

FireFit

Pelastajien hyvä fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntö

Kehittämishanke

RAPORTTI 2007 (1.vaihe)

Miia Wikström¹, Sirpa Lusa², Harri Lindholm³, Raija Ilmarinen⁴, Ritva Luukkonen⁵

1 LitM, BSc, tutkija, Työterveyslaitos, Fyysinen toimintakyky-tiimi

2 THT, ft, erikoistutkija, Työterveyslaitos, Fyysinen toimintakyky-tiimi

3 LL, kliinisen fysiologian erikoislääkäri, Työterveyslaitos, Fyysinen toimintakyky-tiimi

4 Dr.Sport.wiss. (LitT), erikoistutkija, Työterveyslaitos, Fyysinen toimintakyky-tiimi

5 FT, erikoistutkija; Työterveyslaitos, Tilastotiedepalvelut

Palosuojelurahaston rahoittama hanke,
päättös SM-2005-3207/Tu-3942

Yhteenveto

Tausta:

Sisäasianministeriön pelastajien työssä selviytymistä selvittävän työryhmän väliraportin (2005) mukaan pelastajien terveyden ja fyysisen toimintakyvyn ylläpitäminen vaatii riipeitä toimia. Kehittämisen kohteiksi koettiin erityisesti fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntöjen yhtenäistäminen, kuntotestauksen laadun parantaminen, työterveyshuollon asiantuntemuksen käytön lisääminen sekä terveellisiin elintapoihin kannustavan toiminnan kehittäminen.

Tavoite:

FireFit-hankkeen tavoitteena oli kehittää pelastajille yhtenäinen ja laadukas tietokonepohjainen fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmä, johon sisältyisi mittaustulosten käsittelyn ohella myös palautteenanto- ja seurantamahdollisuus. Tavoitteena oli kokeilla menetelmän toimivuutta Keski- ja Länsi-Uudenmaan pelastuslaitosten ja heidän työterveyshuoltojensa toiminnassa.

Aineisto ja menetelmät:

Järjestelmän teknisenä ratkaisuna käytettiin AinoActive Oy:n testausjärjestelmää, jonka Puolustusvoimien käyttöön kehitettyä rakennetta (MilFit) muutettiin pelastuslaitokselle soveltuvaksi (FireFit). Hankkeeseen osallistuvilla pelastuslaitoksilla koulutettiin tutkimuksen alussa yhteensä 10 testaajaa käyttämään FireFit-ohjelmaa. Tämän jälkeen testaajat keräsivät FireFit-tietokantaan molempien pelastuslaitosten pelastajilta (N=86) seuraavat tiedot: 1) submaksimaalisella polkupyöräergometritestillä arvioitu maksimaalinen hapenkulutus, 2) tulokset savusukellusohjeen mukaisesti suoritetuista lihaskuntotesteistä, 3) vyötärön ympärysmitta ja painoindeksi, 4) tulokset selän sivutaiivutus- ja dynaamisen tasapainon testistä sekä 5) suoritus aika, sykintäaajuus ja kuormittuneisuus tiedot ns. Oulun mallin mukaisesta savusukellustestiradasta. Lisäksi pelastajat vastasivat kyselytutkimukseen, jossa kartoitettiin tietoja elintavoista sekä arvioita koetusta työkyvystä ja koetusta terveydestä. Kerättyjen testitulosten perusteella hahmoteltiin perusteita ns. Pelastajan indeksille. Kehittämishankkeen aikana toteutettiin myös FireFit-ohjelmassa käytetyn submaksimaalisen polkupyöräergometritestin luotettavuustutkimus kannettavalla hengityskaasuanalysaattorilla (N=20).

Tulokset:

Fyysisten toimintakykytestien suorittaminen ja tulosten kerääminen FireFit-järjestelmällä onnistui parhaiten, mikäli testaajat olivat motivoituneita testaamaan ja pelastuslaitoksen johto antoi tukensa, sitoutui toimintaan sekä jossain määrin valvoi testausaikataulun toteutumista. Palautteen antamiseksi testaajat kokivat tarvitsevansa lisää koulutusta. FireFit-ohjelman ensimmäiseen versioon valitut fyysisen toimintakyvyn testit ja kehon koostumuksen arviointimenetelmät olivat yhteydessä ikään, koettuun työkykyyn ja terveyteen. Tästä linjasta poikkesi tasapainotesti, jonka luotettava käyttö vaatii lisää tutkimusta. Polkupyöräergometritestin luotettavuustutkimus osoitti FireFit-ohjelmalla suoritettuna submaksimaalisen testin yliarvioivan maksimaalista hapenkulutusta keskimäärin 1,4% verrattuna mitattuun hapenkulutukseen. Tämä ero pieneni keskimäärin 0,2%:iin, mikäli pelastajan mitattu maksimaalinen sykintäaajuus oli tiedossa.

Johtopäätökset:

FireFit-ohjelmaan valitut fyysiset toimintakykytestit kuvasivat turvallisesti ja luotettavasti pelastajien fyysisistä toimintakykyä, työkykyä ja terveyttä. FireFit-ohjelmalla suoritettu submaksimaalinen polkupyöräergometritesti osoittautui riittävän tarkaksi menetelmäksi pelastajien maksimaalisen hapenkulutuksen arvioimiseksi. Ikään sidotun ns. "Pelastajan indeksin" muodostamiseksi tulisi kerätä lisää fyysisten toimintakykytestien tuloksia eri-ikäisiltä pelastajilta. FireFit-ohjelmaan tulisi jatkossa kehittää toimiva testaajien koulutusjärjestelmä sekä luoda helppokäyttöinen palaute- ja seurantajärjestelmä.

Lyhenteet

ACSM	= American College of Sports Medicine
BMI	= Body Mass Index, painoindeksi
STM	= Sosiaali- ja terveysministeriö
TKI	= Työkykyindeksi
TYKY	= Työkyky
TTL	= Työterveyslaitos
UKK	= Urho Kaleva Kekkonen Instituutti
VO ₂ max	= Maksimaalinen hapenkulutus
WHO	= Maailman Terveysjärjestö

Esipuhe

FireFit-kehittämishanke toteutettiin Työterveyslaitoksen Terveys- ja työkyky osaamiskeskukseen kuuluvan Fyysisen toimintakykytiimin johdolla vuonna 2006-2007. Hankkeen rahoituksesta vastasi Työterveyslaitoksen lisäksi Palosuojelurahasto. Hankkeen toteuttamiseen osallistuivat Länsi- ja Keski-Uudenmaan Pelastuslaitokset.

Pelastusalan asiantuntijoista koottuun FireFit-hankkeen projektiryhmään kuuluivat kirjoittajien lisäksi palopäällikkö Martti Sneck Länsi-Uudenmaan Pelastuslaitokselta, johtava työterveyslääkäri Marjatta Vuorinen Espoon kaupungilta, palopäällikkö Pertti Kataja Keski-Uudenmaan Pelastuslaitokselta, kehittäispäällikkö Teija Mankkinen Keski-Uudenmaan Pelastuslaitokselta, puheenjohtaja Saira Lindqvist-Virkamäki Patrix ry:stä, toimitusjohtaja Jyrki Eklund AinoActive Oy:stä, ohjelmistosuunnittelija Petteri Lindén AinoActive Oy:stä sekä liikuntasuunnittelija Sauli Heinonen Vantaan kaupungilta. Edellisten lisäksi FireFit-hankkeen ohjausryhmään kuului vanhempi opettaja Kari Kinnunen Pelastusopistolta ja ylitarkastaja Rami Ruuska Sisäasiainministeriöstä.

FireFit-hankkeen yhteydessä suoritettua polkupyöräergometritestin luotettavuustutkimuksessa sekä testaajana että testipalautteen antajana toimi liikuntafysiologi Jyrki Aho Helsingin Urheilulääkäriasemalta. Testien aikaisten näytteiden ottamisesta vastasi tutkimushoitaja Heli Sistonen Työterveyslaitoksen toimintakykylaboratoriosta.

FireFit-hankkeen onnistumiseen vaikuttivat ratkaisevasti myös Länsi- ja Keski-Uudenmaan Pelastuslaitosten pelastajat, jotka aktiivisesti osallistuvat hankkeen eri vaiheisiin. Lämmin kiitos kuuluu myös FireFit-menetelmän koulutukseen osallistuneille sekä testaustietojen keräyksen suorittaneille pelastajille hyvin suoritetusta ja arvokkaasta työstä.

Kirjoittajat

Sisällysluettelo

Yhteenveto

Lyhenteet

Esipuhe

1. Hankkeen tausta	6
2. Hankkeen tavoitteet	8
3. Hankkeen kulku	9
3.1. Asetelma	9
3.2. Asiantuntijaryhmien perustaminen ja toiminta	10
3.3. Tiedotus, testattavien rekrytointi ja eettiset näkökohdat	10
3.4. Testaajien koulutus	11
3.5. Aineiston kerääminen FireFit-järjestelmään	11
3.6. Polkupyöraergometritestin luotettavuustutkimus	13
3.7. Tilastolliset menetelmät ja aineiston analyysi	14
4. Hankkeen tulokset	15
4.1. Ikä, kehon koostumus, koettu työkyky ja koettu terveys	15
4.2. Fyysinen toimintakyky	17
4.3. Iän, kehon koostumuksen, fyysisen suorituskyvyn, koetun työkyvyn ja koetun terveyden väliset yhteydet	19
4.4. Polkupyöraergometritestin luotettavuustutkimus	22
5. Pohdinta	24
5.1. Kehon koostumus	24
5.2. Fyysinen toimintakyky	26
5.3. Työtaito	30
5.4. FireFit-menetelmän toimivuus tietojen keruussa, palautteen annossa, seurannassa ja yhteistyön välineenä	31
5.5. Pelastajan indeksin luominen	32
6. Johtopäätökset	34
7. Lähteet	35
Liitteet 1-11	

1. Hankkeen tausta

Pelastushenkilöstön työkyvyn arvioinnin lähtökohtana on työturvallisuus. Oleellista on pystyvykö pelastaja suoriutumaan tehokkaasti työtehtävistään vaarantamatta omaa, pelastettavan tai työtovereiden terveydentilaa tai turvallisuutta. Pelastustyön fyysiset vaatimukset kohdistuvat erityisesti hengitys- ja verenkiertoelimistön ja tuki- ja liikuntaelinten toimintaan sekä motoriseen taitoon.

Sisäasiainministeriön savusukellusohjeen (2002) mukaan savusukelluskelpoisuus muodostuu terveydentilaan, fyysiseen toimintakykyyn, koulutukseen ja harjoitteluun liittyvistä vaatimuksista. Terveydentilaa tulisi laajemman alkutarkastuksen jälkeen säännöllisesti seuranta ja näiden seurantatarkastusten tiheys tulisi olla yhteydessä fyysistä toimintakykyä mittaviin testeihin. Fyysisen toimintakyvyn testaus tulisi suorittaa savusukellusohjeen mukaan hengitys- ja verenkiertoelimistön osalta vuosittain, mutta lihasvoiman- ja kestävyuden testaustiheydeksi riittää joka toinen vuosi. Fyysisen toimintakyvyn testaajan suositellaan omaavan terveystai liikunta-alan koulutusta ja perehtyneisyyttä pelastustyön fyysiseen kuormittavuuden arviointiin. Testaajina voivat toimia myös työpaikkakoulutetut pelastustoimen henkilöt. Testauksen tulisi huomioida laadun, turvallisuuden ja luotettavuuden kriteerit (ACSM 2006, LTS 2004). Henkilökohtaisten toimintakykytestien tulosten kehityssuuntaa tulisi seurata ja tulokset liittää terveydentilan seurantaan koskeviin asiakirjoihin.

Kätön (2004) Sisäasiainministeriölle tekemän selvityksen mukaan vähän alle puolessa pää- ja sivutoimisista sekä sopimuspalokunnista hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyvyn testaukset toteutetaan tiheydeltään savusukellusohjeen mukaisesti. Lihasvoiman ja -kestävyyden kohdalla vastaava osuus on noin puolet. Selvityksestä ei ilmennyt oliko testisuorituksista vastaavilla ohjeen mukainen koulutus ja pelastusalan tuntemus. Testitulosten seurannasta huolehtivat tahot vaihtelivat pelastuslaitoksittain tai seuranta ei toteutettu lainkaan.

Fyysisen toimintakyvyn testaus on yksi tapa arvioida työssä selviytymistä sekä motivoida pelastajia jatkuvaan, säännölliseen fyysisen toiminta- ja työkyvyn ylläpitoon. Suunnitelmallisesti ja standardoidusti toteutetusta testauksesta hyötyvät yksittäisen työntekijän lisäksi työyhteisö ja työnantaja. Monien selvitysten mukaan fyysisen toimintakyvyn arviointikäytäntö on toteutunut vaihtelevasti ja niiden toteuttamisessa on paljon kehittämistarpeita.

