

Opinnäytetyö (AMK / YAMK)

Fysioterapeuttikoulutus

2018

Tomi Anisimaa

**UKK-KÄVELYTESTIN JA
POLKUPYÖRÄERGO-
METRITESTIN
SAMANKALTAISUUDET
LIEVÄSTI YLIPAINOISTEN
KESKI-IKÄISTEN MIESTEN
KUNTOTESTAUKSESSA**

– Fysioterapia

Tomi Anisimaa

UKK-KÄVELYTESTIN JA POLKUPYÖRÄERGOMETRITESTIN SAMANKALTAISUUDET LIEVÄSTI YLIPAINOISTEN KESKI-ikäisten MIESTEN KUNTOTESTAUKSESSA

- Fysioterapia

Tämän opinnäytetyöni tarkoitus on selvittää onko PP-Ergometritestin ja UKK-kävelytestin tulosten välillä yhteyksiä kahdessa eri mittausajankohdassa ja muuttuvatko testien tulokset samoissa mittausajankohdissa. Yhteyksiä tutkittiin korrelaation avulla. Testiaineisto koostui keski-ikäisistä suomalaisista miehistä. Tutkimusaineisto oli kerätty osana Nowastep(2007) tutkimusta. Aineisto koostui 132 miehestä, jotka oli testattu 2007 UKK-testi Paavo Nurmi keskuksessa Turussa ja PP-ergometritesti tutkimuslaitoksessa Helsingissä. Työn tilaajana on terveystieteiden dosentti Mika Venojärvi Nowastep(2007).

UKK-kävelytestin ja polkupyöräergometritestin kuntoindeksien välillä havaittiin positiivinen yhteys. Polkupyöräergometritestin 0vko-12vko kuntoindeksistä havaitaan vahvempi positiivinen yhteys ($r=0,939$) kuin UKK-kävelytestin 0vko-12vko kuntoindeksistä ($r=0,771$).

UKK-testin alku- ja lopputestin tulos parantui yhden minuutin (keskiarvo 1,02 t/min). Tämä ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkittävä tulos. Polkupyöräergometritestissä parannus oli myös yhden ml/min/kg (1,03 ml/min/kg).

ASIASANAT:

Kuntotestaus, PP-ergometritesti, UKK-kävelytesti, korrelaatio.

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Physiotherapy

2018 | 30 pages

Tomi Anisimaa

2-KM-WALKINGTESTS AND CYCLOERGOMETERTESTS SIMILARITIES LIGHTLY OVERWEIGHT MIDDLE-AGED MENS FITNESSTESTING

- Physiotherapy

The purpose of this thesis is to find out whether the PP-Ergometritest and the UKK Walk test results between two different measurement times and whether the results of the tests change at the same time. Connections were investigated by correlation. The test material consisted of middle-aged Finnish men. The research material was collected as part of Nowastep (2007) research. The material consisted of 132 men who had been tested by the 2007 UKK test at Paavo Nurmi Center in Turku and the PP ergometry test facility in Helsinki. The subscriber is Mika Venojärvi Nowastep (2007) docent of Health Physics.

A positive link was found between the UKK walk test fitness index and the bike ergometer test fitness index. A stronger positive connection ($r = 0.939$) than the UKK Walk test 0vk-12vko of the fitness index ($r = 0.771$) is detected in the bicycle ergometer test 0vko-12vko fitness index.

The first and final test of the UKK test improved for one minute (mean 1.00170 t / min). However, this is not a statistically significant result. In the bicycle ergometer test, the improvement was also 1 ml / min / kg (1.03138 ml / min / kg).

KEYWORDS:

Fitness test, Bicycle-ergometer test, the 2-km-walking test, the correlation

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 KUNTOTESTAUS FYSIOTERAPIASSA	7
2.1 Laatu kuntotestauksessa	8
3 FYYSINEN KUNTO JA SUORITUSKYKY	9
3.1 Energian tuotto lihassoluissa	9
3.2 Maksimaalinen hapenottokyky	10
3.3 Maksimaalinen hapenottokyky fyysisen kunnon mittarina	11
3.4 Fyysisen suorituskyvyn mittaaminen	12
4 BODYMASS INDEX (BMI)	13
4.1 Lihavuus	13
5 SUBMAKSIMAALISISTA MENETELMISTÄ UKK-KÄVELYTESTI JA POLKUPYÖRÄERGOMETRITESTI	15
5.1 UKK-kävelytesti	15
5.1.1 Kävelyn soveltuvuus maksimaalisen hapenkulutuksen arviointiin	15
5.1.2 UKK-kävelytestin soveltuvuus	16
5.2 Submaksimaalinen polkupyöräergometritesti	17
5.2.1 FitWaren testi	17
5.2.2 WHO:n testi	17
5.2.3 Åstrand-Ryhming testi	18
5.2.4 PP-ergometrin soveltuvuus	20
6 HYVÄN MITTARIN OMINAISUUDET	21
7 TUTKIMUSONGELMAT, TUTKIMUKSEN TARKOITUS	23
8 AINEISTONKERUU- JA ANALYYSIMENETELMÄT	24
9 TULOKSET	25
10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	27
LÄHTEET	29

KUVAT

Kuva 1. Mahdollisia maksimaalisen hapenottokyvyn rajoittavia tekijöitä. (Basset & Howley 1997.)	11
Kuva 2. Åstrand-Ryhming Nomogrammi	19
Kuva 3. 0-12vk UKK-testin kuntoindeksi ja 0-12vk PP-ergometri vo_{2max} ml/min/kg välinen yhteys hajontakuviolina.	26

TAULUKOT

Taulukko 1. UKK-instituutin kävelytestin VO_{2max} ennusteyhtälö	16
Taulukko 2. UKK-instituutin ALPHA- FIT testausoppaan kuntoindeksin laskukaava:	24
Taulukko 3. Pearsonin korrelaatiomatriisi	25

1 JOHDANTO

Hyvin tarkkoja laboratorio-oloissa suoritettuja erilaisia maksimaalisen hapenottoa mittaavien testien tekeminen vaatii paljon rahallisia resursseja, aikaa ja koulutetun henkilöstön. Näin tehtävä testaus ei sovi suurelle joukolle ja siksi on tärkeää tarkastella sekundäärisiä arviointimenetelmiä. (Talvitie ym. 2006,136.) Kuntoliikkujan oletetaan saavan riittävän tarkat tulokset näillä yksinkertaisilla sekundäärisillä kuntotesteillä. Testit ovat yleisessä käytössä ja niiden toistettavuus on yksinkertaista. Epäsuorien hapenottokykytestien toisiinsa vertailu ei ole suositeltua hapenoton lajispesifin ominaisuuden ja toteutustavan eroavaisuuksien vuoksi. Saman henkilön tuloksia eriajankohtana voidaan tarkastella ja saada tietoa kuntoon liittyvästä kehityksestä. (Vuori ym. 2005,112.)

UKK-instituutin kahdenkilometrin kävelytestin usean vuoden kehitystyön kautta on saatu arvioitua testin toistettavuutta, pätevyyttä, soveltuvuutta ja turvallisuutta aikuisväestön kunnan arviointiin. Testi on laajalti käytössä Suomessa ja osittain myös Euroopassa. (Vuori ym. 2005, 98.) Kävelyn helppouden ja yksinkertaisuuden johdosta sen on todettu olevan sopiva testausmuoto aikuisella väestöllä (Talvitie ym. 2006, 136).

