

# **SUBMAKSIMAALISTEN PP-ERGOMETRITESTIEN LUOTETTAVUUS**

**Teemu Takalo**

Jyväskylän Yliopisto  
Liikuntabiologian laitos  
Valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma  
Kesä/Syksy 2001  
Ohjaajina Keijo Häkkinen ja Kari Keskinen

## TIIVISTELMÄ

*Teemu Takalo. Submaksimaalisten pp-ergometritestien luotettavuus. Valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto.*

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää kahden uuden submaksimaalisen polkupyöräergometritestin (FitWare) sekä WHO: n testin luotettavuus vertaamalla submaksimaalisilla testeillä ennustettuja maksimihapenkulutuksen arvoja mitattuihin arvoihin. FitWaren testimalleissa kuormaportaiden kestot olivat kaksi minuuttia ja minuutti. Testissä koehenkilö polki kahden minuutin tai minuutin kuormia peräkkäin niin monta, että hänen sykkeensä saavutti tavoitetason (n. 80 % maksimista). Kahden minuutin mallissa kuormien nostot olivat 25-30 W ja minuutin mallissa 10-20 W. Tutkimuksessa miehet suorittivat kahden minuutin ja naiset minuutin testimallin.

Tutkimukseen osallistui 26 miestä ja 17 naista (yhteensä n=43). Miesten keskimääräinen ikä oli  $34 \pm 10$  vuotta ja naisten  $26 \pm 6$  vuotta. Koehenkilöt olivat terveitä ja hyvä- tai normaalikuntoisia. He suorittivat lyhyen ajan sisällä suoran maksimitestin, WHO: n testin sekä jomman kumman FitWaren testimalleista. Suora maksimitesti tehtiin jatkamalla minuutin tai kahden minuutin malli uupumukseen asti. Testin aikana koehenkilöltä mitattiin sykettä ja suoran maksimitestin aikana hengityskaasumuuttujia (Sensor Medics® n Vmax 229). Submaksimaalisilla testeillä ennustettuja maksimihapenkulutuksen arvoja sekä maksimipolkemistehoja verrattiin suoralla maksimitestillä mitattuihin arvoihin. Tilastomenetelmät sisälsivät korrelaatiokertoimet, parittaiset t-testit sekä Passing-Bablokin regressioanalyysin.

Miehillä FitWaren kahden minuutin testimallilla ennustetun ja mitatun  $VO_2$ maks: n välinen keskimääräinen ero oli pieni,  $1,1 \text{ ml/kg/min}$  ( $2,5 \pm 7,5 \%$ ). Myös testien välinen korrelaatiokerroin oli korkea,  $0,916$  ( $p < 0,001$ ). Myös WHO: n testillä ennustetun ja mitatun  $VO_2$ maks: n välinen keskimääräinen ero oli pieni,  $2,4 \text{ ml/kg/min}$  ( $5,2 \pm 7,7 \%$ ) korrelaatiokertoimen ollessa  $0,923$  ( $p < 0,001$ ). Sekä FitWaren että WHO: n testillä ennustetut  $VO_2$ maks arvot olivat mitattuja arvoja matalammat.

Naisilla FitWaren minuutin testimallilla ennustetun ja mitatun  $VO_2$ maks: n välinen keskimääräinen ero oli suuri,  $5,4 \text{ ml/kg/min}$  ( $11,7 \pm 6,8 \%$ ) korrelaatiokertoimen ollessa  $0,793$  ( $p < 0,001$ ). WHO: n testi osoittautui naisilla FitWaren testiä luotettavammaksi, sillä WHO: n testillä ennustetun ja mitatun  $VO_2$ maks: n välinen korrelaatiokerroin oli  $0,887$  ( $p < 0,001$ ) ja keskimääräinen ero vain  $1,0 \text{ ml/kg/min}$  ( $2,4 \pm 5,3 \%$ ). Ennustetut arvot olivat mitattuja arvoja korkeammat sekä FitWaren että WHO: n testin kohdalla.

Tulosten perusteella FitWaren kahden minuutin testimallia ja WHO: n testiä voidaan miesten kohdalla pitää luotettavina submaksimaalisina testimenetelminä terveillä ja hyvä- tai normaalikuntoisilla 21-51 -vuotiailla henkilöillä. Naisilla FitWaren minuutin testimalli ei ole luotettava testimenetelmä maksimaalisen hapenottokyvyn ennustamiseen. Sen sijaan WHO: n testiä voidaan pitää myös naisten kohdalla luotettavana testimenetelmänä terveillä 20-39 -vuotiailla henkilöillä.

**Avainsanat:**  $VO_2$ maks, kuntotestaus, submaksimaalinen testi, maksimaalinen testi, pp-ergometri,  $VO_2$ maks: n ennustaminen

# SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY	2
2.1 Maksimaalisen hapenottokyvyn määritelmä	2
2.2 Maksimaaliseen hapenottokykyyn vaikuttavat fysiologiset tekijät	4
2.3 Maksimaalinen hapenottokyky fyysisen kunnon mittarina	6
3 MAKSIMAALISEN HAPENOTTOKYVYN TESTAAMINEN	7
3.1 Kuntotestauksen tarkoitus	7
3.2 Testausmenetelmät ja kuntotestin toteutus	7
3.2.1 Suoramenetelmä	8
3.2.2 Epäsuora submaksimaalinen menetelmä pp-ergometrillä	9
3.2.3 Kuntotestiin valmistautuminen ja toiminta testin aikana	10
3.3 Maksimaalisen hapenottokyvyn ennustamiseen liittyvät ongelmat	12
3.4 Epäsuoran submaksimaalisen ja maksimaalisen pp-ergometritestin edut ja haitat	13
4 SUBMAKSIMAALISET PP-ERGOMETRITESTIPROTOKOLLAT	14
4.1 Submaksimaaliset FitWare testit	14
4.2 WHO: n testi	15
4.3 Åstrand-Ryhming testi	16
5 ERI TESTIPROTOKOLLIEN TULOSTEN VERTAILUA AIKAISEMPIEN TUTKIMUSTEN POHJALTA	18
5.1 Åstrand-Ryhming testin luotettavuus	18
5.2 Muiden submaksimaalisten pp-ergometritestien luotettavuus	20
5.3 Submaksimaalisten pp-ergometritestien toistettavuus	22
6 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT	23

7 MENETELMÄT	24
7.1 Koehenkilöt	24
7.2 Aineiston keräys	25
7.3 Aineiston analysointi	27
7.4 Tilastollinen käsittely	27
8 TULOKSET	28
8.1 Suoran maksimitestin ja FitWaren kahden minuutin testimallin välinen vertailtavuus	28
8.2 Suoran maksimitestin ja FitWaren minuutin testimallin välinen vertailtavuus	29
8.3 Suoran maksimitestin ja WHO: n testin vertailtavuus miehillä	30
8.4 Suoran maksimitestin ja WHO: n testin vertailtavuus naisilla	31
8.5 FitWaren kahden minuutin testimallin ja WHO: n testin välinen vertailtavuus	33
8.6 FitWaren minuutin testimallin ja WHO: n testin välinen vertailtavuus	34
9 POHDINTA	36
9.1 Tutkimuksen päätulokset	36
9.2 FitWaren kahden minuutin testimallin luotettavuus	37
9.3 FitWaren minuutin testimallin luotettavuus	38
9.4 WHO: n testin luotettavuus miehillä	39
9.5 WHO: n testin luotettavuus naisilla	40
9.6 WHO: n testin ja FitWaren testien vertailtavuus	41
9.7 Yhteenveto ja johtopäätökset	42

## LÄHTEET

## LIITTEET

# 1 JOHDANTO

Epäsuora submaksimaalinen testi on kuntotestauksessa yleisesti käytetty maksimaalisen hapenottokyvyn määrittämismenetelmä. Epäsuora submaksimaalinen menetelmä on halpa ja nopea testimenetelmä, eikä se vaadi testattavalta maksimaalista ponnistelua. Hapenottokykyä mittaavan testin tulokset antavat testattavalle tärkeää tietoa hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnosta sekä kestävyys- ja suorituskyvyn tasosta. Tietyin väliajoin toistettuina testit kertovat myös testattavan kunnan kehityksestä. Hapenottokyvyn määrittäminen kuuluu tärkeänä osana kokonaisvaltaiseen kuntotestaukseen.

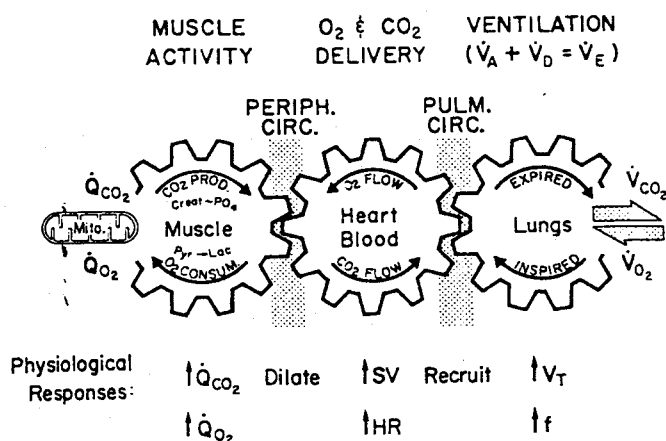
Epäsuoran submaksimaalisen polkupyöräergometritestin tulosten laskeminen ja tulkitseminen vaatii yleensä asiantuntevan testaajan läsnäoloa. Tästä johtuen kuntotestit joudutaan tekemään yleensä maksullisilla testiasemilla, vaikka testin tekeminen onnistuisi usein myös kotona. Useimmissa testeissä ei ole myöskään huomioitu naisen ja miehen fysiologisia eroja kuormituksen aikana, vaan testi on sama molemmille sukupuolille.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää kahden erilaisen submaksimaalisen testin (FitWare) tulosten luotettavuutta sekä vertailtavuutta aikaisemmin paljon käytetyn epäsuoran submaksimaalisen testin (WHO: n testi) tuloksiin. Submaksimaalisten testien luotettavuutta tutkitaan vertaamalla tuloksia suoralla maksimitestillä saavutettuihin tuloksiin. Testeistä kahden minuutin kuormaportailta suoritettava testi on tarkoitettu miehille ja minuutin kuormaportailta suoritettava testi naisille. Aloituskormat ja kuormien nostot ovat miehillä suuremmat kuin naisilla. Kahden minuutin ja minuutin kuormaportailta suoritettavien testien luotettavuudesta ja vertailtavuudesta muihin pp-ergometritesteihin ei ole aikaisempia tutkimuksia. Tutkimuksen tulosten pohjalta voidaan arvioida uusien testiprotokollien soveltuvuutta terveiden hyvä- ja normaalikuntoisten aikuisten hapenottokyvyn määrittämiseen.

## 2 MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY

### 2.1 Maksimaalisen hapenottokyvyn määritelmä ja hapenkulutus kuormituksessa

Lihasten supistumiseen tarvittava energia syntyy pääasiassa mitokondrioissa, joissa pääasiassa glukoosista ja vapaista rasvahapoista muodostetaan hapen avulla korkea energisiä yhdisteitä, kreatiinifosfaattia (KP) ja adenosiinitrifosfaattia (ATP). Mitokondrioiden lisäksi myös solujen sytoplasmassa syntyy pieni osa lihasten supistumiseen käytettävästä energiasta. Solujen aktiivisessa kuljetuksessa ja synteeseissä tai lihasten supistumisessa tarvittava energia saadaan ATP:n ja KP:n fosfaattisidosten katketessa. Fyysinen kuormitus saa elimistössä aikaan ATP:n tuottavien reaktioiden kiihtymisen. Näin ollen fyysinen kuormitus lisää elimistön tarvetta saada happea ja kuljettaa se kohdelihasten mitokondrioihin. Hapenkuluessa reaktioissa syntyy samanaikaisesti lopputuotteena hiilidioksidia, joka kuljetetaan keuhkoihin poistettavaksi elimistöstä (kuva 1). (Wasserman ym. 1987, 5-6.) Hapenkulutus lisääntyy lineaarisesti rasituksen kasvaessa, kunnes se saavuttaa yksilökohtaisen ylärajansa, jota kutsutaan henkilön maksimaaliseksi hapenottokyvyksi ( $\dot{V}O_2$  maks). Erittäin raskaassa kuormituksessa, missä energianmuodostuksen vaatimukset ylittävät hapenottokyvyn, käytetään anaerobisia energiantuottomekanismeja. (Åstrand & Rodahl 1986, 299-304.)

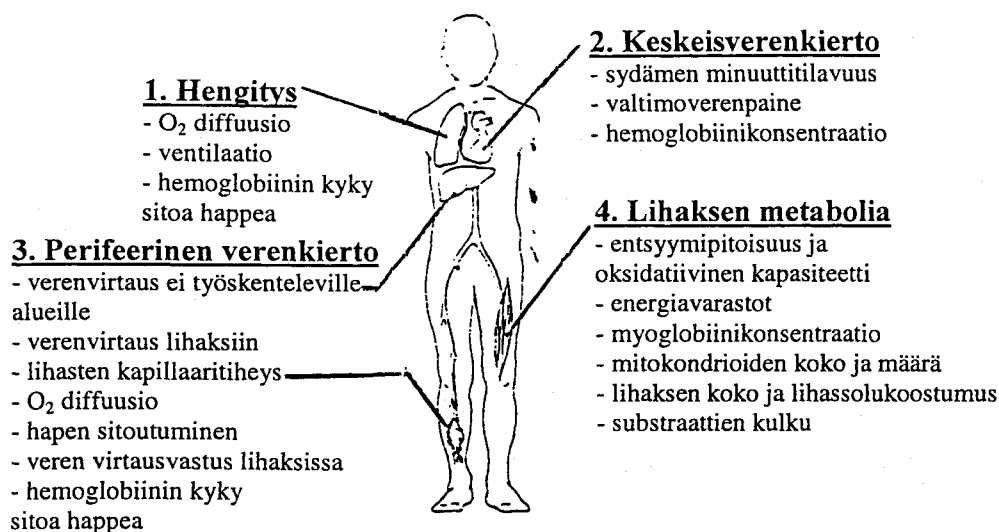


Kuva 1 Kaasujen vaihto solussa ja keuhkoissa. (Wasserman ym. 1987, 2.)

Maksimaalinen hapenottokyky kuvaa elimistön kykyä sitoa happea itseensä. Hapenottokyyyn vaikuttavat tekijät ovat sydämen minuuttitilavuus (iskutilavuus \* syke), keuhkojen ja rintarangan mekaaniset ominaisuudet sekä hapen diffuusio keuhkoista verenkiertoon ja verenkierrosta lihassoluihin. (Davis 1995, 9-17.) Tarkalleen ottaen hapen sitoutumiseen ja kuljetukseen verenkierrossa vaikuttavat sydämen minuuttitilavuuden lisäksi hapen osapaine valtimoveressä, veren hemoglobiinipitoisuus, perifeerisen verenkierron jakautuminen sekä hemoglobiinin kyky sitoa happea (Wasserman ym. 1987, 15). Lihastasolla tarkasteltuna maksimaaliseen hapenottokyyyn vaikuttavat lihasten oksidatiivinen kapasiteetti sekä työskentelevän lihasmassan suuruus. Myös lihassolujakauma vaikuttaa maksimaaliseen hapenottokyyyn, sillä oksidatiivinen kapasiteetti on suurempi hitaissa tyyppin 1 lihassoluissa kuin nopeissa tyyppin 2 soluissa (Rusko ym. 1979).

Maksimaalista hapenottokyytä rajoittavia tekijöitä on tutkittu paljon. Tutkimuksissa on esitetty hapenottokyytä rajoittaviksi tekijöiksi sekä lihastason ominaisuuksia että hengitys- ja verenkiertoelimistön kapasiteettia (kuva 2).

## MAKSIMAALINEN HAPENOTTOKYKY



*Kuva 2 Mahdolliset maksimaalista hapenottokyytä rajoittavat tekijät. (Basset & Howley 1997.)*

Tutkimustulokset viittaavat siihen, että merkittävin hapenottokykyä rajoittava tekijä suurella lihasmassalla työskenneltäessä on keskeisverenkierron kapasiteetti. (Basset & Howley 1997.) Tätä päätelmää tukee mm. tutkimus, jossa tutkittiin yhden jalan polven ojennusliikkeen aikaista veren virtausta ja hapenkulutusta nelipäisessä reisilihaksessa. Tutkimuksen mukaan lihaksen hapenkulutus on hyvinkin korkea, kun lihaksen veren virtaus on suuri. (Richardson ym. 1993.) Keskeisverenkierron kapasiteettia hapenottokykyä rajoittavana tekijänä puoltaa myös tutkimus, jossa mitattiin jalkojen verenvirtausta ja sydämen minuuttitulavuutta sekä hapenkulutusta jalkatyön ja yhdistetyn käsi - jalkatyön aikana. Tutkimuksen tulosten mukaan sydämen minuuttitulavuus on melkein sama jalkatyössä sekä yhdistetyssä käsi - jalkatyössä, mutta jalkojen verenvirtaus vähenee merkittävästi siirryttäessä pelkästä jalkatyöstä yhdistettyyn käsi - jalkatyöhön. Myös jalkojen hapenkulutus on pienempi yhdistetyssä käsi - jalkatyössä verrattuna pelkkään jalkatyöhön. (Secher ym. 1979.)

Kuormitustilanteessa hapenkulutus ei nouse välittömästi työn vaatimalle tasolle. Hapenkulutuksen noustessa hitaasti tarvittavalle tasolle syntyy happivaje (oxygen deficit), joka maksetaan takaisin työn jälkeen happivelkana (oxygen debt). Kuormituksessa, joka on alle henkilön anaerobisen kynnyksen (kohta, jossa anaerobinen energiantuotto ohittaa aerobisen energiantuoton) happivaje ja happivelka ovat suunnilleen yhtäsuuret. Ensimmäisen 15 sekunnin aikana kuormituksen alusta kaasujenvaihto tehostuu ja keuhkojen verenkierto sekä sydämen syke ja iskutilavuus kasvavat. Toisessa vaiheessa kuormituksen alusta (15 s – 3 min) soluhengitys kiihtyy voimakkaasti. Jos kuormitus on intensiteetiltään alle henkilön anaerobisen kynnyksen, saavutetaan hapenkulutuksessa tasannevaihe kolmen minuutin jälkeen kuormituksen alusta. Tasannevaiheessa solujen kuluttama hapenmäärä vastaa elimistön hapenotonmäärää ja tätä vaihetta kutsutaan steady state -tilaksi. Steady state -tilan saavuttamisaikaan vaikuttavat kuormituksen intensiteetti sekä henkilön kunto ( $VO_2\max$ ). (Wasserman ym. 1999, 52-55.)

## **2.2 Maksimaaliseen hapenottokykyyn vaikuttavat fysiologiset tekijät**

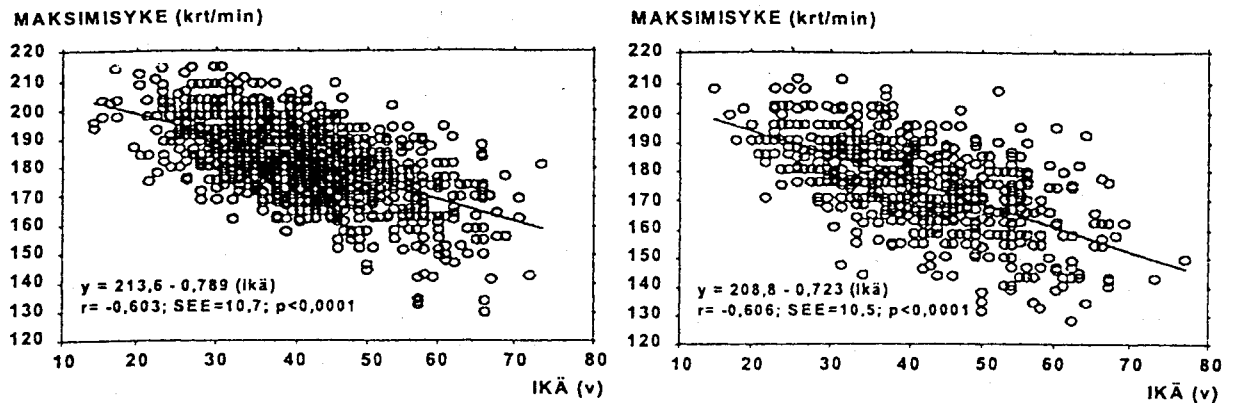
Akuutissa kuormitustilanteessa maksimaalisen hapenottokyvyn suuruuteen vaikuttaa toimivan lihasmassan määrä (Lewis ym. 1983). Esimerkiksi pelkästään ylävartalolla tehdyssä



harjoituksessa maksimaalinen hapenottokyky on vain 70 %: a juoksumatolla saavutetusta arvosta (Toner ym. 1983).

