



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

ROOSA RANTA & MILLA NURMIO

Satakunnan pelastuslaitoksen palomiesten kuormittuminen ja palautuminen savusukelluksesta

FYSIOTERAPIAN KOULUTUSOHJELMA
2020

Tekijät Sukunimi, Etunimi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Marraskuu 2020
Ranta, Roosa Nurmio, Milla	Sivumäärä 34	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Satakunnan pelastuslaitoksen palomiesten kuormittuminen ja palautuminen savusukelluksesta		
Tutkinto-ohjelma Fysioterapia		
Tiivistelmä Tässä opinnäytetyössä selvitettiin kuuden Satakunnan pelastuslaitoksen palomiehen kuormittumista ja palautumista savusukelluksesta Firstbeat-mittarilla mitattuna. Tarkoituksena oli selvittää, miten eri-ikäiset palomiehet kuormittuvat savusukelluksesta sekä kuinka nopeasti he palautuvat sen jälkeen. Kuormitusta mitattiin tutkittavien lasketun maksimisyykkeen ja Firstbeatin hyvinvointianalyysin avulla. Aineistonkeruussa hyödynnettiin myös Firstbeatin omaa alkuhaastattelulomaketta. Firstbeat-datan pohjalta tehtiin kvantitatiivista aineiston analyysia. Tutkittavien kohdalla käytiin läpi henkilön päiväkirjamerkinnot ja mittarin antamat tulokset. Osallistujien tuloksia verrattiin toisiinsa savusukelluksesta kuormittumisen ja palautumisen suhteen. Mittaustuloksista huomattiin alle 30-vuotiaille kertyneen happivelkaa talonpolttoharjoituksen aikana keskimäärin vähemmän kuin vanhemmille palomiehille. Myös maksimaalisen sykkeen näkökulmasta huomattiin alle 30-vuotiaiden kuormittuneen muita vähemmän. Johtopäätöksenä todettiin yli 30-vuotiaiden osallistujajoukon kuormittuneen muita enemmän. Ensimmäinen palauttava hetki savusukelluksen jälkeen esiintyi keskimäärin 4,5h kohdalla harjoituksen jälkeen. Palautumisajat vaihtelivat 1,5h ja 7h välillä. Ensimmäinen pidempi palauttava jakso, jolloin henkilöiden voimavarat selvästi lisääntyivät, alkoi keskimäärin 8h kuluttua kuormittavan työsuorituksen jälkeen. Tutkittavista vain yhdellä voimavarat lisääntyivät savusukelluspäivää seuraavaan aamuun mennessä samalle tasolle kuin ne olivat savusukelluspäivän aamuna. Verrattaessa aloituskyselyraportin vastauksia Firstbeat-analyysin tuloksiin huomattiin henkilöiden, jotka kokivat nukkuvansa riittävästi ja eivät kokeneet olevansa stressaantuneita, saavuttaneen pidemmän yhtenäisen palauttavan jakson muita aiemmin.		
<u>Asiasanat</u> firstbeat, työkyky, fyysinen kunto, hapenotto-kyky		

Authors Last name, First name Ranta, Roosa Nurmio, Milla	Type of Publication Bachelor's thesis	Date November 2020
	Number of pages 34	Language of publication: Finnish
Title of publication Strain and recovery from smoke diving of firefighters from Satakunta rescue department		
Degree program Physiotherapy		
Abstract In this thesis the strain and recovery of six firefighters from smoke diving is investigated. The firefighters were from Satakunta rescue department. Firefighters wore Firstbeat-devices during the smoke diving which gave us information about their strain and recovery. The purpose of the thesis was to find out, how the firefighters of different ages were strained from the smoke diving and how fast they recovered after that. The strain was measured from the calculated maximum heart rate, Firstbeat's lifestyle assessment and sleep cycle. We also used Firstbeat's own interview form, which provided more detailed information on the lifestyles of the firefighters. After collecting Firstbeat data some quantitative data analysis was performed. The firefighters diary entries and the results given by the device were gone through. The results of the participants were compared with each other in terms of strain and recovery. It was found from the results that the peak value of exercise accumulation (oxygen debt) in firefighters under the age of 30 was on average lower than in older firefighters. Also, from the perspective of maximum heart rate, it was noticed that the firefighters under the age of 30 were less strained than the others. In conclusion, a group of participants over the age of 30 was strained more than the others in the house burning exercise. The first restorative moment after the smoke dive occurred at an average of 4.5 h after exercise. Recovery times ranged from 1.5h to 7h. The first longer recovery period, in which the resources of the persons clearly increased, began on average 8 hours after the stressful work. Only one of the firefighters got the resources increased by the following morning after the smoke diving to the same level as they were on the morning of the smoke dive day. Comparing the responses to the interview form with the results of the Firstbeat analysis, it was found that individuals who felt they got enough sleep and did not feel stressed had achieved a longer recovery period earlier than the others. <u>Key words</u> firstbeat, working ability, physical condition, oxygen uptake		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	AUTONOMINEN HERMOSTO KUORMITUKSEN JA PALAUTUMISEN NÄKÖKULMASTA	6
2.1	Autonominen hermosto	6
2.2	Fyysinen kuormittuminen	7
2.3	Kuormituksesta palautuminen	8
3	ELINTAPOJEN VAIKUTUS KUORMITTUMISEEN JA PALAUTUMISEEN	9
3.1	Liikuntasuositukset	9
3.2	Ravitsemussuositukset	10
3.3	Unen merkitys	11
3.4	Päihteiden käytön haitat	12
4	PALOMIEHEN TYÖ	12
4.1	Työnkuva	12
4.2	Palomiesten liikuntaharjoittelu	14
4.3	Työn kuormitustekijät	14
4.4	Savusukellus	15
4.5	Lämpökuormittuminen	15
4.6	Työturvallisuus	16
5	TARKOITUS JA TAVOITTEET	17
6	TUTKIMUSMENETELMÄT	18
6.1	Aineiston keruu	18
6.2	Firstbeatin Bodyguard2-mittauslaite sekä hyvinvointianalyysi	19
6.3	Rasituskertymä ja harjoitusvaikutus	20
6.4	Käytännön toteutus	20
7	TULOKSET	22
7.1	Tutkimuksen osallistujajoukko	22
7.2	Kuormittuminen savusukelluksessa	23
7.3	Palautuminen savusukelluksesta	27
8	JOHTOPÄÄTÖKSET	29
9	POHDINTA	30
9.1	Tulosten tarkastelu	30
9.2	Luotettavuus ja eettisyys	32
9.3	Jatkotutkimusehdotukset	34

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Opinnäytetyömme aiheeksi valikoitui oman kiinnostuksemme pohjalta palomiesten työssään kohtaama savusukellus, jossa keho joutuu äärimmäiselle rasitukselle. Haluamme perehtyä tarkemmin siihen, mitä kehossa tapahtuu juuri tämän korkeakuormitteisen työsuorituksen aikana sekä sen jälkeen.

Palomiehistä on tehty paljon erilaisia tutkimuksia, esimerkiksi palomiesten terveydentilaa sekä työssä kuormittumista ja siitä palautumista on jo tutkittu. Savusukelluksesta aiheutuvaa kuormitusta ei tietääksemme ole Suomessa tutkittu sitten vuoden 2016. Käymiemme keskustelujen perusteella ammattipalomiehillä on jatkuva halu kehittää omaa maksimaalista kuormituksen sietokykyään ja fyysistä kuntoaan. Tutkimuksemme voi antaa arvokasta tietoa yksilöiden suorituskyvystä äärimmäisissä oloissa ja mahdollisista kehitystarpeista, jotta yksilöt voivat jatkossa kehittää omaa työkykyään entistä tehokkaammaksi.

Tässä opinnäytetyössä käytämme sanaa palomies kuvaamaan pelastajan tutkinnon suorittanutta henkilöä, joka työskentelee ammatikseen pelastuslaitoksella. Fyysisellä kuormittumisella tarkoitamme savusukelluksen aikana tapahtuvaa sykkeen nousua kohti omaa maksimisykettä, kertyvää happivelkaa (EPOC) ja sitä, millä kestävyyskuntoon liittyvällä tehoalueella palomiehet työskentelevät savusukelluksen aikana. Kuormituksesta palautumisen tässä opinnäytetyössä määrittelemme selvittämällä, kuinka pitkä aika savusukelluksen jälkeen tuntimäärällisesti kuluu siihen, että testattavien parasympaattinen hermosto aktivoituu ja palautuminen alkaa. Tämä parasympaattisen hermoston aktivoitumisen ajankohta voidaan havaita Firstbeat-mittaustuloksissa.

Opinnäytetyön tilaajana toimii Satakunnan ammattikorkeakoulun palvelukeskus Soteekki. Soteekki on tehnyt yhteistyötä Satakunnan pelastuslaitoksen ja Satakunnan alueen sopimuspalokuntien kanssa jo vuodesta 2008 kehittämässään PETE-oppimisympäristössä (pelastusalan ja terveydenhuollon yhteinen oppimisympäristö). Soteekki on

jo aikaisemmin kerännyt dataa ammattipalomiesten kuormittumisesta ja palautumisesta. Tähän aiheeseen liittyen halutaan kuitenkin vielä lisätietoa, sillä savusukelluksesta Soteekilla ei ole aiempaa dataa.

2 AUTONOMINEN HERMOSTO KUORMITUKSEN JA PALAUTUMISEN NÄKÖKULMASTA

2.1 Autonominen hermosto

Ääreishermosto jaetaan kahteen eri osaan, autonomiseen sekä somaattiseen hermostoon. Autonominen hermosto eli tahdosta riippumaton hermosto jaetaan sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakkuri, Vierimaa & Lätti 2013, 382, 399.) Sympaattinen hermosto valmistaa elimistöä nopeaan sopeutumiseen: taistele tai pakene. Fyysisessä kuormituksessa sympaattisen hermoston aktivoituminen nostattaa pulssia, kasvattaa sydämen iskuvoimaa ja laajentaa lihasten verisuonia. Ihon ja sisäelinten verisuonten supistuessa verenpaine usein nousee. Myös keuhkoputket laajenevat, ruoansulatuselimistön toiminnot hidastuvat sekä silmäterät laajenevat, jolloin ihminen on valmis kohtaamaan vaaran ja stressin. Pieni stressi on hyväksi ja voi ylläpitää toimintakykyä, mutta useat yhtäaikaista stressitekijät kuormittavat liikaa ja muodostavat riskitekijöitä fyysisille ja psyykkisille sairauksille. (Martin & Kunttu 2012, 9-10.)

Sympaattiseen hermostoon kuuluu kaksi hermorunkoa selkärangan kummallakin puolella sekä aivoissa sen toimintaan osallistuva alue hypothalamus. Hypothalamus pyrkii säätelemään kehon tasapainotilaa ja vaikuttaa muun muassa kehon lämpötilan säätelyyn, ruokahuon ja uneen. Aivolisäkkeen avulla hypothalamus säätelee sisäelinten toimintaa sekä niiden erittämiä hormoneja. Esimerkiksi adrenaliini ja kortisoli auttavat ihmistä taisteluun valmistautumisessa. (Martin & Kunttu 2012, 9-10.)

Autonomisen hermoston toinen osa, parasympaattinen hermosto, aktivoituessaan hidastaa sydämen sykettä, saa keuhkoputket supistumaan, vilkastuttaa ruoansulatusta

sekä on tehokkaimmillaan unen ja rentoutumisen aikana. Sympaattisen ja parasym-
paattisen hermoston yhteistyön järkkyyessä rentoutuminen, palautuminen sekä nukku-
minen hidastuvat ja hankaloituvat. (Martin & Kunttu 2012, 9-10.) Vähäinen sykeväli-
vaihtelu, korkea leposyke sekä sykkeen hidas palautuminen fyysisestä kuormituksesta
liittyvät usein kehon ylikuormitustilaan, jolloin sympaattisen hermoston toiminnot
ovat lähes jatkuvasti aktiivisina eikä parasympaattinen hermosto pääse aktivoitumaan.
Hyvä fyysinen kunto ja hyväkuntoinen sydän tehostavat parasympaattisen hermoston
toimintaa. (Kiviniemi ym. 2018, 2459.)

Sykevälivaihtelu, Heart rate variability (HRV), on jokaisen kahden peräkkäisen sydä-
men lyönnin välinen aika. Sykevälivaihtelu edustaa sydämen kykyä reagoida moniin
fysiologisiin ja ympäristön ärsykkeisiin ja sen mittaaminen on yleisesti hyväksytty au-
tonomisen hermoston toiminnan mittaamenetelmä. Nykyinen neurobiologinen tutki-
musnäyttö osoittaa, että sykevälivaihtelu soveltuu stressin objektiiviseen arvioimiseen.
(Kim, Cheon, Bai, Lee & Koo 2018, 235-245.)