Tutkimus kuuluu Turun Ammattikorkeakoulun lehtorin ja terveystieteiden maisterin Miika Venojärven Nowastep-projektiin. Tutkimusaineisto on kerätty vuonna 2007.

Kestävyyskuntoa tutkittaessa polkupyöraergometri on eniten käytetty testiväline. Testimuotona pp-ergometritesti vaatii testaajalta enemmän ammattitaitoa kuin UKK-kävelytesti. PP-ergometri pitää kalibroida säännöllisesti, jotta tulokset pysyvät luotettavina. PP-ergometri pitää olla riittävän tehokkaita kuntoilijasta huippu-urheilijaan. (Keskinen ym. 2004, 59.) Takatalon(2001) mukaan PP-ergometritestejä on kolme päätestiä: FitWare, WHO ja Åstrand-Ryhming. Tämä opinnäytetyö on osa Novastep tutkimusta johon on kehitetty mukailtu PP-ergometritesti. VO_{2max} -kuormitus on toteutettu yhden minuutin kuormitus portaita käyttäen. Aloituskorma on 50 wattia ja kuormaa on lisätty 25 wattia kerralla. Malli saa testihenkilön uupumaan noin kymmenessä minuutissa. Testin lopussa henkilöiden maksimaalinen hapenkulutuksen taso on noin 3,1 l/min ja 39 ml/kg/min.

Tämän opinnäytetyön on tarkoitus selvittää onko UKK-kävelytestissä ja pp-ergometritestissä samanlaisia mittaavia tekijöitä. On tärkeä tietää tarvitaanko molempia testejä arvioimaan testattavan hapenottokykyä.

2 KUNTOTESTAUS FYSIOTERAPIASSA

Kuntotestaus määritelmällä tarkoitetaan yleensä ihmisen fyysisen kunnan osa-alueiden mittaamista ja siitä tehtävää arviointia tutkittavan henkilön sen hetkisen fyysisen kunnan tilasta. Kuntotestaus keskittyy Suomessa pääasiassa kahteen toimintaympäristöön. Terveystieteiden tutkimuksessa tapahtuva kuntotestaustoiminta on lakien, asetusten ja viranomaisien alaisuudessa. Muu kuntotestaustoiminta ei tapahdu yhtä tarkoin lain- ja asetusten piirissä. Noin 30 suomalaista laitosta toteuttavat ammattimaisesti testaustoimintaa ja ne kuuluvat Liikuntalääketieteen ja Testaustoiminnan Edistämiskeskukseen (LIITE ry) piiriin. Heidän toimintaan kuuluu yhdenmukaisuuden, laadun ja turvallisuuden kehittäminen kuntotestauksessa. (Helimäki, E. ym. 2000, 3-4.)

Ammattiryhmänä fysioterapeutit ovat suurin, jotka tekevät kuntotestaustyötä, mutta koulutusselvityksen mukaan heidän koulutuksensa tällä erityisalueella on niukkaa eikä liikuntakelpoisuuden arvioinnin ja liikunnan annostelun kannalta kattavaa. Olisikin tarpeellista, että niin fysioterapeuttien kuin lääkäreiden tai hoitajien koulutuksessa kiinnitetäisiin aiempaa enemmän huomiota liikuntabiologian ja kuntotestauksen erityistietojen ja -taitojen opiskeluun. Liikunnanohjaajat muodostivat toiseksi suurimman ryhmän kuntotestaajina. Myös heidän koulutuksessaan kuntotestauksen opetukseen käytetty tuntimäärä oli pieni ja heidänkin perus- ja täydennyskoulutuksessaan kannattaisi kiinnittää erityistä huomiota kuntotestauksen erityiskysymysten hallintaan. Toisaalta on selvää, että liikuntapedagogisen koulutuksen saanut liikunnan opetuksen asiantuntija ei saa nykyisillä koulutusohjelmilla riittäviä tietoja ja valmiuksia piilevien tai jo diagnosoitujen sairauksien huomioonottamiseen kuntotestauksessa. (Helimäki, E. ym. 2000, 3-4.)

Fysioterapeuttien koulutus tähtää käytännön ammattiin, mikä on yleensä rakennettu niin, että kuntotestauksen opetus sisältyy integroituna useisiin eri ammattiaineisiin sekä fysioterapian teoriaan että käytännön menetelmiin liittyen. (Helimäki, E. ym. 2000, 3-4.)

Kuntotestausta opetettiin omana erikoisalanaan ainoastaan Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitoksella, jossa oli sekä yliopistollinen koulutusohjelma että täydennyskoulutusohjelma kyseessä olevalla alalla. Jotta kuntotestaustoimintaa voitaisiin Suomessa edelleen kehittää, saattaisi olla tarkoituksenmukaista lisätä muidenkin alojen (fysioterapeutit, lääkärit, liikunnanohjaajat, terveydenhoitajat) opetukseen oma osio pelkästään kuntotestaukselle. (Helimäki, E. ym. 2000, 3-4.)

Kuormituslaitteista erilaiset polkupyöräergometrit olivat ylivoimaisesti suosituimmat ja voimadynamometrit olivat seuraavaksi yleisin laiteryhmä. Oman kehonmassan käyttö lihaskuntotestauksessa oli yhtä yleistä edellä mainitun kanssa. Käytettyjen juoksumattojen määrä oli suuri vaikka tällainen laitteisto vaatii mm. huomattavat tilat ja oheislaitteinvestoinnit. (Helimäki, E. ym. 2000, 3-4.)

Sykemittarit olivat ylivoimaisesti yleisimmin käytetty analysaattori. EKG-laitteita ilmoitettiin olevan lähinnä kliinisesti orientoituneissa laitoksissa sekä tutkimus- ja opetuslaitoksissa. Muita kalliita erikoislaitteita kuten hengityskaasu- ja liikeanalysointilaitteita oli käytössä varsin harvoissa paikoissa. Muut sarake sisälsi kirjavan ns. yleisiä taulukkolaskenta ja/tai tietokantaohjelmia erityisesti testitoimintaan valmistetuista ohjelmista. Testimenetelmistä UKK-kävelytesti, lihasvoimaan ja lihaskestävyyteen liittyvät testit olivat eniten käytettyjä. (Helimäki, E. ym. 2000, 3-4.)

2.1 Laatu kuntotestauksessa

Häkkisen ym.(2004, 14) mukaan testauksen tärkeimmät laatuksiteerit ovat: pätevyys (validiteetti), luotettavuus ja toistettavuus (reliabiliteetti), muutosherkkyys (sensitiivisyys), vertailtavuus (tuloksien tulkinta) ja testin turvallisuus. Kuntotestausta ei pitäisi ymmärtää vain testien suorittamisena vaan pidempänä ajanjaksona, johon liittyy kokonaisvaltaisempien toimenpiteiden sarjoja. (Häkkinen ym. 2004, 14.)

