

**KESKI-ikäisten miesten ja naisten
maksimaalisen hapenottokyvyn kehitys puolen
vuoden aikana**

Henriikka Järveläinen

Pro gradu – tutkielma

Liikuntafysiologia

Syksy 2004

Jyväskylän yliopisto

Liikuntabiologian laitos

Työn ohjaajat: Kari Keskinen

Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Henriikka Järveläinen. Keski-ikäisten miesten ja naisten maksimaalisen hapenottokyvyn kehitys puolen vuoden aikana. Liikuntafysiologian Pro gradu-tutkielma (liikuntabiologian laitos). Syksy 2004. Jyväskylän yliopisto.

Asiasanat: Maksimaalinen hapenottokyky, submaksimaalinen polkupyöraergometritesti, työkyky, keski-ikäiset

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia vaikuttaako testausinterventio 50-vuotiaiden Helsingin kaupungin työntekijöiden maksimaalisen hapenottokyvyn kehitykseen, ja aktivoiko testaukseen osallistuminen liikunnan harrastuneisuuden kasvua. Työhypoteesi tässä tutkimuksessa oli, että testausinterventio aktivoi 50-vuotiaista ihmistä kehittämään maksimaalista hapenottokykyä samalla tavalla molemmilla sukupuolilla.

Helsingin kaupungin liikuntapoliittisen ohjelman vuoden 2002 kehittämishankkeeksi otettiin helsinkiläisen, vuonna 1952 syntyneen ikäluokan kestävyyskuntotestaus. Helsinkiläisille järjestettiin maksuton kestävyyskuntotesti vuonna 2002. Keväällä 2003 Helsingin kaupungin liikuntaviraston henkilöstöliikunta tarjosi maksuttoman uusintatestauksen Helsingin kaupungin työntekijöille, jotka osallistuivat kuntotestaukseen vuoden 2002 syys-joulukuussa. Vuonna 2002 kaupungin omia työntekijöitä testattiin yhteensä 159 ja uusintamittauksiin ilmoittautui 76 henkilöä; 60 naista ja 16 miestä. Koehenkilöille tehtiin ensin esimittaukset, joissa mitattiin paino, pituus, rasvaprosentti ja verenpaine ja kyseltiin omista liikuntatottumuksista. Tämän jälkeen koehenkilöt suorittivat *Polarin OwnIndex-lepsyke* -kuntotestin. Polarin testin jälkeen suoritettiin varsinainen submaksimaalinen kuntomittaus Tunturin T-Ware polkupyöraergometritestin avulla. Lopuksi koehenkilö sai henkilökohtaisen palautteen testistä ja liikuntaohjeet. Testit suoritettiin huhti-toukokuussa vuonna 2003. Tilastollisina analyyseinä tutkimuksessa käytettiin SPSS-ohjelmaa, josta käytettiin T-testiä, ANOVAa, Pearsonin korrelaatiomatriisia, ja ristiintaulukointia. Muita menetelmiä olivat regressiokäyrä ja Effect Size-metodi. Tilastollisessa merkitsevyydessä on käytetty vakiintunutta käytäntöä.

Tulokset osoittivat, että naisten maksimaalinen hapenottokyky laski vuoteen 2003 mennessä merkitsevästi ($p=0,005$); arvioidut keskiarvoiset maksimaaliset hapenkulutuservot olivat vuonna 2002 naisilla $32,1\pm 4,8$ ml/kg/min ja vuonna 2003 $30,8\pm 4,0$ ml/kg/min. Miehillä ei löydetty merkitsevyyttä ($p=0,138$); tulokset 2002 olivat $38,7\pm 6,0$ ml/kg/min ja vuonna 2003 $37,6\pm 5,2$ ml/kg/min. Polarin kuntotestitulokset erosivat huomattavasti pp-ergometritestituloksista (ero naisilla $8,8$ ml/kg/min ja miehillä $2,5$ ml/kg/min). Naisilla oli myös MET-yksikön välinen ero merkitsevästi laskenut ($p=0,004$) ja hapenkulutuksen väliltä löytyi merkitsevä ero ($p=0,036$). Miehillä ei löydetty tilastollisia merkitsevyyksiä ($p=0,135$). Maksimaalisissa polkemistehoissa naisilla ero vuoteen 2002 verrattuna oli merkitsevästi laskenut ($p=0,029$, 2002: $145,4\pm 24,1$ W ja 2003: $140,4\pm 20,0$ W), mutta miehillä ei ollut tilastollista merkitsevyyttä ($p=0,330$, 2002: $230,3\pm 27,0$ W ja 2003: $225,5\pm 26,6$ W). Naisten ja miesten painoindeksit olivat pysyneet suurin piirtein samalla tasolla koko tutkimuksen ajan. Naisten painoindeksi vuonna 2002 oli $24,2\pm 2,72$ ja miesten $26,1\pm 4,60$. Rasvaprosenteissa oli suuremmat muutokset ($p_{naiset}=0,828$ ja $p_{miehet}<0,001$). Miehillä ero oli siis tilastollisesti erittäin merkitsevä. Naiset saivat vuoden 2002 arvokseen $31,6\pm 4,92$ % ja miehet $23,0\pm 4,78$ % ja vuonna 2003 vastaavat arvot naisilla oli $34,2\pm 4,64$ % ja miehillä $25,5\pm 4,72$ %. Verenpaineessa naisilla erot olivat tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p<0,001$). Yksilöllisestä liikuntaharrastuksista erityisesti kuntoliikunnan harrastamisella oli merkittävä positiivinen korrelaatio maksimaalisen hapenkulutuksen kanssa.

Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että keski-ikäisten liikuntatottumuksiin ei pystytty vaikuttamaan ainoastaan testausintervention avulla. Lisäksi tulokset osoittivat, että 50-vuotiaat Helsingin kaupungin työntekijänaiset ovat miehiä kiinnostuneempia maksimaalisesta hapenottokyvystään. Lisäksi työn tunteminen rasittavaksi, kuntoliikunnan harrastaminen ja työmatkaan kulunut aika vaikuttavat merkittävästi keski-ikäisten maksimaaliseen hapenottokykyyn.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	2
1 JOHDANTO.....	4
2 KIRJALLISUUSKATSAUS.....	5
2.1 Fyysinen kunto ja suorituskyyky.....	5
2.1.1 Aerobinen kapasiteetti.....	6
2.1.2 Anaerobinen kapasiteetti.....	7
2.1.3 Aerobinen suorituskyyky.....	8
2.1.3.1 Maksimaalinen hapenottokyyky.....	8
2.1.3.2 Maksimaaliseen hapenottokyykyyn vaikuttavat tekijät.....	11
2.1.3.3 Maksimaalista hapenottokyykyä rajoittavat tekijät.....	15
2.2 Submaksimaalinen polkupyöräergometritesti.....	19
2.2.1 Submaksimaalisen testin määritelmä.....	19
2.2.2 Maksimaalisen hapenkulutuksen arvioiminen.....	20
2.2.2.1 Maksimaalisen sykkeen arvioiminen.....	20
2.2.2.2 Mekaanisen tehon muuttuminen kuormituksessa.....	23
2.2.2.3 Polkemisnopeuden vaikutus taloudellisuuteen.....	24
2.3 Liikkumisen ja vanhenemisen vaikutukset ihmisen fyysiseen kuntoon ja terveyteen.....	26
2.3.1 Liikkuminen ja liikkumattomuus.....	27
2.3.2 Vanhenemisen vaikutus sydän ja verenkiertoelimistön toimintaan.....	28
2.3.3 Vanhenemisen vaikutus hengityselimistön toimintaan.....	30
2.4 Yhteenveto.....	32
3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, ONGELMAT JA HYPOTEESI.....	33
4 MENETELMÄT.....	34
4.1 Koehenkilöt.....	34
4.2 Tutkimusasetelma.....	35

4.3 Mittausmenetelmät.....	36
4.4 Tilastolliset analyysit.....	38
5 TULOKSET.....	39
5.1 Fyysisen kunnon kehitys kahden testikerran aikana.....	39
5.2 Tärkeimmät terveydelliset muuttujat kuntotestitulosten tukena.....	44
5.3 Yksilöllinen liikkuminen ennen testausta.....	45
5.4 Terveysteen liittyvien tekijöiden yhteydet kuntomuuttujiin	48
6 POHDINTA.....	49
6.1 Fyysisen kunnon kehitykseen vaikuttavia tekijöitä.....	49
6.2 Terveydellisiin muuttujiin vaikuttavat tekijät.....	52
6.3 Yksilölliseen liikuntaan vaikuttavat tekijät.....	53
7 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	55
LÄHTEET.....	56
LIITTEET	65
Liite 1: Kutsu.....	65
Liite 2: Kyselylomake.....	66
Liite 3: Uusinta kysely liikuntamuutoksista.....	68
Liite 4: Liikunta-tasot.....	69
Liite 5: Kuntoluokat.....	70
Liite 6: Borgin RPE-taulukko.....	71

JOHDANTO

Fyysisellä kunnolla tarkoitetaan elimistön fysiologista ja biomekaanista kykyä, toimintakelpoisuutta tai tilaa tietyn fyysisen tehtävän suorittamiseen. Fyysiseen kuntoon liittyy aerobinen - ja lihaskestävyyskunto. Aerobinen kunto eli hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyky alkaa laskea 45:n ikävuoden jälkeen nopeammin, vaikka tutkimukset eivät tätä ole todistaneet. Työikäiselle väestölle tehdyissä mittauksissa on todettu yksilötasolla jopa 20 - 25 % aleneminen neljän vuoden aikana. Fyysisen kunnan heikentymisestä huolimatta pitäisi työkyvyn säilyä useimmiten 65 ikävuoteen asti, myös fyysistä kestävyyttä vaativissa työtehtävissä. (Ilmarinen 1991.) On kuitenkin osittain epäselvää, kuinka paljon fyysisen kunnan heikkeneminen johtuu ikääntymisprosessista ja kuinka paljon yksilön inaktiivisuudesta (Pollock ym. 1987).

Lukuisissa tutkimuksissa on pystytty todistamaan, että nuorena aloitettu urheiluharrastus hidastaa kehon ikääntymisprosessista aiheutuvia muutoksia ja minimoi toimintakyvyn heikkenemistä vanhetessa. Näissä tutkimuksissa on kuitenkin tutkittu kestävyysurheilijoita, ja ns. normaaliväestö on jäänyt tutkimatta. (Fleg & Lakatta 1988.) Tutkimustulokset ovat myös todistaneet, että ne joilla liikunnan harrastaminen on ollut lapsena ja nuorena vähäistä, vähenee se myös entisestään ikääntymisen myötä (Ruuskanen 1990).

Ihmisen työkyvyn ylläpitäminen on siis osa yleistä elämän hallintaa. Työkykyä voidaan pitää ominaisuutena, joka ilmenee terveytenä, toimintakyknä, työnteon osaamisena ja tahtona tehdä työtä. Tulevaisuudessa väestön vanhetessa, fyysinen kunto tulee olemaan yksi tärkeimmistä tekijöistä, jota tullaan tutkimaan, koska hyvä fyysinen kunto vähentää itsenäisen elämisen avuntarvetta 50 % ja lisää ilman apua itsenäisesti elämisen pituutta noin 2-3 vuotta. (Hirvensalo ym. 2000.) Keski-ikäiset ihmiset ovat erityisen tärkeä tutkimuskohde, koska vuonna 2000 arvioitiin, että Suomen työvoimasta 45-64-vuotiaita oli noin 40 % (Ilmarinen 1991) .

Tämä tutkimus kuuluu soveltavan liikuntafysiologian alaan. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia vaikuttaako testausinterventio 50-vuotiaiden Helsingin kaupungin työntekijöiden fyysisen kunnan kehitykseen, ja aktivoiko testaukseen osallistuminen liikunnan harrastuneisuuden kasvua.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Fyysinen kunto ja suorituskyky

Fyysisellä kunnolla tarkoitetaan elimistön fysiologista ja biomekaanista kykyä, toimintakelpoisuutta tai tilaa tietyn fyysisen tehtävän suorittamiseen. Fyysinen kunto sisältää elimistön rakenteiden ja niiden toimintojen tilan, jotka ovat keskeisiä liikuntasuorituksessa. Fyysinen kunto ja suorituskyky eivät tarkoita samaa asiaa: henkilön lihaskunto voi olla hyvä, vaikka hänen voimansa on vähäinen. Fyysistä kuntoa ja sen osa-alueita mitataan fyysisenä suorituskykynä ja sen osa-alueina. (Howley 2001; Bouchard 2001.)

Fyysinen suorituskyky voidaan määritellä ihmisen kykynä suorittaa fyysiset suoritukset lihaksillaan tai selviytyä raskaan voiman vaikutuksesta. Kuitenkaan ei ole olemassa vain yhtä tiettyä suorituskyvyn mittaria. Liikuntasuoritukseen vaikuttaa paljon henkilön kyky hyödyntää lihassupistuksessa ravintoaineiden sisältämää energianmäärä. (Borg 1982.) Suorituskykyyn liittyvät läheisesti termit aerobinen ja anaerobinen kapasiteetti. Aerobinen kapasiteetti tarkoittaa urheilijan kykyä suorittaa harjoitus aerobisesti eli hapen ollessa rajoittamaton tekijä. Anaerobinen kapasiteetti taas tarkoittaa urheilijan kykyä suorittaa harjoitus anaerobisesti eli hapettomasti. (Wilmore 2003.)

Lihaskunta tarvitsee supistuakseen energiaa, jota lihas saa adenosiniinifosfaattiin (ATP) sitoutuneen vapaan energian muodossa. ATP-pitoisuus on lihaksessa kuitenkin rajallinen, ja sitä täytyy muodostaa suorituksen jatkuessa lisää. Ihminen käyttää kolmea pääreittiä muodostakseen ATP:tä. Reitit ovat: kreatiiniinifosfaattivarastot (KP), glukoosin ja glykokeenin anaerobinen (glykolyysi) ja aerobinen pilkkominen (Krebsin sykli ja oksidatiivinen fosforylaatio) sekä rasvojen pilkkominen (β -oksideaatio). Suorituksen aikainen energiantuotto riippuu suorituksen kestosta ja intensiteetistä. (Kiens ym. 1993.)

2.2.1 Aerobinen kapasiteetti

Aerobista kapasiteettia kehitetään harjoittelemalla aerobisesti. Aerobinen kapasiteetti käsittää kyvyn kuljettaa ja vaihtaa happea sekä viivästyttää maitohapon kertymistä elimistöön. (MacRae ym. 1992.) Aerobisessa energiantuotannossa pystytään saamaan kahdeksantoista kertaa enemmän ATP:tä yhtä glukoosimolekyyliä kohti anaerobiseen energiantuotantoon (kokonaisuus 5%) verrattuna (Bodner 1986).

Krebsin sykli. Yksi osa energiantuottoketjua on Krebsin sykli, jonka avulla voidaan tuottaa aerobisesti energiaa. Krebsin sykliä kutsutaan myös sitruunahappokierroksi. Glykolyysi ja sitruunahappokierto eroavat toisistaan siinä, missä osassa solua kierrot tapahtuvat. Sitruunahappokierto tapahtuu mitokondrion matriksissa eli keskustassa, missä glykolyysin lopputuote, palorypälehapo, muutetaan asetyyli-CoA:ksi. Tämä muutetaan edelleen hiilidioksidiksi ja vedyksi kymmenen kemiallisen reaktion sarjana. Tästä syntyvät vetyatomit hapetetaan oksidatiivisessa fosforylaatiossa ja näin muodostetaan ATP:tä, hiilidioksidia ja vettä. (Bodner 1986.) Kun urheilusuorituksen teho on pieni, on myös energiantarve pieni aikayksikköön verrattuna. Näin ollen aerobisessa suorituksessa lähes koko palorypälehapo voidaan käyttää aerobiseen energianmuodostukseen. ATP:n tuottonopeus on kuitenkin aerobisessa energiantuotannossa hidaski; tuottonopeus pienenee 75-80% alaktiseen energiantuotantoon verrattuna ja 50-60% glykolyysin verrattuna. (Kiens ym. 1993.)

β-oksidaatio. Suoritusajan pidentyessä, yli kahden tunnin, pienenee kuormitustaso siten, että valtaosa energiasta tuotetaan rasvoista. Rasvat ovat elimistön suurin energiavarasto ja -lähde. Rasva varastoituu rasvakudokseen, maksaan, vatsaonteloon, kudokseen ja lihaksiin triglyserideinä. Triglyseridit hajoavat lipaasientsyymien katalysoimassa kemiallisessa reaktiossa glyseroliksi ja rasvahapoiksi. (Kiens ym. 1993.) Glyseroli taas voidaan pilkkoa glykolyysissä, ja tuotetut rasvahapot puolestaan β-oksidaatiossa. Liikuntaharjoittelun myötä lihasten edellytykset käyttää rasvoja energianlähteenä paranevat, koska β-oksidaation keskeisten entsyymien aktiivisuus kasvaa. Rasvojen käyttö on hyödyllistä energiantuotannossa, koska niistä saadaan paljon energiaa (n. 40% enemmän kuin glukoosista), mutta epäedullista koska rasvan muuttuminen energiaksi on hidaski prosessi. Koska rasvojen käytön merkitys energianlähteenä siis kasvaa vasta

kun suoritus on kestänyt yli kaksi tuntia, on energiavarastojen riittävyys merkittävämpi tekijä kuin suorituksen teho. (Bodner 1986.)

2.2.2 Anaerobinen kapasiteetti

Suoritustehon lisääntyessä anaerobinen energiantuotto lisääntyy. Anaerobisessa energiantuotannossa elimistö tuottaa energiaa kreatiinifosfaatista ja glykokeenistä. Kun suorituksen kesto pitenee alle kymmenestä sekunnista yli 30:een sekuntiin, anaerobisen kapasiteetin merkitys kasvaa. Anaerobiseen kapasiteettiin kuuluu oleellisena myös maitohappometabolia. (Tomlin & Wenger 2001.)

Kreatiinifosfaatti. ATP-varastot eivät koskaan käytännössä tyhjene kokonaan (alle 40%) äärimmäisessäkin rasituksessa. ATP:tä muodostetaan uudelleen nopeimmin kreatiinifosfaatista (KP) kreatiinientsyymillä katalysoimassa reaktiossa. Kreatiinivarastot ovat kuitenkin suhteellisen pienet, joten niiden osuus käytettävästä energiasta on suurin alle kymmenen sekunnin pituisissa maksimaalisissa suorituksissa. Ihmisen aerobinen ja anaerobinen energiantuotanto toimivat rinnakkain koko suorituksen ajan. Kreatiinivarastot tyhjenevät täysin vasta yli 30:n sekunnin maksimisuorituksessa. Fosfageenivarastojen täytyminen 100 %:sti kestää noin kolmesta viiteen minuuttiin. (Tomlin & Wenger 2001.)

Glykolyysi. Glykolyysissä lihassoluun kuljetettavasta glukoosista ja lihaksen glykokeenivarastoista muodostetaan ATP:tä glykolyysin avulla anaerobisesti heti lihastyön alettua. Glykolyysi sisältää kymmenen eri vaihetta, joissa glukoosi tai glykokeeni lopulta pilkotaan palorypälehapoksi. Palorypälehapo pilkotaan edelleen maitohapoksi. Maitohapto heikentää lihaksen voimantuottoa. Glykolyysissä saadaan vain viisi prosenttia siitä ATP määrästä, joka voidaan saada glukoosin täydellisessä hajoamisessa eli Krebsin syklin kautta. Glykolyysin etu on kuitenkin aerobiseen energiantuotantoon verrattuna sen nopeus; mikä on kaksin- tai kolminkertainen aerobiseen hapettamiseen verrattuna. Tämän vuoksi glykolyysiä käytetäänkin nopeassa energiantuotannossa. Energiaa pystytään tuottamaan jopa alle minuutin kestoiseen työskentelyyn. (Bodner 1986.)

2.1.3 Aerobinen suorituskyky

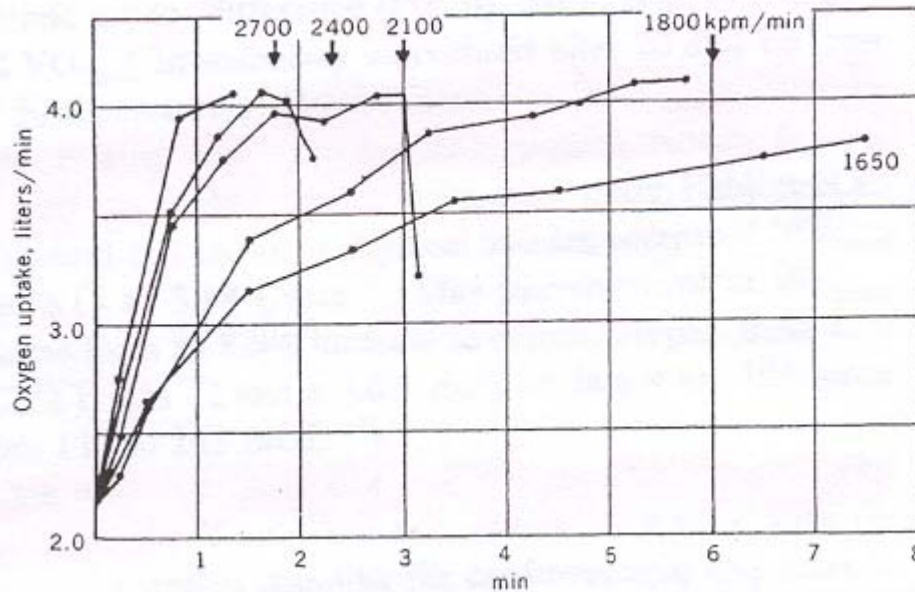
Kestävyyskunnan parhaimpana yksittäisenä fysiologisena mittarina pidetään kehon painoon suhteutettua maksimaalista hapenkulutusta (VO_{2max}). Maksimaalinen hapenkulutus kertoo sydämen ja verenkiertoelimistön suorituskyvystä kuljettaa happea, ja lihasten kyvystä käyttää sitä hyväksi. Aerobista suorituskykyä kuvataan usein maksimaalisen hapenottokyvyn arvolla. (Hill & Lupton 1920.)

2.1.3.1 Maksimaalinen hapenottokyky

Terminä ”maksimaalisen hapenkulutus” on otettu käyttöön 1920-luvulla Hill:n ja Luptonin (1923) tutkimuksessa. Maksimaalisen hapenkulutuksen (VO_{2max}) sanotaan kertovan sen korkeimman arvon, jossa ihminen pystyy käyttämään happea kehon toimintojen hyväksi. VO_{2max} -arvon yksikkönä käytetään yleensä ml/kg/min. Hill ja Lupton (1923) tarkensivat VO_{2max} :n määrittystä ja totesivat, että

1. maksimaalisella hapenkulutuksella on yläraja,
2. maksimaaliset hapenkulutusravot vaihtelevat yksilöiden välillä,
3. menestyäkseen keskipitkillä ja pitkillä juoksumatkoilla ihmisellä on oltava korkea maksimaalinen hapenkulutusravo ja
4. VO_{2max} :a rajoittaa hengitys- ja verenkiertoelimistön kyky kuljettaa happea lihaksiin.

Nykyisin on maailmanlaajuisesti hyväksytty, että elimistön kyvyllä käyttää happea on olemassa fysiologinen yläraja. (Bassett & Howley 2000). Tämä on helppo huomata kuvasta 1. (s. 9), jossa hapenkulutus nousee nopeasti maksimiin nopeilla polkemisnopeuksilla (2700 kpm/min ja 2400 kpm/min). Pienemmillä kuormilla (2100 kpm/min ja 1800 kpm/min) saavutetaan myös sama maksimaalinen hapenkulutus, mutta paljon hitaammin. Kuvassa 1. nuolet osoittavat ajankohtia, jolloin koehenkilön oli lopetettava polkeminen uupumuksen takia. (Åstrand & Saltin 1961 a.)