Ihmisen ollessa terve ja hyvässä fyysisessä kunnossa, sydämen sykevälivaihtelu on
suurta. Sairaana tai kuormittuneena sykevälivaihtelu on vähäisempää. Fyysinen ja
psyykkinen kuormitus, sykettä kiihdyttävät nautintoaineet, ylipaino, verenpaine, ikä
sekä perimä ovat tekijöitä, joilla on vaikutusta sykevälivaihteluun. (Seppänen 2012,
1476.)

2.2 Fyysinen kuormittuminen

Elimistön kuormituksen ja palautumisen tasapainotilaan vaikuttavat fyysisen harjoit-
telun lisäksi esimerkiksi ihmissuhteet, uni ja ravinto sekä työ ja opiskelu (Korosuo
2018, 15). Kuormittavuus tarkoittaa fysiologista kuormitusta, jonka lihastoiminta ai-
heuttaa elimistöön. Liikunnan kuormittavuudessa on yksilöllisiä eroja. Hyväkuntoi-
selle kevyttä liikuntaa voi olla esimerkiksi rauhallinen kävely, joka voi olla hyvin ras-
kasta huomattavan ylipainoiselle tai jonkin perussairauden omaavalle. (Liikunta:
Käypä hoito -suositus, 2016.)

Hengitys- ja verenkiertoelimistön kunnosta saadaan tietoa mittaamalla hapenottokykyä. Hapenottokyvyllä tarkoitetaan hengitys- ja verenkiertoelimistön kykyä kuljettaa happea sekä lihasten kykyä käyttää happea energiantuotantoon. Maksimaalisella hapenottokyvyllä (VO₂max) tarkoitetaan elimistön kykyä kuljettaa happea maksimaalisessa kuormituksessa. (Rieger, Naclerio, Jiménez & Moody 2016, 67-68.) Kuormituksessa kehon hapenkulutus lisääntyy. Hapenkulutuksen kasvu on lineaarista suhteessa kuormituksen kasvuun tiettyyn pisteeseen saakka, kunnes se hidastuu eikä kuormitusta lisättäessä enää nouse. Tällöin on saavutettu maksimaalinen hapenotto (VO₂max). (Kutinlahti 2019.)

Aerobinen liikunta vaikuttaa merkittävästi keuhkojen ja sydämen toimintaan sekä raitistaa molempia järjestelmiä suuresti, sillä niiden on välitettävä tarpeeksi happea aktiivisille lihaksille. Säännöllinen fyysinen aktiivisuus parantaa hengitys- ja verenkiertojärjestelmän kapasiteettia ja siten kykyä harjoittaa liikuntaa. (Rieger ym. 2016, 54-55.)

2.3 Kuormituksesta palautuminen

Palautuminen on fysiologinen prosessi, jonka myötä yksilön fyysinen ja psyykinen tila palautuu kehoa kuormittavan stressireaktion jälkeen takaisin tasapainotilaan. Palautumisen aikana autonomisen hermoston parasympaattinen haara aktivoituu ja laskee kehon vireystilaa. (Firstbeat [www-sivut](#) 2019.) Palautumista tapahtuu suoritettavan harjoituksen aikana, heti harjoituksen päätyttyä sekä pitkäkestoisesti harjoitusten välisenä aikana. Fyysisen harjoittelun jälkeen palautumisessa on tärkeää elimistön aineenvaihduntatuotteiden poistaminen, hermoston ja hormonitoiminnan rauhoittaminen sekä energiavarastojen täydentäminen. (Korosuo 2018, 16.)

Palautumista tapahtuu myös päivän aikana pidettävillä pienillä tauoilla. Palautumista voivat edistää esimerkiksi rentoutusharjoitukset, urheilu, mieluisat harrastukset ja ystävien tapaaminen. Palautuminen on huonompaa niillä, joilla on useampi huono elämäntapa. (Työterveyslaitos 2020.)

Ruoka ja juoma auttavat kehoa palautumaan rasituksen aiheuttamasta energia- ja nestevajeesta, tehostavat lihaproteiinin rakentumista sekä korjaavat rasitusperäisiä lihaskaurioita. (Ilander ym. 2014, 128.) Alkoholin nauttiminen hidastaa palautumista kuormittavan suorituksen jälkeen. Alkoholin käyttö rasituksen jälkeen hidastaa nestevajeen korjaantumista ja häiritsee elimistön hormonituotantoa, verenkiertoa ja proteiinisynteesiä. (Ilander ym. 2014, 309.)

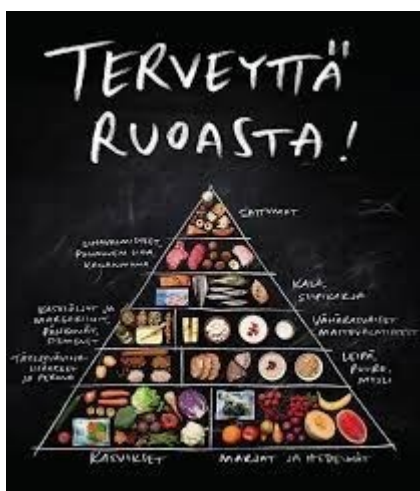
3 ELINTAPOJEN VAIKUTUS KUORMITTUMISEEN JA PALAUTUMISEEN

3.1 Liikuntasuosituksot

Terveellisillä elintavoilla tässä opinnäytetyössä tarkoitamme liikunnan harrastamista vähintään sen verran kuin UKK-instituutin laatimassa viikoittaisessa liikkumisen suosituksessa 18-64-vuotiaille ohjeistetaan, ruokailua ravitsemussuositusten mukaan sekä kohtuullista alkoholin käyttöä ja riittävää unen määrää. Suosituksen mukaan lihaskuntoa ja liikehallintaa tulisi harjoittaa kaksi kertaa viikossa ja rasittavaa liikuntaa 1h ja 15min viikossa tai reipasta liikkumista 2h 30min viikossa. Kevyttä liikuskelua tulisi sisällyttää päivään mahdollisimman usein. Taukoja paikallaoloon tulisi olla aina kuin niin voidaan tehdä. Kaiken pohjana on riittävä määrä palauttavaa unta, jotta liikuntaa jaksetaan harrastaa ja palaudutaan päivän rasituksista. (Viikoittainen liikkumisen suositus 18–64-vuotiaille.) Viikoittaisen liikkumisen suosituksen mukainen määrä liikuntaa on kuitenkin vain minimäärä, minkä verran jokaisen tulisi vähintään viikossa liikkua. Palomiesten tulee harrastaa liikuntaa huomattavasti enemmän, jotta heidän fyysinen kuntosaa on riittävällä tasolla työn kuormittavuuteen ja fyysisiin vaatimuksiin nähden.

3.2 Ravitsemussuositukset

Suomalaisissa ravitsemussuosituksissa ruokakolmio havainnollistaa terveyttä edistävän ruokavalion kokonaisuuden. Päivittäisen ruokavalion perustan muodostavat kasvikset, hedelmät ja marjat sekä täysjyväviljavalmisteet ja peruna. Lisäksi ruokavalioon valitaan vähärasvaisia maitovalmisteita, pehmeän rasvan lähteitä sekä proteiinin lähteitä esimerkiksi lihan tai kalan muodossa. Kolmion huipulla olevat ruoka-aineet, ”satumat” eivät kuulu päivittäin käytettyinä terveyttä edistävään ruokavalioon. (Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 19.)



Kuva 1. Ruokakolmio. (Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014, 19).

Säännöllinen ja riittävän tiheä ateriaritmi voimistaa kylläisyyttä ja auttaa hallitsemaan näläntunnetta verrattuna harvempaan ateriaritmiin. Jos aterioväli venyy pitkäksi, voi harkintakyky heiketä ja järkevien ruokavalintojen tekeminen vaikeutua. (Ilander, Laaksonen, Lindblad & Mursu 2014, 113.) Oikea ateriaritmitus myös palauttaa elimistöä rasituksesta. Kun syö 3–4 tunnin välein ja käyttää lautasmallia apuna aterioiden koostamisessa, pysyy kylläisenä ja virkeänä sekä saa ruoasta tarvittavat ravintoaineet (Työterveyslaitos 2020). Näin myös varmistetaan se, että ollaan mahdollisimman valmiita vaativiin hälytystehtäviin mihin aikaan vuorokaudesta tahansa (Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 2016, 22).

Lautasmalli sopii erinomaisesti palomiehelle, sillä sitä noudattamalla vältetään yksipuolista syömistä. Jos palomies harrastaa paljon kestävyysurheilua tai energiankulutus

on muuten suurta, tulee hiilihydraattien määrää lautasmallissa lisätä niin, että hiilihydraattien osuus lautasella kasvaa ja salaatti otetaan omalle lautaselleen. Kulutuksen ollessa suurta myös täysjyväleivän määrää voidaan lisätä. Olennaista on, että palomies hallitsee terveellisen ravitsemuksen perusteet ja osaa arvioida omaa energiansaantiaan suhteessa kulutukseen. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 2016, 21.)

3.3 Unen merkitys

Uni on tarkan säätelyn alainen aivotoiminnan tila, jonka aikana perusuni (NREM-uni) ja vilkeuni (REM-uni) vuorottelevat. Unen tarvetta ei voida tarkkaan määritellä, sillä se on yksilöllistä. Keskimääräinen tarvittava yönunen pituus aikuisella vaihtelee 6–9 tunnin välillä. Lisäksi hyvälaatuinen uni sisältää tietyn määrän eri univaiheita. (Riittävä uni: Käypä hoito -suositus, 2020.) Nukahtamisen jälkeen uni on ensin kevyttä perusunta, mutta muuttuu nopeasti syväksi perusuneksi. Seuraavaksi uni vaihtuu vilkeuneksi, kun nukahtamisesta on kulunut noin 90 minuuttia. Vilkeuni kestää hetken ja vaihtuu kevyeksi perusuneksi, joka jälleen syvenee nopeasti syväksi perusuneksi. Syvä perusuni vaihtuu jälleen vilkeuneksi, joka kestää hieman pidempään kuin edellisellä kerralla ja pitenee yön kuluessa jopa 30 minuuttia kestäviksi jaksoiksi. Tämä kaava toistuu terveillä aikuisilla yönunen aikana. (Partonen 2017.)

Usein unen laadulla tarkoitetaan kokonaisuutta, joka koostuu unen kokonaismäärästä, nukahtamisajasta, unen katkonaisuudesta, hereillä oloajasta, unen tehokkuudesta ja heräämisistä. Subjektiiivisella tasolla ”hyvä” tai ”laadukas” uni voi tarkoittaa eri ihmisille eri asioita. Esimerkiksi joillekin hyvä unen laatu voi merkitä sitä, että ei heräile yöllä, kun taas toiselle se voi tarkoittaa, että nukahtaa nopeasti. (Korosuo 2018, 22.)

On tutkimusnäyttöä siitä, että tarpeeksi pitkäjaksoinen ja palauttava uni on tärkeää elimistön immuunipuolustuksen kannalta. Pitkään jatkuneesta unen puutteesta voi seurata elimistön puolustuskyvyn heikentymistä. Laadukas uni siis auttaa pitämään vastustuskykyä yllä. Unen puutteen on lisäksi havaittu johtavan huonompiin valintoihin ruokavalion suhteen. Uni vaikuttaa myös aivojen energiatasapainoon, vireyteen, oppimiseen sekä suorituskyykyyn. (Terve urheilija 2020.) Riittävä uni nähdään palautumista

ajatellen menetelmistä kaikkein tärkeimpänä (Korosuo 2018, 16). Uni palauttaa niin fyysisestä, henkisestä kuin kognitiivisestakin kuormituksesta (Työterveyslaitos 2020).

3.4 Päihteiden käytön haitat

Alkoholin päivittäinen käyttö ei kuulu terveellisiin elintapoihin. Jo 0,5 promillea alkoholia veressä vähentää REM- unen määrää, jolloin uni on laadultaan huonompaa ja palautuminen hidastuu (Työterveyslaitos 2020). Alkoholin terveyshaittoja pidetään epätodennäköisinä, mikäli kulutus on miehillä maksimissaan kaksi ja naisilla yksi annos vuorokaudessa (Kohtuullisesti [www-sivut](http://www.sivut) 2019). Tehokkaan palautumisen turvaamiseksi alkoholipitoisia juomia olisi järkevintä välttää kokonaan etenkin raskaiden työsuoritusten jälkeen (Iländer ym. 2014, 309).

