteina ja ml/kg/min-arvona

Tässä testissä tuli hyvin esille se, miten tärkeää oikean maksimisykkeen käyttö FireFit-testauksessa on. Väärällä arviolla saadaan käytännössä ikäänsä nähden hyvä kuntoinenkin palomies saattaa saada hylätyn testituloksen. Testi on tietysti yksittäistapaus mutta ei varmasti

ainoa laatuaan. Laskennallisesti ero tulosten välillä on noin 8 %, ja jos tähän vielä lisätäisiin se, että testattava olisi arvioinut oman tuntemuksensa epäsuoran testin submaksimaalisella tasolla väärin, puhuttaisiin jo reilusti yli 10 prosentin virhemarginaalista. Ero voi tuntua pienelle, mutta jos tulos suhteutetaan savusukelluskelpoisuuden rajan tuntumaan, voi testin läpäisy olla kiinni oikeasta maksimisykearviosta. Näin ei saisi olla vaan testi pitäisi olla niin luotettava, ettei testaajan tai testiohjelman laskennallinen virhe aiheuta kenenkään testin hylkäämistä.

4.6 Testi 5, 56-vuotias palomies

Testissä 5 ideana oli teettää koehenkilölle ensi FireFit-testi pelastuslaitoksella ja sen jälkeen hänen oli määrä käydä suorassa hapenottotestissä Pajulahden Urheiluopistolla. Tarkoitus oli etsiä poikkeamia suoran- ja epäsuoran testin välillä testattavalla henkilöllä.

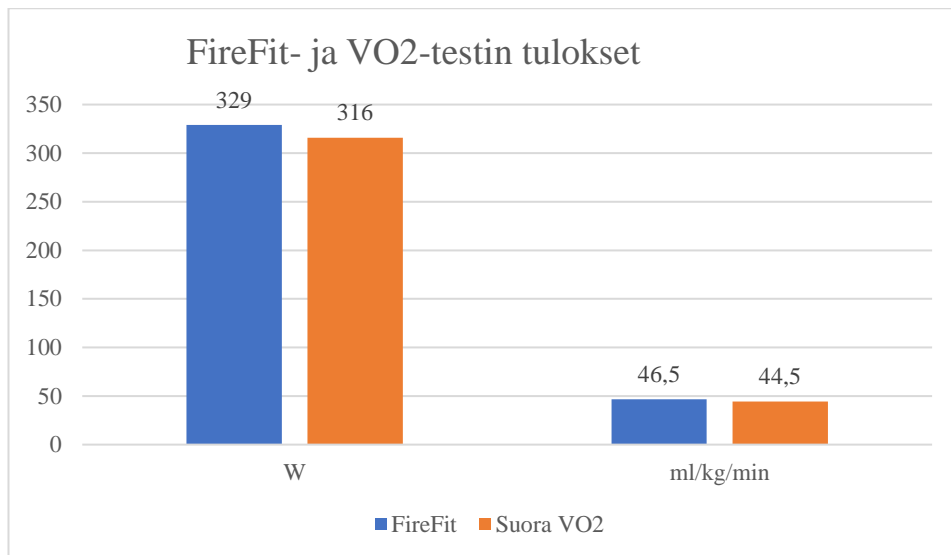
Testattava oli 56-vuotias palomies. Hänellä on taustaa jääkiekosta ja kaukalopallosta nuoruusvuosiltaan maajoukkueetasolle asti. Nykyään hän on suuntautunut enemmän kestävyyslajeihin, joista eniten pyöräilyyn. Hän pyöräilee vuosittain melko paljon maantiellä ja jonkin verran myös maastossa. Hän on myös aktiivinen kuntosaliharrastaja. Saliharjoittelussa hänellä painopiste on siirtynyt painonnostosta omalla painolla tehtäviin liikkeisiin. Kuntosaliharjoituksia hänelle tulee pääsääntöisesti kahdesti viikossa. Talvella hänellä on myös hiihtoa ja lenkkeilyä mukana viikoittain. Ruumiinrakenteeltaan hän on hyvin tyypillinen palomies, roteva ja voimakas mutta silti työterveyslaitoksen suositteleman palomiesten painoindeksin puolivälissä. Häneltä löytyi monta aiempaa FireFit-testitulosta, joista oli helppo määritellä hänelle oikeat kuormat testiin. Suoraa hapenottotestiä hänelle ei ole tehty koskaan, eikä myöskään maksimisykettä mitattu vaan aina arvioitu se laskennallisesti.

Testi lähti hyvin epätyypillisesti liikkeelle, sillä jo ensimmäisellä verryttelykuormalla 119 w, syke hyppäsi nopeasti yli 130:n lukemiin. Syytä tälle harppaukselle ei löytynyt, ja kun syke vakiintui jo toisella kuormalla kuormitusta vastaavalle tasolle, ei tällä uskottu olevan sen enempää vaikutusta lopputulokseen, etenkin kun testattava koki olonsa ihan normaaliksi ja kysyttäessä RPE-lukua, vastasi se hänen mielestään hyvin kuormitusta sillä hetkellä. Tässä testissä verryttelyn vähyydestä tuskin oli kyse, sillä testattava verrytteli ennen suoritusta lähes puoli tuntia. Testin edetessä sykekertymän muutokset olivat hyvin loogisia aina viimeiseen 294 watin kuormaan asti. Siinä viimeisellä parilla minuutilla sykkeen lineaarinen nousu

pysähtyi lukemaan 173 ja testattava tunsu jaloissa selvästi happivielan vaikutuksia. Koska RPE-luku oli tasolla 18, testi päätettiin lopettaa ja lopputulokseksi määrältyi 329 wattia mikä hänen painonsa huomioiden vastaa 46,8 ml/min hapenottoarvoa. Tulos on selkeästi ikäryhmän keskiarvon yläpuolella ja vastaa näin hyvin hänen liikunnallista taustaansa. Huomioitavaa oli kuitenkin se, että tulos jäi selvästi vuotta aiemmin tehdystä testistä. Ero oli 31 wattia, mikä millilitroina vastaa 0,34 litraa minuutissa. Myös kolmen vuoden takainen testitulos on ollut selvästi parempi, lähes 8 ml/min/kg.

Testin jälkeen käydyssä keskustelussa testattava sanoi jo testin aikana tunteneensa, ettei suorituskyky ollut sillä hetkellä ihan paras mahdollinen. Syytä tähän ei löytynyt muuta kuin se, että anaerobisia pyöräharjoitukset ovat jääneet vähemmälle ja harjoittelu on ollut enempi tasavauhtista peruskuntoharjoittelua. Keskusteluissa kävi myös ilmi, ettei koko keväänä ohjelmassa ole ollut yhtään intervallityyppistä treeniä pyörällä, eikä normaalia jääkiekkoharjoitteluakaan ole tullut niin paljon kuin aiempina vuosina. Tätä taustaa vasten on testin hieinan huonompi tulos ihan ymmärrettävä.

Suora hapenottotesti tehtiin Pajulahden Urheiluoipistolla. Testi oli testattavalle ensimmäinen laatuaan. Testissä mitattiin sykkeen ja tehon lisäksi hengityskaasut sekä veren laktaattipitoisuus jokaisen kolmen minuutin kuorman jälkeen. Kuormitusportaan nosto oli koko testin ajan 30 wattia kerrallaan. Testi sujui kokonaisuudessaan hyvin, ja yhteenvetona testi oli testaaja Juha Sorviston mielestä hyvin tasapainoinen ja tulokset vaikuttivat luotettaville. Testissä tuli hyvin testattavan aerobinen kestävyystausta esille. Sorviston mielestä testin loppuvaiheen hapenkuljetus jäi aavistuksen oletusarvoa pienemmäksi, mutta muuten hapenkuljetus nousi lineaarisesti koko testin ajan kuormituksen kasvaessa. Sykkeen muutokseen nähden myös hapenkuljetus lisääntyi lineaarisesti myös testin lopussa, sillä kun syke ei enää noussut, ei noussut myöskään hapenkuljetus. Testattavan maksimaalista hapenottokykyä suorituksena Sorvisto piti ikään suhteutettuna erinomaisena. Sen sijaan hapenkuljetus kapasiteetti oli hieman alhaisempi verraten työmäärään ja aiempiin epäsuoriin testeihin. Sorviston mielestä tässä testissä näkyy hyvin se, miten tärkeää oikea maksimisykearvio on epäsuorassa testitavassa.



Taulukko 8: Testattavan FireFit- ja suoran VO2-testin tulokset watteina ja ml/kg/min-arvona

Tuloksista on myös luettavissa se, että jos maksimisyke on arvioitu oikein niin sillä, osuuko epäsuoran testin lopetus juuri oikealle kuormalle, ei ole paljoakaan merkitystä. Oikea maksimisykearvio etukäteen on epäsuoran testitavan tärkein suure. Laskennallisesti tässäkin testissä saavutetulla maksimisykkeellä testattavan FireFit-testin tulokset muuttuisivat noin 3 ml/kg/min alaspäin. Muutos voi tuntua pienelle mutta jos suhteutetaan se siihen vaihteluväliin, jolloin 100 % on sama kuin testin maksimitulos, prosentteina muutos on hieman yli 6 %. Eli käytännössä kaksi lyöntiä väärin arvioitu maksimisyke aiheuttaa tässä tapauksessa 6 prosentin virheen lopputuloksissa.

Vaikka tässäkin on kyse yksittäisestä tapauksesta ja maksimisykkeessäkin on pientä päiväkohtaista vaihtelua, on tämä testi hyvä osoitus siitä, miten tärkeää on olla tietoinen testattavan oikeasta maksimisykkeestä epäsuoraa testiä tehdessä.

5 TUTKIMUSTULOSTEN ANALYYSI

5.1 Tulosten yhteenveto

Tutkimusten tekeminen ja tulosten vertailu eri henkilöillä oli erittäin mielenkiintoista. Tuloksia ei saatu koottua ihan alkuperäisen aikataulun mukaan, koska vallinnut koronavirus sotki ajoittain normaalia kanssakäymistä ja yhteydenpitoa sekä ohjaaviin opettajiin että testattaviin henkilöihin ja heidän testaajiinsa. Onneksi sentään kukaan ei sairastunut Korona virukseen ja kaikki tarvittavat testit hieman soveltaen saatiin vietyä loppuun, vaikka testien suorittamiseen aikatauluun pitikin tehdä useita muutoksia testipaikkojen käyttörajoitusten takia. Eniten tutkimukseni edistymistä haittasi se, etten päässyt voimassa olleiden kokoon-tumisrajoitusten takia paikan päälle seuraamaan kaikkia testejä.

Tein jokaisesta testistä haastattelujen perusteella aina mahdollisimman pian yhteenvedon ja annoin testattaville palautteen siinä mittakaavassa kuin se oli mahdollista. Samalla pyrin aina kuuntelemaan testattavien henkilöiden kommentteja ja kokemuksia siitä, miten testi oli onnistunut. Keskustelin testeistä myös testaajien kanssa jälkikäteen. Erityisesti mieltäni lämmitti se, että kaikki testattavat henkilöt olivat kiinnostuneita omista suorituksistaan ja vaikuttivat hyvin motivoituneille käymään heille tavallaan ylimääräisissä testeissä.

Koosteena testeistä ja testattavien omista mielipiteistä voidaan nostaa yleisesti esiin seuraavia asioita:

- Kaikki testattavat pystyivät tekemään omasta mielestään hyvin tai melko hyvin heidän senhetkistä kuntotasoaan vastaavat tulokset jokaisessa testeissä.
- Kaikilla palomiestäustaisilla testattavilla ilmeni sama ilmiö testin alkuvaiheessa, eli sykkeen nousu ei korreloinut suoraan tehon nousua mutta tämä tasaantui 2 - 3 minuutin polkemisen jälkeen. Tämä on hyvin tyypillistä ja yleistä enemmän testatuilla urheilijoillakin lajista riippumatta.
- Pyörällä ajettava testi koettiin helpoksi ja mielekkääksi tavaksi testata hapenottokykyä. Uskon, että koska testinä palomiehillä on polkupyöräergometri, on se lisännyt heidän pyöräilyään sekä työvuoron aikana, että vapaa-ajalla.
- Pitkällä henkilöllä (192 cm) testipyörän säädöt eivät aivan riittäneet vaan satula jäi noin 15 mm liian alas optimaalisesta korkeudesta. Tällä ei oletettavasti ollut suurta vaikutusta testin tulokseen.

- Yli puolet testattavista kaipasi täsmällisempiä ohjeita verryttelyyn ennen testiä, kun sitä heiltä kysyttiin.
- Verryttelyn merkitystä testitulokseen ei ihan täysin ymmärretä.
- Vain kahdella viidestä oli selkeä ja totuudenmukainen käsitys omasta maksimisykkeestään ennen testiä. Kolmella viidestä ei koskaan heidän elämänsä aikana ollut mitattu maksimisykettä äärimmäisessä rasituksessa luotettavasti.
- FireFit-testin tehon nosto portaita pidettiin melko suurina ja testiaikaa lyhyenä. Tämä ilmeni etenkin korkeamman tuloksen tehneillä henkilöillä.
- Testeissä oli selvästi havaittavissa se, että enemmän pyöräilyä harrastaneet käyttivät korkeampaa kadenssia optimaalista tehon tuottoa hakiessaan etenkin lähestyttäessä submaksimaalista kuormaa. Vastaavasti vähemmän pyöräilleet henkilöt käyttivät yksittäiseen polkaisuun jo silmämääräisestikin enemmän tehoa matalammalla kadenssilla. Myös tehon tuoton eli pyörittämisen sykli oli heillä puutteellinen ja voimaa tuotettiin pääsääntöisesti etureisillä eikä jalkojen vahvoilla pakaralihaksilla.

5.2 Tulosten päätelmät

Parhaimpaan ja luotettavimpaan mahdolliseen tulokseen pyrittäessä pyöräergometritesti sisältää paljon erilaisia muuttujia, joilla on vaikutusta lopputulokseen. Seuraaviin kappaleisiin on koottu olennaisimmat muuttujat, joihin jokaisessa testissä tai ennen testiä olisi syytä kiinnittää huomiota. Erilaisilla säädöillä ja etenkin taloudellisen ajotekniikan opettelulla on iso merkitys suorituksen hyötysuhteeseen. Vaikka hyötysuhdetta ei pystytäkään ihmiseltä mittaamaan samalla tavalla laskennallisesti kuin esimerkiksi moottorilta, on selvää, että taloudellisemmalla tekniikalla ja pienemmällä rasituksella tuotettu teho antaa testistäkin paremman tuloksen.