3 FYYSINEN KUNTO JA SUORITUSKYKY

Fyysinen kunto on yleisesti elimistön fysiologista ja biomekaanista kykyä, toimintaa tai tietyn fyysisen asian suorittamista. Se sisältää keskeiset elimistön rakenteet ja niiden toimintojen tilan joita tarvitaan liikuntasuoritukseen. Fyysinen kunto ja suorituskyky ei ole sama asia. Henkilöllä voi olla samanaikaisesti hyvä lihaskunto, mutta vähäinen voima. Fyysinen suorituskyky ja sen osa-alueet ovat fyysisen kunnan ja niiden osa-alueiden mittareita. (Howley 2001; Bouchard 2001.)

Fyysiseen suorituskykyyn liittyvät termit aerobinen ja anaerobinen kapasiteetti. Aerobinen kapasiteetti on suoritus, jossa koko harjoite tai suoritus tapahtuu hapen avulla. Anaerobinen kapasiteetti on suoritus, joka tapahtuu hapettomasti. (Wilmore 2003.)

3.1 Energian tuotto lihassoluissa

Solut tarvitsevat jatkuvasti energiaa säilyttääkseen oman rakenteen, kasvun, liikkumisen sekä ravintoaineiden kuljettamisen. Solut ovat riippuvaisia ulkopuolisesta energiasta ja jos energian saanti pysähtyy niin solut kuolevat. Energiaa tuotetaan hapen avulla ja solut vaativat sitä jatkuvasti. Aivosolut ovat soluja jotka voivat olla ilman happea vain muutamia minuutteja. (Leppäluoto ym. 2007, 46.) Solut käyttävät ravintoaineista orgaanisia molekyylejä energian tuottamiseen. Katabolia eli kemiallinen reaktio tuottaa energiaa pilkkomalla molekyylejä ja sen tuotteena syntyy hiilidioksidia ja vettä. Lämpöenergiaksi hukkaan tuotetusta energiasta häviää noin 60% ja loppuosa siirtyy molekyyleihin. Molekyylit hoitavat energian niitä tarvitseviin solun osiin. (Bjälle ym 2007, 460-461.)

Glukoosia pilkkovan ensimmäinen vaihe on nimeltään glykolyysi ja se tapahtuu soluliiman sytosolissa eli nesteosassa. Glykolyysi tuottaa adenosiinitrifosfaattia (ATP), joka on solujen välitön energiansiirtäjä ja koentsyymi. Glukoosimolekyylit muuttuu glykolyysissä kolmiatomiseksi palorypälehappomolekyyliksi. (Bjälle ym. 2007, 462.)

ATP eli adenosiinitrifosfaatti molekyylit muodostuu adeniinista, riboosista sekä kolmesta fosfaatti-ionista. ATP:ta saadaan ravinnosta ja se toimii filamenttien toistensa lomaan liikuttajina. Fosfaatti-ionien sidosta kutsutaan korkeajännitteiseksi. ATP:n hajotessa

biologiset reaktiot vapauttavat energiaa. Nopeissa lihassoluissa ATP:n hydrolyysi on nopeudeltaan noin nelinkertainen hitaisiin lihassoluihin verrattuna. Hydrolyysi on prosessi, jossa ATP yhdistyy veteen. (Kauranen & Nurkka. 2010, 127.) ATP- nukleotidin hydrolysoityminen adenosiinidifosfaatiksi sekä epäorgaaniseksi fosfaatiksi vapauttaa runsaasti energiaa. Solut käyttävät hydrolyysin vapautunutta energiaa toisien reaktioiden käyttövoimana. (Bjälle ym. 2007, 461- 462.)

3.2 Maksimaalinen hapenottokyky

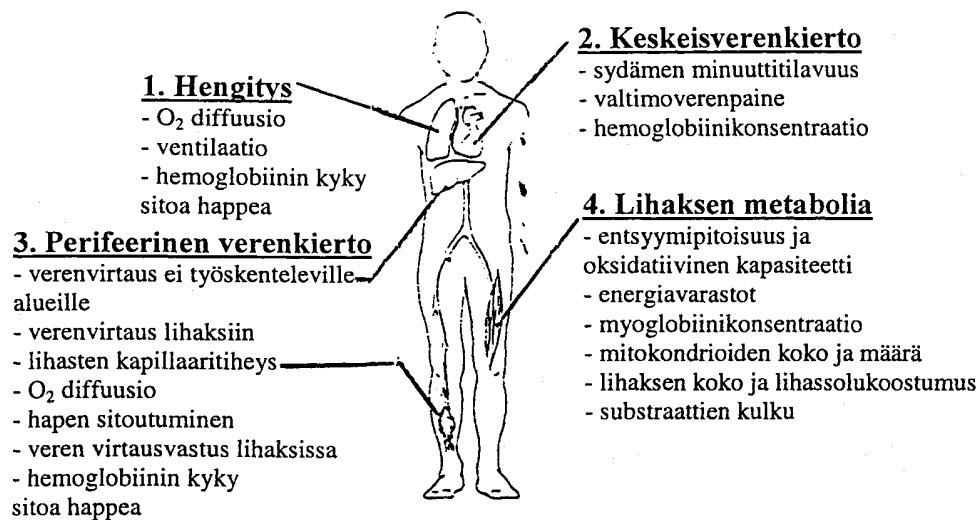
Maksimaalista hapenottokykyä (VO_{2max}) suhteutettuna kehon painoon pidetään tarkimpana yksittäisenä fysiologisena mittarina kestävyyskunnan arvioinnissa. Maksimaalinen hapenkulutus on sydämen ja verenkiertoelimistön suorituskyky kuljettaa happea ja lihasten kyky hyödyntää happea. Maksimaalisen hapenottokyvyn arvolla kuvataan usein aerobista suorituskykyä. (Hill & Lupton 1920.)

Ensimmäisen kerran maksimaalinen hapenkulutus termiä on käytetty 1920- luvulla Hill:n ja Luptonin (1923) tutkimuksessa. Maksimaalinen hapenkulutus(VO_{2max}) tarkoittaa korkeinta arvoa, jossa ihmisen keho pystyy käyttämään happea toimintojen hyväksi. VO_{2max} -arvo ilmoitetaan yleensä yksikkönä ml/kg/min. Hill ja Lupton (1923) tarkensivat VO_{2max} :n määrittystä ja jakoivat sen neljään osaan:

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

Maksimaalinen hapenottokyvyn yksiköt ovat joko l/min, ml/kg/min tai MET. L/min kuvaa litroina sen happimäärän, jonka minuutin aikana elimistö pystyy kuluttamaan. Elimistön minuutin aikana kulutettu happimäärä kertoo sydämen kapasiteetin. ml/kg/min ja MET antavat tiedon kokonaishappimäärästä suhteutettuna henkilön painoon. Konkreettisesti ihminen kuluttaa levossa energiaa noin yhden kcal kehon painokiloa kohden yhdessä tunnissa.

Maksimaalista hapenottokykyä ja siihen liittyviä rajoittavia tekijöitä on tutkittu paljon. Tutkimukset esittävät, että hapenottokyky ja lihastason ominaisuudet sekä hengitys- ja verenkiertoelimistö ovat rajoittavia tekijöitä (kuva 1).



Kuva 1. Mahdollisia maksimaalisen hapenottokyvyn rajoittavia tekijöitä. (Basset & Howley 1997.)