Maksimaalisen hapenottokyvyn ja aerobisen kapasiteetin suuruuteen vaikuttaa henkilön perimä. Suuren kaksostutkimuksen mukaan perimän vaikutus on 25 % tai vähemmän. Perimän vaikutusta on kuitenkin vaikea arvioida, koska hapenottokykyyn vaikuttavat myös ympäristötekijät. (Bouchard ym. 1992.) Myös harjoittelulla on vaikutusta maksimaaliseen hapenottokykyyn. Harjoittelu vaikutus hapenottokykyyn on suurempi henkilöillä, joilla on huono lähtötilanne verrattuna hyväkuntoisiin henkilöihin. (McArdle ym. 1996, 402.)

Naisten  $VO_2$ maks on 14 -30 %: a pienempi kuin miehillä riippuen siitä tarkastellaanko absoluuttisia vai rasvattomaan kehon painoon suhteutettuja arvoja (Vogel ym. 1986). Kuormituksessa, jossa siirretään omaa kehonpainoa (esim. kävely, juoksu) kannattaa  $VO_2$ maks ilmoittaa mieluummin kehonpainoon suhteutettuna arvona ( $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ ) kuin absoluuttisena arvona ( $l \cdot min^{-1}$ ) (Åstrand & Rodahl 1986, 336-337). Sukupuolten väliset erot hapenottokyvyssä johtuvat pääasiassa miesten keskimäärin suuremmasta lihasmassasta sekä korkeammasta hemoglobiinipitoisuudesta (McArdle ym. 1996, 204-205). Korkeimmillaan  $VO_2$ maks on 20 vuoden iässä, jonka jälkeen se alkaa vähitellen laskea. 65-vuotiaan  $VO_2$ maks on noin 70 %: a 25-vuotiaan arvosta. Täytyy kuitenkin muistaa, että henkilökohtainen vaihtelu hapenottokyvyssä on suurta. (Åstrand & Rodahl 1986, 333.) Maksimaalisen hapenottokyvyn tavoin myös maksimisyke laskee iän lisääntyessä (Åstrand ym. 1973) (kuva 3).



*Kuva 3 Iän vaikutus maksimisykkeeseen. Vasemmalla miehet (n=1256) ja oikealla naiset (n=754). (Whaley ym. 1992.)*

### 2.3 Maksimaalinen hapenottokyky fyysisen kunnon mittarina

Maksimaalinen hapenottokyky on yksi tärkeä fyysisen kunnon mittari, koska se antaa tietoa henkilön aerobisesta kapasiteetista ja näin ollen kestävyys suorituskyvystä. Täytyy kuitenkin muistaa, että kestävyys suorituskykyyn vaikuttavat muutkin tekijät kuin  $\text{VO}_2$  maks, joka määrää ylärajan ainoastaan aerobiselle energiantuotolle (Basset & Howley 2000). Huono aerobinen kunto lisää ennenaikaisen kuoleman riskiä erityisesti sydän - ja verisuonitautien kautta (ACSM 1995, 63). Huippukestävyysurheilija miehen  $\text{VO}_2$  maks voi olla jopa  $85\text{-}90 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (Shephard 1992, 192-200). Tavallisen terveen 30-vuotiaan miehen  $\text{VO}_2$  maks on noin  $48 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  ja 30-vuotiaan naisen  $41 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (Shvartz & Reibold 1990).  $\text{VO}_2$  maks voi olla poikkeuksellisen alhainen jos henkilöllä on jokin patologinen sairaus, kuten esimerkiksi sepelvaltimotauti, joka pienentää sydämen minuuttitilavuutta rasituksessa. (Davis 1995, 9-17.)

## 3 MAKSIMAALISEN HAPENOTTOKYVYN TESTAAMINEN

### 3.1 Kuntotestauksen tarkoitus

Maksimaalisen hapenottokyvyn testaaminen tehdään usein osana laajempaa kuntotestausta. Kuntotestin tuloksia voidaan käyttää hyväksi sekä sairautta ennalta ehkäisevien että kuntoutustarkoitukseen tehtävien kunto-ohjelmien suunnittelussa. Hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnan arvioimisen lisäksi kuntotestaukseen kuuluvat yleensä kehon koostumuksen mittaaminen (rasva-%, rasvaton kehonpaino, BMI) sekä lihaskunnan mittaaminen (lihasvoima, lihaskestävyys ja notkeus). Kuntotestin tuloksia voidaan harjoitusohjelmien suunnittelun lisäksi käyttää apuna mm. harjoitustilan kehittymisen seurannassa, harjoitteluun motivoinnissa, fyysisen kunnan merkityksen opettamisessa ja terveydellisten riskitekijöiden havainnoinnissa. (ACSM 1995, 49-84.)

### 3.2 Testausmenetelmät ja kuntotestin toteutus

Maksimaalisen hapenkulutuksen ennustamiseksi ja määrittämiseksi on kehitetty monia menetelmiä. Mittausmenetelmissä kuormitus voi olla joko maksimaalinen tai submaksimaalinen. Myös hapenottokyvyn määrittäminen voi tapahtua kahdella tavalla; joko suorasti tai epäsuorasti. Kuormittamisessa käytetään yleensä juoksumattoa, penkkiaskellusta tai polkupyöräergometriä (pp-ergometri). Juoksumatolla voidaan edetä juosten, kävellen tai sauvakävellen. Polkupyöräergometriä lisäksi on olemassa myös mm. erilaisia käsi- ja soutuergometrejä. Eri testausvälineille on aikojen kuluessa kehitetty useita erilaisia testiprotokollia. Maksimaalisessa työssä polkupyöräergometrillä saavutetut hapenkulutuksen arvot ovat 5-10 % matalammat kuin juoksemalla saavutetut arvot (Wasserman ym. 1999, 121). Myös submaksimaalisella pp-ergometritestillä arvioidut  $VO_2$  maks arvot ovat juoksumatolla maksimitestillä mitattuja arvoja matalammat (Grant ym. 1995).

Edellämainittujen testausmenetelmien lisäksi on olemassa erilaisia kenttätestejä, jotka ovat helppoja ja halpoja toteuttaa. (ACSM 1995, 64-75.) Kenttätesteistä mainittakoon esimerk-

kinä Cooperin 12 minuutin juoksutesti, jossa  $VO_2$ maks lasketaan sijoittamalla juostun matkan pituus tiettyyn kaavaan (Cooper 1968a). Erittäin paljon käytetty kenttätesti on myös UKK-kävelytesti (kahden kilometrin kävelytesti, jossa kuntoluokka määräytyy sukupuolen, iän, BMI:n, kävelyajan ja loppusykkeen perusteella) (Laukkanen 1993). Yksinkertainen ja nopea tapa arvioida maksimaalinen hapenottokyky on ns. ”non-exercise” -menetelmä. Menetelmässä  $VO_2$ maks arvioiaan kyselylomakkeen vastauksista saatavien pisteiden perusteella. (Jackson ym. 1990.)

### 3.2.1 Suoramenetelmä

Tarkin hapenkulutuksen määrittäminen on ns. suoramenetelmä, jossa analysoidaan näytteitä henkilön rasiuksen aikana uloshengittämästä ilmasta. Menetelmässä henkilö hengittää sisään huoneilmaa ja puhalttaa uloshengittävän ilman mittaus- ja analysointilaitteistoon. Järjestelmään kuuluvassa suukappaleessa on venttiili, joka mahdollistaa huoneilman sisäänhengityksen, mutta estää uloshengitetyn ilman pääsyn laitteiston ulkopuolelle. Nenäpihdeillä varmistetaan vielä lisäksi se, että kaikki kaasujen vaihto tapahtuu suun kautta. Mittauslaitteistossa on kolme pääosaa, jotka ovat:

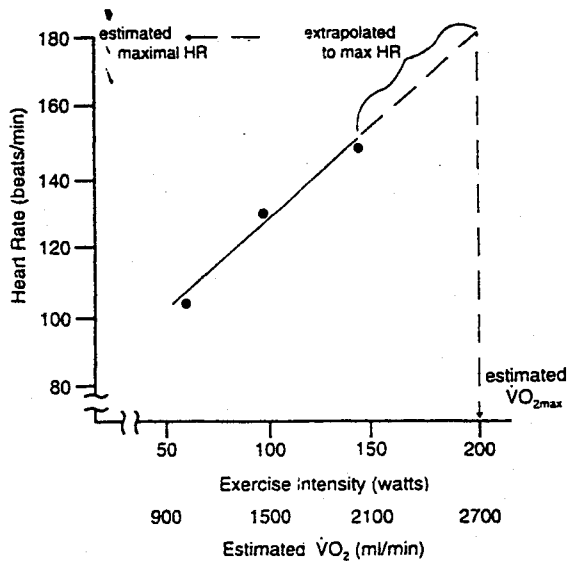
1. Yksikkö, joka mittaa sisään tai ulos hengitetyn ilman tilavuutta tietyssä aikayksikössä. (Mitattu volyyymi täytyy korjata standardiolosuhteisiin STPD -kertoimella. Standardiolosuhteissa ilman lämpötila on 0 °C ja ilmanpaine 760 mmHg.)
2. Happianalysointilaitteisto, joka mittaa uloshengitetyn ilman happipitoisuutta.
3. Hiilidioksidianalysointilaitteisto, joka mittaa uloshengitetyn ilman hiilidioksidipitoisuutta.

Eri yksiköt sisältävä mittauslaitteisto on yleensä yhdistetty tietokoneeseen. Laitteiston mitaamien arvojen sekä tunnetun vakion huoneilman koostumuksen avulla voidaan laskea sisään ja uloshengitetyn hapen tilavuuksien erotus, joka on henkilön hapenkulutus. Hapenkulutus kertoo siis sen, paljonko sisäänhengitetystä hapesta jää kudosten käyttöön. (ACSM 1995, 271-272.)

Suorassa maksimaalisessa hapenottokyvyn testissä voidaan usein testin loppuvaiheessa havaita hapenkulutuksen tasaantuminen. Tätä tasaantumiskohtaa voidaan pitää maksimaalisen hapenottokyvyn kohtana.

### 3.2.2 Epäsuora submaksimaalinen menetelmä pp-ergometrillä

Epäsuorassa submaksimaalisessa hapenottokyvyn testissä  $VO_2$ maks: n määrittäminen perustuu yleensä sykkeen, tehdyn työn ja hapenkulutuksen lineaarisuuteen submaksimaalisilla kuormitustasoilla. Maksimaalisessa epäsuorassa hapenottokyvyn testissä  $VO_2$ maks saadaan tehdyn maksimityön perusteella. Submaksimaalisessa hapenottokyvyntestissä  $VO_2$ maks ennustetaan (ekstrapoloidaan) nousevilla submaksimaalisilla kuormilla tehdyn työn ja työtä vastaavan sykkeen perusteella (kuva 4). Menetelmässä täytyy tietää tai arvioida henkilön maksimisyke, jotta maksimaalisen työmäärän ennustaminen olisi mahdollista. (Åstrand & Rodahl 1986, 369-372.) Erään tutkimuksen mukaan submaksimaalisissa pp-ergometritesteissä polkemisnopeus voi olla välillä 50-80 kierrosta minuutissa, sen vaikuttamatta maksimaalisen hapenottokyvyn suuruuteen (Swain & Wright 1997; Sidossis ym. 1992). Kuormaportaan keston tulee submaksimaalisessa testissä olla riittävän pitkä steady state -tilan saavuttamiseksi. WHO: nohjeiden mukaan sopiva kuormaportaan kesto on neljä minuuttia (Lange Andersen ym. 1971, 55-56). Joitakin epäsuoria submaksimaalisia testiprotokollia on validoitu laskemalla korrelaatiokertoimet suoraan mitatun  $VO_2$ maks: n ja submaksimaalisesta testistä ennusteena saadun  $VO_2$ maks: n välille (ACSM 1995, 64).



**Kuva 4** Maksimaalisen hapenottokyvyn määrittäminen ekstrapolointimenetelmällä. (ACSM 1995, 65.)

Eri testejä tai ekstrapolointimenetelmää yleensä ei ole tutkittu kovin laajamittaisilla tutkimuksilla. Erilaisista testeistä löytyy kuitenkin useita tutkimuksia, joissa on pyritty selvittämään, paljonko ennustettu hapenottokyvyn arvo poikkeaa suoralla maksimitestillä mitatusta arvosta. (Grant ym. 1999.)

### 3.2.3 Kuntotestiin valmistautuminen ja toiminta testin aikana

Ennen kuntotestiä testaajan tulee antaa testattavalle riittävät tarkat ohjeet testiä edeltävistä toimenpiteistä sekä kertoa testin kulusta ja tarkoituksesta. Annetut ohjeet ja neuvot lisäävät testin luotettavuutta ja parantavat tulosten tarkkuutta. Hyvissä ajoin ennen kuntotestiä annettavissa ohjeissa tulee mainita mm. seuraavat asiat:

1. Ennen testiä ei saa syödä raskaasti, juoda alkoholia tai kahvia, eikä polttaa savukkeita kolmeen tuntiin.
2. Testiin on hyvä tulla levänneenä. Testipäivänä tulee välttää raskasta liikuntaa ja edellisenä yönä tulee nukkua vähintään 6-8 tuntia.
3. Testiä edeltävän 24 tunnin aikana tulee nauttia runsaasti nestettä.
4. Testivaatetukseen tulee olla mukava ja riittävän väljä.

Ennen testiä testajaan tulee selvittää esimerkiksi kyselylomakkeen avulla testattavan terveydentila sekä muut mahdolliset testin suorittamiseen vaikuttavat tekijät (esim. lääkitys). Kyselylomakkeeseen liittyy yleensä kohta, jossa testattava antaa kirjallisen suostumuksensa testin tekemiseen. Terveydentilan selvittämiseksi kuuluu testattavalta mitata myös testiä edeltävä lepoverenpaine. Verenpaineen lisäksi ennen testiä kannattaa testattavalta mitata myös paino ja pituus.

Testattavalle täytyy kertoa ennen testin suorittamista, miten testi tulee etenemään. Testin kulkuun liittyen tulee mainita, että testin aikana testattava voi tuntea testiin liittyvää väsymistä. Erityisen tärkeää on muistuttaa testattavaa siitä, että hänellä on oikeus keskeyttää testi milloin tahansa, jos hän itse niin haluaa. Testattavalle on selvitettävä myös testaamiseen liittyvät riskit sekä testistä saatavat hyödyt. (ACSM 1995, 29-51.)

Itse mittaamiseen liittyen testajaan tulee tehdä testiä ennen asianmukaiset mittauslaitteiden kalibroinnit sekä huolehtia siitä, että testitilan lämpötila on 18-22 °C ja ilman suhteellinen kosteus alle 60 %. Myös pp-ergometrin satula tulee säätää testattavalle sopivaksi ennen testin alkua. Testin aikana testattavan kasvoihin ei saa kohdistaa voimakasta tuuletusta ja testin aikana tulee välttää ylimääräistä keskustelua. (Mänttari ym. 1998, 44-45.)

Kuntotestin aikana testattavan tuntemuksia voidaan kysyä RPE (rate of perceived exertion) -asteikkoa käyttämällä. RPE: n avulla saadaan tietoa henkilön testin aikana kokemasta kokonaisrasituksesta. Borg' n alkuperäinen RPE -asteikko on 15 -luokkainen (rasituksen taso on merkitty numeroin kuudesta kahteenkymmeneen). Alkuperäisen asteikon pohjalta on kehitetty myös uudempi asteikko, jossa rasituksen taso on merkitty numeroin nolasta kymmeneen. Uudempi asteikko sopii hyvin mm. erilaisten oireiden, kuten hengenahdistuksen ja kivun määrittämiseen. (Borg 1982.) RPE: n käyttöä kuntotestissä maksimaalisen hapenoton ennustamisessa ovat tutkineet mm. Wilmore ym. (1986). Heidän tutkimuksensa mukaan RPE: n käyttö maksimaalisen hapenottokyvyn ennustamisessa on suositeltavaa erityisesti yhdessä sykkeen tai/ja tehdyn työmäärän kanssa.

### 3.3 Maksimaalisen hapenottokyvyn ennustamiseen liittyvät ongelmat

Submaksimaalisessa testissä merkittävässä roolissa olevaan sykkeeseen vaikuttavat sitä kohottavasti monet tekijät, kuten ilmanlämpötila, ilmankosteus, sekä juuri ennen rasitusta nautittu raskas ateria (Wilmore & Costill 1999, 11). Edellä mainittujen tekijöiden lisäksi submaksimaalisessa testissä sykettä nostavat tupakointi ja testijännitys. Myös vuorokaudenajalla sekä sillä, onko testitapa tuttu vai vieras, on vaikutusta rasituksen aikaiseen sykkeeseen. Muita testitulokseen vaikuttavia tekijöitä ovat minuuttitulavuuden vaihtelu ja testattavan liikkumisen taloudellisuus. (McConnell 1998, 351.) Eräillä sydän- ja verisuonitaudeilla, kuten esimerkiksi sepelvaltimotaudilla on testitulosta huonontava vaikutus (Davis 1995, 9-17.) Sen sijaan joillakin sydän- ja verisuonitautien hoidossa käytetyillä lääkkeillä on testitulosta parantava vaikutus. Esimerkiksi verenpainetaudin hoidossa käytettävät  $\beta$ -salpaajat laskevat sykettä merkittävästi. (Gordon 1997, 59-68.) Myös laitteiston kalibrointi sekä joissakin tapauksissa testattavan motivaatio ovat testitulokseen vaikuttavia tekijöitä (Shephard 1992, 198). Maksimaalisen hapenottokyvyn ennustamista vaikeuttava ja usein tuloksia vääristävä tekijä on epätietoisuus henkilön maksimisykkeestä. Yleisesti käytetty maksimisykkeen määrittäminen on vähentää henkilön ikä sykkeluvusta 220 (220 - ikä). Tämä menetelmä ei kuitenkaan aina anna todellista maksimisykettä, sillä yksilöiden väliset erot maksimisykkeessä voivat olla hyvinkin suuria. Mitatut maksimisykkeet ovat lähempänä ennustettuja maksimisykkeitä iäkkäämmillä kuin nuorilla henkilöillä. (Whaley ym. 1992.)

Submaksimaalisilla testimenetelmillä ennustettuihin maksimihapenottokyvyn arvoihin vaikuttaa myös se, minkä ikäisillä ja minkä kuntoisilla henkilöillä kyseinen menetelmä on kehitetty. Tulokset eivät siis aina pidä paikkaansa kaiken ikäisten ja kaiken kuntoisten henkilöiden kohdalla. (Shvartz & Reibold 1990.) Maksimaalisen hapenottokyvyn ennustamiseen perustuvien menetelmien heikkoudeksi voidaan laskea myös se, että syke ja maksimaalinen hapenottokyky eivät kaikkien koehenkilöiden kohdalla nouse lineaarisesti kuormituksen intensiteetin kasvaessa, vaikka menetelmissä niin oletetaan. Raskaassa kuormituksessa  $VO_2$  maks voi nousta korkeammalle, kuin mitä sykkeen nousun perusteella voitaisiin olettaa. (Davies 1968.)



### **3.4 Epäsuoran submaksimaalisen ja maksimaalisen pp-ergometritestin edut ja haitat**

Epäsuoran testin hyvänä puolena voidaan pitää sen halpaa hintaa (kohtuullisen halpa laitteisto) verrattuna suoraan testiin. Submaksimaalisen testin etuna on sen maksimitestiä pienempi riskialttius testin aikaisille komplikaatioille. Pienempi terveydellinen riski johtuu siitä, että testiä ei tarvitse tehdä uupumukseen asti. (McConnell 1998, 347.) Epäsuora maksimaalinen testi on submaksimaalista testiä luotettavampi ja tarkempi menetelmä. Maksimaalinen testi on kuitenkin usein aikaavievä ja sen tekeminen vaatii testattavalta maksimaalisia ponnisteluja. (ACSM 1995, 64.) Pp-ergometritestin huonona puolena voidaan pitää sitä, että kaikki koehenkilöt eivät tunne oloaan mukavaksi pyöräilyn aikana. Pyöräily aiheuttaa testattavalle usein epämiellyttävää paikallisen lihasväsymyksen tai kivun tunnetta reisilihaksissa ja polvissa. Pp-ergometritestissä tärkeää onkin oikean ajoasennon löytäminen. Polkupyörällä tehtävässä maksimitestissä testattavan motivointi on erityisen tärkeää, koska polkupyörällä polkeminen on helppo lopettaa koska tahansa toisin kuin juoksemisen moottoroidulla juoksumatolla. Pyöräiltäessä henkilöiden väliset erot työn taloudellisuudessa ovat pieniä, mikä voidaan laskea pp-ergometritestin vahvuudeksi. (Åstrand & Rodahl 1986, 356-369.)