Kätön (2004), Tienarin (2003) ja Kekin ym. (2001) selvitysten mukaan kehittämistarpeita fyysisen toimintakyvyn arviointiin ovat mm:

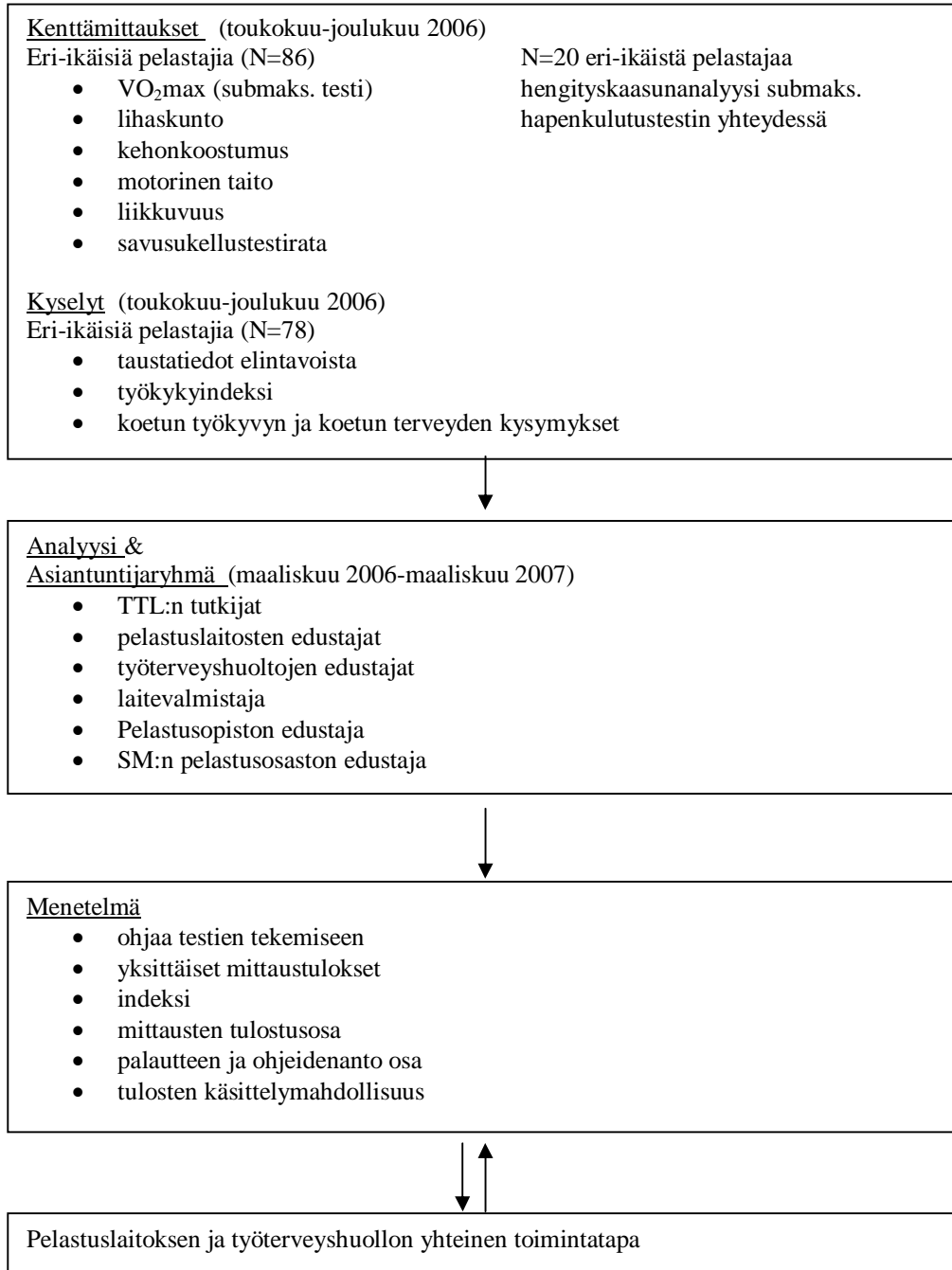
- Testaustoiminnan laadun parantaminen (testauksen kaikissa vaiheissa esitietojen käytöstä palautteenantoon ja seurantaan)
- Testaajien pelastusalan tuntemuksen parantaminen
- Pelastuslaitosten ja testaajien välisen yhteistyön kehittäminen
- Työterveyshuollon asiantuntemuksen käytön lisääminen
- Yhtenäisen käytännön luominen erityyppisille pelastuslaitoksille, erityisesti VPK:lle
- Terveystarkastus- ja kuntotestauskäytäntöjen täsmentäminen
- Kokonaisvaltaisen terveystarkastuksellisen ja liikuntaan ym. terveellisiin elintapoihin kannustavan toiminnan kehittäminen

2. Hankkeen tavoitteet

- 1) FireFit-hankkeen ensimmäisenä tavoitteena oli kehittää pelastajille systemaattinen, ennakoiva ja laadukas tietokonepohjainen fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmä, johon sisältyisi mittauksien käsittelyn ohella myös palautteenanto ja seurantaosat.
- 2) FireFit-hankkeen toisena tavoitteena oli kokeilla kehitetyn fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmän toimivuutta osana kahden eri pelastuslaitoksen ja heidän työterveyshuoltojensa toimintaa.
- 3) FireFit-hankkeen kolmantena tavoitteena oli luoda pohja ns. Pelastajan indeksille, joka ottaisi kokonaisvaltaisemmin huomioon pelastajan fyysisen toimintakyvyn myös iän ja työtehtävän näkökulmasta.

3. Hankkeen kulku

3.1. Asetelma



3.2. Asiantuntijaryhmien perustaminen ja toiminta

FireFit-hankkeen tueksi perustettiin kaksi asiantuntijaryhmää; projektiryhmä ja ohjausryhmä. Projektiryhmä koostui Työterveyslaitoksen tutkijoiden lisäksi Keski- ja Länsi-Uudenmaan Pelastuslaitosten ja heidän työterveyshuoltojensa edustajista, ohjelmistotoimittajan AinoActive Oy:n edustajista sekä Pelastusalan työterveyslääkärit Patrix ry:n edustajasta. Hankkeen ohjausryhmään kuului edellisten lisäksi myös Sisäasiainministeriön pelastusosaston sekä Pelastusopiston edustajat. Hankkeen projektiryhmä kokoontui 12 kuukauden aikana yhteensä kolme ja ohjausryhmä neljä kertaa. Kokousten pöytäkirjat ovat luettavissa liitteessä 1. Projekti- ja ohjausryhmien tapaamisten lisäksi FireFit-kehittämishankkeesta pyrittiin tiedottamaan eri tahoille. Työterveyslaitoksen tutkijat kävivät luennoimassa hankkeesta useilla pelastusalan tapaamisilla ja koulutuspäivillä. Lisäksi hanke on ollut jatkuvasti esillä uutta Pelastussukellusohjetta laativan työryhmän toiminnassa Sisäasianministeriössä.

3.3. Tiedotus, koehenkilöiden rekrytointi ja eettiset näkökohdat

Keski- ja Länsi-Uudenmaan Pelastuslaitosten ja heidän työterveyshuoltojensa sitouduttua FireFit-hankkeeseen, aloitettiin koehenkilöiden rekrytointi. Työterveyslaitoksen tutkija toimitti pelastuslaitoksille hanketta esittelevän tiedotteen (Liite 2.), jota levitettiin henkilöstölle pelastuslaitosten omia tiedotuskanavia pitkin. Tämän jälkeen hankkeeseen vapaaehtoisesti osallistuvat pelastajat saivat laajemman FireFit-hanketta ja siihen liittyviä vaiheita esittelevän tiedotteen (Liite 3.). Ennen mittausten aloittamista pelastajat allekirjoittivat suostumuslomakkeen hankkeeseen osallistumisesta ja heidän tietojensa käyttämisestä hankkeen analysointivaiheessa (Liite 4.).

Hankkeessa pyrittiin huolellisesti toteuttamaan eettisiä ja tietosuojaan liittyviä näkökohtia:

- 1) Tutkittavat osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja heille korostettiin osallistumisen vapaaehtoisuutta.
- 2) Testeihin osallistuvilta pyydettiin kirjallinen suostumus. Ennen suostumusta tutkittaville selvitettiin vielä kirjallisesti ja suullisesti tutkimuksen tarkoitus, tutkimukseen liittyvät terveysriskit ja tutkimuksen sisältö.
- 3) Kuormituskokeiden osalta noudatettiin yleisiä kliinisen kuormituskokeen terveydellisiä varonäkökohtia.
- 4) Tutkimustiloissa oli ensiapuvalmius.
- 5) Tutkimuksen tulokset olivat vain Työterveyslaitoksen ja FireFit-hankkeeseen kuuluneiden yhteistyötahojen käytettävissä. Tutkittaville tullaan antamaan henkilökohtainen palaute mittausten tuloksista huhtikuussa 2007.
- 6) Tutkimussuunnitelma hyväksyttiin HUS:n koordinoivassa eettisessä toimikunnassa.

3.4. Testaajien koulutus

Ennen hankkeeseen liittyvää tiedonkeräysvaihetta molemmilla pelastuslaitoksilla nimettiin yhteensä 10 aiheesta kiinnostunutta pelastajaa FireFit-hankkeen testaajakoulutukseen. Tämä oli välttämätöntä hankkeen toiminta- ja kuntotestauskäytäntöjen yhtenäistämiseksi. Testaajien koulutuspäivä järjestettiin molemmilla pelastuslaitoksilla kesäkuussa 2006 ja koulutuksen toteuttivat Työterveyslaitoksen tutkija ja AinoActive Oy:n edustaja. Työterveyslaitoksen tutkija laati hankkeeseen oman testauskäsikirjan (Liite 5.), joka sisälsi tarkat toimintaohjeet kuntotestien suorittamiseksi ja suoritusten viitearvot palautteen antamisen tueksi. Lisäksi käsikirjaan liitettiin AinoActive Oy:n edustajan laatimat käyttöohjeet testaustietojen tallentamisesta FireFit-järjestelmään. Testaajilla oli koulutuspäivän jälkeen mahdollisuus pyytää kouluttajilta apua testauksessa, järjestelmän käytössä tai palautteen antamisessa mahdollisesti ilmenneiden ongelmatilanteiden ratkaisemiseksi.

3.5. Aineiston kerääminen FireFit-järjestelmään

Varsinainen FireFit-hankkeeseen liittyvä tiedonkeräysvaihe aloitettiin molemmilla pelastuslaitoksilla koehenkilöiden rekrytoinnin sekä testaajien kouluttamisen jälkeen kesäkuussa 2006. Hankkeen yhteydessä koulutetut testaajat keräsivät pelastajilta seuraavat tiedot FireFit-järjestelmään:

- 1) Arvio maksimaalisesta hapenkulutuksesta ($VO_2\max$) AinoActive:n submaksimaalista polkupyöraergometritestiä käyttäen. Testi suoritettiin suorassa tietokoneohjauksessa. $VO_2\max$ arvion kriteereinä olivat testin aikainen sykintätaajuus, poljentateho (W) ja iän mukaan arvioitu maksimaalinen sykintätaajuus ($HR_{\max} = 208 - 0,7 \times \text{ikä (v)}$) (Tanaka ym. 2001).
- 2) Tiedot savusukellusohjeen mukaisista lihaskuntotesteistä:
 - Jalkakyykky 45 kg (krt/60 s)
 - Penkkipunnerrus 45 kg (krt/60 s)
 - Makuulta istumaan (krt/60 s)
 - Käsinkohonta (maks. krt)
- 3) Tiedot koehenkilöiden pituudesta (cm) ja painosta (kg) ja kehon painoindeksistä (BMI) (kg/m^2). Lisäksi mitattiin koehenkilöiden vyötärönympäryys (cm).

- 4) Dynaamisen tasapainotestin aika (s + virheiden lukumäärä, 1 virhe = 1 s) sekä selän sivutaivutustestin tulos (cm).
- 5) Suoritus aika, sykintätaajuus ja kuormittuneisuus tiedot ns. Oulun mallin mukaisesta savusukellustestiradasta FireFit-ohjelmalla analysoituna. Testiradan aikaiset sykintätaajuustiedot rekisteröitiin Suunnon T6 sykemittareille ja siirrettiin FireFit-ohjelmaan. Annettujen tehtäväkohtaisten palautumisaikojen perusteella ohjelma laski automaattisesti keskimääräisen sykintätaajuuden ja kuormittumisprosentin jokaiselle työvaiheelle erikseen sekä koko testiradan työjakson ajalta. Mitatut kuormittumistulokset suhteutettiin iänmukaiseen maksimaaliseen sykintätaajuuteen, joka laskettiin kaavalla $HR_{max} = 208 - 0,7 \times \text{ikä (v)}$ (Tanaka ym. 2001).

Kaikki fyysiset toimintakykytestit toteutettiin pelastuslaitosten tiloissa FireFit-hankkeeseen koulutettujen testaajien ohjaamana. Ennen submaksimaalista polkupyöräergometritestiä kartoitettiin pelastajan sen hetkinen terveydentila ja mahdolliset terveydelliset esteet testin suorittamiselle (Liite 6.). Testin aikana pelastajan suoritusta tarkkailtiin jatkuvasti. Tarkkailun tukena käytettiin subjektiivisen koetun kuormituksen arviota eli RPE-taulukkoa (Liite 7.).

Testin keskeytyskriteerit olivat seuraavat:

- tutkittavan oma toivomus keskeyttää koe
- subjektiivinen koettu kuormitus (RPE-arvo) 19-20
- sydämen sykintätaajuus saavuttaa tai ylittää tutkittavan maksimaalisen sykintätaajuuden ja pysyy tällä tasolla 30-60 sekunnin ajan
- huonovointisuus
- epätavallinen tai voimakas väsymyksen tunne
- jos suoritus käy epävarmaksi ja koordinoimattomaksi
- rintakipu
- voimistuvat lihas-, jänne- tai nivelkivut selässä, lonkissa tai ala- tai yläraajoissa

- 6) Fyysisten toimintakykytestien yhteydessä pelastajat vastasivat kyselyyn, jossa kartoitettiin tietoja elintavoista sekä arvioita koetusta työkyvystä ja koetusta terveydestä (Liite 8.). Näitä tietoja ei kerätty FireFit-järjestelmään, vaan ne toimitettiin Työterveyslaitoksen tutkijan analysoitaviksi. Kyselyn tuloksia käytettiin tutkimusaineiston yleiseen kuvaukseen sekä fyysisen toimintakyvyn, koetun terveyden ja koetun työkyvyn yhteyksien määrittämiseen.

3.6. Polkupyöräergometritestin luotettavuustutkimus

Kehittämishankeen osana toteutettiin FireFit-menetelmän luotettavuutta selvittävä tutkimus, jonka tavoitteena oli määrittää:

- 1) Kuinka tarkasti FireFit-ohjelman antama arvio ennustaa mitattua maksimaalista hapenkulutusta?
- 2) Onko epäsuoran iänmukaiseen maksimaaliseen sykintätaajuuteen perustuvan submaksimaalisen polkupyöräergometritestin käyttö riittävän tarkka menetelmä pelastajien maksimaalisen hapenkulutuksen arvioimiseksi?

Marraskuussa 2006 Keski-Uudenmaan Pelastuslaitokselta rekrytoitiin 17 vapaaehtoista pelastajaa maksimaaliseen polkupyöräergometritestiin, jonka aikana tehtiin veren laktaattipitoisuusanalyysi ja hengityskaasut mitattiin ja analysoitiin suoralla menetelmällä. Pelastajien lisäksi toimivien koehenkilöiden lisäksi tähän osatutkimukseen osallistui kolme pelastusalan hallinnossa työskentelevää henkilöä.

Noin kaksi viikkoa ennen testiä, koehenkilöille toimitettiin valmistautumisohjeet testin suorittamiseksi (Liite 10.). Sen lisäksi heille tehtiin lääkärintarkastus (Liite 11.). Testauksesta vastasi klinisen fysiologian erikoislääkäri ja testaukseen osallistui kaksi liikuntafysiologia sekä sairaanhoitaja. Testauslaitteina käytettiin FireFit-ohjelmaa, Ergoline K100-polkupyöräergometriä, kannettavaa Oxygen Mobile-hengityskaasuanalysointilaitetta sekä Polar-sykevyötä. Testin aikana koehenkilöt arvioivat toistuvasti subjektiivista fyysistä kuormittuneisuuttaan RPE-asteikon avulla (Liite 7.).