4 PALOMIEHEN TYÖ

4.1 Työnkuva

Palomies on monitaitoinen alansa ammattilainen, joka sammuttaa tulipaloja, pelastaa ihmisiä onnettomuustilanteissa, hoitaa ja kuljettaa potilaita jatkohoitoon sekä osallistuu hälytysvalmiuden ylläpitoon asemapalvelussa. Pelastustyön vaatimukset terveydelle ja toimintakyvylle ovat korkeat. Tällöin hyvä fyysinen, psyykkinen ja sosiaalinen toimintakyky ovat yhdessä hyvän osaamisen kanssa välttämätön perusta työkyvyn riittävyydelle. (Punakallio & Lusa 2011, 6.) Työuran aikana palomiehen tulee ylläpitää taitojaan, tietojaan ja fyysistä kuntoaan jatkuvalla harjoittelulla (Pelastusopisto 2019).

Palomiehet tarvitsevat työssään psyykkisiä voimavaroja, esimerkiksi paineensietokykyä. Pelastustilanteissa palomiehet saattavat kokea stressiä, epävarmuutta ja jännittyneisyyttä. (Punakallio & Lusa 2011, 105.) Kuormittuminen on yksilöllistä, ja siihen vaikuttavat monet seikat, kuten oma terveydentila sekä tasapaino työn ja yksityiselämän välillä (Työn henkisten kuormitustekijöiden hallinta 2015, 9).

Palomiehet altistavat itsensä pelastustehtävissä haitallisille kaasuille ja aineille, mikä lisää syöpäriskiä. Korkea syöpäriski on ollut tiedossa vasta reilun vuosikymmenen ja tulevaisuudessa riski yhä kasvaa. Pohjoismaissa tehdyn tutkimuksen perusteella 30-49-vuotiailla palomiehillä on 2,6-kertainen riski sairastua eturauhassyöpään, kun heitä verrataan muihin ammattiryhmiin. Lisäksi yli 70-vuotiailla suomalaisilla palomiehillä on todettu olevan vähintään kaksinkertainen riski sairastua keuhkojen rauhassolusyöpään sekä keuhkopussin syöpään. (Savela 2019.)

Vuonna 2007 tehdyssä Lusan ym. tutkimuksessa selvitettiin pelastajien savusukellustestiradan kuormittavuutta, luotettavuutta ja turvallisuutta. Testiradan viisi eri tehtävää (kävely, portaiden nousu, moukarointi, ryömintä ja letkurullan kelaus) tehtiin tasaisella betonilattialla ja portaissa savusukellusvarustuksessa. Keskimääräinen kuormittuneisuus oli erittäin korkeaa 12 prosentilla pelastajista (95–100%HRmax), hyvin korkeaa yli puolella (85–94%HRmax) ja korkeaa 30 prosentilla (65–84%HRmax). Kuormituksen kokemisessa ei ollut eroja ikäryhmien välillä. Tutkimus osoitti, että savusukellustestiradan läpäisy 12,5 minuutissa ei välttämättä tarkoita sitä, että savusukellustehtäviin osallistuville palomiehille asetetut maksimaalisen hapenkulutuksen minimivaatimukset täyttyisivät. (Lusa, Lindholm, Punakallio, Ilmarinen, Louhevaara, Katjasalo & Linqvist-Virkamäki 2007, 107-115.)

Vuosina 2008-2010 toteutetussa tutkimuksessa tarkasteltiin 13 vuoden seuranta-aikana tapahtuneita muutoksia eri-ikäisten palomiesten terveydessä sekä toiminta- ja työkyvyssä. Tämän tutkimuksen osatutkimuksessa selvitettiin, miten palomiesten kuormittuminen savusukellustestiradalla sekä menestyminen ketteryys-, koordinaatio- ja tasapainotesteissä savusukellusvarustuksessa ovat muuttuneet 13 vuoden aikana. Tulokseksi saatiin, että tutkittujen palomiesten verenkiertoelimistön kuormittuminen savusukellusradalla voimistui ja motorinen suorituskky heikkeni 13 vuoden aikana. Ikäryhmittäin tarkasteltuna 41-43-vuotiaat palomiehet kuormittuivat alku- ja loppumittauksissa 30-35-vuotiaita enemmän. Nuoremman ikäryhmän kuormittuminen lisääntyi suhteellisesti enemmän siten, että se vastasi alkutilanteessa korkeaa ja 13 vuotta myöhemmin hyvin korkeaa kuormittumista. Myös nuorempien motorinen suorituskky heikkeni suhteellisesti enemmän verrattaessa vanhempiin palomiehiin. (Punakallio & Lusa 2011, 82-85.)

4.2 Palomiesten liikuntaharjoittelu

Palomiehen työhön sisältyy ajoittaisia kuormitushuippuja, joista esimerkkinä savusukellus. Pelastus- ja sammutustyö on näissä tilanteissa suoritettava mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Tästä syystä palomies tarvitsee työvälineiden ja taitojen lisäksi työssään hyvää fyysistä suorituskkyä. Työvuoroon tulee kuulua yhtenä työtehtävänä fyysisen suorituskvyn ylläpitäminen eli työvuoroliikunta. Sen lisäksi myös vapaa-aikaa on käytettävä liikuntaharjoittelulle. (Pelastusopiston julkaisu 2004, 20.)

Palomiehen työn kannalta keskeisimpiä suorituskvyn eli kunnon osatekijöitä ovat kestävyys, voima, ketteryys ja tasapaino. Aerobisen peruskestävyyden alueella harjoitellaan, kun syketao on noin 50-70% maksimista. Palomiesten lihasvoimaharjoittelussa kannattaa keskittyä perusvoiman sekä kestovoiman harjoittamiseen. Kuormat tulisi olla 60-80% maksimista ja toistot 8-12. Ketteryys, koordinaatio ja tasapaino kehittyvät esimerkiksi erilaisissa peleissä, joissa tapahtuu yllättäviä suunnan- ja nopeudenmuutostilanteita. Kolme harjoituskertaa viikossa on minimimäärä palomiehen liikuntaharjoittelulle. Näin toimimalla voidaan ylläpitää fyysinen suorituskky tasolla, joka on riittävä savusukellusohjeen määrittelemään vähimmäistasoon aina 55-vuotiaaksi asti. (Pelastusopiston julkaisu 2004, 20-22.)

4.3 Työn kuormitustekijät

Palomiehen työn fyysisiin kuormitustekijöihin luetaan ruumiillisesti raskas työ mukaan lukien työvälineiden käsittely, staattiset ja hankalat työasennot sekä käsien voimankäyttö. Esimerkiksi nostaminen, kantaminen, työntäminen ja vetäminen kuormittavat suuria lihasryhmiä sekä staattisesti että dynaamisesti. Työkuormitus kohdistuu hengitys- ja verenkiertoelimistön lisäksi myös liikuntaelimiin, etenkin selkään. (Ketola & Lusa 2017.) Työtehtävät saattavat kuormittaa yksipuolisesti, minkä vuoksi tarvitaan aktiivisia toimia tästä johtuvien haittojen poistamiseksi (Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 2016, 13).

4.4 Savusukellus

Pelastussukelluksella eli savusukelluksella tarkoitetaan asianmukaisten suojavarusteiden sekä paineilmahengityslaitteiden avulla tehtävää sammutus- ja pelastustyötä, joka vaatii palavaan, savuiseen ja rajattuun sisätilaan menemisen. Pelastussukellus edellyttää riittävää hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintakykyä sekä riittävää lihasvoimaa ja -kestävyyttä. Pelastussukeltajan on saavutettava submaksimaalisessa nousujohteisessa polkupyöräergometritestissä maksimaalisen hapenkulutuksen tulokseksi vähintään 3,0 l/min ja 36 ml/kg/min, jotta fyysinen toimintakyky on riittävä ylikuormittumisen ja terveysvaarojen ehkäisemiseksi. (Pelastussukellusohje 2007, 2,5.)

Savusukellustaitoa ylläpidetään minimissään kolmella harjoituksella vuodessa (Pelastussukellusohje 2007, 11). Näitä harjoituksia kutsutaan työtaitoliikunnaksi tai -harjoitteluksi, jossa fyysistä suoritus- ja toimintakykyä arvioidaan olosuhteissa, jotka pyritään samaan mahdollisimman lähelle todellista tilannetta. Savusukellusharjoituksen tavoitteena on savusukellus- ja sammutustekniikan harjoittelu sekä lämpövaikutuksen alaisena toimiminen. (Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 2016, 10.)

4.5 Lämpökuormittuminen

Fyysinen kuormitus kuumassa, jolle palomiehet altistuvat savusukelluksen yhteydessä, kuormittaa verenkiertoelimistöä sekä lihasten aineenvaihduntaa. Fyysinen työ ja kuuma ympäristö saavat aikaan jopa 2-3 asteen muutokset sisäelinten lämpötiloissa. Liikunnan aikana ja korkeassa lämpötilassa elimistö puolustautuu ylikuumenemista vastaan hikoilemalla. Jos lämpötilan säätö ei ole riittävän tehokasta, ihminen kuormittuu, elintoiminnot heikkenevät ja suorituskyky huononee. (Vuori, Taimela & Kujala 2010, 215-217.)

Yksilölliset tekijät, kuten ikä, sukupuoli, ruumiinrakenne sekä fyysinen suorituskyky (VO₂max) vaikuttavat lämpötilan nousuun. Hyväkuntoisilla sisäelinten lämpötilat ovat keskimäärin alhaisemmat kuin huonokuntoisilla, jos ulkoinen työkuorma on molemmilla sama. (Vuori ym. 2010, 218.) Myös tiivis, paksu ja hengittämätön varustus nopeuttaa lämmön kerääntymistä elimistöön. Erinomainenkaan maksimaalinen hapen-

kulutus ei aina ole tae hyvästä lämmönsietokyvystä, sillä myös perinnöllisillä, aineenvaihdunnallisilla ja rakenteellisilla tekijöillä on merkitystä lämpökuormasta selviytymisessä. Ikääntyminen heikentää fyysistä suorituskkyä ja samalla lämmönsietokykyä, mutta sen vaikutuksia voidaan lieventää säännöllisellä fyysisellä harjoittelulla. (Vuori ym. 2010, 220.)

Yksilölliset ominaisuudet ja persoonallisuus vaikuttavat fyysisen harjoittelun kuormittavuuteen. Kuumassa niiden merkitys korostuu ja osa ihmisistä sietää epämiellyttävää kuumuuden tuntemusta paremmin kuin toiset. Toisaalta kokemus ja harjoittelu opettavat suojautumaan ja toimimaan tarkoituksenmukaisesti kuumissa olosuhteissa. (Vuori ym. 2010, 220.)

4.6 Työturvallisuus

Palomiehen työssä on tärkeää kiinnittää huomiota siihen, onko työntekijä palautunut tarpeeksi, jolloin työtä on turvallista tehdä. Jos työntekijän todetaan työssään kuormittuvan hänen terveyttään vaarantavalla tavalla, työnantajan on asiasta tiedon saatuaan käytettävissään olevin keinoin ryhdyttävä toimiin kuormitustekijöiden selvittämiseksi sekä vaaran välttämiseksi tai vähentämiseksi (Työturvallisuuslaki 738/2002, 5 luku 25 §). Työntekijän on myös kokemuksensa, työnantajalta saamansa ohjauksen ja ammatitaitonsa mukaisesti työssään huolehdittava käytettävissään olevin keinoin niin omasta kuin muiden työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä (Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 2016, 17).

Palomiesten terveydentilaa ja savusukelluskelpoisuutta seurataan työterveyshuollossa alku- ja määräaikaistarkastusten avulla. Tarkastukset tehdään alle 40-vuotiaille savusukeltajille 3 vuoden välein, 40-50-vuotiaille kahden vuoden välein ja yli 50-vuotiaille kerran vuodessa. Lisätarkastuksia tehdään tarvittaessa, esimerkiksi merkittävien henkisesti kuormittaneiden tapahtumien jälkeen tai ennen paluuta työhön pitkältä sairauslomalta. Tarkastuksissa arvioidaan liikuntaelinten toimintakykyä, keuhkotoimintaa ja sydänterveyttä sekä henkistä hyvinvointia. (Pelastussukellusohje 2007, 6.)

Palomiesten työhön kuuluu normaalisti vuorotyö. Yksi työvuoro voi kestää 24 tuntia, jolloin palomies on jatkuvassa lähtövalmiudessa hälytystehtäviin. Epäsäännöllinen työ on elimistölle kuormittavaa ja altistaa työtapaturmille herkemmin kuin päivätyö. Valvominen, yötyö sekä pitkät työajat altistavat lisäksi muun muassa sydämen rytmihäiriöille ja painon sekä verenpaineen kohoamiseen. (Partonen 2020.)