Teettämissäni testeissä ei ollut mahdollisuutta kalibroida testipyöriä ennen testejä. Luotettaviin tuloksiin tähdätessä kalibrointi olisi ollut ehkä tarpeen. Toisaalta FireFit-testitkin tehdään aina pyörillä, jotka eivät ole kalibroituja täsmälleen tuotetun tehon suhteen vastukseen, joten pidin tätä muuttujaa omissa testeissäni satunnaisena, ja en pitänyt sitä siksi olennaisena. Perimmäinen tarkoituksenihan oli saada testaustavoista jatkossa päättäviä henkilöitä miettimään suoritustavan luotettavuutta ja saamaan yleistä keskustelua aikaan palomiesten testaamisesta tulevaisuudessa.

Testattu ryhmä (5 henkilöä) oli pieni koska heidät oli valittu pääosin vapaaehtoisuuden perusteella, ei testien tuloksista voi tehdä mitään pitkälle vietyjä johtopäätöksiä. Uskon kuitenkin, että kaikki olennaisimmat asiat nousivat esille pienestä testattavien määrästä huolimatta. Osa päätelmistä, joita tässä työssä tuon esiin, pohjautuu myös pitkälle moniin keskusteluihin ja omiin kokemuksiini aiemmista FireFit-testeistä sekä kertyneisiin käsityksiin, kun olen valmentanut pyöräilijöitä sekä keskustelut muiden valmentajien kanssa testaukseen ja harjoitteluun liittyvissä asioista.

5.3 Testiin valmistautuminen ja valmistelut

Ergometritestiä varten olisi testattavan kannalta suotuisaa, jos testattava osaisi käyttää useita jalkojen lihaksia tehokkaammin voimantuottoon. Harjoituksissa testattavien kannattaisi keskittyä harjoittelemaan pyöräilyssä pyöritystekniikkaa, jotta voimantuottosyklistä muodostuisi tasaisempi, jolloin sama voima pystyttäisiin tuottamaan pienemmällä energian kulutuksella. Testissä olisi suositeltavaa käyttää aina lukkopolkimia ja pyöräilykenkiä. Taloudellista pyöräilytekniikkaa pitäisi ensin opetella pienellä kuormalla ja vasta sen jälkeen siirtyä isompiin kuormituksiin. Alusta alkaen tekniikkaa pitäisi taloudellisen voimantuoton kannalta opetella tavoitekadenssilla. Tavoitekadenssi on aina yksilöllinen ja muuttuva eri voimantuottomäärillä, sitä ei mielestäni ole tarvetta etukäteen määritellä. Kadenssi voi myös muuttua sen mukaan, kuinka paljon henkilölle vuosien mittaan kertyy harjoittelua. Jokainen ihminen on yksilö, jolloin myös käytettävä kadenssi on yksilöllinen. Pyöräilyn ammattilaisilakin voi kadenssissa olla isoja eroja, vaikka tuotettava teho on sama.

Testaajalla täytyisi olla selkeä kuva siitä, mille korkeudelle satula säädetään testissä. Nyt testattava saa pääsääntöisesti itse päättää, mille korkeudelle, ja jos testitilassa ei ole peiliä, satula säädetään lähes poikkeuksetta liian alas, jolloin pyöräilyssä tärkeiden pakaralihasten aktivointi vaikeutuu. Satula säädetään liian alas siksi, koska pelkkä istuminen satulassa on mukavampaa, jos satula on hieman liian alhaalla. Mukavin satulassa istumiskorkeus ei siis ole sama kuin optimaalinen satulan korkeus poljettaessa. Pyöräilyn kampien pyörityssyklistä on lisäksi tyypillistä, että kantapää nousee hieman ylöspäin ja näin polven kulma ajon aikana optimaalisen voimantuoton kannalta muuttuu. Myös rasiustason noustessa ajoasento helposti siirtyy etupainotteiseksi, jolloin testattava siirtyy istumaan lähemmän tankoa, jolloin polvikulma entisestään jyrkkenee. Suositeltavaa olisi, että jokaiselle testattavalle olisi mitattu satulan oikea korkeus satulan yläpinnasta ergometrin keskiön keskipisteeseen jo en-

nen testiä. Oikea korkeus on mitattavissa harjoitteluun käytettävästä pyörästä, jos testattavalla on sellainen. Huomioitavaa on se, että maastopyörän ja maantiepyörän satulan korkeus voi vaihdella samalla henkilöllä jopa yli 20 mm. Näin ollen ei ole suositeltavaa käyttää samaa satulan korkeutta testattavan maastopyörän kanssa. Joskus ajettaessa maantiellä pitkiä matkoja tai pyrittäessä mahdollisimman hyvään aerodynamiikkaan, säädetään satulaa hieman normaalia alemmas. Sisällä ajettavassa testissä tästä ei ole apua, vaan voimatuotollisesti satula kannattaisi pitää niin ylhäällä kuin se ajoteknisesti on mahdollista.

Satulan korkeudella ja pyörän säädöillä ei ole isoa merkitystä lopputuloksiin, jos testaaja on aina sama henkilö tai testattavalla itsellä on selvä käsitys siitä, miten pyörä säädetään ajajalle sopivaksi. Merkitys lopputulokseen kasvaa, kun testaaja vaihtuu ja säädöt sen takia tehdään eri tavalla mihin on totuttu tai silloin jos testipyörä muuttuu ja satulaa ei pysty nostamaan riittävän korkealle, kuten meillä nyt yhdessä testissä kävi. Huonoin vaihtoehto on se, että testattavalla ei ole itsellä käsitystä oikeasta satulan korkeudesta. Suositeltavaa olisi käyttää myös sitä satulaa, johon on tottunut. Testipyörääinkin oma satula on helposti vaihdettavissa, jos sille nähdään tarvetta.

Testeissä ilmeni myös sitä, että äärimmäisillä kuormilla voimaa saatiin tuotettua hetkellisesti enemmän ajamalla putkelta eli seisaaltaan takapuoli irti satulasta. Ajotavalla ja tuotetulla teholla ei sinällään ole merkitystä lopputuloksen kannalta, sillä seisaaltaan ajettaessa, kun kadenssi luonnollisesti laskee, yhden yksittäisen polkaisun vaatima teho kasvaa. Hetkellisesti polkimen päälle hyppiminen tuottaa toki enemmän voimaa ja oman painon siirtoa myös puolelta toiselle on mahdollista hyödyntää mutta se ei saisi aiheuttaa sitä, että pyörityssykli muuttuu liian epäsymmetriseksi, jolloin polkemisen taloudellisuus huononee.

Suurin osa kaikista testattavista hyötyisi korkeammasta kadenssista, jolloin yhden polkaisun voimatuottomäärä pienenesi. Tämä seikka kävi ilmi tehdyissä testeissä siten, että testattavista henkilöistä eniten pyöräilyä harrastanut henkilö käytti selvästi suurempaa kadenssia kuin ne jotka eivät olleet pyöräilleet paljon. Ennakkokyselyn perusteella matalimmalla kadenssilla ajoi juuri vähiten pyöräilyä harrastanut testattava. Tehdyissä testeissä ei testattavia ohjeistettu optimaalisesta pyöritysnopeudesta vaan he saivat valita sen itse. Suositeltava kadenssi on yksilöllinen, ja sen olisi hyvä vastata sisäharjoittelussa käytettyä kadenssia. Hyvin tyyppillistä on, että harjoiteltaessa ulkona kadenssi laskee maaston muotojen ja muun liikenteen aiheuttamien häiriötekijöiden takia ja vastaavasti sisällä pyöräiltäessä ajetaan korkeammalla kadenssilla mihin ollaan totuttu.

Ei kuitenkaan ole yhdentekevää jaksamisen kannalta, tuotetaanko yhdellä polkaisulla 10 % enemmän vai vähemmän tehoa. On selvää, että jos jokaiseen yksittäiseen kampikierrokseen käytetään 20 % enemmän tehoa pienemmän kadenssin takia, silloin voimantuotollisesti ollaan lähempänä maksimia, jolloin lihakset alkavat tuottaa enemmän maitohappoa. Laktaatti alkaa kerääntyä elimistöön ja sen seurauksena voimantuottokyky laskee, kun testi etenee. Testin tuloksen kannalta on siis merkitystä, millä kadenssilla testi ajetaan. Se, että jos testissä ajaa yli 100 RPM, saa parempia tuloksia, ei perustu mihinkään tutkittuun tietoon. Kyseessä on enempi tunne, jossa yksittäisen polkimen painallus on 25 % kevyempi kuin kadenssilla 75 RPM samalla teholla. Vastaavasti ylisuuri kadenssi nostaa ihan yhtä paljon sykettä kuin selkeästi liian matala kadenssi mutta kuormittaa lihaksistoa eri tavalla. Tämän takia on luonnollista, että korkeamman maksimivoimatason omaavat polkijat yleensä hyötyvät matalammasta kadenssista ja rakenteeltaan heikompijalkaiset korkeammasta kadenssista.

Kaikkein tärkein seikka on se, että testattava polkee sillä kadenssilla, jolla hän on harjoitellut. Kadenssin nostaminen ei saa muuttaa pyöriyssiikin voimantuottoa kulmikkaammaksi. Jos kadenssia nostetaan ja sitä ei olla riittävästi harjoiteltu, yleensä käy niin, että pelkästään etureidet tekevät työtä kammen liikkeessa alaspäin ja tärkeä kammen nostovaiheen teho putoaa. Toisaalta kampisyklin voimantuottoajan merkityksestä tehon tuottoon on mietittävä myös sitä kautta, että voimakas nostovaihe ei anna lihaksille juurikaan aikaa palautua edellisestä poljinkierroksesta. Jos lihassupistuksen kesto ajallisesti laskee, kuten tapahtuu, kun kampisyklissä ei tietoisesti korosteta nostovaihetta, paranee lihaksen verenkierto ja sen kautta myös lihaksen hapensaanti.

Testeissä oli myös havaittavissa selvästi se, että suorituksen edetessä, kun kuormitus kasvoi, kaikilla pyörityskadenssi kasvoi. Tämä on luonnollinen seuraus sille, jotta yksittäisen polkaisun tuntuma säilyy samana, vaikka tehon tuotto kasvoi. Kadenssi voi hyvin olla pienemmillä kuormilla matalampi ja loppua kohden osa tehon nostosta tapahtuu nostamalla kadenssia. Jos verrataan korkeaa kadenssia sydämen sykkeen muutoksiin, on havaittu, että korkea kadenssi nostaa sykettä ja hapenkulutusta. Edelliseen perustuen ei testattavan koolla ole merkitystä taloudellisimman voimatuoton näkökulmasta. Ainoa selkeä päätelmä oli se, että testattavan on taloudellisinta käyttää sitä poljin nopeutta, jolla hän on tottunut ajamaan ja ei pidä muuttaa sitä testiä varten. Ajajan painolla on vaikutusta suhteelliseen voiman tuottoon,

eli painavan henkilön pitää pystyä tuottaman oman massansa takia enemmän tehoa kuin kevyen saadakseen saman laskennallisen tuloksen kevyemmän henkilön kanssa. Aiemmin puhuttu testin todellinen työmäärä eli teho pitää näin ollen olla painavalla henkilöllä suurempi.

5.4 Epäsuoran testin virhemarginaalin toteaminen

Kuten testihenkilöiden suorituksissa kävi ilmi, on epäsuoran testin virhemarginaali verrattuna suoraan testiin todella suuri. Ero on niin iso, testattavilla jopa 20 %, että mielestäni on käytävä keskustelua siitä, onko mielekästä käyttää FireFit-testin pyöräergometriosiota keinoon mitata hapenottoa palomiehiltä.

Samoin myös se tosiseikka, että virhemarginaali on hyvin henkilökohtainen, joten tästä ei näin pienellä otannalla pysty tekemään pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Varmaa kuitenkin on jo näidenkin tulosten perusteella se, että virhemarginaali lähes puolittuu, jos jokaisesta testattavasta henkilöstä olisi oikea maksimisyke käytössä. Vielä niin, että maksimisyke olisi mitattu juuri sillä testitavalla, jolla testi suoritetaan eli polkupyöräergometrilla.

Toinen virhemarginaalia aiheuttava tekijä testin sisällä on testin kulku ja siihen vaikuttavien tekijöiden vakiointi. Ihmiset ovat erilaisia ja kokevat asioita eri tavalla. Rasitukseen eri tilanteissa ihmiset reagoivat eri tavalla. Pelastuslaitoksen pyörätestissä omaa räsitusilaa arvioidaan taulukkoarvoilla 6 - 20. Testaaja on velvoitettu lopettamaan testi, kun testattavan oma arvio ja sykekertymä saavuttavat tietyn tason. Koska kyseessä on tunnetila, on sen arvio aina kiinni myös päivästä ja muusta mielialasta. Jos kyseessä on henkilö, joka tunnistaa testin ja tuloksen muodostumisen periaatteen, on hänen mahdollisuus muuttaa tuntemustaan alaspäin ja näin saada virheen mahdollisuutta kasvamaan hänelle edullisempaan suuntaan. Jos testattava ei ole tottunut työskentelemään korkeilla tehoilla, on hänen muutenkin erittäin vaikea kuvailla tuntemustaan oikein, kun liikutaan anaerobisen kynnyksen tuntumassa. Se, onko räsitus juuri nyt 14 vai 16, on vaikea erottaa. Kun vielä lisätään yhtälöön se, että jokaisella ihmisellä on erilaisia päiviä niin henkisesti kuin fyysisesti, ollaan mielestäni siinä tilanteessa, että haettaessa absoluuttista arvoa hapenotolle, ei testiä saa silloin mitenkään ohjata oma senhetkinen tuntemus tai tunnetila. Ainoastaan siinä tapauksessa, jos testattava tuntee, ettei kaikki asiat ole normaalilla tasolla, kuten kipu, hengen ahdistus tai vaikka sydän oire, testin kulkuun pitää vaikuttaa ja tarvittaessa keskeyttää testi.