## **4 SUBMAKSIMAALISET PP- ERGOMETRITESTIPROTOKOLLAT**

Suoran maksimaalisen hapenottokyvyn testin suorittamiseen tarvitaan kallis testivälineistö sekä korkeasti koulutettua henkilökuntaa. Lisäksi testin tekeminen vaatii maksimaalista ponnistelua, mikä lisää terveystorjuntaa. Mm. edellä mainittujen seikkojen vuoksi on aikojen kuluessa kehitetty monia submaksimaalisia testiprotokollia, jotka ovat helppoja ja nopeita suorittaa, ja joissa testattavan ei tarvitse työskennellä uupumukseen asti. (Grant ym. 1999.)

### **4.1 Submaksimaaliset FitWare testit**

Nykyaikaisiin kuntopyöriin on mahdollista yhdistää mikrotietokone, jonka avulla kuntotestin tekeminen on aikaisempaa helpompaa. Tietokoneelle asennetun kuntotestiohjelmiston avulla pp-ergometritestin tekeminen onnistuu helposti myös kotioloissa.

Naisten testimallissa poljetaan yhden minuutin kuormia peräkkäin niin monta, että tietokone ilmoittaa tavoitesykkeen saavutetuksi. Naisten mallissa lähtökuormana on käytetty 30-40 W: a ja kuormien nostoina 10-20 W: a. Lähtökuorma ja kuormien nostot määräytyvät henkilön kunnon mukaan. Testiä voi halutessa jatkaa uupumukseen asti, jolloin testi toimii epäsuorana maksimitestinä.

Miesten testimallissa kuorman pituus on kaksi minuuttia ja kuormia poljetaan samoin kuin naisten testissä niin monta, että tietokone ilmoittaa tavoitesykkeen saavutetuksi. Miesten testissä aloituskuormana on käytetty 50-60 W: a ja kuormien nostoina 25-30 W: a. Testin voi naisten mallin tavoin jatkaa halutessaan uupumukseen asti. FitWaren testeissä poljinkierrosten tulee olla 60-90 rpm.

FitWare testit perustuvat oletukseen sykkeen ja hapenkulutuksen lineaarisuudesta. Tietokoneohjelma (FitWare® Mikkeli, Suomi) määrittää peräkkäisten kuormien sykkeiden perusteella regressiosuoran. Regressiosuoran yhtälön ja arvioidun (tai tiedetyn) maksimisyk-

keen avulla tietokone laskee testattavalle maksimityömäärän ja sitä vastaavan hapenkulutuksen (laskentakaava sama kuin WHO: n testissä).

## 4.2 WHO: n testi

WHO: n (World Health Organization) testissä testattava polkee neljä submaksimaalista neljän minuutin kuormaa, joista yksi on verryttelykuorma. Kolmen varsinaisen testikuorman aikana sykkeen tulisi olla välillä 40-80 % maksimisykkeestä. Testin aloituskuorma määräytyy testattavan iän, sukupuolen, kunnon sekä verryttelykuorman sykereaktion perusteella. (Lange Andersen ym. 1971, 55-56) Hapenkulutuksen tulee polkupyöräergometritestissä olla n. 50-80 % maksimista. 50 %: n taso hapenkulutuksesta vastaa pp-ergometriyössä syketasoa n. 64 % maksimista (Londeree ym. 1995). Syketaso 64 % maksimisista on tärkeä sen vuoksi, että sydämen syketaajuutta säätelevän parasympaattisen hermoston vaikutus katoaa tässä kohtaa (Laukkanen ym. 1998; Tulppo ym. 1996).

Myös WHO: n polkupyöräergometritesti perustuu oletukseen sykkeen ja hapenkulutuksen lineaarisuudesta. Testattavan maksimityömäärä ennustetaan eri kuormilla saavutettujen sykkeiden avulla muodostetun regressiosuoran yhtälön ja arvioidun (tai tiedetyn) maksimisykkeen avulla. Ennustettua maksimityömäärää vastaava hapenkulutus (suhteutettuna kehon painoon) lasketaan kaavalla:

$$VO_2\text{maks (ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}) = 12,35 * P/\text{kg} + 3,5, \text{ missä}$$

$P/\text{kg}$  = kehonpainoon suhteutettu maksimiteho (W/kg)

12,35 = vakio

3,5 = lepo hapenkulutus

(Mänttari ym. 1998, 49.)

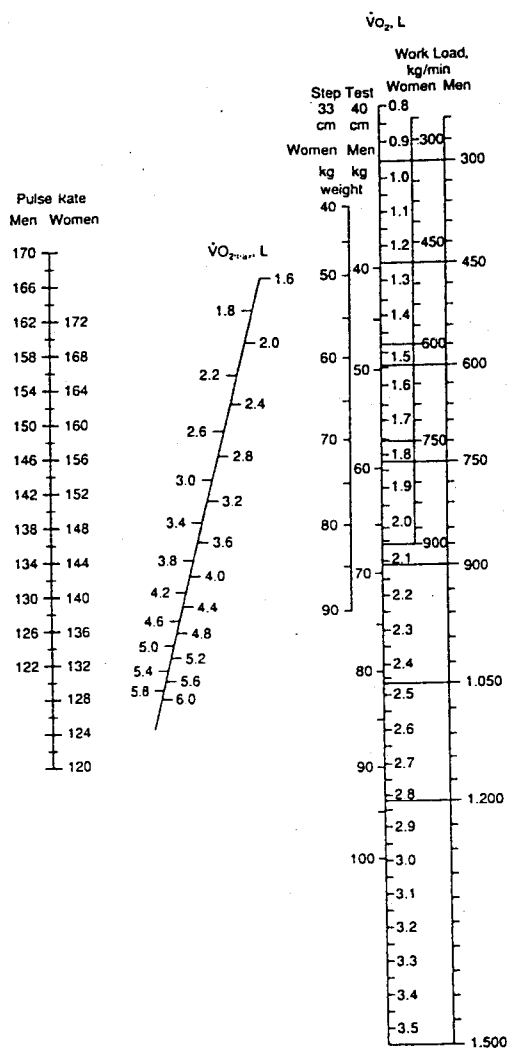
Testissä testattava polkee jokaisen kuorman samalla polkemisnopeudella. Yleisimmin käytetyt polkemisnopeudet ovat 50 tai 60 kierrosta minuutissa (Lange Andersen ym. 1971, 54).

### 4.3 Åstrand-Ryhming testi

Åstrand-Ryhming -testin kehittivät vuonna 1954 Åstrand ja Ryhming. Testitapa voi olla juoksu, penkille askellus tai polkupyöraergometrillä polkeminen. Åstrand-Ryhming testissä testattava työskentelee yhden kuuden minuutin submaksimaalisen kuorman ajan. Oikean tuloksen saamiseksi polkupyöraergometrillä pyörän vastus on valittava siten, että kuormituksen aikainen syke on välillä 125-170 lyöntiä minuutissa. Åstrand ja Ryhming kehittivät useita koehenkilöitä käsittäneen tutkimuksen pohjalta nomogrammin (kuva 5), jonka avulla henkilön maksimaalinen hapenotto-kyky voidaan arvioida, kun nomogrammiin sijoitetaan kuuden minuutin submaksimaalisen kuorman lopussa mitattu syke ja tehty työmäärä (kgm/min). Nomogrammi perustuu useiden muiden submaksimaalisten testiprotokollien tapaan oletukseen, että syke ja hapenkulutus kasvavat lineaarisesti tehdyn työn intensiteetin lisääntyessä.

Testikuorma voidaan valita tarkoitukseen kehitetyn nomogrammin avulla. Testattava polkee ennen varsinaista testiä tietyn ajan kuormalla 600 kpm/min ja tämän kuormituksen lopussa mitattua sykettä sekä henkilön painoa käytetään hyväksi määrittäessä varsinainen testikuorma nomogrammin avulla. (Terry ym. 1977.)

Åstrand-Ryhming testin nomogrammi on kehitetty alunperin testien pohjalta, joissa koehenkilöinä oli terveitä ja hyväkuntoisia 18-30 -vuotiaita henkilöitä (Åstrand & Ryhming 1954). Testiin on kehitetty myöhemmin korjauskertoimet, jotka huomioivat testattavan iän (kuva 5) (Åstrand 1960).



Kuva 5 Åstrand-Ryhming nomogrammi ja iän mukaiset korjauskertoimet. (Åstrand & Ryhming 1954; Åstrand 1960)

## 5 ERI TESTIPROTOKOLLIEN TULOSTEN VERTAILUA AIKAISEMPIEN TUTKIMUSTEN POHJALTA

Eri submaksimaalisten pp-ergometritestien tulosten luotettavuutta on tutkittu paljon vertaamalla ennustettuja VO<sub>2</sub>maks arvoja mitattuihin arvoihin. Tulokset eri tutkimuksista ovat hyvin ristiriitaisia. Tutkituin submaksimaalinen pp-ergometritesti on Åstrand-Ryhming testi.

### 5.1 Åstrand-Ryhming testin luotettavuus

Åstrand-Ryhming (Å-R) pp-ergometritesti on yksi käytetyimmistä submaksimaalisista kuntotesteistä (Grant ym. 1999). Testin VO<sub>2</sub>maks arvojen vertailtavuutta suoran maksimitestin tuloksiin eri kuntosilla ihmisillä on tutkittu paljon. Tutkimustulokset ovat Å-R testin kohdalla ovat ristiriitaisia. (Zwiren ym. 1991.) Grant ym.'n (1999) mukaan Å-R testin VO<sub>2</sub>maks arvot ovat naisilla (keski-ikä 21 -vuotta) 6,9 % liian korkeita. Tutkimuksessa ennustetun ja mitatun VO<sub>2</sub>maks: n väliset korrelaatiot olivat naisilla 0.93 ja miehillä 0.40. Tutkimuksen mukaan testi näyttäisi soveltuvan siis paremmin naisille kuin miehille. Myös Zwiren ym. (1991) mukaan Å-R testin tulokset ovat naisilla liian korkeita. Heidän tutkimuksensa mukaan testin tulokset ovat 13 % todellisia VO<sub>2</sub>maks arvoja korkeammat. Tutkimuksessa ennustettujen ja mitattujen VO<sub>2</sub>maks arvojen välinen korrelaatio oli 0.66. Samankaltaisia tuloksia saivat tutkimuksessaan myös Hartung ym. (1995). Heidän mukaansa hieman muunneltu Å-R testin VO<sub>2</sub>maks arvot ovat naisilla 18,5 % korkeammat kuin suorassa maksimitestissä pp-ergometrillä. Å-R testin ja pp-ergometrillä tehdyn suoran maksimitestin tulosten välinen korrelaatio oli 0.70. Glassford ym.'n (1965) tutkimuksessa Å-R testin VO<sub>2</sub>maks arvot olivat suoraa maksimitestiä (Åstrand) korkeampia myös miehillä. Coleman'n (1976) nuorilla opiskelijamiehillä tekemässä tutkimuksessa Å-R testin ja suoran maksimitestin välinen korrelaatio oli 0.68 absoluuttisten hapenkulutusarvojen kohdalla. Korrelaatiokerroin oli heikompi kuin toisen tutkimuksessa olleen submaksimaalisen testin ja suoran maksimitestin välinen korrelaatio. Toinen submaksimaalisista testeistä sekä maksimitesti tosin tehtiin juoksumatolla eikä pp-ergometrillä.

Päinvastaisista tuloksista suoran maksimitestin ja Å-R testin antamien VO<sub>2</sub>maks arvojen kohdalla ovat raportoineet mm. Rowell ym. (1964) sekä Davies (1968). Davies`n (1968) tutkimuksen mukaan Å-R testin VO<sub>2</sub>maks arvot ovat lähempänä todellista arvoa, jos testi tehdään sykkeellä 140-180, kuin jos testi tehtäisiin sykkeellä 120-140. Rowell ym. (1964) havaitsivat tutkimuksessaan, että Å-R testin VO<sub>2</sub>maks arvot ovat todellista matalampia sekä urheilija -että tavallisilla miehillä. Lockwood ym. (1997) tutkivat Yhdysvaltain ilma-voimien käyttämän Å-R testistä muunnellun testimenetelmän VO<sub>2</sub>maks arvojen vertailtavuutta suoran maksimitestin VO<sub>2</sub>maks arvoihin. Muunnellussa menetelmässä testikuorman syke täytyy olla välillä 130-150. Tutkimustulosten mukaan tämä testimenetelmän tulokset ovat 15 % suoraa maksimitestiä matalampia. Samassa tutkimuksessa oli mukana myös progressiivinen submaksimaalinen pp-ergometritesti, joka osoittautui muunneltua Å-R testiä tarkemmaksi testiksi. Testin tulokset olivat joidenkin koehenkilöiden kohdalla erittäin lähellä mitattuja arvoja, kun taas toisten koehenkilöiden kohdalla ennustetut VO<sub>2</sub>maks arvot olivat kaukana mitatuista.

Åstrand-Ryhming testin tuloksia on verrattu myös testimenetelmään, jossa maksimaalinen hapenottokyky määritetään sykekäyrässä olevat taitekohdat huomioon ottaen. Jälkimmäinen testimenetelmä osoittautui Å-R testiä tarkemmaksi menetelmäksi, mutta menetelmän heikkoutena voidaan pitää sitä, että kaikkien henkilöiden kohdalla sykekäyrästä ei löydy selviä taitekohtia. Tässä tutkimuksessa Å-R testin ja kahden erilaisen maksimitestin VO<sub>2</sub>maks arvojen väliset korrelaatiot olivat 0.74 ja 0.77. (de Wit ym. 1997.) Herminston & Faulkner (1971) saivat tutkimuksessaan Å-R testin ja suoran maksimitestin VO<sub>2</sub>maks arvojen väliseksi korrelaatioksi ainoastaan 0.47. Tässä tutkimuksessa testi tehtiin tosin aika alhaisella sykkeellä (120-140). Å-R testin käyttökelpoisuutta maksimaalisen hapenottokyvyn arvioimisessa puoltaa tutkimus, jossa koehenkilöinä käytettiin lähes samanikäisiä henkilöitä kuin Åstrandin alkuperäisessä tutkimuksessa (Teräslinna ym. 1966). Tämän tutkimuksen mukaan Å-R testi on jo sinällään käyttökelpoinen menetelmä maksimaalisen hapenottokyvyn ennustamiseksi ja testin luotettavuus paranee entisestään, jos tuloksissa käytetään iän mukaisia korjauskertoimia. Myös Cink & Thomas (1981) tulivat tutkimuksessaan siihen tulokseen, että käytettäessä Åstrandin iän mukaisia korjauskertoimia tulosten oikeellisuus paranee ja Å-R testiä voidaan pitää luotettavana testinä maksimaalisen hapenottokyvyn arvioimiseksi. Tässä tutkimuksessa Å-R testin ja suoran maksimitestin väli-

set korrelaatiot olivat iän mukaisen korjauksen jälkeen 0.76 absoluuttisten arvojen kohdalla ja 0.83 kehonpainoon suhteutettujen arvojen kohdalla.

**Taulukko 1** Yhteenveto eräiden ennen vuotta 1996 tehtyjen tutkimusten tuloksista, joissa vertaillaan Å-R testin ja suoran maksimitestin antamia VO<sub>2</sub>maks arvoja. (de Wit ym. 1997.)

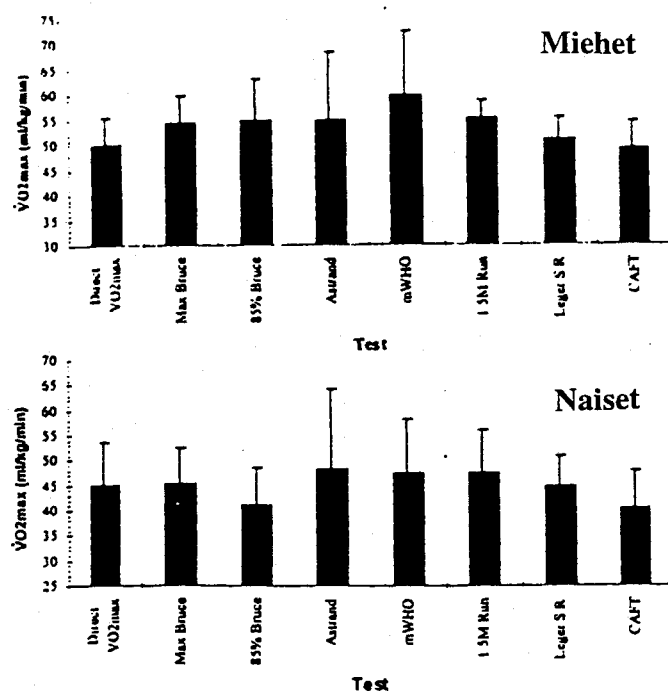
author(s)	r	SEE	
		(l · min <sup>-1</sup> )	%
Åstrand & Ryhming (1)			10–15
Åstrand & Rodahl (3)		0.27–0.43	6.7–14.4
DeVries & Klafs (10)	0.74		
Glassford et al. (17)	0.80		
Hermiston & Faulkner (19)	0.47		
Jessup et al. (21)	0.64		
Kasch (23)	0.58		
Legge & Banister (26)		0.51	
Louhevaara et al. (27)	0.39	0.54–0.55	
Siconolfi et al. (31)	0.82	0.24–0.43	9–15
Teräslinna et al. (33)	0.92		
Present study: DUR-test	0.74	0.55	12.7
Present study: DIS-test	0.77	0.57	13.3

## 5.2 Muiden submaksimaalisten pp-ergometritestien luotettavuus

de Vries & Klafs'n (1965) useita eri submaksimaalisia testimenetelmiä sisältäneessä tutkimuksessa Å-R testi sekä Sjöstrandin pp-ergometritesti osoittautuivat tarkimmiksi maksimaalisen hapenottokyvyn ennustusmenetelmiksi. Kasch (1984) vertasi tutkimuksessaan Å-R testin ja Sjöstrandin testin VO<sub>2</sub>maks arvoja suoralla maksimitestillä mitattuihin arvoihin ja tuli siihen tulokseen, ettei kumpikaan testeistä ole tarkka menetelmä ennustamaan maksimaalista hapenottokykyä. Tutkimuksessa Å-R testin VO<sub>2</sub>maks arvojen virhe oli 16 % ja Sjöstrandin testin VO<sub>2</sub>maks arvojen virhe 12 %. Å-R testin VO<sub>2</sub>maks arvojen ja suoran maksimitestin VO<sub>2</sub>maks arvojen välinen korrelaatio oli 0.58. Sjöstrandin testin ja suoran maksimitestin välinen korrelaatio 0.55. Fox (1973) tutki yksinkertaisen yhden kuorman submaksimaalisen testin ja suoran maksimitestin antamien VO<sub>2</sub>maks arvojen vertailtavuutta. Fox'n menetelmässä koehenkilöt polkivat yhden viiden minuutin kuorman 150 W: n vastuksella. Hapenkulutuksen määrittäminen tehtiin kuorman lopussa mitatun sykkeen perusteella. Menetelmä osoittautui suhteellisen tarkaksi, sillä ennustettujen ja mitattujen VO<sub>2</sub>maks arvojen välinen korrelaatio oli jopa 0.76.