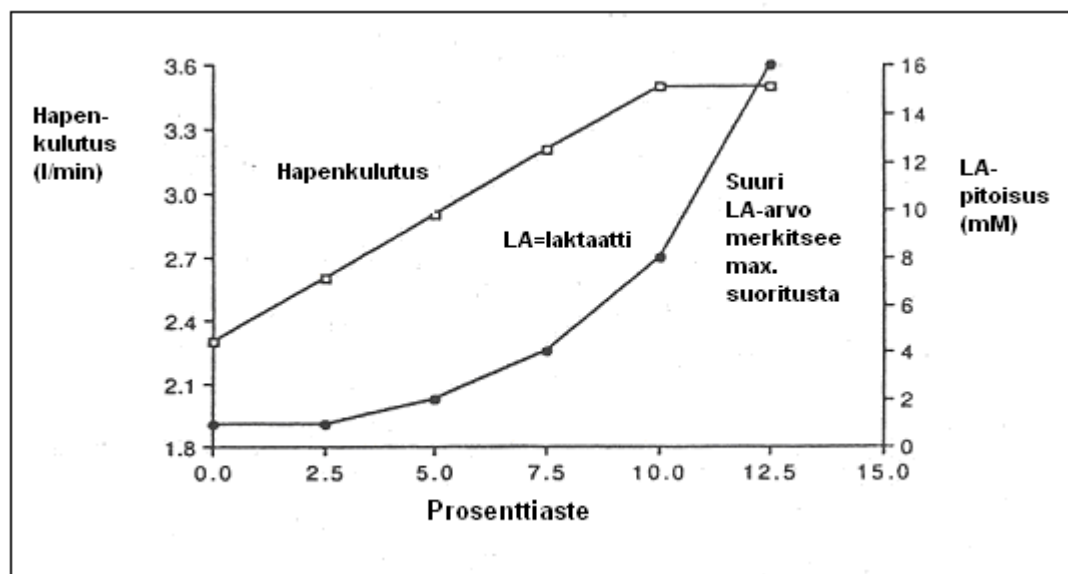


KUVA 1. Hapenkulutuksen kasvaminen kuorman muuttuessa. Nuolet osoittavat ajankohtia, jolloin koehenkilön oli lopetettava polkeminen uupumuksen takia (mukaeltu Åstrand & Saltin 1961 a.).

Kriteerinä VO_{2max} :n saavuttamiselle pidetään hapenkulutuksen tasaantumista tai kääntymistä laskuun, vaikka työmäärä jatkaakin kasvamistaan. Toisaalta yleensä vain alle 50 % ihmisistä saavuttaa tasaantumisvaiheen testauksessa. (Howley ym. 1995). Cumming ja Borosyk (1972) osoittivat, että vain 43 % miespuolisista 40–65-vuotiaista koehenkilöistä saavutti hapenkulutuksen tasaantumisvaiheen. Liian nopeasti nouseva hapenkulutus ei paljasta koko totuutta maksimaalisesta hapenkulutuksesta, vaikka tasaantumisvaihe saavutettaisiinkin (Rowland 1993). Vaikkei tasannevaihetta olisi saavutettukaan, se ei tarkoita sitä, ettei todellista VO_{2max} -arvoa olisi saavutettu. Koehenkilö on saattanut keskeyttää testin juuri, silloin kun maksimaalinen hapenkulutus on saavutettu (Bassett & Howley 2000). Tämän vuoksi tasaantumisvaihetta ei voida pitää ainoana kriteerinä VO_{2max} :n saavuttamiselle (Rowland 1993).

Maksimaalisen hapenkulutuksen saavuttamiselle asetetaan kriteereitä. Yleisimmät kriteerit ovat: 1) veren laktaattipitoisuus viiden minuutin kohdalla suorituksen päättymisestä on > 8 mmol/l, 2) hengitysosamäärän arvo (RER) on > 1.00 , ja 3) sydämen sykearvo on testin päättyessä >85 % iän perusteella lasketusta maksimista.

(Cumming & Borosyk 1972.) Tutkimukselle asetetaan yleensä omat tarkemmat kriteerit, minkä vuoksi esimerkiksi laktaattipitoisuuden kriteeri saattaa vaihdella tutkimuksesta riippuen 7,9 - 8,4 mmol/l. (Howley ym. 1995.) Laktaattipitoisuuden kriteeriä ei voida kuitenkaan pitää ehdottomana, sillä tutkimukset ovat osoittaneet, että tasaantumisvaiheen hapenkulutuksessa saavuttaneista koehenkilöistä vain 50-78 % saavutti testin jälkeisen laktaattipitoisuuden, joka ylsi 8,8 mmol/l tasolle (Sidney & Shephard 1977). Kuvasta 2. nähdään teoreettinen suhde korkeiden laktaattipitoisuuksien ja hapenkulutuksen tasaantumisvaiheen välillä.



KUVA 2. Teoreettinen suhde korkeiden laktaattipitoisuuksien ja hapenkulutuksen tasaantumisvaiheen välillä (mukaeltu Howley ym. 1995).

Myös hengitysosamäärän arvo VO_{2max} -arvon kriteerinä saattaa vaihdella hieman 1,00 yläpuolella. Erilaiset laskutoimitukset osoittavat, että todellinen metabolinen hengityksen osamäärä on 0,75 – 0,80 ensimmäisen viiden minuutin aikana harjoituksen aloittamisesta, mutta lisätutkimukset kertovat, että sukupuolesta tai iästä riippumatta maksimaalinen hapenkulutus saavutetaan kuitenkin samalla hengitysosamäärällä (RQ:n muutos oli 0,4). (Issekutz ym. 1962.) Sykearvoa maksimaalisen hapenkulutuksen saavuttamisen kriteerinä kannattaa varoa kaikista eniten, sillä iän perusteella arvioitu maksimaalinen syke ei välttämättä vastaa todellista arvoa. American College of Sports Medicine (ACSM) kertoo, että iän perusteella arvioitua maksimaalista sykettä ei saa

pitää testin päättymisehtona. (ACSM 2000, 80.) Yleisesti tiedetään, että harjoittelun on todettu parantavan maksimaalista hapenkulutusta. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että harjoittelujakson jälkeen koehenkilöillä näkyi merkitsevä kasvu VO_{2max} :ssa ja lasku sydämen sykkeessä saman kuorman aikana. Merkitseviä muutoksia ei saatu kuitenkaan näkyviin sykkeessä saman intensiteetin aikana. (Skinner ym. 2003.)

2.1.3.2. Maksimaaliseen hapenottokykyyn vaikuttavat tekijät

Maksimaaliseen hapenottokykyyn arvoon vaikuttaa useita tekijöitä, kuten harjoituksen muoto, perinnöllisyys, harjoitustila, sukupuoli, kehon koko ja rakenne sekä ikä. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat mm. motivaatio, suorituksen tekniikka ja taloudellisuus (Hill & Lupton 1923; Bassett & Howley 2000; Wilmore 2003), mutta en käsittele niitä tässä tutkimuksessa.

Harjoituksen muoto. On yleisesti tiedossa, että harjoitusmuoto vaikuttaa maksimaaliseen hapenkulutuksen arvoon. Tämä johtuu aktiivisen lihassmassan määrän muutoksista eri lajeissa (Lewis ym. 1983). Tutkimukset ovat osoittaneet, että maksimaalisissa testeissä suurimpia arvoja on saatu juoksumatto- ja askellustesteissä verrattuna polkupyöräergometritesteihin, joissa on saatu merkitsevästi alempia VO_{2max} -arvoja (Åstrand & Saltin 1961 a). Käsiergometrillä saavutettiin vain noin 70 % pyöräilemällä saavutetusta maksimaalisesta hapenkulutuksen arvosta. Åstrandin & Saltinin (1961 b) tutkimus osoitti myös, että aerobinen kapasiteetti ja maksimaalinen sydämen syke ovat samat maksimaalisen pyöräilyn ja juoksemisen aikana –ainakin hyväkuntoisilla koehenkilöillä. (Åstrand & Saltin 1961 b.) Kun erilaisia submaksimaalisten testien avulla pääteltyjä VO_{2max} -arvoja vertailtiin, huomattiin, että juoksumatolla tehty testitulokset antoi jopa 7,8 ml/kg/min suuremman tuloksen kuin polkupyörätestillä saatu tulos (Grant ym.1995).

Myös koehenkilön polkemisasento polkupyöräergometritestin aikana vaikuttaa maksimaaliseen hapenkulutukseen. Kahdeksantoista koehenkilöä tekivät kaksi samanlaista uupumukseen asti poljettua polkupyöräergometritestiä ensin suorin jaloin (eli normaalissa polkemisasennossa) ja sitten polvet huomattavan paljon koukussa (eli

polvi ei suoristunut, vaikka poljin oli alhaalla). Tutkimustulokset osoittivat, että polkeminen polvet koukussa antoi matalamman maksimaalisen hapenkulutusarvon. Näin ollen tutkijat päättelivät, että ainoa tapa saavuttaa todellinen VO_{2max} on huomioida polkijan asento ja katsoa, koehenkilön polvet ovat suorat, kun polkimet ovat alhaalla. (Mandroukas ym. 2000.) Lisäksi Ashe ym. (2003) osoittivat, että harjoittelemattomat koehenkilöt, jotka maksimaalisessa suorituksessa polkivat selkäsuorana, saavuttivat suuremman VO_2 :n, ventilaation, sykkeen ja maksimaalisen kuorman, kuin jos olisivat polkeneet ”aero”-asennossa (eli kyyristyneenä tangon päälle). Kuitenkin suorituksen tasaantumisvaiheessa selkä suorana pyöriäminen voi olla vähemmän kuluttavampaa kuin ”aero”-asennossa. (Ashe ym. 2003.) Myös itse testin kuormitusmalli voi vaikuttaa maksimaalisen hapenkulutuksen arvoon varsinkin harjoitelleilla koehenkilöillä. Harjoitelleilla miehillä maksimaalinen hapenkulutuksen arvo ja anaerobinen kynnys olivat matalammat hitaammin nousevassa testissä kuin nopeammin elimistöä kuormittavissa testeissä, vaikka kaikki testit tehtiin juoksumatolla. (Kang ym. 2001.)

Lisäksi testin spesifisyys on helppo huomata VO_{2max} -arvoja tarkasteltaessa, sillä uinnissa taitavilla, mutta harjoittelemattomilla henkilöillä maksimaaliset hapenkulutuksen arvot olivat 20 % matalammat kuin juoksumattotestissä. Harjoitelleilla uimareilla uinnin VO_{2max} -arvot olivat 11 % matalammat, mutta huipputaso uimareilla arvot olivat samansuuruiset kuin juoksumattotestissä. (Magel & Faulkner 1967.)

Perinnöllisyys. Ensimmäiset identtisillä ja ei-identtisillä kaksosilla tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet, että yksinään perinnöllisyys vaikuttaa jopa 93 % mitattuun maksimaaliseen hapenkulutukseen (Klissouras 1971). Iällä ei kuitenkaan ole merkitystä, sillä tutkimuksissa ei ole löydetty mitään eroja VO_{2max} -arvoissa vanhojen ja nuorten identtisten kaksosten välillä (Klissouras ym. 1973). Lisäksi glykolyysin lyhytkestoinen energiansaanti määrittyy geneettisesti jopa 81 % ja maksimaalinen sydämen syke 86 %. Nykyään geneettisyyden on arvioitu vaikuttavan 20–30 %:a maksimaaliseen hapenkulutukseen, 50 % maksimaalisen sydämen sykkeeseen ja 70 % fyysiseen työskentelykapasiteettiin. (Pérusse 1989.)

Harjoitustila. Maksimaalisen hapenkulutuksen arvoa täytyy arvioida vertailemalla sitä koehenkilön sen hetkiseen kuntoon. Normaalisti maksimaalinen hapenkulutus vaihtelee viidestä kahteenkymmeneen prosenttiin riippuen siitä, onko henkilö ”hyvässä vai

huonossa fyysisessä kunnossa” mittaamisen aikana. Jos kyseessä on nuori tai keski-ikäinen henkilö, maksimaalinen hapenkulutustaso voi vaihdella jopa 50 %. (Hawkins & Wiswell 2003)

Sukupuoli. Maksimaalinen hapenkulutus on normaalisti noin 15–30 % matalampi naisilla kuin miehillä (Vogel 1986). Kestävyysurheilijoilla ero sukupuolten välillä on 15 – 20 %. Arvot ovat kuitenkin erilaiset, kun ne suhteutetaan kehon painoon (ml/kg/min). Erot sukupuolten välillä ovat erilaiset, kun niitä tarkastellaan yksiköiden välillä (ks. taulukko 1. sivulla 14). (Washburn & Seals 1984.) Yleensä sukupuolten välisiä eroja tarkasteltaessa on maksimaalinen hapenkulutus yhdistetty kehon painoon ja/tai hemoglobiinipitoisuuteen. Tutkimukset ovat lisäksi osoittaneet, että maksimaalinen hapenkulutus laskee iän myötä hitaammin naisilla kuin miehillä. Miehillä on suurempi testosteronipitoisuus kuin naisilla, ja niin ollen miehillä on noin 10–14 % suurempi hemoglobiinipitoisuus kuin naisilla. Tästä johtuu, että miesten elimistö pystyy viemään enemmän verta työskenteleville lihaksille, mikä parantamaan aerobista kapasiteettiaan naisia enemmän. (Von Döbeln ym. 1967). Tutkimukset ovat osoittaneet, että pojat ovat nuoruudessaan liikkuvampia kuin tytöt, joka johtuu todennäköisesti kulttuuri- ja sosiaalitaustoista. Silti aktiivisten naisten aerobinen kapasiteetti voi olla paljon suurempi kuin vähän liikkuvien miesten. (Gilliam ym. 1981.)

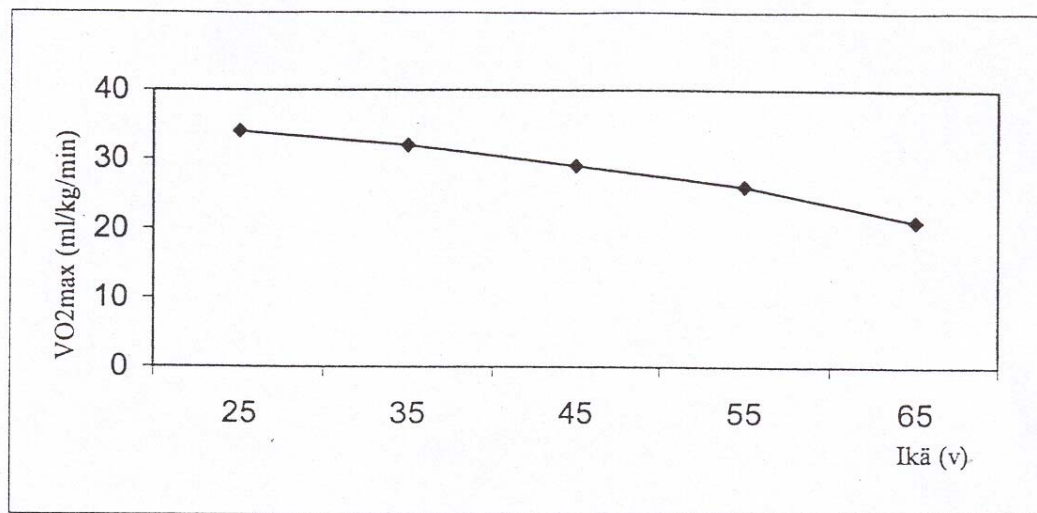
Kehonrakenne ja -koko. Kehon massan on tutkittu selittävän 69 % maksimaalisen hapenkulutuserojen eroista koehenkilöillä. Taulukosta 1. (s. 14) nähdään, että naiset eroavat hapenkulutuservossa 43 % miehistä, kun hapenkulutusta ei ole suhteutettu kehon painoon, vaan arvo ilmoitetaan litroina minuutissa. Kun kehon paino otetaan huomioon, naiset saavat enää 20 % pienemmän arvon kuin miehet. Huomioitavaa on se, että tutkijat eivät ole saaneet merkitseviä eroja naisten ja miesten hapenkulutuksen välillä, kun rasiustapa on ollut maksimaalinen käsiergometriyöskentely ja tulokset ovat suhteutettu käsien ja olkapäiden kokoon. Tulokset osoittavat sen, että miesten ja naisten välinen ero aerobisessa kapasiteetissa johtuu suurimmaksi osaksi supistuvan lihassmassan koosta. (Washburn & Seals 1984.)

TAULUKKO 1. Erilaiset tavat osoittaa hapenkulutus miehillä ja naisilla. Tulokset ovat yleisiä keskiarvoja. FFM= rasvaton kehon paino. (mukaeltu McArdle ym. 1996, 189 - 211.)

Muuttuja	Naiset	Miehet	Sukupuolten välinen ero prosentti
• VO _{2max} : l/min	2.00	3.00	-43
• VO _{2max} : ml/kg/min	40.0	50.0	-20
• VO _{2max} : ml/kgFFM/min	53.3	58.8	-9
• Kehon paino: kg	50	70	-29
• Rasvaprosentti	25	15	+67
• Rasvaton kehon paino: kg	37.7	59.5	-37

Ikä. Ikääntyessä maksimaaliset hapenkulutusarvot alenevat, mikä johtuu anatomisista ja fysiologisista muutoksista sekä yleisen fyysisen aktiivisuuden vähenemisestä ja/tai fyysisen harjoittelun tehokkuuden laskusta. Kahdenkymmenenviiden ikävuoden jälkeen maksimaalinen hapenkulutus vähenee noin prosentin vuodessa sekä miehillä että naisilla kuntotasosta huolimatta (ks. kuva 3., s. 15). (Foster ym. 1986.) On kuitenkin tutkittu, että keski-ikäisillä ja sitä vanhemmilla naisilla maksimaalisen hapenkulutuksen väheneminen ei ole välttämättä aivan prosenttia vuodessa. Hapenkulutuksen vähenemiseen vaikuttaa heidän estrogeenitasonsa. (Hawkins & Wiswell 2003.) Talbot ym. (2000) tutkivat laajasti maksimaalista hapenkulutusta. Tutkimuksesta kävi ilmi, että terveiden 30-vuotiaiden naisten VO_{2max}-arvo oli keskimäärin 34 ml/kg/min, 40-vuotiaiden 30 ml/kg/min ja 50-vuotiaiden 27 ml/kg/min (Talbot ym. 2000). Vastaavia arvoja sai myös Schiller ym. (2001). He totesivat, että maksimaaliset hapenottokykyarvot laskivat lähinnä kehonpainon kasvamisen seurauksena, koska ventilaatio pysyi ikäryhmästä riippumatta samalla tasolla (noin 65 l/min). Etenkin henkilöiden rasvaprosentti kasvoi neljänkymmenen vuoden aikana keskimäärin

kahdeksan prosenttiyksikköä; kahdestakymmenestä kuudesta kolmeenkymmeneen neljään prosenttiin (Schiller ym. 2001.) Kuitenkin Eskurza ym. (2002) totesivat, että maksimaalisten hapenottokykyarvojen laskeminen iän mukana ei johtunut kehon massan tai maksimaalisen sykkeen muutoksista, vaan siitä, että harjoitelleiden naisten suhteellinen VO_{2max} :n laskulla on positiivinen korrelaatio harjoitusvolyymin kanssa ($r=0.63$) (Eskurza ym. 2002).

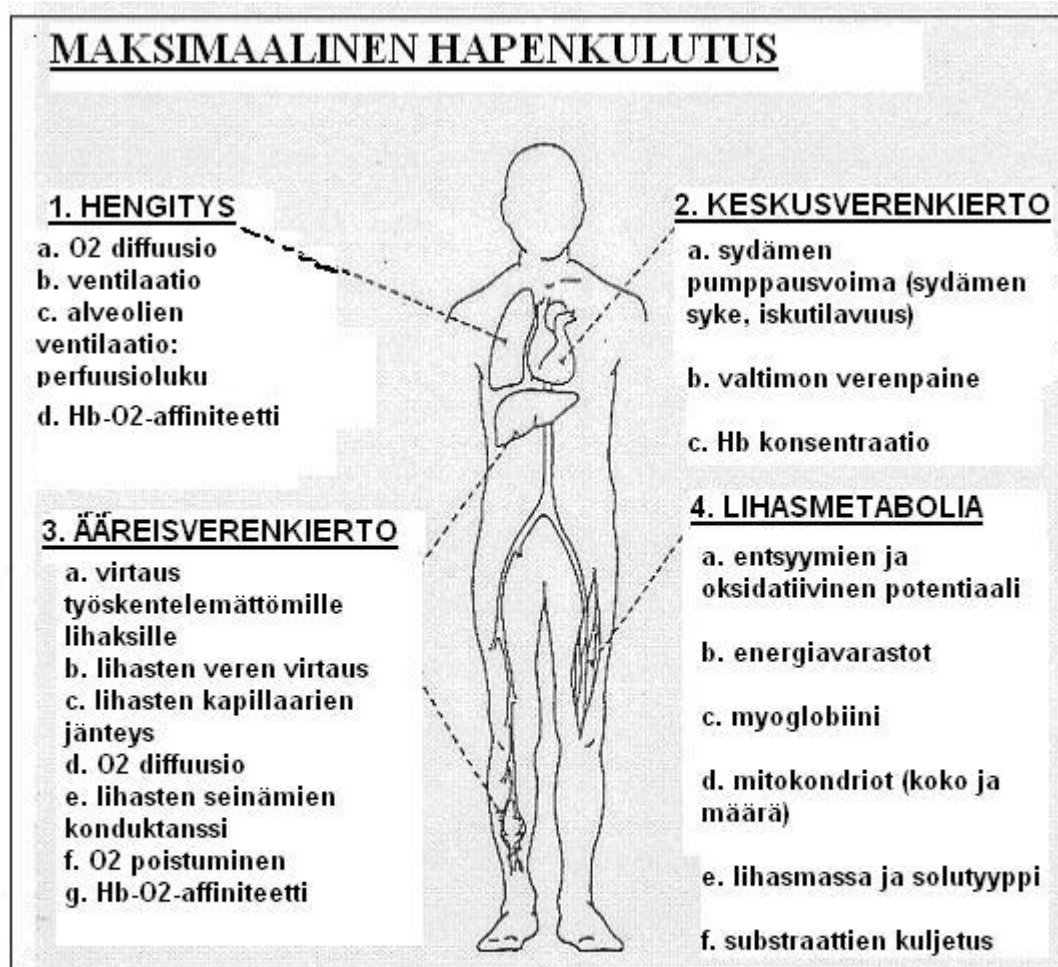


KUVA 3. 25-65-vuotiaiden naisten maksimaalinen hapenottokyvyn keskiarvo eri ikäryhmissä (Schiller ym. 2001).

2.1.3.3. Maksimaalista hapenottokykyä rajoittavat tekijät

Nykyään ajatellaan, että ihmisen maksimaalista hapenkulutusta rajoittaa eniten elimistön hapenkuljetuskyky eikä lihasten kyky käyttää happea. Kuitenkin potentiaalisia fysiologisia VO_{2max} :ia rajoittavia tekijöitä, jotka näkyvät kuvasta 4. (s. 16), ovat 1) hengitystoimintaan liittyvät tekijät, 2) sydämen verenkiertoon liittyvät tekijät, 3) ääreisverenkiertoon vaikuttavat tekijät ja 4) luurankoli hasten metabolia. Näistä neljästä aihealueesta tärkeimmät ovat keuhkojen hapen diffuusiokapasiteetti, maksimaalinen sydämen pumppausvoima, verenkierron hapenkuljetuskyky ja luurankoli hasten metabolinen kapasiteetti (Bassett & Howley 1997.)

Hengitystoimintaan liittyvät tekijät. Korkeassa ilmatilassa keuhkorakkuloiden ja keuhkojen verenkierron välinen PO₂-pitoisuus vähenee, mikä voi vaikuttaa keuhkojen diffuusion heikkenemiseen. Lisäksi huippu-urheilijoilla, joilla on erittäin korkea sydämen pumppausvoima, keuhkojen verenkierron punasolujen puoliintumisaika heikkenee, mikä rajoittaa keuhkojen diffuusiota. (Bassett & Howley 1997.) Tutkimukset ovat osoittaneet, että koehenkilöiden, jotka hengittivät hyperoksidista kaasusekoitusta, hemoglobiinisaturaatiot ja maksimaaliset hapenkulutukset nousivat (Demsey 1986). Tämä osoittaa, että keuhkojen rajoittunut diffuusio heikentää urheilijoiden maksimaalista hapenkulutusta (Powers ym. 1989).



KUVA 4. Potentiaaliset fysiologiset VO_{2max}:ia rajoittavat tekijät (mukaeltu Bassett & Howley 1997).

McClaran ym. (1998) tutkivat rajoittavatko pienemmät keuhkojen tilavuudet ja matalammat maksimaaliset uloshengitystilavuudet hapenkulutuksenvasteeseen harjoittelussa. Tutkimuksessa vertailtiin naisia ja miehiä. Tulokset kertoivat, että varsinkin hyväkuntoisilla naisilla pienet keuhkojen tilavuudet ja matalammat maksimaaliset uloshengitysarvot rajoittivat raskaan harjoituksen aikana uloshengitystä ja kasvattivat hengitystiheyttä. Näin ollen se häiritsi ”hengitysvarastoa”, mikä rajoittaa maksimaalista hapenkulutusta. (McClaran ym. 1998.)