Sykkeen käyttäytyminen ja sen ennakointi on hyvin vaikeaa. Jokainen meistä on joskus joutunut tilanteeseen, jolloin tuntuu pulssin hakkaavan ilman erityistä syytä korkeammalla kuin normaalisti on tottunut. Tyypillinen tällainen tilanne on jokin testi, kuten FireFit-testi. Leposykettä nostaa pelkkä tietämys edessä olevasta rasituksesta ja tieto siitä, että testillä saattaa olla vaikutuksia jatkossa jopa työtehtävien määräytymiseen. Tähän kun lisätään vielä edellisten päivien unettomuus, parin viikon takainen flunssa ja muutama muu aineenvaihdunnallinen tekijä, jotka vaikuttavat sykkeen hetkelliseen nousuun, on monta muutoksia aiheuttavaa tekijää sykkeen osalta kasassa. Olisi suoranainen ihme, jos kaikki edellä mainitut asiat eivät vaikuttaisi myös testinaikaiseen sykkeeseen tavalla tai toisella. Syke ja sen muutokset ovat hyvin yksilöllisiä ja niiden arvioiminen on todella vaikeaa.

On olemassa erilaisia taulukoita ja laskentamalleja, joilla maksimisykettä voidaan ennustaa eri ikäisillä ja erilaisista taustoista tulevilla henkilöillä. Nämä kaikki ovat kuitenkin vain arvioita, eivät siis absoluuttisia arvoja. Jos FireFit-testauksessa testattavan maksimisyke arvioidaan väärin, on sillä iso vaikutus todelliseen tulokseen. Testattavalle tuloksen kannalta on suotuisaa, jos maksimisyke arvioidaan liian korkeaksi. On laskennallisesti helppo näyttää toteen väärin arvioitujen testi-indikaattoreiden yhteisvaikutus lopputulokseen. Viisi lyöntiä liian korkealle arvioitu maksimisyke ja RPE-arvon arvioinnin heitto kahdella pykälällä alaspäin saattavat aiheuttaa yli lähes kymmenen prosentin heiton lopputuloksessa.

5.5 Polkupyörätestin validius testimenetelmänä

Kuten eri testeissä tässä tutkimuksessa kävi ilmi, on pyöräily teknisesti vaikea suoritus toteuttaa taloudellisesti siten, että sitä voitaisiin käyttää luotettavasti mittauskeinona hapenottokyvylle. Vaatii paljon ajokilometrejä eri tehoilla, jotta elimistö oppii tekemään taloudellisesti työtä niin vakioidusti, että suoritusta voitaisiin mielestäni käyttää luotettavana testiprotokollana. Palomiesten kohdalla lisää virhemarginaalia muodostuu siinä, ettei mahdollinen ylipaino vaikuta tehtyyn tulokseen niin paljon kuin se vaikuttaisi esimerkiksi juoksussa. Virhemarginaali olisi vielä suurempi, jos testimenetelmässä omaa paino liikuteltaisiin vertikaalisesti ylös-alassuunnassa, kuten esimerkiksi porraskävelyssä savusukellusvarustuksessa letkukassit lisäpainona.

Polkupyörätestin valintaan on varmasti ollut hyvät perusteet. Etenkin helppo toistettavuus ja alhainen hinta ovat faktoja, joita on vaikea sivuuttaa valintaa tehdessä. Pidän kuitenkin hyvää hapenottokykyä yhtenä parhaiten pitkää ikää ja terveyttä indikoivista suureista, jonka mittauksessa meillä pitäisi olla luotettavat testimenetelmät käytössä. FireFit-testaus on nykymallissaan hyvä muttei täydellinen, ja vielä jos katsotaan parikymmentä vuotta taaksepäin, me olemme kokonaisuudessaan alallamme oikealla linjalla. Jatkossa haluaisin silti vähintäänkin keskustelua ja pohdintaa siitä, onko pyörätesti korvattavissa tai täydennettävissä jollain toisella testimenetelmällä, sellaisella testillä, jossa palomiehen voimaa ja kestävyyttä mitattaisiin myös työteholla, ei teoreettisten maksimisykkeeseen perustuvilla arvioilla. Tutkimuksessani testihenkilö numero 2:lla testissä ilmenee selvästi käytännössä se tosiseikka, että teoreettinen hapenottoluku kuvaa hyvin vähän sitä aikaa, jolla henkilö pystyy käytännössä työtä tekemään.

On selvää, että meillä pitää olla tapa, jolla testata palomiehiä ja alalle pyrkiviä henkilöitä. Pyörätestiä ei tarvitse kokonaan poistaa vaan sitä voitaisiin kehittää edelleen. Tärkeää mielestäni olisi se, että mukana on joku testimalli, jossa tehdään työtä oman painon kanssa ja jossa lisäpainona on vähintään savusukeltajan varusteet.

Tutkimuksen testissä kaksi ilmeni käytännössä selvästi se, miten vähän pelkkä hapenottoarvo kertoo työtehosta. Kun testattavan treenijakso alkoi, ilmeni heti se tosiseikka, ettei testattava käytännössä pystynyt kuitenkaan ylläpitämään hänen FireFit-testinsä anaerobisen kynnyksen tehoa (230 w) kuin hieman alle viisi minuuttia. Tulos oli hyvin odotettua ennen juuri tälle alueelle suunnattua spesifistä harjoittelua. Tämä kuvaa selkeästi testauksen lajispesifisyyden aiheuttamasta ongelmasta palomiehillä, joilla ei ole pyöräilytaustaa. Jos verrataan testihenkilö kahden tulosta testihenkilö yhteen, joka omassa käytännön FTP-testissä ajoi FireFit-testin määrittelemällä anaerobisen kynnyksen kuormalla 55 minuuttia, on ero selkeä ja kertoo siitä, miten paljon pyöräilytaustasta on hyötyä FTP-testissä.

Jatkopohdintana esille nousee se, saako hyvä pyöräilijä liian hyviä tuloksia. Mielestäni ei saa, vaan hän saa tuloksia, joita varten hän on elimistöään harjoittelemalla sopeuttanut. Tässä kohtaa pitää muistaa, että fysiologisesti työn tekeminen on eri asia kuin laskennallisesti saavutettu hapenottoarvo, ei näin ollen absoluuttinen totuus pyöräilijän hyötymisestä. Yhteys kuitenkin on olemassa ja juuri tästä olisikin hyvä saada keskustelua aikaan. Kärjistäen voikin todeta, että jos palomiesten hapenottokykyä testataan jatkossakin polkupyörällä ja sillä on

jonkinlainen vaikutus iän myötä työn kuvaan tai palkkaan pelastuslaitoksella, kaikkien palomiesten kannattaisi pyöräillä enemmän, vaikka tulipaloja ei jatkossa sammutetakaan polkupyörällä. Samoin jos jollakin testattavalla on vaikeuksia selvittää annettuja raja-arvoja, on hänen helpointa keskittyä parantamaan ainoastaan pyöräilykuntoaan. Tässä testissä ilmenee erittäin hyvin se oletamus, ettei pyöräilykunto suoraan korreloi savusukelluksessa tarvittavia ominaisuuksia.

6 TESTIN KEHITYSEHDOTUS

6.1 Testin epäkohtien poistaminen

Kaiken kaikkiaan nykyisessä testausmallissa on liian paljon muuttujia, jotka suorasti tai epäsuorasti vaikuttavat testitulokseen, ettei siitä saatuja tuloksia voi käyttää kuin suuntaa antavina. Montaa kohtaa testissä ohjaa tuntemus tai arvio, joka ei ole hyvä asia, jos halutaan saada tarkkoja arvoja hapenottokyvystä. Vaikka kaikki mahdolliset muuttujat arvioitaisiin oikein olisi testin lopputulos nykymallilla silti arvio. Jos vastaavasti testaajan tekemät arviot ja testattavan oma tuntemus eivät osu kohdalleen, virhe lopputuloksessa vain kasvaa entisestään. Väkisinkin nousee esille ajatus siitä, kuinka suuri virhe tuloksissa on hyväksyttävää, jos panoksena on palomiehen työpaikka tai toimenkuvan muutos, puhumattakaan jos tuloksella on vaikutusta palkkaan.

On selvää, että palomiesten hapenottokykyä pitää seurata, ja hyvällä hapenottokyvyllä on ilmeinen positiivinen vaikutus työssä jaksamiseen ja työtehoon, etenkin raskaissa työtehtävissä kuten savusukelluksessa. Ongelma on mielestäni lähinnä siinä, että polkupyörällä saatu testitulos ei ole validi palomiehen työssä. Polkupyörällä ajettu testitulos antaa kuvan siitä, mikä testattavan pyöräilykunto on. Tulos on vain vähän suuntaa antava, kun halutaan selvittää sitä, miten palomies selviytyy työtehtävistään kuten savusukelluksesta. Epäsuoran testin luotettavuus maksimaalista hapenottoa testattaessa on aina huono. Yleisesti voidaan puhua noin 10 %:n virhemarginaalista jompaankumpaan suuntaan, mikä on mielestäni liian paljon. Etenkin jos mietitään henkilöä, joka on lähellä alarajaa, niin testin läpäisy tai hylkäys on paljon tuurista ja päivän suorituskyvystä kiinni. Monella pelastuslaitoksella testi määrittää palomiehen kykenevyyden savusukellustehtäviin. Ainakin mahdollinen savusukellus pätevyuden epäminen saattaa johtaa asemasiirtoihin tai työvuoron sisäisiin tehtävän rajauksiin.

FireFit-testaaminen voisi pyöriä pelastuslaitoksilla ihan samalla volyymillä kuin nyt mutta testin suoritustapaa ja testin seurantamenetelmiä muutettaisiin vastaamaan ja ennakoimaan palomiesten jaksamista nykyiseen 65- vuoden eläkeikään asti työkykyisenä. Samalla siirrettäisiin vastuu hapenoton testaamisesta jollekin ulkopuoliselle testiasemalle, joka ottaisi vastuun määräaikaistesteihin kutsumisesta ja testien toteutuksesta, aivan kuten työterveyshuollossa jo nyt toimitaan monessa pelastuslaitoksella.

6.2 Epäsuoran testin muuttaminen suoraksi testiksi

Vaikka testaustapa muutettaisiin juoksuun, soutuun tai pidettäisiin ennallaan polkupyöräergometrinä, ei se poista tarvetta suorasta, hengityskaasujen ja laktaatin mittauksen sisältävästä testistä. Olennaista on muutos suoraan hapenottotestiin, oli testaustapa sitten mikä hyvänsä.

Jos polkupyörätesti kuitenkin halutaan pitää mukana testausmenetelmänä, se pitää muuttaa suoraksi hapenottotestiksi. Epäsuora testitapa säilyisi kontrollitestinä mutta ei enää sellaisena testinä, että sillä olisi vaikutusta palomiehen työtehtäviin. FireFit-testi toimisi välietappina suorien hapenottotestien välillä kerran vuoteen suoritettavana testinä.

Suora VO₂-testi malli aloitettaisiin matalammilla kuorman nostoilla ja jatkettaisiin pidemmällä protokollalla kuin FireFit-testissä nyt on, jolloin testi antaisi riittävän hyvän ja riittävän luotettavan kuvan testattavan hapenottokyvystä. Suoraa hapenottotestiä ei tarvitsisi tehdä joka vuosi vaan tarpeen mukaan iän ja kuntotason mukaan 3 - 5 vuoden välein. Samalla testattavalta saataisiin luotettavasti mitattua maksimisyke säännöllisin aikavälein.

6.3 Oman tuntemuksen arvioinnin varmentaminen

Nykyisessä FireFit-testin protokollassa testattava itse arvioi omaa rasitustaan suorituksen aikana asteikolla 6 - 20. Testaaja on velvollinen lopettamaan testin, kun testattava arvioi oman tuntemuksensa olevan hyvin raskas, mikä asteikolla tarkoittaa lukemia 17 - 18. Testaaja arvioi testattavan sykekertymästä ja testattavan kyvystä ylläpitää tehoa, onko testattavan arvio oikein ja testi lopetetaan. Oletettavasti testin lopetusvaiheessa ollaan noin 80 – 85 %:n kohdalla testattavan maksimitasosta. Se, onko testattava arvioinut itse oman rasittavuuden tasonsa oikein, ohjaa siis testin kulkua. Mielestäni näin ei saisi olla. Mikään subjektiivinen tuntemus ei saisi koskaan vaikuttaa testiin, jossa haetaan absoluuttista numeraalista lopputulosta. Jos kerran oma tuntemus vaikuttaa testin kulkuun yhtenä tekijänä, tuskin kukaan silloin yliarvioi omaa rasitustaan, koska sehän tarkoittaa testin lopettamista aiemmin ja huonompaa tulosta testistä.

On olemassa myös selkeää näyttöä siitä, että kun testattava lähestyy anaerobista kynnystä testissä, hän harvoin pystyy määrittelemään omaa rasitustasoaan oikein. Tähän vaikuttaa se, kuinka korkea laktaatin sietokyky hänellä on. Jos testattavalla on luontaisesti tai harrastus-

tensa kautta kehittynyt kyky tehdä työtä korkeilla laktaattipitoisuuksilla, pystyy hän suhteessa todelliseen hapenottolukuunsa nähden työskentelemään yli 80 % teholla ilman tuntemusta siitä, että kuormitus on vielä hyvin raskaalla tasolla.

6.4 Testaajan virhemahdollisuuden eliminointi

En ole FireFit-testaaja enkä missään tapauksessa halua arvostella ketään testaajaa vaan haluan kohdistaa kritiikkini testitapaan ja sen aiheuttamaan virhemarginaaliin, silti en voi olla mainitsematta testaajan osuutta testin toteutuksessa. Testaajien pitäisi pystyä toimimaan kaikkien testattavien henkilöiden kanssa objektiivisesti ja tasapuolisesti. Nyt on mahdollista, että testattava on työpaikalla testaajan esimies, minkä vuoksi en koe testitapahtumaa relevanttina testin kummalekaan osapuolelle. Myös ystävyysuhteilla ei saisi olla merkitystä testitapahtumassa.