Grant ym.'n (1999) tutkimuksessa muunnellun WHO: n submaksimaalisen testin maksimihapenkulutuksen arvot olivat sekä miehillä että naisilla korkeammat kuin Å-R testissä. Muunnellun WHO: n testin ja suoran maksimitestin VO<sub>2</sub>maks arvojen väliset korrelaatiokertoimet olivat sekä naisissa että miehissä heikommat kuin Å-R testin ja suoran maksimitestin väliset korrelaatiokertoimet (kuva 6). Päinvastaisesta tuloksesta ovat raportoineet Louhevaara ym. (1980). Heidän tutkimuksessaan WHO: n testin VO<sub>2</sub>maks arvot olivat lähempänä mitattuja kuin Å-R testin riippumatta siitä tehtiinkö WHO: n testi kaksi- tai kolmiportaisena. Zwiren ym. (1991) tutkimuksessa ekstrapolointimenetelmään perustuvan testin VO<sub>2</sub>maks arvot olivat 13 % korkeammat kuin suorassa maksimitestissä. Ekstrapolointimenetelmään perustuvan testin ja suoran maksimitestin VO<sub>2</sub>maks arvojen välinen korrelaatio oli 0.66. Greiwe ym. (1995) tutkivat ASCM: n progressiivisen submaksimaalisen testimenetelmän VO<sub>2</sub>maks arvojen vertailtavuutta suoran maksimitestin hapenkulutuksen arvoihin. Tulosten mukaan ASCM: n testin hapenkulutuksen arvot ovat korkeammat kuin suorassa maksimitestissä virheen ollessa keskimäärin n. 15 %. Grossmann ym. (1994) saivat tutkimuksessaan tulokseksi, että progressiivisen submaksimaalisen testimenetelmän (YMCA: n testi) tulokset ovat osalla koehenkilöistä erittäin tarkkoja, mutta yksilöllinen vaihtelu testin tarkkuudessa on suuri. Taulukossa 2 on esitetty yhteenveto tutkimuksista, joissa on verrattu eri submaksimaalisia pp-ergometritestiprotokollia suoraan maksimitestiin.



*Kuva 6 Eräissä tutkimuksissa eri testeillä saavutettuja VO<sub>2</sub>maks arvoja naisilla ja miehillä. (Grant ym. 1999.)*

**Taulukko 2** Submaksimaalisten testimenetelmien tulosten vertailua suoran maksimitestin tuloksiin eri tutkimuksissa. (m=miehet ja n= naiset).

Tutkija(t)	Testimenetelmä	r	virhe -%	n
Kacsh (1984)	Sjöstrandin testi	0.55	12	83 m
Grant ym. (1999)	Muunneltu WHO	0.38 m ja 0.82 n	8,5 m 10,2 n	15 m ja 15 n
Fox (1973)	5 min kuorma 150 W	0.76		87 m
Zwiren ym. (1991)	extrapolointimenetelmä	0.66	13	38 n
Greiwe ym. (1995)	ACSM		25,7 mn	15 m 15 n

### 5.3 Submaksimaalisten pp-ergometritestien toistettavuus

Submaksimaalisten polkupyöraergometritestien toistettavuutta on tutkittu paljon vähemmän kuin testien tulosten vertailtavuutta suoran maksimitestin tuloksiin. Greiwe`n ym. (1995) tutkimuksessa ACSM: n submaksimaalisessa testissä toistettujen mittausten tulosten keskiarvoissa ei ollut merkittävää eroa, mutta yksilötasolla tarkasteltuna kahden peräkkäisen mittauksen välillä löytyi erittäin suuria eroja. Tutkijoiden mukaan suurin peräkkäisten mittausten tulosten vaihteluun vaikuttava tekijä on yksilön sykkeen päivittäinen vaihtelu submaksimaalisilla kuormilla. Grossmann ym. (1994) tutkivat YMCA: n testin toistettavuutta ja saivat toistettujen mittausten tulosten väliseksi korrelaatiokertoimiksi 0.71-0.75.

## 6 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää submaksimaalisten FitWare pp-ergometritestiprotokollien luotettavuutta vertaamalla  $n \times 2\text{min}$  ja  $n \times 1\text{min}$  protokollien tuloksia eri muuttujien osalta ( $\text{VO}_2\text{maks}$ , MET ja polkemisteho) suoran maksimitestin sekä WHO: n testin antamiin tuloksiin. FitWare testiprotokollien kohdalla puuttuu tieteellinen tutkimus, jossa protokollien tuloksia verrattaisiin jo kauan käytössä olleiden testimenetelmien tuloksiin sekä suoran maksimitestin tuloksiin.

### Tutkimuksen pääongelmat ovat:

- 1.Miten tarkasti FitWaren submaksimaaliset testiprotokollat ennustavat maksimaalista hapenottoa miehillä ja naisilla?
- 2.Miten tarkasti WHO: n testi ennustaa maksimaalista hapenottoa miehillä ja naisilla?
- 3.Miten suuria FitWaren submaksimaalisilla testiprotokollilla ennustettua maksimihapenotuksen arvot ovat suhteessa WHO: n testillä ennustettuihin  $\text{VO}_2\text{maks}$  arvoihin?

### Hypoteesit:

FitWaren testiprotokollien lyhyistä kuorman pituuksista johtuen testien maksimihapenkulutuksen arvot nousevat suoran maksimitestin antamia arvoja korkeammiksi. WHO: n testin ja uusien protokollien antamat maksimihapenkulutuksen arvot tulevat olemaan samaa luokkaa, koska myös WHO: n testi antaa korkeita maksimihapenottoa arvoja verrattuna suoraan maksimitestiin. Eri ikäryhmiä tarkasteltaessa uudet testiprotokollat antavat luotettavampia tuloksia nuorille henkilöille kuin vanhemmille henkilöille.

## 7 MENETELMÄT

### 7.1 Koehenkilöt

Tutkimuksen koehenkilöt (n=43, 26 miestä ja 17 naista) olivat terveitä hyvä- tai normaali-kuntoisia henkilöitä. Koehenkilöitä koskevat tiedot löytyvät taulukoista 3-5. Koehenkilöt rekrytoitiin ilmoittamalla tutkimuksesta Jyväskylän Yliopiston ilmoitustauluilla, mitä kautta suurin osa koehenkilöistä sai tietää tutkimuksesta. Koehenkilöt osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti. Tutkimukseen osallistuneilla koehenkilöillä oli oikeus keskeyttää tutkimuksessa tehty kuntotesti milloin tahansa. Koehenkilöiden terveydentila selvitettiin ennen testiä kyselylomakkeen (kts. Liite 1.) avulla sekä haastattelemalla. Myös koehenkilöiden lepoverenpaine sekä lepopulssi mitattiin ennen testiä. Näin ollen varmistuttiin siitä, ettei koehenkilöillä ollut testin turvallisuuden kannalta vaarallisia sairauksia tai lääkitystä, joka saattaisi vääristää testitulosta. Koehenkilöt saivat tutkimuksessa tietoa omasta fyysisestä kunnostaan (aerobinen kapasiteetti) sekä sykeohjatut harjoitteluohjeet.

**Taulukko 3** Koehenkilöiden ikä, pituus, paino, maksimisyke ja oma kuntoarvio asteikolla 0-5.

		Ikä, v	Pituus, cm	Paino, kg	Maksimisyke	Kuntoluokka
Miehet N=26	Keskiarvo	33,6	179,5	79	186	3,7
	Keskihajonta	10,3	3,9	9	10,2	0,7
	Minimi	21	171	62,5	168	3
	Maksimi	51	186	100	205	5
Naiset N=17	Keskiarvo	26,2	164,9	58,7	191,2	3,6
	Keskihajonta	5,8	4,6	5,6	8,1	0,8
	Minimi	20	157	46,5	178	3
	Maksimi	36	176	69,5	207	5

**Taulukko 4** Naisten tiedot ikäryhmittäin.

		Ikä, v	Pituus, cm	Paino, kg	Maksimisyke	Kuntoluokka
Naiset 20-23 v N=8	Keskiarvo	21	166,9	59,2	193,9	3,8
	Keskihajonta	1,2	5,1	3,9	10,9	0,7
	Minimi	20	161	55	178	3
	Maksimi	23	176	67	207	5
Naiset 25-36 v N=9	Keskiarvo	30,8	163,2	58,3	188,9	3,6
	Keskihajonta	3,9	3,7	7	3,8	0,9
	Minimi	25	157	46,5	183	3
	Maksimi	36	167	69,5	193	5

**Taulukko 5** *Miesten tiedot ikäryhmittäin.*

		Ikä, v	Pituus, cm	Paino, kg	Maksimisyke	Kuntoluokka
Miehet 21-24 v N=8	Keskiarvo	22,9	178,4	76,4	194,3	4
	Keskihajonta	1,0	4,3	9,6	7,6	0,8
	Minimi	21	173	62,5	184	3
	Maksimi	24	186	93	205	5
Miehet 25-39 v N=8	Keskiarvo	30	181,8	80,6	185,5	3,4
	Keskihajonta	4,6	1,6	7,7	7,3	0,7
	Minimi	25	179	67	175	3
	Maksimi	39	183	89	195	5
Miehet 41-51 v N=10	Keskiarvo	45,1	178,5	79,7	179,9	3,7
	Keskihajonta	3,9	4,5	10	9,9	0,7
	Minimi	41	171	69	168	3
	Maksimi	51	186	100	196	5

## 7.2 Aineiston keräys

Koehenkilöt suorittivat tutkimuksessa yhden suoran maksimitestin ja kaksi submaksimaalista pp-ergometritestiä. Sama koehenkilö pyrki polkemaan kaikki testit viikon sisällä ja testit tehtiin aina summittaisessa järjestyksessä. Pisin aikaväli, jonka aikana koehenkilö teki kaikki kolme testiä oli 13 vuorokautta. Lyhin aikaväli oli vastaavasti yksi vuorokausi. Tutkimuksessa käytetyt testiprotokollat olivat WHO:n testi, submaksimaaliset FitWare testiprotokollat (minuutin ja kahden minuutin malli) sekä suora maksimitesti. Suora maksimitesti tehtiin jatkamalla submaksimaalinen FitWare testiprotokolla (minuutin tai kahden minuutin malli) uupumukseen asti. Jokaisessa testissä mitattiin hengityskaasumuuttujia SensorMedics<sup>®</sup> n (California, USA) V<sub>max</sub> 229 hengityskaasuanalysointilaitteella. Hengityskaasujen mittaus tehtiin hengitys hengitykseltä -periaatteella. Hengityskaasuanalysointilaitteen virtausmittarin virhemarginaali on  $\pm 3 \%$ . Laitteen happianalysointilaitteen tarkkuus on  $\pm 0,02 \%$  O<sub>2</sub> ja hiilidioksidianalysointilaitteen  $\pm 0,02 \%$  CO<sub>2</sub> (valmistajan ilmoittamat). Hengityskaasuanalysointilaitteet kalibroitiin aina ennen jokaista testiä. Kalibrointi sisälsi sekä kaasukalibroinnin että virtausmittarin kalibroinnin.

Tutkimuksen mittauksissa käytettiin Tunturin<sup>®</sup> T6 pp-ergometriä ja Alpha 150 käyttöliitintä. Käytetyssä pp-ergometrissä oli sähkömagneettivastus sekä portaaton nopeuden ja vastuksen säätö. Ergometrin voi kalibroida ainoastaan valmistajan tehtaalla. Valmistajan ilmoittama pp-ergometrin virhemarginaali vastuksen tarkkuudessa on  $\pm 3 \%$ .

Koehenkilöt punnittiin ennen ensimmäistä testiä. Terveystilan määrittämiseksi koehenkilöiltä mitattiin ensimmäisellä testikerralla myös lepoverenpaine ja lepopulssi Omronin® (Espoo, Suomi) automaattisella verenpainemittarilla. Testaaja selvitti koehenkilölle aina ennen testiä testin kulun ja antoi ohjeet siitä, millä kierroksilla testi oli poljettava. Koehenkilölle annettiin myös ohjeet RPE-taulukon käytöstä. Pp-ergometrin satula säädettiin koehenkilölle sopivaksi ennen ensimmäistä testiä ja tämän jälkeen koehenkilö polki kaikki testit samalla satulakorkeudella. Tutkimuksen jokainen testi aloitettiin minuutin lepoeräyksellä, jonka aikana koehenkilö hengitti normaalisti hengityskaasuanalysaattoriin. Testien jälkeen koehenkilö täytti tutkimusta koskevan palautelomakkeen. Koehenkilön maksimisyke arvioitiin (jos ei tiedetty) käyttämällä kaavaa  $205 - 0,5 * \text{ikä}$ . Kaavan on todettu viimeaikaisissa tutkimuksissa soveltuvan iän mukaisen maksimisykkeen ennustamiseen paremmin kuin perinteisen 220-ikä kaavan (LIITE ry. 1998, 50).

WHO: n testin kohdalla koehenkilöiden kuormitusmallit valittiin LIITE ry: n kansion (Mänttari ym. 1998, 45-46) antamien viitearvojen sekä tutkimuksen aikaisempien testien perusteella. WHO: n testin kohdalla viimeinen kuorma jätettiin polkematta, jos syke toiseksi viimeisellä kuormalla oli tarpeeksi korkea. Tässä tilanteessa verryttelykuorma otettiin ensimmäiseksi testikuormaksi. WHO: n testissä koehenkilöt polkivat kierrosnopeudella 60-70 rpm ja he pitivät itse yhdessä testaajan kanssa huolen kierrosnopeuden pysymisestä vakiona.

FitWare testiprotokollissa koehenkilöt polkivat alle 280 W: n kuormat kierrosnopeudella 60-70 rpm. Polkemistehon noustessa yli 280 W: n nostettiin polkemisnopeus yli 80 rpm, jotta polkemisteho pysyi oikeana. Miehet polkivat tutkimuksessa FitWaren kahden minuutin protokollan (aloituskuorma 50-60 W ja kuormien nostot 25-30 W) ja naiset minuutin protokollan (aloituskuorma 30-40 W ja kuormien nostot 10-20 W).

Testin aikana koehenkilöltä kysyttiin RPE-arvo (Borg` n 15-portainen asteikko) aina jokaisen kuorman puolivälissä ja lopussa. Sydämen syketaajuus mitattiin Polar Electron® (Kempele, Suomi) sykemittarilla, jonka vastaanotin sijaitsi pp-ergometrin käyttöliittymän yhteydessä.

### 7.3 Aineiston analysointi

FitWaren testimallien sekä WHO: n testin hapenkulutuksen arvot saatiin Fitware -ohjelman ennustamana. FitWare -ohjelma ekstrapoloi maksimisykkeen ja sitä vastaavan työmäärän sykkeiden perusteella, jotka ovat välillä 50 % maksimisykkeestä testin loppuun. Hengityskaasuanalysointia mittaamia hengityskaasumuuttujia analysoitiin SensorMedics<sup>®</sup> -ohjelmalla. Hengityskaasumuuttujista poistettiin virheelliset arvot ja tulokset keskiarvoistettiin puolen minuutin välein. Mitattu maksimaalinen hapenotto-kyky määritettiin siten, että uupumukseen asti suoritettujen testien viimeisen kuorman lopusta katsottiin korkein 30 s: n keskiarvotulos. Tutkimuksessa tarkasteltiin kehon painoon suhteutettua maksimaalista hapenotto-kykyä sekä maksimaalista polkemistehoa vertailtavuutta eri testimenetelmien välillä. Aineistoa käsiteltiin Microsoft Excel 2000 -taulukkolaskentaohjelmalla.

### 7.4 Tilastollinen käsittely

Tutkimusaineiston tilastollinen käsittely tehtiin Microsoft Excel 2000 -taulukkolaskentaohjelmalla sekä Method Validator -ohjelmalla. Tilastollisessa käsittelyssä keskityttiin testien tulosten kannalta oleellisimpien muuttujien (kehon painoon suhteutettu maksimihapenkulutus ja maksimipolkemisteho) tarkasteluun. Tutkimuksen tulokset esitetään keskiarvoina, keskihajontoina, keskiarvojen erona (mean difference), korrelaatioina, korrelaatioiden tilastollisena merkitsevyytenä, keskiarvojen erojen tilastollisena merkitsevyytenä (t-testi) sekä regressioyhtälöiden ja keskimääräisten erojen 95 %: n luottamusväleinä. Parittaisen t-testin avulla katsottiin poikkesivatko eri testimenetelmien antamat muuttujien arvot tilastollisesti toisistaan. Eri testien antamien tulosten vertailtavuutta eri muuttujien kohdalla tarkasteltiin Pearsonin korrelaatiokertoimien sekä Passing-Bablokin regressiomenetelmän avulla. Eri testien antamien tulosten väliset erot eri muuttujien kohdalla ilmoitetaan absoluuttisina arvoina sekä prosentteina. Eroja tarkasteltiin myös Difference Plot -kuvaajan sekä Passing-Bablok regressiokuvaajan avulla.

## 8 TULOKSET

### 8.1 Suoran maksimitestin ja FitWaren kahden minuutin testimallin välinen vertailtavuus

Taulukossa kuusi on vertailtu FitWaren kahden minuutin testimallin (miesten malli) ja suoran maksimitestin tuloksia kehonpainoon suhteutetun VO<sub>2</sub>maks: n ja maksimipolkemistehon osalta koko ryhmällä sekä eri ikäryhmillä. Taulukosta voidaan havaita FitWaren kahden minuutin testimallin ja suoran maksimitestin VO<sub>2</sub>maks –arvojen välinen pieni keskimääräinen ero (1,1 ml/kg/min) sekä korkea korrelaatiokerroin (0.916).

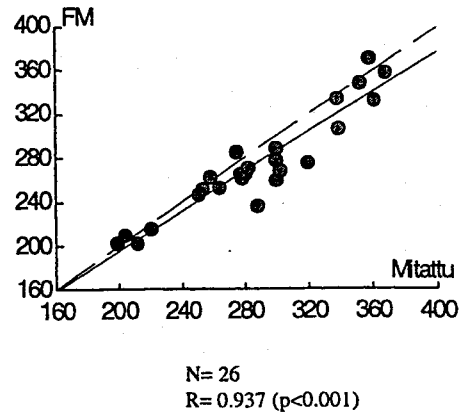
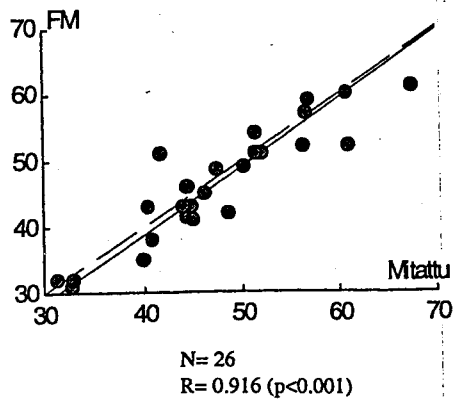
*Taulukko 6 FitWaren kahden minuutin testimallilla (miesten malli) ennustettujen ja suorassa maksimitestissä mitattujen kehon painoon suhteutettujen VO<sub>2</sub>maks –arvojen (ml/kg/min) sekä maksimipolkemistehojen (W) väliset keskimääräiset erot, niiden merkittävyydet sekä korrelaatiokertoimet.*

	VO <sub>2</sub> maks (FitWare)	VO <sub>2</sub> maks (mitattu)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
Koko ryhmä (n=26)	46,5	47,6	-1,1 (2,5 ± 7,5 %)	p<0.001	0.916 ***
21-24 -vuotta (n=8)	53,4	55,6	-2,2		0.891 **
25-39 -vuotta (n=8)	45,4	45,3	0,1		0.808 *
41-51 -vuotta (n=10)	41,9	43,2	-1,3		0.924 ***
	TEHO (FitWare)	TEHO (mitattu)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
Koko ryhmä (n=26)	273	286,9	-13,9 (5,1 ± 6,0 %)	p<0.001	0.937 ***
21-24 -vuotta (n=8)	306	318,4	-12,4	p<0.05	0.977 ***
25-39 -vuotta (n=8)	273,9	289,3	-15,4		0.876 **
41-51 -vuotta (n=10)	246	259,8	-13,8	p<0.05	0.914 ***

(\*p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001)

Testimenetelmien tarkempi tilastollinen vertailu löytyy liitteistä kaksi ja kahdeksan. Kuvassa seitsemän on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaajat mitatun ja arvioidun VO<sub>2</sub>maks: n sekä maksimipolkemistehon väliltä.





Kuva 7 Vasemmalla on Passing-Bablokin regressiokuvaaja mitatun ja arvioidun (FitWaren miesten malli) kehon painoon suhteutetun maksimihapenkulutuksen väliltä. Oikealla on samanlainen kuvaaja mitatun ja arvioidun maksimipolkemistehon väliltä. (FM=FitWaren miesten malli.)