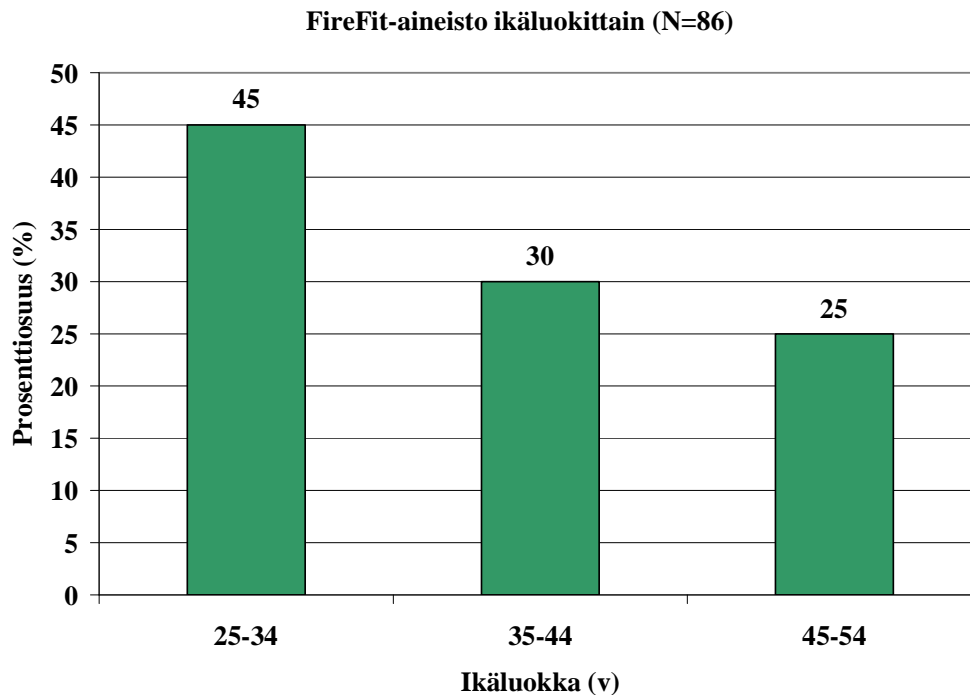
Testin aikaisten henkäys-henkäykseltä (BBB) kerättyjen hengitysmuuttujien, sykintätaajuuden, sekä saavutetun poljentatehon perusteella määritettiin todellinen mitattu maksimaalinen hapenkulutus. Määrittäminen tehtiin Helsingin Urheilulääkäriaseman (HULA) laitteistolla. Myös koehenkilöille toimitetut testipalautteet luotiin HULA:n palautejärjestelmien pohjalta. Työterveyslaitoksella analysoitiin submaksimaalisen polkupyöräergometrin luotettavuus vertaamalla mitattua maksimaalista hapenkulutusta ja maksimaalista sykintätaajuutta vastaaviin FireFit-ohjelman antamiin, 85% maksimaalisesta sykintätaajuudesta johdettuihin VO_{2max} arvoihin.

3.7. Tilastolliset menetelmät ja aineiston analyysi

Muuttujien tunnusluvuista analysoitiin keskiarvot ja keskihajonta tai prosenttijakauma ja ääriarvot. Muuttujista muodostettua summamuuttujaa ja siitä saatua jakaumaa tarkasteltiin asiantuntijaryhmässä ja muodostettiin pohja työn vaatimukseen nähden perusteltuun luokitteluasteikkoon. Samalla pohdittiin mitä muuttujia olisi aiheellista painottaa summaindeksissä. Muuttujien välisiä yhteyksiä tarkasteltiin Spearmanin ikävakioidulla korrelaatiokertoimella (ρ) sekä regressiomallien (r) avulla. (SAS Inst. 1999). Tuloksen merkitsevyys ilmoitetaan P -arvolla ($p < 0,05^*$ merkitsevä yhteys, $p < 0,01^{**}$ hyvin merkitsevä yhteys, $p < 0,001^{***}$ erittäin merkitsevä yhteys).

4. Hankkeen tulokset

Hankkeeseen liittyvän aineiston keräys päättyi viikolla 3 ja materiaalin tilastollinen käsittely aloitettiin viikolla 4 (2007). FireFit-hankkeessa oli mukana 86 pelastajaa; Keski-Uudenmaan Pelastuslaitokselta 59 pelastajaa, Länsi-Uudenmaan Pelastuslaitokselta 24 pelastajaa sekä kolme muuta pelastusalan hallinnossa työskentelevää henkilöä.



KUVA 1. FireFit-hankkeeseen osallistuneiden pelastajien suhteellinen (%) jakauma ikäluokittain.

4.1. Ikä, kehon koostumus, koettu työkyky ja koettu terveys

FireFit-hankkeeseen osallistuneiden pelastajien kehon koostumuksen, koetun työkyvyn ja koetun terveyden muuttujien keskiarvot arvot ovat taulukossa 1. Painoindeksin (BMI) osalta pelastajat olivat WHO:n luokituksen (2000) mukaan keskimäärin lievästi ylipainoisia. Pelastajista 41% oli normaalipainoisia ($BMI \leq 24,9$), 50% lievästi ylipainoisia ($BMI 25-29,9$) ja 7% merkittävästi ylipainoisia ($BMI 30-34,9$). Vyötärön ympärysmittan osalta pelastajat omasivat WHO:n luokituksen mukaan keskimäärin lievästi kohonneen riskin sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin (≥ 90 cm). Pelastajista 37 %:lla sairastumisen riskiä ei ollut, mutta 45%:lla vastaava riski oli lievä tai huomattavasti kohonnut.

TAULUKKO 1. Hankkeeseen osallistuneiden pelastajien ikä (v), pituus (cm), paino (kg), vyötärön ympäryys (cm), painoindeksi (BMI), työkykyindeksi (TKI) sekä arviot nykyisestä työkyvystä ja koetusta terveydestä. Tuloksista on ilmoitettu keskiarvot (KA), keskihajonnat (KH), miniarvot (MIN) sekä maksimiarvot (MAX).

MUUTTUJA	N	KA	KH	MIN	MAX
Ikä (v)	86	36,9	8,2	25	54
Pituus (cm)	86	179,3	6,3	161	195
Paino (kg)	84	83,6	9,3	63	109,6
Vyötärön ympäryys (cm)	71	90,5	7,3	77	112
BMI	84	26,0	2,7	19,3	33,9
TKI (7-49 pistettä)	75	43,6	3,7	30	49
Nykyinen työkyky verrattuna elinikäiseen parhaimpaan (työkyvytön 1→10 parhaimmillaan)	78	8,3	1,2	5	10
Koettu terveys ikäisiinsä verrattuna (huono 1→5 erinomainen)	78	4,1	0,8	1	5

Työkykyindeksin luokittelu ja toimenpiteet:

Erinomainen	44-49	työkyvyn ylläpitäminen
Hyvä	37-43	työkyvyn vahvistaminen
Kohtalainen	28-36	työkyvyn edistäminen
Huono	7-27	työkyvyn palauttaminen

Viitearvot vyötärön ympärysmitalle (WHO) suhteessa riskiin sairastua sydän- ja verisuonisairauksiin:

Vyötärön ympärysmitta (cm)	Ei riskiä	Lievä riski	Huomattava riski
miehet	< 90	90-100	>100
naiset	< 80	80-90	> 90

Painoindeksin mukaiset luokitukset aikuisväestössä (WHO 2000):

LUOKITUS	BMI (kg/m ²)	KUVAUS
Alipainoinen	< 18,5	Alipainoinen
Normaalipainoinen	18,5-24,9	Normaalipainoinen
Ylipainoinen	≥25	Liikapainoinen, lihava
Lievä lihavuus	25-29,9	Lievästi lihava
Lihava luokka 1	30-34,9	Merkittävästi lihava
Lihava luokka 2	35-39,9	Vaikeasti lihava
Lihava luokka 3	≥ 40	Sairaalloisesti lihava

Koetun työkyvyn osalta hankkeeseen osallistuneet pelastajat kokivat työkykynsä keskimäärin hyväksi (TKI 37-43). Erinomaiseksi (TKI 44-49) työkykynsä koki 45%, hyväksi 37% ja kohtalaiseksi (TKI 28-36) 5% pelastajista. Yksikään pelastajista ei kokenut työkykyänsä huonoksi (TKI 7-27). Terveydentilan osalta pelastajat kokivat omaavansa keskimäärin melko hyvän (4-5) terveyden ikäisiinsä verrattuna. Erinomaiseksi (5) terveytensä koki 36%, melko hyväksi (4) 45% ja keskinkertaiseksi (3) 18% pelastajista.

4.2. Fyysinen toimintakyky

FireFit-menetelmällä suoritettujen fyysisten toimintakykytestien tulosten keskiarvot on esitetty taulukossa 2. Savusukellusohjeessa (Sisäasianministeriö 2002) määriteltyjen viitearvojen perusteella hankkeeseen osallistuneilla pelastajilla oli keskimäärin hyvä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky ($VO_2\max$ $l\cdot\min^{-1}$, $ml/kg\cdot\min^{-1}$). Aineisto painottui maksimaalisen hapenkulutuksen osalta hyvään tai erinomaiseen kuntoluokkaan (Kuva 2.).

TAULUKKO 2. Hankkeeseen osallistuneiden pelastajien fyysinen toimintakyky FireFit-menetelmällä mitattuna. Tuloksista on ilmoitettu keskiarvot (KA), keskihajonnat (KH), miniarvot (MIN) sekä maksimiarvot (MAX).

MUUTTUJA	N	KA	KH	MIN	MAX
VO ₂ max ($l\cdot\min^{-1}$)	81	3,8	0,6	2,6	5,6
VO ₂ max ($ml/kg\cdot\min^{-1}$)	81	45,5	8,2	32,0	69,1
Makuulta istumaan (krt/60s)	61	42,0	9,1	32	69
Penkkipunnerrus (krt/60s)	60	33,1	13,3	10	72
Jalkakyykky (krt/60s)	59	31,2	6,7	10	43
Käsinkohonta	58	11,3	5,3	2	30
Selän sivutaiutus (cm)	66	24,1	3,9	15,5	34,0
Dynaaminen tasapaino (s)	14	-	-	-	-
Savusukellustestirata (kuorm.%)	13	71,1	7,2	61	85

Savusukellusohjeen (2002) mukaiset viitearvot kestävyys- ja lihaskuntotesteistä:

Testi	Heikko	Tyydyttävä	Hyvä	Erinomainen
VO ₂ max (l/min)	≤ 2,4	2,5-2,9	3,0-3,9	≥ 4,0
VO ₂ max ($ml/kg/min$)	≤ 29	30-35	36-49	≥ 50
Makuulta istumaan (krt/60 s)	≤ 20	21-28	29-40	≥ 41
Penkkipunnerrus (krt/60 s)	≤ 9	10-17	18-29	≥ 30
Jalkakyykky (krt/60 s)	≤ 9	10-17	18-26	≥ 27
Käsinkohonta	≤ 2	3-4	5-9	≥ 10

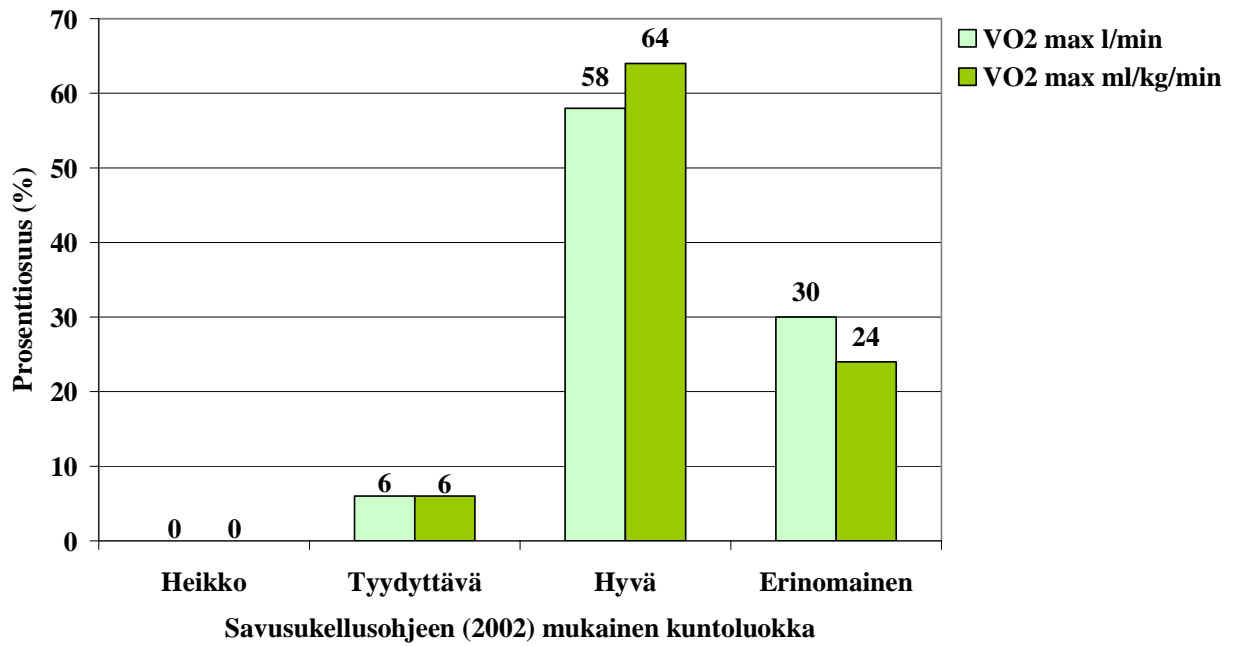
Viitearvot (cm) selän sivutaiutustestiin (UKK):

Erinomainen	≥ 24,1
Hyvä	22,3-24,09
Keskitaso	20,02-22,29
Välttävä	18,5-20,19
Heikko	≤ 18,49

Savusukellusohjeen (2002) mukaiset viitearvot kuormittumiselle savusukellustehtävässä:

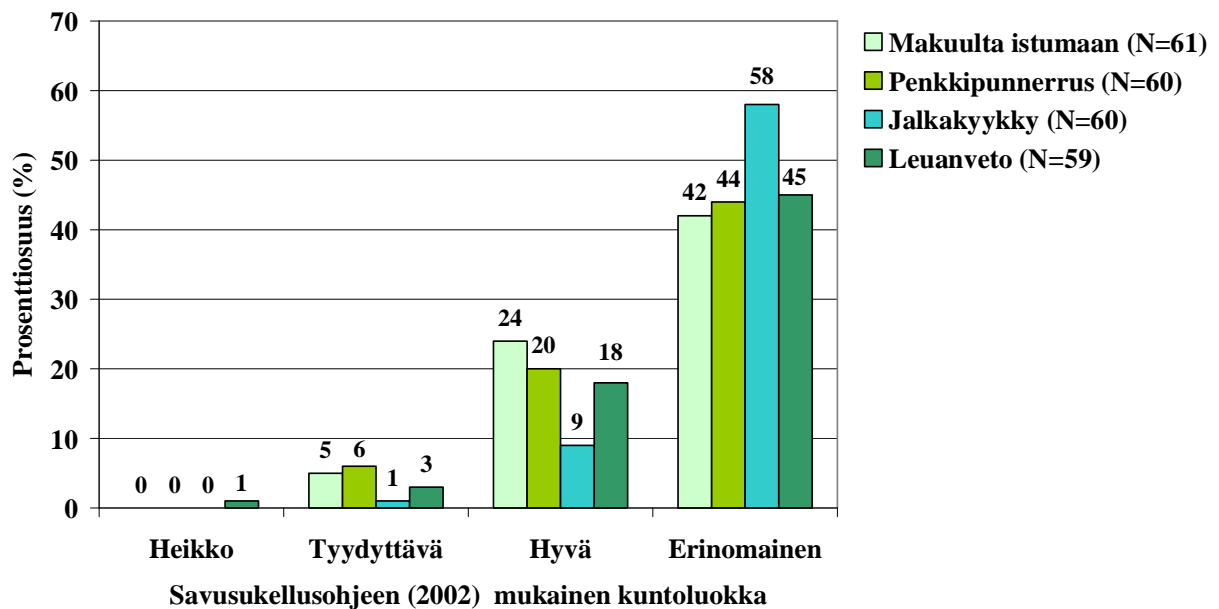
%HRmax	Kuormittumisen aste	Max työaika savusukellustehtävässä (min)
≤ 84	Korkea	yli 30
85 - 94	Hyvin korkea	10-30
95 - 100	Erittäin korkea	alle 10

Pelastajien maksimaalinen hapenottokyky FireFit-hankkeessa



KUVA 2. FireFit-hankkeeseen osallistuneiden pelastajien (n=81) maksimaalisen hapenkulutuksen suhteellinen (%) jakauma kuntoluokittain.

Pelastajien lihaskunto FireFit-hankkeessa



KUVA 3. FireFit-hankkeeseen osallistuneiden pelastajien lihaskunnon suhteellinen (%) jakauma kuntoluokittain.

Savusukellusohjeen mukaisten lihaskuntotestien osalta hankkeeseen osallistuneet pelastajat saavuttivat ohjeessa annettujen viitearvojen perusteella keskimäärin erinomaisen kuntoluokan kaikilla testatuilla osa-alueilla (Taulukko 2.). Aineisto painottui kaikkien lihaskuntotestien osalta hyvään tai erinomaiseen kuntoluokkaan (Kuva 3.). FireFit-hankkeeseen mukaan otetussa selän sivutaivutustestissä pelastajat omasivat UKK-instituutin (1995) viitearvojen perusteella keskimäärin erinomaisen selän liikkuvuuden ($\geq 24,1$ cm). Pelastajista 36%:lla selän liikkuvuus oli erinomainen, 14%:lla hyvä, 17%:lla keskinkertaisen ja 9%:lla välttävä tai heikko.

Savusukellusta jäljittelevällä ns. Oulun mallisella savusukellustestiradalla pelastajien keskimääräinen kuormittumisen aste oli savusukellusohjeenmukaisten viitearvojen perusteella korkea ($\leq 84\%$ HRmax). Testiradan suoritti kuitenkin vain 15% FireFit-hankkeeseen osallistuneista pelastajista. FireFit-järjestelmässä mukana olleen dynaamisen tasapainon testin suorituksissa oli runsaasti annetuista ohjeista poikkeavia suoritustapoja, eikä kerättyjä tuloksia ole täten voitu luotettavasti arvioida tämän tutkimuksen yhteydessä.

4.3. Iän, kehon koostumuksen, fyysisen suorituskyvyn, koetun työkyvyn ja koetun terveyden väliset yhteydet

Iän, kehon koostumuksen, fyysisen toimintakyvyn, koetun työkyvyn (TKI), nykyisen työkyvyn ja koetun terveyden väliset yhteydet ovat taulukossa 3. Savusukellustestiradan ja dynaamisen tasapainotestin tuloksia ei tässä yhteydessä käsitelty.

Ikääntyminen oli yhteydessä kehon koostumuksen osalta suurempaan vyötärön ympärysmittaan, mutta ei korkeampaan painoindeksiin (BMI). Iän karttuessa myös koetun työkyvyn, nykyisen työkyvyn ja koetun terveyden arviot sekä useiden fyysisen toimintakyvyn osa-alueiden tulokset laskivat. Vain maksimaalisen hapenkulutuksen ja reisilihasten voiman osalta vastaavaa suuntausta ei ikääntymisen myötä havaittu. Suurella vyötärön ympärysmittalla oli yhteydet heikompiin tuloksiin kaikkien analysoitujen muuttujien kohdalla selän liikkuvuutta lukuun ottamatta. Lisäksi korkeampi BMI oli yhteydessä heikompaan $VO_2\text{max}$:iin ($\text{ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$).

Hyvät TKI:n, nykyisen työkyvyn sekä koetun terveyden arviot olivat yhteydessä parempiin tuloksiin kaikkien fyysisen toimintakyvyn muuttujien kohdalla selän liikkuvuutta lukuun ottamatta. Samat muuttujat heikkenivät iän karttuessa ja/tai vyötärön ympärysmittan suurentuessa. BMI ei ollut yhteydessä koetun työkyvyn tai koetun terveyden muuttujiin. Matalampi painoon suhteutettu $VO_2\text{max}$ ($\text{ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$) oli yhteydessä heikompaan koetun työkyvyn, koetun terveyden

arvioon sekä suurempaan vyötärön ympärysmittaan ja BMI:iin. Myös lihaskuntomuuttujien tulokset olivat heikompia matalamman maksimaalisen hapenkulutuksen ($\text{ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$) omaavilla. Absoluuttisena arvona ilmaistun maksimaalisen hapenkulutuksen ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) vastaavat yhteydet olivat samansuuntaiset, mutta niiden merkitsevyydet olivat painoon suhteutettua VO_2max arvoa pienemmät.

Lihaskunnan osalta erityisesti hyvä tulos makuulta istumaan testin, penkkipunnerruksen sekä leuanvedon osalta olivat yhteydessä korkeaan maksimaalisen hapenkulutukseen. Lisäksi kaikki lihaskunnan muuttujat olivat yhteydessä toisiinsa selän liikkuvuutta lukuun ottamatta. Hyvä lihaskunto oli yhteydessä korkeaan TKI:n, nykyisen työkyvyn ja koetun terveyden arvioon. Selän sivutaivutuksen ja muiden hankkeessa analysoitujen muuttujien keskinäiset yhteydet olivat vähäiset, sillä vain ikääntyminen oli yhteydessä pienempään selän liikkuvuuteen.

TAULUKKO 3. Iän, kehon koostumuksen, fyysisen toimintakyvyn, koetun työkyvyn (TKI), nykyisen työkyvyn, koetun terveyden väliset korrelaatiokertoimet (ρ) FireFit-hankkeessa. Korrelaatio merkitsevyys on ilmaistu P -arvolla (p) (* = $p < 0,05$ merkitsevä yhteys, ** = $p < 0,01$ hyvin merkitsevä yhteys, *** = $p < 0,001$ erittäin merkitsevä yhteys).

	Ikä	BMI	Vyötärön ympärys	VO2max (l·min ⁻¹)	VO2max (ml/kg·min ⁻¹)	Makuulta istumaan	Penkkipunerrus	Jalkakyykky	Leuanveto	Sivutaivutus	TKI	Nykyinen työkyky	Koettu terveys
Ikä	-	0,16	0,49***	-0,1	-0,19	-0,38**	-0,43***	-0,23	-0,49***	-0,56***	-0,46***	-0,43***	-0,38***
BMI	0,16	-	0,81***	0,13	-0,35**	-0,25	0,09	0,09	-0,25	0,04	-0,17	-0,21	-0,15
Vyötärön ympärys	0,49***	0,81***	-	0,1	-0,35**	-0,44***	-0,27*	-0,24	-0,55***	-0,18	-0,33***	-0,39**	-0,31**
VO2max (l·min ⁻¹)	-0,1	0,13	0,1	-	0,76***	0,30*	0,29*	0,04	0,12	0,04	0,24*	0,22*	0,42***
VO2max (ml/kg·min ⁻¹)	-0,19	-0,35**	-0,35**	0,76***	-	0,40**	0,30*	0,07	0,34**	0,05	0,32**	0,36**	0,49***
Makuulta istumaan	-0,38**	-0,25	-0,44***	0,30*	0,40**	-	0,62***	0,56***	0,66***	0,06	0,44***	0,48***	0,42***
Penkkipunerrus	-0,43***	0,09	-0,27*	0,29*	0,30*	0,62***	-	0,53***	0,65***	0,16	0,34**	0,44***	0,40**
Jalkakyykky	-0,23	0,09	-0,24	0,04	0,07	0,56***	0,53***	-	0,62***	0,29*	0,23	0,37**	0,22
Leuanveto	-0,49***	-0,25	-0,55***	0,12	0,34**	0,66***	0,65***	0,62***	-	0,22	0,43***	0,48***	0,40**
Sivutaivutus	-0,56***	0,04	-0,18	0,04	0,05	0,06	0,16	0,29*	0,22	-	0,07	0,1	0,21
TKI	-0,46***	-0,17	-0,33**	0,24*	0,32**	0,44***	0,34**	0,23	0,43***	0,07	-	0,91***	0,61***
Nykyinen työkyky	-0,43***	-0,21	-0,39**	0,22*	0,36**	0,48***	0,44***	0,37**	0,48***	0,1	0,91***	-	0,62***
Koettu terveys	-0,38***	-0,15	-0,31**	0,42***	0,49***	0,42***	0,40**	0,22	0,40**	0,21	0,61***	0,62***	-

Spearmanin korrelaatiokerroin

4.4. Polkupyöräergometritestin luotettavuustutkimus

Luotettavuustutkimuksen tulokset on esitetty taulukoissa 4, 5 ja 6. FireFit-ohjelmassa käytetyn AinoActiven pp-ergometritestin yhteydessä hengityskaasuanalysointilla mitattua maksimaalista hapenkulutuksen arvoa ($VO_2\max$ $l\cdot\min^{-1}$, $ml/kg\cdot\min^{-1}$, MET) verrattiin FireFit-ohjelmalla saatuihin tuloksiin kun arviointi tehtiin viidellä eri tavalla:

- 1) FireFit-ohjelman antama uupumukseen asti viedyn pp-ergometritestin tulos (FireFit max)
- 2) FireFit-ohjelman antama submaksimaalisen pp-ergometritestin tulos kun testissä käytetty maksimaalinen sykintätaajuus oli arvioitu kahdella eri kaavalla: $HR_{\max} = 208 - 0,7 \times \text{ikä (v)}$ (Tanaka ym. 2001), $HR_{\max} = 210 - 0,65 \times \text{ikä (v)}$ (Jones 1988) (FireFit submax Tanaka/Jones)
- 3) FireFit-ohjelman antama submaksimaalisen pp-ergometritestin tulos kun yksilöllinen mitattu maksimaalinen sykintätaajuus oli tiedossa (FireFit submax kun HR_{\max} tiedossa)
- 4) FireFit-ohjelman antama submaksimaalisen pp-ergometritestin tulos kun maksimaalisen sykintätaajuuden oletusarvona oli testausvastaavana toimineen henkilön subjektiivinen testin aikana tekemä arvio (FireFit submax testiajan arvio)
- 5) Ilman varsinaista testausta suoritettun Jacksonin non-exercise kyselyyn (1990) perustuva (Non-exercise arvio) (Liite 9.)

TAULUKKO 4. Pelastajien $VO_2\max$ ($l\cdot\min^{-1}$) eri tavoin määriteltynä $N=20$. Tuloksista on ilmoitettu keskiarvot (ka), keskihajonnat (kh), miniarvot (min), maksimiarvot (max), mitatun ja arvioidun tuloksen erotuksen keskiarvo $l\cdot\min^{-1}$ (ero ka) sekä mitatun ja arvioidun tuloksen erotuksen keskiarvo suhteellisesti ilmaistuna (ero ka %).

	ka	kh	min	max	ero ka (min-max)	ero ka % (min-max)
Mitattu ($l\cdot\min^{-1}$)	3,73	0,4	2,9	4,4		
FireFit max	3,95	0,4	3,3	4,6	-0,21 (-0,52-0,07)	-6,12 (-18-1,6)
FireFit submax (Tanakan kaava)	3,79	0,6	3,0	5,6	-0,04 (-1,2-0,6)	-1,3 (-28-15)
FireFit submax (Jonesin kaava)	3,99	0,7	3,04	7,03	-0,26 (-2,7-0,5)	-7,1 (-60-12)
FireFit submax kun HR_{\max} tiedossa	3,72	0,4	3,2	4,5	0,01 (-0,5-0,6)	-0,20 (-15-15)
FireFit submax testiajan arvio	3,82	0,4	3,0	4,4	-0,09 (-0,75-0,5)	-3,0 (-22-13)

TAULUKKO 5. Pelastajien VO₂max (ml/kg·min⁻¹) eri tavoin määriteltynä N=20. Tuloksista on ilmoitettu keskiarvot (ka), keskihajonnat (kh), miniarvot (min), maksimiarvot (max), mitatun ja arvioidun tuloksen erotuksen keskiarvo ml/kg·min⁻¹ (ero ka) sekä mitatun ja arvioidun tuloksen erotuksen keskiarvo suhteellisesti ilmaistuna (ero ka %).

	ka	kh	min	max	ero ka (min-max)	ero ka % (min-max)
Mitattu (ml/kg·min⁻¹)	45,1	6,8	31,1	54,1		
FireFit max	47,7	6,4	36,3	58,0	-2,1 (-5,7-0,7)	-6,2 (-18-1,5)
FireFit submax (Tanakan kaava)	45,5	8,1	36,3	69,1	-0,44 (-15-7,4)	-1,4 (-28-14)
FireFit submax (Jonesin kaava)	48,0	11,1	37,5	87,0	-2,96 (-32,9-5,8)	-7,2 (-61-11,6)
FireFit submax kun HRmax tiedossa	44,8	6,0	34,2	55,2	0,24 (-6,1-7,7)	-0,2 (-15-15)
FireFit submax testajan arvio	46,2	6,5	32,8	55,8	-1,08 (-9,3-5,2)	-2,9 (-22,2-12,7)
Non-exercise arvio (Jackson)	46,3	3,6	40,2	52,9	-1,0 (-9,3-6,6)	-3,9 (-29,8-13,1)