Sydämen verenkiertoon liittyvät tekijät. Hill ym. (1923) ehdottivat jo 1920-luvulla, että yksi päätekijöistä, joka rajoittaa VO_{2max} :a, on sydämen maksimaalinen pumppausvoima. He pystyivät päättämään Fickin lain ja arvioitujen maksimaalisten hapenkulutusrvojen perusteella, että kestävyysurheilijoilla on parempi sydämen pumppauskapasiteetti kuin harjoittelemattomilla yksilöillä. (Bassett & Howley 2000.) Maksimaalisen harjoituksen aikana lähes kaikki vapaana oleva happi kulkeutuu verenkierrossa työskenteleville lihaksille. Päämekanismit, jotka kasvattavat maksimaalista hapenkulutusta harjoituksen aikana, ovat veren virtauksen ja hapenoton kasvaminen. On arvioitu, että noin 70–85 % VO_{2max} :n rajoittavista tekijöistä riippuu sydämen maksimaalisesta pumppausvoimasta. (ACSM 2000, 60-80.) Beta-salpaajat laskevat akuutisti sydämen pumppausvoimaa laskemalla maksimaalista sydämen sykettä noin 25–30 %. Tutkimukset ovat osoittaneet, että maksimaalisen hapenkulutuksen lasku, mitä tavataan beta-salpaajien käyttäjillä, johtuu heikentyneestä veren virtauksesta ja hapenotosta. (Tesch 1985.)

Hapenkuljetuskapasiteetti. Muuttamalla veren hemoglobiinipitoisuutta voidaan vaikuttaa työskentelevien lihasten hapenkuljetukseen. Kyse on dopingista. (Bassett & Howley 2000.) Merenpinnan tasolla harjoittelevan ihmisen keuhkot työskentelevät tehokkaasti kyllästyttämällä valtimoveren hapella, ja maksimaalisen työskentelyn aikana valtimoveren saturaatiopitoisuus pysyy noin 95 %:ssa (Powers ym. 1989). Tutkimukset ovat osoittaneet, että etenkin huippu-urheilijoilla valtimoveren happipitoisuus ei saturoidu täydellisesti maksimaalisen harjoituksen aikana verrattuna ns. normaaliin kuntoilijaan. Lisäksi harjoitelleilla ihmisillä on paljon suurempi maksimaalinen sydämen pumppausvoima kuin harjoittelemattomilla ihmisillä (40 vs 25 l/min). (Dempsey ym. 1984.) Tämä johtaa hidastuvaan punasolujen kuljetusaikaan keuhkojen verisuonistossa. Tästä johtuu se, että elimistöllä ei ole ehkä riittävästi aika saturoida veri

hapella ennen kuin se poistuu keuhkojen verenkierrosta. (Noakes 1998.) Hengitystoimintaan liittyvät tekijät, jotka rajoittavat maksimaalista hapenottoa, ilmenevät yleensä keskikorkeassa ilmatilassa (eli 3000m-5000m) (Bassett & Howley 2000).

Luurankoli hasten rajoitukset. Tutkimukset ovat osoittaneet, että hapenkuljetus *per se* ei ole maksimaalista hapenkulutusta rajoittava tekijä, koska matala happidioksidipitoisuus elektronien kuljettamisessa korvataan suuremmalla fosforylaatiolla. Kuitenkin solun fosforidioksidipitoisuuden (PO_2) verrattuna veren PO_2 -pitoisuuteen on pystyttävä pitämään diffuusion työntövoima tasapainossa. Toisin sanoen maksimaalinen hapenkulutus riippuu hapen kuljetuksen ja mitokondriaalisen hapenoton vuorovaikutuksesta (Honig ym. 1992.) Teoriassa mitokondrioiden määrän tuplaantuminen pitäisi kaksinkertaistaa myös lihaksen hapen käyttö. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että ihmisellä näkyy vain pieni maksimaalisen hapenkulutuksen kasvu (~20-40 %), vaikka mitokondrioiden entsyymipitoisuus kasvaa 2,2-kertaisesti. (Bassett & Howley 2000.) Kasvanut entsyymipitoisuus vaikuttaa siihen, että lihas hapettaa rasvaa enemmän, ja laktaatin tuotto laskee harjoituksen aikana (Holloszy & Coyle 1984). Lisäksi monet lihasmetabolia sairaudet voivat rajoittaa maksimaalista hapenkulutusta (Bassett & Howley 2000).

2.2 Submaksimaalinen polkupyöraergometritesti

2.2.1 Submaksimaalisen testin määritelmä

Tarkimman maksimaalisen hapenkulutuksen mittaustuloksen saa automaattisella hengityskaasuanalysoitsijan avulla tehdyissä maksimitesteissä, mutta tämä ei useinkaan ole mahdollista eikä edes välttämättä järkevää, sillä maksimaaliseen kuormitustilanteeseen liittyy terveydellisiä riskejä. Tämän vuoksi on kehitetty erilaisia submaksimaaliseen kuormitukseen perustuvia arviointimenetelmiä VO_{2max} :n määrittämiseksi. (Olson ym. 1995.) Submaksimaalisella eli epäsuoralla maksimaalisella hapenottookykytestillä tarkoitetaan menetelmää, jonka mukaan yksilön henkilökohtaisten ominaisuuksien avulla voidaan laskea tai arvioida yksilön teoreettinen hapenkulutus. Submaksimaalisilla testeillä pystytään myös arvioimaan suhteellisen tarkasti maksimaalinen hapenkulutus, kun testaaja tuntee menetelmien vahvuudet ja heikkoudet sekä huomioi ne testien tuloksia tulkittaessa. (ACSM 2000, 70-80.) Suorat testit ovat kalliita, ja siksi usein onkin mielekkäämpää käyttää submaksimaalisia (ns. epäsuoria) testejä (Olson ym. 1995). Testaajan on valittava sopiva testi koehenkilölle huomioimalla testattavan henkilökohtaiset ominaisuudet mahdollisimman monipuolisesti. Lisäksi kuormitustestin on oltava mahdollisimman toistettava. Näin ollen kuntoilijan testaamiseen sopii parhaiten yleensä submaksimaalinen ergometritesti. (Huang ym. 1998.)

Submaksimaalisessa polkupyöraergometritestissä kuormitus on usein yksi- tai useampiportainen. Jokaisella tasolla eli portaalla koehenkilö yrittää saavuttaa fysiologisen vakiotilan, jota kutsutaan *steady state*-tilaksi. Submaksimaalisen testin aikana mitataan yleensä polkemistehoa, sykettä, rasituksen tuntemusta (RPE = rating of perceived exertion) ja alaraajojen väsymysastetta. Näiden suureiden avulla voidaan laskea ja arvioida maksimaalinen hapenottookyky. (Borg 1982.)

2.2.2 Maksimaalisen hapenkulutuksen arvioiminen

Maksimaalisen hapenkulutuksen arvioimisen tarkkuus submaksimaalisilla menetelmillä perustuu neljään oletukseen, jotka ovat:

- 1) sykkeen ja hapenkulutuksen nousun suhde on lineaarinen kuorman noustessa,
- 2) koehenkilön maksimisyke voidaan ennustaa kaavalla $220 - \text{ikä}$,
- 3) sydämen sykkeen päivittäinen vaihtelu on pientä ja
- 4) mekaaninen teho säilyy muuttumattomana testin aikana

(Grant ym. 1999).

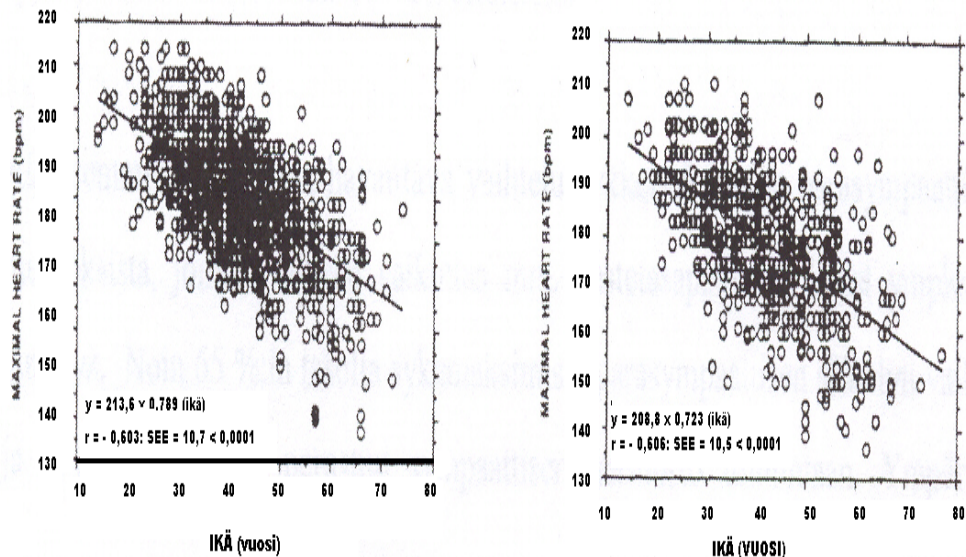
Kuntotestin kuormituksen valinnassa otetaan yleensä huomioon kuntotason, ikään ja kehon painoon suhteutettuja taulukoita tai pelkkää sykereaktioon tai ikään perustuvaa ohjausta (ACSM 2000, 70–80). Epäsuorien submaksimaalisten $VO_{2\max}$:n arviointimenetelmien ennustustarkkuuden on yleisesti arvioitu olevan noin $\pm 10\%$ luokkaa. Tutkimukset ovat osoittaneet, että arvioidun ja mitatun maksimaalisen hapenkulutuksen välisen korrelaation on havaittu olevan välillä 0,59–0,95 sekä yhden kuorman että portaittaisissa testeissä. Porrastestien virheiden syyt löytyvät yleensä liian lyhyistä kuormitusportaista suhteessa portaan suuruuteen. Mittaustarkkuudessa voi siis olla kaikesta huolimatta yksilötasolla suurta vaihtelua. Tarkkuutta voidaan kuitenkin lisätä jos tiedetään koehenkilön maksimisyke tai jos kuormitusportaita lisätään. (Hartung ym. 1993; Greiwe ym. 1995; Swain & Wright 1997.) Submaksimaalisen polkupyöräergometrin perusteella ennustetun maksimaalisen hapenkulutuksen on raportoitu poikkeavan mitatusta maksimaalisesta hapenkulutusravosta jopa noin 7–27 % (Greiwe ym. 1995).

2.2.2.1 Maksimaalisen sykkeen arvioiminen

Tarkka yksilön maksimisyke voidaan selvittää laboratorio-olosuhteissa suoritettussa maksimaalisessa rasitustestissä. Maksimisyke voidaan ennustaa myös iän perusteella. Kaavana toimii yleensä $220 - \text{ikä}$. (ACSM 2000, 60–80.) Iän perusteella laskettua maksimisykettä käytetään eniten maksimaalisen hapenkulutuksen määrittämisessä. Maksimisyke laskee iän myötä, mutta tutkimukset ovat osoittaneet,

että tässä on havaittavissa suurta yksilöllistä vaihtelua. (Olson ym. 1995.) Eri tutkimusten on myös saatu ristiriitaisia tuloksia. Skinnerin (2003) tutkimuksen mukaan maksimisykkeen päivittäinen vaihtelu on pieniä (Skinner ym. 2003). Tosin kevyessä rasituksessa sykkeen päivittäinen vaihtelu on 8%, mutta kuormituksen kasvaessa ja sykkeen noustessa 165 bpm vaihtelu on enää 2%. Suuri vaihtelu pienillä kuormitustasoilla johtuu ympäristötekijöistä, nestetasapainosta ja jännityksestä, mikä vaikuttaa parasympaattisen hermoston kautta syketaajuuteen. Parasympaattisen hermoston sykevaihtelua ohjaava vaikutus katoaa n. 50% tasolla maksimaalisesta hapenkulutuksesta ja siitä eteenpäin syketaajuuksien muutoksia ohjaa lähinnä sympaattinen hermosto. Submaksimaalisten testien luotettavuus ja toistettavuus paranee, kun kuormitustasot ulotetaan sympaattisen säätelyn alueelle. (Greiwe ym. 1995.)

Väestötasolla iän perusteella lasketut maksimisykkeet ovat luotettavia, mutta yksilötasolla vaihtelu on suuri. Virhe voi olla jopa $\pm 7 - 11$ lyöntiä minuutissa. (Robergs & Landwehr 2002.) Kuvasta 5. a. ja b. voidaan nähdä kuinka suuri maksimaalisten sydämen sykkeiden yksilöllinen vaihtelu on (Whaley ym. 1992).



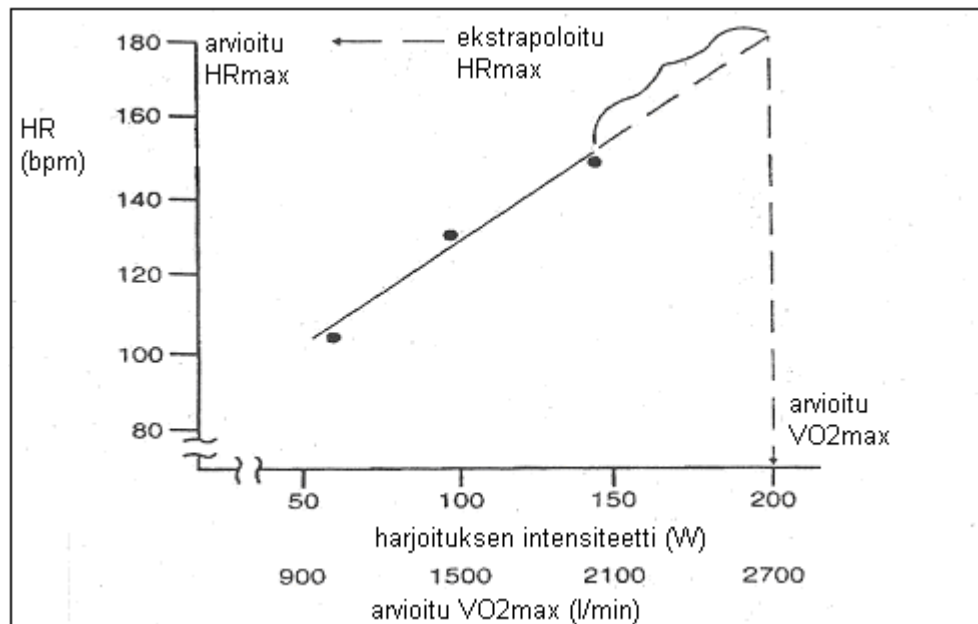
KUVA 5. Maksimisykkeen ja iän välinen yhteys a) miehillä ja b) naisilla (mukaeltu Whaley ym. 1992).

Tunnetuin ja käytetyin tapa laskea maksimaalinen syke on siis kaava 220 miinus ikä, mutta tutkimukset ovat osoittaneet sen olevan epätieteellinen. Robergs & Landwehr (2002) tutkivat yhteensä kolmenkymmenen kahdeksan maksimisykkeen arviointikaavaa ja he päättelivät, että useissa kaavoissa oli jopa yli kymmenen lyönnin virhearvio. Heidän mukaansa tarkimman arvon maksimaaliselle sykkeelle antaa tällä hetkellä ns. Inbarin kaava:

$$Hr_{\max} = 205,8 - 0,685 \times (\text{ikä})$$

He kuitenkin toteavat, että lisätutkimuksia tarvitaan mahdollisten monimuuttujayhtälöiden laatimiseksi, jotta maksimaalista sykettä voitaisiin ennustaa tarkasti kullekin yksilölle huomioiden myös yksilön kuntotason, liikunnallinen tausta, terveyden tilan, iän ja harjoittelumuodot. Tällä hetkellä tarkkaa arviointimenetelmää ei ole keksitty tai löytynyt. (Robergs & Landwehr 2002.)

Maksimaalisesta sykkeestä voidaan arvioida maksimaalinen hapenkulutusarvo, sillä sydämen sykkeen hapenkulutuksen välistä yhteyttä voidaan pitää pääosin lineaarisena submaksimaalisilla kuorimitusportailta. Kuva 6. (s. 23) esittää maksimaalisen hapenkulutuksen arviointia lineaarisen ekstrapolointimenetelmän avulla. Menetelmässä submaksimaalisilla kuormilla saadut sykelukemat ekstrapoloidaan iän perusteella lasketun maksimisykkeen tasolle saakka. Maksimaalinen teho voidaan lukea vaakakselilta ja tämä arvo voidaan edelleen muuttaa maksimaaliseksi hapenkulutusarvoksi. (ACSM 2000, 60-80.)



KUVA 6. VO_{2max} :n ennustaminen submaksimaalisten kuormien sykelukemien avulla (mukaeltu ACSM 2000, 60-80)

2.2.2.2 Mekaanisen tehon muuttuminen kuormituksessa

Yli kolmenkymmenen vuoden ajan on todistettu, että korkeimmilla intensiteeteillä tehon ja hapenkulutuksen lineaarisuus muuttuu siten, että korkeammilla kuormilla työskenneltäessä hapen tarve lisääntyy nopeammin kuin alhaisilla kuormilla työskenneltäessä. Silti yleisesti uskotaan, että teholla ja hapenkulutuksella on koko ajan lineaarinen suhde. (Bearden & Moffatt 2001.)

Lucia ym. (2002) tutkivat hapenkulutuksen epälineaarista kasvua työtehon kasvaessa. Tutkimus osoitti, että hapenkulutuskäyrässä tapahtuva ylimääräinen hapenkulutuksen kasvun suuruus on yhteydessä II X-lihassolutyyppin (nopea glykolyttinen lihassolu) määrään lihaksessa. Tutkijat havaitsivat, että laktaatin kumuloitumisella tai fyysisellä kunnolla ei sen sijaan ollut yhteyttä epälineaariseen hapenkulutuksen kasvuun. Tutkijat totesivatkin, että vetyioneita kertyy enemmän II X-lihassolutyyppin lihaksessa, mikä vaikuttaa negatiivisesti vapaan energian vapautumiseen ATP-hydrolyysissä. Lisäksi lihassolujakauman vaikutuksen selittävänä tekijänä saattaa olla se, että nopeiden lihassolujen (II X-lihassolutyyppi) on havaittu tuottavan enemmän lämpöä ja kuluttavan

enemmän happea tietyllä rasiustasolla verrattuna hitaisiin lihassolutyyppeihin (I-lihassolutyyppeihin). (Lucia ym. 2002.)

2.2.2.3 Polkemisnopeuden vaikutus taloudellisuuteen

Submaksimaalisissa testeissä kierrosnopeuden on oltava sama kaikilla kuormaportilla. Yleisimmin käytetty polkemisnopeus polkupyöräergometritestissä on 50 tai 60 kierrosta minuutissa. Jos poljetaan optimaalista nopeutta hitaammin, kokonaishyötysuhde laskee. Näin ollen korkeimmalla teholla poljettaessa suuremmat kierrosnopeudet ovat taloudellisempia kuin matalammalla teholla. Tutkijat selvittivät polkemisnopeuksien eroja polkupyörätestissä, kun nopeudet olivat 50 ja 80 rpm (=kierrosta minuutissa). Testi oli submaksimaalinen, ja johtopäätöksenä todettiin, että molemmat kierrosnopeudet ovat yhtä luotettavia nopeuksia maksimaalista hapenkulutusta ennustettaessa submaksimaalisen polkupyöräergometritestin avulla. (Swain & Wright 1997.)

Liedl ym. (1999) osoittivat, että rasittavan polkupyöräharjoituksen aikana (kesto noin 60 min ja kuormitus 78 % VO_{2max} :sta) koehenkilöt eivät tunteneet mitään erityistä fysiologista stressiä, vaikka he vaihtelivat polkemistehoa ± 5 % verrattuna harjoitukseen, jossa he polkivat läpi saman harjoituksen vakioteholla. Vastaavanlaisia tuloksia on saanut myös Böning ym. (1984). Heidän tutkimuksensa osoittivat, ettei hapenkulutuksella, ventilaatiolla, sydämen sykkeellä, laktaattikonsentraatiolla tai hiilidioksidin tuotolla ole mitään lineaarista yhteyttä polkemisfrekvenssiin. Myöskään koehenkilön kuntotasolla ei ollut tuloksiin merkittävää vaikutusta, vaikka tutkimuksessa vertailtiin harjoitelleita ja harjoittelemattomia koehenkilöitä. Tulokset selittyvätkin suurelta osin jalkatyöskentelyn vaihtelulla ja lihassolujen erilaisella rekrytoinnilla. Huomioitavaa oli kuitenkin, että ammattipyöräilijät osasivat valita aina tehokkaimman polkemisnopeuden — polkivat he millä kuormalla tahansa. (Böning ym. 1984.)

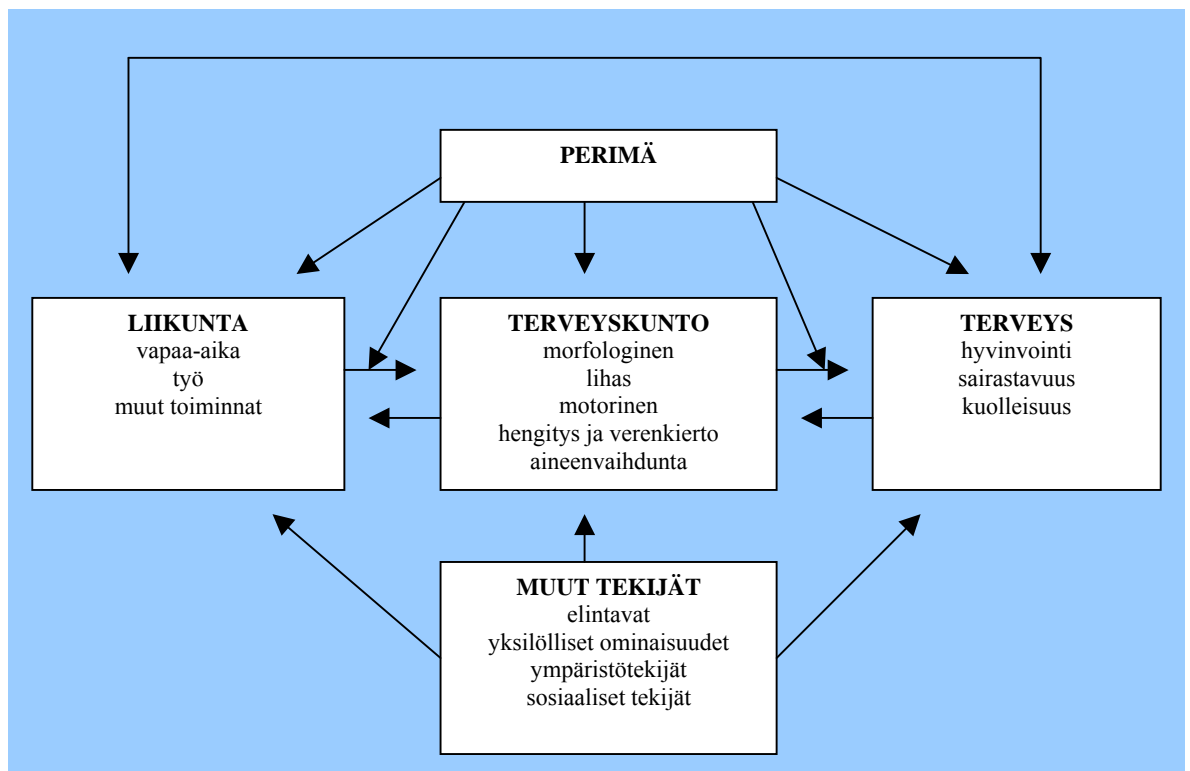
Vastaavia tuloksia sai myös Hintzy ym. (1999). Tutkimuksessa vertailtiin polkemisnopeuksia keskenään submaksimaalisen ja maksimaalisen pyöräilyn aikana. Tutkimuksen tarkoituksena oli löytää optimaalinen polkemisnopeus molemmilla

kuormitustavoilla. Tutkimuksessa eritasoiset, räjähtävää nopeutta harjoittelevat urheilijat, kestävyysurheilijat ja kuntoilijat, koehenkilöt polkivat viisi kolmen minuutin pyrähdystä aina 150W vastuksella. Polkemisnopeus vaihteli 40–120 rpm välillä. Tulokset osoittivat, että yksilöiden submaksimaalisen ja maksimaalisen polkupyörätestitulosten väliltä löytyi merkitsevä positiivinen korrelaatio ($r^2= 0,52$, $p < 0,001$). Tutkimuksen johtopäätöksenä todettiin, että optimaalinen polkemisnopeus sekä submaksimaalisessa että maksimaalisessa pyöräilemisessä riippuu erittäin paljon elimistön lihaksen solutyypin jakautumisesta. (Hintzy 1999.)