## 8.2 Suoran maksimitestin FitWaren minuutin testimallin välinen vertailtavuus

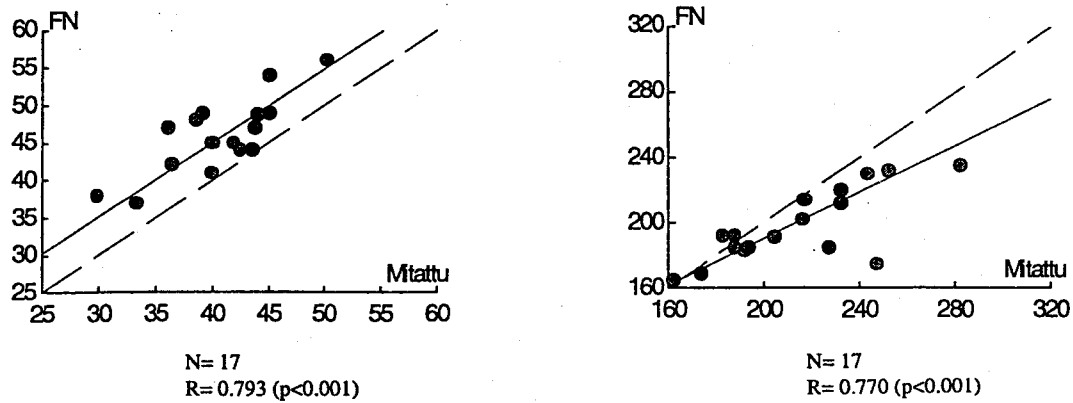
Taulukossa seitsemän on vertailtu FitWaren minuutin testimallin (naisten malli) ja suoran maksimitestin tuloksia kehonpainoon suhteutetun  $VO_2$ maks:n ja maksimipolkemistehon osalta koko ryhmällä sekä eri ikäryhmillä. Taulukosta voidaan havaita, että FitWaren minuutin testimallin ja suoran maksimitestin  $VO_2$ maks -arvojen välinen keskimääräinen ero oli suuri (5,4 ml/kg/min).

Taulukko 7 FitWaren minuutin testimallilla (naisten malli) ennustettujen ja suorassa maksimitestissä mitattujen kehon painoon suhteutettujen  $VO_2$ maks -arvojen (ml/kg/min) sekä maksimipolkemistehojen (W) väliset keskimääräiset erot, niiden merkitsevyydet sekä korrelaatiokertoimet.

	VO <sub>2</sub> maks (FitWare)	VO <sub>2</sub> maks (mitattu)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
Koko ryhmä (n=17)	45,9	40,5	5,4 (11,7 ± 6,8 %)	p<0.001	0.793 ***
20-23 -vuotta (n=8)	48,7	43,7	5,0	p<0.01	0.635
25-36 -vuotta (n=9)	43,4	37,7	5,7	p<0.001	0.726 **
	TEHO (FitWare)	TEHO (mitattu)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
Koko ryhmä (n=17)	198,1	213,8	-15,7 (7,9 ± 10,1 %)	p<0.001	0.770 ***
20-23 -vuotta (n=8)	213,5	233,4	-19,9	p<0.05	0.793 *
25-36 -vuotta (n=9)	184,3	196,3	-12		0.396

(\*p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001)

Testien tarkempi tilastollinen vertailu löytyy liitteistä kaksi ja viisi. Kuvassa kahdeksan on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaajat mitatun ja arvioidun  $VO_2$ maks: n sekä maksimipolkemistehon väliltä.



*Kuva 8 Vasemmalla on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaaja mitatun ja arvioidun (FitWaren naisten malli) kehon painoon suhteutetun maksimihapenkulutuksen väliltä. Oikealla on samanlainen kuvaaja mitatun ja arvioidun maksimipolkemistehon väliltä. (FN=FitWaren naisten malli)*

### 8.3 Suoran maksimitestin ja WHO: n testin vertailtavuus miehillä

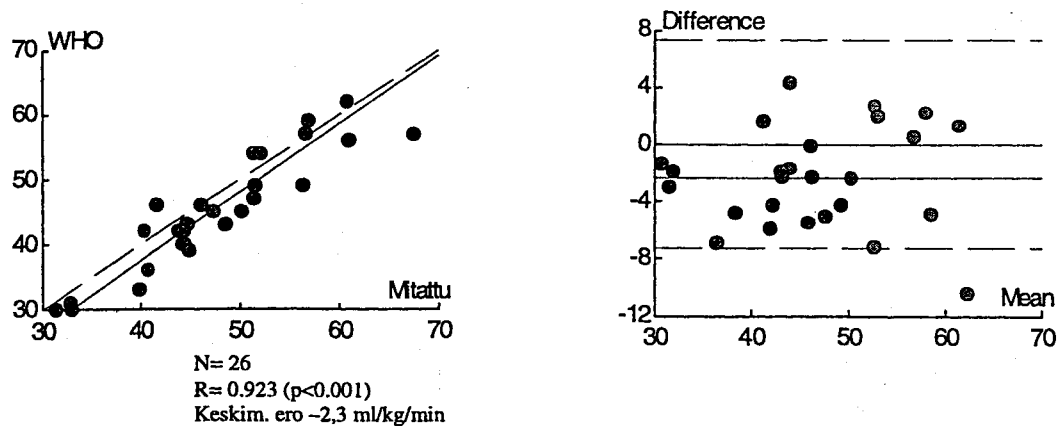
Taulukossa kahdeksan on vertailtu WHO: n testin ja suoran maksimitestin tuloksia kehonpainoon suhteutetun  $VO_2$ maks: n ja maksimipolkemistehon osalta koko ryhmällä sekä eri ikäryhmillä. Taulukosta voidaan havaita WHO: n testin ja suoran maksimitestin  $VO_2$ maks -arvojen välinen pieni keskimääräinen ero (2,3 ml/kg/min) sekä korkea korrelaatiokerroin (0.923).

**Taulukko 8 WHO: n testillä ennustettujen ja suorassa maksimitestissä mitattujen kehon painoon suhteutettujen VO<sub>2</sub>maks -arvojen (ml/kg/min) sekä maksimipolkemistehojen (W) väliset keskimääräiset erot, niiden merkitsevyydet sekä korrelaatiokertoimet miehillä.**

	VO <sub>2</sub> maks (WHO)	VO <sub>2</sub> maks (mitattu)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
<b>Koko ryhmä (n=26)</b>	45,3	47,6	-2,3 (5,2 ± 7,7 %)	p<0.001	0.923 ***
21-24 -vuotta (n=8)	52,6	55,6	-3,0		0.876 **
25-39 -vuotta (n=8)	43,8	45,3	-1,5		0.838 **
41-51 -vuotta (n=10)	40,6	43,2	-2,6	p<0.05	0.922 ***
	TEHO (WHO)	TEHO (mitattu)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
<b>Koko ryhmä (n=26)</b>	265,3	286,9	-21,6 (8,1 ± 6,7 %)	p<0.001	0.929 ***
21-24 -vuotta (n=8)	300,9	318,4	-17,5	p<0.05	0.962 ***
25-39 -vuotta (n=8)	263	289,3	-26,3	p<0.05	0.882 **
41-51 -vuotta (n=10)	238,6	259,8	-21,2	p<0.05	0.889 ***

(\*p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001)

Testien tarkempi tilastollinen vertailu löytyy liitteistä kolme ja yhdeksän. Kuvassa yhdeksän on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaaja sekä keskimääräinen ero -kuvaaja mitatun ja arvioidun VO<sub>2</sub>maks: n väliltä. Keskimääräistä eroa esittävästä kuvaajasta voidaan nähdä suuri yksilökohtainen vaihtelu mitatun ja arvioidun VO<sub>2</sub>maks: n välillä.



**Kuva 9** Vasemmalla on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaaja miehillä mitatun ja WHO: n testillä arvioidun kehon painoon suhteutetun maksimihapenkulutuksen väliltä. Oikealla on keskimääräistä eroa esittävä kuvaaja samasta muuttujasta.

#### 8.4 Suoran maksimitestin ja WHO: n testin vertailtavuus naisilla

Taulukossa yhdeksän on vertailtu WHO: n testin ja suoran maksimitestin tuloksia kehonpainoon suhteutetun VO<sub>2</sub>maks: n ja maksimipolkemistehon osalta koko ryhmällä sekä eri ikäryhmillä. Taulukosta voidaan havaita WHO: n testin ja suoran maksimitestin VO<sub>2</sub>maks

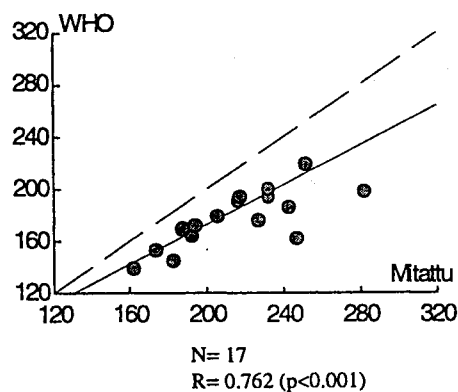
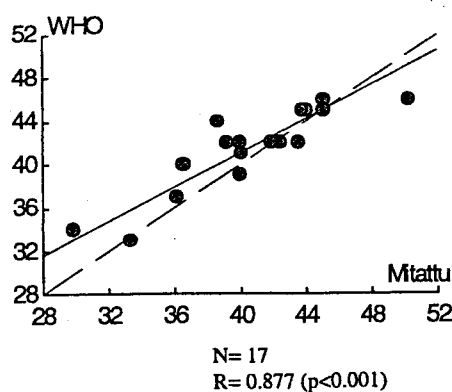
-arvojen välinen pieni keskimääräinen ero (1,0 ml/kg/min) sekä korkea korrelaatiokerroin (0.877).

**Taulukko 9 WHO: n testillä ennustettujen ja suorassa maksimitestissä mitattujen kehon painoon suhteutettujen VO<sub>2</sub>maks -arvojen (ml/kg/min) sekä maksimipolkemistehojen (W) väliset keskimääräiset erot, niiden merkitsevyydet sekä korrelaatiokertoimet naisilla.**

	VO <sub>2</sub> maks (WHO)	VO <sub>2</sub> maks (mitattu)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
Koko ryhmä (n=17)	41,5	40,5	1,0 (2,4 ± 6,8 %)		0.877 ***
20-23 -vuotta (n=8)	43,5	43,7	-0,2		0.883 **
25-36 -vuotta (n=9)	39,7	37,7	2,0	p<0.001	0.836 **
	TEHO (WHO)	TEHO (mitattu)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
Koko ryhmä (n=17)	177,1	213,8	-36,7 (20,7 ± 11,5 %)	p<0.01	0.762 ***
20-23 -vuotta (n=8)	188,6	233,4	-44,8	p<0.05	0.747 *
25-36 -vuotta (n=9)	166,9	196,3	-29,4	p<0.01	0.534

(\*p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001)

Testien tarkempi tilastollinen vertailu löytyy liitteistä kolme ja kuusi. Kuvassa 10 on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaajat mitatun ja arvioidun VO<sub>2</sub>maks: n sekä maksimipolkemistehon väliltä.



**Kuva 10** Vasemmalla on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaaja naisilla mitatun ja WHO: n testillä arvioidun kehon painoon suhteutetun maksimihapenkulutuksen väliltä. Oikealla on samanlainen kuvaaja mitatun ja arvioidun (WHO: n testi) maksimipolkemistehon väliltä.

## 8.5 FitWaren kahden minuutin testimallin ja WHO: n testin välinen vertailtavuus

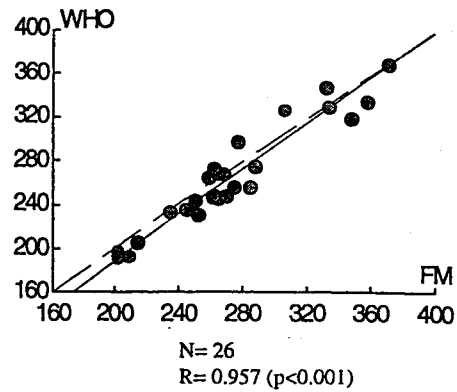
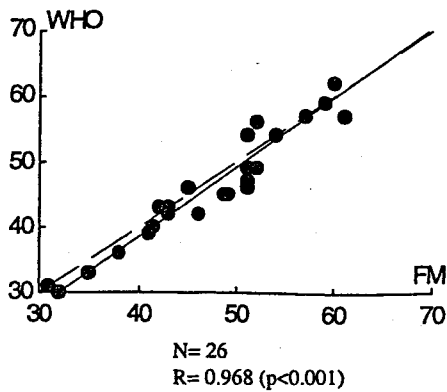
Taulukossa 10 on vertailtu FitWaren kahden minuutin testimallin (miesten malli) ja WHO: testin tuloksia kehonpainoon suhteutetun VO<sub>2</sub>maks: n ja maksimipolkemistehon osalta koko ryhmällä sekä eri ikäryhmillä. Taulukosta voidaan havaita FitWaren kahden minuutin testimallin ja WHO: n testin VO<sub>2</sub>maks -arvojen välinen pieni keskimääräinen ero (1,2 ml/kg/min) sekä korkea korrelaatiokerroin (0.968).

*Taulukko 10 FitWaren kahden minuutin testimallilla (miesten malli) ja WHO: n testillä ennustettujen kehon painoon suhteutettujen VO<sub>2</sub>maks -arvojen (ml/kg/min) sekä maksimipolkemistehojen (W) väliset keskimääräiset erot, niiden merkitsevyydet sekä korrelaatiokertoimet.*

	VO2maks (FitWare)	VO2maks (WHO)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
<b>Koko ryhmä (n=26)</b>	46,5	45,3	-1,2 (2,6 ± 4,7 %)	p<0.05	0.968 ***
21-24 -vuotta (n=8)	53,4	52,6	-0,8		0.948 ***
25-39 -vuotta (n=8)	45,4	43,8	-1,6		0.955 ***
41-51 -vuotta (n=10)	41,9	40,6	-1,3		0.963 ***
	TEHO (FitWare)	TEHO (WHO)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
<b>Koko ryhmä (n=26)</b>	273	265,3	-7,7 (2,8 ± 5,1 %)	p<0.001	0.957 ***
21-24 -vuotta (n=8)	306	300,9	-5,1		0.907 ***
25-39 -vuotta (n=8)	273,9	263	-10,9	p<0.05	0.969 ***
41-51 -vuotta (n=10)	246	238,6	-7,4		0.959 ***

(\*p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001)

Tarkemmat tiedot testien välisestä vertailusta löytyvät liitteistä neljä ja kymmenen. Kuvas-  
sa 11 on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaajat FitWaren testissä ja WHO: n testissä  
arvioidun VO<sub>2</sub>maks: n sekä maksimipolkemistehon väliltä.



*Kuva 11 Vasemmalla on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaaja FitWaren testillä (miesten malli) ja WHO: n testillä arvioidun kehon painoon suhteutetun maksimihapenkulutuksen väliltä. Oikealla on samanlainen kuvaaja FitWaren testillä ja WHO: n testillä arvioidun maksimipolkemistehon väliltä. (FM=FitWaren miesten malli.)*

## 8.6 FitWaren minuutin testimallin ja WHO: n testin välinen vertailtavuus

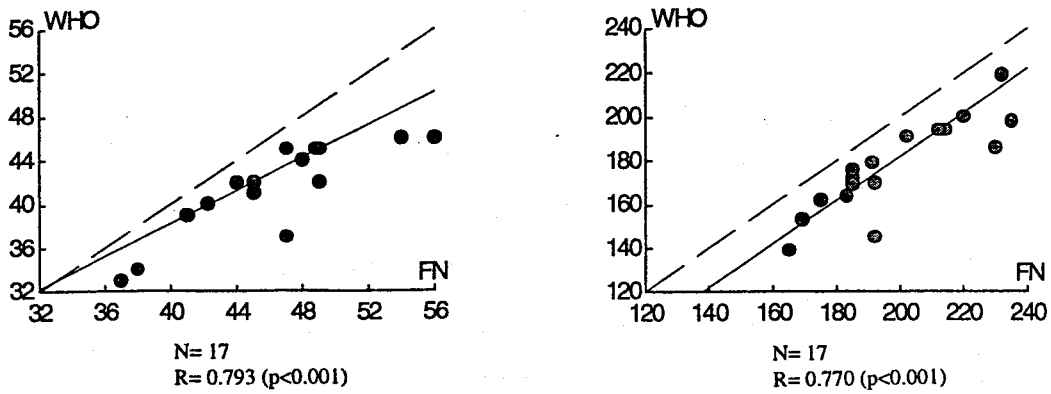
Taulukossa 11 on vertailtu FitWaren minuutin testimallin (miesten malli) ja WHO: testin tuloksia kehonpainoon suhteutetun  $VO_2$ maks: n ja maksimipolkemistehon osalta koko ryhmällä sekä eri ikäryhmillä. Taulukosta voidaan havaita FitWaren minuutin testin ja WHO: n testin  $VO_2$ maks -arvojen välinen suuri keskimääräinen ero (4,4 ml/kg/min).

*Taulukko 11 FitWaren minuutin testillä (naisten malli) ja WHO: n testillä ennustettujen kehon painoon suhteutettujen  $VO_2$ maks arvojen (ml/kg/min) sekä maksimipolkemistehojen (W) väliset keskimääräiset erot, niiden merkitsevyydet sekä korrelaatiokertoimet.*

	VO2maks (FitWare)	VO2maks (WHO)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
Koko ryhmä (n=17)	45,9	41,5	-4,4 (9,6 ± 5,7 %)	p<0.001	0.793 ***
20-23 -vuotta (n=8)	48,7	43,5	-5,2	p<0.01	0.587
25-36 -vuotta (n=9)	43,4	39,7	-3,7	p<0.001	0.935 ***
	TEHO (FitWare)	TEHO (WHO)	Keskimääräinen ero	T-testi	Korrelaatio
Koko ryhmä (n=17)	198,1	177,1	-21,0 (10,6 ± 5,6 %)	p<0.001	0.770 ***
20-23 -vuotta (n=8)	213,5	188,6	-24,9	p<0.01	0.718 *
25-36 -vuotta (n=9)	184,3	166,9	-17,4	p<0.001	0.953 ***

(\*p<0.05, \*\* p<0.01, \*\*\*p<0.001)

Tarkemmat tiedot testien välisestä tilastollisesta vertailusta löytyvät liitteistä neljä ja seitsemän. Kuvassa 12 on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaajat FitWaren testissä ja WHO: n testissä arvioidun  $VO_2$  maks:n sekä maksimipolkemistehon väliltä.



*Kuva 12 Vasemmalla on esitetty Passing-Bablokin regressiokuvaaja FitWaren testillä (naisten malli) ja WHO: n testillä arvioidun kehon painoon suhteutetun maksimihapenku-  
 lutuksen väliltä. Oikealla on samanlainen kuvaaja FitWaren testillä ja WHO: n testillä arvioidun maksimipolkemistehon väliltä. (FN=FitWaren naisten malli.)*

## 9 POHDINTA

### 9.1 Tutkimuksen päätulokset

Suoran maksimitestin ja FitWaren kahden minuutin testimallin (miesten malli) tulosten välinen korrelaatiokerroin kehonpainoon suhteutetun  $VO_2$ maks: n kohdalla oli 0.916 ( $p < 0.001$ ). Myös Passing-Bablokin regressioanalyysin mukaan FitWaren kahden minuutin testimallilla ennustetut  $VO_2$ maks arvot vastasivat hyvin mitattuja arvoja. Keskimääräinen ero ennustetuissa ja mitatuissa  $VO_2$ maks arvoissa oli  $1,1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  mitattujen arvojen ollessa keskimäärin korkeampia. Yksilökohtainen vaihtelu ennustetun ja mitatun  $VO_2$ maks: n välillä oli suuri.

Miehillä suoran maksimitestin ja WHO: n testin tulosten välinen korrelaatiokerroin kehonpainoon suhteutetun  $VO_2$ maks: n kohdalla oli 0.923 ( $p < 0.001$ ). Passing-Bablokin regressioanalyysin mukaan miehillä WHO: n testillä ennustetut tulokset vastasivat kehonpainoon suhteutetun  $VO_2$ maks: n kohdalla hyvin mitattuja tuloksia. Mitatut tulokset olivat kaikkien muuttujien kohdalla keskimäärin ennustettuja tuloksia korkeammat, mutta yksilökohtainen vaihtelu tuloksien välillä oli suurta. Keskimääräinen ero  $VO_2$ maks: n kohdalla oli  $2,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ . Tulosten perusteella voidaan sanoa, että FitWaren kahden minuutin testi ja WHO: n testi ovat 21-51 -vuotiailla terveillä miehillä yhtä luotettavia pp-ergometritestimenetelmiä. Kumpaakin testiä voidaan pitää luotettavana menetelmänä maksimaalisen hapenottoyvyn ennustamiseen.