Jatkossa testaaminen, jolla saattaa olla vaikutusta työtehtäviin tai testattavan palkkaan, on ensiarvoisen tärkeää, että testauspaikka on puolueeton ja riippumaton pelastuslaitoksesta. Urheiluopistot ja alan yksityiset testiasemat täyttävät nämä kriteerit.

6.5 Verryttelyvaiheen vakiointi

Nykyisessä FireFit-testiprotokollassa ei alkuverryttelylle ole selkeää kaavaa vaan jokainen testattava saa verrytellä oman mieltymyksensä mukaan. Ennen testin alkua ajetaan 4 - 5 minuuttia lämmittely, mutta tätä ei voi pitää riittävänä aikana tai tehona valmistauduttaessa testiin, jossa testataan maksimaalista hapenottokykyä.

Omasta kokemuksesta tiedän, että esimerkiksi verryttelyllä on hyvin suuri osuus testin onnistumisessa. Nyt testiin mennään usein lähes verryttelemättä, kaikki testaajat eivät verryttelyä edes suosittele, vaikka hyvästä alkulämmittelystä jokainen testattava hyötyisi merkittävästi. Testiohjeessa mainittu neljän minuutin lämmittelyvaihe on aivan liian lyhyt ja suositeltu kuorma 55 % maksimista on varmasti ihan hyvä juuri ennen suoritusta. Kokonaan toinen verryttely pitäisi tehdä 20 - 30min ennen tätä. Käytössä oleva testiprotokolla on niin lyhyt ajallisesti ja nousuportaat ovat monelle testattavalle liian suuret. Käytännössä tämä näkyy niin, että lihasten laktaattipitoisuus nousee liian nopeasti suhteessa nostettuun kuormaan, ja kun testattavan elimistön happivelka kasvaa liian suureksi, tuntemus uupumuksesta

valtaa kehon. Testin kuormaportaitten pitäisi olla matalammat ja portaita pitäisi olla useampi. Testissä pitäisi olla kaikille vakioitu verryttelymalli tai ainakin suositus, jossa kerrottaisiin hyvän verryttelyn hyödyt varsinaiseen testi suoritukseen.

6.6 Pelastuslaitosten savusukeltajien testausmallin muutosesitys

Sisäministeriön ohjeen 5/2016 mukaan koko maassa pitäisi noudattaa valtakunnallista FireFit-testausohjetta. Osalla pelastuslaitoksia sovelletaan jo nyt ministeriön ohjetta niin, että palomiehet käyvät suorassa hapenottotestissä erillisen aikataulun mukaan. Testiväli vaihtelee iän ja työtehtävien luonteen mukaan. Myös tämä aikaväli perusteineen olisi hyvä olla yhtenevä koko maassa. Pelastusopisto tai työterveyslaitoksen kokoama työryhmä voisi laatia testausoppaan ja ohjeistuksen joka liitettäisiin mukaan ministeriön ohjeeseen, jota kaikki pelastuslaitokset sitoutuisivat noudattamaan. Jos työryhmä päätyy siihen, että polkupyörätesti säilyy tapana testata jatkossakin, vähintään on se, että testaaminen tapahtuisi suoralla testillä.

Testin sisällön määrittäisi työryhmä, jonka lausunto perustuisi palomiehen työn sisällöstä tehtyyn ”lajianalyysiin”. Mukana olisi edelleenkin hapenottotesti suorana testinä jollain hyväksytyllä riippumattomalla testiasemalla. Tällaisia testiasemia ovat jo aiemmin mainitut eri urheiluopistojen testiasemat. Hapenottotestiä ei olisi tarvetta tehdä joka vuosi vaan viiden vuoden välein tai tarvittaessa tiheämmin. Suorien testien välillä nykyinen FireFit-testauksessa käytössä oleva testimalli toimisi suoraa testiä tukevana välietappina, jonka tarkoitus epäsuorana testinä olisi antaa testattavalle väliaikatieta siitä, missä sillä hetkellä mennään fyysisen suorituskyvyn osalla.

Monelle palomiehelle on nykyään tuttua seurata omaa savuallistustaan erillisen matkapuhelimeen saatavalla applikaatiolla. Samaa periaatetta voitaisiin alkaa toteuttaa kuntotekijöiden seurannassa. Saadut tulokset voisi ladata omaan puhelimeen, jossa testitulokset liikkuisivat mukana sinne, missä ollaan töissä, ja mikä parasta, saataisiin ehkä näin palomiesten itse innostuvan seuraamaan oman kuntonsa kehittymistä tai huononemista. Mahdollisesti palomiesten motivoituvan näin miettimään, mikä mahtaa olla oma tilanne kymmenen vuoden kuluttua, jos kehitys jatkuu sovelluksen näyttämän ennusteen mukaisena. Sovellus voisi toimia myös yhteydenpito keinona pelastuslaitoksen liikunnan ohjaajan ja hänen palomiehelle tekemänsä kunto-ohjelman seurannassa. Mahdollisuuksia tällä sektorilla on toteuttaa vaikka mitä. Kyse ei voi olla muusta kuin halusta ja asenteesta. Jo nyt nykyisillä kaupallisilla puhe-

linapplikaatioilla kuten Wattbike, Tacx ja Wahoo voidaan ohjata suoravetoisia harjoitusvas-
tuksia ja kuntopyöriä eri ohjelmilla. Ohjelma voi olla pelastuslaitoksen liikunnanohjaajan
muokkaama juuri sille palomiehelle, joka valmistautuu vuosittaiseen testiinsä. Monella pa-
lomiehellä käytössä jo nyt Rescue Base-ohjelma, jonka avulla he seuraavat savuallistuksen
määrää ja laatua. Miksei samaa voisi soveltaa fyysisten ominaisuuksien seurannassa?

Pelastuslaitoksilla voitaisiin palata myös säännölliseen Oulun-mallin testiin, joka tehtäisiin
kerran vuodessa iästä huolimatta täsmälleen samalla tavalla. Testi koskisi kaikkia palo- ja
paloesimiehiä, jotka osallistuvat palo- ja pelastustehtäviin, kaikilla pelastustoimikelpoisuus-
tasoilla. Työryhmä määritteli myös aikarajan, jossa testi olisi tehtävä loppuun. Miettiä pi-
täisi myös, tarvitaanko testiin ikähyvityksiä. Testimalliin on myös helppo tehdä pieniä muu-
toksia, jos siihen nähdään tarvetta. Mallia muutoksille voitaisiin hakea Ruotsissa tai USA:ssa
käytössä olevista toiminnallisista palomiesten testeistä.

7 POHDINTA

On useissa eri lähteissä näytetty toteen, että maksimaalisen hapenotto kyvyn mittaaminen on paljon riippuvainen siitä, miten testi tehdään. Huippu-urheilussa on itsestään selvää, että testi tehdään aina, mahdollisimman lajinomaisesti. Mietittäessä palomiesten työtä ei voi välttyä ajatukselta, onko polkupyöräergometri testi oikea tapa mitata hapenottokykyä. Palomiehen työtä on vaikea simuloida millään varsinaisella testillä, ja siihen ei ole varmaan tarvettakaan. Työtehtävät muuttuvat ja ennalta ei kaikkeen mitenkään voida varautua. Kuitenkin muutama perusasia huomioimalla uskon, että testaustavan muutos palvelisi paremmin palomiehiä heidän työuransa loppuun asti. En pitäisi kynnystä liian korkeana ottaa mallia USA:sta, jossa palomiehille on tehty työtehtäviä simuloivia testejä, vastaavia kuin meillä on käytössä vanhassa Oulun-mallin testissä, hieman pidemmälle vietyinä. Yhteistä näille kaikille testeille ja liikkeille on, että ne eivät ole puhtaita voimatestejä vaan kaikissa yhdistyy sekä kestävyys että voimaominaisuudet.

Mitä epäsuorana pyörällä tehty teoreettinen max VO₂-luku sitten kertoo yleensä testattavasta? Tulos on arvioitu testattavan maksimaalisesti saavuttama hetkellinen korkein hapenottoluku. Luku sinällään ei kerro mitään työmäärästä ja siitä ajasta, kuinka kauan testattava jaksaa tehdä työtä. Testin huippuarvo voi olla hyvä mutta jos tehtävä työ muutettaisiin käyräksi, korkea tehopiikki ei kauaa kestäisi. Vastaavasti jos testi tehtäisiin anaerobisen kynnyksen kuormalla ja tehtävästä työstä mitattaisiin aika, kertoisi se enemmän palomiehen maksimaalisesta työtehosta. Tulos olisi vielä luotettavampi, jos testissä pystyttäisiin simuloimaan palomiesten raskaimpia työtehtäviä polkupyöräergometriä paremmin. Vaikka ihminen teoreettisesti pystyy tunnin suoritukseen anaerobisella kynnyksellä hänelle tutussa lajissa, ei testin tarvitse olla silti tunnin pituinen. 20 -minuutin pituisella maksimaalisella testillä pystytään laskennallisesti ilman hengityskaasujen mittausta määrittelemään sekä maksimaalinen teho ja anaerobinen kynnysteho, jos siihen on tarvetta ja suoraa hapenottotestiä ei ole mahdollista toteuttaa.

On erittäin huolestuttavaa, että suuntaus palomiesten testaamisessa on siihen, ettei enää oma painoa liikuteta mukana, toisin kuin itse työssä käytännössä tapahtuu. Palomiehen ammatti ei teknisestä kehityksestä huolimatta sisällä edelleenkaan montaa työtehtävää, joissa omaa massaa ei liikuteta mukana. Testaus suoritetaan silti staattisessa asennossa, jossa paino toi-

mii ainoastaan lopputuloksessa osamäärän jakajana. Koska usean eri lähteen mukaan on luotettavasti pystytty näyttämään virhemarginaaliksi noin 10 % ja verrataan tätä UKK-instituutin kehittämään kävelytestin 11 %:n virhemarginaali maksimaalisen hapenoton arvioinnissa, päästään asian ytimeen. En usko, että kukaan pelastuslaitoksella pitäisi kävelytestiä luotettavana tapana mitata hapenottoa raskaita fyysisiä suoritteita sisältävään palomiehen ammattiin. Totuus kuitenkin on se, että lähinnä sunnuntaireippailulta vaikuttava testi antaa yhtä luotettavan tuloksen hapenotossa kuin nykyinen FireFit-testausmallimme.

Nyt pitäisi herättää myös keskustelua siitä, mikä on ollut oikea tapa yli kymmenen vuotta sitten, ei välttämättä ole sitä enää. Vuonna 2004 kokoontunut työryhmä on varmasti ollut perillä siitä, miten palomiehiä tulee testata, ja vuonna 2016 voimaan tulleet indeksi-tarkennukset ovat hyvä lisä, mutta nyt eletään 2020 -lukua ja on nähtävissä uusia merkkejä siitä, mihin yhteiskunta kehittyy ja miten se vaikuttaa yksittäisen ihmisen kykyyn selviytyä vaativista fyysisistä suorituksista. Yksilöiden perusliikuntakyky, etenkin kestävyysominaisuudet ja koordinaatiokyky, on varusmiehillä selkeästi alemmalla tasolla kuin 20 -vuotta sitten. Tämä ei varsinaisesti tule selville palomiesten valmiuksissa, koska otantaan vaikuttaa se, että alalle hakeutuvat pääsääntöisesti ne ikäryhmästä, jotka omaavat keskimääräistä paremmat fyysiset ja taidolliset valmiudet. Varusmiehet ovat tässä suhteessa parempi vertailuryhmä, koska lähtökohdallisesti lähes kaikki 18 vuotta täyttäneet nuoret miehet käyvät armeijan. Jossain vaiheessa kuitenkin totuus tulee esille ja huomataan selvästi yleinen suunta myös pelastusosalalle hakeutuvissa henkilöissä. Tilastoja lukemalla on helppo päätellä, että yleinen kuntotaso ei ainakaan tästä parane.

Palomiehen työstä nykyisine vaatimuksineen pitäisi tehdä lajianalyysi, jossa eri urheilulajien tavoin kartoitetaan, mitä ominaisuuksia ammatti vaatii nyt ja mikä on kehityssuunta. Arvioinnissa olisi hyvä huomioida palomiesten keski-ikänsä nousu. Käytössä on FireFit-testauksen ja työterveyden kautta tietoa, missä nyt eläkeikänsä lähellä olevilla palomiehillä on ongelmia. Nämä seikat tulisi ottaa huomioon jo analysoitaessa tulevaisuuden kuvia palomiesten työssä selviämisestä. Kun tämä vaihe on ensin huolellisesti tehty, mietittäisiin, mitkä ovat ne vaatimustasot, jotka koulutukseen valittu henkilö pitää saavuttaa. Seuraavaksi ajatus siirretään siihen, millaiset testit pitää olla, jotta niillä saadaan luotettava ja totuudenmukainen kuva palomiehen työhön tarvittavista ominaisuuksista. Testien perimmäinen tarkoitus on tukea palomiestä koko hänen uransa ajan ja toimia hänelle mittarina siihen, kuinka testien mukaan oletetaan selviävän palomiehelle eteen tulevista tehtävistä turvallisesti ilman olematta riski itselleen ja ympäristölleen.

Palomiehen työn luonne on lähes aina sellaista, että siinä liikutetaan omaa massaa ja mukana on painavia varusteita ja työkaluja. Nämä lisäkuormat, mahdollinen huono näkyvyys, vaihtelevat olosuhteet ja esimerkiksi korkea paikka lisäävät koordinaation ja lihasten hallinnan merkitystä työtehtävien aikana. Olisi ensiarvoisen tärkeää, että palomiehiltä myös testattaisiin vastaavia ominaisuuksia ja testitilanne simuloisi tehtäviä, joihin palomies mahdollisesti voi joutua. Palomiehillä on ollut monella alueella jo aiemminkin käytössä Oulun-mallin testi mutta ainakin omalla pelastuslaitoksellani se on nykyään vain paineilmalaitteiden käyttöharjoitus, ei siis varsinainen pakollinen testi. On sanomattakin selvää, että esimerkiksi koordinaatiokyky heikkenee jokaisella ihmisellä iän myötä. Nyt kun jatkossa palomiesten keski-ikä tilastojen mukaan nousee, tuntuu hankalalle ymmärtää, että ollaan luopumassa ainoasta testistä, joka edes jotenkin mittaa koordinaatiota ja työkykyä palomiehen varusteissa. Polkupyörällä tehtävä testi on hyvin staattinen ja erittäin vähän koordinaatiokykyä vaativa suoritus. Ainakin minulle on päivänselvää se, ettei pyörällä toteutettu testi kuvaa mitenkään palomiehen koordinaatiokykyä tai tasapainoa. Molemmat ovat ominaisuuksia, joita tarvitaan juuri siinä työtehtävässä, jota varten hapenottokykyä mitataan.