2.3 Liikkumisen ja vanhenemisen vaikutukset ihmisen fyysiseen kuntoon ja terveyteen

Fyysisellä kunnolla tarkoitetaan elimistön fysiologista ja biomekaanista kykyä, toimintakelpoisuutta tai tilaa tietyn fyysisen tehtävän suorittamiseen. Terveys voidaan sen sijaan määritellä ominaisuudeksi ja niiden yhdistelmiksi, jotka edistävät yksilön elämän säilymistä ja elämän perustehtävien suorittamista ja perustavoitteiden saavuttamista. Nykyään puhutaan paljon myös terveyskunnosta. Terveyskunto on suhteellisen uusi käsite, ja sillä tarkoitetaan yleensä ihmisen tilaa ja toimintakykyä terveyden kannalta eikä suorituskykyä urheiluun liittyvässä merkityksessä. (Malmberg ym. 2002; Haapanen ym. 1997.) Terveyskunnan käsite sisältää yhteyksiä fyysisen aktiivisuuden, kunnan ja terveyden välillä, joita säätelevät perimä sekä monet elintapa-, yksilö- ja ympäristötekijät. Terveyskunnan viitekehys on taulukossa 2. (Blumenthal ym. 1989.)

TAULUKKO 2. Liikunta-kunto-terveys. Viitekehys Bouchardin ja Shephardin mukaan (1994).



Ihmisen regeneraatio eli elimistön toimintojen heikentyminen voi alkaa jo 20–30 vuoden iässä, mutta muutokset eivät ala samanaikaisesti eivätkä etene samalla nopeudella koko elimistössä. Eri toimintojen välillä on huomattavia eroja. (Wilmore 2001.) Monet toiminnanvajaukset ja krooniset sairaudet sekä erilaiset oireet yleistyvät iän myötä. Työkykyä ja päivittäisiä arkitoimintoja haittaavia toiminnanvajauksia on runsaasti jo keski-iässä ja niiden määrä ymmärrettävästi kasvaa edelleen vanhemmissa ikäryhmissä. Tutkimukset ovat osoittaneet, että toiminnanvajaukset ovat iäkkäillä ihmisillä suurimmat elämänlaatua heikentävät tekijät. On kuitenkin syytä muistuttaa, että toimintakyvyn heikkenemisen nopeus, alkamisikä ja muutoksen seuraukset vaihtelevat paljon yksilöllisesti. Yksilön sisäisen ja välisen vaihtelun ero on tutkimusten mukaan erittäin merkitsevä. Huang ym. (1998) tekemässä tutkimuksessa oli mukana 3495 miestä ja 1175 naista, joiden keski-ikä oli 40–vuotta. Heistä jopa 7,5 % kertoi kärsineensä päivittäin vähintään yhdestä arkielämästä hankaloittavista toiminnan vajauksesta. Päivittäistä toiminnanvajausta esiintyi enemmän naisilla kuin miehillä. Hyväkuntoiset ja aktiivisesti liikkuvat koehenkilöt eivät kertoneet yhtä paljon toiminnan vajauksista kuin huonokuntoiset ja vähän liikkuvat yksilöt. (Huang ym. 1998.)

2.3.1 Liikkuminen ja liikkumattomuus

Etenkin mieskoehenkilöillä tehdyissä tutkimuksissa on todettu, että enemmän liikkuvilla koehenkilöillä on pienempi kuolleisuus kuin passiivisilla koehenkilöillä. Tulokset osoittavat, että niillä koehenkilöillä, jotka kuluttivat 8,4 megajoulea enemmän energiaa viikossa liikkumiseen (urheiluun, kävelyyn tai portaiden kiipeämiseen), oli 25–30 % pienempi kuolleisuusluku kuin vähemmän viikossa kuluttavilla henkilöillä. Kun lukuja tarkastellaan iän mukaan, huomattiin että keski-ikäisillä vastaava prosenttiluku oli 23 %. (Paffenbarger ym. 1994)

Tutkimukset ovat osoittaneet, että systemaattinen liikkuminen (esim. ripeä käveleminen) kolmesti viikossa noin 30–45 minuuttia kerrallaan, parantaa vanhempien ihmisten maksimaalista hapenkulutusta 3–4 ml/kg/min. Tämä vähentää itsenäisen elämisen avuntarvetta 50 % ja lisää itsenäisesti elämisen pituutta ilman apua noin 2–3 vuotta. (Cunningham ym. 1987.)

Sekä ikääntyminen että elimistön käytön puute, saattavat aiheuttaa muutoksia hengitys- ja verenkiertoelimistöön. Jopa 50 % toimintakyvyn heikkenemisestä johtuu arvioiden mukaan liikunnan vähäisyydestä. Säännöllinen liikunta lisää vanhan ihmisen rasituksensietokykyä ja parantaa hänen fyysistä kuntoaan. Harjoitettavuus säilyy ihmisellä läpi elämän. Liikunnan aloittaminen ei siis koskaan ole liian myöhäistä. Tutkimukset osoittivat, että huonosti liikkuvat ihmiset olivat iäkkäämpiä ja heillä oli enemmän kroonisia sairauksia kuin yksilöillä, jotka liikkuvat sujuvasti. (Hirvensalo ym. 2000.) Suosittuja liikuntamuotoja vanhusväestön keskuudessa ovat kävely, voimistelu, uinti, pyöräily, hiihto ja uusimpana muotilajina sauvakävely. Tosin suurin osa ikäihmisistä harrastaa varsin kevyttä liikuntaa, ja vain pienellä osalla vanhusväestöstä liikunta on niin kuormittavaa, että sillä on merkitystä verenkiertoelimistön toimintakyvyn kohentumisessa. Toisaalta kevyelläkin liikunnalla on suotuisia vaikutuksia elimistön toimintoihin ja rakenteisiin. Etenkin vapaa-ajalla harrastetun liikunnan määrän on todettu vaikuttavan estävästi sepelvaltimotaudin, hypertension ja diabeteksen syntymiseen. Mitä enemmän yksilö käyttää aikaa kuntoliikunnan harrastamiseen, sen pienempi riski on sairastua edellä mainittuihin sairauksiin. Tuloksissa on kuitenkin paljon yksilöllistä vaihtelua —etenkin keski-ikäisillä. (Paffenbarger ym. 1994; Haapanen ym. 1997.)

2.3.2 Vanhenemisen vaikutus sydän ja verenkiertoelimistön toimintaan

Ensimmäiset vanhenemismuutokset näkyvät verenkiertoelimistössä. On kuitenkin erittäin hankalaa tutkia ja erottaa normaalia ja patologista sydän- ja verenkiertoelimistön vanhenemistä. Ikääntyessä sydän- ja verenkiertoelimistössä tapahtuu sekä anatomisia että fysiologisia muutoksia. Ikääntyminen vaikuttaa yllättävän vähän leposykkeen muutoksiin, mutta kuten edellä mainittu oli puhetta, maksimaalinen sydämen syke laskee merkittävästi iän myötä. (Elveback & Lie 1984.)

Iän mukana systolinen verenpaine kohoaa, mikä johtaa sydämen vasemman kammion seinämän paksuuntumiseen ja sydänlihaksen jäykistymiseen. Lisäksi sydämen läppäjärjestelmät voivat kalkkeutua. (Di Bello ym. 1993.) Ihmisen vanhetessa sydämen iskutilavuus, eli sydämen yhdellä lyöntikerralla pumppaama verimäärä, pienenee ja

sydämen supistumiskyky heikkenee. Nämä vähentävät sydämen toiminnallista reservikapasiteettia, rajoittavat fyysistä suorituskkyä ja heikentävät elimistön kykyä sopeutua erilaisiin kuormitustilanteisiin. (Lakatta 1993; Schulman ym. 1992). Sydän- ja verisuonisairauksien esiintyvyys yleistyy lähes lineaarisesti 20–30 vuoden iästä lähtien (Sesso ym. 1999). Iän myötä myös valtimot jäykistyvät, koska niiden sidekudos muuttuu. Sydän joutuu pumppaamaan verta suurempaa vastusta vastaan, ja sen seurauksena verenpaine kohoaa. Kun myös ääreisverenkierto samalla heikkenee, eri elinten saama verimäärä vähenee. Vanhuudessa tapahtuva systolisen verenpaineen nousu on tavallaan turvakeino, mikä takaa, että elimet saavat riittävästi verta. Niinpä vanhuksen verenpaineen liian innokas hoitaminen saattaa joskus koitua kohtalokkaaksi, koska elimistö on jo sopeutunut korkeampaan verenpaineeseen. (Barrett-Connor & Palinkas 1994; Taylor ym. 1992.)

Vähäinen liikunta on keskeinen sepelvaltimotaudin vaaratekijä myös naisilla (Hu 2002). Se lisää alttiutta ylipainon, kohonneen verenpaineen lisäksi myös matalaan HDL-kolesteroliin ja tyypin 2 diabetekseen. Jo kohtuullisesti rasittava liikunta pienentää merkittävästi diabetekseen sairastumisen vaaraa. Hyvällä fyysisellä kunnolla on anti-inflammatorinen vaikutus, mikä suojaa naista sepelvaltimotautia ja tyypin 2 diabetesta vastaan. (LaMonte ym. 2000.) Liikunnalla on merkittävä käänteinen annos-vaste-suhde useisiin tulehdustekijöihin ja veren hyytymistekijöihin, kuten fibrinogeeniin, plasman viskositeettiin, verihiutaleiden määrään, hyytymistekijöihin, fibriiniin, t-PA:n aktiivisuuteen, C-reaktiiviseen proteiiniin ja valkosolujen määrään (Wannamethee & Shaper 2001). Myös verihiutaleiden takertuvuus pienenee säännöllisen liikunnan seurauksena (Rauramaa ym. 1996). Yhdysvalloissa tehdyt tutkimukset ovat todistaneet, että naisten yleisimmät kuolinsyyt ovat sydän- ja verisuonisairaudet. Useat tutkimukset ovat todistaneet, että aktiivinen elämäntapa ja liikunta ehkäisevät sydän- ja verisuonisairauksien puhkeamista. (Sesso ym. 1999.)

Keski-ikäisillä miehillä hyvä hengitys- ja verenkiertoelimistön kestävyyskunto vaikuttaa hitaampaan ateroskleroosin ilmenemiseen. Ateroskleroosissa sepelvaltimon intimaan alkaa keräytyä kolesterolia. Tämän seurauksena valtimon seinämään muodostuu aluksi rasvajuoste, joka sitten kasvaa hiljalleen suuremmaksi ja ahtauttaa lopulta valtimon lumenin. Tutkimukset ovat osoittaneet, että säännöllisesti liikkuvilla ja jatkuvasti liikuntaan osallistuvilla on pienempi vaara sairastua sepelvaltimotautiin kuin fyysisesti

passiivisilla ($p=0,002$). Lisäksi intiman paksuus kasvoi nopeammin heikkokuntoisilla ($VO_{2max} < 26,1$ ml/kg/min) kuin parempikuntoisilla ($VO_{2max} > 36,2$ ml/kg/min) keski-ikäisillä miehillä. (Lakka ym. 2001.)

Tutkimukset ovat osoittaneet, että sydämen vagaalirefleksin herkkyys pienenee merkitsevästi iän myötä, mutta vain 50 % siitä säännöllisesti harjoittelevilla aikuisilla. Jopa kolmen kuukauden keskitehoinen harjoittelujakso kasvatti vagaalirefleksin herkkyyttä 25 %. Lisäksi tutkijat ovat todenneet, että säännöllinen aerobinen harjoittelu ei vaikuta sympaattisen hermoston toimintaa tai lisää kyseisestä toimintaa keski-ikäisillä tai vanhemmilla henkilöillä. Kuitenkaan tutkijat eivät ole pystyneet todistamaan sitä, että tavanmukainen harjoittelu estäisi, tai edes vähentäisi, ikääntymisestä johtuvaa sympaattisen hermoston aktiivisuustason nousua terveillä aikuisilla. (Seals ym. 2001.)

Liikunnalla on monia positiivisia vaikutuksia ihmisen elimistöön. Fysiologisista toiminnoista liikunta vaikuttaa mm. verensokerin säätelyyn ja lisää adrenaliinin sekä noradrenaliinin eritystä. Liikunnan pitkäaikaisia fysiologisia vaikutuksia ovat: verenkiertoelimistön kunnan kohentuminen, lihasvoiman lisääntyminen, nivelten liikkuvuuden paraneminen ja koordinaatiokyvyn lisääntyminen tai ennallaan säilyminen. Liikunnalla on tärkeä merkitys sydän- ja verisuonitautien ehkäisyssä, hoidossa ja kuntoutuksessa. (Huang ym. 1998.) Kestävyyttä parantavat liikuntamuodot, kuten juoksu, hölkkä, ripeä kävely, hiihto, pyöräily ja uinti, vahvistavat sydänlihasta ja lisäävät sen toimintatehoa. Sydämen ja verenkiertoelimistön kuntoa vahvistaa ennen muuta kestävyystyyppinen liikunta. Harjoitusten pitäisi pääosiltaan kuormittaa suuria lihasryhmiä. Sopivia liikuntalajeja ovat edellä mainitut kestävyyslajit. Lajivalintaan vaikuttavat kuitenkin hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnan lisäksi myös muut sairaudet, kuten esimerkiksi ylipaino tai nivelvaivat. Liikunnan yksilöllisyys on myös otettava huomioon, koska liikunnan vaikutukset eri ihmisiin ovat hyvin erilaisia ja vaihtelevat jopa samanikäistenkin henkilöiden välillä. (Blumenthal ym. 1989.)

2.3.3 Vanhenemisen vaikutus hengityselimistön toimintaan

Hengityselimistön tehtävänä on tuoda keuhkoissa olevien hiussuonten lähelle uutta runsashappista ilmaa ja poistaa verenkierrosta vapautuva hiilidioksidi. Keuhkoissa ja

hengitysteissä tapahtuu vanhetessa rakenteellisia muutoksia. Alveolien eli keuhkorakkuloiden tehokas pinta-ala pienenee 20-vuotiaasta alkaen noin 4 % vuodessa ja on 80-vuotiailla 50—60m². Lisäksi rintakehän jäykistyminen lisääntyy, keuhkojen elastisuus vähentyy, keuhkoputkien läpimitta pienenee ja kuollut tila kasvaa, mikä johtuu sidekudosmuutoksista. Rakenteelliset muutokset yhdessä vähentyneen fyysisen aktiivisuuden kanssa aiheuttavat keuhkotoimintojen heikkenemistä iän myötä. (Shephard 1997, 103-115.)

Tärkeimmät hengitystoimintaan vaikuttavat vanhenemismuutokset ovat keuhkojen pinta-alan pienenemisen lisäksi hiusverisuonien väheneminen, rintakehän elastisuuden pieneneminen ja hengityselimistöjen voiman heikkeneminen. Näistä muutoksista on seurauksena kaikkien hengitystoimintojen (mm. vitaalikapasiteetti, diffuusiokapasiteetti ja maksimaalinen hengityskapasiteetti) heikentyminen. (Takishima ym. 1990).

Tutkimuksissa on myös vertailtu sukupuolen vaikutusta hengityselimistöön muutoksiin ihmisen ikääntyessä. Kun tutkijat ovat laskeneet ns. keskimääräisen yksilöllisen käyrän ($=\Delta (\log VO_2\text{totaali}/\text{ventilaatio})$) huomattiin, että käyrä oli jyrkempi naisilla kuin miehillä kaikissa ikäryhmissä. Lisäksi metabolinen maksimaalinen hapenkulutus ($VO_{2\text{maxmet}}$) oli alhaisempi naisilla kuin miehillä ikään katsomatta. Tämän vuoksi tutkijat päättelivät, että hengityksen hapenkulutus oli korkeampi naisilla kuin miehillä. (Topin ym. 2003.)

2.4 Yhteenveto

Fyysisen kestävyyskunnan parhaimpana yksittäisenä fysiologisena mittarina on pidetty jo 1920-luvulta lähtien kehon painoon suhteutettua maksimaalista hapenkulutusta. Tarkimman maksimaalisen hapenkulutuksen mittaustuloksen saa automaattisella hengityskaasuanalysointilaitteella, mutta tällaiseen kuormitusmenetelmään voi liittyä terveydellisiä riskejä, etenkin vanhemmilla ihmisillä. Tämän vuoksi on kehitetty erilaisia submaksimaaliseen kuormitukseen perustuvia arviointimenetelmiä VO_{2max} :n määrittämiseksi. Kuntoilijan testaamiseen sopiikin parhaiten yleensä submaksimaalinen ergometritesti.

Maksimaaliseen hapenottokyvyn arvoon vaikuttaa useita tekijöitä, kuten harjoituksen muoto, perinnöllisyys, harjoitustila, sukupuoli, kehon koko ja rakenne sekä ikä. Ikääntyessä maksimaaliset hapenkulutusrvot alenevat, mikä johtuu anatomisista ja fysiologisista muutoksista sekä yleisen fyysisen aktiivisuuden vähenemisestä ja/tai fyysisen harjoittelun tehokkuuden laskusta. Tutkimukset ovat osoittaneet, että systemaattinen liikkuminen parantaa vanhempien ihmisten maksimaalista hapenkulutusta ja vähentää itsenäisen elämisen avuntarvetta jopa puolella. (Cunningham ym. 1987.)

Fyysisen kunnan heikentymisestä huolimatta pitäisi työkyvyn säilyä useimmiten 65 ikävuoteen asti, myös fyysistä kestävyyttä vaativissa työtehtävissä. Työkykyä ja päivittäisiä arkitoimintoja haittaavia toiminnanvajauksia esiintyy runsaasti jo keski-iässä ja niiden määrä kasvaa ymmärrettävästi edelleen vanhetessa. Työkyvyn edistäminen on paljon muutakin kuin fyysisen kunnan ja osaamisen kohentamista. Yksi tärkeimmistä työkykyä edistävästä seikoista on fyysisen kunnan kehittäminen, koska fyysisellä kunnolla on vaikutuksia myös psyykkeeseen. Ihmisen työkyvyn ylläpitäminen on siis osa yleistä elämän hallintaa. Työkykyä voidaan pitää ominaisuutena, joka ilmenee terveytenä, toimintakykynä, työnteon osaamisena ja tahtona tehdä työtä. Vastuu työkyvyn hankkimisesta ja ylläpitämisestä on jokaisella itsellään.

3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, ONGELMAT JA HYPOTEESI

Tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia vaikuttaako testausinterventio 50-vuotiaiden Helsingin kaupungin työntekijöiden fyysisen kunnan kehitykseen ja aktivoiko testaukseen osallistuminen liikunnan harrastuneisuuden lisäämistä. Tutkimusongelmat olivat seuraavat:

- Voidaanko testausinterventiolla muuttaa 50-vuotiaiden fyysistä kuntoa ja liikuntatottumuksia?
 - millainen on kuntotestin tuloskehitys mittauskertojen välillä?
 - mitkä terveydelliset tekijät olivat kuntotestitulosten tukena?
 - millaisia vaikutuksia yksilöllisellä liikkumisella oli maksimaaliseen hapenkulutukseen?
 - millaiset olivat terveyteen liittyvien tekijöiden yhteydet kuntomuuttujiin?
- Miten testausintervention tulokset eroavat sukupuolten välillä?

Työhypoteesit tässä tutkimuksessa ovat, 1.) testausinterventio ja siihen liittyvä ohjeistus aktivoi 50-vuotiasta ihmistä kehittämään fyysistä kuntoa ja 2.) testausinterventio vaikutukset fyysiseen kunnan kehitykseen eivät eroa sukupuolten välillä.

4 MENETELMÄT

4.1 Koehenkilöt

Helsingin kaupungin liikuntapoliittisen ohjelman vuoden 2002 kehittämishankkeeksi otettiin helsinkiläisen, vuonna 1952 syntyneen ikäluokan kestävyyskuntotestaus. Helsinkiläisille naisille ja miehille järjestettiin maksuton kestävyyskuntotesti vuoden 2002 syyskuusta joulukuuhun. Projekti liittyi osana Helsingissä vuonna 1952 pidettyjen olympiakisojen juhluvuoden tapahtumiin. Kohderyhmä oli rajoitusten (mm. pitkäaikaissairaat sekä henkilöt, joilla ei ollut vakio-osoitetta, suljettiin pois projektista) jälkeen 6105 henkilöä, joista testiin osallistui 1439 henkilöä.

Toukokuussa 2003 Helsingin kaupungin liikuntaviraston henkilöstöliikunta tarjosi maksuttoman uusintatestauksen niille Helsingin kaupungin työntekijöille, jotka osallistuivat kuntotestaukseen vuoden 2002 syyskuusta joulukuuhun. Yhteensä näitä kaupungin omia työntekijöitä vuonna 2002 testattiin 159 henkilöä ja heistä uusintamittauksiin ilmoittautui 76 henkilöä. Uusintatestaukseen osallistui 60 naista ja 16 miestä. Koehenkilöille lähetettiin henkilökohtaiset kutsukirjeet, joissa heille kerrottiin tutkimuksen tarkoitus ja selvitettiin tutkimusmenetelmät (liite 1). Lisäksi kirjeessä kerrottiin millaisia ennakkotoimenpiteitä koehenkilöiden olisi syytä ottaa huomioon testiin tullessa. Tutkimukset olivat siis maksuttomia eivätkä työntekijät tienneet toisesta mittauksesta vielä ensimmäisellä testauskerralla. Koehenkilöt lupautuivat suorittamaan testauksen mahdollisimman tarkasti ohjeiden mukaan. He saivat kuitenkin halutessaan keskeyttää tutkimukseen osallistumisensa koska tahansa.

Taulukossa 3. (s. 34) on koehenkilöiden painon, pituuden, painoindeksin, verenpaineen ja rasvaprosentin keskiarvot vuosilta 2002 ja 2003. Koehenkilöiden taustatiedoista selvisi, että kaikista koehenkilöistä 11,8 % tupakoi, 25,0 % oli lopettanut tupakoinnin ja 63,2 % ei tupakoinut ollenkaan. Taulukosta 4. (s. 34) nähdään, miten tupakointi oli jakautunut sukupuolten välillä.

TAULUKKO 3. Koehenkilöiden keskiarvot (KA) ja keskihajonnat (SD) vuosina 2002 (= -02) ja 2003 (= -03). BMI= Painoindeksi, RR=Verenpaine ja rasvapros. =Rasvaprosentti.

	Naiset (n=60) KA ja SD	Miehet (n=16) KA ja SD
Pituus (cm)	162,3 ± 5,3	178,8 ± 8,4
Paino -02 (kg)	63,4 ± 7,2	83,5 ± 17,3
Paino -03 (kg)	64,1 ± 6,7	84,0 ± 17,1
BMI -02	24,2 ± 2,7	26,1 ± 4,6
BMI -03	24,4 ± 2,6	26,1 ± 4,7
RR -02 (mmHg)	123/77	125/79
RR -03 (mmHg)	116/70	125/76
Rasvapros. -02	31,6 ± 4,9	23,0 ± 4,8
Rasvapros. -03	34,2 ± 4,6	25,5 ± 4,7

TAULUKKO 4. Miesten ja naisten välinen ristiintaulukointi tupakoinnista.

	EI	KYLLÄ	LOPETTANUT	YHTEENSÄ
Mies	10	2	4	16
	62,5 %	12,5 %	25,0 %	100 %
Nainen	37	7	14	60
	63,5%	11,7 %	25,0 %	100 %
Kaikki	48	9	19	76
	63,2 %	11,8 %	25,0 %	100 %

4.2 Tutkimusasetelma

Tutkimuksella kartoitettiin, millaisia vaikutuksia yhden ikäluokan maksuttomalla testauksella on ja onko testauksella pystytty muuttamaan koehenkilöiden liikuntatottumuksia. Uusintatestaukset suoritettiin Yrjönkadun ja Itäkeskuksen uimahalleissa, ja testajina toimivat pääsääntöisesti yksi testaukseen palkattu henkilö

sekä yksi tuntipalkkainen testaja. Testit suoritettiin 28.4.- 23.5.2003 välisenä aikana. Polkupyöräergometritestit ja esimitaukset suoritettiin sekä syksyllä 2002 että keväällä 2003 samalla tavalla. Polarin leposykekestotestiä ei kuitenkaan suoritettu syksyn 2002 mittausosiossa.