Naisten kohdalla FitWaren minuutin testimallin ja suoran maksimitestin tulosten välinen korrelaatiokerroin kehonpainoon suhteutetun  $VO_2$ maks: n kohdalla oli 0.793 ( $p < 0.001$ ). WHO: n testin ja suoran maksimitestin välinen korrelaatiokerroin kehonpainoon suhteutetun  $VO_2$ maks: n kohdalla oli vastaavasti 0.887 ( $p < 0.001$ ). Passing-Bablokin regressiokuvaajan mukaan FitWaren testin ennustamat  $VO_2$ maks arvot ovat kaikilla hapenkulutuksen tasoilla tasaisesti korkeammat kuin mitatut arvot. WHO: n testillä ennustetut arvot ovat puolestaan matalilla hapenkulutuksen arvoilla korkeammat kuin mitatut arvot ja korkeilla hapenkulutuksen arvoilla matalammat kuin mitatut arvot. FitWaren minuutin testimallilla



ennustetut  $VO_2$  maks arvot olivat keskimäärin  $5,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  korkeammat kuin mitatut arvot. WHO: n testillä ennustetut arvot olivat puolestaan keskimäärin  $1,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  korkeammat kuin mitatut arvot. Naisten kohdalla voidaan yhteenvetona todeta, että kumpi-kaan submaksimaalisista testeistä ei ole luotettava testi ennustamaan maksimaalista hapenottoa 20-36 -vuotiailla terveillä naisilla, mutta WHO: n testi näyttäisi soveltuvan tarkoitukseen FitWaren minuutin testimallia paremmin. WHO: n testin voidaan tulosten perusteella katsoa soveltuvan paremmin 23-36 -vuotiaiden kuin 20-23 -vuotiaiden naisten testaamiseen. FitWaren minuutin testimallin vahvuutena voidaan pitää sitä, että sillä ennustetut kehonpainoon suhteutetut hapenkulutuksen arvot ovat kaikilla hapenkulutuksen tasoilla tasaisesti mitattuja arvoja korkeammat.

## 9.2 FitWaren kahden minuutin testimallin luotettavuus

Tulosten mukaan FitWaren kahden minuutin testimallia (miesten malli) voidaan pitää luotettavana maksimaalisen hapenottoa ennustamismenetelmänä. Vaikuttaa siltä, että kahden minuutin mittaiset kuormat ovat sykkeen kannalta riittävän pitkiä steady state -tilan saavuttamiseksi. FitWaren submaksimaalisessa testissä myös maksimipolkemisteho vastasi hyvin maksimitestillä mitattuja tehoja. Tätä voidaan selittää sillä, että maksimitesti poljettiin jatkamalla juuri FitWaren submaksimaalinen testi uupumukseen asti. Passing-Pablokin regressioanalyysin mukaan FitWaren kahden minuutin testimallilla ennustetut  $VO_2$  maks arvot ovat kaikilla hapenkulutuksen tasoilla tasaisesti mitattuja arvoja matalampia. Ero ennustettujen ja mitattujen arvojen välillä on tosin hyvin pieni.

Ikäryhmien välisessä vertailussa suoran maksimitestin ja FitWaren kahden minuutin testimallin tulosten väliset korrelaatiokertoimet olivat korkeimmat ikäryhmässä 41-51 -vuotta. Ennustettujen ja mitattujen  $VO_2$  maks -arvojen keskimääräinen ero oli pienin ikäryhmässä 25-39 -vuotta. Passing-Pablokin regressioanalyysin mukaan FitWaren kahden minuutin testimallin tulokset vastaavat parhaiten suoran maksimitestin tuloksia ikäryhmässä 41-51 -vuotta. Ennustetut ja mitatut hapenkulutukset olivat matalimmat ikäryhmässä 41-51 -vuotta ja korkeimmat ikäryhmässä 21-24 -vuotta. Aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu myös vastaavaa, eli  $VO_2$  maks laskee iän mukana (Åstrand & Rodahl 1986, 333). Näyttäisi siltä, että FitWaren kahden minuutin testimalli ennustaa maksimaalista hapenottoa parhai-

ten yli 25 –vuotiailla henkilöillä. Ikäryhmien välisiin eroihin voivat kuitenkin vaikuttaa merkittävästi yksittäisten koehenkilöiden testitulokset, sillä ikäryhmien välisessä vertailussa ryhmien koehenkilömäärät olivat pieniä.

### 9.3 FitWaren minuutin testimallin luotettavuus

Tilastollisesti merkitsevistä korrelaatiokertoimista huolimatta FitWaren minuutin testimallia (naisten malli) ei voida pitää luotettavana maksimaalisen hapenottokyvyn ennustusmenetelmänä, sillä ero ennustettujen ja mitattujen hapenkulutusten välillä oli suuri. FitWaren minuutin testimallilla ennustetut  $VO_2$ maks arvot ovat kaikilla hapenkulutuksen tasoilla selvästi korkeammat kuin mitatut arvot, mitä voidaan selittää testin lyhyellä kuormaportaan kestolla. Minuutin aikana syke ei ehdi saavuttaa steady state –tilaa ja seuraavalle kuormalle lähdetään tilanteesta, jossa syke olisi vielä noussut korkeammalle. Näin ollen työsykkeiden (ja maksimisykkeen) perusteella ennustettu maksimityömäärä ja sitä vastaava hapenkulutus ovat todellista korkeampia. Tämän päätelmän kanssa ristiriidassa on se, että mitatut maksimipolkemistehot olivat silti ennustettuja polkemistehoja korkeampia. Selityksenä tähän voi olla se, että polkemisvastuksen nostot olivat ainakin osalle koehenkilöistä liian pieniä. Mitattujen maksimipolkemistehojen korkeaa keskiarvoa voidaan selittää myös sillä, että kolme koehenkilöä polki maksimitestissä todella reilusti ennustettua korkeammalla maksimivastuksella. Nämä koehenkilöt olivat pääasiassa voima-teholajien harrastajia.

Ikäryhmien välistä testivertailua vaikeuttaa pieni koehenkilöiden määrä, sillä yksittäisten koehenkilöiden poikkeavat tulokset nousevat vertailussa suureen rooliin. Testivertailun tulokset olivat molempien ikäryhmien kohdalla samansuuntaisia ja tulosten perusteella FitWaren minuutin testimallin ei voida katsoa olevan luotettava kummankaan ikäryhmän kohdalla.

## 9.4 WHO: n testin luotettavuus miehillä

Testivertailun tulosten perusteella WHO: n testiä voidaan pitää miehillä luotettavana maksimaalisen hapenottokyvyn ennustusmenetelmänä. Tulosten mukaan mitatut  $VO_2$ maks arvot ovat WHO: n testillä ennustettuja arvoja korkeammat kaikkilla hapenkulutuksen tasoilla. Myös mitatut maksimipolkemistehot olivat ennustettuja tehoja korkeammat. Tämä saattaa johtua siitä, että maksimitesti tehtiin eri kuormaportailta kuin WHO: n testi, eli suorassa maksimitestissä poljettiin FitWaren kahden minuutin testimalli uupumukseen asti. WHO: n testissä vastuksen nostot ovat suurempia kuin FitWaren testissä, mikä saattaa aiheuttaa sen, että WHO: n testillä ennustetut arvot jäävät mitattuja arvoja ja FitWaren submaksimaalisella testillä ennustettuja arvoja matalammiksi. Neljän minuutin kuormaporras näyttäisi olevan riittävän pitkä sykkeen steady state –tilan saavuttamiseksi. FitWaren kahden minuutin testimallin ja suoran maksimitestin välisessä testivertailussa ennustetun ja mitatun  $VO_2$ maks: n välinen keskimääräinen ero oli lähes sama kuin WHO: n testin ja suoran maksimitestin välisessä vertailussa, joten FitWaren testiä ja WHO: n testiä voidaan pitää yhtä luotettavina  $VO_2$ maks: n ennustusmenetelminä ainakin tämän tutkimuksen koehenkilöillä.

Ikäryhmien väliset erot ennustettujen ja mitattujen tulosten välillä olivat pieniä, mutta näyttäisi siltä, että WHO: n testi soveltuu parhaiten yli 25 –vuotiaiden henkilöiden testaamiseen. Samoin kuin FitWaren testien kohdalla, myös WHO: n testin kohdalla voidaan sanoa, että koehenkilöiden vähäinen määrä eri ikäryhmissä vähentää vertailun luotettavuutta.

Aikaisemmista tutkimuksista poiketen tässä tutkimuksessa WHO: n testillä ennustetut  $VO_2$ maks arvot olivat mitattuja arvoja matalammat. Grant`n ym. (1999) tutkimuksessa muunnellun WHO: n testin tulokset olivat  $VO_2$ maks: n osalta merkittävästi korkeammat kuin maksimitestissä mitatut arvot. Myös korrelaatiokerroin ennustettujen ja mitattujen arvojen välillä oli matala. WHO: n testiä vastaavalla YMCA: n testillä ja muunnellulla YMCA: n testillä ennustetut  $VO_2$ maks arvot ovat olleet aikaisemmissa tutkimuksissa sekä mitattuja arvoja korkeampia että matalampia. Grossmann`n ym. (1994) mukaan YMCA: n testillä ennustetut  $VO_2$ maks arvot ovat selvästi mitattuja arvoja korkeampia. Sen sijaan Grant`n ym. (1995) tutkimuksessa YMCA: n testillä ennustetut  $VO_2$ maks arvot olivat selvästi matalampia kuin suoralla maksimitestillä mitatut arvot. Tutkimuksessa suora maksi-

mitesti tehtiin tosin juoksemalla juoksumatolla. Tutkimusten mukaan juoksemalla saavutetaan korkeammat maksimihapenkulutuksen arvot kuin pyöräilemällä (Hermansen & Saltin 1969).

## 9.5 WHO: n testin luotettavuus naisilla

Testivertailun tulosten mukaan WHO: n testiä voidaan pitää myös naisilla luotettavana testimenetelmänä. WHO: n testillä ennustettujen ja mitattujen maksimihapenkulutusten välinen keskimääräinen ero oli pieni, mutta se vaihteli eri hapenkulutusten tasoilla. Matalilla hapenkulutuksilla ennustetut arvot olivat mitattuja arvoja korkeammat ja suurilla hapenkulutuksilla tilanne oli päinvastainen. Ennustettujen ja mitattujen maksimihapenkulutusten perusteella näyttäisi siltä, että WHO: n testissä ja FitWaren testeissä käytetty kaava, jolla maksimiyö määrä ja sitä vastaava hapenkulutus ennustetaan toimii naisilla paremmin WHO: n testissä kuin FitWaren minuutin testimallilla. Tarkalleen ottaen WHO: n testi näyttäisi olevan luotettavin naisilla, joiden maksimaalinen hapenotto kyky on n.  $40 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  tai hieman sen yli. Neljän minuutin kuormaporras näyttäisi myös naisilla olevan riittävän pitkä sykkeen steady state -tilan saavuttamiseksi. Naisilla erot ennustetuissa ja mitatuissa maksimipolkemistehoissa olivat suuret. Tätä voidaan selittää samoin kuin miesten kohdalla sillä, että maksimitesti poljettiin jatkamalla FitWaren submaksimaalinen testi uupumukseen asti. FitWaren testissä kuormaportaan kesto oli selvästi lyhyempi ja kuormien nostot olivat selvästi pienemmät kuin WHO: n testissä. Suuriin mitattuihin maksimipolkemistehoihin vaikutti myös, kuten aikaisemmin todettiin, kolmen yksittäisen koehenkilön korkeat mitatut maksimitehot.

Ikäryhmien välisen testivertailun tulosten perusteella näyttäisi siltä, että WHO: n testi soveltuu paremmin nuoremmalle kuin vanhemmalle ikäryhmälle. Ikäryhmien välisen vertailun kohdalla täytyy tosin taas muistuttaa, että ryhmien vähäisestä koehenkilömäärästä johtuen yksittäisten koehenkilöiden tuloksilla on suuri vaikutus koko ryhmää koskeviin tuloksiin.

Naisten kohdalla WHO: n tai YMCA: n testeillä ennustettujen  $\text{VO}_2$  maks arvojen vertailtavuutta mitattuihin maksimihapenkulutuksiin on tutkittu vähemmän kuin miehillä. Tässä

tutkimuksessa WHO: n testillä ennustetut  $VO_2$ maks arvot olivat keskimäärin hieman mitattuja arvoja korkeammat. Ennustettujen ja mitattujen  $VO_2$ maks arvojen välinen korrelaatiokerroin oli tilastollisesti merkitsevä. Myös Grant'n ym. (1999) tutkimuksessa muunnellulla WHO: n testillä ennustetut  $VO_2$ maks arvot olivat naisilla keskimäärin hieman mitattuja arvoja korkeammat ja korrelaatiokerroin ennustettujen ja mitattujen arvojen välillä oli tilastollisesti merkitsevä. Sen sijaan Zwiren'n ym. (1991) tutkimuksessa WHO: n testiin verrattavalla submaksimaalisella pp-ergometritestillä ennustetut  $VO_2$ maks arvot olivat selvästi mitattuja arvoja korkeammat. Tutkimustulosten ristiriitaisuutta voidaan selittää testimallien pienillä eroavaisuuksilla sekä eri ikäisillä koehenkilöillä.

## 9.6 WHO: n testin ja FitWaren testien vertailtavuus

Miehillä WHO: n testin ja FitWaren kahden minuutin testimallin välinen testivertailu osoitti, että näiden submaksimaalisten testimenetelmien tulosten välillä ei ole merkitsevää eroa ainakaan kehonpainoon suhteutetun  $VO_2$ maks: n kohdalla. FitWaren testillä ennustetut maksimihapenkulutuksen arvot olivat keskimäärin hieman korkeammat kuin WHO: n testillä ennustetut arvot. Tulosten väliset korrelaatiokertoimet eri muuttujien kohdalla olivat erittäin korkeat ja myös Passing-Bablokin regressioanalyysi osoitti testimenetelmien tulosten olevan hyvin samankaltaiset. FitWaren testeissä ja WHO: n testissä käytetään  $VO_2$ maks: n ennustamisessa samaa laskentakaavaa. Kaava näyttäisi toimivan hyvin molempien testien kohdalla. FitWaren testin etuna WHO: n testiin verrattuna voidaan pitää lyhyempää kuormaportaan kestoa, mikä tekee testistä vaihtelevamman ja takaa sen, että ennustamisessa käytettäviä sykepisteitä on enemmän kuin WHO: n testissä.

Naisten kohdalla WHO: n testin ja FitWaren minuutin testimallin välinen vertailu osoitti, että testimenetelmien tulokset ovat merkittävästi erisuuret. FitWaren minuutin testimallia ei voida pitää niin luotettavana testimenetelmänä kuin WHO: n testiä. Ennustamisessa käytettävä laskentakaava toimii paremmin WHO: n testin kuin FitWaren minuutin testimallin kohdalla. FitWaren minuutin testimallin tilalla voitaisiin näin ollen käyttää esimerkiksi kahden minuutin testimallia myös naisilla.

## 9.7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Yhteenvetona voidaan todeta, että mikään tutkimuksen submaksimaalisista pp-ergometritesteistä ei ennustanut maksimaaliseksi hapenottokyvyksi suoralla maksimitestillä mitattua arvoa. Miesten kohdalla sekä FitWaren kahden minuutin testimalli että WHO: n testi olivat luotettavia testimenetelmiä ja soveltuvat varmasti kuntoliikkujien kuntotestaukseen. Kilpaurheilijoiden aerobisen kunnan testaamiseen tutkittujen submaksimaalisten testimenetelmien luotettavuus ei riitä. Naisten kohdalla WHO: n testi osoittautui luotettavaksi submaksimaaliseksi testimenetelmäksi, mutta FitWaren minuutin testimallin luotettavuus oli heikko. Jatkossa tutkimuksen tulisikin keskittyä juuri naisille sopivan submaksimaalisen pp-ergometritestin kehittämiseen. Tutkimuksen koehenkilöjoukko oli suhteellisen pieni varsinkin ikäryhmien välisessä vertailussa, joten yksittäisten koehenkilöiden poikkeavilla tuloksilla oli selvästi merkitystä testivertailun tuloksiin. Poikkeavat tulokset olivat yleensä koehenkilöillä, jotka harrastivat kilpaurheilua joko kestävyyslajeissa tai voima-tenholajeissa. Joukossa oli myös selvästi keskimääräistä heikompi kuntoisia koehenkilöitä. Jatkossa tutkimuksissa tulisikin käyttää iältään ja fyysiseltä kunnoltaan homogeenisiä koehenkilöitä, jotta voitaisiin tarkemmin kehittää sopivat testimenetelmät kaiken kuntoisille ja ikäisille henkilöille. Tutkimuksen tuloksista voidaan vetää seuraavat johtopäätökset:

1. FitWaren kahden minuutin protokollaa ja WHO: n testiä voidaan pitää miehillä luotettavina submaksimaalisina testimenetelminä.
2. Naisilla WHO: n testiä voidaan pitää luotettavana testimenetelmänä. FitWaren minuutin protokollan luotettavuus oli naisilla WHO: n testiä heikompi, eikä sitä voida pitää luotettavana maksimaalisen hapenottokyvyn ennustusmenetelmänä.
3. Miehillä FitWaren kahden minuutin testimalli ja WHO: n testi ovat luotettavampia yli 25 –vuotiailla henkilöillä kuin sitä nuoremmilla.
4. WHO: n testi on naisilla luotettavampi 20-23 –vuotiailla kuin 25-36 –vuotiailla. FitWaren minuutin testimallin luotettavuus on lähes yhtä heikko sekä 20-23 –vuotiailla että 25-36 –vuotiailla naisilla.

## LÄHTEET

- ACSM. 1995. Guidelines for exercise testing and prescription. 5. Painos. American College of Sports Medicine. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Bassett, D. R., Jr. & Howley, E. T. 1997. Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29, 591-603.
- Bassett, D. R., JR. & Howley, E. T. 2000. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32, 70-84.
- Borg, G. A. V. 1982. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 14, 377-381.
- Bouchard, C., Dionne, F. T., Simoneau, J.-A. & Boulay, M. R. 1992. Genetics of aerobic and anaerobic performances. *Exercise and Sport Science Reviews* 20, 27-58.
- Cink, R. E. & Thomas, T. R. 1981. Validity of the Åstrand-Ryhming nomogram for predicting maximal oxygen intake. *British Journal of Sports Medicine* 15, 182-185.
- Coleman, A. E. 1976. Validation of a submaximal test of maximal oxygen intake. *Journal of Sports Medicine* 16, 106-111.
- Cooper, K. H. 1968a. A means of assessing maximal oxygen intake. *Journal of the American Medical Association* 203, 135-138.
- Davis, J. A. 1995. Direct determination of aerobic power. Teoksessa Maud, P. J. & Foster, C. (Toim.) *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics, 9-17.
- Davies, C. T. M. 1968. Limitations to the prediction of maximum oxygen intake from cardiac frequency measurements. *Journal of Applied Physiology* 24, 700-706.
- de Wit, M. J. P., der Weduwe, C. J., Wolfhagen, P. J. J. M. & Hollander, A. P. 1997. Validity of peak oxygen uptake calculations from heart rate deflection points. *International Journal of Sports Medicine* 18, 201-207.
- de Vries, H. A. & Klafs, C. E. 1965. Prediction of maximal oxygen intake from submaximal tests. *Journal of Sports Medicine* 5, 207-214.
- Fox, E. L. 1973. A simple, accurate technique for predicting maximal aerobic power. *Journal of Applied Physiology* 35, 914-916.