Palomiehen työssä kuumuus ja raskaat suojarusteet aiheuttavat väsymystä, jota voidaan pitää yhtenä työturvallisuutta heikentävänä tekijänä. Palomiehen lihaksiston palautuminen voi kestää jopa yli 28 tuntia raskaan työsuorituksen jälkeen. (Partonen 2020.) Työterveyslaitoksen julkaisemassa tutkimuksessa otettiin selville palomiesten raskaimpien työvaiheiden aiheuttamaa lihasten kuormittumisen ja väsymisen tasoa sekä palautumisen kestoa työn jälkeen. Lisäksi selvitettiin, voidaanko raskaan työn jälkeistä palautumista nopeuttaa aktiivisten palauttavien menetelmien avulla. Tutkimukseen otti osaa 13 palomiestä Oulu-Koillismaan palo- ja pelastuslaitokselta. Koehenkilöt suorittivat testiradalla savusukellusta jäljittelevää työtä yhtäjaksoisesti 20 minuuttia 35 °C lämpötilassa savusukellusvarustuksessa. Työn aikana palomiehiltä mitattiin lihasten sähköistä aktiivisuutta (EMG), sydämen sykintätaajuutta ja ihon lämpötilaa. Radan jälkeen käsivarren lihasten palautumista seurattiin 28 tuntia. Rata suoritettiin viisi kertaa välipäivien ollessa vähintään kaksi päivää, jolloin palautumista pyrittiin aktiivisesti nopeuttamaan kofeiinilla, venyttelyllä ja kylmävesialtistuksella. Tutkimuksessa todettiin aktiivisten palauttavien menetelmien nopeuttavan lihasten palautumista. Koehenkilöiden kokemuksen mukaan kuuma-kylmävesihoito edisti lihaksiston palautumista parhaiten. (Mänttari 2016.) Edellä mainitun tutkimuksen perusteella ainakin kyseisiä palautumismenetelmiä voisi soveltaa palomiehien työelämään nopeuttamaan palautumista sekä vähentämään lihasväsymystä.

5 TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli mitata palomiesten fyysistä kuormitusta savusukelluksen aikana sekä siitä palautumista hyödyntäen Firstbeat -mittaria ja selvittämällä Firstbeatin oman aloituskyselylomakkeen avulla elintapojen (liikuntatottumukset,

nukkuminen ja stressi) merkitystä savusukelluksen aiheuttamaan kuormitukseen ja siitä palautumiseen. Halusimme saada selville vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

- Miten eri-ikäiset palomiehet keskenään eroavat kuormittumisen näkökulmasta?
- Miten henkilöt palautuvat korkeakuormitteisen työsuorituksen jälkeen?

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Aineiston keruu

Opinnäytetyömme on määrällinen eli kvantitatiivinen tutkimus. Kvantitatiiviselle tutkimukselle on keskeistä esimerkiksi johtopäätökset aiemmista tutkimuksista, käsitteiden määrittely sekä tulosten kuvailu tilastollisesti käsiteltävässä muodossa esimerkiksi taulukoiden avulla. Oleellista on, että tutkimusta varten kerättävä havaintoaineisto soveltuu määrälliseen, numeeriseen mittaamiseen. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 136.) Määrällinen tutkimusmenetelmä antaa yleisen kuvan mitattavien ominaisuuksien välisistä suhteista ja eroista. Määrällisessä tutkimuksessa mitattavat asiat muodostetaan yleensä teoriasta. Sen tavoitteena on selittää, kuvata, kartoittaa tai vertailla ihmistä koskevia asioita numeraalisesti ja löytää aineistosta yhteisiä lainalaisuuksia. (Vilkkä 2007, 13, 26.)

Aineistonkeruumenetelminä käytimme kyselyä sekä Firstbeat -mittaria. Firstbeatin aloituskyselyllä selvitettiin vastaajien taustatietoja (ikä, pituus, paino, laskennallinen maksimisyke, painoindeksi ja itsearvoitu aktiivisuusluokka) sekä elämäntapoihin liittyviä asioita (koettu stressi, ravinnon terveellisyys, liikunta-aktiivisuus, alkoholin käyttö ja unen määrä). Käyttämämme kyselylomake oli strukturoitu, mikä tarkoittaa, että kaikki tutkimukseen osallistuvat valitsivat vastauksensa valmiiksi annetuista vaihtoehdoista (vihreä, oranssi tai punainen) ja kaikilta kysyttiin samat kysymykset samassa järjestyksessä.

Huomioiden käytettävissä olevat resurssit päädyimme ottamaan näytteen eli valitsemaan harkinnanvaraisesti seitsemän henkilön tutkittavien joukon Satakunnan alueella työskentelevistä ammattipalomiehistä aineistonkeruuta varten. Tutkittavien joukko pyrittiin muodostamaan mahdollisimman eri-ikäisistä palomiehistä, jotta saisimme kerättyä aineiston, jossa on eroja ja vaihtelua tutkittavien välillä sekä luotua mielenkiintoista vertailua.

6.2 Firstbeatin Bodyguard2-mittauslaite sekä hyvinvointianalyysi

Firstbeat Bodyguard2-mittauslaitteen toiminta perustuu sydämen sykevälivaihtelujen tulkintaan ja sillä pystytään tunnistamaan yksilön kuormittumisen ja palautumisen suhdetta. Laitteen taustalla on yli 20 vuoden tutkimustyö ja sen toiminta perustuu vahvaan näyttöön. (Firstbeat www-sivut 2020.)

Laite asetetaan kahdella elektrodilla kiinni kehoon ja pidetään yleensä kolme kokonaista päivää, mutta myös lyhyempi tai pidempi jakso on mahdollinen. Laite rekisteröi sykettä poimien esiin dataa, joka syötetään tietokoneeseen. Data näyttäytyy hyvinvointianalyysinä ja asiantuntijaraporttina, josta tulokset voidaan lukea. Termejä stressi ja stressireaktio käytetään Firstbeatin hyvinvointianalyysissä kuvaamaan psyykkistä ja fyysistä kuormitusta. Stressi on osa kehon normaalia toimintaa, mistä voi olla joko hyötyä tai haittaa. Esimerkiksi urheilusuoritus voi onnistua paremmin johtuen stressin aikaansaamasta vireystilan kohoamisesta. Pitkäkestoisena stressi kuitenkin on haitallista ja laskee kehon vastustuskykyä sekä voi vaikuttaa myös ajatuksiin, tunteisiin ja kognitiiviseen suorituskyykyyn. Tämän takia työstä ja kuormituksesta palautuminen on tärkeää. (Firstbeat Technologies Oy 2016, 30-31.)

Hyvinvointianalyysin mittaustulokset ja toimenpidesuosituksukset auttavat stressinhallinnassa ja palautumisessa. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että suurin osa tutkittavista kokee saaneensa ainakin vähän hyötyä stressinhallintaan ja palautumiseen. Aiemmat tutkimukset osoittavat myös, että joka neljäs tutkittava kokee Hyvinvointi-

analyysin ansiosta työkykynsä parantuneen. (Mertanen 2015, 39.) Lisäksi Hyvinvointiraporttien selkeyteen liittyviä ongelmia ilmoitti noin puolet vastaajista sekä neljäsosa vastaajista oli kokenut ongelmia mittarinkäyttöön liittyen. (Mertanen 2015, 41.)

6.3 Rasituskertymä ja harjoitusvaikutus

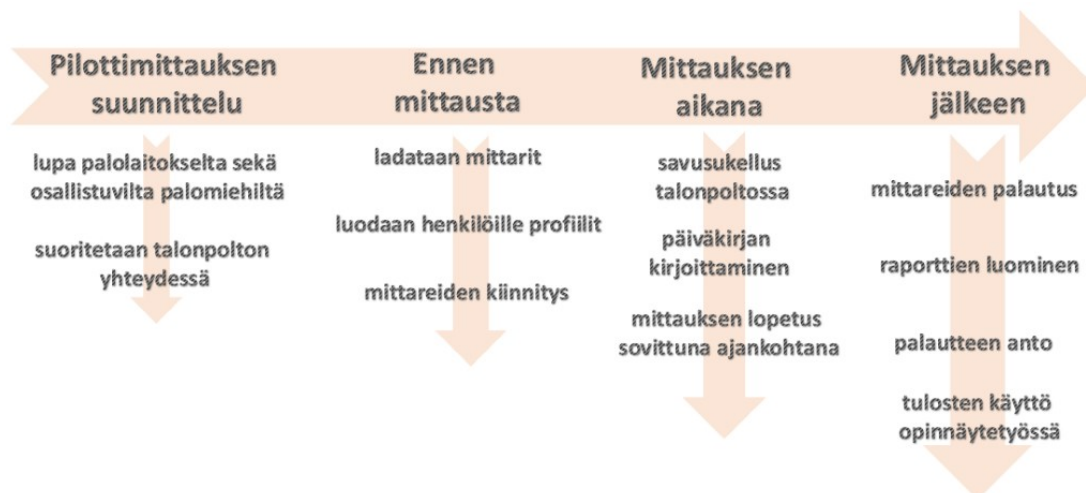
Rasituskertymä tai happivelka eli EPOC (excess post-exercise oxygen consumption) kuvastaa harjoituksen jälkeistä lepotason ylittävää hapenkulutuksen määrää (mitattuna litroissa tai ml/kg). Rasituskertymä tarkoittaa harjoittelun aiheuttamaa palautumisen tarvetta ja elimistön tasapainotilan järkkymistä. Kuormituksen jälkeisen lisääntyneen hapenkulutuksen (EPOC) avulla voidaan mitata liikunnan harjoitusvaikutus eli se, kuinka kova harjoitus on ollut. Harjoitusvaikutus kertoo, mikä oli harjoituksen vaikutavuus asteikolla 0-5. Perinteisesti EPOC on mitattu heti harjoituksen jälkeen hengityskaasuista laboratorio-olosuhteissa, mutta Firstbeatin kehittämän algoritmin avulla EPOC-arvo pystytään ennustamaan syketiedon pohjalta jo harjoittelun aikana. (Firstbeat [www-sivut](#). EPOC ja harjoitusvaikutus. 2020.)

6.4 Käytännön toteutus

Tutkimus oli alun perin tarkoitus toteuttaa järjestämällä savusukellusharjoitus lavastettuna tilanteena pelastuslaitoksen kontissa eli simulaatiotiloissa. Vallitsevasta pandemiatilanteesta johtuen tämä ei kuitenkaan onnistunut ja päädyimme käyttämään pilottimittaukseksi tarkoitettua talonpolttoharjoituksen yhteydessä savusukelluksesta kerättyä aineistoa. Alkuperäisen suunnitelman mukaan testimittauksella halusimme saada selville, pysyvätkö Firstbeat-mittarit paikoillaan rintakehässä varusteiden alla, kun palomiehet esimerkiksi liikkuvat ryömien ja kantavat painavia letkurullia savusukelluksen aikana. Tämän lisäksi oli tarkoitus selvittää, tuottavatko mittarit dataa sykevälivaihtelun avulla myös kuumissa sekä erittäin kuormittavissa olosuhteissa.

Savusukelluspäivää edeltävänä päivänä jokaisen tutkittavan palomiehen rintakehään kiinnitettiin elektrodien välityksellä Firstbeat-mittari, joka pidettiin kiinnitettynä yhtäjaksoisesti kolmen vuorokauden ajan tästä hetkestä lähtien. Varmistaaksemme mitta-

rien pysymisen kiinnitettynä, käytimme lisäksi teippiä laitteiden kiinnitykseen. Mittarien kiinnityksen jälkeen jokainen tutkimukseen osallistuva suoritti pelastustehtäväharjoituksia savusukellusvarustuksessa. Oheisessa kuviossa (kuvio 2) on tarkempi kuvaus mittauksen eri vaiheista sekä toteutumisesta.



Kuvio 2. Mittausten etenemisjana.

Savusukellustilanteita sisältävässä talonpolttoharjoituksessa pelastuslaitoksen asettamana tavoitteena oli harjoitella tulipalon sammuttamista oikeaa tilannetta vastaavissa olosuhteissa. Harjoituksessa sytytettiin palamaan irrallista materiaalia yhdestä huoneesta kerrallaan. Kun palo oli kehittynyt riittävästi, palomiehet aloittivat sammutusharjoituksen. Harjoituksessa edettiin huoneistossa niin, että varsinainen alkupalo löydettiin ja se sammutettiin opetetulla tavalla. Sammutushyökkäyksen ohessa työpari etsi mahdollisia uhreja huoneistosta. (Hakala sähköposti 18.09.2020.)