3.3 Maksimaalinen hapenottokyky fyysisen kunnan mittarina

Maksimaalista hapenottokykyä pidetään tärkeänä mittarina fyysiselle kunnolle, koska siitä saa tietoa aerobisesta kapasiteetista, joka kertoo kestävyys suorituskyvystä. Kestävyys suorituskykyyn vaikuttavat kuitenkin muutkin tekijät kuin VO_{2max}, joka kertoo aerobisen energiantuoton ylärajan (Basset & Howley 2000). Heikolla Aerobisella kunnolla on ennenaikaisen kuoleman riskiä lisäävä vaikutus kun tarkasteltavana on sydän –ja verisuonitaudit (ACSM 1995, 63).

3.4 Fyysisen suorituskyvyn mittaaminen

Suorituskykyä mitataan yleisesti maksimaalisena hapenkulutuksena (VO_2 ml/kg/min) tai maksimaalisen voimantuottona Newtonina (N) Åstrand ym. 2003, McArdle ym. 2007, 203).

Maksimaalinen hapenottookyky voidaan määrittää joko suoralla tai epäsuoralla menetelmällä. Suora menetelmä on laboratorio olot vaativa mittaus, jossa seurataan hengityskaasuja analysaattoreiden avulla. Epäsuora menetelmä ei vaadi analysaattoreita, vaan maksimaalinen hapenottookyky lasketaan teoreettisesti. Epäsuorasti arvioidessa maksimaalinen hapenottookyvyn tulos ilmoitetaan ± 10 prosentin tarkkuudella. (Keskinen ym. 2004, 51,78; Vuori ym. 2005, 112.)

Kestävyyskuntoa tutkittaessa polkupyöraergometri on eniten käytetty testiväline. Testimuotona pp-ergometritesti vaatii testaajalta enemmän ammattitaitoa kuin UKK-kävelytesti. PP-ergometri pitää kalibroida säännöllisesti, jotta tulokset pysyvät luotettavina. PP-ergometriä pitää olla riittävän tehokkaita kuntoilijasta huippu-urheilijaan. (Keskinen ym. 2004, 59.)

4 BODYMASS INDEX (BMI)

Kuvaa kehon suhteellista painoa. BMI lasketaan kaavasta: $[(\text{paino (kg)} \div \text{pituus (m)})^2 (\text{kg} \times \text{m}^{-2})]$. BMI ei kerro mistä kudoksesta (rasva, lihas, luu) indeksi koostuu. BMI kuvaa yli- tai alipainon suuruudesta (Käypähoito suositus, 2013).

4.1 Lihavuus

Lihavuus on useimmiten seurausta siitä, että henkilön ravinnosta saama energia ylittää hänen energiankulutuksensa ja se johtaa liikapainoon. Liikapainoa voidaan kuvata esimerkiksi painoindeksillä (BMI body mass index), joka saadaan jakamalla henkilön paino (kg) pituuden (m) neliöllä. Painoindeksin normaalialueena pidetään 20–24 kg/m²; liikapaino on lievä kun indeksi on 25–29 kg/m² ja merkittävä kun se on 30 kg/m² tai sen yli (Kukkonen - Harjula ym. 1997).

WHO:n (1998) mukaan painoindeksin luokat nimetään liikapainoksi tai pre-obesiteetiksi BMI:n ollessa 25–29,9 kg/m² ja lihavuudeksi eli obesiteetiksi indeksi ollessa > 30 kg/m². BMI voi kuitenkin antaa vääristyneen kuvan henkilön lihavuudesta, mikäli lihasmassan osuus kehon koostumuksesta on hyvin suuri. Keho koostuu eri tiheyden omaavista aineista, joita ovat mm. vesi (tiheys 0,994g/cm³), mineraalit (luukudos) (tiheys 3,042 g/cm³), rasva (tiheys 0,9007g/cm³) ja proteiini (tiheys 1,34g/cm³) (Baumgartner ym. 1990).

BMI:n avulla ei saada tietoa kehon koostumuksesta sillä matalan BMI:n omaavilla voi esimerkiksi olla saman verran rasvaa kuin korkean BMI:n omaavilla (Baumgartner ym. 1995).

Kudosten tiheys vaikuttaa henkilön painoon tiheämmän kudoksen ollessa painavampaa ja päinvastoin. Näin ollen BMI voi olla harhaanjohtava arvo puhuttaessa lihavuudesta. Eräs lihavuutta kuvaava menetelmä on mitata henkilön vyötärö-lantiosuhde tai pelkkä vyötärön ympäryys. Miehillä 102 cm ja naisilla 88 cm ylittävä ympäryys merkitsee kohonnutta riskiä saada lihavuudesta ja metabolisista häiriöistä johtuvia ongelmia. Liiallisen rasvan kertymisestä vyötärölle osoittaa miehillä 1,0 ja naisilla 0,85 vyötärö-lantiosuhde (WHO 1998)

Suomalaisten aikuisten terveystietoisuus ja terveys -julkaisun mukaan liikapainoisten (BMI \geq 25) osuus Suomessa on kasvanut vuosien 1978–2006 välillä kaikissa ikäluokissa. Vuonna 1978–1979 miehistä oli liikapainoisia n. 40 % ja naisista n. 30 %, vuonna 2006 vastaavasti miehistä 55 % ja naisista 41 % (Helakorpi ym. 2007).

5 SUBMAKSIMAALISISTA MENETELMISTÄ UKK-KÄVELYTESTI JA POLKUPYÖRÄERGOMETRITESTI

5.1 UKK-kävelytesti

UKK-kävelytestin kehittäminen on aloitettu vuonna 1986. Erilaisten tutkimussarjojen kautta UKK-kävelytestistä saatiin luotettava, yksinkertainen aerobisen kunnan testi, joka sopii koko väestölle (Oja P et al 2002, 50).

UKK-kävelytestin pääasiallinen käyttötarkoitus on asiakkaan kuntotason seuranta toistuvilla testeillä. Testi kuvaa luotettavasti kunnossa tapahtuvia muutoksia edellyttäen luonnollisesti, että testaus on tehty eri kerroilla vertailukelpoisella tavalla (Oja P et al 2002, 9).

UKK-kävelytestin pohjana on tieteellinen tutkimussarja, minkä eri osa-alueet tunnistaivat ne tekijät ja ominaisuudet, joilla oli merkitystä henkilöön kävelysuoritukseen ja niiden yhteys aerobiseen kuntoon. UKK-kävelytesti on kehitetty hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnan ja maksimaalisen aerobisen tehon (VO_{2max}) testaamiseen. Jatkokäytökset osoittivat UKK-kävelytestin soveltuvan hyvin myös tuki- ja liikuntaelimistön toimintakyvyn testaamiseen. Edellä olevista seikoista päätellen UKK-kävelytesti sopii hyvin monipuolisesti koko väestön kattavaan mittaamiseen (Oja P et al 2002, 8).

UKK-kävelytestin tuloksissa otetaan huomioon kävelyaika, sydämen syke maalissa, kehon suhteellinen paino (BMI), sukupuoli ja ikä. Kävelyaika on suurin tulokseen vaikuttava tekijä. Jo yhden minuutin ero vaikuttaa 10 pisteen muutokseen kuntoindeksiin. Sykkeellä ei ole niin suurta vaikutusta kuin ajalla, mutta jo kymmenen lyönnin heitto vaikuttaa kuntoindeksiin. Kolmas vaikuttaja on kehon suhteellinen paino (BMI). Laihduttamalla saa paremman kuntoindeksin, vaikka henkilö ei ole lisännyt harjoittelua (Oja P et al 2002).