- Glassford, R. G., Baycroft, G. H. Y., Sedgwick, A. W. & Macnab, R. B. J. 1965. Comparison of maximal oxygen uptake values determined by predicted and actual methods. *Journal of Applied Physiology* 20, 509-513.
- Gordon, N. F. 1997. Hypertension. Teoksessa Durstine, J. L., Bloomquist, L. E., Figoni, S. F., Moore, G. E., Painter, P. L., Pitetti, K. H., Roberts, S. O. & Pope, C. J. (Toim.) *ACSM's Exercise Management for Persons with Chronic Diseases and Disabilities*. Champaign, Il: Human Kinetics, 59-68.
- Grant, S., Corbett, K., Amjad, A. M., Wilson, J. & Aitchison, T. 1995. A comparison of methods of predicting maximum oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine* 29, 147-152.
- Grant, J. A., Joseph, A. N. & Campagna, P. D. 1999. The prediction of  $VO_{2max}$ : A comparison of 7 indirect tests of aerobic power. *Journal of Strength and Conditioning Research* 13, 346-352.
- Greiwe, J. S., Kaminsky, L. A., Whaley, M. H. & Dwyer, G. B. 1995. Evaluation of the ACSM submaximal ergometer test for estimating  $VO_{2max}$ . *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27, 1315-1320.
- Grossmann, C. J., Dwyer, G. B., Kaminsky, L.A. & Whaley, M. H. 1994.  $VO_{2max}$  estimates from the YMCA submaximal cycle ergometer protocol are not reliable. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 26 (Suppl.), S42.
- Hartung, G. H., Blanq, R. J., Lally, D. A. & Krock, L. P. 1995. Estimation of aerobic capacity from submaximal cycle ergometry in women. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27, 452-457.
- Hermansen, L. & Saltin, B. 1969. Oxygen uptake during maximal treadmill and bicycle exercise 26, 31-37.
- Hermiston, R. T. & Faulkner, J. A. 1971. Prediction of maximal oxygen uptake by stepwise regression technique. *Journal of Applied Physiology* 30, 833-837.
- Jackson, A., Blair, S., Mahar, M., Wier, L., Ross, R. & Stuteville, J. 1990. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 22, 836-870.
- Kasch, F. W. 1984. The validity of the Åstrand and Sjöstrand submaximal tests. *Physician and Sportsmedicine* 12 (8), 47-54.
- Lange Andersen, K., Shephard, R. J., Denolin, H., Varnauskas, E. & Masironi, R. 1971. *Fundamentals of exercise testing*. Geneva: WHO.



- Laukkanen, R. 1993. Development and evaluation of a 2-km walking test for assessing maximal aerobic power of adults in field conditions. *Kuopion yliopiston julkaisuja D. Lääketiede* 23.
- Laukkanen, R. M. T., Maijanen, S. & Tulppo, M. P. 1998. Determination of heart rates for training using Polar Smartedge heart rate monitor. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30 (Suppl.), 251.
- Lewis, S. F., Taylor, W. F., Graham, R. M., Pettinger, W. A., Schutte, J. E. & Blomqvist, C.G. 1983. Cardiovascular responses to exercise as functions of absolute and relative work load. *Journal of Applied Physiology* 54, 1314-1323.
- Lockwood, P. A., Yoder, J. E. & Deuster, P. A. 1997. Comparison and cross-validation of cycle ergometry estimates of  $VO_{2max}$ . *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29, 1513-1520.
- Londeree, B. R., Thomas, T. R., Ziogas, G., Smith, T. D. & Zhang, Q. 1995.  $\%VO_{2max}$  versus  $\%Hr_{max}$  regressions for six modes of exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27, 458-461.
- Louhevaara, V., Ilmarinen, J. & Oja, P. 1980. Comparison of the Åstrand nomogram and the WHO extrapolation methods for estimating maximal oxygen uptake. *Scandinavian Journal of Sports Sciences* 2, 21-25.
- McArdle, W. D., Katch, F. I. & Katch, V. L. 1996. *Exercise physiology. Energy, nutrition, and human performance*. 4. Painos. Baltimore: Williams & Wilkins.
- McConnell, T. R. 1998. Cardiorespiratory assessment of apparently healthy populations. Teoksessa Roitman, J. L., Kelsey, M., LaFontaine, T. P., Southard, D. R., Williams, M. A. & York, T. (Toim.) *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing And Prescription*. 3. Painos. Baltimore: Williams & Wilkins, 347-353.
- Mänttari, A, Aunola, S. & Kapanen, J. 1998. Submaksimaalinen polkupyöräergometrikoe. Teoksessa *Kuntotestauksen perusteet*. Helsinki: LIITE ry, 41-61.
- Richardson, R. S., Poole, D. C., Knight, D. R., Kurdak S. S., Hogan, M. C., Grassi, B., Johnson, E. C., Kendrick, K. F., Erickson, B. K. & Wagner, P. D. 1993. High muscle blood flow in man: is maximal  $O_2$  extraction compromised? *Journal of Applied Physiology* 75, 1911-1916.
- Rowell, L. B., Taylor, H. L. & Wang, Y. 1964. Limitations to prediction of maximal oxygen uptake. *Journal of Applied Physiology* 19, 919-927.

- Rusko, H., Havu, M. & Karvinen, E. 1979. Aerobic performance capacity in athletes. Research report from the department of biology of physical activity. University of Jyväskylä.
- Secher, N. H., Clausen, J. P., Klausen, K., Noer, I. & Trap-Jensen, J. 1979. Central and regional circulatory effects of adding arm exercise to leg exercise. *Acta Physiologica Scandinavica* 100, 288-297.
- Shephard, R. J. 1992. Maximal oxygen intake. Teoksessa Shephard, R. J. & Åstrand, P.-O. (Toim.) *Endurance in sport*. Oxford: Blackwell, 192-200.
- Shvartz, E. & Reibold, R. C. 1990. Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: A review. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 61, 3-11.
- Sidossis, L. S., Horowitz, J. F. & Coyle, E. F. 1992. Load and velocity of contraction influence gross and delta mechanical efficiency. *International Journal of Sports Medicine* 13, 407-411.
- Swain, D. P. & Wright, R. L. 1997. Prediction of  $VO_{2peak}$  from submaximal cycle ergometry using 50 versus 80 rpm. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29, 268-272.
- Terry, J. W., Tolson, H., Johnson, D. J. & Jessup, G. T. 1977. A workload selection procedure for the Åstrand-Ryhming test. *Journal of Sports Medicine* 17, 361-366.
- Teräslinna, P., Ismail, A. H. & MacLeod, D. F. 1966. Nomogram by Åstrand and Ryhming as a predictor of maximum oxygen intake. *Journal of Applied Physiology* 21, 513-515.
- Toner, M. M., Sawka, M. N., Levine, L. & Pandolf, K. B. 1983. Cardiorespiratory responses to exercise distributed between the upper and lower body. *Journal of Applied Physiology* 54, 1403-1407.
- Tulppo, M. P., Mäkikallio, T. H., Takala, T. E. S., Seppänen, T. & Huikuri, H. V. 1996. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *American Journal of Physiology* 271, H244-H252.
- Vogel, J. A., Patton, J. F., Mello, R. P. & Daniels, W. L. 1986. An analysis of aerobic capacity in a large United States population. *Journal of Applied Physiology* 60, 494-500.
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y. & Whipp, B. J. 1987. *Principles of Exercise Testing And Interpretation*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Casaburi, R. & Whipp, B. J. 1999. *Principles of Exercise Testing And Interpretation*. Baltimore: Williams & Wilkins.

- Whaley, M. H., Kaminsky, L. A., Dwyer, G. B., Getchell, L. H. & Norton, J. A. 1992. Predictors of over- and underachievement of age-predicted maximal heart rate. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 24, 1173-1179.
- Wilmore, J. H., Roby, F. B., Stanforth, P. R., Buono, M. J., Constable, S. H., Tsao, Y. & Lowdon, B. J. 1986. Ratings of perceived exertion, heart rate, and power output in predicting maximal oxygen uptake during submaximal cycle ergometry. *The Physician and Sportsmedicine* 14 (3), 133-143.
- Wilmore, J. H. & Costill D. L. 1999. *Physiology of Sport And Exercise*. 2. Painsos. Champaign, Il: Human Kinetics.
- Zwiren, L. D., Freedson, P. S., Ward, A., Wilke, S. & Rippe, J. M. 1991. Estimation of  $\text{VO}_2\text{max}$ : A comparative analysis of five exercise tests. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 62, 73-78.
- Åstrand, I. 1960. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiologica Scandinavica* 49, 1-92.
- Åstrand, I., Åstrand, P.-O., Hallbäck, I. & Kilbom, Å. 1973. Reduction in maximal oxygen uptake with age. *Journal of Applied Physiology* 35, 649-654.
- Åstrand, P.-O. & Ryhming, I. 1954. A Nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *Journal of Applied Physiology* 7, 218-221.
- Åstrand, P.-O. & Rodahl, K. 1986. *Textbook of work physiology*. 3. Painsos. New York: McGraw-Hill.

# KYSELYLOMAKE

Nimi \_\_\_\_\_ Syntymäaika \_\_\_\_\_ Paino \_\_\_\_\_ Pituus \_\_\_\_\_

Työpaikka / ammatti \_\_\_\_\_

Kuinka usein viikoittain olet harrastanut liikuntaa viimeisen kolmen kuukauden aikana?

Ei lainkaan \_\_\_\_\_ Satunnaisesti \_\_\_\_\_ 1 – 2 kertaa/vk \_\_\_\_\_ 3 – 4 kertaa/vk \_\_\_\_\_ yli 4 kertaa/vk \_\_\_\_\_

Tavallisimmat liikuntalajini \_\_\_\_\_

Arvioi oma kuntosi asteikolla 1 – 5 (1 = heikko, 5 = erinomainen)

kuntoarvio \_\_\_\_\_

Käytätkö jotain lääkitystä säännöllisesti tai usein?

Kyllä

Ei

Mitä \_\_\_\_\_

Onko sinulla todettu hengitys-, sydän- tai verenkiertoelimistön sairauksia?

Kyllä

Ei

Mitä \_\_\_\_\_

Onko sinulla ollut tuntemuksia (rintakivut, hengenahdistus, ym.)?

- Levossa
- Rasituksessa

Kyllä

Ei

Kyllä

Ei

Mitä \_\_\_\_\_

Onko sinulla selkävaivoja tai muita tuki- ja liikuntaelinten pitkäaikaisia tai usein toistuvia vaivoja?

Kyllä

Ei

Mitä \_\_\_\_\_

Onko ollut kuumetta, flunssaista oloa, väsymystä viimeisen 2 viikon aikana?

Kyllä

Ei

Mitä \_\_\_\_\_

Pötitkö tupakkaa?

Kyllä

Ei

Kuinka monta savuketta päivässä? \_\_\_\_\_

Lisätietoja (muut sairaudet) \_\_\_\_\_

Suostun kuntotestaukseen / koehenkilöksi omalla vastuullani.

Paikka ja päivämäärä \_\_\_\_\_ Allekirjoitus \_\_\_\_\_

Taulukossa on esitetty T-Waren kahden minuutin ja minuutin mallin sekä suoran maksimiestin välisen testivertailun tulokset. Mean= keskiarvo, SD= keskihajonta, Mean Diff.= keskimääräinen ero, t-testi= keskimääräisen eron merkitsevyys, R= korrelaatio, R2= korrelaation merkitsevyys ja p(R)= korrelaation merkitsevyystaso. Slope ja Intercept ovat Passing-Pablokin regressioanalyysin tietoja.

Muuttuja	Ryhmä	Testivertailu	N	t-testi	R	R2	p(R)	Slope	Luottamusväli	Intercept	Luottamusväli	Mean Diff	Luottamusväli	Mittattu			
														Mean 1	SD 1	Mean 2	SD 2
TEHO (W)	Miehet	Mittattu-FM	26	0.000	0.937	0.878	0.001	0.909	0,768 to 1,069	13,4	-31,3 to 50,7	-13,8	-20,6 to -7,07	286,9	47,9	273	45,8
	Miehet	Mittattu-FM	26	0.141	0.913	0.834	0.001	1,021	0,848 to 1,214	-0,58	-3,24 to 1,61	-0,312	-0,735 to 0,112	13,6	2,5	13,3	2,5
	Miehet	Mittattu-FM	26	0.000	0.916	0.839	0.001	1,027	0,851 to 1,202	-2,36	-10,77 to 5,72	-1,14	-2,6 to 0,314	47,6	8,9	46,5	8,6
VOZMax (ml/kg/min)	Miehet	Mittattu-FM	26	0.070	0.889	0.790	0.001	0,892	0,714 to 1,073	0,314	-0,345 to 0,936	-0,105	-0,219 to 0,00914	3,721	0,613	3,617	0,567
	Naiset	Mittattu-FN	17	0.000	0.770	0.593	0.001	0,710	0,545 to 0,884	48,7	13,5 to 82,5	-15,7	-26,3 to -5,12	213,8	32,0	198,1	22,1
MET	Naiset	Mittattu-FN	17	0.000	0.782	0.612	0.001	1,029	0,667 to 1,545	1,06	-4,82 to 5,20	1,57	1,09 to 2,05	11,6	1,4	13,1	1,4
	Naiset	Mittattu-FN	17	0.000	0.793	0.629	0.001	0,984	0,652 to 1,569	5,62	-17,75 to 18,91	5,36	3,74 to 6,99	40,5	4,9	45,9	4,9
VOZMax (ml/min)	Naiset	Mittattu-FN	17	0.000	0.808	0.653	0.001	0,870	0,569 to 1,289	0,601	-0,375 to 1,305	0,313	0,221 to 0,406	2,370	0,301	2,688	0,272

Taulukossa on esitetty WHO: n testin ja suoran maksimitestin välisen testivertailun tulokset. Mean= keskiarvo, SD= keskihajonta, Mean Diff= keskimääräinen ero, t-testi= keskimääräisen eron merkitsevyys, R= korrelaatio, R2= korrelaation merkitsevyys ja p(R)= korrelaation merkitsevyystaso. Slope ja Intercept ovat Passing-Pablokin regressioanalyysin tietoja.

Muuttuja	Ryhmä	Testivertailu	N	t-testi	R	R2	p(R)	Slope	Luottamusväli		Intercept	Luottamusväli		Mean Diff	Luottamusväli		Mean 1	SD 1	WHO	
									Mean 1	SD 1		Mean 2	SD 2							
TEHO (W)	Mlehet	Mittattu-WHO	26	0.000	0.929	0.863	0.001	1.010	0.849 to 1.216	-22.3	-87.5 to 20.1	-21.6	-29 to -14.3	286.9	47.9	265.3	48.8			
	Mlehet	Mittattu-WHO	26	0.002	0.925	0.856	0.001	1.077	0.861 to 1.308	-1.55	-4.74 to 1.15	-0.688	-1.09 to -0.283	13.6	2.5	12.9	2.6			
	Mlehet	Mittattu-WHO	26	0.002	0.923	0.852	0.001	1.053	0.862 to 1.268	-4.7	-14.8 to 3.7	-2.37	-3.8 to -0.944	47.6	8.9	45.3	9.1			
MET	Mlehet	Mittattu-WHO	26	0.002	0.885	0.783	0.001	0.929	0.686 to 1.237	0.021	-1.010 to 0.968	-0.275	-0.452 to -0.0993	3.721	0.613	3.523	0.604			
	Mlehet	Mittattu-WHO	26	0.002	0.885	0.783	0.001	0.929	0.686 to 1.237	0.021	-1.010 to 0.968	-0.275	-0.452 to -0.0993	3.721	0.613	3.523	0.604			
TEHO (W)	Naiset	Mittattu-WHO	17	0.003	0.762	0.593	0.001	0.758	0.478 to 0.957	21.1	-19.7 to 79.1	-36.6	-47.4 to -25.9	213.8	32.0	177.1	21.2			
	Naiset	Mittattu-WHO	17	0.095	0.877	0.612	0.001	0.780	0.542 to 1.100	2.94	-0.95 to 5.53	0.3	-0.0483 to 0.648	11.6	1.4	11.9	1.1			
	Naiset	Mittattu-WHO	17	0.112	0.887	0.629	0.001	0.782	0.556 to 1.059	9.8	-1.6 to 18.8	0.953	-0.219 to 2.13	40.5	4.9	41.5	3.9			
MET	Naiset	Mittattu-WHO	17	0.104	0.882	0.653	0.001	0.923	0.657 to 1.213	0.22	-0.484 to 0.874	0.0579	-0.0151 to 0.131	2.370	0.301	2.428	0.261			
	Naiset	Mittattu-WHO	17	0.104	0.882	0.653	0.001	0.923	0.657 to 1.213	0.22	-0.484 to 0.874	0.0579	-0.0151 to 0.131	2.370	0.301	2.428	0.261			

Taulukossa on esitetty T-Waren kahden minuutin ja minuutin mallin sekä WHO: n testin välisen testivertailun tulokset. Mean= keskiarvo, SD= keskihajonta, Mean Diff= keskimääräinen ero, t-testi= keskimääräisen eron merkitsevyys, R= korrelaatio, R2= korrelaation merkitsevyys ja p(R)= korrelaation merkitsevyystaso. Slope ja Intercept ovat Passing-Pablokin regressioanalyysin tietoja.

Muuttuja	Ryhmä	Testivertailu	N	t-testi	R	R2	p(R)	Slope	Luottamusväli		Intercept	Luottamusväli		Mean Diff	Luottamusväli		FM/FN		WHO	
									Mean 1	SD 1		Mean 2	SD 2		Mean 1	SD 1	Mean 2	SD 2		
TEHO (W)	Miehet	FM-WHO	26	0,000	0,957	0,916	0,001	1,059	0,910 to 1,250	-23,3	-72,1 to 11,1	-7,77	-13,5 to -2,03	27,3	45,8	265,3	48,8			
MET	Miehet	FM-WHO	26	0,007	0,969	0,939	0,001	1,043	0,928 to 1,179	-0,93	-2,60 to 0,37	-0,377	-0,641 to -0,113	13,3	2,5	12,9	2,6			
VO2Max (ml/kg/min)	Miehet	FM-WHO	26	0,011	0,968	0,937	0,001	1,064	0,929 to 1,176	-4	-8,7 to 1,6	-1,23	-2,15 to -0,308	46,5	8,6	45,3	9,1			
VO2Max (l/min)	Miehet	FM-WHO	26	0,008	0,961	0,924	0,001	1,069	0,918 to 1,238	-0,348	-0,913 to 0,131	-0,0938	-0,161 to -0,0263	3,617	0,567	3,523	0,604			
TEHO (W)	Naiset	FN-WHO	17	0,000	0,770	0,593	0,001	1,000	0,724 to 1,200	-18	-59 to 35,3	-20,9	-26,8 to -15,1	198,1	22,1	177,1	21,2			
MET	Naiset	FN-WHO	17	0,000	0,782	0,612	0,001	0,800	0,524 to 1,059	1,56	-1,76 to 5,16	-1,27	-1,67 to -0,871	13,1	1,4	11,9	1,1			
VO2Max (ml/kg/min)	Naiset	FN-WHO	17	0,000	0,793	0,629	0,001	0,750	0,500 to 1,000	8,3	-4,0 to 19,0	-4,41	-5,79 to -3,03	45,9	4,9	41,5	3,9			
VO2Max (l/min)	Naiset	FN-WHO	17	0,000	0,808	0,653	0,001	1,000	0,743 to 1,333	-0,22	-1,080 to 0,458	-0,255	-0,328 to -0,183	2,683	0,272	2,428	0,261			

Taulukossa on esitetty T-Waren minuutin mallin sekä suoran maksimimiesin välisen testivertailun tulokset eri ikäryhmillä. Mean = keskiarvo, SD = keskihajonta, Mean Diff = keskimääräinen ero, t-testi = keskimääräisen eron merkitsevyys, R = korrelaatio, R2 = korrelaation merkitsevyys ja p(R) = korrelaation merkitsevyystaso. Slope ja Intercept ovat Passing-Pablokin regressioanalyysin tietoja.

Muuttuja	Ryhmä	Testivertailu	N	t-testi	R	R2	p(R)	Slope	Luottamusväli		Intercept	Luottamusväli		Mean Diff	Luottamusväli		Mean 1	SD 1	Mean 2	SD 2
									Mean 1	SD 1		Mean 2	SD 2							
TEHO (W)	Naiset 20-23v	Mittattu-FN	8	0.016	0.793	0.629	0.05	0.629	0.303 to 1.880	69.8	-225.5 to 145.6	-19.9	-34.7 to -5.04	233.4	28.5	213.5	19			
		Mittattu-FN	8	0.007	0.595	0.354	*	1.523	0.192 to 5.000	-5.54	-49.05 to 11.55	1.45	0.551 to 2.35	12.5	1.1	14	1.3			
		Mittattu-FN	8	0.005	0.635	0.403	*	1.538	0.225 to 5.385	-20.23	-188.31 to 38.89	4.99	2.04 to 7.94	43.7	3.9	48.7	4.3			
VO2Max (ml/kg/min)	Naiset 20-23v	Mittattu-FN	8	0.006	0.662	0.438	*	1.391	0.471 to 7.209	-0.76	-16.014 to 1.805	0.288	0.115 to 0.461	2.586	0.264	2.874	0.233			
		Mittattu-FN	8	0.160	0.396	0.157	*	0.734	0.082 to 1.143	42.6	-34.0 to 169.1	-12	-29.8 to 5.85	196.3	24.8	184.3	14.5			
TEHO (W)	Naiset 25-36v	Mittattu-FN	9	0.000	0.738	0.545	0.05	1.222	0.632 to 1.1897E4932	-1.01		1.68	1.03 to 2.33	10.8	1.1	12.4	1.2			
		Mittattu-FN	9	0.000	0.726	0.527	0.05	1.195	0.588 to 40.00	-2.67	-1515.00 to 20.73	5.7	3.42 to 7.98	37.7	3.8	43.4	4.1			
VO2Max (ml/kg/min)	Naiset 25-36v	Mittattu-FN	9	0.000	0.593	0.352	*	1.032	0.272 to 4.545	0.236	-7.539 to 1.917	0.336	0.271 to 0.460	2.178	0.18	2.513	0.179			
		Mittattu-FN	9	0.000	0.593	0.352	*	1.032	0.272 to 4.545	0.236	-7.539 to 1.917	0.336	0.271 to 0.460	2.178	0.18	2.513	0.179			

\* = Korrelaatiokerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä.