Harjoituksen pääpaino oli oikeissa työskentelytavoissa ja vuosittaisen savusukellusharjoituksen saamisessa tehdyksi. Harjoitus oli melko erilainen jokaisella palomiehellä. Tämä johtuu siitä, että tulipalon sijainti ja voimakkuus ovat aina erilaisia. Konttisavusukellusharjoitus simulaatiotiloissa olisi poikennut osittain näistä talonpolttoharjoituksista. Kontissa saadaan usein fyysisesti rasittavampi harjoitus järjestettyä johtuen siitä, että harjoituksessa ei ole leviämisen vaaraa ja kuumuus saadaan helpommin järjestettyä palomiestä kuormittavaksi. (Hakala sähköposti 18.09.2020.)

Kerättyämme Firstbeat -datan, teimme kvantitatiivista aineiston analyysiä aineiston pohjalta. Jokaisen osallistujan kohdalla kävimme läpi henkilön päiväkirjamerkinnät ja mittarin antamat tulokset. Sykekäyttäytymistä tarkastelimme päiväkirjamerkintöjen

kanssa rinnakkain ja arvioimme tulosten luotettavuutta. Osallistujien tuloksia vertasimme toisiinsa savusukelluksesta kuormittumisen ja siitä palautumisen suhteen. Kyselylomakkeista saadun tiedon avulla kartoitimme, millaisia vaikutuksia elintavoilla on kuormittumiseen ja palautumiseen sekä pohdimme mahdollisia muita palautumiseen vaikuttavia tekijöitä.

7 TULOKSET

7.1 Tutkimuksen osallistujajoukko

Tutkimukseen osallistui seitsemän palomiestä, joista kuuden tuloksia käytettiin osana tutkimusmateriaalia. Yksi mitattavista toimi harjoituksen aikana työnjohtajana eikä itse suorittanut savusukellusta lainkaan. Tästä syystä jätimme kyseisen henkilön tulokset huomiotta tässä opinnäytetyössä. Teknisesti kaikki mittaukset onnistuivat savusukelluksen aikana. Joitakin lyhyitä ja yksittäisiä katkoksia mittauksessa esiintyi parilla osallistujalla esimerkiksi unijakson aikana sekä suihkussa käynnin yhteydessä.

Tutkimukseen osallistujat olivat kaikki miehiä ja iältään 28-46-vuotiaita (keski-ikä 35,2). Tutkittavien taustatietoja kartoitimme aloituskyselyllä (Liite 1).

Yksi osallistujista ei ollut vastannut aloituskyselylomakkeen kysymyksiin, näitä lomakkeita tarkastellessa käytössämme olivat viiden palomiehen vastaukset. Aloituskyselylomakkeen perusteella kaikki osallistujat yhtä lukuun ottamatta kokivat liikkuvansa tarpeeksi terveytensä kannalta, eli valitsivat vihreän vaihtoehdon. Kolme viidestä vastasi ”jokseenkin eri mieltä” eli oranssin väittämään ”En koe olevani stressaantunut” ja kaksi vihreän eli ”samaa mieltä”. Kaksi viidestä koki nukkuvansa riittävästi, yksi vastaajista koki nukkuvansa liian vähän ja kaksi vastasi vaihtoehdon näiden väliltä.

7.2 Kuormittuminen savusukelluksessa

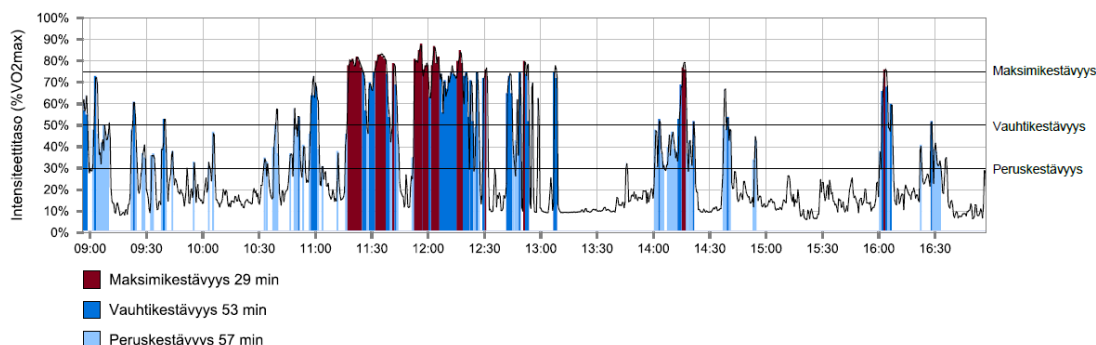
Kuormitusta mittasimme tutkittavien lasketun sekä savusukelluksen aikana saavutetun maksimisykkeen ja Firstbeatin hyvinvointianalyysin avulla. Vertailimme eri-ikäisten palomiesten tuloksia ryhmittelemällä osallistujajoukon iän mukaan alle 30-vuotiaisiin, 30-35-vuotiaisiin sekä yli 35-vuotiaisiin.

Firstbeatin luoman hyvinvointianalyysin yksi osio analysoi harjoituksen tehoalueita. Harjoituksen tehoalueet-osiossa kestävyysominaisuudet on jaettu kolmeen luokkaan: perus-, vauhti- ja maksimikestävyys. Tarkastelimme näitä palomiehillä esiintyviä kestävyyskuntoon liittyviä tehoalueita talonpolttoharjoituksen ajalta. Yhden palomiehen dataa emme voineet harjoituksen tehoalueiden suhteen ottaa huomioon, koska mittari ei ollut mitannut tehoalueita kyseiseltä päivältä. Näin ollen tässä kohdassa käytettävissä ovat viiden ($n=5$) palomiehen mittaustulokset. Tarkastellessa koko talonpolttoharjoituksen sisältämiä tehoalueita, datasta ilmeni, että kolmella viidestä palomiehestä harjoitus on kuormitukseltaan ollut vaihtelevin ajoin maksimikestävyyttä (75-89%/VO₂max) vaativaa. Maksimikestävyyskeston hajonta oli yhdestä minuutista 18:sta minuuttiin. Lopuilla kahdella palomiehellä harjoitus oli vähintään vauhtikestävyyttä (50-74%/VO₂max) vaativaa. Kaikki viisi palomiestä olivat kuitenkin minuuttimäärällisesti pisimpään peruskestävyysalueella (30-49%/VO₂max) tarkastellessa koko talonpolttoharjoitusta.

Kuviossa (kuvio 3) on esimerkki, joka havainnollistaa henkilön C talonpolttoharjoituksen aikana esiintyneet tehoalueet ja niiden kestot. Varsinaiset savusukellukset tapahtuivat aikavälillä noin klo 11.15-12.30. Henkilöllä C talonpolttoharjoituksen aikana maksimikestävyyttä (punainen alue) vastaavaa työskentelyä oli 29 minuuttia, vauhtikestävyyttä (tumman sininen alue) 53 minuutin ajan sekä peruskestävyyttä (vaalean sininen alue) 57 minuuttia. Kuvioista voidaan huomata, että savusukelluksen aikana kuormittuminen on henkilöllä C ollut enimmäkseen maksimi- ja vauhtikestävyysalueilla.

HARJOITUKSEN TEHOALUEET

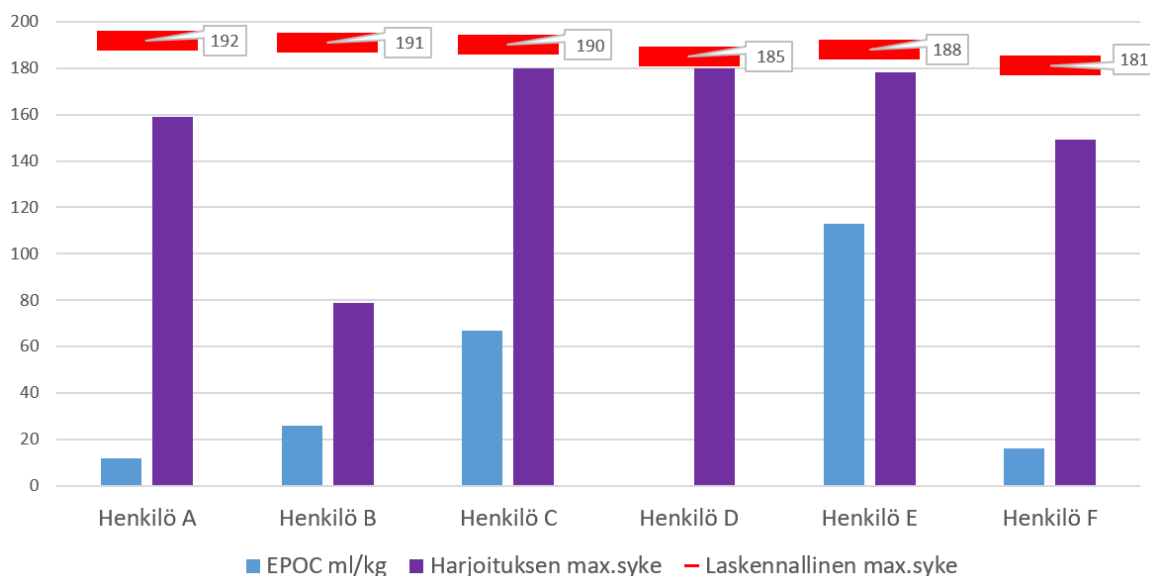
Harjoituksen aikana esiintyneet kestävyysominaisuuksiin vaikuttavat ajanjaksot.



Kuvio 3. Talonpolttoharjoituksen tehoalueet jaettuna perus-, vauhti- ja maksimikestävyteen henkilöllä C. Henkilö on savusukeltanut noin klo 11.15- 12.30 välillä.

Seuraavaksi tarkastellaan palomiesten talonpolttoharjoituksen aikana saavuttamia maksimaalisia sykkeitä, iän mukaan laskettuja maksimisykkeitä sekä rasisuskertymän huippuarvoja eli kertynyttä happivelkaa (EPOC). Kuvio 4 kuvaa happivelkaa, talonpolttoharjoituksen aikaista maksimaalista sykettä sekä laskennallista maksimisykettä. Palomiehet on merkitty kirjaimin A, B, C, D, E ja F ikäjärjestyksessä. Henkilön D EPOC-arvoa mittari ei ollut laskenut kyseiseltä päivältä, jonka vuoksi kuviosta voidaan nähdä vain kyseisen henkilön harjoituksen maksimisyke sekä laskennallinen maksimisyke. Kuviossa sininen pylväs kuvastaa rasisuskertymän huippuarvoja eli kertynyttä happivelkaa (EPOC), violetti pylväs talonpolton aikaista maksimisykettä ja punainen palkki henkilöiden laskennallista maksimisykettä.

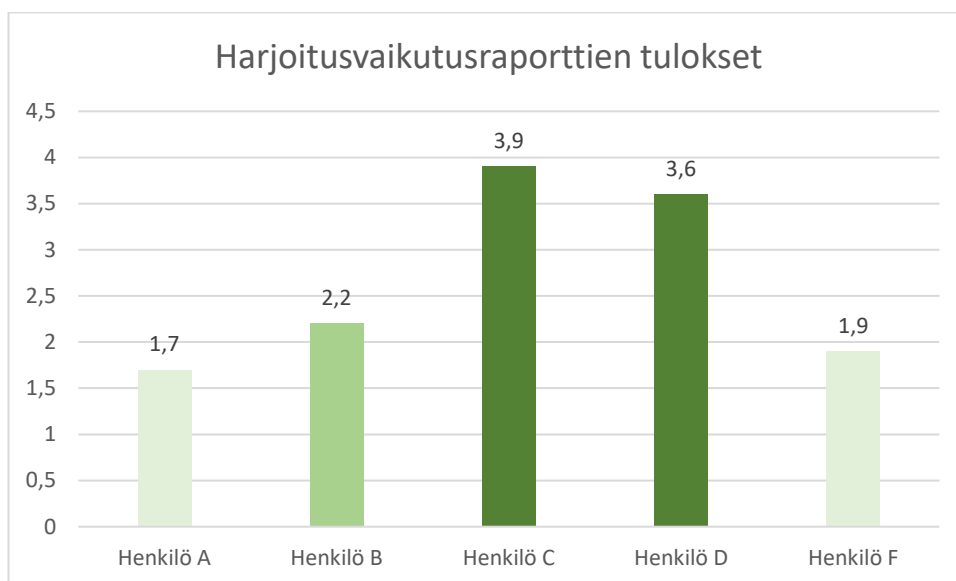
Kuviosta 4 nähdään, kuinka henkilöillä A (12ml/kg) ja F (16ml/kg) rasisuskertymän huippuarvo on alhaisempi kuin muilla palomiehillä. Henkilöllä E rasisuskertymä on korkein (113ml/kg). Talonpolttoharjoituksen aikana mittarin laskema maksimisyke on kolmella vanhemmalla palomiehellä (C, D ja E) lähempänä henkilöiden laskennallista maksimisykettä verrattuna nuorempiin. Alhaisin harjoituksen maksimisyke on henkilöllä B (79/191). Henkilön D harjoituksen maksimisyke on käynyt jossain vaiheessa lähes oman laskennallisen maksimisykkeensä rajoilla (180/185).