TAULUKKO 6. Pelastajien VO₂max (MET) eri tavoin määriteltynä N=20. Tuloksista on ilmoitettu keskiarvot (ka), keskihajonnat (kh), miniarvot (min), maksimiarvot (max), mitatun ja arvioidun tuloksen erotuksen keskiarvo MET (ero ka) sekä mitatun ja arvioidun tuloksen erotuksen keskiarvo suhteellisesti ilmaistuna (ero ka %).

	ka	kh	min	max	ero ka (min-max)	ero ka % (min-max)
Mitattu (MET)	12,9	1,9	8,9	15,4		
FireFit max	13,6	1,8	10,4	16,6	-0,77 (-1,7-0,1)	-6,5 (-17,9-1,1)
FireFit submax (Tanakan kaava)	13,0	2,3	10,4	19,7	-0,16 (-4,3-2,0)	-1,7 (-16,2-14,1)
FireFit submax (Jonesin kaava)	13,7	3,1	10,7	24,8	-0,85 (-9,4-1,6)	-7,3 (-61-11,26)
FireFit submax kun HRmax tiedossa	12,8	1,7	9,8	15,8	0,05 (-1,8-2,1)	-0,4 (-16,2-14,8)
FireFit submax testajan arvio	13,2	1,8	10,4	16,6	-0,32 (-2,7-1,5)	-3,2 (-22,5-12,9)

Kaikki pp-ergometritestissä FireFit-ohjelman eri tavoilla arvioimat tulokset olivat yhteydessä mitattuihin maksimaalisen hapenkulutuksen arvoihin (VO₂max l·min⁻¹, VO₂max ml/kg·min⁻¹, VO₂max MET). 50%:lla pelastajista FireFit-ohjelma yliarvioi ja 50%:lla aliarvioi maksimaalista hapenkulutusta, mutta erot mitattuun arvoon eivät olleet tilastollisesti merkitseviä yhdenkään analysointitavan kohdalla. Regressioanalyysin (r) perusteella FireFit-ohjelman arvioimien ja mitatun VO₂max arvon erojen merkittävimmitiksi selittäjiksi osoittautuivat erot tilastollisessa maksimisykkeessä (r=0,32*) ja maksimaalisessa poljentatehossa (r=0,87***).

5. Pohdinta

Kehittämishankkeen tulokset osoittivat FireFit-järjestelmän ensimmäiseen versioon valittujen fyysisten toimintakykytestien, kehon koostumuksen arviointimenetelmien ja liikkuvuustestin olevan kiinteästi yhteydessä sekä ikään, koettuun työkykyyn että koettuun terveyteen. Tästä linjasta poikkesi dynaaminen tasapainotesti, jonka luotettava käyttö pelastajien testaamisessa vaatii lisää tutkimusta. Polkupyöraergometritestin luotettavuustutkimus osoitti FireFit-ohjelmalla suoritettuna submaksimaalisen testin yliarvioivan maksimaalista hapenkulutusta keskimäärin 1,4%. Tämä ero pieneni keskimäärin 0,2%:iin, mikäli pelastajan mitattu maksimaalinen sykintätaajuus oli tiedossa. Kokonaisvaltaisen, ikään sidotun ns. Pelastajan indeksin luomiseksi todettiin tarvittavan suurempaa määrää tutkimustuloksia eri-ikäisiltä pelastajilta sekä fyysisen toimintakyvyn että kehon koostumuksen osalta.

Fyysisten toimintakykytestien toteutus ja tulosten kerääminen FireFit-järjestelmällä onnistui parhaiten, mikäli testaajat olivat motivoituneita testaamaan ja pelastuslaitoksen johto antoi tukensa, sitoutui toimintaan sekä jossain määrin valvoi testausaikataulun toteutumista. Palautteen antamiseksi testaajat kokivat tarvitsevänsä lisää koulutusta.

5.1. Kehon koostumus

Keho koostuu pääosin lihas-, rasva- ja luukudoksesta (McArdle ym. 2001). Kehon koostumus on jatkuvassa muutostilassa ja siihen vaikuttavat ikä, terveydentila, perintötekijät, ympäristö, sukupuoli ja elintavat (Lahti-Koski 2001, Groff ym. 1995, McArdle ym. 2001). Liiallisen, erityisesti keskivartalon alueelle varastoituneen rasvakudoksen on todettu olevan yhteydessä korkeaan verenpaineeseen, tyypin 2 diabetekseen, sepelvaltimotautiin, aivoinfarktiin ja hyperlipidemiaan (McArdle ym. 2001). Merkittävä lihavuus ($BMI \geq 30$) ei vain lisää riskiä sairastua edellä mainittuihin sairauksiin vaan se on liitetty myös yhtenä osatekijänä rajoittuneeseen liikkumiseen, lisääntyneisiin sairauspoissaoloihin ja varhaiseen eläkkeelle siirtymiseen (Hopsu ym. 2005, Pohjonen 2001, Pi-Sunyer 1991, Wolk & Rössner 1996, Rissanen ym. 1990). Lisäksi liiallinen rasvakudos on yhdistetty alentuneeseen fyysiseen toimintakykyyn, sillä suhteellisesti korkean rasvan määrän kehossa on todettu vaikuttavan negatiivisesti energiankulutuksen taloudellisuuteen, liikkeen nopeuteen, tasapainoon, ketteryyteen ja hyppyominaisuuksiin (Willmore & Costill 1994, 1999). Toisaalta myös liian alhaisen rasvan määrän tai alipainon on todettu olevan terveyden kannalta haitallista ja se on yhdistetty moniin sairauksiin ja lihasten surkastumiseen (mm. McArdle ym. 2001).

FireFit-hankkeen taustalla oli tarve toimia pelastajien fyysisen toimintakyvyn ja terveyden ylläpitämiseksi. Kehon koostumuksen arvioinnin mukaan ottaminen FireFit-menetelmään oli siten molemmista näkökulmista erittäin perusteltua. Myös hankkeen tulokset tukevat kehon koostumuksen arvioinnin hyötyjä osana pelastajien fyysisen toimintakyvyn arviointia. Erityisesti terveydelle haitallista keskivartalolihavuutta osoittavan vyötärön ympärysmittan vahvat negatiiviset yhteydet heikentyneeseen fyysiseen toimintakykyyn, koettuun työkykyyn ja koettuun terveyteen osoittavat kehon koostumuksen arvioinnin tuovan huomattavan lisäarvon kokonaisvaltaisen pelastajan fyysisen toimintakyvyn, työkyvyn ja terveyden arvioimiseksi sekä yksilö- että ryhmätasolla.

FireFit-hankkeessa BMI:n yhteydet pelastajien fyysiseen toimintakykyyn, koettuun työkykyyn ja koettuun terveyteen olivat vyötärön ympärysmittaa heikkommat. BMI:n taustalla on oletus, että suurin osa painon vaihtelusta samanpituisilla henkilöillä johtuu rasvakudoksen määrästä (Willett ym. 1999). Tämä menetelmä ei kuitenkaan erottele lihaskudoksen ja rasvakudoksen suhdetta, mistä johtuen yksilön sukupuoli, ikä, ja fyysinen aktiivisuus ja erityisesti voimaharjoittelu saattavat vääristää mittaustuloksia (Garn ym. 1986, Deurenberg ym. 1991). Menetelmän heikkoudeksi voidaan myös laskea sen kykenemättömyys osoittaa rasvakudoksen jakautumista kehossa (Must ym. 1999). Rajoituksistaan huolimatta BMI on helppo ja toimiva menetelmä mitattaessa laajasti esimerkiksi aikuisväestön lihavuutta (Lahti-Koski 2001).

TAULUKKO 7. Sairastumisriskiluokitukset (Tyypin 2 diabetes, sydän - ja verisuonitaudit) suhteessa kehon painoindeksiin (BMI) ja vyötärön ympärysmittaan (ACSM 2006).

	BMI (kg/m ²)	Sairastumisriski suhteessa normaaliin painoon ja vyötärön ympärysmittaan	
		Miehet ≤ 102 cm Naiset ≤ 88 cm	Miehet > 102 cm Naiset > 88 cm
Alipainoinen	< 18,5	ei riskiä	ei riskiä
Normaali	18,51-24,9	ei riskiä	ei riskiä
Ylipainoinen	25,0-29,9	Lisääntynyt riski	Korkea riski
Lihava, luokat (1-3)			
1 merkittävä lihavuus	30,0-34,9	Korkea	Hyvin korkea riski
2 vaikea lihavuus	35,0-39,9	Hyvin korkea riski	Hyvin korkea riski
3 sairaaloinen lihavuus	> 40	Erittäin korkea riski	Erittäin korkea riski

American College of Sports Medicine (ACSM 2006) suosittelee BMI:n ja vyötärön ympärysmittan käyttöä rinnakkain, sillä niiden avulla voidaan arvioida riskiä sairastua tyypin 2 diabetekseen tai sydän- ja verisuonisairauksiin (Taulukko 7.). BMI:n käyttöä yhdessä vyötärön ympärysmittan kanssa tukee myös tässä hankkeessa havaittu näiden kahden muuttujan vahva positiivinen

keskinäinen yhteys. ACSM (2006) painottaa erityisesti vyötärön ympärysmittan ja BMI:n muutosten pitkäaikaisen seurannan tärkeyttä. Tämä tukee FireFit-hankkeen tavoitetta luoda yksilölläinen mutta myös ryhmätasolla toimiva fyysisen toimintakyvyn ja terveyden seurantajärjestelmä pelastajan koko työuran ajaksi.

5.2. Fyysinen toimintakyky

Pelastustyön fyysiset vaatimukset kohdistuvat erityisesti hengitys- ja verenkiertoelimistön ja tuki- ja liikuntaelinten toimintaan sekä motoriseen taitoon. Hyvä fyysinen toimintakyky on pelastajilla yksi työkyvyn edellytyksistä. Lisäksi se vähentää työn terveellisyys- ja turvallisuuteen liittyviä riskejä (Punakallio ym. 1997.).

Hengitys- ja verenkiertoelimistö

Hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky vaikuttaa ratkaisevasti yksilön kykyyn suoriutua ja ylläpitää pitkäkestoista fyysistä ponnistelua (Korhonen ym. 1995). Pelastajilla hyvä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky on keskeinen työkyvyn edellytys, sillä pelastajan työ sisältää pitkäkestoista lihasponnistelua vaihtelevissa lämpöoloissa: kuumissa ja kylmissä. Työn fyysistä kuormittavuutta lisäävät suojarusteet, paineilmalaitteet, tarvittavat työkalut sekä pelastettavien uhrien liikuttelu (Punakallio ym. 1997.). Sekä kotimaiset että kansainväliset tutkimukset osoittavat työympäristöstä, työvaiheesta ja varustuksesta riippuen savusukellustehtävän kuormittavuudeksi 23-43 ml/kg·min⁻¹ (6,5-12,2 MET), mutta keskimäärin noin 32 ml/kg/min (9,1 MET) (Bilzon ym. 2001, Griefahn ym. 2003, Hooper ym. 2001, Bos ym. 2004, Louhevaara ym. 1997, Punakallio ym. 1997, Lusa ym. 1994). Sairaankuljetus- ja ensihoitotehtävien kuormittavuus on työtehtävästä riippuen 16-34 ml/kg·min⁻¹ (4,6-9,8 MET) (Vehmasvaara 2004, Rice ym. 1996). Suomessa hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyvyn osalta savusukelluskelpoisuuden minimirajaksi on asetettu VO₂max 36 ml/kg·min⁻¹ (3 l/min tai 10,3 MET), jonka ns. kuormitusreservin turvin tulisi taata turvallinen työskentely savusukellustehtävässä 30 minuutin ajaksi (Lusa 1994, Sisäasianministeriö 2002).

Pelastajilla hyvä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky on tärkeää myös terveyden ylläpidon näkökulmasta, sillä sen on todettu olevan negatiivisessa yhteydessä sydän- ja verisuonisairauksiin ja kokonaiskuolleisuuteen (mm. Blair ym. 1995, 1996, Hu ym. 2004). Suomalaisilla miehillä huono hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky on yksittäisenä tekijänä yhtä suuri syy kokonaiskuolleisuuteen sekä sydänkuolleisuuteen kuin tupakointi, lihavuus, korkea veren kolesterolipitoisuus ja diabetes (Laukkanen 2005). Sekä terveillä, sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijöitä omaavilla että sydänsairailta miehillä hyvä maksimaalinen

hapenkulutus ennusti alempaa kuolleisuutta. Alle 5 MET:in ($17,5 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$) maksimaalisen hapenkulutuksen omaavilla on kaksi kertaa suurempi riski kuolla kuin 8 MET:in ($28 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$) VO_2max :in omaavilla miehillä. Erot kuolleisuudessa ovat nelinkertaiset erinomaisen ja huonon VO_2max :in omaavien välillä (Balady 2002.). Tuore kansainvälinen tutkimus osoitti huonon hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyvyn sekä muita sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijöitä omaavilla pelastajilla olevan 10–100-kertainen riski kuolla sydänkomplikaatioihin liikuntaharjoittelun sekä hälytys- ja savusukellustehtävien aikana kuin vähemmän kuormittavien pelastustehtävien aikana. Tutkimuksen mukaan 45% kaikista pelastajien kuolemantapauksista työtehtävän aikana on sepelvaltimotaudin aiheuttamia (Kales ym. 2007.). Hyvä hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky vaikuttaa ennaltaehkäisevän sydän- ja verisuonisairauksia sekä parantavan jo kehittyneen sairauden ennustetta. Kansainvälisissä tuoreissa tutkimuksissa on erityisesti korostettu sydän- ja verisuonisairauksien systemaattista hallintaa palo- ja pelastustyötä tekevillä (Kales 2003, Kales 2007). Hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyky on positiivisessa yhteydessä liikunta-aktiivisuuteen, jolla on puolestaan laajat terveyttä edistävät vaikutukset (mm. ACSM 2006, McArdle ym. 2001, Pate ym. 1995.).