Taulukossa on esitetty WHO: n testin sekä suoran maksimitestin välisen testivertailun tulokset eri ikäryhmillä. Mean = keskiarvo, SD= keskihajonta, Mean Diff = keskimääräinen ero, t-testi= keskimääräisen eron merkitsevyys, R= korrelaatio, R2= korrelaation merkitsevyys ja p(R)= korrelaation merkitsevyysaste. Slope ja Intercept ovat Passing-Pablokin regressioanalyysin tietoja.

Muuttuja	Ryhmä	Testivertailu	N	t-testi	R	R2	p(R)	Slope	Luottamusväli		Intercept	Luottamusväli		Mean Diff	Luottamusväli		Mitattu		WHO	
									Mean 1	SD 1		Mean 2	SD 2		Mean 1	SD 1	Mean 2	SD 2		
TEHO (W)	Naiset 20-23v	Mittattu-WHO	8	0,000	0,747	0,558	0,05	0,741	0,106 to 3,600	15,7	-641,2 to 166,1	-44,8	-60,6 to -28,9	233,4	28,5	186,6	21,5			
			8	0,791	0,887	0,787	0,01	1,022	0,333 to 2,000	-0,1	-12,40 to 8,53	-0,05	-0,479 to 0,379	12,5	1,1	12,5	0,9			
			8	0,728	0,863	0,780	0,01	0,846	0,154 to 2,000	6,7	-43,5 to 38,2	-0,238	-1,79 to 1,31	43,7	3,9	43,5	3,1			
MET	Naiset 20-23v	Mittattu-WHO	8	0,664	0,919	0,845	0,01	1,441	0,886 to 3,492	-1,159	-6,502 to 0,293	-0,0171	-0,106 to 0,0721	2,586	0,264	2,569	0,266			
			8	0,003	0,534	0,285	*	0,940	0,500 to 1,192	-10,6	-59,3 to 75	-29,4	-45,6 to -13,3	196,3	24,8	166,9	15,5			
VO2Max (ml/kg/min)	Naiset 20-23v	Mittattu-WHO	9	0,026	0,805	0,648	0,05	0,947	0,400 to 1,189E4932	1,3	-740 to 21,1	0,611	0,092 to 1,13	10,8	1,1	11,4	1,1			
			9	0,024	0,836	0,699	0,01	0,984	0,500 to 20,00	2,7	-740 to 21,1	2,01	0,343 to 3,68	37,7	3,8	39,7	3,8			
VO2Max (l/min)	Naiset 25-36v	Mittattu-WHO	9	0,029	0,718	0,516	0,05	1,623		-1,221		0,125	0,0165 to 0,233	2,178	0,18	2,302	0,193			
			9	0,029	0,718	0,516	0,05	1,623		-1,221		0,125	0,0165 to 0,233	2,178	0,18	2,302	0,193			

\* = Korrelaatiokerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Taulukossa on esitetty T-Waren minuutin mallin sekä WHO: n testin välisen testivertailun tulokset eri ikäryhmillä. Mean= keskiarvo, SD= keskihajonta, Mean Diff.= keskimääräinen ero, t-testi= keskimääräisen eron merkitsevyys, R= korrelaatio, R2= korrelaation merkitsevyys ja p(R)= korrelaation merkitsevyystaso. Slope ja Intercept ovat Passing-Pablokin regressioanalyysin tietoja.

Muuttuja	Ryhmä	Testivertailu	N	t-testi	R	R2	p(R)	Slope	Luottamusväili	Intercept	Luottamusväili	Mean Diff	Luottamusväili	FN		WHO	
														Mean 1	SD 1	Mean 2	SD 2
TEHO (W)	Naiset 20-23v	FN-WHO	8	0.003	0.718	0.516	0.05	0.924	0,222 to 2,450	-2.6	-332,2 to 145,9	-24,9	-37,7 to -12	213,5	19	188,6	21,5
	Naiset 20-23v	FN-WHO	8	0.005	0.588	0.346	*	0.500	0,250 to 1,474	5,7	-7,68 to 9,31	-1,5	-2,37 to -0,629	14	1,3	12,5	0,9
	Naiset 20-23v	FN-WHO	8	0.004	0.587	0.345	*	0.400	0,139 to 1,286	24,4	-17,9 to 38,2	-5,23	-8,19 to -2,26	48,7	4,3	43,5	3,1
VO2Max (ml/kg/min)	Naiset 20-23v	FN-WHO	8	0.003	0.720	0.518	0.05	1.015	0,231 to 2,500	-0,273	-4,580 to 1,967	-0,305	-0,463 to -0,147	2,874	0,233	2,569	0,266
TEHO (W)	Naiset 25-36v	FN-WHO	9	0.000	0.953	0.908	0.001	1.107	0,759 to 1,650	-35,7	-136 to 28,7	-17,4	-21,1 to -13,8	184,3	14,5	166,9	15,5
	Naiset 25-36v	FN-WHO	9	0.000	0.947	0.887	0.001	0.942	0,647 to 1,250	-0,35	-4,03 to 3,42	-1,07	-1,37 to -0,762	12,4	1,2	11,4	1,1
	Naiset 25-36v	FN-WHO	9	0.000	0.935	0.874	0.001	0.833	0,667 to 1,143	4	-9,4 to 11,7	-3,69	-4,82 to -2,56	43,4	4,1	39,7	3,8
VO2Max (ml/kg/min)	Naiset 25-36v	FN-WHO	9	0.000	0.944	0.891	0.001	1.133	0,786 to 1,714	-0,525	-1,956 to 0,350	-0,211	-0,26 to -0,962	2,513	0,179	2,302	0,193

\* = Korrelaatiokerroin ei ole tilastollisesti merkitsevä.

Taulukossa on esitetty T-Waren kahden minuutin mallin sekä suoran maksimiesitin välisen testivertailun tulokset eri ikäryhmillä. Mean = keskiarvo, SD= keskihajonta, Mean Diff = keskimääräinen ero, t-testi= keskimääräisen eron merkisyys, R= korrelaatio, R2= korrelaation merkitsevyys ja p(R)= korrelaation merkitsevyystaso. Slope ja Intercept ovat Passing-Pablokin regressioanalyysin tietoja.

Muuttuja	Ryhmä	Testivertailu	N	t-testi	R	R2	p(R)	Slope	Luottamusväli	Intercept	Luottamusväli	Mean Diff	Luottamusväli	Mittattu				
														Mean 1	SD 1	Mean 2	SD 2	
TEHO (W)	Mlehet 21-24v	Mlattu-FM	8	0,007	0,977	0,955	0,001	1,005	0,731 to 1,211	-12,6	-76,6 to 68,5	-12,4	-20,1 to -4,7	318,4	42,6	306	42	
	Mlehet 21-24v	Mlattu-FM	8	0,181	0,891	0,794	0,01	1,052	0,323 to 1,467	-1,08	-7,19 to 10,48	-0,613	-1,5 to 0,271	15,9	2,3	15,3	2,2	
	Mlehet 21-24v	Mlattu-FM	8	0,137	0,891	0,794	0,01	1,141	0,367 to 1,493	-8,4	-26,6 to 34,2	-2,2	-5,3 to 0,9	55,6	8,1	53,4	7,7	
VO2Max (ml/kg/min)	Mlehet 21-24v	Mlattu-FM	8	0,091	0,887	0,787	0,01	0,899	0,376 to 1,852	0,343	-2,775 to 2,521	-0,182	-0,402 to 0,0381	4,203	0,57	4,021	0,52	
	TEHO (W)	Mlehet 25-39v	Mlattu-FM	8	0,100	0,876	0,767	0,01	0,810	0,132 to 2,250	38,4	-388 to 230,6	-15,4	-34,6 to 3,8	289,3	45,5	273,9	46,5
	MIET	Mlehet 25-39v	Mlattu-FM	8	0,838	0,808	0,653	0,05	1,256	-3,26	0,0875	-0,974 to 1,15	12,9	1,9	13	2,1		
VO2Max (ml/kg/min)	Mlehet 25-39v	Mlattu-FM	8	0,942	0,808	0,653	0,05	1,283	-3,26	0,113	-3,59 to 3,81	45,3	6,8	45,4	7,4			
	VO2Max (l/min)	Mlehet 25-39v	Mlattu-FM	8	0,981	0,814	0,663	0,05	0,758	-0,145 to 1,460	0,755	-1,784 to 4,084	-0,003	-0,287 to 0,281	3,629	0,527	3,626	0,576
	TEHO (W)	Mlehet 41-51v	Mlattu-FM	10	0,033	0,914	0,835	0,001	0,727	0,447 to 0,981	59,9	-6,6 to 135,8	-13,8	-26,2 to -1,95	259,8	40,6	246	31,4
MIET	Mlehet 41-51v	Mlattu-FM	10	0,173	0,915	0,837	0,001	1,000	0,583 to 1,394	-0,3	-5,56 to 4,65	-0,39	-0,992 to 0,212	12,3	2	12	2	
	VO2Max (ml/kg/min)	Mlehet 41-51v	Mlattu-FM	10	0,173	0,924	0,854	0,001	0,988	0,600 to 1,404	-0,36	-19,69 to 15,74	-1,3	-3,29 to 0,687	43,2	7,1	41,9	7,1
	VO2Max (l/min)	Mlehet 41-51v	Mlattu-FM	10	0,149	0,874	0,764	0,001	0,821	0,457 to 1,262	0,535	-0,938 to 1,672	-0,124	-0,302 to 0,0538	3,409	0,503	3,285	0,395

Taulukossa on esitetty WHO: n testiin sekä suoran maksimitestin välisen testivertailun tulokset eri ikäryhmillä. Mean= keskiarvo, SD= keskihajonta, Mean Dif.= keskimääräinen ero, t-testi= keskimääräisen eron merkisyys, R= korrelaatio, R2= korrelaation merkisyys ja p(R)= korrelaation merkisyysaste. Slope ja Intercept ovat Passing-Pablokin regressioanalyysin tietoja.

Muuttuja	Ryhmä	Testivertailu	N	t-testi	R	R2	p(R)	Slope	Luottamusväli	Intercept	Luottamusväli	Mean Dif	Luottamusväli	Mittattu		WHO	
														Mean 1	SD 1	Mean 2	SD 2
TEHO (W)	Miehet 21-24v	Mittattu-WHO	8	0.004	0.962	0.925	0.001	0.873	0.680 to 1.306	20.6	-114.2 to 82.2	-17.5	-27.3 to -7.71	318.4	42.6	300.9	39.3
	Miehet 21-24v	Mittattu-WHO	8	0.098	0.872	0.76	0.01	1.099	0.105 to 1.733	-2.31	-11.7 to 14.27	-0.8	-1.82 to 0.221	15.9	2.3	15.1	2.5
	Miehet 21-24v	Mittattu-WHO	8	0.088	0.876	0.767	0.01	1.104	0.154 to 1.852	-8.4	-47.7 to 46.6	-2.95	-6.47 to 0.571	55.6	8.1	52.6	8.7
VO2Max (ml/kg/min)	Miehet 21-24v	Mittattu-WHO	8	0.070	0.823	0.677	0.05	0.853	0.489 to 1.803	0.343	-3.359 to 1.843	-0.245	-0.516 to 0.0266	4.203	0.57	3.959	0.486
	Miehet 25-39v	Mittattu-WHO	8	0.015	0.882	0.778	0.01	0.804	0.320 to 1.821	24	-273.9 to 162.9	-26.3	-45.6 to -6.95	289.3	45.5	263	48.7
	Miehet 25-39v	Mittattu-WHO	8	0.279	0.843	0.711	0.01	1.308	0.559 to 3.00	-4.3	-26.3 to 5.13	-0.463	-1.39 to 0.467	12.9	1.9	12.5	2
MET	Miehet 25-39v	Mittattu-WHO	8	0.310	0.838	0.702	0.01	1.538	0.667 to 5.833	-25.3	-220.3 to 12.8	-1.51	-4.77 to 1.74	45.3	6.8	43.8	6.9
	Miehet 25-39v	Mittattu-WHO	8	0.332	0.814	0.663	0.05	0.724	-0.071 to 1.245	0.829	-1.039 to 3.709	-0.193	-0.449 to 0.0633	3.629	0.527	3.504	0.603
	Miehet 41-51v	Mittattu-WHO	10	0.007	0.889	0.790	0.001	1.017	0.667 to 1.783	-22.2	-224.3 to 57.7	-21.1	-34.9 to -7.5	259.8	40.6	238.6	40.6
VO2Max (ml/kg/min)	Miehet 41-51v	Mittattu-WHO	10	0.011	0.934	0.872	0.001	1.024	0.757 to 1.571	-1.03	-8.26 to 2.08	-0.78	-1.34 to -0.224	12.3	2	11.6	2.2
	Miehet 41-51v	Mittattu-WHO	10	0.018	0.922	0.850	0.001	1.034	0.698 to 1.622	-4	-31 to 10.2	-2.5	-4.59 to -0.408	43.2	7.1	40.6	3.2
	Miehet 41-51v	Mittattu-WHO	10	0.017	0.887	0.787	0.001	0.940	0.599 to 1.456	-0.025	-1.706 to 1.136	-0.22	-0.391 to -0.0493	3.409	0.503	3.189	0.503

Taulukossa on esitetty T-Waren kahden minuutin mallin sekä WHO:n testin välisen testivertailun tulokset eri ikäryhmillä. Mean= keskiarvo, SD= keskihajonta, Mean Diff= keskimääräinen ero, t-testi= keskimääräisen eron merkitsevyys, R= korrelaatio, R2= korrelaation merkitsevyys ja p(R)= korrelaation merkitsevyystaso. Slope ja Intercept ovat Passing-Pablokin regressioanalyysin tietoja.

Muuttuja	Ryhmä	Testivertailu	N	t-testi	R	R2	p(R)	Slope	Luottamusväli		Intercept	Luottamusväli		Mean Diff	Luottamusväli		Mean 1	SD 1	Mean 2	SD 2
									FM	WHO		FM	WHO		FM	WHO				
TEHO (W)	Miehet 21-24v	FM-WHO	8	0.440	0.907	0.823	0.01	0.905	0.457 to 1.789	20.9	-243.2 to 165.8	-5.13	-19.9 to 9.68	306	42	300.9	39.3			
									0.429 to 1.591	-2.58	-9.37 to 9.15	-0.188	-0.86 to 0.485	15.3	2.2	15.1	2.5			
									0.800 to 1.667	-10.5	-37.3 to 9.8	-0.75	-3.1 to 1.6	53.4	7.7	52.6	8.7			
MET	Miehet 21-24v	FM-WHO	8	0.476	0.948	0.899	0.001	1.182	0.800 to 1.667	-10.5	-37.3 to 9.8	-0.75	-3.1 to 1.6	53.4	7.7	52.6	8.7			
									0.800 to 1.667	-10.5	-37.3 to 9.8	-0.75	-3.1 to 1.6	53.4	7.7	52.6	8.7			
									0.800 to 1.667	-10.5	-37.3 to 9.8	-0.75	-3.1 to 1.6	53.4	7.7	52.6	8.7			
VO2Max (ml/kg/min)	Miehet 21-24v	FM-WHO	8	0.442	0.909	0.826	0.01	0.901	0.455 to 1.826	0.302	-3.342 to 2.189	-0.0625	-0.244 to 0.119	4.021	0.52	3.959	0.486			
									0.455 to 1.826	0.302	-3.342 to 2.189	-0.0625	-0.244 to 0.119	4.021	0.52	3.959	0.486			
									0.455 to 1.826	0.302	-3.342 to 2.189	-0.0625	-0.244 to 0.119	4.021	0.52	3.959	0.486			
TEHO (W)	Miehet 25-39v	FM-WHO	8	0.039	0.969	0.939	0.001	0.968	0.417 to 1.600	-3.2	-177.8 to 139.3	-10.9	-21 to -0.748	273.9	46.5	268	48.7			
									0.615 to 1.727	0.27	-9.82 to 4.40	-0.55	-1.06 to -0.0365	13	2.1	12.5	2			
									0.667 to 1.750	0.6	-35.6 to 13.2	-1.63	-3.46 to 0.214	45.4	7.4	43.8	6.9			
MET	Miehet 25-39v	FM-WHO	8	0.075	0.955	0.912	0.001	0.955	0.667 to 1.750	0.6	-35.6 to 13.2	-1.63	-3.46 to 0.214	45.4	7.4	43.8	6.9			
									0.667 to 1.750	0.6	-35.6 to 13.2	-1.63	-3.46 to 0.214	45.4	7.4	43.8	6.9			
									0.667 to 1.750	0.6	-35.6 to 13.2	-1.63	-3.46 to 0.214	45.4	7.4	43.8	6.9			
VO2Max (ml/kg/min)	Miehet 25-39v	FM-WHO	8	0.034	0.963	0.927	0.001	0.780	0.558 to 1.667	0.567	-2.567 to 1.388	-0.19	-0.35 to -0.03	3.626	0.576	3.504	0.603			
									0.558 to 1.667	0.567	-2.567 to 1.388	-0.19	-0.35 to -0.03	3.626	0.576	3.504	0.603			
									0.558 to 1.667	0.567	-2.567 to 1.388	-0.19	-0.35 to -0.03	3.626	0.576	3.504	0.603			
TEHO (W)	Miehet 41-51v	FM-WHO	10	0.121	0.959	0.92	0.001	1.221	0.857 to 1.577	-60.3	-146.5 to 22.1	-7.4	-17.2 to 2.39	246	31.4	238.6	40.6			
									0.870 to 1.321	-1.31	-4.06 to 0.92	-0.39	-0.802 to 0.0222	12	2	11.6	2.2			
									0.833 to 1.300	-4.4	-13.2 to 5.0	-1.2	-2.66 to 0.261	41.9	7.1	40.6	3.2			
MET	Miehet 41-51v	FM-WHO	10	0.084	0.965	0.931	0.001	1.077	0.870 to 1.321	-1.31	-4.06 to 0.92	-0.39	-0.802 to 0.0222	12	2	11.6	2.2			
									0.870 to 1.321	-1.31	-4.06 to 0.92	-0.39	-0.802 to 0.0222	12	2	11.6	2.2			
									0.870 to 1.321	-1.31	-4.06 to 0.92	-0.39	-0.802 to 0.0222	12	2	11.6	2.2			
VO2Max (ml/kg/min)	Miehet 41-51v	FM-WHO	10	0.077	0.963	0.927	0.001	1.077	0.833 to 1.300	-4.4	-13.2 to 5.0	-1.2	-2.66 to 0.261	41.9	7.1	40.6	3.2			
									0.833 to 1.300	-4.4	-13.2 to 5.0	-1.2	-2.66 to 0.261	41.9	7.1	40.6	3.2			
									0.833 to 1.300	-4.4	-13.2 to 5.0	-1.2	-2.66 to 0.261	41.9	7.1	40.6	3.2			
VO2Max (l/min)	Miehet 41-51v	FM-WHO	10	0.092	0.964	0.929	0.001	1.238	0.904 to 1.594	-0.852	-2.005 to 0.162	-0.096	-0.211 to 0.0191	3.285	0.395	3.189	0.503			
									0.904 to 1.594	-0.852	-2.005 to 0.162	-0.096	-0.211 to 0.0191	3.285	0.395	3.189	0.503			
									0.904 to 1.594	-0.852	-2.005 to 0.162	-0.096	-0.211 to 0.0191	3.285	0.395	3.189	0.503			