4.3 Mittausmenetelmät

Testiin tullessa koehenkilöt olivat jo täyttäneet henkilötietokaavakkeen (liite 2). Testauspaikalla he vastasivat kyselyyn siitä, mitä oli tapahtunut kahden testin välillä, ja millaiseksi koehenkilöt arvioivat koko testausprojektin (liite 3). Tämän jälkeen koehenkilöiltä mitattiin paino ja pituus sekä rasvaprosentti bioimpedanssimittarilla (Omron BF 302) ja verenpaine ranteesta (Omron R5-). Bioimpedanssimittausmenetelmä (BIA) perustuu kehon sähkönjohtavuuteen. Rasvakudos ei johda sähköä, mutta lihaskudos, joka koostuu suurimmaksi osaksi vedestä, johtaa sähköä hyvin. BIA mittauksessa heikko sähkövirta kulkee mitattavan kädestä käteen (Omron-mittarilla) ja mittari laskee virranjohtamiskyvyn perusteella kehon rasvaprosentin ja rasvakudoksen painon kiloissa. Menetelmä on halpa ja yksinkertainen sekä kuntoilijoiden yleisesti käyttämä. Mittaustavan heikkoutena on se, että siihen vaikuttaa koehenkilön nestetasapaino (Wagner & Heyward 1999). Esimitausten jälkeen koehenkilöille tehtiin Polar-kuntotesti sykemittarilla (S 610, Polar Electro). Polar-kuntotestillä mitataan aerobista kuntoa terveiltä aikuisilta. Polar-kuntotestissä sykemittariin asetetaan koehenkilön syntymäpäivä, pituus, paino, sukupuoli ja liikkumisen aktiivisuustaso (liikkumisen aktiivisuustaso-arvio on liitteessä 4). Tämän jälkeen koehenkilö makaa selällään noin viisi minuuttia ja samalla sykemittari mittaa koehenkilön leposykettä. Äänimerkin jälkeen Polar-kuntotesti ilmoittaa testattavan arvioidun maksimaalisen hapenottokyvyn ($=VO_{2max}$). VO_{2max} -tuloksen jälkeen lukemaa verrataan Polarin kuntoluokkatauluun, joka kertoo henkilön OwnIndex-lukeman. OwnIndex-lukema on vertauslukema saman ikäisten ja samaa sukupuolta olevien viitetuloksista. Polarin kuntoluokitus perustuu Polarin itsensä tekemään kirjallisuuskatsaukseen, jossa on

esitetyn 62:n eri tutkimuksen VO_{2max} -suoranmittauksen tulokset. Eri puolilla maailmaa tehtyihin tutkimuksiin osallistui vain terveitä aikuisina (liite 5).

Vuonna 2003 tehdyn Polarin leposykekuuntotestin jälkeen, tehtiin epäsuora polkupyöraergometritesti (Tunturi T-ware Pro, Finland). Polkupyöraergometrini (T-6, Tunturi) satula ja ohjaustanko säädettiin jokaiselle koehenkilölle sopiviksi. Testausohjelmassa testaaaja arvioi koehenkilön liikunta-aktiivisuuden: inaktiivinen, aktiivinen vai urheilija. Inaktiiviset naiset aloittivat polkemisen 30 W:n alkuvastuksella ja kuormaa nostettiin aina kahden minuutin välein 15W. Aktiivisesti liikkuvat naiset, joita tämän tutkimuksen koehenkilöjoukon oletettiin eniten olevan, aloittivat polkemisen 30W:n alkuvastuksella, ja kuormaa nostettiin kahden minuutin välein 20W. Jos koehenkilönä oli mies, käytettiin aktiivimallia, jossa alkukuormana oli 50W, ja kuormaa nostettiin aina kahden minuutin välein 25W. Kaikki tämän tutkimuksen mieskoehenkilöt olivat aktiivisia liikkujia. Kahden minuutin välein koehenkilöltä kysyttiin rasituksen tuntemuksia Borgin 15-asteisen skaalan mukaan, RPE-taulukolla (liite 6). Polkupyöraergometrillä poljettiin ainakin yli 80% arvioidusta VO_{2max} :sta. Lisäksi RPE-arvon tuli ylittää ainakin 15 yli (rasittava) ennen kuin testi lopetettiin. Koehenkilö sai lopettaa kuitenkin testin koska tahansa polkemisen aloittamisesta, jos halusi.

Testi loppui kun koehenkilö lopetti polkemisen. Tämän jälkeen koehenkilö jäähdytteli ainakin neljä minuuttia alkuvastuksellaan. Jäähdyttelyn jälkeen testaaaja analysoi T-ware-ohjelman avulla koehenkilön maksimaalisen hapenottokyvyn. Tähän hän käytti apunaan ohjelman avulla arvioitua maksimaalista sykearvoa ja siihen asti arvioitua polkemisaikaa sekä maksimaalisesti arvioitua polkemistehoä. T-Ware Pro-ohjelman avulla voitiin arvioida koehenkilön maksimaalinen hapenottokyky (ml/kg/min), hapenkulutus minuutissa (l/min), maksimisyke (bpm), maksimaalinen polkemisteho (W), aerobinen ja anaerobinen kynnys ja MET-yksikkö sekä MET-yksikköön suhteutetut vertaisarvot. Koehenkilö sai testaaajan tekemän arvion kunnostaan, yksilöllisen liikuntaohjeen ja muun testipalautteen liikuntaohjeineen heti testin jälkeen. Halutessaan hän sai ottaa lisää esitteitä eri liikuntamahdollisuuksista, joita Helsingin kaupunki tarjosi testattaville. Lopuksi koehenkilö venytteli etureidet testaaajan opastuksella. Testausaikojen välillä tapahtuneen liikkumisen määrää, muotoa, tehoa tai aikaa ei kontrolloitu millään tavoin.

4.4 Tilastolliset analyysit

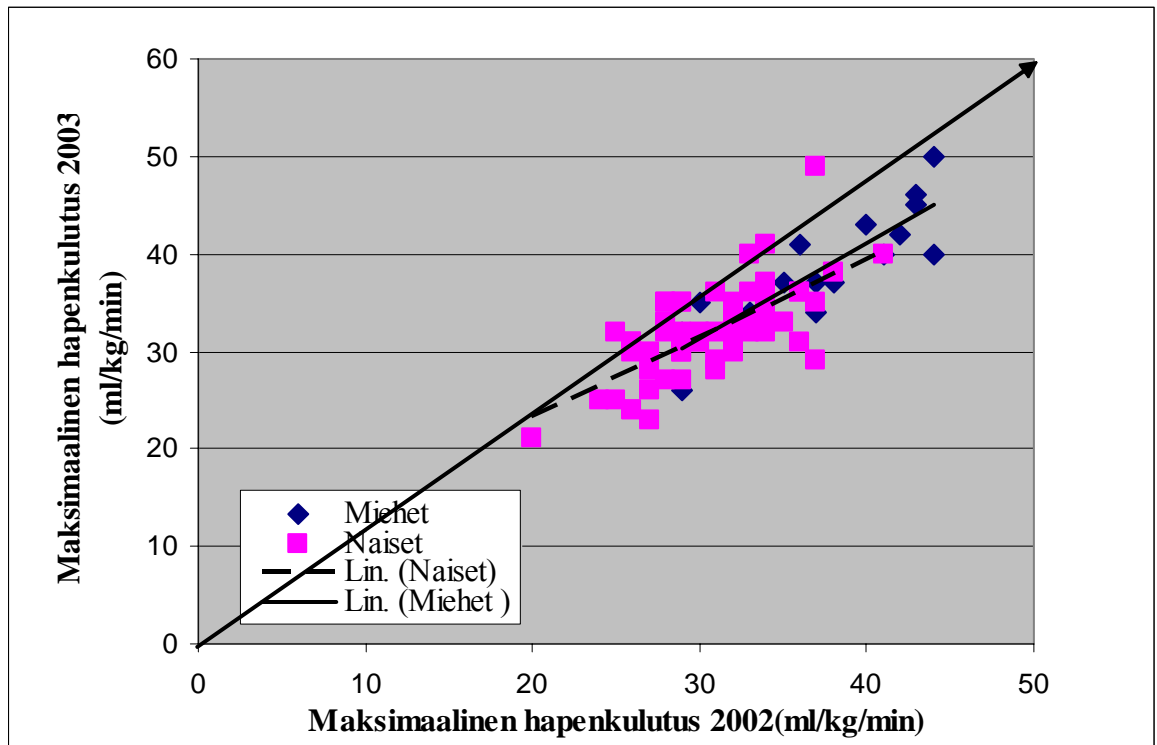
Tilastollisina analyysinä tutkimuksessa käytettiin SPSS-ohjelmaa, josta käytettiin analysoimiseen verrannollisten parien T-testiä, yksisuuntaista varianssianalyysiä (ANOVA), Pearsonin korrelaatiomatriisia, ja ristiintaulukointia. Lisäksi fyysisen kunnan kehitystä tarkasteltiin regressiokäyrän avulla ja tilastollisia merkitsevyyksiä Effect Size-metodilla. Effect Size metodilla voidaan yrittää löytää tilastollisia merkityksellisyksiä koehenkilöryhmien väliltä, jos merkitsevyyksiä ei löydetä pienen koehenkilömäärän vuoksi. Effect Size metodilla merkityksellisiä tuloksia laskiessa käytettiin seuraavaa käytäntöä: kun $ES > 0,8$, oli tulos erittäin merkityksellinen; kun $ES \sim 0,5$, oli tulos keskinkertaisesti merkityksellinen, ja kun $ES < 0,2$ oli tulos vähän merkityksellinen. Tilastollisessa merkitsevyydessä on käytetty vakiintunutta käytäntöä eli kun $p \leq 0,05$, on tulos tilastollisesti merkitsevä (**), kun $p < 0,001$, on tulos tilastollisesti erittäin merkitsevä (***)

5 TULOKSET

5.1 Fyysisen kunnon kehitys kahden testikerran aikana

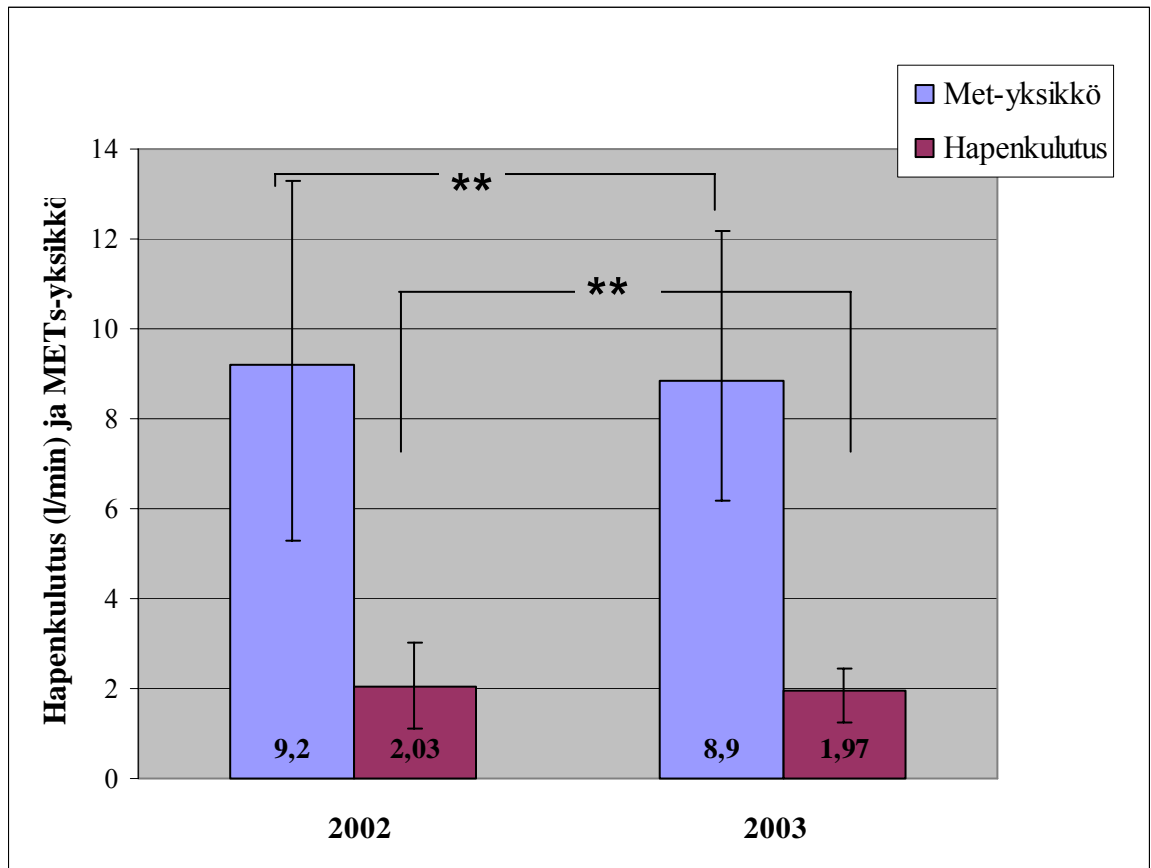
Miesten maksimaalisen hapenkulutuksen keskiarvo (pyörättestintulos) oli vuoden 2002 syksyllä $38,7 \pm 6,0$ ml/kg/min ja naisten oli $32,1 \pm 4,8$ ml/kg/min. Keväällä 2003 miesten VO_{2max} -tulos oli $37,6 \pm 5,2$ ml/kg/min ja naisten oli $30,8 \pm 4,0$ ml/kg/min. Kun tuloksia tarkasteltiin verrannollisten pariin t-testin avulla, eivät miesten tulokset poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ($p=0,138$), mutta naisten maksimaalinen hapenkulutusero oli laskenut vuoteen 2003 mennessä merkitsevästi, kun $p=0,005$. Miesten tuloksia analysoitiin myös Effect Size arvolla, $ES = 0,21$, josta voidaan päätellä, että muutos on vain vähän merkityksellinen, sillä koehenkilöitä oli vain 16.

Polar-kuntotesti ja epäsuora polkupyöräergometritesti erosivat toisistaan maksimaalisen hapenkulutuseron perusteella. Miehillä maksimaalisen hapenkulutusero oli Polar-kuntotestissä $2,5$ ml/kg/min ja naisilla $8,8$ ml/kg/min korkeampi kuin polkupyörättestistä saatu arvo. Kun vuoden 2002 ja 2003 VO_{2max} -arvoja vertailtiin regressiokäyrän avulla, huomattiin, että lähes kaikilla koehenkilöillä, paitsi kolmella naisella, maksimaalisen hapenkulutuksen arvot olivat alentuneet keväällä 2003 (kuva 7., s. 39).



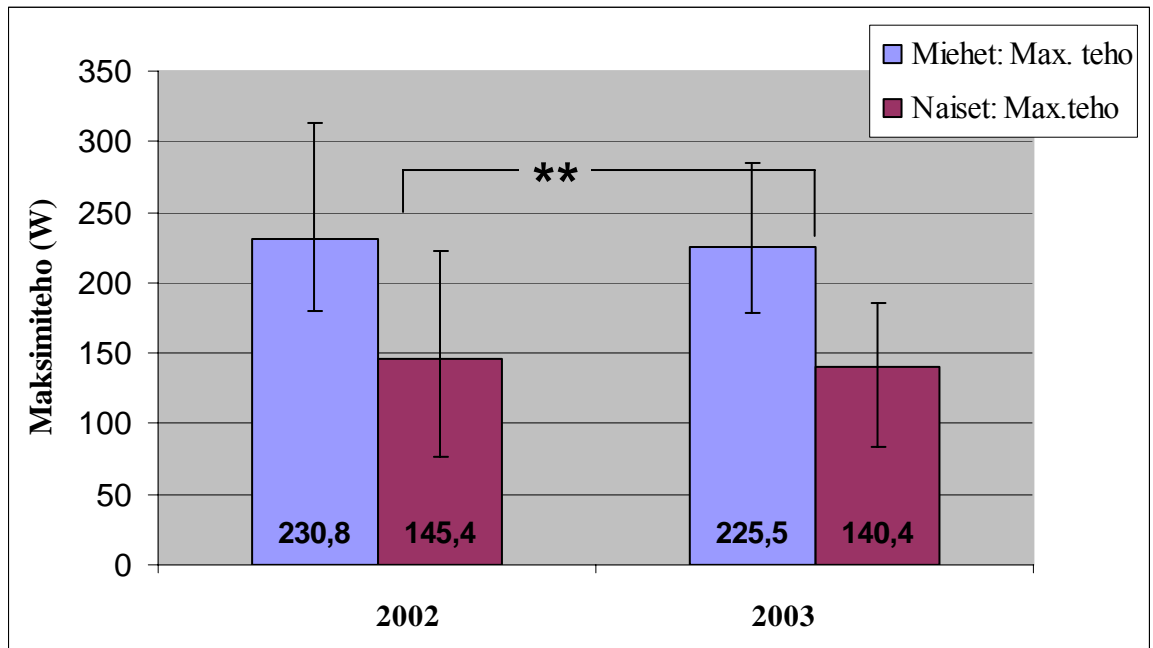
KUVA 7. Kaikkien koehenkilöiden maksimaaliset hapenkulutuksen arvot vuosina 2002 ja 2003.

Miesten hapenkulutus vuonna oli vuonna 2002 keskiarvoltaan $3,16 \pm 0,37$ l/min, kun naisten oli $2,03 \pm 0,32$ l/min. Molempien sukupuolten tulokset laskivat hieman vuonna 2003, jolloin miesten hapenkulutus oli enää $3,08 \pm 0,37$ l/min ja naisten $1,97 \pm 0,25$ l/min. Miesten tulosten väliltä ei löytynyt tilastollista merkitsevyyttä eikä myöskään ero ollut merkityksellinen ($ES = 0,22$), mutta naisilla ero oli tilastollisesti merkitsevä, kun $p=0,036$ (kuva 8., s. 40). Kuvassa 8 on myös naisten MET-yksikön muutokset vuosina 2002 ja 2003. Naisilla muutos oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0,004$). Naisten MET-yksikkö vuonna 2002 oli $9,2 \pm 1,35$ ja vuonna 2003 vastaava luku oli laskenut $8,9 \pm 1,19$:ään. Miehillä MET-arvot olivat ensimmäisenä mittausvuonna $11,2 \pm 1,56$ ja vuonna 2003 luku oli $10,8 \pm 1,64$. Muutoksista ei löydetty tilastollista merkitsevyyttä eikä tulos ollut merkityksellinen ($ES=0,24$).



KUVA 8. Naisten MET-yksikön arvon ja hapenkulutuksen muutokset. Hapenkulutusten välinen ero oli melkein $p=0,036$ (***) ja myös MET-yksiköiden välinen ero oli merkitsevä $p=0,004$ (**).

T-ware-ohjelmalla arvioidaan maksimipolkemistehot VO_{2max} -laskennan pohja-arvosta. Miehillä se oli vuonna 2002 $230,3 \pm 27,0$ W ja naisilla samana vuonna $145,4 \pm 24,1$ W. Vuonna 2003 miesten tulos oli laskenut arvoon $225,5 \pm 26,6$ W ja naisten $140,4 \pm 20,0$ W. Miesten väliltä ei löydetty tilastollista merkitsevyyttä eikä muutos ollut merkityksellinen ($ES=0,18$), mutta naisilla muutos oli tilastollisesti merkitsevä ($p=0,029$) (kuva 9., s. 41.)



KUVA 9. Polkemisen maksimitehot naisilla ja miehillä vuosina 2002 ja 2003. Naisilla ero oli tilastollisesti merkitsevä $p=0,029$ (**).

T-Ware-ohjelmalla voidaan myös valita tietty status, jonka mukaan testipalautteeseen määritellään viitearvot, ja näin koehenkilön on helppo verrata omia tuloksiaan muiden samanikäisten viitearvoihin. Tässä tutkimuksessa vertailtava arvo on MET-yksikkö.

Vuonna 2002 koehenkilöistä pääsi

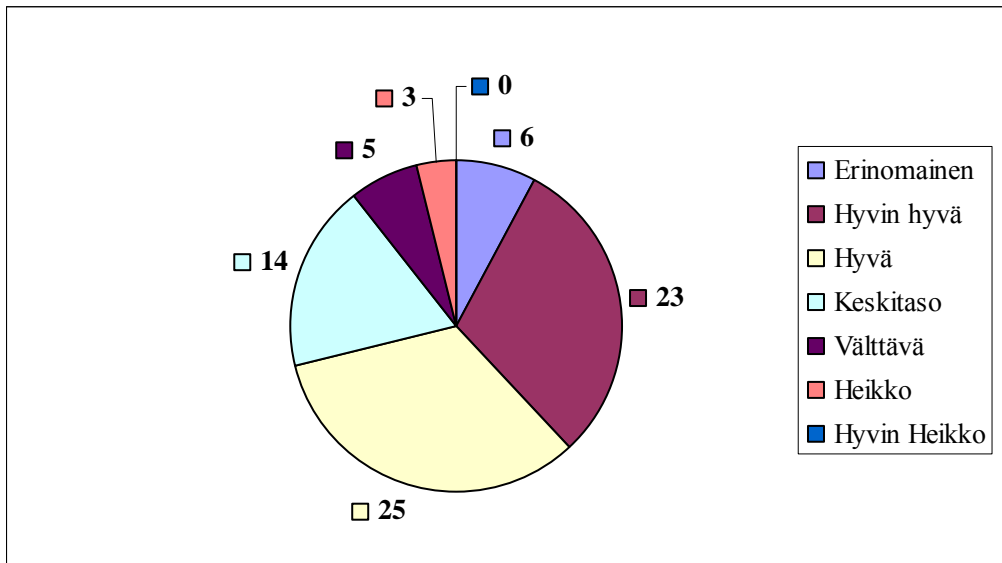
- 8% erinomaiseen kuntoluokkaan,
- 30% hyvin hyvään,
- 33% hyvään,
- 18% keskitasoon,
- 7% välttävään ja
- 4% heikkoon kuntoluokkaan.

Kukaan testattavista ei ollut hyvin heikossa fyysisessä kestävyyskunnossa (kuva 10 a., s. 42).

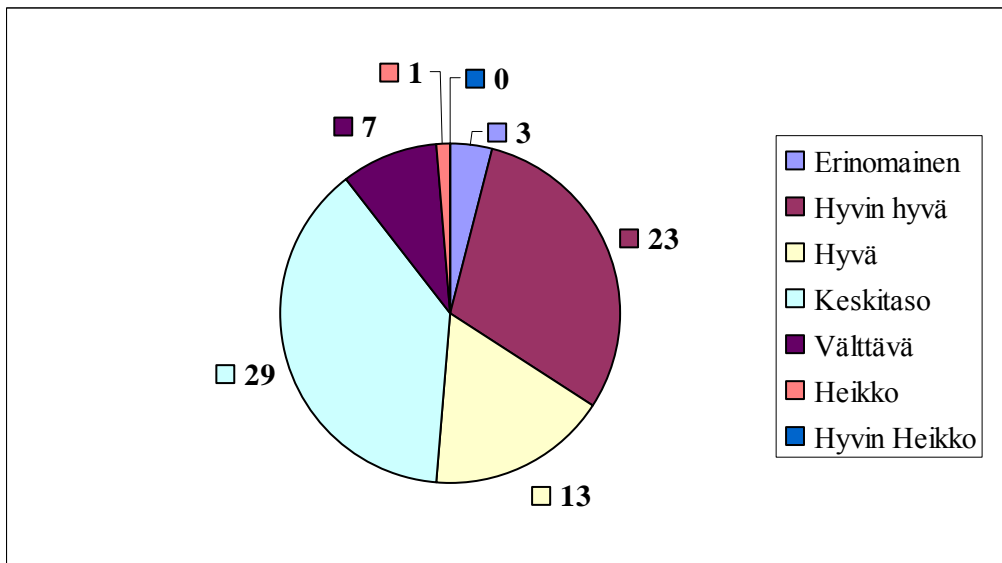
Vuonna 2003 vastaavasti

- 4% testattavista pääsi erinomaiseen kuntoluokkaan,
- 30% hyvin hyvään,
- 17% hyvään,
- 39% keskitasoon,

- 9% välttävään ja
- 1% heikkoon kuntoluokkaan (kuva 10 b., s. 42).



KUVA 10 a. Kuntoluokkajakauma vuonna 2002, kun n=76.