FireFit-menetelmään liitetty AinoActiven suorassa tietokoneohjauksessa suoritettu submaksimaalinen polkupyöräergometritesti osoittautui turvalliseksi ja riittävän tarkaksi menetelmäksi arvioitaessa pelastajien hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakykyä osana pelastuslaitoksilla suoritettavia kuntotestejä. Luotettavuustutkimuksessa FireFit-ohjelma antoi puolelle testatuista liian hyvän ja puolelle liian huonon VO_2max arvion, mutta keskimäärin hieman liian hyvän verrattuna mitattuun VO_2max :iin. Kuitenkaan suhteessa savusukellusrajaan ns. vääriä tulkintoja ei olisi tapahtunut. Mikäli iänmukainen maksimaalinen sykintätaajuus oli arvioitu Tanakan kaavalla, FireFit-ohjelma yliarvioi mitattua VO_2max tulosta keskimäärin $0,04 \text{ l/min}$ ja $0,44 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$ (1,4%) mitattuun arvoon verrattuna. Erot mitattuun VO_2max arvoon pienuivat $0,01 \text{ l/min}$ ja $0,24 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$ (0,2%) mikäli testattavan todellinen maksimaalinen sykintätaajuus oli tiedossa. Tämän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia kuin toisessa kotimaisessa luottavuustutkimuksessa, missä sama submaksimaalinen AinoActiven testi (T-ware) aliarvioi mitattua VO_2max tulosta keskimäärin 2,7-3,4%. Samassa tutkimuksessa AinoActiven testi antoi tarkimman VO_2max ennusteen suhteessa mitattuun VO_2max arvoon muihin epäsuoriin submaksimaalisiin analysointitapoihin verrattuna (Keskinen & Keskinen 2001.).

FireFit-hankkeessa hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyvyn arvioiminen on pelastajien sekä työkelppoisuuden, työssä selviytymisen, työturvallisuuden että terveyden edistämisen näkökulmasta keskeistä ja erittäin perusteltua. Hankkeen tulokset tukivat "Eri-ikäisten palomiesten terveys ja

toimintakyky"- seurantatutkimuksen (Punakallio & Lusa 1999) tuloksia hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakyvyn korkeasta ennustearvosta tulevan työkyvyn suhteen, sillä VO₂max:lla oli vahva positiivinen yhteys koettuun työkykyyn (TKI), nykyiseen työkykyyn sekä koettuun terveyteen. Lisäksi pienemmän VO₂max:in yhteydet suureen vyötärön ympärysmittaan ja korkeaan BMI:iin tukevat lukuisia tutkimuksia liikunta-aktiivisuuden positiivisesta merkityksestä painonhallinnassa (mm. LaMonte ym. 2005, Blair ym. 2004).

Tuki- ja liikuntaelimet

Hyvä tuki- ja liikuntaelinten toimintakyky parantaa yksilön terveyttä, työkykyä ja elämänlaatua (Riihimäki 2003, Wilmore & Costill 1999, McArdle ym. 2001). Pelastajalla se on yksi työssä selviytymisen edellytyksistä, sillä tässä ammatissa suoriutuminen turvallisesti kaikista työtehtävistä vaatii hyvää lihasvoimaa ja hallittuja työliikkeitä. Nivelten ja lihasten hyvät liikkuvuus- ja joustavuusominaisuudet saattavat ehkäistä lihasrevähdyksiltä ja muilta tapaturmilta sekä työssä että vapaa-aikana (Punakallio ym. 1997.).

FireFit-menetelmässä käytettiin Savusukellusohjeen (2002) mukaisia ylä- ja alaraajojen sekä varatalon lihasvoimaa- ja kestävyyttä arvioivia toimintakykytestejä ja niille annettuja viitearvoja. Lisäksi menetelmään liitettiin UKK-instituutin (Suni 2000, UKK 2002) selän sivutaivutustesti, joka arvioi lanne- ja rintarangan kokonaisliikkuvuutta. Heikentyneellä selän liikkuvuudella on havaittu olevan yhteyksiä rajoittuneeseen selän toimintakykyyn ja selän kiputiloihin (Suni 2000, Ahtiainen 2004).

Laajassa eri-ikäisiä pelastajia koskeneessa seurantatutkimuksessa hyvä tulos Savusukellusohjeen mukaisissa lihaskuntotesteissä suojasi pelastajaa työkyvyn heikkenemiseltä (Punakallio & Lusa 1999). FireFit-hankkeessa havainnot olivat samansuuntaisia, sillä vastaavien lihaskuntotestien tulokset olivat vahvassa yhteydessä TKI:iin, nykyisen työkyvyn sekä koetun terveyden arvioon. Lihaskuntotestien tulokset jalkakyykyä lukuun ottamatta olivat yhteydessä ikääntymiseen, mikä tukee tutkimuksia lihasten toimintakyvyn ja etulinjassa ylävartalon lihasten toimintakyvyn heikkenemisestä iän karttuessa (Era 1994). Lisäksi lihaskuntotestien tulokset olivat positiivisessa yhteydessä toisiinsa ja VO₂max:iin sekä jalkakyykyn tuloksia lukuun ottamatta myös vyötärön ympärysmittaan. Tämä kuvastaa hyvän lihasten toimintakyvyn olevan tässä aineistossa kokonaisvaltaista, yhteydessä terveyden kannalta suositeltavaan pienempään vyötärön ympärysmittaan ja liikunta-aktiivisuuteen. Vastaavasti heikomman lihasten toimintakyvyn omaavilla myös VO₂max oli pienempi, vyötärön ympärysmitta suurempi ja liikunta-aktiivisuus vähäisempi kuin paremman lihasten toimintakyvyn omaavilla.

Lanne- ja rintarangan kokonaisliikkuvuutta arvoineen selän sivutaivutustestin tuloksilla havaittiin negatiivinen yhteys ikään ja jalkakyykytestin tuloksiin. Liikkuvuuden heikentyminen iän karttuessa on yleisesti hyväksytty ilmiö (Era 1994). Iän ja lannerangan liikkuvuuden osalta Punakallion & Lusan (1999) seurantatutkimuksen tulokset olivat samansuuntaisia, sillä palomiehillä selän sivutaivutustestin tulos oli heikoin vanhimmassa ikäluokassa ja heikentyi edelleen iän karttuessa. Selkäsairauksien esiintyvyys ei tässä tutkimuksessa ollut yhteydessä selän sivutaivutustestin tai jalkakyykytestin tuloksiin. Tähän tulokseen saattoi vaikuttaa FireFit-aineiston pienuus (N=86) ja valikoituminen. Toisaalta tutkimustulokset selkäsairauksien yhteyksistä jalkojen lihasvoimaan ovat ristiriitaisia (Suni ym. 1998, Battie ym.1990). Yleinen käsitys kuitenkin on, että hyvä alavartalon lihasten toimintakyky on yhteydessä hyvään koetun terveyden arvioon ja hyvään selän toimintakykyyn (Suni 2000, Suni ym.1998, Lee ym. 1999).

Selän sivutaivutustestin liittäminen FireFit-menetelmään oli perusteltua seuraavista syistä: 1) pelastajan työssä kohdistuu suurta kuormitusta lannerajan alueelle useiden vuosien ajan (Lusa ym. 1991), 2) selän sivutaivutustestillä on havaittu hyvä ennustearvo selän toimintakyvyn rajoituksiin ja kiputiloihin, mikä tukee toimia pelastajien terveyden ja työkyvyn ylläpitämiseksi, 3) testi soveltuu hyvin selän toimintakyvyn pitkäaikaiseen seurantaan ja mahdollisten muutosten havaitsemiseen ja 4) testi on riittävän helppo ja turvallinen suorittaa koulutetun testaajan toimesta pelastuslaitoksilla.

Motorinen taito

Motorinen taito on kykyä hallita kehoa ja sen liikkeitä eri olosuhteissa. Siihen lukeutuvia ominaisuuksia ovat ketteryys, tasapaino, koordinaatio, teho, nopeus ja reaktioaika (Ahtiainen 2004.). Pelastustyössä jatkuvasti muuttuvat olosuhteet, työympäristö, työssä käytettävät varusteet, henkilösuojaimet ja työvälineet asettavat haasteita pelastajan motoriselle taidolle. Korkean kehon rasvaosuuden, heikentyneen ketteryyden ohella myös huonon tasapainon on todettu olevan pelastajilla yksi työkykyä heikentävistä riskitekijöistä (Punakallio 2004).

Tasapaino on kykyä ylläpitää haluttu kehon asento paikalla ollessa (staattinen tasapaino) tai liikkeessä pisteestä toiseen (dynaaminen tasapaino). Pelastajan työssä erityisesti hyvän dynaamisen tasapainon merkitys yhtenä työn turvallisuustekijänä on ilmeinen. Tasapainokyvyn mukaan ottamista osaksi pelastajien työkyvyn seuranta on aikaisemmissa tutkimuksissa suositeltu mutta ei vielä käytännössä toteutettu (Punakallio 2004, Punakallio ym. 1997.).

FireFit-menetelmän osana kokeiltiin toiminnallista dynaamista tasapainotestiä (Punakallio 2004) täydellisessä savusukellusvarustuksessa (Liite 5.). Testin suorittaminen pelastuslaitoksilla ei

kuitenkaan onnistunut odotetulla tavalla. Testi suositeltiin tehtäväksi juuri ennen savusukellustestirataa, jolloin pelastajat olivat jo valmiiksi pukeutuneina savusukellusvarusteisiin. Keski-Uudenmaan Pelastuslaitoksella savusukellustestirata suoritettiin yhdellä paloasemalla, jonne myös toiminnallisen dynaamisen tasapainotestin suorituspaikka asennettiin. Osalla hankkeeseen osallistuneista pelastajista oli jo vuoden 2006 savusukellusta jäljittelevä työsimulaatio suoritettuna ennen FireFit-hankkeen aloittamista, joten työvuoroja sekoittavista matkustussyistä tasapainotestiä ei voitu enää tehdä. Länsi-Uudenmaan Pelastuslaitoksella tilanne savusukellustestiradan vuoden 2006 suorittamisen osalta oli samankaltainen, joten hankkeessa dynaamisen tasapainotestin suorittaneiden osuus jäi pieneksi (N=14). Testaajien saamasta koulutuksesta huolimatta itse testisuorituksissa oli hyvin paljon eroavaisuuksia eri koehenkilöiden välillä, joten dynaamisen tasapainotestin tulokset eivät täten olleet vertailukelpoisia.

Toiminnallisen dynaamisen tasapainotestin mukaan ottaminen FireFit-menetelmään oli kuitenkin perusteltua seuraavista syistä: 1) pelastajan työ vaatii hyvää dynaamista tasapainoa, 2) heikko dynaaminen tasapaino ennustaa heikentynyttä työkykyä pelastajilla, ja tukee siten varhaisia toimia pelastajien terveyden ja työkyvyn ylläpitämiseksi, 3) dynaamista tasapainoa arvioiva testi soveltuu hyvin motorisen taidon pitkäaikaiseen seurantaan ja mahdollisten muutosten havaitsemiseen esimerkiksi ikääntymisen tai vammojen myötä ja 4) testi on helppo ja turvallinen suorittaa koulutetun testaajan toimesta pelastuslaitoksilla.

5.3. Työtaito

FireFit-menetelmään liitettiin Oulun mallin mukainen savusukellustestirata, joka on pelastajien fyysistä toimintakykyä kokonaisvaltaisesti kuvaava sekä ammattitaitoa ja työskentelytapoja yhdistävä työsimulaatio. Tämä Sisäasianministeriön Savusukellusohjeessa (2002) mukana oleva testirata on käytössä 55 %:ssa pelastuslaitoksista sekä työharjoituksena, varhaiskuntoutuksen välineenä, pitkien sairauslomien jälkeisenä harjoituksena sekä työmotivaatiota ylläpitävänä harjoituksena. Testiradan tulokset ovat toimineet myös työterveyshuoltojen apuvälineenä pelastajien fyysistä toimintakykyä ja työkykyä arvioitaessa. Vaikka alun perin tämän työsimulaation tarkoituksena ei ollut määrittää savusukelluskelpoisuutta, nykyisessä savusukellusohjeessa kuormittuneisuus (% HRmax) savusukellustestiradalla on hengitys- ja verenkiertoelimistön sekä tuki- ja liikuntaelinten toimintakyvyn arvioinnin ohella yksi savusukelluskelpoisuuden kriteereistä. (Savusukellusohje 2002, Punakallio ym. 2004.). Vähäisen kuormittumisen testiradan aikana on todettu olevan yhteydessä hyvään fyysiseen toimintakykyyn (Punakallio ym. 1997.).

FireFit-ohjelmaan liitettiin toiminto, jonka avulla sekä kokonaiskuormitus savusukellustestiradan aikana että kuormittuneisuus savusukellustestiradan eri vaiheissa analysoitiin automaattisesti suoraan sykemittarin antamasta syketiedostosta syöttämällä eri työvaiheiden lähtö- ja paluuajat. Vastaavat tiedot työvaiheiden ajalta oli mahdollista syöttää ohjelmaan myös manuaalisesti. Molemmissa käyttövaihtoehtoissa oli myös mahdollisuus syöttää koetun kuormittuneisuuden arvo (RPE) jokaisen työvaiheen yhteyteen. Lisäksi FireFit-ohjelma laski testiradan aikaisen ilmankulutuksen (l/min), mikäli ilmanpaine tiedot testiradan alussa ja lopussa oli syötetty niille osoitettuihin kohtiin.

Hankkeessa kerätty tietomäärä oli tarpeeksi suuri määrittämään FireFit-ohjelman toimivuutta testiradan aikaisen kuormittuneisuusprosentin (% HRmax) analysoinnissa. Menetelmä oli toimiva, mikäli testaajan oli saanut sykemittarin sekä FireFit-ohjelman käyttöön liittyvän lyhyen koulutuksen ja laitteisto toimi moitteettomasti. FireFit-ohjelman tulostuloksia oli helppo tulkita ja se sisälsi tärkeimmät tiedot testiradan suorittamiseen liittyvistä muuttujista.

5.4. FireFit-menetelmän toimivuus tietojen keruussa, palautteen annossa, seurannassa ja yhteistyön välineenä

FireFit-hankkeen ensimmäisenä tavoitteena oli kehittää pelastajille systemaattinen, ennakoiva ja laadukas tietokonepohjainen fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmä, johon sisältyisi mittaustulosten käsittelyn ohella myös palautteenanto ja seurantaosat. FireFit-aineisto (N=86) oli riittävän suuri menetelmän kehittämisen ja toimivuuden arvioinnin näkökulmasta. Hankkeen yhteydessä testaajille suunnattu koulutuspäivä ja kirjallinen koulutusmateriaali olivat hyvä perusta laadukkaalle kuntotestaukselle. Tietojen keräys yksilö- ja ryhmätasolla onnistui varsin hyvin, mikäli testaajat olivat motivoituneita paneutumaan FireFit-menetelmän käyttöön. FireFit-ohjelman tulostenäkymät olivat menetelmään liitettyjen kuntotestien osalta visuaalisia, informatiivisia ja liikunta-aktiivisuuteen motivoivia. Myös Oulun mallin mukaisen savusukellustestiradan tulosten analysointiin suunnattu ohjelma havaittiin toimivaksi.