Nykyinen testausmalli, jossa hyvällä lihaskunnolla voi kompensoida jonkin verran hapenototestin puutteita, on sinällään hyvä lähtökohta testitavan kehittämiseksi. Näinhän se menee palomiehen työssäkin, jokainen korjaa heikkouksiaan omilla vahvuuksillaan tiettyyn rajaan asti. Seuraava vaihe testille voisi olla se, että mietittäisiin sitä, onko tärkeää selvittää, kuinka suuri maksimaalinen hapenottokyky palomiehillä on, vai sitä, kuinka kauan ja tehokkaasti hän pystyy tekemään työtä suorituskynnsä ylärajoilla. Haluaisin myös keskustelua siitä, onko koko hapenottotulosraja 36 ml/kg/min turha. Jos maksimaalinen hapenottoarvo olisi sama kuin maksimaalinen työteho palomiehen ammatissa, hoikka, pienen lihasmassan ja suhteellisen painon omaava palomies olisi työtehtävissä kaikkein tehokkain palomies. Näin ei kuitenkaan ole vaan työtehollisesti paras palomies on omaan kokoonsa nähden voimakas ja se kenen elimistö on tottunut tekemään tehokkaasti työtä anaerobisen kynnyksen tasolla korkeilla maitohappopitoisuuksilla ja palautumaan niistä lyhyessä ajassa. Kumpaa siis tarvitaan työkykyistä tehokasta pelastajaa vai isokeuhkoista pyöräilijää palomiehen ammatissa tulevaisuudessa? Tämänhetkinen suuntaus testaamisessa kääntää vaakaa pyöräilijän puolelle mutta mielestäni suunta on aivan väärä.

Palomiehille määritellään polkupyörätestin perusteella pelastustoimikelpoisuus. Tuntuu jotenkin hassulle, että polkupyörällä voi osoittaa olevansa pelastustoimikelpoisuus luokassa 3. Ajamalla pyörää sisäliikuntavarusteissa noin 20 -asteen lämpötilassa optimaalisissa olosuhteissa ja vielä ohjata itse testin kulkua yrittämällä arvioida sitä kuormituksen tasoa, jossa ollaan tultu noin 85 % kohdalle omasta maksimista. Ollaanko nyt asian ytimessä ja ollaanko nyt tultu siihen pisteeseen jossa helppous ja hinta ovat ajaneet laadun ja järjen käytön edelle? Eikö voitaisi myöntää, että monissa pelastuslaitoksissa käytössä olevat testausmuodot eivät enää vastaa ministeriön antaman ohjetta 5/2016 pelastushenkilöstön toimintakyvyn arvioinnista ja kehittämisestä.

LÄHTEET

- ACSM, American College of Sports Medicine. 2009. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 8. painos. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia.
- Adami, A., Sivieri, A., Moia, C., Perini, R & Ferretti, G. 2013. *Effect of step duration in incremental ramp protocol on peak power and maximal oxygen consumption*. Eur J Appl Physiol.
- Allen, H., Cheung, S. 2011. *Cutting-Edge Cycling*. Human Kinetics. Champaign.
- Fernandez-Gonzalo, R., de Paz, J., Neclerio, F. 2016. *Liikuntafysiologian perusteet*. Fitra Oy. Lahti.
- Garret, W., Kirkendall, D., (edit.) 2000. *Exercise and Sport Science*, Lippincott W&W.
- Heinonen, I., 2019. *Hiihto 4/2019*. Kustannus Oy. Helsinki.
- Heinonen, I., 2020. *Juoksija 2/2020*. Kustannus Oy. Helsinki.
- Helimäki, E., Keskinen, K.L., Alen, M., Komi P.V.& Takala, T.E.S. 2000. *Kuntotestaus Suomessa*. Jyväskylän Yliopisto. Jyväskylä.
- Ilmarinen, J., 2016. *Työurien pidentäminen ja työkyky*. Työterveyslaitos.
- Jääskeläinen, M., 2019. *Suomalaisten kuntokirja*. Fitra. Lahti.
- Keskinen, K., Häkkinen, K., Kallinen, M., 2004. *Kuntotestauksen käsikirja*. Liikuntatieteellinen seura. Helsinki.
- Keskinen, K., Häkkinen, K., Kallinen, M. 2007. *Kuntotestauksen käsikirja*. 2. painos Liikuntatieteellinen Seura. Helsinki.
- Keskinen, K., Häkkinen, K., Kallinen, M. 2018. *Fyysisen kunnon mittaaminen*. Liikuntatieteellinen seura. Helsinki.

- Keren, G., Magazanik, A. & Epstein, Y. 1980. *Comparison of various methods for the determination of VO₂ max*. Eur J Appl Physiol.
- Kinnunen, K. 2002. *Palomiehen liikunta*. Pelastusopiston julkaisu. Kuopio.
- Louhevaara, V., Lusa, S. 2004. *Turvakirja, Terveiden ja työkyvyn edistäminen turvallisuusammateissa*. Työterveyslaitos. Helsinki.
- Lusa, S., Wikström, M., Punakallio, A., Lindholm, H., Luukkonen, R. 2010. *FireFit – Pelastajien hyvä fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntö*. Työterveyslaitos. Helsinki.
- MacDougall, J.D. Wenger, H.A. & Green H.J. 1991. *Physiological testing of the high-performance athlete*, second edition. Human Kinetics. Champaign.
- Martikainen, T., 2018. *Kehity pyöräilijänä*. Fitra. Lahti.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 2001. *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. 5. painos. Lippincott Williams & Wilkins. Baltimore.
- Millet, G. P., Tronche, C., Fuster, N., & Candau, R. 2002. *Level ground and uphill cycling efficiency in seated and standing positions*. Medicine and Science in Sports and Exercise.
- Laaksonen, M. 2020. *Liikunta ja Tiede* julkaisu. Liikuntalääketieteen seura. Helsinki.
- Päijät-Hämeen pelastuslaitos ohje pelastushenkilöstön toimintakyvyn arvioinnista. 2019. Päijät-Hämeen pelastuslaitos. Lahti.
- Sisämisteriön julkaisu 5/2016: *Ohje pelastushenkilöstön toimintakyvyn arvioinnista ja kehittämisestä*. Sisäministeriö. Helsinki.
- Åstrand, P. & Rodahl, K. 1986. *Textbook of work physiology* 3rd Ed. MCGraw. New York.
- Vapamaa, K. 2011. *Maksimisykkeen merkitys testauksessa*. Opinnäytetyö. Pelastusopisto. Kuopio.

Vehmasvaara, P. 2004. *Ensihoitotyön fyysinen kuormittavuus ja ensihoitajien työkyvyn fyysisiä edellytyksiä arvioivan testistön kehittäminen*. Kuopion yliopisto, Lääketieteellinen tiedekunta, Väitöskirja. Kuopio.

Whaley, M. H., Kaminsky, L. A., Dwyer, B. B., Getchell, L. H. & Norton, J. A. 1992. *Predictors of Over- and underachievement of age predicted maximal heart rate*. Med Sci Sports Exerc.

LIITTEET

Termistöä

VO₂max

Maksimaalinen hapenottokyky kertoo elimistön maksimaalisesta toimintakyvystä tehdä työtä, jonka kesto on muutamasta minuutista korkeintaan tuntiin. Maksimaalinen hapenottokyky ml / kg / min on tehon mitta, jolloin testin perusteella voimme vetää johtopäätöksiä siitä millaiseen suoritukseen ihmiset pystyvät. Maksimaalinen hapenottokyky kuvaa siis ihmisen maksimaalista kykyä toimittaa happea lihastyön tarpeisiin. (Jääskeläinen 2018, 175-176) VO₂max, eli maksimaalinen hapenottokyky on se happimäärä, jonka urheilija pystyy maksimissaan käsittelemään. Tässä on huomioitava, että maksimaalinen ventilaatio, eli keuhkoissa käyvä ilmamassa, ja maksimaalinen hapenottokyky ovat eri asia. Hapenottokykyä voisi kuvailla enemmänkin kehon kyvyksi käyttää hyväksi hengitetyn ilmamassan sisältävä happi. Hapenottokyky ei korreloi sen kanssa kuinka voimakkaasti ihminen hengittää tai haukkoo happea. Maksimaalinen hapenkulutus ilmaistaan sekä absoluuttisena tilavuutena litraa minuuttia kohden (l/min), että kehon massan huomioon ottavana suhteellisenä hapenottokynä (ml/kg/min) (Martikainen 2019, 28)

Anaerobinen kynnys

Anaerobinen kynnys on suoritusta rajoittava energia-aineenvaihdunnallinen kynnys suorituksissa lajista riippumatta. Anaerobisen kynnyksen ml/kg/min arvot vastaavat kyseistä sen hetkistä tehoa suorituksessa. Anaerobinen kynnys kuvaa sitä elimistön korkeinta energiantuoton tasoa, jolloin laktaatin tuotto ja laktaatin poistomekanismit saavuttavat tasapainotilan. Ihmisen elimistö kykenee tuolloin siis eliminoimaan kuormituksen aikana syntyvän laktaatin ja puskuroimaan aineenvaihdunnassa syntyvän maitohapon aikaansaaman happamuuden. Anaerobinen kynnys on suoraan verrannollinen kuntotekijöihin. Mitä korkeampi anaerobinen kynnys, sitä korkeammalla teholla ihminen pystyy tekemään työtä. (Jääskeläinen, 2018, 177)

Aerobinen kynnys

Alle aerobisen kynnyksen teholla työskenneltäessä ihmisen elimistö saa riittävästi happea suhteessa työn määrään. Ihminen pystyy tekemään työtä väsymättä kuormittumatta useamman tunnin ajan. Aerobinen kynnys on siis paras indikaattori, kun arvioidaan ihmisen peruskuntoa, ihmisen kykyä päivittäisiin toimintoihin. (Jääskeläinen, 2019). Aerobinen kynnys

on aineenvaihdunnallisesti ensimmäinen yleisesti tunnettu kynnys ihmisen aineenvaihdunnassa. Aerobista kynnystä pidetään kestävyysharjoittelun määritelmässä peruskestävyysalueen ylärajana, josta alkaa anaerobinen alue. Kun ihminen ylittää suorituksessa aerobisen kynnyksen, hänen hengitysmäärä nousee lievästi (Martikainen, 2019, 38)

FTP

Functional Threshold Power kertoo käytännön kenttätesteissä mitattavan kynnystehon. Tämä taso korreloi hyvin lähelle laboratoriotestissä mitattavaa anaerobista kynnystä. Tyypillinen FTP-testi kestää 20-60min. (Martikainen, 2019, 35)

Teho

Teho ilmaistaan watteina. $1W = 1 \text{ joule} / \text{sekunti}$. Teho kertoo tehdyn työn määrän, ja tehomittareilla mitataan tätä työtä. Tehoa mitattaessa on siis mahdollista saada selville se, kuinka paljon työtä yhden harjoituksen aikana on tehty. (Martikainen 2019, 15)

Laktaatti

Laktaatti on, toisin kuin puhekielessä ja yleisenä olettamuksena, hyödyllinen aineenvaihdunnan sivutuote, sillä sitä voidaan uudelleen käyttää ATP:n (adenosiinitrifosfaatti) muodostukseen. ATP on aineenvaihduntayksiköihin, eli mitokondrioihin varastoitunutta polttoainetta. Laktaatti on myös hyvä indikaattori suorituksen kuormituksen tasoa mitattaessa. Laktaateista puhuttaessa on tärkeä erottaa se, että laktaatti ja maitohappo ovat kaksi eri asiaa. Maitohappo muodostuu elimistön sokeri aineenvaihdunnassa, missä vetyionin kemiallisen prosessin seurauksena muodostuu laktaattia. Tällöin kun ylimääräinen laktaatti huuhtoutuu lihaksista vereen, se toimii energian lähteenä. Usein puhekielessä tämä yhtälö kuvataan hapotuksena tunteena. Veren laktaatin määrällä voidaan arvioida laktaatin tuoton ja käytön suhdetta sekä anaerobista energian tuottoa (Martikainen 2019, 21-22).

Taloudellisuus

Liikkumisen aerobista taloudellisuutta arvioidaan anaerobiselle kynnykselle asti mitatun hapenkulutuksen perusteella vertaamalla sitä teoreettiseen työhön tai esimerkiksi pyöräilyssä eri tehoalueiden suhdetta hapenkulutukseen. Mitä parempi taloudellisuus on, sitä lähempänä toteutunut teho on laskennallista teoreettista arvoa. (Martikainen 2019, 47)

Kadenssi

Pyöräilyssä mitataan kampikierroksia, yleisesti krt/min.

Tutkimustulokset

Liite 1.