KUVA 10 b. Kuntoluokkajakauma vuonna 2003, kun n=76.

Liikuntatottumusten muutosta kysyttiin koehenkilöiltä toisen testikerran yhteydessä kyselykaavakkeella (liite 3). Ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin, miten testikutsun saaminen vaikutti liikuntatottumuksiin. 81 % vastaajista kertoi, ettei kutsun saamisella

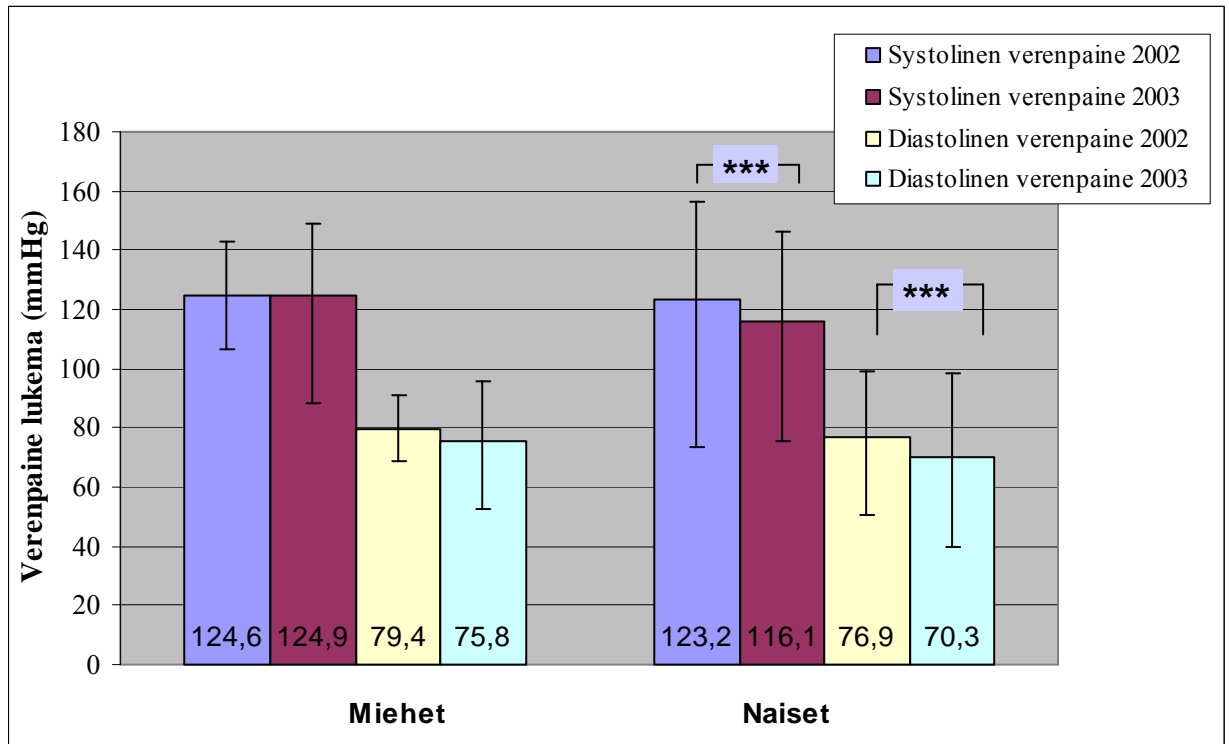
ollut mitään vaikutusta liikunnan määrään, 16 % kertoi lisänneen viikoittaista liikunnan määrää ennen kuin tulivat testattavaksi ja 3 % kertoi, että liikuntatottumukset vähenivät testikutsun saamisen jälkeen. Toinen kysymys käsitteli ensimmäisen testituloksen ja saatujen liikuntaohjeiden vaikutusta yksilöllisiin liikuntatottumuksiin. 70 % koehenkilöistä vastasi, ettei testauksella ollut minkäänlaista vaikutusta liikunnan määrään, kun taas 17 % koehenkilöistä lisäsi liikuntaa ja 7 % vähensi viikoittaista liikunnan määrää. Liikunnan määrän muutoksista kysyttiin kysymyksessä kolme. 77 % vastaajista kertoi, että liikuntatottumukset muuttuivat noin 1–2 tuntia viikossa, 18 % muutoksen tekijöistä lisäsi tai vähensi liikunnan määrää 3–4 h/vko ja 5 % (vain yksi koehenkilö) oli lisännyt liikuntaa 5–6 tuntia tai enemmän viikossa. Syitä liikuntatottumusten muutokseen sai vapaasti kirjoittaa avoimeen kysymykseen. Syitä liikuntatottumusten lisäämiseen olivat mm. kuntolaitteen hankinta kotiin, ensimmäisen kuntotestin huonohko tulos (x 4), liikunnasta innostuminen, laihduttaminen, puolison mukaan tuleminen liikuntaharrastuksiin, työmatkaliikunnan lisääminen (x 2), vuodenajan vaihtuminen ja säännöllisen liikunnan merkityksen ymmärtäminen (x 3) ja hyvä kunto, joka motivoi liikkumaan entistä enemmän. Liikuntatottumuksia vähensi taas työ ja koulutuksen viemä aika, kiire (x 4) ja sairastuminen.

5.2 Tärkeimmät terveydelliset muuttujat kuntotestitulosten tukena

Naisten ja miesten painoindeksit (=BMI) olivat pysyneet suurin piirtein samoina koko tutkimuksen ajan ($p_{\text{naiset}}=0,115$ ja $p_{\text{miehet}}=0,873$). Vuonna 2002 naisten painoindeksi oli $24,2 \pm 2,72$ ja miesten $26,1 \pm 4,60$. Vuonna 2003 naisten painoindeksi oli noussut hieman lukuun $24,4 \pm 2,59$ ja miesten oli edelleen $26,1 \pm 4,70$. Rasvaprosenteissa oli suuremmat muutokset ($p_{\text{naiset}}=0,828$ ja $p_{\text{miehet}}<0,0001$). Miehillä ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Naiset saivat vuoden 2002 arvokseen $31,6 \pm 4,92$ % ja miehet $23,0 \pm 4,78$ %. Vuonna 2003 vastaavat arvot olivat naisilla $34,2 \pm 4,64$ % ja miehillä $25,5 \pm 4,72$ %.

Verenpaine oli miehillä ensimmäisenä testausvuonna keskiarvoltaan 125/79 ja vuonna 2003 lukema oli 125/76. Naisilla muutos oli hieman isompi, sillä vuonna 2002

systolinen verenpaine oli 123 ja diastolinen 77, ja vuonna 2003 lukemat olivat 116/70. Kahdensuuntaisella t-testillä ei löydetty tilastollisia merkitsevyyksiä miesten verenpaineen välisistä muutoksista (miehet: $p_{\text{syst.}}=0,960$ ja $p_{\text{diast.}}=0,265$), mutta naisilla erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0,0001$) (kuva 11., s. 44).



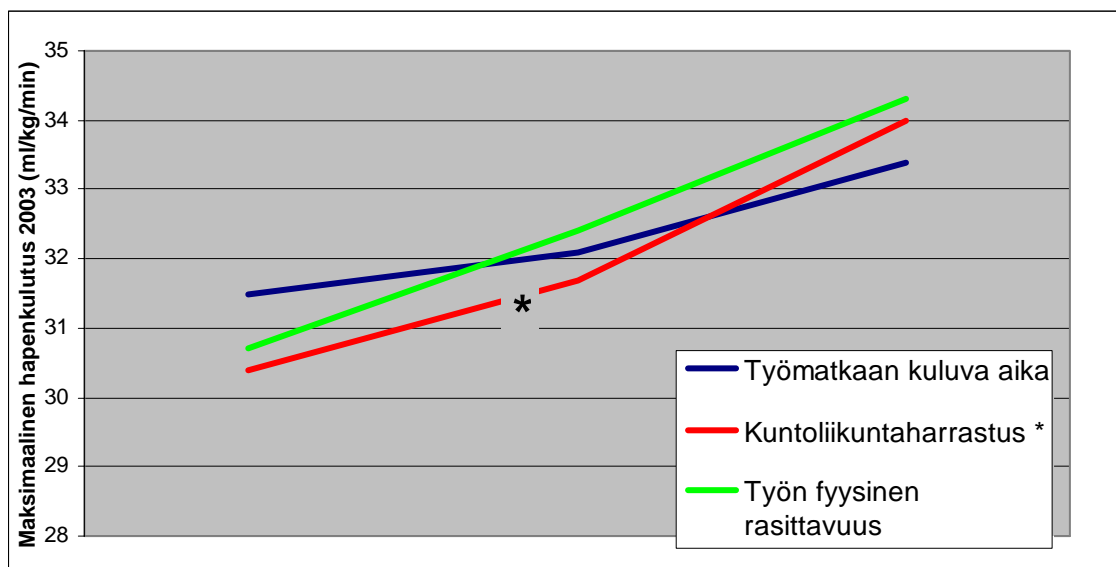
KUVA 11. Verenpaineessa tapahtuneet muutokset vuosien 2002 ja 2003 aikana. Naisilla erot olivat tilastollisesti erittäin merkitsevät $p < 0,0001$ (***) .

5.3 Yksilöllinen liikkuminen ennen testausta

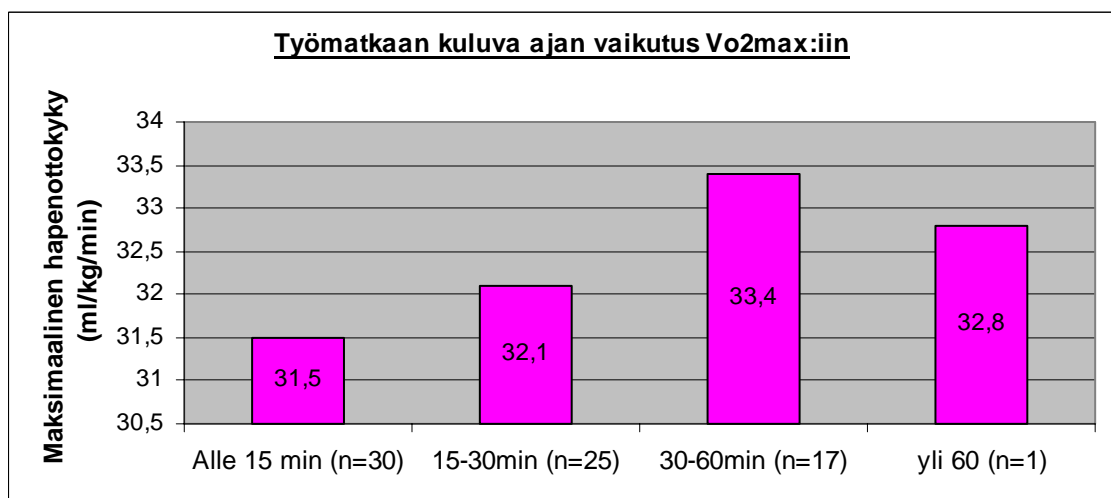
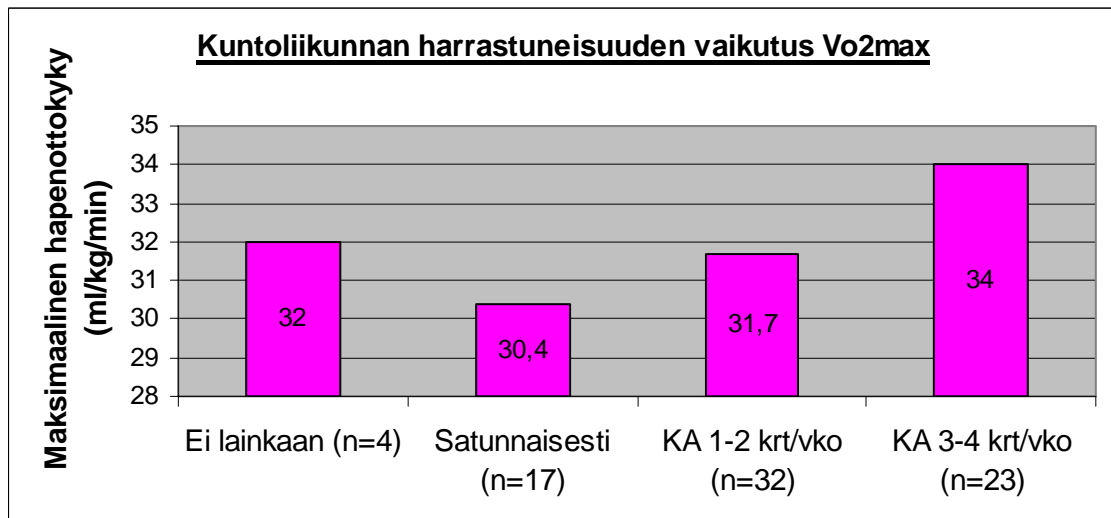
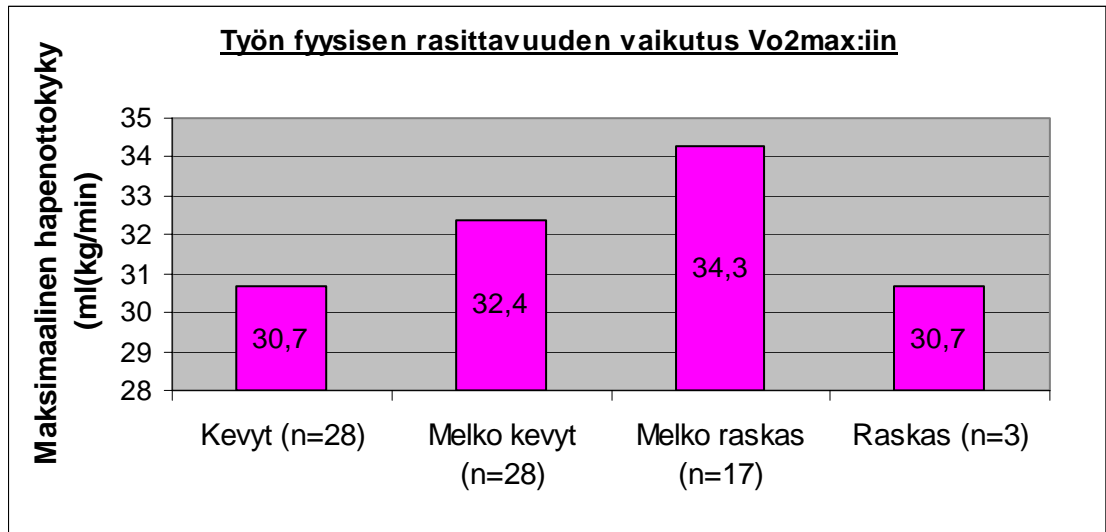
Henkilötietokaavakkeessa, jonka koehenkilöt olivat jo täyttäneet ennen testiin tuloa, kysyttiin omista työn fyysisyyden tuntemuksista, kuntoliikunnan harrastamisesta ja työmatkaliikuntaan kuluva ajasta (ks. kuva 12., s. 47). Työnteon kevyeksi ja melko kevyeksi tunsivat 36,8 % koehenkilöistä, melko raskasta se oli 22,4 % mukaan ja raskaaksi työn koki 3,9 % koehenkilöistä. Kuntoliikunnan harrastaminen luokiteltiin neljään kategoriaan: 5,3 % ei lainkaan harrastanut kuntoliikuntaa, 22,4 % harrasti kuntoliikuntaa satunnaisesti, 42,1 % harrasti kuntoliikuntaa keskimäärin 1–2 kertaa

viikossa ja 30,3 % vietti aikaa liikunnan parissa keskimäärin 3–4 kertaa viikossa. Työmatkaliikuntaan käytti aikaa 40,5 % koehenkilöistä alle 15 minuuttia, 33,8 % käytti siihen aikaa 15–30 minuuttia, 23,0 %:lla aikaa kului 30–60 minuuttia ja 1,4 % eli vain yksi koehenkilö kertoi työmatkaliikuntaan käyttävän aikaa päivittäin yli tunnin. Nämä muuttajat pysyivät samoina eri testikertojen välillä, vaikka ensimmäinen testi tehtiin syksyllä ja toinen mittauskerta oli keväällä.

Analysoitujen tulosten vaikutuksia verrattiin maksimaaliseen hapenkulutukseen. Pearsonin korrelaatiotestistä löydettiin tilastollisesti merkitsevä positiivinen yhteys kaikilla koehenkilöillä kuntoliikunnan harrastamisen ja maksimaalisen hapenkulutuksen välillä ($r = 0,227$) vuoden 2003 mittauksissa. Lisäksi Met-yksikön (vuonna 2003) ja maksimisykkeen (vuonna 2003) välillä oli kuntoliikunnan harrastuksen välillä merkitsevä positiivinen korrelaatio ($r = 0,228$ ja $r = 0,268$). Tuloksia ei analysoitu erikseen sukupuolten välillä, koska miehiä oli koehenkilöinä niin vähän, että tulokset eivät olisi kertoneet todellisia arvoja. Kun kuvaajat yhdistetään ja mukaan ei oteta ryhmiä, joissa on vähemmän kuin viisi henkilöä, nähdään kuvasta 11., kaikkien muuttujien yhteisvaikutus maksimaaliseen hapenkulutukseen. Kuvassa 12., (s. 47) nähdään muuttujien vaikutus maksimaalisen hapenottokykyyn. On huomioitava, että joissakin kohdissa koehenkilöitä on vain yksi tai muutama.



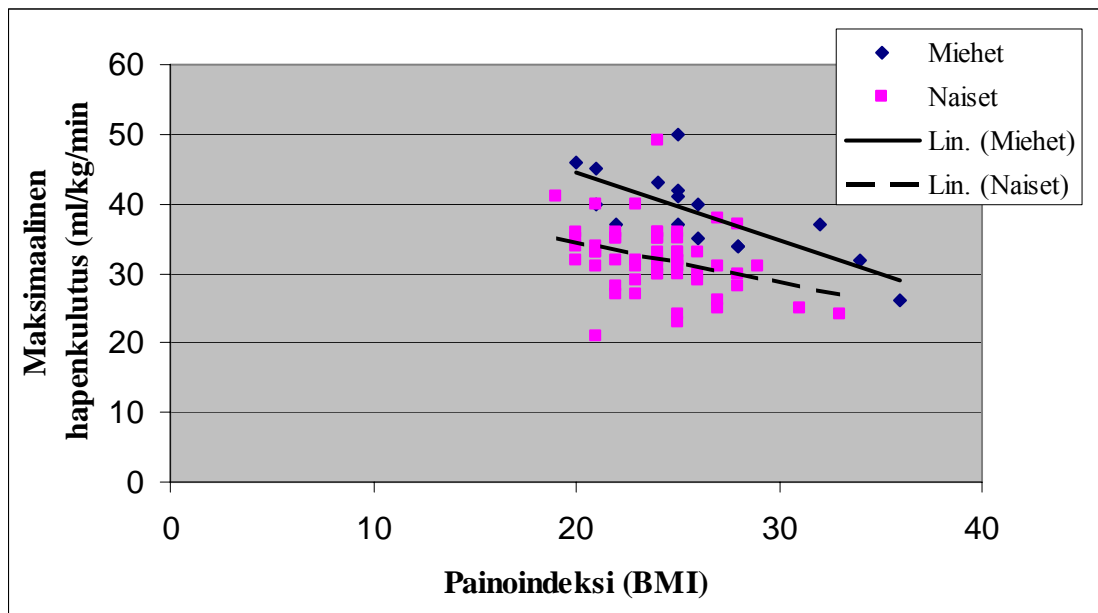
KUVA 11. Liikunnan harrastuneisuuden vaikutus maksimaaliseen hapenkulutukseen (2003). Kuntoliikunnan harrastuneisuudella ja VO₂max:lla on merkitsevä positiivinen korrelaatio, kun $r = 0,227$ (*).



KUVA 12. Yksilöllisen liikkumisen vaikutus maksimaalisen hapenottookykyyn (2003).

5.4 Terveysten liittyvien tekijöiden yhteydet kuntomuuttujiin

Muuttujien välisiä korrelaatioita tarkasteltaessa löydettiin Pearsonin korrelaatiotestillä negatiiviset merkitsevät yhteydet painoindeksiin ja maksimaalisen hapenottokyvyn väliltä vuonna 2002. Naisilla $r = -0,340$ ja miehillä $r = -0,748$ (ks. kuva 13.). Tämä tarkoittaa sitä, että mitä suurempi oli koehenkilön painoindeksi, sen pienemmän maksimaalisen hapenkulutusarvon hän sai. Myös vuoden 2003 vastaavilla muuttujilla tulokset olivat naisilla ja miehillä negatiivisesti merkitsevät, kun $r_{\text{naiset}} = -0,447$ ja $r_{\text{miehet}} = -0,726$.



KUVA 13. Painoindeksiin ja maksimaalisen hapenkulutuksen välinen korrelaatio vuonna 2002.

Samaa asiaa kuin kuva 13 osoitti myös rasvaprosentin ja maksimaalisen hapenkulutuksen välinen korrelaatio, joka oli naisilla negatiivisesti merkitsevä ja miehillä negatiivisesti merkitsevä vuonna 2003. Naisilla $r = -0,525$ ja miehillä $r = -0,561$. Vuotta aiemmin miehet saivat tilastollisesti negatiivisen merkitsevyyden, kun $r = -0,722$, mutta naisilla ero ei ollut merkitsevä.

6 POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia vaikuttaako testausinterventio 50-vuotiaiden Helsingin kaupungin työntekijöiden fyysisen kunnon kehitykseen ja aktivoiko testaukseen osallistuminen liikunnan harrastuneisuuden lisäämistä. Vastaavanlaisia, tietyn kaupungin sisällä tehtyjä, interventiotutkimuksia ei ole ennen tehty.

6.1 Fyysiseen kuntoon vaikuttavia tekijöitä

50-vuotiaiden kuntoilijamiesten maksimaalinen hapenkulutus on keskiarvoltaan noin 33–36 ml/kg/min ja samanikäisten kuntoilijanaisten keskiarvo on noin 26–29 ml/kg/min. Kun viitearvoja verrataan tähän tutkimukseen (ks. liite 5), huomataan, että vuonna 2002 sekä miehet että naiset ovat olleet hieman keskitasoa paremmassa fyysisessä kestävyyskunnossa kuin samanikäiset henkilöt yleensä. Vuonna 2003 molempien sukupuolten tulokset olivat laskeneet, mutta pysyivät edelleen hieman viitearvoja ylempänä. Huomioitavaa on, että naisten tulos oli laskenut tilastollisesti erittäin merkittävästi. Kun vertaillaan miesten ja naisten polkupyöräergometristin ja Polar OwnIndex-testin tuloksia toisiinsa, huomataan, että 50-vuotiailla miehillä arvot ovat suurin piirtein samanlaisia, mutta naisilla ero on jo huomattavan suuri; melkein jopa 9 ml/kg/min.

Syitä fyysisen kestävyyskunnan kehityksen laskuun on saattanut olla monia. Vuonna 2002 kuntotestaajia oli useita (~20 testaajaa) ja vuonna 2003 vain kaksi. Vuonna 2002 submaksimaalisessa polkupyörätestissä tehdyt määritykset ovat todennäköisesti vaihdelleet niin paljon, että testausmenetelmät eivät ole pysyneet samoina kuin vuonna 2003 käytetyt menetelmät, ja tämä on saattanut vaikuttaa tuloksiin. Näin ollen testaus ei ole ollut täysin toistettavissa oleva.

Psykologiset muuttujat ovat saattaneet vaikuttaa testitulosten hajontaan. Hunn ym. (2002) tutkivat testiä ennen koehenkilöiden innokkuuden ja persoonallisuuden vaikutusta arvioituun maksimaaliseen hapenkulutuksen hajontaan. Testitulokset osoittivat, että kaikkien koehenkilöiden raportoima innokkuus selitti 24 % ja polkemisessa käytetty energiankulutus 5 % submaksimaalisen polkupyörätestitulosten hajonnasta. Jos koehenkilö oli harrastanut pyöräilyä, selitti energiankulutus jopa 53 % tulosten hajonnasta. (Hunn ym. 2002). Edellä esitetyistä pyöräilyharrastus-tuloksesta päätellen olisi tutkimukseni tulosten suureen hajontaan osaltaan voinut vaikuttaa se, etteivät kaikki koehenkilöt olleet tottuneita pyöräilijöitä. He olisivat voineet saada tarkemman VO_{2max} -tulokset esimerkiksi submaksimaalisessa kävely- tai askellustestissä.