Menetelmän kehittämisen kohteiksi osoittautuivat: 1) yksilötason testipalautteosoiden uusiminen ja tarkentaminen; olisi hyvä olla erilaisia palautepohjia eri liikuntataustan omaaville pelastajille, 2) ryhmäpalaute toiminto tulisi luoda informatiivisemmaksi ja visuaalisemmaksi, 3) lihaskuntotestien palauteosion kehittäminen kokonaisuudessaan ja 4) savusukellustestiratojen palauteosion kehittäminen kokonaisuudessaan.

FireFit-hankkeen toisena tavoitteena oli kokeilla kehitetyn fyysisen toimintakyvyn arviointimenetelmän toimivuutta osana kahden eri pelastuslaitoksen ja heidän työterveyshuoltojensa toimintaa. Kokemukset järjestelmän toimivuudesta pelastuslaitoksissa olivat positiivisia. Pelastuslaitosten työterveyshuollot saivat hankkeen aikana jonkin verran ryhmätason tietoja käyttöönsä pelastajien määräaikaistarkastusten tueksi.

Menetelmän toimivuuden parantamiseksi sekä pelastuslaitosten käytössä että työterveyshuollon toiminnan tukena koettiin tarvittavan seuraavia kehittämistoimia: 1) FireFit-menetelmää käyttävien testaajien koulutusjärjestelmän kehittäminen olisi erittäin tärkeää testauksen turvallisuuden ja luotettavuuden parantamiseksi, 2) pelastusalan testauskulttuurin kehittämisessä on paljon työtä. Fyysisen toimintakyvyn testaukseen liittyvän asenteen, tarkkuuden, eri testien aikavälien, palautteen antamisen, seurannan ja testien jälkeen tapahtuvien jatkotoimenpiteiden osalta esim. liikuntaharjoittelun ohjauksessa tarvitaan tarkempia toimintaohjeita ja koulutusta, 3) työterveyshuollon liittäminen tiiviimmin testaustoimintaan lähinnä terveys- ja elämäntapamuuttujiin liittyvän palautteen antamiseen ja näihin liittyvien jatkotoimenpiteiden osalta. Toimintakykytestien tulosten tulisi sujuvasti siirtyä pelastuslaitoksilta työterveyshuoltojen käytettäväksi pelastajien määräaikaistarkastusten tueksi. FireFit-menetelmällä kerättyjen fyysisen toimintakykytestien tulosten hyödyntäminen työterveyshuolloissa vaatii kuitenkin jonkin verran myös työterveyshuollon henkilöstön kouluttamista.

5.5. Pelastajan indeksin luominen

FireFit-hankkeen kolmantena tavoitteena oli luoda pohja viisiluokkaiselle ns. Pelastajan indeksille, joka ottaisi kokonaisvaltaisemmin huomioon pelastajan fyysisen toimintakyvyn myös iän ja työtehtävän fyysisen kuormittavuuden näkökulmasta. Hankkeen aikana kerätty aineisto oli kuitenkin varsin pieni (N=86) luotettavan iänmukaisen luokituksen luomiseksi. Lisäksi FireFit-hankkeeseen osallistuneet pelastajat olivat mahdollisesti valikoituneita, sillä he olivat keskimäärin paremman koetun työkyvyn (TKI 43,6) omaavia kuin satunnaisotannalla suoritettussa palomiesten seurantatutkimuksessa (TKI 39,3/38,0) (Punakallio & Lusa 1999, Lusa ym. 2001) sekä belgialaisessa palomiestutkimuksessa (TKI 40,6) (Kiss ym. 2002). FireFit-hankkeeseen osallistuneet pelastajat omasivat keskimäärin myös paremman fyysisen toimintakyvyn kuin em. kotimaiseen seurantatutkimukseen osallistuneet pelastajat. Luotettavan indeksin luomiseksi tarvitaan huomattavasti enemmän tietoa eri-ikäisten pelastajien fyysisestä toimintakyvystä FireFit-menetelmään liitettyjen testien osalta.

FireFit-hankkeen perusteella kyettiin suunnittelemaan malli tulevalle Pelastajan indeksille (Kuva 4.), joka on muunneltu Puolustusvoimien MilFit-menetelmään liitetyn ns. Kenttäkelpoisuusindeksin pohjalta pelastajille soveltuvaksi (Kyröläinen ym. 2006). Mahdollinen "Pelastajan indeksi" voisi koostua fyysisen toimintakykyä, kehon hallintaa ja kehon koostumusta kuvaavasta "Kuntoindeksistä" sekä savusukellustestiradan suorittamisen perusteella luodusta ns. "Työtaitoindeksistä". Jokaisella Pelastajan indeksin osa-alueella olisi oma painotuksensa pelastajan työhön liittyvien fyysisten kuormitustekijöiden mukaisesti. Pelastajan indeksin perusoletuksena on työstä selviytyminen Sukellusohjeessa annettujen viitearvojen mukaisesti.



KUVA 4. Kaavio viisiluokkaiseen (1-5) Pelastajan indeksin vaikuttavista tekijöistä.

6. Johtopäätökset

- 1) FireFit-menetelemään valitut fyysiset toimintakykytestit kuvasivat luotettavasti pelastajien fyysistä toimintakykyä, työkykyä ja terveyttä. FireFit-ohjelmalla suoritettu submaksimaalinen polkupyöräergometritesti osoittautui ennen kaikkea turvalliseksi ja riittävän tarkaksi menetelmäksi pelastajien maksimaalisen hapenkulutuksen arvioinnissa.
- 2) FireFit-menetelmä täytti American College of Sports Medicinen (2006) luomat sekä kansainvälisinä että kotimaisina standardeina (LTS 2007) käytetyt terveyteen liittyvän kuntotestauksen kriteerit. Valitut testit olivat luotettavia ja toistettavia, ne olivat suhteellisen halpoja menetelmiä ja ne olivat myös riittävän helppoja toteuttaa osana pelastuslaitosten kuntotestaustoimintaa.
- 3) FireFit-menetelmän avulla pelastajille toteutettava fyysisen toimintakyvyn testaustoiminta helpottui ja yksinkertaistui. Myös palautteen antaminen oli selkeämpää valmiiden palautepohjien ansiosta. Tulevaisuudessa sekä yksilö- että ryhmätason fyysisen toimintakyvyn muutosten seuranta yksinkertaistuu, koska kaikki vuosien varrelta kerätyt testaustiedot on koottu yhteen tietokantaan ja tulokset ovat sieltä analysoitavissa käyttötarkoituksen mukaisesti. FireFit-menetelmän myötä myös tiedon siirtäminen työterveyshuoltojen käyttöön helpottuu.
- 4) Sekä johdon sitoutuminen että testaajien hyvä motivaatio kuntotestaukseen ovat tärkeitä tekijöitä FireFit-menetelmän toimivuuden kannalta.
- 5) FireFit-menetelemään liittyvien sekä testaajille että työterveyshuolloille suunnattujen koulutusjärjestelmien kehittäminen on tulevaisuudessa tärkeää. Olennaista on myös pelastajille suunnattujen fyysisten toimintakyky- ja työtaitotestien palauteosoiden jatkokehittäminen FireFit-ohjelmaan.
- 6) Tulevaisuudessa on tärkeää työn kuormitustekijät huomioon ottava, mutta samalla iänmukaisen fyysisen toimintakyvyn luokituksen luominen FireFit-menetelemään. Myös fyysisen toimintakyvyn, kehon koostumuksen ja työtaidon huomioonottavan ns. Pelastajan indeksin muodostaminen on suositeltavaa. Tämä vaatii lisää eri-ikäisiltä, Savusukellusohjeen (2002) mukaisten fyysisten toimintakykytestien tulosten keräämistä FireFit-järjestelmään.

7. Lähteet

- ACSM. 2006. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 7th edition. Lippincott Williams & Wilkins.
- ACSM. 2006. ACSM's Resource manual for Guidelines for exercise testing and prescription. 5th edition. Lippincott Williams & Wilkins.
- Ahtiainen J. 2004. Notkeus. Teoksessa Keskinen K., Häkkinen K. & Kallinen M.(toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntalääketieteellinen seura.
- Ahtiainen J. 2004. Tasapaino. Teoksessa Keskinen K., Häkkinen K. & Kallinen M.(toim.) Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntalääketieteellinen seura.
- Alaranta H, Soukka A, Harju R, Heliövaara M.1990.Tuki- ja liikuntaelinsairauksien diagnostiikan kehittäminen: Selän ja niska-hartiaseudun suorituskyvyn mittaaminen työterveyshuollossa. Työsuojelurahaston julkaisuja A7, Helsinki.
- Balady G.J..2002. Survival of the fittest-more evidence. The New England Journal of Medicine 346 (11): 852-53.
- Battie M., Bigos S., Fishers L, Spengler D., Hansson T., Nachemson A, Wortley M. 1990. Tje role of spinal flexibility in back pain complaints within industry. A prospective study. Sipe 15 (8), 768-73.
- Bilzon J, Scarpello E, Smith C, Ravenhill N, Rayson M .2001. Characterization of the metabolic demands of simulated shipborad Royal Navy fire-fighting tasks. Ergonomics 44,8:766-780.
- Blair S., LaMonte M., Nichaman M. 2004. American journal of Clinical Nutrition 79(suppl.):913S-20S.
- Borg G (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. Scand J Rehab Med 2:92-98.
- Bos J, Mol E, Visser B, Frings-Dresen MHW .2004. The physical demands upon (Dutch) fire-fighters in relation to the maximum acceptable energetic workload. Ergonomics, 47;4:446-460.
- Cham R, Redfern MS .2002. Changes in gait when anticipating slippery floors. Gait Posture;15:159-71.
- Commissaris DACM, Toussaint HM .1997. Load knowledge affects low-back loading and control of balance in lifting tasks. Ergonomics 40:559-75.
- Curtis B, O'Keefe J.2002. Autonomic tone as a cardiovascular risk factor: the dangers of chronic fight or flight. Mayo Clin Proc 77:45-54.
- Deurenberg P., Weststrate J. & Seidell J. 1991. Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. British Journal of Nutrition 65, 105-114.
- Era P.1994. Fyysisen ja psyykkisen toimintakyvyn muutokset vanhetessa. Teoksessa Kuusinen J, Heikkinen E., Huuhtanen P., Ilmarinen J., Kirjonen J., Ruoppila I., Vaherva T., Mustapää O. & Rautoja S. (toim.) Ikääntyminen ja työ. WSOY & Työterveyslaitos, 43-57.

- Hu G., Tuomilehto J., Silventoinen K., Barengo N., Jousilahti P. 2004. Joint Effects of physical activity, waist circumference and waist-to-hip ratio with the risk of cardiovascular disease among middle-aged Finnish men and women. *European Heart Journal* 25:2212-2219.
- Garcin M, Cravic JY, Vandewalle H, Monod H .1996. Physiological strains while pushing and hauling. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 72:478-482.
- Garn S., Leonard W. & Hawthorne V. 1986. Three limitations of the body mass index. *American Journal of Clinical Nutrition* 44, 996-997.
- Garrow J. & Webster J. 1985. Quetelet's index (W/H^2) as a measure of fatness. *International Journal of Obesity* 9, 147-153.
- Gledhill N, Jamnik VK .1992. Characterization of the physical demands of firefighting. *Can J Sport Sci*,17:207-13.
- Griefahn B., Künemund C., Bröde. 2003. Evaluation of performance and load in simulated rescue tasks for a novel design SCBA: effect of weight, volume and weight distribution. *Applied Ergonomics* 34,157-165
- Groff J., Gropper S.& Hunt S. 1995. Body composition. Teoksessa Groff J., Gropper S. & Hunt S.(toim.) *Advanced nutrition and human metabolism*. West Publishing Group, 441-461.
- Han TS, Bijnen FC, Lean ME, Seidell JC.1998. Separate associations of waist and hip circumference with lifestyle factors. *Int J Epidemiol* 27:422-30.
- Heliövaara M, Aromaa A.1980. Suomalaisten aikuisten pituus, paino ja lihavuus. *Kansaneläkelaitoksen julkaisuja ML:19*, Helsinki.
- Hooper A.J., Crawford J.O. Thomas D. 2001. An evaluation of physiological demands and comfort between the use of conventional and lightweight self-contained breathing apparatus. *Applied Ergonomics* 32 399-406
- Hopsu L., Leppänen A., Ranta R., Louhevaara V. 2005. Perceived work ability and individual characteristics as predictors for early exit from working life in professional cleaners. *International Congress series. Julkaisematon materiaali*.
- Ilmarinen R, Lindholm H, Koivistoinen K, Helisten P. 2004. Physiological evaluation of chemical protective suit systems (CPSS) in hot conditions. *JOSE* (accepted for publication).
- Jackson A., Blair S., Mahar M., Wier L., Ross R., Stuteville J. 1990. Prediction of functional aerobic capacity without exercise testing. *Med Sci Sports Exerc* 22, 863-70.
- Jones NL.1988. *Clinical exercise testing*, 3th edition, p 45, W.B. Saunders.
- Kales S., Soteriades E., Christophi C., Christiani D. 2007. Emergency duties and deaths from heart disease among fire fighters an the United States. *The New England Journal of Medicine*. Vol. 356 (12), 1207-15.
- Kales S., Soteriades E., Christophi C., Christiani D. 2003. Firefighters and on duty-deaths from coronary heart disease: a case- control study. *Biomed Central (ejournal)* 2, 1-13.