Esitiedot Testihenkilö 1

Ikä: 22 vuotta

Pituus: 192,0 cm

Paino: 85,0 kg alle 100 kg (Työterveyslaitos 2016)

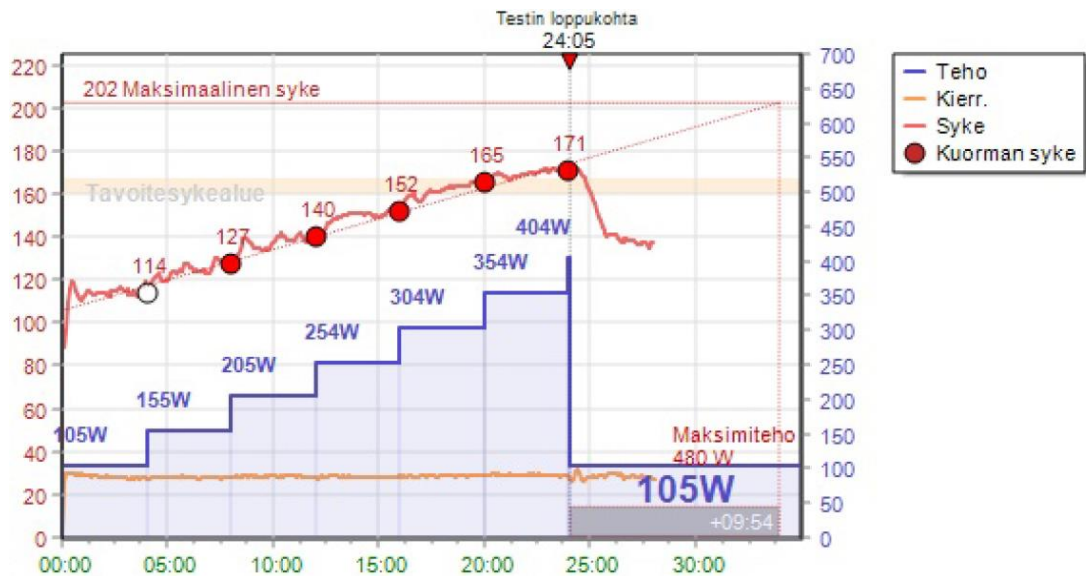
Painoindeksi (BMI): 23,1 kg/m² 20 - 27,9 kg/m² (Työterveyslaitos 2016)

Vyötärön ympärys: - alle 90 cm (Han ym. 1998)

Kehon rasvaprosentti: - alle 15,9 % (ACSM 2006)

Kestävyysliikunnan määrä: 3 krt/vko

Polkupyöräergometritesti



Testivaihe	Kuorma	Syke	RPE
Verryttely	105 W	114 krt/min	7
1. Porras	155 W	127 krt/min	9
2. Porras	205 W	140 krt/min	11
3. Porras	254 W	152 krt/min	13
4. Porras	304 W	165 krt/min	14
5. Porras	354 W	171 krt/min	15
Palautuminen	Kuorma	Syke	RPE
1 min palautus	105 W	169 krt/min	
2 min palautus	105 W	148 krt/min	
3 min palautus	105 W	139 krt/min	

Tulokset

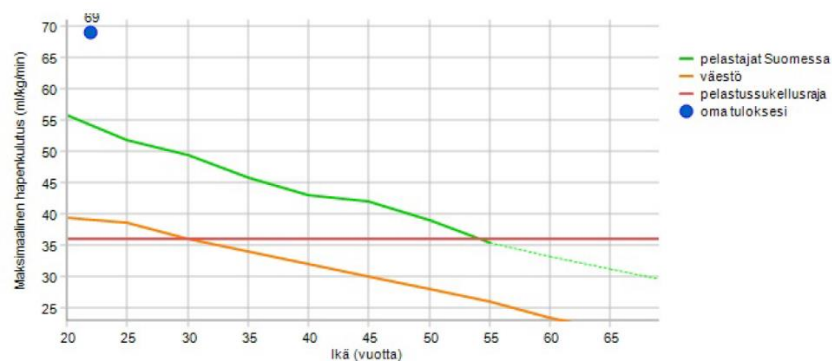
Maksimaalinen syke: 202 krt/min

Maksimaalista sykettä vastaava kuorma: 480 W

Arvioitu maksimaalinen hapenkulutus

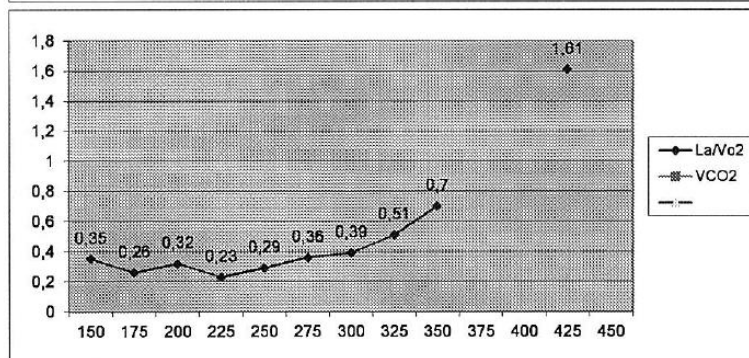
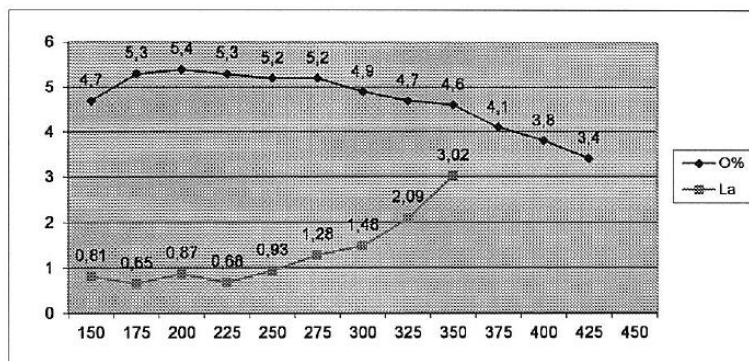
5,88 l/min 69,2 ml/kg/min 19,8 MET

(ACSM 2006, Tanaka 2001)



Suora hapenottotesti

Aika	Kuorma	Syke	LA	VO2 tod	Huom
Lepo				1,23	
00-02	150	126 1130		0,81	
02-04	175	134 1134		0,65	
04-06	200	139 1143		0,87	
06-08	225	148 1152		0,68	
08-10	250	158 1158		0,73	
10-12	275	160 1164		1,28	
12-14	300	168 1167		1,48	
14-16	325	171 1172		2,09	
16-18	350	175 1176		3,02	
18-20	375	177 1177			MaxW 425
20-22	400	182 1183			
22-24	425	185 1187			
24-26	450	I			
26-28	475	I			
28-30	500	I			
30-32	525				
Palautuminen		W 125	Uupumisaika 24.00		
+ 1	148			7,73	
+ 4	139			6,08	
+ 7	143				
+ 10	144			3,81	



Liite 3.

Esitiedot Testihenkilö 2

Ikä: 52 vuotta

Pituus: 172,0 cm

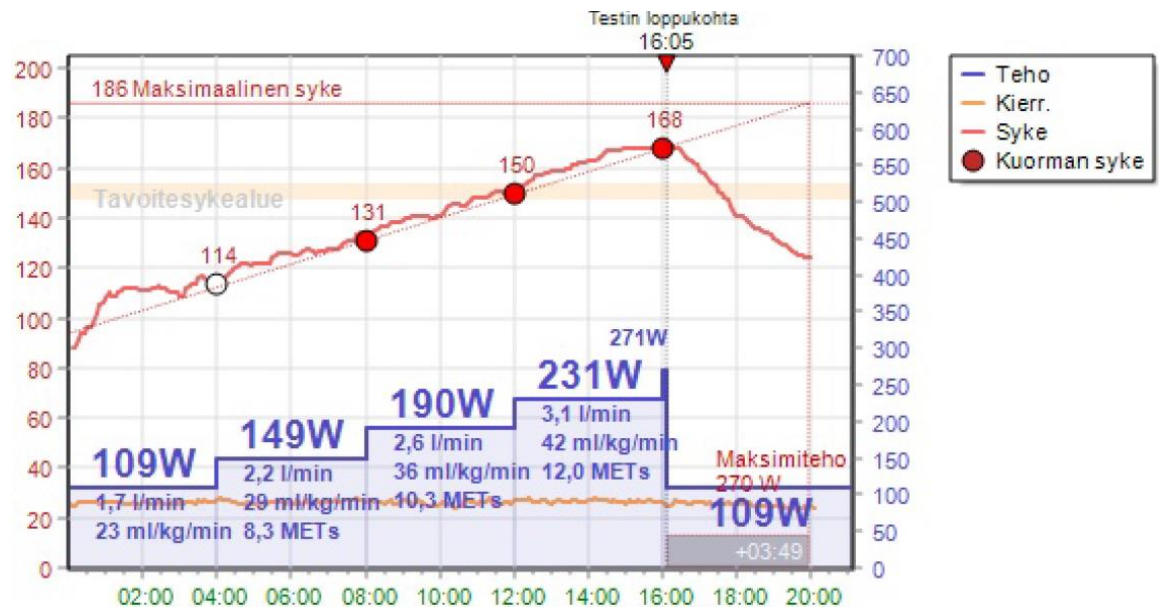
Paino: 73,0 kg alle 80 kg (Työterveyslaitos 2016)

Painoindeksi (BMI): 24,5 kg/m² 20 - 27,9 kg/m² (Työterveyslaitos 2016)

Vyötärön ympärys: 84,0 cm alle 90 cm (Han ym. 1998)

Kehon rasvaprosentti: 10,9 % alle 22,7 % (ACSM 2006)

Kestävyyssiikunnan määrä: 3 krt/vko

Polkupyöraergometritesti

Testivaihe	Kuorma	Syke	RPE
Verryttely	109 W	114 krt/min	8
1. Porras	149 W	131 krt/min	11
2. Porras	190 W	150 krt/min	13
3. Porras	231 W	168 krt/min	15

Palautuminen	Kuorma	Syke	RPE
1 min palautus	109 W	165 krt/min	
2 min palautus	109 W	150 krt/min	
3 min palautus	109 W	136 krt/min	

Tulokset

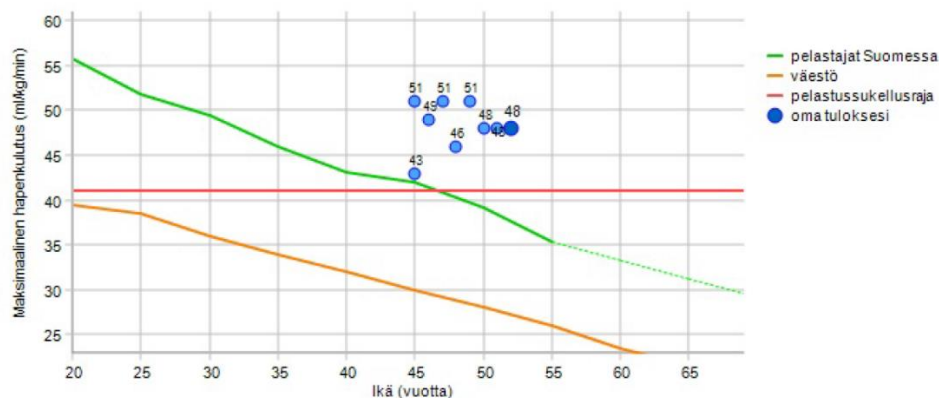
Maksimaalinen syke: 186 krt/min

Maksimaalista sykettä vastaava kuorma: 270 W

Arvioitu maksimaalinen hapenkulutus

3,49 l/min 47,7 ml/kg/min 13,6 MET

(ACSM 2006, Tanaka 2001)



Liite 4.

Esitiedot Testihenkilö 3

Ikä: 23 vuotta

Pituus: 179,0 cm

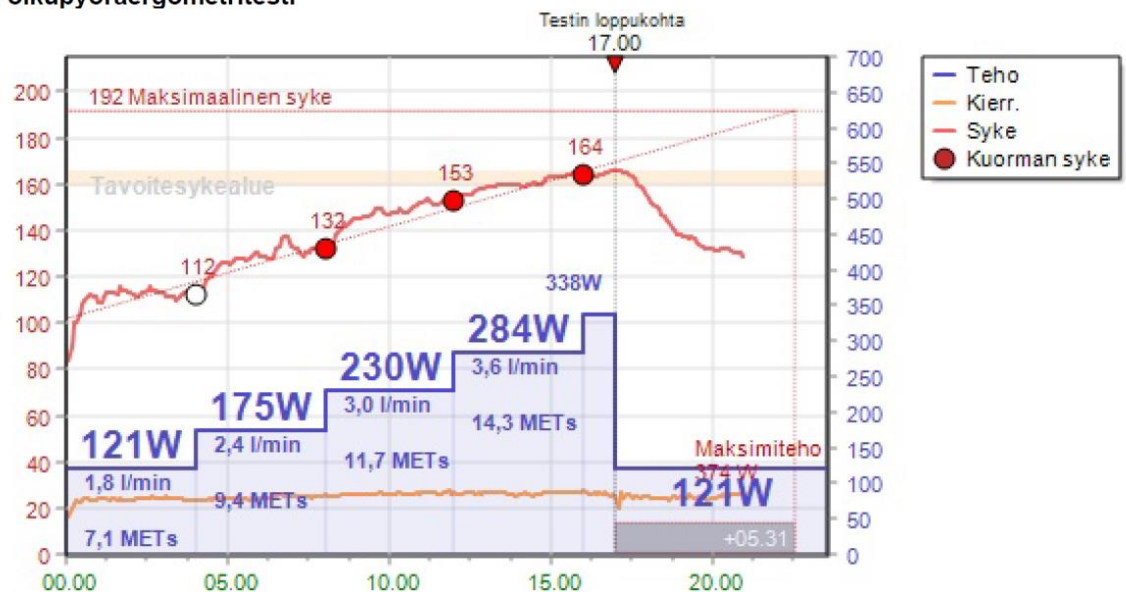
Paino: 73,5 kg alle 87 kg (Työterveyslaitos 2016)

Painoindeksi (BMI): 22,9 kg/m² 20 - 27,9 kg/m² (Työterveyslaitos 2016)

Vyötärön ympärys: - alle 90 cm (Han ym. 1998)

Kehon rasvaprosentti: - alle 15,9 % (ACSM 2006)

Kestävyysliikunnan määrä: 7 krt/vko

Polkupyöraergometritesti

Testivaihe	Kuorma	Syke	RPE
Verryttely	121 W	112 krt/min	6
1. Porras	175 W	132 krt/min	11
2. Porras	230 W	153 krt/min	13
3. Porras	284 W	164 krt/min	15

Palautuminen	Kuorma	Syke	RPE
1 min palautus	121 W	163 krt/min	
2 min palautus	121 W	146 krt/min	
3 min palautus	121 W	135 krt/min	