Tuloksia analysoitaessa on otettava huomioon myös se, että submaksimaalinen syke on voinut vaihdella päivittäin 2–8 % rasiustasosta riippuen, mihin ei tietenkään pystytä vaikuttamaan millään tavoin. Mittaukset tapahtuivat vuonna 2002 melko pitkän ajan sisällä (syyskuusta joulukuuhun). Tilastoja vääristää hieman se, että osa vuonna 2002 testatuista teki testin alkusyksystä ja osa alkutalvesta; toisille vuonna 2002 testatuille jäi aikaa kehittää fyysistä kestävyyskuntoaan seitsemän kuukautta ja toisille aikaa jäi vaan neljä kuukautta. Aluksi oletin, että vuodenajalla olisi ollut merkitystä maksimaaliseen hapenkulutukseen, sillä usein kesän jälkeen ihmiset ainakin kertovat liikkuvansa enemmän kuin talvisin, mutta koehenkilöitä haastatellessani ei kevään ja syksyn liikuntatottumuksista löytynyt eroja. Kuntoilijoille tehtyjä tutkimuksia, joissa tutkitaan vuodenajan vaihtelun merkityksestä VO_{2max} -arvoon, ei ole tehty.

Yksi suurimmista syistä fyysisen kunnon kehityksen laskuun on kuitenkin se, ettei koehenkilöille järjestetty minkäänlaista kontrollia testausten välillä. Näin ollen ensimmäisen testin jälkeen suurin osa jatkoi harjoittelua samalla tavalla kuin ennenkin. Myös avoimet kysymykset tukevat tätä, koska 70 % koehenkilöistä vastasi, ettei liikuntaohjeilla ollut minkäänlaista vaikutusta liikuntatottumuksiin. Ensimmäisen testin jälkeen olisi esimerkiksi voitu jakaa jonkinlaiset kuntokalenterit, joihin koehenkilö olisi merkinnyt päivittäisen liikuntamääränsä. Tämä olisi saattanut motivoida testattavia enemmän liikkumaan ja kehittämään enemmän fyysistä kestävyyskuntoaan. Etuna tässä tutkimuksessa on kuitenkin se, että nyt pystyttiin simuloimaan todellinen tilanne, sillä usein kuntoilijat menevät kuntotestiin vain esimerkiksi työpaikan järjestämän

”kuntoremontin” ja ”terveys-treffien” yhteydessä, eikä niissäkään seuranta ole useinkaan järjestetty.

Se, että koehenkilöt olivat jo vuonna 2002 viitearvoja paremmassa kunnossa, voi olla osoitus siitä, että tällaisiin kutsutestauksiin osallistuu yleensä kaikki sellaiset ihmiset, jotka itsekin arvioivat kuntonsa olevan keskikertainen tai sitä hieman parempi. Näin kaikkein huonokuntoisimmat, ja vastaavanlaisissa huippukuntoisimmat koehenkilöt jäivät testaamatta. On siis syytä pohtia seuraavissa vastaavissa tutkimuksissa, josko esimerkiksi työajan käyttö testiaikana olisi lisännyt koehenkilöiden osallistumismäärää. Etenkin miesten osallistumisprosentti oli niin alhainen, että tilastollisia merkitsevyyksiä oli vaikea saada näkyviin. Tarvitaan siis lisää tutkimuksia, joissa miehiä ja naisia olisi koehenkilönä yhtä paljon, jotta heidän tuloksia voitaisiin vertailla toisiinsa. Tosin niiden 92 koehenkilön, jotka eivät tulleet uusintatestaukseen, maksimaalinen hapenottokyky oli myös keskiluokkaa parempaa tasoa vuonna 2002 (miehet: 37,9 ml/kg/min ja naiset: 31,10 ml/kg/min). Arvot olivat kuitenkin hieman huonommat miehillä, mutta paremmat naisilla kuin uusintatestaukseen tulleiden koehenkilöiden VO_{2max} -keskiarvot (2002 miehet: 38,7 ml/kg/min ja naiset 32,1 ml/kg/min).

McClaran ym. (1998) tutkivat rajoittavatko pienemmät keuhkojen tilavuudet ja matalat maksimaaliset uloshengitystilavuudet hapenkulutuksenvastetta harjoittelussa. Tulokset kertoivat, että varsinkin hyväkuntoisilla naisilla pienet keuhkojen tilavuudet ja matalat maksimaaliset uloshengitysarvot rajoittivat raskaan harjoituksen aikana uloshengitystä ja kasvattivat hengitystiheyttä. Näin ollen se häiritsi ”hengitysvarastoa”, joka rajoittaa maksimaalista hapenkulutusta. Tässä tutkimuksessa ei pystytty arvioimaan, vaikuttiko edellä esitetty asia koehenkilöihin, koska käytetty testi oli epäsuora eikä hengityskaasuja pystytty arvioimaan tarpeeksi tarkasti. On kuitenkin syytä epäillä, että ihmisen koko vaikuttaa usein keuhkojenkin kokoon. Eli jos ihminen on suurikokoinen, on myös keuhkot yleensä suuret. Tämän takia keuhkojen tilavuudet ovat aina suhteutettava henkilön kokoon.

Polarin testitulokset erosivat suhteellisen paljon polkupyörätestin tuloksista. Polarin testi perustui melkein pelkästään sydämen sykkeen mittaamiseen ja maksimisykkeen arvioimiseen. On huomioitava, että harva kuntoilija tietää tarkan maksimisykkeensä, joten jo alkuasetuksissa saatettiin erehtyä, kun kaikilla koehenkilöillä käytettiin yleistä

”220 miinus ikä-kaavaa”. Robergs & Landwehr (2002) todistivat kuitenkin, että väestötasolla iän perusteella lasketut maksimisykkeet ovat luotettavia, mutta yksilötasolla vaihtelu on suuri. Olson ym. (1995) totesivat myös omassa tutkimuksessaan, että maksimisykkeen laskemisessa iän myötä on suurta yksilöllistä vaihtelua.

6.2 Terveydellisiin muuttujiin vaikuttavat tekijät

Vuonna tehdyssä 2002 submaksimaalisessa polkupyörätestissä tupakoitsijat saivat korkeammat maksimaaliset hapenkulutusarvot kuin tupakoimattomat ja tupakoimisen lopettaneet. Vuonna 2003 tilanne kääntyi enemmän toisia tutkimuksia tukevammaksi, sillä silloin tupakoimattomat saivat paremmat tulokset kuin tupakoitsijat. Tupakoimisen lopettaneet jäivät kuitenkin edelleen ryhmien vertailussa matalimpien arvojen saajiksi. Onko siis syytä epäillä, että tupakoimisen lopettaneet koehenkilöt pystyivät käyttämään parantuneesta verenkierrosta ja keuhkojen toiminnasta johtuen paremmin happea hyväkseen. Erot olivat kuitenkin kaikkien ryhmien välillä niin pienet, että kyseessä voi olla täysin hypoteettinen ajatus.

Muista terveydellisistä muuttujista, miesten ja naisten kehon paino ja painoindeksi eivät olleet vaihdelleet kovinkaan paljon testausten välillä. Verenpaineen arvot olivat koko testausprojektin aikana normaalilla tasolla eli 130/85. Verenpaine laski naisilla tilastollisesti erittäin merkitsevästi, mutta miehillä ei tapahtunut suurta muutosta. Yleisesti liikunta-aktiivisuuden kasvamisen on todettu alentavan verenpainetta, mutta yllättävää on, että naisten verenpaine-arvot laskivat, vaikka fyysisen kestävyyskunnan kehitys olikin laskenut. Syynä voi tietenkin olla mittajasta johtunut virhe. Toisaalta Kristal-Boneh ym. (1996) ovat todistaneet tutkimuksessaan, että terveillä miehillä päivittäinen verenpaine voi vaihdella vuodenajan ja lämpötilan mukaan. Korkeimmat verenpaineen arvot saadaan työpäivän keskellä talvikausina. (Kristahl-Boneh ym. 1996.) Vuodenajasta riippuvaa ja vaihtelevaa verenpainetta tavataan kuitenkin eniten vanhuksilla eli yli 64-vuotiailla (Corsonello ym. 2003). Myös harjoituksen aikana talvella mitattu diastolinen verenpaine on suurempi ($p < 0,0001$) kuin kesällä mitattu

(Kristahl-Boneh ym. 1997.) Näin ollen lomakautta lähenevillä koehenkilöillä olisi syksyn työjakson alkaessa matalampi verenpaine jo ilman liikunnan vaikutustakin.

Rasvaprosentin hajonnan tuloksia tutkiessa tulee huomioida, että aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että bioimpedanssi voi yliarvioida jopa 2,3 % rasvaprosenttia vedenalaispunnituksen tulokseen verrattuna, jos koehenkilö on nauttinut runsaasti nestettä ennen mittausta (Saunders ym. 1998). Koehenkilöiden etukäteisinformaation toteutumista ei pystytty täydellisesti seuraamaan, mikä saattoi aiheuttaa suuret hajonnat ja muutokset rasvaprosenteissa.

Koska T-Ware-ohjelma arvioi koehenkilöiden maksimaalista hapenkulutusta, arvioi ohjelma myös VO_{2max} :in lisäksi polkemisen maksimitehot. Kun tutkimuksessani maksimaaliset hapenkulutuservot laskivat vuoteen 2003 mennessä, laski myös polkemisen maksimaaliset tehot. Naisilla tämä ero oli tilastollisesti merkitsevä. Kun vertailtiin T-ware-ohjelmasta saatua statusarvoa, joka perustui MET-yksiköihin, huomattiin, että vuonna 2002 helsinkiläiset, vuonna 1952 syntyneet koehenkilöt, saivat keskiarvokuntoluokakseen hyvän. Vuonna 2003 kuntoluokka oli enää keskinkertainen. Jälleen voidaan todeta, että fyysinen kestävyyskunto aleni.

6.3 Yksilölliseen liikkumiseen vaikuttavat tekijät

Yksilölliseen liikkumiseen vaikuttavat tekijät antoivat erittäin hyvän kuvan siitä, miten oma vapaaehtoinen hyötyliikunta vaikuttaa fyysiseen kuntoon. On huomioitava jo todistettu väite siitä, että ne henkilöt, jotka liikkuvat vapaa-ajallaan aktiivisimmin, ovat fyysisesti myös paremmassa kunnossa. Todennäköisesti myös nämä henkilöt jatkavat fyysisesti aktiivista elämäntapaa. Hirvensalon ym. (2000) tutkimuksessa selvitettiin fyysisen aktiivisuuden säilymistä 65–84-vuotiailla miehillä ja naisilla. Tulokset osoittivat, että aikaisempi runsas fyysinen aktiivisuus ennusti myöhemmin elämässä runsasta fyysistä aktiivisuutta. Lisäksi naisilla aiemmin (40–64-vuotiaina) harrastettu virkistys- ja kuntoliikunta ennusti kolme kertaa suurempaa todennäköisyyttä kuulua

fyysisesti erittäin aktiiviseen ryhmään vielä vanhanakin. Jos näitä tuloksia vertaa Cunningham:n ym. (1987) tuloksiin, voidaan arvioida, että vain 30 % tästä koehenkilöryhmästä pystyy vähentämään itsenäisen elämisen avuntarvetta 50 %, ja lisäämään itsenäisesti elämisen pituutta ilman apua noin 2–3 vuotta.

Vapaa-ajan kuntoliikunnan harrastamisella on myös suuria vaikutuksia yksilön terveyteen, kuten Haapanen ym. (1997) ja Rauramaa ym. (1995) todistivat. Tutkimukset selvittivät vapaa-ajalla harrastetun liikunnan määrän vaikutuksia sepelvaltimotaudin, hypertension ja diabeteksen syntymiseen. Tulokset todistivat, että mitä enemmän yksilö käyttää aikaa kuntoliikunnan harrastamiseen, sitä pienempi riski on sairastua edellä mainittuihin sairauksiin. Lisäksi vapaa-ajan kuntoliikunnan on todistettu vähentävän jatkuvaa väsymystä. Ne henkilöt, jotka liikkuvat vain 20 minuuttia enemmän viikossa kolmen kuukauden ajan, saivat jo paremmat tulokset kuin vähemmän liikkuneet ihmiset. (Eriksen & Bruusgaard 2004.) Tämän tutkimuksen tuloksista voi päätellä, että kuntoliikunnan harrastamisella on merkittäviä vaikutuksia hyvään fyysiseen kuntoon. Näin ollen esimerkiksi työpaikkojen ja työnantajien tulisi ottaa huomioon etenkin työn ulkopuolella harrastetun kuntoliikunnan mahdollisuudet nykyistä paremmin ja järjestää työkäisille esimerkiksi kuntoliikuntakerhoja, jakaa liikuntalippuja tai antaa liikuntarahaa jne. Se, että ihmiset eivät enää vanhetessa harrasta vapaa-ajallaan liikuntaa, voi johtua Crombie:n ym. (2004) mukaan siitä, että ihmisillä on vääristynyt kuva hapenkulutusta parantavan liikunnan määrästä ja tehokkuudesta. Tällöin ihmisten määrä- ja tehokkuuskäsitykset ovat liian korkealla. Tästä johtuen etenkin vanhempia ihmisiä tulisi kannustaa liikkumaan ja heille tulisi kertoa jo vähäisenkin liikuntamäärän edut.

Vastaavia tuloksia antaa myös työmatkaan käytetyn liikunnan ajan pituus: mitä pitempi työmatkaan käytetty liikunnan ajan pituus oli, sitä paremmassa fyysisessä kunnossa koehenkilöt olivat. Työn fyysisellä raskaudella oli myös selkeästi vaikutuksia maksimaaliseen hapenkulutukseen. Mitä fyysisemmältä työ työntekijöiden mukaan tuntui, sitä parempi fyysinen kunto heillä oli. Tulokset osoittavat, että kevyttä työtä tekevien tulee liikkua vapaa-ajallaan enemmän kuin fyysisesti raskasta työtä tekevien. Toisaalta raskasta fyysistä työtä tekevien fyysisen kunnan lähtötaso on kevyttä työtä tekeviin ihmisiin verrattuna parempi, joten raskaan työn tekijät joutuvat ponnistelemaan vielä enemmän pystyäkseen kehittämään fyysistä kuntoa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tämän tutkimuksen tulokset osoittavat, että keski-ikäisten liikuntatottumuksiin ei pystytä vaikuttamaan pelkästään testausinterventio avulla. Testausinterventiolla ei myöskään näin ollen pystytä kehittämään työikäisten ihmisten fyysistä kuntoa. Tutkimuksen mukaan pelkkä testaus ei riitä muuttamaan keski-ikäisten liikuntatottumuksia, mutta jättää avoimeksi, voiko säännöllinen testaus, sen seuranta ja mahdollinen yrityksen osallistuminen liikunnan lisäämiseen ja sen mahdollisuuksiin motivoida keski-ikäisiä liikkumaan nykyistä enemmän

Tutkimustulokset osoittavat myös kuinka tärkeä vapaa-ajan kuntoliikunta on fyysiselle kunnolle ja sen kehitykselle. Tuloksista ei pystytä päättämään kuitenkaan sukupuolten välisiä eroja tarkasti, sillä tutkimukseen osallistui liian vähän miehiä, jotta olisi voitu saada merkitseviä eroja sukupuolten välille. On kuitenkin selvää, että Helsingin kaupungin työntekijöistä naiset ovat kiinnostuneempia fyysisen kuntonsa tilasta kuin miehet.

Vastaavanlaisia tutkimuksia tehtäessä, tulee huomioida paremmin kontrolliryhmä, vaikka tässä tutkimuksessa tehty toinen interventio antaakin luotettavan tuloksen. Koehenkilöt eivät pystyneet muuttamaan liikuntatottumuksiaan vain tutkimuksen ajaksi, koska koehenkilöt eivät tienneet toisesta uusintatutkimuksesta ensimmäiseen kuntotestaukseen osallistuessaan. Näin ollen saatiin todellinen testaus tilanne. Toisaalta säännöllinen testaus voikin motivoida keski-ikäisiä liikkumaan enemmän.

LÄHTEET

- American College of Sports Medicine, ACSM (2000). Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Sixth edition. Lea & Febiger, Philadelphia
- Ashe, M. C., Scroop, G. C., Frisken, P. I., Amery, C. A., Wilkins, M. A. & Khan, K. M. (2003). British Journal of Sports Medicine, 37, 441-444
- Barrett-Connor, E. & Palinkas, L. A. (1994). Low blood pressure and depression in older men: A population based study. British Medical Journal 308: 446-449
- Bassett, D.R. jr. & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. Medicine & Science in Sports & Exercise, 32, 1, 70-84
- Bassett, D R. jr. & Howley, E. T. (1997). Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints. Medicine & Science in Sports & Exercise, 29, 5, 591-603
- Bearden, S. E. & Moffatt, R. J. (2001). VO₂ and heart rate kinetics in cycling: transitions from an elevated baseline. Journal of Applied Physiology, 90, 2081-2087
- Blumenthal, J. A., Emery, C. F., Madden, D. J., George, L. K., Coleman, R. E., Riddle, M. W., McKee, D. C., Reasoner, J. & Williams, R. S. (1989). Cardiovascular and Behavioral Effects of Aerobic Exercise Training in Healthy Older Men and Women. Journal of Gerontology, 44, 5, M147-M157
- Bodner, G. M (1986). The tricarboxylic acid (TCA), citric acid, Krebs cycle. Journal of Chemical Education, 63, 673-677
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. Medicine and Science in Sports and Exercise, 14, 5, 377-381
- Bouchard, C. (2001). Physical Activity and Health : Introduction to the Dose-Response Symposium. Medicine & Science in Sports & Exercise, 33, 6, S347-S350
- Bouchard, C. & Shephard, R. J. (1994). Physical activity, Fitness and Health. Champaign IL: Human Kinetics Books

- Böning, D., Gönen, Y. & Maassen, N. (1984). Relationship Between Work Load, Pedal Frequency, and Physical Fitness. *International Journal of Sports Medicine*, 5, 2, 92-97
- Corsonello, A., Incalzi, R. A., Pedone, C., Corica, F., Mazzei, B., Carosella, L., Perticone, F & Carbonin, G. (2003). Seasonal hypertension: a clue to explain the high prevalence of unrecognized hypertension in the elderly?. *Aging-Clinical & Experimental Research*, 15, 4, 296-300
- Crombie, I. K., Irvine, L., Williams, B., McGinnis, A., Slane, P., Alder, E. & McMurdo, M. (2004). Why older people do not participate in leisure time physical activity: a survey of activity levels, beliefs and deterrents. *Age and Aging*, 33, 287-292
- Cunningham, D. A., Rechnitzer, P. A., Howard, J. H. & Donner, A. P. (1987). Exercise Training of Men at Retirement: A Clinical Trial. *Journal of Gerontology*, 42, 1, 17-23
- Cumming, G. R. & Borosyk, L. M. (1972). Criteria for maximum oxygen uptake in men over 40 in a population survey. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 14, 18-22
- Dempsey, J. A., Hanson, P. & Henderson, K. (1984). Exercise-induced arterial hypoxemia in healthy humans at sea-level. *Journal of Physiology*, 355, 161-175
- Di Bello, V., Lattanzi, F., Picano, E., Talarico, L., Caputo, M., T., Di Muro, C., Santoro, G., Lunardi, M., Distante, A. & Giusti, C. (1993). Left ventricular performance and ultrasonic myocardial quantitative reflectivity in endurance senior athletes: An echocardiographic study. *European Heart Journal*, 14, 358-363
- Elveback, L. & Lie, J. T. (1984). Combined high incidence of coronary artery disease in Olmsted County, Minnesota, 1950-1979. *Circulation*, 70, 345-349
- Eriksen, W. & Bruusgaard, D. (2004). Do physical leisure time activities prevent fatigue? A 15 month prospective study on nurses' aides. *British Journal of Sport Medicine*, 38, 331-336
- Eskurza, I., Donato, A. J., Moreau, K. L., Seals, D. R. & Tanaka, H. (2002). Changes in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained women: 7 years follow-up. *Journal of Applied Physiology*, 92, 2303-2308

- Fleg, J. L. & Lakatta, E. G. (1988). Role of muscle loss in the age-associated reduction in $\text{VO}_{2\text{max}}$. *Journal of Applied Physiology*, 33, 805-807
- Foster, V. L., Hume, G. J. E., Dickinson, A. L., Chatfield, S. J. & Byrnes, W. C. (1986). The reproducibility of $\text{VO}_{2\text{max}}$, ventilatory, and lactate thresholds in elderly women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 18, 4, 425-430
- Gilliam, T. B. (1981). Physical activity patterns as determined by heart rate monitoring in 6-7 year-old children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 13, 65-67
- 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, 3, 147-152
- Grant, J. A., Joseph, A. N. & Campagna, P. D. (1999). The Prediction of $\text{VO}_{2\text{max}}$: A comparison of 7 indirect tests of aerobic power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 4, 346-352
- Greiwe, J. S., Kaminsky, L. A., Whaley, M. H. & Dwyer, G., B. (1995). Evaluation of the ACSM submaximal ergometer test for estimating $\text{VO}_{2\text{max}}$. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27, 9, 1315-1320
- Haapanen, N., Miilunpalo, S., Vuori, I., Oja, P. & Pasanen, M. (1997). Association of leisure time physical activity with the risk of coronary heart disease, hypertension and diabetes in middle-aged men and women. *International Journal of Epidemiology*, 26, 4, 739-747
- Hartung, G. H., Krock, L. P., Grandall, C. G., Bisson, R. U., Myhre, L. G. (1993). Prediction of Maximal Oxygen Uptake from Submaximal Exercise Testing in Aerobically Fit and Nonfit Men. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 64, 735-740
- Hawkins, S. A. & Wiswell, R. A. (2003). Rate and Mechanism on Maximal Oxygen Consumption Decline with Aging. *Sports Medicine*, 33, 12, 877-888
- Hunn, H. M., Lapuma, P. T. & Holt, D. T. (2002). The influence of pre-test anxiety, personality and exercise on $\text{VO}_{2\text{max}}$ estimation. *Journal of Exercise Physiology*, 5, 1, 5-14
- Hill, A. V. & Lupton, H. (1923). Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilization of oxygen. *Quarterly Journal of Medicine*, 16, 135-171

- Hintzy, F., Belli, A., Grappe, F & Rouillon, J. D. (1999). Optimal pedalling velocity characteristics during maximal and submaximal cycling in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 19, 426-432
- Hirvensalo, M., Lintunen, T. & Rantanen, T. (2000). The Continuity of Physical Activity a retrospective and Prospective Study Among Older People. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 10, 37-41
- Hollyszy, J. O. & Coyle, E. F. (1984). Adaptions of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic cosequences. *Journal of Applis Physiology*, 56, 831- b838
- Honig, C. R., Connett, R. J. & Gayeski T. E. J. (1992). O₂ transport and its interaction with metabolism; a systems view on aerobic capasity. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 24, 1, 47-53
- Hu, F. B. (2002). Optimal Diets for prevention Coronary Heart Disease. *JAMA*, 288, 2569-2578
- Huang, Y., Macera, C. A., Blair, S. N., Brill, P. A., Kohl III, H. W. & Kronenfeld, J. J. (1998). Physical fitness, physical activity, and functional limitation in adults aged 40 and older. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 30, 9, 1430-1435
- Howley, E. T. (2001). Tyoe of Activity: Resistance, Aerobic, and Leisure versus Occupational Physical Activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 6, S364-S369
- Howley, E. T., Bassett , D. R. jr. & Welch, H. G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 27, 9, 1292-1301
- Ilmarinen, J. (1991). Ikääntyminen ja työn fyysinen kuormittavuus. *Gerontologia*, 5, 53-64
- Issekutz, B. jr., Birkhead, N. C. & Rodahl, K. (1962). Use of Respiratory Quotiens in Assessment of Aerobic Work Capasity. *Journal of Applied Physiology*, 17, 1, 47-50
- Kang, J., Chaluopka, D. C., Mastrangelo, M. A., Biren, G. B. & Robertson, R. J. (2001). Physiological comparisons among three maximal treadmill exercise protocols in trained and untrained individuals. *European Journal of Applied Physiology* , 83, 291-295