Kuvio 4. Osallistujien talonpolttoharjoituksen aikana saavuttamana maksimaalinen syke, laskennallinen maksimisyyke sekä happivelka (EPOC) n=6.

Firstbeat-hyvinvointianalyysi määrittelee harjoituksen aikaansaaman harjoitusvaikutuksen asteikolla 1-5. Myös tässä kohtaa yhden osallistujan tuloksia ei ollut mahdollista hyödyntää, joten käytettävissä on viiden (n=5) tutkittavan data. Kahdella palomiestä harjoitusvaikutus koko talonpolttoharjoituksen aikana oli alle kaksi, mikä vastaa kevyttä palauttavaa harjoitusta. Harjoittelu tällä intensiteetillä kehittää yli tunnin kestävästä peruskestävyyttä. Yhdellä mitattavalla tulos oli alle kolme, mikä tarkoittaa harjoitusvaikutukseltaan ylläpitävää peruskuntoa. Tällä tasolla harjoittelu ylläpitää hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa ja auttaa luomaan pohjaa paremmalle kuntoon. Kahdella palomiestä talonpolttoharjoitus aikaansai kuntoa kehittävän harjoitusvaikutuksen, harjoitusvaikutuksen ollessa alle neljä. Harjoittelu kehittää tehokkaasti hengitys- ja verenkiertoelimistön kuntoa. Keskimääräinen harjoitusvaikutus oli 2.7, mikä vastaa peruskuntoa ylläpitävää harjoitusta.

Kuviossa 5 esitetään palomiesten henkilökohtaiset harjoitusvaikutukset tarkempina lukuina. Mitä tehokkaampi ja kuormittavampi harjoitus on ollut, sitä tummemmalla vihreällä pylväs on merkitty. Kuviossa vaalean vihreät pylväät tarkoittavat kevyttä palauttavaa harjoitusvaikutusta, hieman tummempi vihreä pylväs tarkoittaa peruskuntoa ylläpitävää harjoitusvaikutusta ja tumman vihreät pylväät tarkoittavat kuntoa kehittävää harjoitusvaikutusta.



Kuvio 5. Talonpolttoharjoituksen aikaansaamat harjoitusvaikutukset asteikolla 1-5.

Harjoitusvaikutusraporttien tulosten perusteella alle 30-vuotiaiden osallistujajoukko kuormittui talonpolttoharjoituksessa vähemmän kuin 30-35-vuotiaiden osallistujajoukko. Myös yli 35-vuotiaalla osallistujalla kuormittuminen oli vähäisempää kuin 30-35-vuotiailla. Yllä olevia tuloksia arvioidessa tulee huomioda, että harjoitusvaikutus on laskettu koko talonpolttoharjoituksen ajalle ja varsinaisia savusukelluksia palomiehet saattoivat suorittaa toisistaan poikkeavan määrän päivän aikana. Savusukellus itsessään on kuormitukseltaan huomattavasti raskaampi suoritus kuin koko talonpolttoharjoitus kokonaisuudessaan.

Tarkastellessamme palomiesten savusukellussuorituksen aikana esiintyneitä maksimisykkeitä ja suhteuttaessamme prosentuaalisesti ne iän mukaan arvioituihin maksimisykintätaajuuksiin saimme arvoja välillä 42-97 (%HRmax). Tässä tarkastelussa on mukana kuuden (n=6) palomiehen tulokset. Alle 30-vuotiaiden osallistujajoukolla oli sykearvoja välillä 42-83 prosenttia laskennallisesta maksimaalisesta sykintätaajuudesta (%HRmax), 30-35-vuotiailla sykearvot vastasivat 95 prosenttia (%HRmax) ja yli 35-vuotiaiden osallistujajoukolla vaihtelua sykearvoissa oli välillä 83-97 (%HRmax). Tästä voidaan huomata alle 30-vuotiaiden kuormittuneen muita vähemmän savusukellussuorituksen aikana maksimaalisen sykkeen näkökulmasta. Arvioimme kuormittuneisuutta asteikolla erittäin korkea (95–100%HRmax), hyvin kor-

kea (85–94%HRmax) ja korkea (65–84%HRmax). Puolella palomiehistä kuormittuneisuus oli erittäin korkeaa ja kahdella kuudesta kuormittuneisuuden taso vastasi korkeaa. Yhden palomiehen tulos jäi korkean kuormittuneisuustason alapuolelle.

7.3 Palautuminen savusukelluksesta

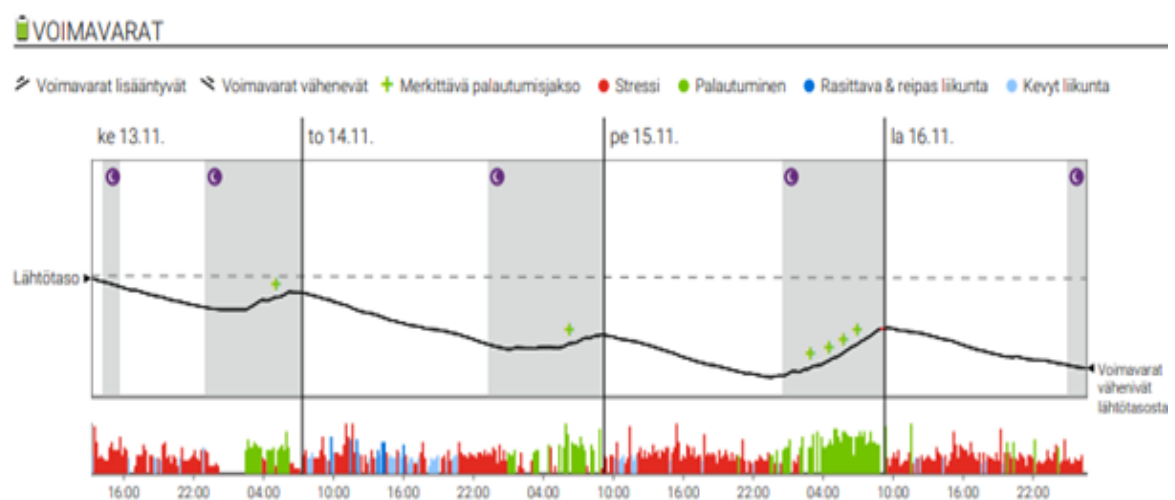
Tutkimusaineistoa analysoidessamme meitä kiinnosti tietää, kuinka pitkä aika savusukelluksen jälkeen tuntimäärällisesti kului siihen, että testattavien parasympaattinen hermosto aktivoituu ja palautuminen alkaa. Tämä näyttäytyy Firstbeat-datassa vihreänä ajanjaksona, jolloin henkilön sykevälivaihtelu on suurta. Savusukelluspäivä tässä tutkimuksessa oli torstai. Yhden tutkittavan mittauksesta puuttui syketietoa savusukelluksen jälkeiseltä yöltä, joten hänen unitietojaan ei voitu tämän yön kohdalta hyödyntää analyysissä eikä ottaa keskiarvotilastoihin mukaan.

Tarkastellessamme viiden ($n=5$) palomiehen tuloksia, havaitsimme ensimmäisen palauttavan hetken savusukelluksen jälkeen esiintyvän tutkittavilla keskimäärin 4,5h kohdalla savusukellusharjoituksen päättymisestä. Palautumisajat vaihtelivat 1,5h ja 7h välillä. Kahdella viidestä osallistujista savusukellusta seuraavan unijakson aikana palautumista tapahtui erittäin vähän, jolloin palautuminen ei ollut yhtenäistä eikä määrältään riittävää, jotta henkilön voimavarat lähtisivät kasvuun. Ensimmäinen pidempi palauttava jakso, jolloin henkilöiden voimavarat selvästi lisääntyivät, alkoi keskimäärin kahdeksan tunnin kuluttua kuormittavan työsuorituksen jälkeen. Vaihtelua tässä oli henkilöiden välillä neljästä kahteentoista tuntiin. Tutkittavista vain yhdellä voimavarat lisääntyivät savusukelluspäivää seuraavaan aamuun eli perjantaihin mennessä samalle tasolle kuin ne olivat savusukelluspäivän aamuna.

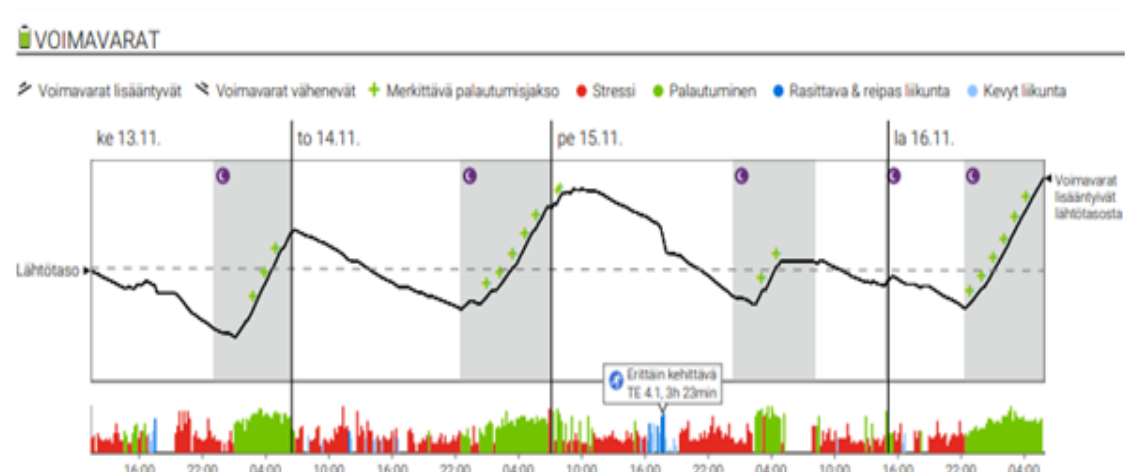
Kun verrattiin palomiesten ($n=5$) aloituskyselyraportin vastauksia Firstbeat-analyysin tuloksiin, voitiin todeta, että henkilöt, jotka kokivat nukkuvansa riittävästi ja eivät kokeneet olevansa stressaantuneita, saavuttivat iästä riippumatta pidemmän yhtenäisen palauttavan jakson muita aiemmin.

Ohessa on esimerkkinä (kuviot 6 ja 7) kahden palomiehen voimavarakäyrät. Talonpolttopäivä oli torstai 14. marraskuuta. Kuviossa 6 ja 7 yhtenäinen musta viiva kuvaa

voimavarojen lisääntymistä tai vähenemistä. Katkonainen musta viiva kuvaa voimavarojen lähtötasoa. Alareunassa eri väriset palkit kertovat henkilöiden päivän aikaisesta stressistä, palautumisesta sekä liikunnasta. Punainen väri kuvastaa stressiä, vihreä palautumista, tummansininen rasittavaa ja reipasta liikuntaa sekä vaaleansininen väri kevyttä liikuntaa. Vaaleanharmaat alueet ovat unijaksoja. Vihreät plus-merkit kertovat merkittävästä palautumisjaksosta. Mitä enemmän plus-merkkejä on peräkkäin, sitä parempi on palautumisjakso. Stressireaktio tässä yhteydessä tarkoittaa kohonnutta vireystilaa eli kaikki stressi ei ole negatiivista. Normaali määrä stressiä vuorokaudessa on 40-60%. (Firstbeat Technologies Oy 2016, 13).



Kuvio 6. Henkilön A voimavarakäyrä, josta voi nähdä palautumisen olleen heikkoa.



Kuvio 7. Henkilön E voimavarakäyrä, joka kertoo paremmasta palautumisesta.

Henkilön A voimavarat ovat laskeneet lähtötasosta eli harjoitusta edeltävästä yöstä. Voimavarat ovat lähteneet selvään nousuun vasta lauantain vastaisena yönä, mutta silti

eivät yllä mittausajanjaksona lähtötasolle (kuvio 6). Henkilön E voimavarat sen sijaan ovat kasvaneet lähtötasoon verrattuna. Useista vihreistä plussamerkeistä voi huomata perjantain vastaisen yön olleen tällä henkilöllä merkittävä palautumisjakso (kuvio 7).