5.1.1 Kävelyn soveltuvuus maksimaalisen hapenkulutuksen arviointiin

Testin ensimmäisessä vaiheessa tehtiin arvio kävelyn kuormituksen riittävydestä testiin. Verrattiin 1,5 kilometrin ja kahden kilometrin kävelymatkoja. Kehitettiin luotettava matemaattinen yhtälö, mikä ottaa huomioon kävelysuorituksen ja henkilöön liittyvät

tekijät ja ominaisuudet. Yhtälö ennustaa maksimaalisen hapenkulutuksen. Testiin kehitettiin oma kuntoluokitus ja kuntoindeksi (Laukkanen R 1991, 356-62). Taulukko 1 avulla lasketaan VO_{2max} arvio ($ml \times min^{-1} \times kg^{-1}$). (Oja ym. 2002, 10.)

Taulukko 1. UKK-instituutin kävelytestin VO_{2max} ennusteyhtälö

Kaava 1 Miehet:

$$184,9 - 4,65 \times (\text{aika, min}) - 0,22 \times (\text{syke}) - 0,26 \times (\text{ikä}) - 1,05 \times (\text{BMI})$$

Tutkimus totesi UKK-kävelytestin toistettavuuden hyväksi ja validiksi mittariksi maksimaaliseen hapenkulutukseen aikuisilla. Testi korostaa, että sillä pystytään arvioimaan kohtalaisen tarkasti normaalipainoisten 20-65-vuotiaiden maksimaalista hapenkulutusta (Laukkanen R 1992, 263-8). Tutkimus on myös validi mittari keskikuntoisilla, mutta ei sovellu aktiivisesti liikuntaa harrastavalle ja hyväkuntoisille aikuisille. UKK-kävelytestissä maksimaalinen hapenkulutus ei saa miehillä olla yli 60 ja naisilla 50 $ml \times min^{-1} \times kg^{-1}$ (Laukkanen R 1993, 267-72).

Laukkanen(2000) toteaa, tutkimuksessaan UKK-kävelytestin olevan kohtalaisen luotettavaksi maksimaalisen hapenottokyvyn muutoksen mittariksi ei aktiivisesti urheilevilla henkilöillä.

5.1.2 UKK-kävelytestin soveltuvuus

UKK-kävelytesti on luotettava mittari mittaamaan aerobista kuntoa 20-65-vuotiailla normaali- ja lievästi ylipainoisilla miehillä ja naisilla, joilla ei ole estettä kävellä mahdollisimman nopeasti. Esteeksi voidaan luokitella sairaus, vamma tai sydämen sykkeeseen vaikuttavaa lääkitystä. (Oja P et al 2002, 9.)

UKK-kävelytestiä ei suositella hyväkuntoisille ja paljon rasittavaa liikuntaa harrastaville. Testi ei ole luotettava runsaasti ylipainoisille henkilöille. Testiä ei voida käyttää kunnon arvioimiseen sellaisilla henkilöillä joilla on sykkeeseen vaikuttavia lääkkeitä. Silloin arvioidaan ainoastaan kunnon muutoksen mittaamiseen edellyttäen, että lääkitystä ei ole muutettu testien aikana. Tämä siitä syystä, että tulos ei kuvaa maksimaalista hapenotokykyä luotettavasti. UKK-kävelytestiä ei ole osoitettu luotettavaksi maksimaalisen hapenoton ennustajaksi alle 20-vuotiailla sekä yli 65-vuotiailla. (Oja P et al 2002, 9.)

5.2 Submaksimaalinen polkupyöräergometritesti

Tarkimman maksimaalisen hapenottokulutuksen kertoo automaattinen hengityksuanalysointilaite. Automaattisen hengityksuanalysointilaitteen käyttö ei ole useinkaan järkevää ja siinä voi aiheutua testattavalle terveydellisiä riskejä. Terveydellisiä riskejä on haluttu minimoida, joten on kehitetty submaksimaalisia arviointimenetelmiä. (Olson ym. 1995)

Takatalon (2001) mukaan PP-ergometritestejä on kolme päätestiä: FitWare, WHO ja Åstrand-Ryhming. Takatalo (2001) kuvaa kuitenkin, että erilaisia testejä on ainakin seitsemän. Monilla PP-ergometritesteillä on omat testimallit miehille ja naisille.

5.2.1 FitWaren testi

Miehille oma testimalli: Kuorman pituus on kaksi minuuttia ja kuormia poljetaan tietokoneeseen syötetyn tavoitesykkeen saavuttamiseen asti. Testissä voidaan myös polkea uupumiseen asti. Aloituskuorma on 50-60 wattia ja kuorman nostot ovat 25-30 wattia. Poljinkierrokset ovat 60-90 rpm (Takatalo 2001, 14).

FitWaren testien lähtökohtana on oletus sykkeen ja hapenkulutuksen lineaarisuudesta. FitWare testissä on käytössä tietokoneohjelma, joka määrittää peräkkäisten kuormien sykkeiden avulla kuvioon piirretyn viivan eli regressiosuoran. Regressiosuoran ja maksimisykkeen kautta ohjelma laskee henkilölle maksimisykkeen ja sitä vastaavan hapenkulutuksen (Takatalo 2001, 14-15).

5.2.2 WHO:n testi

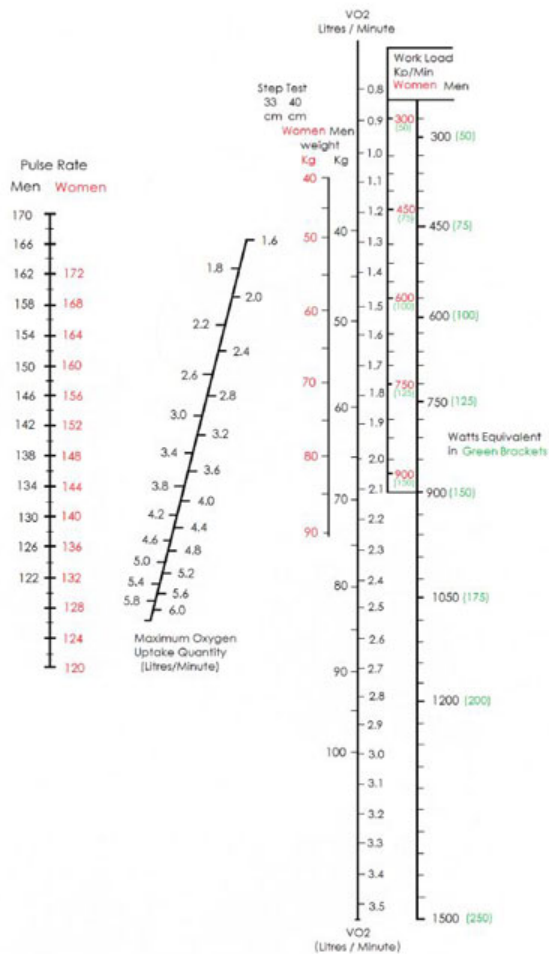
Testissä poljetaan neljä submaksimaalista neljän minuutin kuormaa. Ensimmäinen kuorma on verryttelyjakso. Kolmen testikuorman ajan syke saa olla 40-80% maksimisykkeestä. Aloituskuorman määrää ikä, sukupuoli, fyysinen kunto, verryttelykuorman aikaan saamat muutokset (Lange Andersen 1971, 55-56).