- Keskinen K., Häkkinen K. & Kallinen M.(toim.). 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntalääketieteellinen Seura, 104-117.
- Keskinen O., Keskinen K. 2001. T-ware kuntotestin toistettavuus ja validointi. Tutkimuksen loppuraportti. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän yliopisto.
- Kekki T, Piikivi L, Kujala V .2001. Palomiesten työkyvyn arviointi pienissä ja keskisuurissa kunnissa. Työ ja ihminen 15:2, 95-106.
- Kincl LD, Bhattacharya A, Succop PA, Clark CS. 2002. Postural sway measurements: a potential safety monitoring technique for workers wearing personal protective equipment. Appl Occup Environ Hyg, 17:256-66.
- Kinnunen K (toim.).2004. Pelastushenkilöstön fyysisen työkyvyn seuranta- ja ylläpito-ohje. Pelastusopiston julkaisuja 22. Kuopio.
- Kiss P., Walgraeve M., Vanhoorne M. 2002. Assessment of work ability in ageing fire fighters by means of the work ability index preliminary results. Arch Public Health 60, 233-43.
- Kivimäki M, Lusa S.1994. Stress and cognitive performance of fire-fighters during smoke-diving. Stress Medicine, 10:63-68.
- Kyröläinen H., Häkkinen A., Kautiainen H., Santtila M., Pihlainen K. Häkkinen K. 2006. Puolustusvoimien palkatun henkilöstön fyysistä suorituskykyä mittaavan testimenetelmän viitearvoluokittelun ja kuntoindeksin validaatiotutkimus. Pääesikunnan koulutusosaston julkaisu.
- Kättö M. 2004. Pelastuslaitoksen toimintakyky ja pelastushenkilöstön työssä selviytyminen - kyselyn vastausyhteenveto (kohdat 5-7). Muistio, luonnos SM, Pelastusosasto
- Lahti-Koski M. 2001. Body mass index and obesity among adults in Finland. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja A12/2001.
- LaMonte M., Barlow C., Jurca R., Kampert J., Church T., Blair S. 2005. Cardiorespiratory fitness is inversely associated with the incidence of metabolic syndrome. Circulation 112:505-512.
- Laukkanen J. 2005. Exercise testing in the prediction of cardiovascular diseases and mortality. A prospective population study in men. Doctoral dissertation. University of Kuopio.
- Lee C., Blair S. & Jackson A. 1999. Cardiorespiratory fitness, body composition and all-cause and cardiovascular disease mortality in men. American Journal of Clinical Nutrition 69, 373-380.
- Lee I., Sesso H. & Paffenbarger R. 2000. Physical activity and coronary heart disease risk in men: Does the duration of exercise episodes predict the risk? Circulation 102, 981-986.
- Lee JH, Hoshino Y., Nakamura K., Kaya Y., Saita K., Ito K. 1999. Trunk muscle weakness as a risk factor for low back pain. A 5-year prospective study. Spine 24 (1): 54-7.
- Lemon P.W.R., Hermiston R.T .1997. The human energy cost of fire fighting. Journal of Occupational Medicine, 19:558-562.
- Leroux A, Fung J, Barbeau H .2002.. Postural adaptation to walking on inclined surfaces: I. Normal strategies. Gait Posture, 15:64-74.

- Lindqvist-Virkamäki S ym .2002. Miten pelastaja kuormittuu sairaankuljetus- ja ensihoitotyössä. Työterveyslääkäri, (4):539-549.
- Louhevaara V, Lusa S, (toim.).1992. Palomiesten työkyvyn arviointi. Fyysiset toimintakykytestit ja terveystarkastukset. Työolot 75. Työterveyslaitos, Helsinki, 37–40.
- Louhevaara V., Ilmarinen R., Mäkinen H., Griefahn B. ja Künemund C. 1997. Palomiestyössä käytettävän savusukellusvarustuksen vaikutukset verenkiertoelimistön kuormittumiseen ja työtehoon maksimaalisessa lihastyössä. Työ ja ihminen 11:2, 115-124
- Louhevaara V, Soukainen J, Lusa S, Tulppo M, Tuomi P, Kajaste T. 1994. Development and evaluation of a test drill for assessing physical work capacity of fire-fighters. International Journal of Industrial Ergonomics 13:139-146.
- Louhevaara V, Tuomi T, Smolander J, Korhonen O, Tossavainen A, Jaakkola J. 1985. Cardiorespiratory strain in jobs that require respiratory protection. International Archives of Occupational and Environmental Health, 55:195-206.
- LTS. 2.4.2007. Kuntotestauksen laatukriteerit. www.kuntotestaus.net
- Lusa S., Punakallio A., Luukkonen R. 2001. Factors predicting the perceived work ability of Finnish fire fighters : A three-year follow-up study. Teoksessa Past, present and future of work ability. People and Work Research Reports 65. Työterveyslaitoksen julkaisuja.
- Lusa S, Louhevaara V, Kinnunen K.1994. Are the job demands on physical work capacity equal for young and aging fire fighters? Journal of Occupational Medicine 36:70-74.
- Lusa S., Louhevaara V., Smolander J., Kivimäki M., Korhonen O. Palomiesten fyysinen kuormittuminen savusukelluksessa laivapalosaluotissa. Pelastusosaston julkaisu, osaraportti 2. Palomiesten valintaan ja seurantaan soveltuvien fyysisten toimintakykytestien ja terveystarkastusten kehittäminen ja arviointi.
- Lusa S, Louhevaara V, Smolander J, Kinnunen K, Korhonen O, Soukainen J. 1991. Biomechanical evaluation of heavy tool-handling in two age groups of firmemen. Ergonomics; 34:1429-1432.
- Lusa S.1994. Job demands and assessment of the physical work capacity of fire fighters. Studies in Sport, Physical Education and Health. Jyväskylä University Printing House and Sisäsuomi Oy, University of Jyväskylä, Jyväskylä.
- Lusa-Moser S, Punakallio A, Luukkonen R, Viikari-Juntura E, Ilmarinen R, Louhevaara V, Korhonen O .1999. Palomiesten elintapojen, terveyden ja työkyvyn muutokset vuosina 1996-1999 sekä terveyttä, työkykyä ja tuki- ja liikuntaelinten oireita ennustavat tekijät, kyselytutkimus. Osaraportti I raportissa Eri-ikäisten palomiesten terveys ja toimintakyky: Kolmen vuoden seurantatutkimus (Punakallio A, Lusa-Moser S, toim.). Loppuraportti, Työterveyslaitos.
- McArdle W., Katch F. & Katch V. 2001. Exercise physiology. 5th edition. Lippincott Williams & Wilkins.
- McLellan T.1993: Work performance at 40 °C with Canadian Forces Biological and chemical Protective clothing. Aviat. Space Environ. Med, 64:1094-1100.

- Must A., Spadano J., Coakley E., Field A., Colditz G. & Dietz W. 1999. The disease burden associated with overweight and obesity. *Journal of American Medical Association* 282 (16), 1523-1529.
- O'Connell E.R., Thomas P.C. Cady L.D., Karwasky R.J. 1986. Energy costs of simulated stair climbing as a job-related task in fire fighting. *Journal of Occupational Medicine*; 28:282-284.
- Pate R., Pratt M., Blair S., Haskell W., Macera C., Bouchard C., Buchner D., Ettlinger W., Heath G. & King A. 1995. Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *Journal of American Medical Association* 273 (5), 402-407.
- Paulus WM, Straube A, Brandt TH.1984. Visual stabilization of posture. Physiological stimulus characteristics and clinical aspects. *Brain*,107:1143-63.
- Parsons K.1999. International standards for the assessment of the risk of thermal strain on clothed workers in hot environments. *Ann Occup Hyg* 43:297-308.
- Pelastustoimilaki (561/1999)
- Pi-Sunyer F. 1991. Health implications of obesity. *American Journal of Clinical Nutrition* 53, 1595-1603.
- Pohjonen T. 2001. Perceived work ability and physical capacity of home care workers. Effects of the physical exercise and ergonomic intervention on factors related to work ability. *Kuopion yliopiston julkaisuja. Lääketiede* 260.
- Pollock M, Wilmore J.1990. Exercise in health and disease. Evaluation and prescription for prevention and rehabilitation 2th edition. W.B. Saunders Company.
- Punakallio A. 2004. Balance abilities of workers in physically demanding jobs. With special reference to fire fighters of different ages. Doctoral dissertation. University of Kuopio.
- Punakallio A. 2004. Trial-to-trial reproducibility and test-retest stability of two dynamic balance tests among male firefighters. *Int J Sports Med* 25:163-169.
- Punakallio A, Lusa S, Luukkonen R. 2003. Protective Equipment Affects Balance abilities Differently in Younger and Older Firefighters. *Aviat Space Environ Med*, 74 (11);1151-1156.
- Punakallio A, Lusa-Moser S, Louhevaara V, Korhonen O, Luukkonen R.1997. Eri-ikäisten palomiesten terveys ja toimintakyky. Osa 2: Fyysinen toimintakyky. Helsinki: Työterveyslaitos ja Työsuojelurahasto; Ikääntyvä arvoonsa - työterveyden, työkyvyn ja hyvinvoinnin edistämishjelman julkaisuja 31.
- Punakallio A, Lusa-Moser S, Luukkonen R, Louhevaara V. 1999. Muutokset kuormittumisessa savusukellustestiradalla vuosina 1996-1999 ja testiradan ennustearvo, tutkimus savusukellusvarustuksessa. Osaraportti IV raportissa Eri-ikäisten palomiesten terveys ja toimintakyky: Kolmen vuoden seuranta tutkimus (Punakallio A, Lusa-Moser S, toim.). Loppuraportti, Työterveyslaitos.

Rice V.J.B, Sharp M.A., Tharion W.J., Williamson T.L. 1996. The effects of gender, team size, and a shoulder harness on a stretcher-carry task and post-carry performance. Part I. A simulated carry from a remote site. *International Journal of Industrial Ergonomics* 18 27 - 40.

Riihimäki H. 2003. Työ ja liikuntaelimistö. Teoksessa Antti-Poika M., Martimo K-P & Husman K. (toim.) *Työterveyshuolto*. Duodecim, 92-103.

Rissanen A., Heliövaara M., Knekt P., Reunanen A, Aromaa A & Maatela J. 1990. Risk of disability and mortality due to overweight in a Finnish population. *British Medical Journal* 301, 835-837.

SAS Institute Inc., SAS/STAT[®] User's Guide, version 8, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999. 3884 pp.

Sisäasiainministeriö, Pelastusosasto.2004. Korkealla työskentely pelastustoimessa. Julkaisuja sarja A:72. www.pelastustoimi.net

Sisäasiainministeriö, Pelastusosasto.2002. Pintapelastus- ja vesisukellusohje. Dnro SM-2001-01385/Tu-311. www.pelastustoimi.net

Sisäasiainministeriö, Pelastusosasto.2001. Savusukellusohje. Julkaisuja sarja A:69. www.pelastustoimi.net

Sisäasiainministeriön asettama pelastushenkilöstön työssä selviytymistä selvittävän työryhmän väliraportti, 2005

Sothman M.S., Saupe K.W., Jasenof D, Blaney J, Fuhrman S.D., Woulfe T. 1990. Advancing age and the cardiorespiratory stress of fire suppression: Determining a minimum standard for aerobic fitness. *Human Performance*, 3:217-236.

Sothman M.S., Saupe K.W., Jasenof D, Blaney J.1992. Heart rate response of firefighters to actual emergencies. Implications for cardiorespiratory fitness. *Journal of Occupational Medicine*; 34:797-800.

Soukainen J, Lusa S, Tulppo M, Tuomi P, Tuomi P, Kajaste T, Louhevaara V (1992). Savusukellustehtäviä simuloivan testiradan kehittäminen ja arviointi. Osaraportti 10. Julkaisussa Palomiesten valintaan ja seurantaan soveltuvien fyysisten toimintakykytestien ja terveystarkastusten kehittäminen ja arviointi. Louhevaara V ja Lusa S toim. Pelastusosaston julkaisu. Sarja B:12.

Sovijärvi A .2000. Kliininen rasituskoee. Kirjassa *Kardiologia*. Heikkilä J ym, toim. Duodecim.

Suni J. 2000. Health-related fitness test battery for middle-aged adults with emphasis on musculoskeletal and motor tests [Dissertation] Jyväskylä: Univ. of Jyväskylä; *Studies in Sport, Physical Education and Health* 66.

Suni J. Oja P., Miilinpalo S., Pasanen M., Vuori i., Bös K.1998. Health-related fitness test battery for adults: associations with perceived health, mobility, and back function and symptoms. *Arch Phys Med Rehabil* vol 79 (5): 559-69.

Suni J. 1998. Kuntotestauksen laatusuositukset. Teoksessa LIITE ry (julkaisija) *Kuntotestauksen perusteet*.

Suomen Kuntaliitto (Myllyniemi P, Raitoaho O).1998. Työkykyä ylläpitävä toiminta kuntien palo- ja pelastuslaitoksissa. Työryhmän raportti.

Shvartz E, Reibold RC.1990. Aerobic fitness norms for males and females aged 6 to 75 years: A review. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, January, pp. 3-11.

Tanaka H., Monahan K., Seals R.2001. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* (37), 53-156.

Tienari P.2003.HÄLYTYKSILMOITUS! Sammutusmiesten yleiskestävyyden arviointi ja laatu. Syventävien opintojen opinäytetyö, terveystieteet/liikuntalääketiede, Kuopion yliopisto.

Tuomi K, Ilmarinen J, Jahkola A, Katajarinne L, Tulkki A. 1997. Työkykyindeksi. Työterveyshuolto 19, Työterveyslaitos.

Työterveyshuoltolaki (1383/2001)

Työturvallisuuslaki (738/2002)

UKK Institute Health Promotion Research and Sports Research Institute of University of Frankfurt .1995. Finnish-German study of on physical activity, fitness and health. Volume 1: Health-related fitness. The assessment methods and descriptive results of common variables in the cross-sectional studies, Tampere, UKK Institute

UKK. 2002. Testaajan opas. UKK-terveyskuntotestistö keski-ikäisille.

Valtionneuvoston asetus terveystarkastuksista erityistä sairastumisen vaaraa aiheutuviissa töissä (1485/2001)

Vehmasvaara P. 2004. Ensihoitotyön fyysinen kuormittavuus ja ensihoitajien työkyvyn fyysisiä edellytyksiä arvioivan testistön kehittäminen. Kuopion yliopiston julkaisuja D. Lääketiede 324.

Willett W., Dietz W. & Colditz G. 1999. Guidelines for healthy weight. *New England Journal of Medicine* 341, 427-434.

Wilmore J. & Costill D. 1994, 1999. *Physiology of sports and exercise*. Human Kinetics.

Wolk A. & Rössner S. 1996. Obesity and self-perceived health in Sweden. *International Journal Obesity and Related Metabolic Disorders* 20, 369-372.

Wu H-C, Wang M-J.J.2001. Determining the maximum acceptable work duration for high-intensity work. *European Journal of Applied Physiology*, 85:339-344.

Yamamoto K, Miyachi M, Saitoh T, Ysohioka A, Onodera S.2001. Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. *Med Sci Sports Exerc* 33:1496-1502.

Zylberstein (1973). Fysisk belastning under rökdykning. Arbetskyddssturelsen. Stockholm. Uppdragsrapport nr 488/73.