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ensimmäinen tutkimuskysymyksemme oli, miten eri-ikäiset palomiehet keskenään eroavat kuormittumisen näkökulmasta. Tuloksista ilmeni runsaasti yksilöllistä vaihteluvuutta kuormittumisen suhteen. Kuitenkin tulosten perusteella voitiin todeta alle 30-vuotiaille kertyneen happivelkaa talonpoltto- ja savusukellusharjoituksen aikana keskimäärin vähemmän kuin vanhemmille palomiehille. Myös savusukelluksen aikana mittarin laskema maksimisyke oli yli 30-vuotiailla lähempänä henkilöiden laskennallista maksimisykettä kuin alle 30-vuotiailla. Lisäksi suhteuttaessa harjoituksen aikana saavutetut maksimisykkeet iän mukaan laskettuun maksimisykkeeseen prosentuaalisesti, huomattiin alle 30-vuotiaiden kuormittuneen muita vähemmän savusukellussuorituksen aikana. Johtopäätöksenä voitiin todeta, että harjoitusvaikutusraporttien tulosten perusteella kaikki yli 30-vuotiaat osallistujat kuormittuivat koko talonpolttoharjoituksessa alle 30-vuotiaita enemmän.

Toisella tutkimuskysymyksellä halusimme selvittää, miten tutkittavat palautuvat korkeakuormitteisen työsuorituksen eli savusukelluksen jälkeen. Myös palautumisen näkökulmasta yksilöllistä vaihtelua löytyi. Ensimmäinen palauttava hetki savusukelluksen jälkeen esiintyi tutkittavilla keskimäärin 4,5h kohdalla savusukellusharjoituksen päättymisestä. Palautumisajat vaihtelivat 1,5h ja 7h välillä. Ensimmäinen pidempi palauttava jakso, jolloin henkilöiden voimavarat selvästi lisääntyivät, alkoi keskimäärin 8h kuluttua kuormittavan työsuorituksen jälkeen. Vaihtelua tässä oli 4h ja 12h välillä. Tutkittavista vain yhdellä voimavarat lisääntyivät savusukelluspäivää seuraavaan aamuun mennessä samalle tasolle kuin ne olivat savusukelluspäivän aamuna. Kahdella viidestä osallistujista savusukellusta seuraavan unijakson aikana palautumista tapahtui

niin vähän, etteivät henkilöiden voimavarat lähteneet lainkaan kasvuun. Tuloksien perusteella savusukellusharjoitus viivästytti palautumisen alkamista ja vaikutti heikentävästi palautumisen laatuun suurimmalla osalla tutkittavia.

Kun verrattiin aloituskyselyraportin ja Firstbeat-hyvinvointianalyysin tuloksia toisiinsa, huomattiin koetulla ja mitatulla palautumisella olevan yhteys keskenään. Henkilöt, jotka kokivat nukkuvansa riittävästi ja eivät kokeneet olevansa stressaantuneita, saavuttivat iästä riippumatta pidemmän yhtenäisen palauttavan jakson muita aiemmin.

9 POHDINTA

9.1 Tulosten tarkastelu

Rajasimme opinnäytetyömme aiheen koskemaan savusukellusta, koska meitä kiinnosti perehtyä siihen tarkemmin ja mitata tätä tiettyä raskaskuormitteista työsuoritusta ammattipalomiesten suorittamana. Kuormittumisen ja palautumisen ajattelimme liittyvän olennaisesti toisiinsa, ja valitsemamme mittarin antavan laadukasta tietoa niistä kummastakin, joten halusimme arvioida niitä molempia. Lisäksi sisällytimme työhömmme näkökulman elintapojen vaikutuksesta näihin tekijöihin.

Tutkimusryhmän pienen koon vuoksi ($n=6$) tämän opinnäytetyön tuloksia ei voida yleistää, vaan tulokset ovat ennemminkin suuntaa antavia. Yksilösuojan takia tuloksia ei ole tämän tarkemmin eritelty henkilöittäin. Tutkimustuloksissa ilmeni runsaasti yksilöllisiä eroja. Tutkimukseen tarvittaisiin isompi tutkimusjoukko sekä enemmän erikikäisiä palomiehiä tutkittaviksi, jotta tutkimus olisi yleistettävissä laajempaan joukkoon.

Palomiehistä on aiemmin tehty erilaisia tutkimuksia, esimerkiksi palomiesten terveydentilasta sekä työssä kuormittumisesta ja siitä palautumisesta. Myös savusukelluksesta aiheutuvaa kuormitusta ja siitä palautumista on tutkittu jonkin verran, mutta ei

tietääksemme Firstbeat -hyvinvointianalyysin avulla. Niin kuin aiemmissa tutkimuksissa, myös tässä savusukellusharjoitus osoittautui lähes kaikille tutkittavista kuormittavaksi. Kuitenkin hajontaa ilmeni yksilöiden välillä ja eri-ikäisillä palomiehillä. Tässä tutkimuksessa tarkastellessamme palomiesten savusukellusharjoituksen aikana esiintyneitä maksimisykkeitä ja suhteuttaessamme prosentuaalisesti ne iän mukaan arvioituihin maksimisykintätaajuuksiin saimme arvoja välillä 42-97(%HRmax). Arvioimme kuormittuneisuutta samalla luokituksella kuin Lusa ym. tutkimuksissaan. Tässä aineistossa puolella palomiehistä kuormittuneisuus oli erittäin korkeaa (95–100%HRmax) ja kahdella korkeaa (65–84%HRmax), kun taas Lusan ym. tutkimuksessa keskimääräinen kuormittuneisuus oli erittäin korkeaa 12 prosentilla palomiehistä ja hyvin korkeaa (85-94%HRmax) yli puolella.

Tuloksia ei voida täysin verrata toisiinsa, sillä Lusan ym. tutkimuksessa suhteutettiin maksimissaan 14,5 minuuttia kestävässä savusukellussuorituksessa saavutettu keskimääräinen sykintätaajuus maksimaaliseen sykintätaajuuteen. Tässä tutkimuksessa maksimaaliseen sykintätaajuuteen suhteutettiin henkilöiden savusukelluksessa saavutettava maksimisyke, sillä keskimääräistä sykintätaajuutta savusukelluksen aikana emme voineet laskea johtuen siitä, että jokainen palomies suoritti erilaisen ja kestoltaan erimittaisen harjoituksen. Lisäksi Lusan ym. tutkimukseen osallistui yli 40 palomiestä. Meidän tutkimuksemme tuloksia voidaan pitää suuntaa antavina. Kuitenkin näiden tutkimusten vertailu antaa samansuuntaista tietoa savusukelluksen kuormittavuudesta. (Lusa, Lindholm, Punakallio, Ilmarinen, Louhevaara, Katajisalo & Linqvist-Virkamäki 2007, 107-115.)

Raskas työsuoritus vaatii paljon voimavaroja ja kuormittaa väistämättä. Mahdollisimman laadukas palautuminen on kuitenkin palomiesten työssä jaksamisen edellytys. Tutkitusti hyviä ja toimivia keinoja palautumisen tehostamiseen ovat aktiiviset palauttavat menetelmät kuten kevyt liikunta ja dynaaminen venyttely, riittävä lepo ja laadukas ravinto sekä kylmäältistus esimerkiksi avantouinnin muodossa (Mänttari 2016). Tällaisia toimintatapoja pitäisi tutkimuksemme tulosten perusteella lisätä palomiesten päivittäiseen ohjelmaan palautumisen tukemiseksi.

Palomiehet saivat tuloksistaan palautetta henkilökohtaisen palautekeskustelun muodossa ja voivat saamiensa tietojen perusteella kehittää omaa suorituskyykyään ja työstä

palautumistaan. Firstbeat-hyvinvointianalyysi tuottaa tietoa paremmin yksilötasolla kuin isompaa ryhmää tutkittaessa. Tutkimus antaa kuitenkin mielenkiintoista tietoa kuormittumisen ja palautumisen eroavaisuuksista tässä tutkimusjoukossa kyseisellä pelastuslaitoksella. Tutkimustuloksemme voivat olla suuntaa antavia, kun pohditaan todellisen pelastus- ja sammutustilanteen kuormittavuutta. Tutkimuksemme lomassa tuli testattua Firstbeat-laitteiden toimivuutta kuumissa olosuhteissa. Onnistuimme tekemään opinnäytetyötasoisien tutkimuksen Firstbeat-mittauksista savusukellusolosuhteissa, jollaista ei tietääksemme ole ennen tehty.

9.2 Luotettavuus ja eettisyys

Vallitsevasta tilanteesta johtuen emme päässeet toteuttamaan tutkimusta sellaisenaan, kuin alun perin oli tarkoitus. Varsinaisten mittausten peruuntuessa päädyimme käyttämään pilottimateriaalia. Pilottimittaus onnistui teknisesti hyvin ja mittarit pääosin toimivat ja pysyivät kiinnitettyinä kuumissa olosuhteissa varusteiden alla fyysistä työtä tehtäessä. Tosin, vaikka pystyimme hyödyntämään savusukelluksen yhteydessä keräämäämme pilottimittausaineistoa, ei se ole sama asia kuin kontissa järjestetty savusukellussimulaatio. Simulaatiossa tutkittavat olisivat suorittaneet samanlaiset pelastustehtävät valmiiksi suunnitellulla radalla. Talonpolttoharjoituksen yhteydessä suorituksissa on saattanut olla jonkin verran eroavaisuuksia, jolloin tuloksia ei voida aukottomasti vertailla toisiinsa.

Lisäksi jos olisimme tienneet pilottimittausten jäävän varsinaisiksi mittauksiksi, olisimme ottaneet etukäteen tarkemmin selvää savusukellustilanteen sisällöstä sekä mittattavien terveydentilasta ja koetusta kuormituksesta mittaushetkellä. Olisi ollut syytä ohjeistaa tarkemmin, mitä asioita päiväkirjaan merkitään sekä huolehtia, että kaikki aloittavat mittauksen samaan aikaan ja vastaavat aloituskyselylomakkeeseen.

Mikäli olisimme saaneet toteuttaa haastattelun palomiehille varsinaisen itsetekemämme kyselylomakkeen avulla, olisimme saaneet lisätietoa etenkin koetusta kuormittuneisuudesta, mikä jäi tässä nyt kokonaan pois. Emme saaneet tietoa siitä, oliko osallistujien henkilökohtaisessa elämässä mittaushetkellä tekijöitä, jotka voivat vai-

kuttaa palautumiseen. Olisimme saaneet lisää tietoa myös muun muassa työkokemuksesta, liikunta- ja ruokailutottumuksista, mikäli aineistonkeruu olisi ollut mahdollista toteuttaa alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Toisaalta pääsimme kunnolla haastamaan itseämme tätä tutkimusta loppuun työstäessämme, kun tuloksien tulkinta pilottimittausten pohjalta oli tehtävä ripeällä aikataululla. Opinnäytetyön tekeminen opetti meille paljon joustavuudesta, sinnikkyydestä ja huolellisen suunnittelun sekä tiimityöskentelyn tärkeydestä. Opinnäytetyöprosessin aikana opimme sopeutumaan yllättäviin muutostilanteisiin. Edellä mainittuja taitoja pystymme hyödyntämään työelämään astuessamme.

Firstbeat Bodyguard2-mittarin on todettu olevan luotettava mittari mittaamaan yksilön kuormittumista ja palautumista (Firstbeat [www-sivut](http://www.firstbeat.com) 2020). Mittaustulosten reliabiliteettia eli luotettavuutta arvioitaessa on kuitenkin hyvä huomioida virhetulkintojen mahdollisuus. Firstbeat-mittareita tarkasteltaessa luotettavuuden näkökulmasta mainittakoon, että kuormittuneisuuteen on voinut vaikuttaa laitteen laskennallisesti mitattu maksimisyke. Jos tutkittavan todellinen maksimisyke on todellisuudessa korkeampi kuin laskettu maksimisyke, voi se tällöin vaikuttaa harjoitukseen vääristämällä tätä kuormittavammaksi. Tulosten tulkinta olisi ollut mielekkäämpää, jos Firstbeat -laite olisi luonut kaikki raportit kaikille osallistujille. Esimerkiksi raskuuskertymää ja harjoitusvaikutusraporttia ei ollut jokaisen hyvinvointianalyysissä mukana. Tulosten luotettavuuteen voivat vaikuttaa myös mitattavien mahdolliset lääkitykset ja sairaudet, jotka eivät ole olleet tiedossamme mittausta tehdessä. Mahdollisia muita tekijöitä, jotka ovat voineet osaltaan vaikuttaa mitattuun dataan kuormituksen näkökulmasta ovat tutkittavien savusukellusta edeltävä yöuni, edeltävä mahdollinen työ- tai vapaa-aikajakso, nautitun ravinnon terveellisyys ja monipuolisuus sekä mahdollinen päihteiden käyttö.