Tulokset

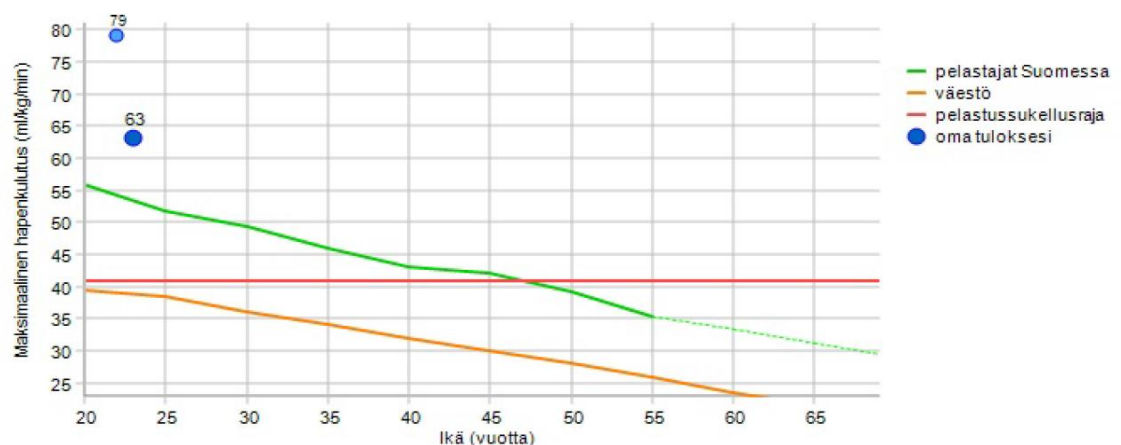
Maksimaalinen syke: 192 krt/min

Maksimaalista sykettä vastaava kuorma: 374 W

Arvioitu maksimaalinen hapenkulutus

4,63 l/min 63,1 ml/kg/min 18,0 MET

(ACSM 2006, Tanaka 2001)



Suora hapenottotesti

Testaustiedot

Testimalli: Sauvakävelytesti

Tulokset

Mittauspäivä: 18.10.2019
 Pituus [cm]: 179
 Paino [kg]: 70,4
 BMI: 22,0
 Rasvaprosentti [%]: 9,3
 Testin kesto: 26:30

Testiportaajat ja tulokset												
Alka min:sek	Nopeus km/h	Kulma aste	VO2calc ml/kg/min	VCO2 l/min	VO2 l/min	BF l/min	VE l/min	VO2kg ml/kg/min	Syke (bp bpm)	La mmol/l	RER frac	
00:00										1,3		
03:00	5,5	2,8	19,9	1,305	1,770	21	40	25,1	118	1,3	0,74	
06:00	6,0	4,2	26,1	1,785	2,315	24	50	32,9	131	1,0	0,77	
09:00	6,5	5,3	32,0	2,277	2,697	31	65	38,3	143	1,1	0,84	
12:00	6,5	7,1	38,1	2,705	3,150	33	76	44,7	153	1,3	0,86	
15:00	6,5	8,8	43,9	3,175	3,520	36	86	50,0	165	1,7	0,90	
18:00	6,5	10,6	50,2	3,910	4,110	39	105	58,4	177	2,7	0,95	
21:00	6,5	12,3	56,1	4,670	4,583	45	133	65,1	187	4,0	1,02	
24:00	6,5	14,0	62,2	5,530	5,175	49	167	73,5	192	7,1	1,07	
26:00	7,0	14,3	68,1	5,750	5,265	54	185	74,8	193		1,09	
26:30	7,1	14,4	69,6	5,860	5,360	57	185	76,1	194	12,0	1,09	
Max 30"	7,1	14,4	69,6	5,670	5,300	54	187	75,3	194	12,0	1,07	
Max 60"	7,1	14,4	69,6	5,750	5,265	54	185	74,8	194	12,0	1,09	
Rec 30:30										12,0		
Rec 33:30										10,1		
Rec 36:30										7,8		

Testiportaajat ja tulokset												
Alka min:sek	VEO2 frac	VECO2 frac	TV l	tO2 %	tCO2 %							
00:00												
03:00	18,3	24,8	1,946	5,47	4,02							
06:00	17,6	22,8	2,094	5,68	4,36							
09:00	19,5	23,1	2,073	5,14	4,34							
12:00	19,5	22,7	2,334	5,12	4,40							
15:00	19,8	22,0	2,424	5,05	4,55							
18:00	20,7	21,7	2,725	4,83	4,60							
21:00	23,5	23,1	2,960	4,26	4,33							
24:00	26,1	24,5	3,408	3,82	4,09							
26:00	28,4	26,0	3,419	3,52	3,85							
26:30	27,9	25,5	3,242	3,58	3,91							
Max 30"	28,5	26,7	3,459	3,81	4,08							
Max 60"	28,4	26,0	3,419	3,52	3,85							
Rec 30:30												
Rec 33:30												
Rec 36:30												

LAKTAATTIKYNNYKSET

MAKSIMI HAPENOTTO

VO2 (60s): [l/min] 5,26
 VO2 (60s): [ml/kg/min] 74,8
 VO2 (suoritus): [ml/kg/min] 69,6
 Syke: [bpm] 194
 Nopeus: [km/h] 7,1
 Vauhti: [min/km] 08:25
 Kulma: [°] 14,4
 Laktaatti: [mmol/l] 12,0

ANAEROBINEN KYNNYS

VO2: [l/min] 4,41
 VO2: [ml/kg/min] 62,7
 VO2 (suoritus): [ml/kg/min] 54,0
 %VO2: [%] 76,4
 Syke: [bpm] 183
 Nopeus: [km/h] 6,5
 Vauhti: [min/km] 09:14
 Kulma: [°] 11,7
 Laktaatti: [mmol/l] 3,5

AEROBINEN KYNNYS

VO2: [l/min] 3,31
 VO2: [ml/kg/min] 47,0
 VO2 (suoritus): [ml/kg/min] 40,6
 %VO2: [%] 56,2
 Syke: [bpm] 158
 Nopeus: [km/h] 6,5
 Vauhti: [min/km] 09:14
 Kulma: [°] 7,8
 Laktaatti: [mmol/l] 1,5

Liite 5.

Esitiedot Testihenkilö 4 FireFit-testi

Ikä: 40 vuotta

Pituus: 187,0 cm

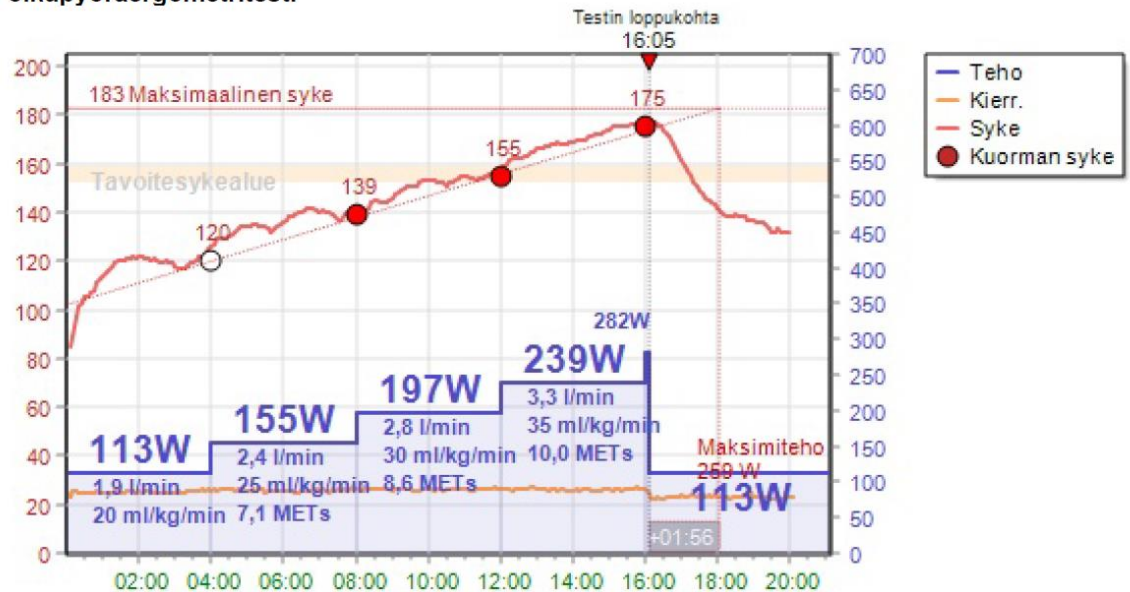
Paino: 93,0 kg alle 94 kg (Työterveyslaitos 2016)

Painoindeksi (BMI): 26,6 kg/m² 20 - 27,9 kg/m² (Työterveyslaitos 2016)

Vyötärön ympärys: 93,0 cm alle 90 cm (Han ym. 1998)

Kehon rasvaprosentti: - alle 21,1 % (ACSM 2006)

Kestävyyssiikunnan määrä: 5 krt/vko

Polkupyöräergometritesti

Testivaihe	Kuorma	Syke	RPE
Verryttely	113 W	120 krt/min	9
1. Porras	155 W	139 krt/min	13
2. Porras	197 W	155 krt/min	15
3. Porras	239 W	175 krt/min	17

Palautuminen	Kuorma	Syke	RPE
1 min palautus	113 W	171 krt/min	
2 min palautus	113 W	149 krt/min	
3 min palautus	113 W	138 krt/min	

Tulokset

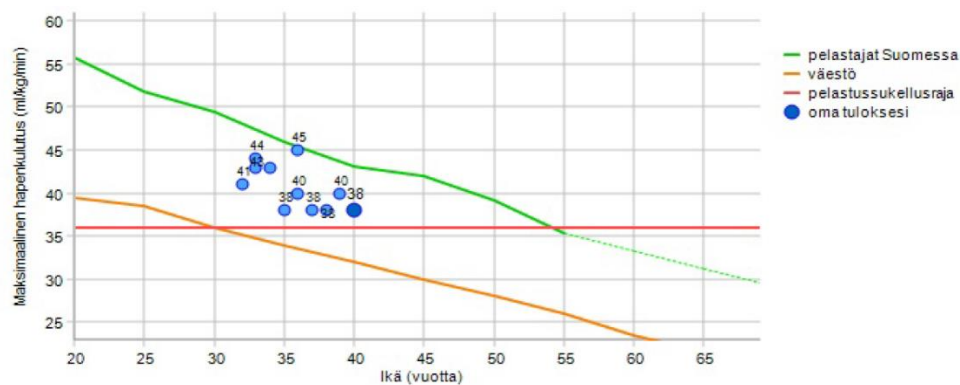
Maksimaalinen syke: 183 krt/min

Maksimaalista sykettä vastaava kuorma: 259 W

Arvioitu maksimaalinen hapenkulutus

3,50 l/min 37,7 ml/kg/min 10,8 MET

(ACSM 2006, Tanaka 2001)



Liite 6.

Testihenkilö 4 suora maksimitesti

Testaustiedot

Testimalli: Polkupyöraergometritesti

Tulokset

Mittauspäivä: 18.5.2020
Pituus [cm]: 185
Paino [kg]: 94,3
BMI: 27,6
Rasvaprosentti [%]: 17,1
Testin kesto: 24:40

LAKTAATTIKYNNYKSET**MAKSIMI HAPENOTTO**

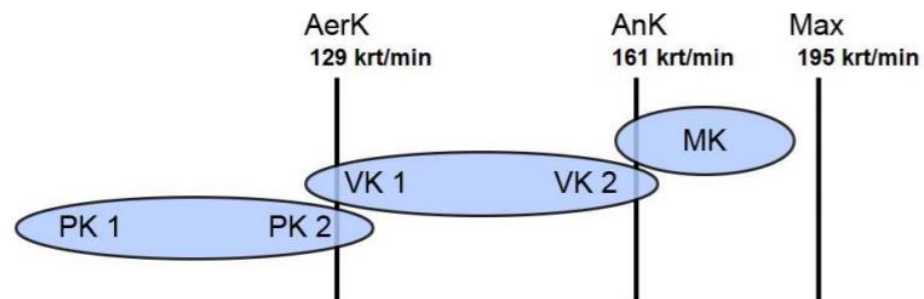
VO2 (60s): [l/min] 3,55
VO2 (60s): [ml/kg/min] 37,7
VO2 (suoritus): [ml/kg/min] 40,5
Syke: [bpm] 195
Teho: [W] 287
Teho/paino: [W/kg] 3,04
Laktaatti: [mmol/l] 12,9

ANAEROBINEN KYNNYS

VO2: [l/min] 2,51
VO2: [ml/kg/min] 26,6
VO2 (suoritus): [ml/kg/min] 29,2
%VO2: [%] 69,5
Syke: [bpm] 161
Teho: [W] 190
Teho/paino: [W/kg] 2,01
Laktaatti: [mmol/l] 4,5

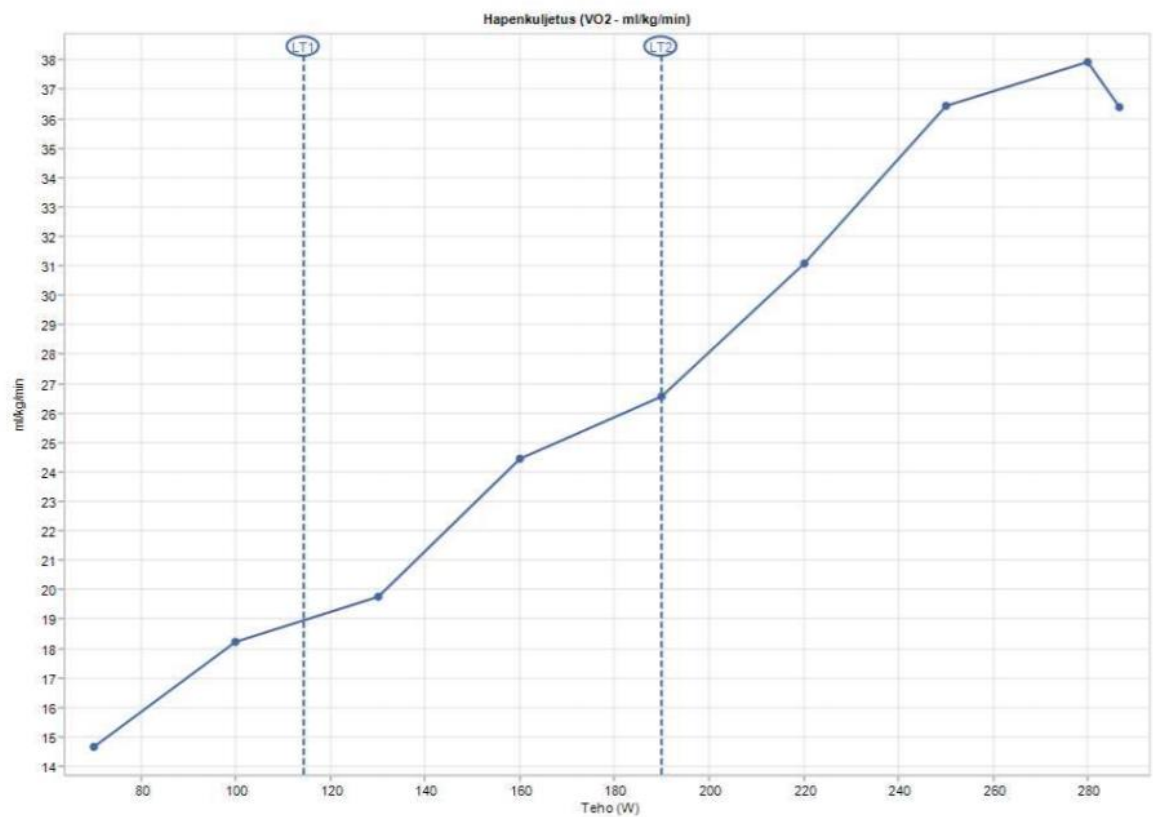
AEROBINEN KYNNYS

VO2: [l/min] 1,79
VO2: [ml/kg/min] 18,9
VO2 (suoritus): [ml/kg/min] 20,4
%VO2: [%] 45,6
Syke: [bpm] 129
Teho: [W] 114
Teho/paino: [W/kg] 1,21
Laktaatti: [mmol/l] 2,2