WHO:n testin lähtökohta ja laskentakaava ovat samat kuin FitWaren. Takatalo 2001, 15.) Lange Andersenin (1971) mukaan poljinnopeudet pitää olla 50-60 rpm.

5.2.3 Åstrand-Ryhming testi

Testin ovat kehittäneet Åstrand ja Ryhming vuonna 1954 ja on eniten tutkituin testi. Testissä testattava joko juoksee, askeltaa penkille tai polkee ergometrillä kuuden minuutin submaksimaalisen kuorman ajan. Testissä asetetaan sykkeelle raja-arvot 125-170 lyöntiä. Kuorma tai vastus valitaan niin, että raja- arvot eivät ylity. Åstrand ja Ryhming kehittivät nomogrammin (kuva 2) tutkimustensa perusteella. Nomogrammista arvioidaan maksimaalinen hapenottokyky (Takatalo 2001, 17). Nomogrammin tehtiin 1960 korjauskertoimet, jossa huomioitiin myös ikä.(Åstrand 1960)

Modified Astrand-Ryhming Nomogram



Reference: ACSM Guidelines for Exercise Testing & Prescription, Edition 5

Kuva 2. Åstrand-Ryhming Nomogrammi

Tässä opinnäytetyössä aineisto oli osana Novastep tutkimuksesta. VO_{2max}-kuormitus on toteutettu yhden minuutin kuormitus portaita käyttäen. Aloituskorma on 50 wattia ja kuormaa on lisätty 25 wattia kerralla. Malli saa testihenkilön uupumaan noin kymmenessä minuutissa. Testin lopussa henkilöiden maksimaalinen hapenkulutuksen taso on noin 3,1 l/min ja 39 ml/kg/min.

5.2.4 PP-ergometrin soveltuvuus

Submaksimaalisella eli epäsuoralla maksimaalisella hapenottokykytestin avulla laskeaan tai arvioidaan testattavan teoreettinen maksimaalinen hapenkulutus. Arvionnissa otetaan huomioon testattavan henkilön henkilökohtaisia ominaisuuksia. Submaksimaalisella menetelmä antaa suhteellisen tarkan arvion maksimaalisesta hapenkulutuksesta. Tämä vaatii kuitenkin testaajalta harjaantumista menetelmien vahvuuksiin ja heikkouksiin, sekä taitoa tulkita tuloksia oikein oikeanlaisissa tilanteissa.(ACSM 2000, 70-80)

Borgin 1982 mukaan submaksimaalisessa polkupyöräergometritestissä kuormitus on usein yksi- tai useampiportainen. Testattava yrittää päästä jokaisella portaalla vakiotilaan, jota kutsutaan steady state-tilaksi. Polkemisteho, syke, rasituksen tuntemus (RPE = rating of perceived exertion) ja alaraajojen väsymysaste ovat yleensä mitattavia asioita testien aikana. Näiden suureiden avulla voidaan laskea ja arvioida maksimaalinen hapenottokyky.

6 HYVÄN MITTARIN OMINAISUUDET

Mittareiden tietoa antavien osien ominaisuudet jaetaan pätevyteen, toistettavuuteen ja muutosherkkyyteen. Näitä kutsutaan mittarin psykometriseksi (psychometrics) ominaisuudeksi. Lisäksi arviointi kohdistuu myös käyttökelpoisuuteen. TOIMIA noudattaa yleisesti sovittua termiä ”psykometria” käytettäessä mittareiden pätevyys-, toistettavuus- ja muutosherkkyysominaisuuksia ja perustaa jaottelun kansainvälisen COSMIN-tutkijaryhmän laatimaan jaotteluun. (www.cosmin.nl) (de Vet ym. 2011, 4)

Psykometristen ominaisuuksien jaottelu COSMIN mukaan koostuu seuraavista käsitteistä: Reliabiliteetti, mikä käsittää sisäisen yhteneväisyyden, toistettavuuden ja mittavirheen. Muutosherkkyys ja tulkittavuus kuuluvat omiin jaotteluryhmiin. Validiteetti jakautuu kolmeen itsenäiseen osaan: Sisältövaliditeetti, joka koostuu ilmivaliditeetistä. Rakennevaliditeetti, joka sisältää rakenteen validiteetin, hypoteesien testauksen ja kulttuurien välisen validiteetin. Kriteerivaliditeetti, joka sisältää saman aikaisen validiteetin ja ennustevaliditeetin. (www.cosmin.nl) (mukaeltu Mokkink ym. 2010a; Toimia, 2014)

Hyvän mittarin ominaisuuksiin kuuluu mittarin ulotteisuus. Mittari voi olla yksiulotteinen tai moniulotteinen mittari. Yksiulotteiseksi mittariksi luokitellaan esimerkiksi kävelynopeuden mittaaminen, puristusvoima tai joku muu mittari, joka mittaa vain yhtä ominaisuutta. Jos kuitenkin on tarkoitus myös arvioida kävelynopeuden lisäksi alaraajojen lihasvoimaa tai nivelliikkuvuutta, niin mittari muuttuu moniulotteiseksi mittariksi. (Toimia; 2014)

Mittarin validiteetti eli pätevyys kuuluu ominaisuuksiin joita pitää huomioida kun tarkastellaan mittarin sopivuutta tutkittavaan kokonaisuuteen. (de Vet ym. 2011,203;Toimia;2014). Validiteettia tutkittaessa mittauksiin kuuluu poikkiasetelma, pitkittäisasetelma ja muutosherkkyys. Kun käytössä on kahdet mittaukset ja niissä oletetaan tapahtuvan muutos niin kysymys on muutosherkkyuden tarkastelusta (de Vet ym. 2011, 4; Toimia 2014).

Kriteerivalidointia käytetään silloin, kun mittarille on olemassa kultainen standardi (golden standard). Tällöin määritellään mittarin yhtenevyys kultaiseen standardiin ja tehdään johtopäätökset, jotka on saatu verrattaessa saatuja tuloksia etukäteen asetettuihin kriteereihin. Tarkoituksena on selvittää onko saatu yhtenevyys riittävä siinä käyttötarkoituksessa, jossa mittaria on tutkittu. Jos mittarille ei ole olemassa kultaista

standardia, näyttöä tulee etsiä rakennevalidoinnilla. Tällöin edellytyksenä on, että mittarin konstruktio on selkeästi määritelty teorian tai mallin pohjalta. Rakennevalidointia voidaan tehdä yhdistelemällä useampia validointitutkimuksia, joissa kerätään näyttöä tarkoista hypoteeseista. Harkittujen ja tarkkojen hypoteesin vahvistuminen validointitutkimuksessa tuottaa enemmän näyttöä kuin heikosti muotoillut hypoteesit. Kun testataan suurta määrää haastavia hypoteeseja, rakennevaliditeettitutkimuksesta tulee vahva työkalu mittarin validoinnissa (Streiner ja Norman 2008).