Firstbeat Technologies Oy:n hyvinvointianalyysin eettisiin ohjeisiin kuuluu, että tuloksia tulisi antaa ainoastaan Firstbeatin koulutuksen käynyt asiantuntija. Meillä opinnäytetyöntekijöillä on aiempaa kokemusta Firstbeat-mittareilla mittaamisesta ja tulosten analysoinnista erinäisten opiskelutehtävien sekä oman hyvinvointiteknologiaan perehtymisen kautta. Lisäksi saimme tarvittaessa neuvoa Firstbeat-koulutuksen suorittaneilta opettajilta.

Tutkimusta tehdessä meitä ohjasi hyvän tieteellisen käytännön toimintatavat. Noudatimme huolellisuutta, rehellisyyttä ja tarkkuutta tutkimustyössä sekä tulosten tallentamisessa ja esittämisessä. Ennen tutkimusta saimme kaikilta tutkittavilta suostumuksen aineiston käyttöön. Tutkimuslupaa anoimme myös kyseisen pelastuslaitoksen pelastuspäälliköltä. Koko opinnäytetyöprosessin ajan kunnioitimme tutkittavien yksityisyyttä ja noudatimme salassapitovelvollisuutta. Käytimme tutkittavilta kerättyä terveystietoja sisältävää aineistoa luottamuksellisesti. Raportissa hyödynsimme luotettavia lähteitä sekä viittasimme niihin asianmukaisesti.

9.3 Jatkotutkimusehdotukset

Mahdollisia jatkotutkimusaiheita tämän opinnäytetyön pohjalta olisi toteuttaa Firstbeat-mittaus savusukellussimulaation yhteydessä, kuten alun alkaen meidän oli tarkoitus tai tehdä laadullinen tutkimus palomiesten kokemuksista työtehtävien kuormittavuudesta. Lisäksi tutkimisen arvoista olisi mielestämme vertailu ammattipalomiesten ja vapaapalokuntalaisten välillä pelastustehtävistä kuormittumisen ja palautumisen suhteen. Mielenkiintoista olisi myös käyttää Firstbeat-mittarin rinnalla jotain toista mittaria, jolla voisi esimerkiksi mitata lisäksi lihasten aktiivisuutta savusukelluksen aikana. Tiedettävästi Mpower-laite esimerkiksi pystyisi tähän. Nämä kaksi laitetta yhdistämällä saataisiin kuormittumisen mittaaminen aivan uudelle tasolle.

LÄHTEET

Firstbeat Technologies Oy. 2016. Firstbeat hyvinvointianalyysi – Asiantuntijan opas. Viitattu 28.11.2019. <https://www.firstbeat.com/wp-content/uploads/2015/12/Asiantuntijan-opas-tammikuu-2016.pdf>

Firstbeat www-sivut. 2020. EPOC ja harjoitusvaikutus. Viitattu 10.2.2020. <https://www.firstbeat.com/fi/fysiologia/epoc-harjoitusvaikutus/>

Firstbeat www-sivut. 2019. Mitä palautuminen tarkoittaa? Viitattu 30.11.2019. <https://www.firstbeat.com/fi/blogi/mita-palautuminen-tarkoittaa/>

Firstbeat www-sivut. 2020. Tarinamme. Viitattu 5.4.2020. <https://www.firstbeat.com/fi/yritys/tarina/>

Firstbeat www-sivut. 2020. Tieteellinen tausta. Viitattu 17.9.2020. <https://www.firstbeat.com/fi/fysiologia/tieteellinen-tausta/>

Hakala, J. Kysymykset talonpoltosta. Vastaanottaja: Milla Nurmio. Lähetetty 18.09.2020 klo 08.50. Viitattu 18.09.2020.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.

Ilander, O., Laaksonen, M., Lindblad, P. & Mursu, J. 2014. Liikuntaravitsemus – tehoa, tuloksia ja terveyttä ruuasta. VK-Kustannus Oy.

Ketola, R. & Lusa, S. 2007. Fyysinen kuormitus työssä ja sen arviointi. Viitattu 30.11.2019. https://www.ebm-guidelines.com/dtk/ltk/avaa?p_artikkeli=t100457

Kim, H., Cheon, E., Bai, D., Lee, Y. & Koo, B. 2018. Stress and heart rate variability: A meta-analysis and review of literature. Psychiatry Investig. 15, 235-245. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29486547>

Kiviniemi, A., Perkiönmäki, N., Auvinen, J., Niemelä, M., Tammelin, T., Puukka, K., Ruokonen, A., Keinänen-Kiukaaniemi, S., Tulppo, M., Järvelin, M., Jämsä, T., Huikuri, H & Korpelainen, R. 2017. Medicine & Science in Sports & Exercise. Fitness, Fatness, Physical, and Autonomic Function in Midlife, 2459. Viitattu 15.2.2020. https://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2017/12000/Fitness,_Fatness,_Physical_Activity,_and_Autonomic.11

Kohtuullisesti -www-sivut.2019. Viitattu 30.11.2019. <https://www.kohtuullisesti.fi/kohtuukayton-rajat/paljonko-on-liikaa/>

Korosuo, M. 2018. Unen merkitys urheilijan pitkittyneen ylikuormitustilan ennaltaehkäisyssä. Pro-gradu tutkielma. Viitattu 7.4.2020. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/60736/URN%3ANBN%3Afi%3Aju-201812205270.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kutinlahti, E. 2019. Duodecim. Maksimaalinen hapenotto- ja kestävyyskunnan mittarina. Viitattu 28.1.2020. https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01038

Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki H., Vakkuri O., Vierimaa, H. & Lätti S. 2013. Anatomia ja fysiologia. 3. uud. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Liikkumalla terveyttä – askel kerrallaan. Viikoittainen liikkumisen suositus 18–64-vuotiaille. UKK-instituutti, 2019. Viitattu 21.11.2019. <https://www.ukkinstituutti.fi/liikkumisensuositus/aikuisten-liikkumisen-suositus>.

Liikunta. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Käypä hoito -johtoryhmän asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2016 (viitattu 7.3.2020). Saatavilla Internetissä: www.kaypahoito.fi

Lusa, S., Lindholm, H., Punakallio, A., Ilmarinen, R., Louhevaara, V., Katajaisalo, J. & Linqvist-Virkamäki, S. 2007. Läpäisyperiaatteella toimivan pelastajien savusukellustestiradan kuormittavuus, luotettavuus ja turvallisuus. Teoksessa A. Leppänen & E.Takala (toim.) Työ ja ihminen 21 2/2007, 107-115. Tampere: Työterveyslaitos.

Martin, M & Kunttu, K. 2012. Psykosomaattinen oireilu. Ylioppilaiden terveydenhoitosäätiö. Viitattu 15.2.2020. <https://www.hengittavamieli.fi/tiedostot/Psykosomaattinen2012.pdf>

Mertanen, T. 2015. Firstbeat hyvinvointianalyysin hyödyt ja ongelmat työterveyshuollossa. Viitattu 15.1.2019. Pro gradu- tutkielma. Jyväskylän yliopisto: terveystieteiden laitos. <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/46019/URN%3aNB%3afi%3ajyu-201505251984.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mänttari, M. 2016. Työterveyslaitos. Pelastajan lihashuolto –palautumista edistävät menetelmät keinona keikan jälkeiseen palautumiseen ja toimintakyvyn ylläpitämiseen. Viitattu 5.7. 2020. http://www.tyofysioterapeutit.fi/wordpr/wp-content/uploads/2016/09/artikkeli_M%C3%A4ntt%C3%A4ri.pdf

Partonen, T. 2020. Epäsäännöllinen työaika ja vuorotyö. Duodecim. Viitattu 17.9.2020. https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01013

Partonen, T. 2017. Mitä nukahtamisen jälkeen tapahtuu? Duodecim. Viitattu 7.4.2020. https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=lis00204

Pelastajan toimintakyvyn ylläpitäminen - työpaikkaliikunnan rooli. Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 1/2016. Viitattu 6.2.2020. <https://docplayer.fi/17673187-Pelastajan-toimintakyvyn-yllapitaminen-tyopaikkaliikunnan-rooli-turvallinen-pirkanmaa.html>

Pelastushenkilöstön fyysisen työkyvyn seuranta- ja ylläpito-ohje. Pelastusopiston julkaisu 22/2004. Viitattu 7.2.2020. <https://docplayer.fi/7732022-Pelastusopisto-pelastushenkiloston-fyysisen-tyokyvyn-seuranta-ja-yllapito-ohje-kari-kinnunen-toim.html>

Pelastuslaitoksen www-sivut. 2019. Viitattu 24.11.2019. <https://www.pelastus-opisto.fi/tutkinnot/pelastajatutkinto/ammattikuvaus/>

Punakallio, A. & Lusa, S. 2011. Eri-ikäisten palomiesten terveys ja toimintakyky, 13 vuoden seurantatutkimus. Loppuraportti. Työterveyslaitos. Viitattu 21.11.2019. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134824/eri-ikäisten%20palomiesten%20terveys%20ja%20toimintakyky.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rieger, T., Naclerio, F. Jiménez, A & Moody, J. 2016. Liikuntafysiologian perusteet. Fitra Oy.

Riittävä uni. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2020. (viitattu 7.4.2020). Saatavilla Internetissä: www.käypähoito.fi

Savela, S. 2019. Yle uutiset. Palomiehen työ entistä vaarallisempaa –muovieristeiden lisääntyminen taloissa kasvattaa erittäin myrkyllisten kaasujen määrää tulipaloissa. Viitattu 30.6.2020. <https://yle.fi/uutiset/3-11019526>

Seppänen, A. 2012. Sykevälien mittaaminen on helppoa, tulkinta vaikeaa. Lääkärilehti 19, 1476-1477. Viitattu 10.2.2020. <https://www.laakarilehti.fi/ajassa/ajankoh-taista/sykevalien-mittaus-8232-on-helppoa-tulkinta-vaikeaa/>

Sisäasiainministeriön pelastussukellusohje. 2007. Viitattu 24.11.2019. http://www.pelastustoimi.fi/download/25169_482007.pdf?17d12cf0f77bd488

Terve urheilija www-sivut. 2020. Uni ja vuorokausirytmien hallinta. Viitattu 7.4.2020. <https://terveurheilija.fi/harjoittelu/uni-ja-vuorokausirytmien-hallinta/>

Terveystietä ruoasta- suomalaiset ravitsemussuositukset. 2014. Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Viitattu 30.11.2019. https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavalio/kuluttaja-ja-ammattilaismateriaali/julkaisut/ravitsemussuositukset_2014_fi_web_versio_5.pdf

Työn henkisten kuormitustekijöiden hallinta. 2015. Työturvallisuuskeskus TTK. Viitattu 21.11.2019. https://ttk.fi/files/4660/Tyon_henkisten_kuormitustekijoiden_hallinta.pdf

Työterveyslaitos. 2020. Näin ruoka ja juoma auttavat palautumaan. Viitattu 29.1.2020. <https://www.ttl.fi/kroppa-ja-nuppi-kuntoon/nain-ruoka-ja-juoma-auttavat-palautumaan/>

Työterveyslaitos. 2020. Palautuminen on tärkeä osa elämäntapamuutosta. Viitattu 28.1.2020. <https://www.ttl.fi/kroppa-ja-nuppi-kuntoon/palautuminen-on-tarkea-osa-elamantapamuutosta/>

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 muutoksineen.

Vilkka, H. 2007. Tutki ja mittaa. Määrällisen tutkimuksen perusteet. Helsinki: Tammi.

Vuori, I., Taimela, S. & Kujala, U. 2010. Liikuntalääketiede. Helsinki: Duodecim.

ALOITUSKYSELYRAPORTTI

Profiili

Mittauksen alkupäivämäärä

13.11.2019

KYSELYN TULOKSET

Liikun mielestäni riittävästi terveyden kannalta.	😞 Jokseenkin eri mieltä
Liikuntani teho on mielestäni riittävä kohottamaan kuntoani.	😬 Jokseenkin samaa mieltä
Syön mielestäni terveellisesti	😬 Jokseenkin samaa mieltä
Koen käyttäväni alkoholia kohtuudella.	😬 Jokseenkin samaa mieltä
En koe olevani stressaantunut.	😞 Jokseenkin eri mieltä
Päiviini sisältyy palauttavia hetkiä ja taukoja.	😬 Täysin samaa mieltä
Olen yleensä virkeä ja energinen.	😞 Jokseenkin eri mieltä
Nukun mielestäni riittävästi.	🛑 Täysin eri mieltä
Koen, että voin vaikuttaa omaan terveyteeni liittyviin asioihin.	😬 Jokseenkin samaa mieltä
Voin mielestäni hyvin tällä hetkellä.	😬 Jokseenkin samaa mieltä



Vastausvaihtoehdot:

Täysin samaa mieltä

Jokseenkin samaa mieltä

En osaa sanoa

Jokseenkin eri mieltä

Täysin eri mieltä