- Kiens, B., Éssen-Gustavsson, B., Christensen, N. J. & Saltin, B. (1993). Skeletal Muscle Substrate Utilization during Submaximal Exercise in Man: Effect of Endurance Training. *Journal of Physiology*, 469, 459-478
- Klissouras, V., Pirnay, F. & Petit, J-M. (1973). Adaptation to maximal effort: genetics and age. *Journal of Applied Physiology*, 35, 2, 288-293
- Klissouras, V. (1971). Heritability of Adaptive Variation. *Journal of Applied Physiology*, 31, 3, 338-344
- Kristahl-Boneh, E., Froom, P., Harari, G., Silber, H. & Ribak, J. (1997). Exercise blood pressure changes between seasons. *Blood Pressure Monitoring*, 2, 5, 223-227
- Kristahl-Boneh, E., Harari, G., Green, MS. & Ribak, J. (1996). Summer-winter variation in 24 h ambulatory blood pressure. *Blood Pressure Monitoring*, 1, 2, 87-94
- Lakatta, E., G. (1993). Deficient neuro-endocrineregulation of the cardiovascular system with advancing age in healthy humans. *Circulation*, 87, 631-636
- Lakka, T. A., Laukkanen, J. A., Rauramaa, R. Salonen, R., Lakka, H-M., Kaplan, G., Salonen, J. T. (2001). Cardiorespiratory Fitness and the Progression of Carotid Atherosclerosis on Middle-Aged Men. *Annals of Internal Medicine*, 134, 12-20
- LaMonte, M. J., Eisenman, P. A., Adams, T., Shultz, B. B., Ainsworth, B. E. & Yanowitz, F. G. (2000). Cardiorespiratory Fitness and Coronary Heart Disease Risk Factors: the LDS Hospital Fitness Institute Cohort. *Circulation*, 102, 14, 1623-1628
- Lewis, S. F., Taylor, W. F., Graham, R. M., Pettinger, W. A., Schutte, J. E. & Blomqvist, C. G. (1983). Cardiovascular responses to exercise as function of absolute and relative work load. *Journal of Applied Physiology*, 54, 5, 1314-1323
- Liedl, M. A., Swain, D. P. & Branch, J. D. (1999). Physiological effects of constant versus variable power during endurance cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31, 10, 1472-1477
- Lucia, A., Rivero, J-L. L., Pérez, M., Serrano, A. L., Calbet, J. A. L., Santalla, A. & Chicharro, J. L. (2002). Determinants of VO₂ kinetics at high power outputs during a ramp exercise protocol. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34, 2, 326-331

- MacRae, H. S-H., Dennis, S. C., Bosch, A. N. & Noakes, T. (1992). Effects of training on lactate production and removal during progressive exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 72, 5, 1649-1956
- Madroukas, K., Angelopoulou, N., Christoulas, K. & Vrabas, I. S. (2000). Cardiorespiratory and metabolic responses during straight and bent knee cycling. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40, 145-149
- Magel, J. R. & Faulkner, J. A. (1967). Maximum oxygen uptakes of college swimmers. *Journal of Applied Physiology*, 22, 5, 929-938
- Malmberg, J. J., Miilunpalo, S. I., Vuori, I. M., Pasanen, M. E., Oja, P., Haapanen-Niemi, N., A. (2002). A Health-Related Fitness and Functional Performance Test Battery for Middle-Aged and Older Adults: Feasibility and Health-Related Content Validity. *Archives Physical Medicine Rehabilitation*, 83, 666-677
- McArdle, W., Katch, F. & Katch V. (1996). *Exercise Physiology*. Fourth edition. Williams & Wilkins.
- McClaran, S. R., Harms, C. A., Pegelow, D. F. & Dempsey, J. A. (1998). Smaller lungs in women affect exercise hyperpnea. *Journal of Applied Physiology*, 84, 6, 1872-1881
- Noakes, T. D. (1998). Maximal oxygen uptake: "classical" versus "contemporary" viewpoints: a rebuttal. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 9, 1381-1398
- Olson, M., Williford, H., Blessing, D., Wilson, G. & Halpin, G. (1995). A test to estimate $\text{VO}_{2\text{max}}$ in females using aerobic dance, heart rate, BMI, and age. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 35, 159-168
- Paffenbarger, R., S. jr., Kambert, J. Lee, I-Min, Hyde, R. T., Leung, R. T. & Wing, A. L. (1994). Changes in physical activity and other lifeway patterns influencing longevity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26, 7, 857-865
- Pérusse, L. (1989). Genetic And environmental influences on level of habitual physical activity and exercise participation. *American Journal of Epidemiology*, 129, 1023
- Pollock, M. L., Foster, C., Knapp, D., Rod, J. L. & Schmidt, H. (1987). Effects of age and training on aerobic capacity and body composition of master athletes. *Journal of Applied Physiology*, 62, 725- 731

- Powers, S. K., Lawler, J., Dempsey, J. A., Dodd, S. & Landry, G. (1989). Effects of incomplete pulmonary gas exchange of VO_{2max} . *Journal of Applied Physiology*, 66, 2491-2495
- Rauramaa, R. & Leon, A. S. (1996). Physical activity and risk of cardiovascular disease in middle-aged individuals. *Sports Medicine*, 22, 2, 65-69
- Rauramaa, R., Tuomainen, P., Väisänen, S. & Rankinen, T. (1995). Physical Activity and Health-related Fitness in middle-aged men. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 27, 5, 707-712
- Robergs, R. A. & Landwehr, R. (2002). The surprising history of the "HR max= 220-age" equation. *Journal of Applied Physiology*, 5, 2, 1-10
- Rowland, T. W. (1993). Does peak VO_2 reflect VO_{2max} in children? evidence from submaximal testing. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 25, 6, 689-693
- Ruuskanen, J. (1990). Liikuntakäyttäytyminen ja sen yhteydet elämäntapaan, terveydentilaan ja itse arvioituun toimintakykyyn. Jyväskylän yliopisto. Liikuntakasvatuksen laitos: lisensiaattitutkimus
- Saunders, M. J., Blevins, J. E. & Broeder, C. E. (1998). Effects of hydration changes on bioelectrical impedance in endurance trained individuals. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 30, 6, 885-892
- Schiller, B., Casas, Y., Desouza, C. & Seals, D. (2001). Maximal aerobic capacity across age in healthy hispanic and caucasian women. *Journal of Applied Physiology*, 91, 1048-1054
- Schulman, S. P., Lakatta, E. G., Fleg, J. L., Lakatta, L., Becker, L. C. & Gerstenblith, G., (1992). Age-related decline in left ventricular filling at rest and exercise. *American Journal of Physiology*, 263: H1932-H1938
- Seals, D. R., Monahan, K. D., Bell, C., Tanaka, H. & Jones, P. P. (2001). The Aging Cardiovascular System: Changes in Autonomic Function at Rest and in Response to Exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11, S189-S195
- Sesso, H. D., Paffenbarger, R. S., Ha, T. & Lee, I-Min (1999). Physical activity and cardiovascular disease risk in middle-aged and older women. *American Journal of Epidemiology*, 150, 4, 408-416
- Shephard, R. (1997). Aging, physical activity and health. Champaign, IL: Human Kinetics

- Sidney, K. H. & Shephard, R. J. (1977). Maximum and submaximum exercise tests in men and women in the seventh, eighth, and ninth decades of life. *Journal of Applied Physiology*, 43, 280-287
- Skinner, J. S., Gaskill, S. E., Rankinen, T., Leon, A. S., Rao, D. C., Wilmore, J. H. & Bouchard, C. (2003). Heart Rate versus %VO_{2max} : Age, Sex, Race, Initial Fitness, and Training Response –HERITAGE. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, 11, 1908-1913
- Swain, D. P. & Wright, R. L. (1997). Prediction of VO_{2peak} from submaximal cycle ergometry using 50 versus 80 rpm. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29, 2, 268-272
- Takishima, T., Shindoh, C, Kikuchi, Y., Hida, W. & Inoue, H. (1990). Aging effect on oxygen consumption of respiratory muscles in humans. *Journal of Applied Physiology*, 64, 14-20
- Talbot, L., Metter, J. & Fleg, J. (2000). Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18-95 years old. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32, 3, 417-425
- Taylor, J. A., Hand, G. A., Johnson, D. G. & Seals, D. R. (1992). Sympathoadrenal-circulatory regulation of arterial pressure during orthostatic stress in young and older men. *American Journal of Physiology*, 263, 5, 2, R1147-1155
- Tesch, P. A. (1985). Exercise performance and beta-blockade. *Sports Medicine*, 2, 389-412
- Topin, N., Mucci, P., Hayot, M., Prefaut, C. & Ramonatxo, M. (2003). gender Influence on the Oxygen Consumption of the Respiratory Muscles in Young and Older healthy Individuals. *Internation Journal of Sports Medicine*, 24, 559-563
- Tomlin, D. L. & Wenger, H. A. (2001). The Relationship Between Aerobic Fitness and Recovery from High Intensity Intermittent Exercise. *Sports Medicine*, 31 (1),1-11
- Vogel, J. A. (1986). An Analysis on Aerobic Capacity in a Large United States Population. *Journal of Applied Physiology*, 60, 494-500

- Von Döbeln, W., Åstrand, I. & Bergström, A. (1967). An analysis of age and other factors related to maximal oxygen uptake. *Journal of Applied Physiology*, 22, 5, 934-938
- Wagner, D. R. & Heyward, V. H. (1999). Techniques of body composition assessment: A review of laboratory and field methods. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70, 2, 135-149
- Wannamethee, S. G. & Shaper, A. G. (2001). Physical Activity in the Prevention of Cardiovascular Disease: An Epidemiological Perspective. *Sports Medicine*, 31, 2, 101-114
- Washburn, R. A. & Seals, D. R. (1984). Peak oxygen uptake during arm cranking in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 56, 954
- 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 & Science in Sports & Exercise*, 24, 10, 1773-1779
- Wilmore, J. H. (2003). Aerobic Exercise and Endurance. *Physician & Sportsmedicine*, 31, 5, 45-51
- Wilmore, J. H. (2001). Dose-response: variation with age, sex, and health status. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33, 6, S622-S634
- Åstrand, P-O. & Saltin, B. (1961) a. Maximal oxygen uptake during the first minutes of heavy muscular exercise. *Journal of Applied Physiology*, 16, 6, 971-976
- Åstrand, P-O. & Saltin, B. (1961) b. Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity. *Journal of Applied Physiology*, 16, 6, 977-979

LIITTEET

LIITE 1: Kutsu



HELSINGIN KAUPUNGINKANSLIA
Henkilöstöosasto

KUTSU

21.3.2003

SINÄ VUONNA 1952 SYNTYNYT KAUPUNGIN TYÖNTEKI- JÄ Tervetuloa maksuttoman kestävyyskunto- testin uusintatestaukseen

Vuonna 1952 syntyneille helsinkiläisille naisille ja miehille järjestettiin maksuton kuntotesti vuoden 2002 syys-joulukuussa.

Helsingin kaupungin liikuntaviraston henkilöstöliikunta tarjoaa **maksuttoman uusintatestauksen**, niille Helsingin kaupungin työntekijöille, jotka osallistuivat kuntotestaukseen vuoden 2002 syys-joulukuussa. Polkupyöräergometritestin lisäksi kestävyyskunto mitataan nyt myös viiden minuutin Polar-leposyketestillä.

Testiä varten tulee varata aikaa noin tunnin verran ja testituloksen palautteineen saat saman tien. Lisäksi tarjoamme tietoa kuntosi kehittämisestä sitten viime testauksen. Voit saada tietoa myös henkilöstöliikunnan uusista palveluista ja muista liikunnan harrastusmahdollisuuksista Helsingissä.

Testiin tullessasi ota mukaasi asianmukaiset varusteet, verryttelyasu ja jalkineet pyöräilyä varten sekä peseytymisvälineet.

Ilmoittaudu testiin puhelimitse numeroihin 310 87822 ja 310 87821 tai jätä viesti vastaajaan ja varaa itsellesi sopiva testiaika huhti - toukokuussa.

Testiin ilmoittautumiset 11.4.2003 mennessä.

Testit tehdään kahdessa liikuntaviraston toimipisteessä;
- Yrjönkadun uimahallissa, Yrjönkatu 21 b, 00100 Helsinki
- Itäkeskuksen uimahallissa, Olavinlinnantie 6, 00900 Helsinki

TÄRKEÄTÄ:

Täytä kirjeen mukana lähetetty kyselylomake valmiiksi jo ennen testiin tuloasi.

Helsingin kaupungin liikuntavirasto ei ole vakuuttanut testattaviaan.

Muistathan, ettemme suorita testiä mikäli teillä tällä hetkellä on jokin kyselylomakkeessa mainituista sairauksista, tiloista tai niihin liittyen lääkitys tai hoito meneillään.

Tervetuloa

Martti Asunmaa
henkilöstöjohtaja

Lisätietoja testistä ja siihen liittyvistä asioista saat henkilöstöliikuntakonsulteilta puhelimitse Teijo Korva 310 87722 ja Kaisa Laine 310 878 ja teijo.korva@hel.fi ja kaisa.mari.laine@hel.fi.

LIITE 1 Kyselylomake

C:\temp\MV5\uusintatestausliv.doc

Postiosoite	Käyntiosoite	Puhelin	Faksi	Tilinro	Ly-tunnus
PL 1	Pohjoisesplanadi 15-17	+358 9 1691	+358 9 169 2411	800012-62637	0201256-6
00099 HELSINGIN KAUPUNKI	Helsinki 17		+358 9 169 2412		Alv.nro
Kaupunginkanslia@hel.fi	http://www.hel.fi/kkansli/				F102012566

LIITE 2: Kyselylomake

LIITE 2 ELSINGIN KAUPUNKI
LIIKUNTAVIRASTO



Liikunnanohjausosasto

IKÄLUOKKATESTAUKSEN KYSELYLOMAKE

Henkilötiedot		Testaaja täyttää	
Suku- ja etunimet	Syntymäaika	Paino	Pituus
		BMI	Rasva %
		Verenpaine	/
1. Helsingin kaupungin työntekijä <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei			
2. Työn fyysinen rasittavuus <input type="checkbox"/> kevyt <input type="checkbox"/> melko kevyt <input type="checkbox"/> melko raskas <input type="checkbox"/> raskas			
3. Työmatkaliikuntaan kuluva aika (kävely, pyöräily, juoksu, rullaluistelu): <input type="checkbox"/> alle 15 min <input type="checkbox"/> 15 - 30 min <input type="checkbox"/> 30 - 60 min <input type="checkbox"/> yli 60 min			
4. Kuntoliikunnan harrastus <input type="checkbox"/> ei lainkaan <input type="checkbox"/> satunnaisesti <input type="checkbox"/> keskimäärin 1-2 krt/vk <input type="checkbox"/> keskimäärin 3-4 krt/vk			
5. Koska olet viimeksi harrastanut liikuntaa hikoillen ja hengästyen? _____			
6. Tavallisimmat liikuntalajini: _____			
7. Oma kuntoarvio: <input type="checkbox"/> heikko <input type="checkbox"/> välttävä <input type="checkbox"/> keskitasoinen <input type="checkbox"/> hyvä <input type="checkbox"/> erinomainen.			
8. Oireet viimeisen 6 kk:n aikana:		kyllä	ei
			en osaa sanoa
1. Onko Sinulla ollut rintakipuja?		_____	_____
2. Ilmaantuuko rintakipu useimmiten fyysisessä rasituksessa?		_____	_____
3. Tuntuuko rintakipu tavallisimmin rintalastan seudussa?		_____	_____
4. Onko Sinulla ollut rasitukseen liittyvää hengenahdistusta?		_____	_____
5. Onko Sinulla ollut huimausoireita?		_____	_____
6. Onko Sinulla toistuvia liikkumista haittaavia selkäkipuja?		_____	_____
7. Onko Sinulla toistuvia niskahartiaseudun kipuja?		_____	_____
8. Onko Sinulla toistuvia liikkumista haittaavia nivelkipuja? Missä? _____		_____	_____
9. Oletko tuntenut poikkeavan voimakasta uupumusta liikkuessasi?		_____	_____
10. Aiheuttaako fyysinen rasitus Sinulle usein päänsärkyä?		_____	_____
9. Sairaudet ja lääkitys: Todetut muut sairaudet ja oireet (kts. kääntöpuoli): _____			
Muu lääkitys: _____			
10. Tupakointi: <input type="checkbox"/> ei koskaan säännöllisesti <input type="checkbox"/> olen lopettanut _____ v. sitten <input type="checkbox"/> tupakoin n. _____ piipullista / pv _____ savuketta / pv _____ sikaria / pv			
11. Tämän hetkinen terveydentila: Kuumetta, flunssaista oloa tai poikkeavaa väsymystä viimeisen 2 vkon aikana: <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> kyllä			
12. Kestävyydesti: Onko kestävyyskuntosi testattu polkupyöräergometrillä aikaisemmin? <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> kyllä			
13. Tunnen testitavan ja tiedän, että voin keskeyttää testin tarvittaessa? <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> kyllä			
14. Testitulosta saa käyttää tutkimustarkoituksiin. <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> kyllä			

Käännä!

Emme suorita testiä, mikäli teillä tällä hetkellä on jokin seuraavista sairauksista tai tiloista tai niihin liittyen lääkitys tai hoito meneillään:

- * sepelvaltimotauti, sydämen rytmihäiriö, sydämen vajaatoiminta, sydäninfarkti, sydänlappävika, sydänlihassairaus tai synnynnäinen sydänvika
- * syvä laskimotukos, muu verisuonisairaus
- * hoitoa edellyttävä kohonnut verenpaine
- * keuhkoastma, krooninen keuhkoputken tulehdus, keuhkolaajentuma tai muu oireita aiheuttava keuhkosairaus
- * perheellinen hyperkolesterolemia
- * diabetes
- * huomattava ylipaino painoindeksi yli 35
- * kilpirauhasen, lisäkilpirauhasen tai lisämunuaisten kuorikerroksen vajaatoiminta
- * jatkuvaa lääkitystä vaativa vaikea allergia
- * MS-tauti
- * Parkinsonin tauti
- * elinsiirron jälkitila
- * syöpäsairaus
- * sarkoidoosi
- * aivohalvaus, aivoverenkierronhäiriö
- * polkemista vaikeuttava tuki- ja liikuntaelämistön sairaus tai vamman jälkitila
- * reumasairaus, niveltulehdus
- * äskettäin suoritettu leikkaus tai tapaturma
- * aktiivissa vaiheessa oleva oireinen maha- tai suolistosairaus esim. ruokatorven tulehdus tai mahahaava
- * mielenterveyden ongelma
- * matala veren kalium- tai magnesiumipitoisuus

Valmistautuminen testiin:

- Ei ateriointia, kahvia, teetä tai kolajuomia 2 tuntiin ennen testiä
- Ei tupakointia 4 tuntiin ennen testiä
- Ei alkoholia 48 tuntiin ennen testiä
- Ei useita aikavyöhyketunteja edeltävinä päivinä
- Vältä voimakasta fyysistä rasitusta testiä edeltävänä päivänä sekä testipäivänä
- Osallistu testiin hyvin levänneenä ja terveenä (flunssasta ja kuumetaudista kulunut vähintään 2 viikkoa)
- Varaa mukaan liikuntavaatetus ja peseytysvälineet

Osallistun testiin omalla vastuullani.

(Helsingin kaupunki ei ole vakuuttanut testattavia henkilöitä)

kyllä

Helsingissä _____ / _____ 2002

allekirjoitus ja nimen selvennys

LIITE 3: Uusinta kysely liikuntamuutoksista

Hei,

Olet aiemmin osallistunut Helsingin kaupungin toteuttamaan kuntotestaukseen ja nyt osallistut uusintatestaukseen. Haluamme tietää mitä on tapahtunut näiden kahden testin välillä. Pyydän vastaamaan seuraaviin kysymyksiin ympyröimällä lähinnä omaa tuntemusta vastaavan vaihtoehdon. Avoimiin kysymyksiin toivon lyhyttä vastausta muutamalla sanalla. Vastaukset käsitellään luottamuksellisesti!

Nimesi: _____ nro: _____ pvä: _____

1. Miten kutsun saaminen ensimmäiseen kuntotestiin vaikutti liikuntatottumuksiisi ?

A. Lisäsin liikuntaa B. Vähensin liikuntaa C. Liikuntatottumukseni eivät muuttuneet

2. Miten ensimmäiseen testiin osallistuminen vaikutti liikuntatottumuksiisi ?

A. Lisäsin liikuntaa B. Vähensin liikuntaa C. Liikuntatottumukseni eivät muuttuneet

Jos ympyröit kohdissa 1 ja 2 vaihtoehdon C, siirry suoraan kysymykseen 5.

3. Arvioi miten ja miksi liikuntatottumuksesi muuttuivat ?

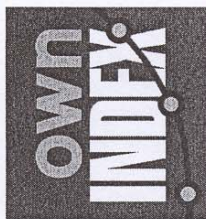
4. Arvioi kuinka paljon lisäsit tai vähensit liikuntaasi aiempaan verrattuna ?

A. 1-2 h/vko B. 3-4 h/vko C. 5-6 h/vko D. Enemmän

5. Arvioi ensimmäisen testin jälkeen saamaasi palautetta ja siihen liittynyttä kuntoilu-ohjeistusta. Oliko se mielestäsi riittävää? Oliko siinä puutteita? Käytä tarpeen mukaan lomakkeen kääntöpuolta.

KIITOS VASTAUKSESTASI! *Henriikka Järveläinen*

Liikuntataso



- **Low**
 - En liiku lainkaan tai liikun satunnaisesti.
- **Middle**
 - Liikun säännöllisesti, 1-2 kertaa viikossa yhteensä 1/2-2 tuntia viikossa TAI
 - Teen ruumiillista työtä.
- **High**
 - Liikun säännöllisesti vähintään 3 kertaa viikossa kovalla teholla
- **Top** (vain OwnIndexS)
 - Urheilun

LIITE 5: Kunto-tasot

Kuntoluokat

Testituloksesi, OwnIndex-lukemasi, kertoo kuntosi muutoksista eniten silloin, kun seuraat omien tuloksien muuttumista pitkällä aikavälillä. Voit myös tulkita OwnIndex-lukemaasi sukupuolesi ja ikäsi perusteella. Hae OwnIndex-lukemasi taulukosta. Vertaa omaa lukemaasi saman ikäisten ja samaa sukupuolta olevien tuloksiin. Katso mihin kuntoluokkaan OwnIndex-lukemasi asettuu seuraavan sivun kuvaajalla ja noudata sen mukaisia liikuntaohjeita.

Age (ikä)	1 (erittäin huono)	2 (huono)	3 (välttävä)	4 (keskiverto)	5 (hyvä)	6 (erittäin hyvä)	7 (erinomainen)
MIHET 20-24	< 32	32-37	38-43	44-50	51-56	57-62	>62
25-29	< 31	31-35	36-42	43-48	49-53	54-59	>59
30-34	< 29	29-34	35-40	41-45	46-51	52-56	>56
35-39	< 28	28-32	33-38	39-43	44-48	49-54	>54
40-44	< 26	26-31	32-35	36-41	42-46	47-51	>51
45-49	< 25	25-29	30-34	35-39	40-43	44-48	>48
50-54	< 24	24-27	28-32	33-36	37-41	42-46	>46
55-59	< 22	22-26	27-30	31-34	35-39	40-43	>43
60-65	< 21	21-24	25-28	29-32	33-36	37-40	>40
MIHET 20-24	< 27	27-31	32-36	37-41	42-46	47-51	>51
25-29	< 26	26-30	31-35	36-40	41-44	45-49	>49
30-34	< 25	25-29	30-33	34-37	38-42	43-46	>46
35-39	< 24	24-27	28-31	32-35	36-40	41-44	>44
40-44	< 22	22-25	26-29	30-33	34-37	38-41	>41
45-49	< 21	21-23	24-27	28-31	32-35	36-38	>38
50-54	< 19	19-22	23-25	26-29	30-32	33-36	>36
55-59	< 18	18-20	21-23	24-27	28-30	31-33	>33
60-65	< 16	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	>30

Kuntoluokitus perustuu kirjallisuuskatsaukseen, jossa on esitetty 62 eri tutkimuksen VO_{2max} suoramittaus tulokset terveillä aikuisilla USA:ssa, Kanadassa ja 7 Euroopan maassa. Lähde: Shvartz E, Reibold RC: Aerobic fitness norm for males and females aged 6 to 75 years: a review. Aviat Space Environ Med; 61:3-11, 1990.

Testin tulos Ownindex-lukemasi _____ ml / kg / min.

LIITE 6: Borgin RPE- taulukko**Borgin (1970) 15-luokkainen RPE-taulukko****MILTÄ RASITUS TUNTUU NYT?****6****7 Erittäin kevyt****8****9 Hyvin kevyt****10****11 Kevyt****12****13 Hieman rasittava****14****15 Rasittava****16****17 Hyvin rasittava****18****19 Erittäin rasittava****20**