Samanaikaisella validiteetilla tarkoitetaan tilannetta, jossa tutkittavaa mittaria verrataan lähes samanaikaisesti kultaiseen standardiin. Esimerkiksi manuaalisesti toteutetun lihasvoimatestin tulosta verrataan dynamometrillä mitattuun tulokseen, jota voidaan tässä tapauksessa pitää kultaisena standardina. Samanaikaista validiteettia tarvitaan validoitaessa erottelevia mittareita ja seurantamittareita. Samanaikaista validiteettia arvioitaessa käytetään eri tilastomenetelmiä sen mukaan millainen mitta-asteikko ja mittayksikkö ovat tutkittavassa mittarissa ja kultaisessa standardissa. Koska kaikkiin mittauksiin sisältyy jonkin verran mittausvirhettä, on mahdollista, että samaa ilmiötä mittaavien mittareiden välinen korrelaatio jää keskinkertaiseksi. Kovan alhainen korrelaatio voi tarkoittaa, että jommankumman vertailtavan mittarin reliabiliteetti on todennäköisesti liian heikko tai että mittarit mittaavat eri ilmiöitä (Streiner ja Norman 2008).

7 TUTKIMUSONGELMAT, TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tässä opinnäytetyössä on tarkoitus selvittää onko PP-Ergometritestin ja UKK-kävelytestin tulosten välillä yhteyksiä kahdessa eri mittausajankohdassa ja muuttuvatko testien tulokset samoissa mittausajankohdissa. Tutkimuskysymykset ovat:

- 1 Onko UKK-testin ja polkupyöräergometrin testitulosten välillä yhteyttä alussa?
- 2 Onko UKK-testin ja polkupyöräergometritestin testitulosten välillä yhteyttä lopussa?

8 AINEISTONKERUU- JA ANALYYSIMENETELMÄT

Mika Venojärvi toimitti mittausaineiston. Opinnäytetyön aineisto analysointiin käyttämällä tilastollisten tietojenkäsittelyn ohjelmistoa, SPSS 18 ja 19 for Windows ohjelmaa. Kaikki päämuuttujat olivat mitta-asteikoltaan jatkuvia. Normaalijakaumat tarkistettiin ja kaikki todettiin normaalijakautuneiksi. Tämän jälkeen suoritettiin visuaalinen analysointi. Lisäksi testattiin, poikkeavatko korrelaatiokertoimet nolasta eli onko muuttujien välillä lineaarista yhteyttä. Joidenkin muuttujien lineaarista yhteyttä havainnollistettiin laatimalla pistekuvio näyttämään visuaalinen kuva tilanteesta.

Tämän jälkeen aineistosta määriteltiin muuttujien keskiarvot, keskihajonnat ja muuttujien väliset Pearsonin korrelaatiokertoimet. Tehtiin ristiinvertailu 0-12vko UKK-kävelytestin ja polkupyöräergometritestin korrelaatioiden avulla. Korrelaatioiden tilastolliseksi merkitsevyydestä valittiin $p < .05$. Korrelaatio vahvuudet määriteltiin seuraavin ehdoin: 0.4-0.6 melko korkea tai kohtuullinen, 0.6-0.8 korkea ja 0.8-1.0 erittäin korkea (Metsämuuronen, 2011,372).

UKK:n kävelytestin tuloksista analysoitiin kuntoindeksi.

Taulukko 2. UKK-instituutin ALPHA- FIT testausoppaan kuntoindeksin laskukaava:

1. Kerro ja laske yhteen: $[(\text{kävelyaika}(\text{min}) \times 11,6)] + [(\text{kävelyaika}(\text{s}) \times 0,2)] + [(\text{syke} (\text{lyöntiä minuutissa}) \times 0,56)] + [(\text{BMI}(\text{kg}/\text{m}^2) \times 2,6)] = \text{summa}$
2. Vähennä summasta: $\text{summa} - [(\text{ikä}(\text{vuosina}) \times 0,2)] = \text{erotus}$
3. Vähennä saatu erotus luvusta: $420 - \text{erotus} = \text{Kuntoindeksi}$

9 TULOKSET

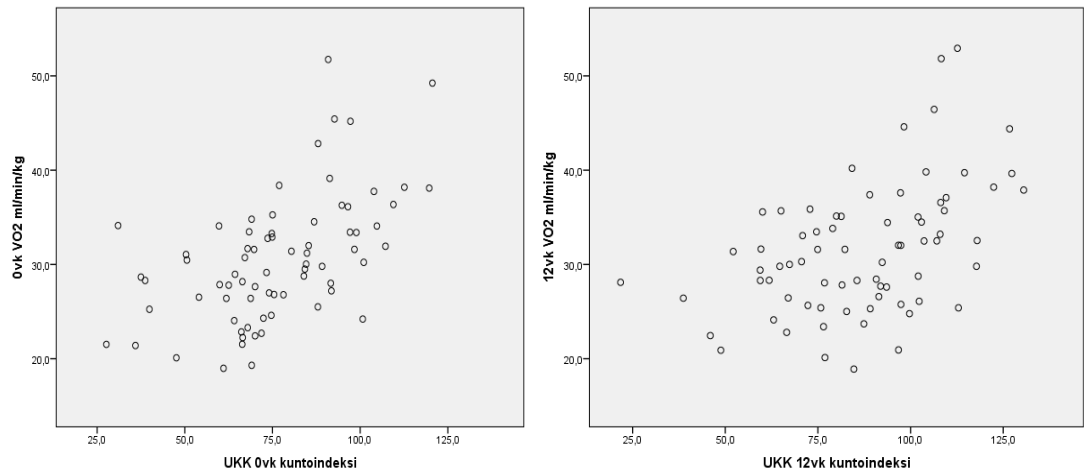
Alla olevassa taulukossa (taulukko 3) on kuvailtu UKK-testin ja polkupyöräergometritestin kuntoindeksit Pearsonin korrelaation mukaan. Korrelaatiosta otettiin tarkastelun alle molempien testien muutokset alku- ja loppumittausten välillä toisiinsa. Testien väliset korrelaatiot on merkitty punaisella. Taulukosta huomataan, että PP-ergometritestin 0 vko ja 12vko välinen yhteys on positiivinen ja erittäin korkea ($r=0,939$). UKK-testin 0vko ja 12vko välinen positiivinen yhteys on korkeaa tasoa ($r=0,771$). UKK-testin 0vko ja PP-ergon 0vko positiivinen korrelaatio jää melko korkeaksi ($r=0,550$). UKK- testin alku- ja lopputestin tulos parantui yhden minuutin (keskiarvo 1,02 t/min). Polkupyöräergometritestissä parannus oli 1,03 ml/min/kg.

Taulukko 3. Pearsonin korrelaatiomatriisi

		Correlations			
		UKK 0vk kun- toindeksi	0vk VO2 ml/min/kg	UKK 12vk kun- toindeksi	12vk VO2 ml/min/kg
UKK 0vk kuntoindeksi	Pearson Correlation	1	,550**	,771**	,483**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	73	73	73	7
0vk VO2 ml/min/kg	Pearson Correlation	,550**	1	,489**	,939**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	73	73	73	7
UKK 12vk kuntoindeksi	Pearson Correlation	,771**	,489**	1	,472**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	73	73	73	7
12vk VO2 ml/min/kg	Pearson Correlation	,483**	,939**	,472**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	73	73	73	7

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

PP-ergometritesti 0-12vk vo_{2max} korreloi UKK.kävelytestin 0-12vko kuntoindeksin kanssa. PP-ergometritestin ja UKK-kävelytestin välillä havaitaan selkeä positiivinen ja lineaarinen korrelaatio.