Testiportaati ja tulokset											
Aika min:sek	Teho W	Teho/pai W/kg	VO ₂ calc ml/kg/min	V'CO ₂ l/min	V'O ₂ l/min	BF l/min	V'E l/min	PETCO ₂ kPa	PETO ₂ kPa	V'O ₂ kg ml/kg/min	RE ml/kg/*
00:00											
03:00	70	0,74	15,2	1,215	1,383	20	35	5,33	13,54	14,7	
06:00	100	1,06	18,7	1,523	1,717	22	44	5,33	13,57	18,2	
09:00	130	1,38	22,2	1,716	1,862	26	51	5,17	13,95	19,7	
12:00	160	1,70	25,7	2,109	2,305	25	62	5,27	13,79	24,4	
15:00	190	2,01	29,2	2,433	2,506	31	75	5,04	14,32	26,6	
18:00	220	2,33	32,7	2,819	2,932	31	89	4,92	14,42	31,1	
21:00	250	2,65	36,2	3,487	3,437	39	116	4,63	14,97	36,4	
24:00	280	2,97	39,7	3,844	3,577	57	152	3,95	15,86	37,9	
24:40	287	3,29	40,5	3,737	3,432	62	157	3,74	16,11	36,4	
Max 30"	287	3,04	40,5	3,887	3,630	63	160	4,03	15,77	38,5	
Max 60"	287	3,04	40,5	3,844	3,553	61	156	3,86	15,96	37,7	
Rec 04:00	70	0,74	15,2								

Testiportaati ja tulokset											
Aika min:sek	Syke (bp bpm)	La mmol/l	RER frac	VE STPD l/min	VEO ₂ frac	VECO ₂ frac	TV l	VDe/TV frac	RPE		
00:00		1,4									
03:00	118	1,6	0,88	29	20,7	23,5	1,812	0,16			
06:00	125	2,0	0,89	35	20,6	23,3	1,969	0,15			
09:00	133	2,5	0,92	41	22,3	24,2	1,962	0,17			
12:00	145	3,5	0,92	50	21,6	23,6	2,503	0,18			
15:00	161	4,5	0,97	61	24,3	25,0	2,412	0,18			
18:00	169	6,5	0,96	71	24,4	25,4	2,881	0,18			
21:00	179	9,0	1,01	94	27,3	26,9	2,972	0,18			
24:00	190	12,0	1,07	123	34,3	31,9	2,672	0,17			
24:40	195	12,9	1,09	127	37,0	33,9	2,515	0,18			
Max 30"	195	12,9	1,07	129	35,5	33,2	2,537	0,22			
Max 60"	195	12,9	1,08	126	35,4	32,8	2,538	0,22			
Rec 04:00		12,8									



Liite 7.

Esitiedot Testihenkilö 5 FireFit-testi

Ikä: 56 vuotta

Pituus: 188,0 cm

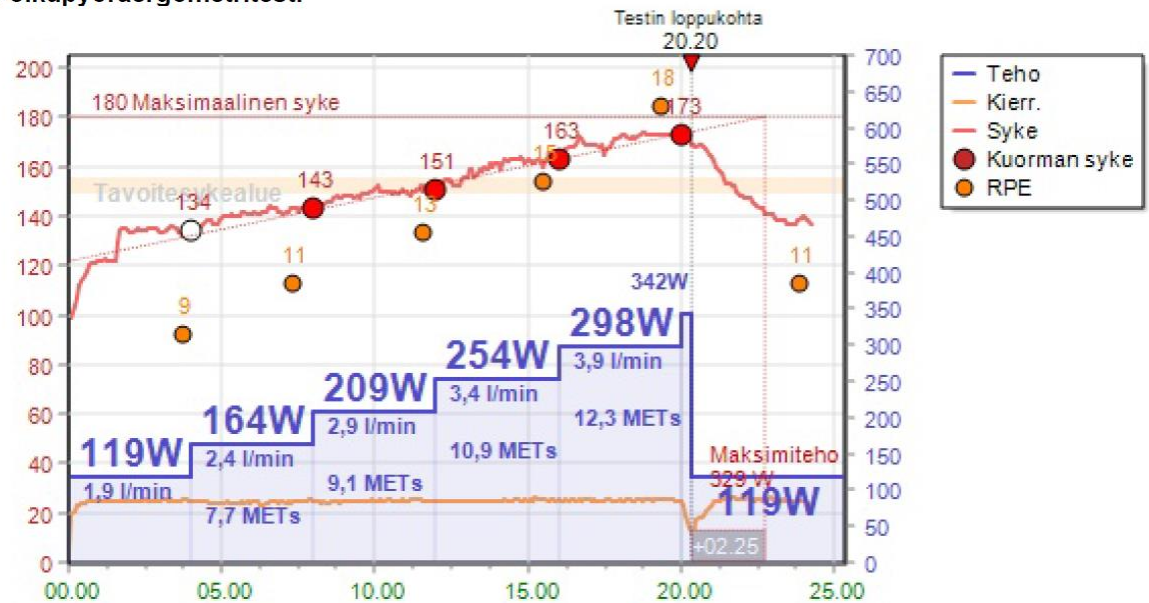
Paino: 91,0 kg alle 95 kg (Työterveyslaitos 2016)

Painoindeksi (BMI): 25,7 kg/m² 20 - 27,9 kg/m² (Työterveyslaitos 2016)

Vyötärön ympärys: 87,0 cm alle 90 cm (Han ym. 1998)

Kehon rasvaprosentti: - alle 22,7 % (ACSM 2006)

Kestävyyssiikunnan määrä: 5 krt/vko

Polkupyöräergometritesti

Testivaihe	Kuorma	Syke	RPE
Verryttely	119 W	134 krt/min	9
1. Porras	164 W	143 krt/min	11
2. Porras	209 W	151 krt/min	13
3. Porras	254 W	163 krt/min	15
4. Porras	298 W	173 krt/min	18

Palautuminen	Kuorma	Syke	RPE
1 min palautus	119 W	166 krt/min	
2 min palautus	119 W	151 krt/min	
3 min palautus	119 W	142 krt/min	

Tulokset

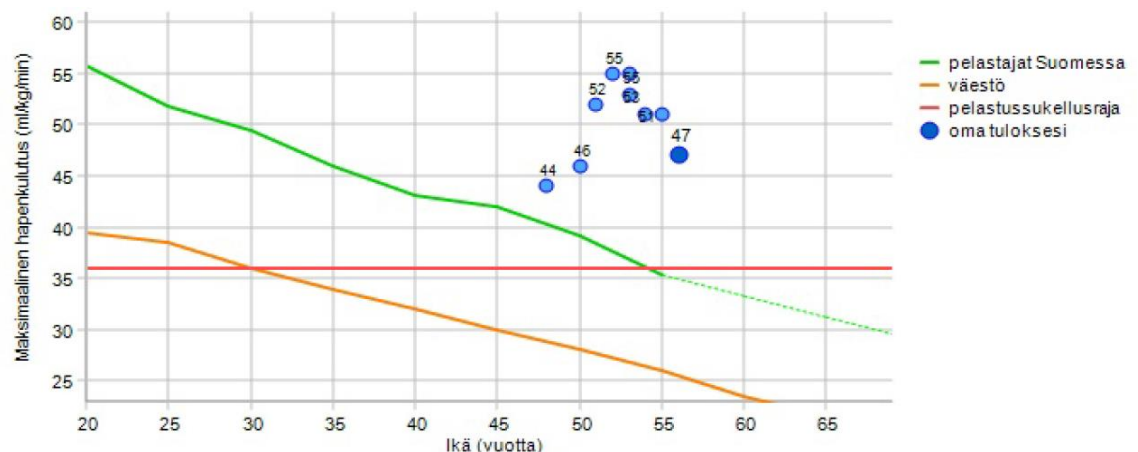
Maksimaalinen syke: 180 krt/min

Maksimaalista sykettä vastaava kuorma: 329 W

Arvioitu maksimaalinen hapenkulutus

4,26 l/min 46,8 ml/kg/min 13,4 MET

(ACSM 2006, Tanaka 2001)



Liite 8.

Testihenkilö 5 suora maksimitesti

Testaustiedot

Testimalli: Polkupyöraergometritesti

Tulokset

Mittauspäivä: 18.5.2020
Pituus [cm]: 186
Paino [kg]: 91,6
BMI: 26,5
Rasvaprosentti [%]: 14,8

Testin kesto: 24:37

LAKTAATTIKYNNYKSET

MAKSIMI HAPENOTTO

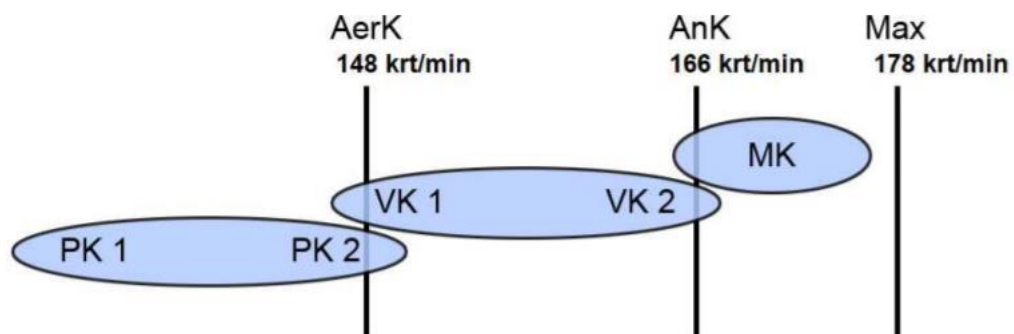
VO2 (60s): [l/min] 3,72
VO2 (60s): [ml/kg/min] 40,6
VO2 (suoritus): [ml/kg/min] 44,5
Syke: [bpm] 178
Teho: [W] 316
Teho/paino: [W/kg] 3,45
Laktaatti: [mmol/l] 11,0

ANAEROBINEN KYNNYS

VO2: [l/min] 3,15
VO2: [ml/kg/min] 34,3
VO2 (suoritus): [ml/kg/min] 36,7
%VO2: [%] 81,1
Syke: [bpm] 166
Teho: [W] 247
Teho/paino: [W/kg] 2,70
Laktaatti: [mmol/l] 3,8

AEROBINEN KYNNYS

VO2: [l/min] 2,28
VO2: [ml/kg/min] 24,9
VO2 (suoritus): [ml/kg/min] 26,9
%VO2: [%] 57,2
Syke: [bpm] 148
Teho: [W] 166
Teho/paino: [W/kg] 1,81
Laktaatti: [mmol/l] 2,0



Testiportaati ja tulokset											
Aika min:sek	Teho W	Teho/pai W/kg	VO2calc ml/kg/min	t-tot s	t-ex s	FICO2 %	FIO2 %	FECO2 %	FEO2 %	VDe ml	V'CO2 l/min
00:00											
03:00	100	1,09	19,0							416	1,322
06:00	130	1,42	22,6							489	1,634
09:00	160	1,75	26,2							476	1,867
12:00	190	2,07	29,9							513	2,172
15:00	220	2,40	33,5							550	2,431
18:00	250	2,73	37,1							611	3,029
21:00	280	3,06	40,7							563	3,447
24:00	310	3,38	44,3							593	3,758
24:37	316	3,71	45,0							539	3,297
Max 30"	316	3,45	45,0							624	4,027
Max 60"	316	3,45	45,0							617	3,892
Rec 04:00	100	1,09	19,0								

Testiportaati ja tulokset											
Aika min:sek	V'O2 l/min	BF 1/min	V'E l/min	PETCO2 kPa	PETO2 kPa	V'O2kg ml/kg/min	RE ml/kg/*	Syke (bp bpm	La mmol/l	RER frac	VE STPD l/min
00:00									1,6		
03:00	1,588	20	40	5,23	13,39	17,3		129	1,7	0,83	33
06:00	1,889	20	48	5,36	13,40	20,6		140	1,8	0,87	39
09:00	2,222	23	54	5,57	13,07	24,3		147	1,9	0,84	43
12:00	2,511	24	61	5,64	13,17	27,4		154	2,4	0,86	50
15:00	2,652	26	70	5,48	13,62	29,0		159	3,1	0,92	57
18:00	3,202	27	86	5,49	13,76	35,0		167	3,9	0,95	69
21:00	3,408	33	106	5,00	14,59	37,2		174	7,0	1,01	85
24:00	3,576	44	135	4,39	15,37	39,0		177	10,3	1,05	109
24:37	3,174	47	125	4,28	15,46	34,6		176	11,0	1,04	101
Max 30"	3,846	47	141	4,33	15,40	42,0		178	11,0	1,05	114
Max 60"	3,722	46	137	4,37	15,36	40,6		178	11,0	1,05	111
Rec 04:00									9,8		