Kuva 3. 0-12vk UKK-testin kuntoindeksi ja 0-12vk PP-ergometri vo_{2max} ml/min/kg välinen yhteys hajontakuviolina.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tavalliselle kuntoilijalle polkupyöraergometritesti ja UKK-kävelytesti kertovat hyvin samansuuntaisen tuloksen maksimaalisesta hapenottokyvystä. Molemmilla testeillä kuntoilijoita voidaan helposti testata isojakin ryhmiä kerrallaan riittävän luotettavasti pienellä resurssilla. Polkupyöraergometritestin tekeminen vaatii enemmän ja on myös hintavampaa, vaikkakin sen soveltuvuus on parempi etenkin urheilijoille, kun tarvitaan täsmällistä tietoa kunnosta.

UKK-kävelytesti ja polkupyöraergometritesti soveltuvat hyvin harjoittelun kehityksen seurantaan ja testit antavat riittävän luotettavaan tietoa kuntoon koskeviin muutoksiin. Tosin UKK-kävelytesti antaa hieman alhaisemmat tulokset, mutta tilastollista poikkeavuutta testien välillä ei ole.

Harjoittelu ei yksin vaikuta parantuneeseen VO₂max:iin. Ikääntymisen johdosta maksimaalinen hapenottokyky heikkenee. Maksimaalista hapenottokykyä testatessa on myös hyvä tarkastella, että alussa henkilön harjoittelu voi aiheuttaa painossa ja kehonkoostumuksessa muutoksia. Pelkkä painon aleneminen vaikuttaa maksimaaliseen hapenottokykyyn etenkin painoon suhteutettuna, joten parempi tulos ei aina ole sama kuin parempi kunto.

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli saada tietoa, oliko UKK-kävelytestin ja polkupyöraergometritestin välillä yhteyttä alku- ja loppu mittauksissa. Aineisto tuli Nowas-
tep(2007) tutkimuksesta, jossa oli mukana 132 keski-ikäistä miestä.

UKK-kävelytestin ja polkupyöraergometritestin kuntoindeksien välillä havaittiin positiivinen yhteys. Polkupyöraergometritestin 0vko-12vko kuntoindeksistä havaitaan vahvempi positiivinen yhteys kuin UKK-kävelytestin 0vko-12vko kuntoindeksistä.

Tutkimuksen vahvuuksia olivat molempien testimenetelmien luotettavuus. Tutkimuksen luotettavuutta lisää myös se, että tutkimus oli satunnaistettu kontrolloitu. Tutkittavien määrä oli kohtuullisen suuri (n=144), joista noin puolelta (n=73) saatiin kuntoindeksiarvot. Tutkimusaineistosta nousi esiin miehiä, jotka kuuluivat jo ennen tutkimuksen alkamista hyväkuntoisten kuntoluokkaan. Heidän osallistuminen olisi ollut mahdollista poisulkea lisäämällä UKK-testi sisäänottokriteereihin (kuntoluokka alle 100).

Lisää tutkimustietoa olisi tärkeää saada esimerkiksi pakaralihasten tai alaraajojen voimaharjoittelun vaikutuksista kestävyystestitulosten suhteen. Onko pakaralihasten tai alaraajan lihasvoiman lisääntymisellä vaikutusta kävelynopeuteen UKK-kävelytestissä tai tulokseen polkupyöräergometritestissä. Jos vaikutusta on, niin kuinka paljon?

LÄHTEET

ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Seventh edition. 2006

Bjällie, J. G.; Haug, E.; Sand, O.; Sjaastad V. Ø.; Toverud, C. K. 2007. Ihminen. 1.-4. painos. Suom. Mannila, K; Oikarinen, L. Helsinki: WSOY

Helimäki E.; Keskinen K.; Alén M.; Komi PV.; Takala TES. Jyväskylä, 2000. Kuntotestaus Suomessa. Jyväskylän Yliopisto, Liikuntabiologian laitoksen julkaisuja ja selvityksiä

Honkalehto, S. 2001. Terveys- ja liikuntakysely sekä submaksimaalinen polku-pyöräergometritesti liikun-takelpoisuuden arvioinnissa 45-55 –vuotiailla, ASLAK kuntoutukseen hakeutuneilla miehillä

Järveläinen, H. Keski-ikäisten miesten ja naisten maksimaalisen hapenottokyvyn kehitys puolen vuoden aikana [Elektroninen aineisto] / Henriikka Järveläinen. Jyväskylä, 2004.- Pro gradu -työ : Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos, liikuntafysiologia

Karavirta, L. Sykevaihdelun käyttö aerobisen suorituskyvyn arvioinnissa ja kestävyysharjoitusvaikutusten ilmentämisessä keski-ikäisillä ja ikääntyvillä miehillä / Laura Karavirta. Jyväskylä, 2006. - Pro gradu -työ : Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos, valmennus- ja testausoppi

Katajapuu-Truhponen, N. Fyysinen aktiivisuus, maksimaalinen hapenkulutus ja BMI [Elektroninen aineisto] / Niina Katajapuu-Truhponen. Jyväskylä, 2008. - Pro gradu -työ : Jyväskylän yliopisto, terveystieteiden laitos, fysioterapia

Keskinen, K. L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. (toim.). 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Tampere: Liikuntatieteellinen seura ry

Käypähoito -suositus, Julkaistu: 13.09.2013. Saatavilla sähköisesti osoitteessa. <http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi24010#NaN>

Laukkanen R, Oja P, Vuori I. Criterion validity of a two-kilometer walking test for predicting the maximal oxygen uptake of moderately to highly active middle-aged adults. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* 1993;3:267-72

Laukkanen R, Oja P, Pasanen M, Vuori I. Validity of a two kilometre walking test for estimating maximal aerobic power in overweight adults. *International Journal of Obesity* 1992; 16:263-8.

Merikari, J. Aerobinen kunto 50-vuotiailla miehillä ja naisilla / Jaakko Merikari. Jyväskylä, 2006. - Pro gradu -työ : Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos, liikuntafysiologia

Nummenmaa, L. 2004. Käyttäytymistieteiden tilastolliset menetelmät. Vammala: Tammi

Oja, P; Laukkanen R, Pasanen M, Tyry T, Vuori I. A 2-km walking test for assessing the cardiorespiratory fitness and healthy adults: *International Journal of Sports Medicine* 1991;12:356-62

Rauttola, A-P. Kahden kuormitusmallin vertailu arvioitaessa maksimaalista hapenottokykyä / Ari-Pekka Rauttola. Jyväskylä, 2005. - Pro gradu -työ : Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos, liikuntafysiologia

Takatalo, T. 2001. Submaksimaalisten PP-ergometritestien luotettavuus.

Talvitie, U.; Karppi, S.L.; Mansikkamäki, T. 2006. Fysioterapia. Helsinki: Edita Prima Oy. TOIMIA. Mini Mental State-asteikko. [www-dokumentti] 2014 [Haettu 25.5.2017]

Vuori, I.; Taimela, S.; Kujala, U. 2005. Liikuntalääketiede. 3. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim

