

**KAHDENTOISTA VIIKON YHDISTETYN KESTÄVYYS- JA VOIMAHARJOIT-
TELUN VAIKUTUKSET FYYSISEEN KUNTOON, TYÖSTRESSIIN JA TYÖKY-
KYYN TOIMISTOTYÖTÄ TEKEVILLÄ NAISILLA**

Janne Hautala

Valmennus- ja testausoppi

Pro gradu -tutkielma

Liikuntabiologian tieteenalaryhmä

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Syksy 2018

Työnohjaaja: Keijo Häkkinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	1
2 TYÖSTRESSI.....	3
2.1 Työstressin teorit.....	3
2.2 Fysiologinen stressireaktio.....	5
2.3 Työstressin mittaaminen ja sykevälivaihtelu	10
2.4 Työstressin yhteys sykevälivaihteluun.....	12
3 TERVEYS- JA TOIMINTAKYKY TYÖSSÄ	15
3.1 Terveys ja toimintakyky	16
3.2 Työkyvyn arviointi ja työkykyindeksi	16
4 YHDISTETTY VOIMA- JA KESTÄVYYSHARJOITTELU	18
4.1 Yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutukset fyysisiin ominaisuuksiin	18
4.2 Fyysisen kunnon vaikutukset työstressiin.....	21
4.3 Fyysisen kunnon vaikutukset työkykyindeksiin	23
4.3 Fyysisen kunnon vaikutukset yöpalautumiseen.....	24
5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT	25
6 TUTKIMUSMENETELMÄT	27
6.1 Tutkittavat ja eettinen näkökulma.....	27
6.3 Harjoitusohjelma.....	30
6.4 Kestävyysharjoittelu	30
6.5 Voimaharjoittelu	33
6.6 Aineiston keräys ja analysointi	35
6.6.1 Fyysinen kunto.....	35
6.6.2 PSS-stressikysely ja työkykyindeksi.....	38
6.6.3 Sykevälivaihtelumittaukset	39
6.7 Tilastolliset analyysit	40
7 TULOKSET	42
7.1 Fyysisen kunnon testit.....	42

7.2 Stressimittaukset	45
7.3 Työkykyindeksi.....	47
7.4 Uni	49
POHDINTA	52
LÄHTEET.....	63

KIITOKSET

Tästä tutkimusprojektista valmistui yhteensä kaksi pro gradu - ja kolme kandidaatintutkielmaa. Tutkimusprojektia johti professori Keijo Häkkinen. Tutkimusta oli tukemassa Firstbeat Technologies Oy, jolta saimme sykevälivaihtelumittauksia varten tarvittavat välineet. Tutkimuksen rahoituksesta vastasi Työterveys Aalto, jonka työntekijät osallistuivat tutkimukseen tutkittavina.

Haluan kiittää Työterveys Aaltoa sekä Firstbeatia, jotka osallistumisellaan mahdollistivat tutkimuksen toteutumisen, liikuntabiologian tieteenalaryhmän henkilöstöä ja projektissa avustaneita opiskelijoita, tutkimuspariani Anniina Tuomolaa, työni ohjaajaa Keijo Häkkistä sekä ennen kaikkea korvaamattomalla panoksellaan mukana olleita tutkittavia.

KÄYTETYT LYHENTEET

1RM	One repetition maximum, yhden toiston maksimi
EKG	Elektrokardiografia
HF	High frequency, korkean frekvenssin taajuuskomponentti
HPA	Hypothalamic-pituitaryadrenocortical axis
HR	Harjoitusryhmä
IJP	Isometrinen jalkaprässi
IKK	Isometrinen kyynärvarren koukistus
IPK	Isometrinen polven koukistus
IPO	Isometrinen polven ojennus
JP RM	Jalkaprässi toistomaksimi (repetition maximum)
KON	Kontrolliryhmä
LF	Low frequency, matalan frekvenssin taajuuskomponentti
PP RM	Pystypunnerrus toistomaksimi (repetition maximum)
PSS	Perceived Stress Scale, koetun stressin arviointikaava
RMSSD	Peräkkäisten sykevälien keskimääräinen vaihtelu
RPE	Rate of perceived exertion, koetun kuormittuneisuuden arviointi
SAM	Sympathetic-Adrenal Medullary -system
VO ₂ max	Volume oxygen maximum, maksimaalinen hapenottokyky
YKVH	Yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoittelu

TIIVISTELMÄ

Hautala Janne. 2018. Kahdentoista viikon yhdistetyn voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutukset fyysiseen kuntoon, työstressiin ja työkykyindeksiin istumatyötä tekeville naisilla. Liikuntabiologian tieteenalaryhmä, Jyväskylän yliopisto, Valmennus- ja testausoppi, Pro gradu -tutkielma, 77s.

Nyky päivänä ihmiset kokevat työn yhtenä suurena stressin aiheuttajana. Työstressi onkin yksi pääsyyistä sairauspoissaoloille ja työkyvyttömyydelle. Fyysisellä kunnolla on havaittu olevan positiivisia yhteyksiä sekä subjektiiviseen että objektiiviseen työstressiin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko yhdistetyllä kestävyys- ja voimaharjoittelulla vaikutuksia fyysiseen kuntoon, työstressiin ja työkykyyn istumatyötä tekeville naisilla.

Tutkimukseen osallistui 46 lähtötasoltaan kohtalaisesti liikkuvaa yli 27-vuotiasta työikäistä naista. Tutkittavat jaettiin kahteen ryhmään: harjoitusryhmä (HR, n=24) ja kontrolliryhmä (KON, n=22). Harjoitusryhmä toteutti 12 viikon samassa harjoituksessa tehdyn yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelujakson. Harjoittelujakso sisälsi ensimmäisen kuuden viikon aikana kaksi harjoitusta viikossa ja viimeisen kuuden viikon aikana kolme harjoitusta viikossa. Harjoitukset sisälsivät 30 min kestävyysosion ja 30 min voimaosion. Kestävyysharjoitteet olivat sekä matalaintensiteettistä (70 % HRmax) että korkeaintensiteettistä (90 % HRmax) kuntopyöräilyä. Voimaosiossa tehtiin harjoitteita niin ala- kuin ylävartaloille (viikot 1-6: 14 toistoa, viikot 7-12: 6-10 toistoa). Kontrolliryhmää neuvottiin ylläpitämään normaalia arkiaktiivisuuttaan koko mittausjakson ajan. Tutkimuksen mittaukset sisälsivät Åstrandin epäsuoran ergometritestin (VO2max), hermolihaskäytön testejä (dynaaminen jalkaprässi: 1RM ja toistomaksimi, dynaaminen pystypunnerrus käsipainolla: toistomaksimi 80 % 1RM ja isometrisiä voimamittauksia), työkykyindeksikyselyn, PSS -stressikyselyn sekä viiden vuorokauden sykevälivaihtelumittauksen. Harjoitusryhmä toteutti mittaukset kolmesti (pre-mid-post) ja kontrolliryhmä kahdesti (pre-post).

Harjoitusryhmä paransi kestävyys suorituskykyään tilastollisesti merkitsevästi, kun taas kontrolliryhmällä parannukset eivät olleet merkitseviä pre-post -testien välillä (HR $9,9 \pm 10,0$ % $p=0.001$; KON $2,2 \pm 6,3$ %, $p=0.17$). Harjoitusryhmä paransi myös dynaamisia voimaominaisuuksiaan tilastollisesti merkitsevästi (HR JP 1RM $11,2 \pm 9,7$ %, $p=0.001$; JP RM 80%, $100,8 \pm 69,4$ %, $p=0.001$). Myös kontrolliryhmällä havaittiin muutoksia, mutta ne olivat selvästi pienempiä verrattuna harjoitusryhmään (KON JP 1RM $3,4 \pm 4,4$ %, $p=0.001$; JP RM 80 %, $22,7 \pm 20,2$ %, $p=0.001$). Myös isometristen voimamittausten voimien summa parantui harjoitusryhmällä tilastollisesti merkitsevästi, kun taas kontrolliryhmällä tilastollisesti merkitsevästi muutoksia ei tapahtunut (HR $20,2 \pm 12,8$ %, $p=0.001$; KON $5,6 \pm 13,3$ %, $p=0.07$). Sykevälivaihtelulla mitattu työstressi pieneni harjoitusryhmällä stressiindeksin osalta tilastollisesti merkitsevästi ($-17,2 \pm 16,3$ %, $p=0.001$). Myös työpäivien aikainen parasympaattista hermotusta kuvaava HF-muuttuja lisääntyi harjoitusryhmällä (HF $35,2 \pm 72,8$ %, $p=0.01$). Kontrolliryhmällä ei todettu samankaltaisia muutoksia minkään sykevälivaihtelumuuttujan osalta. Sama trendi näkyi myös unipalautumisen osalta, jossa tapahtui useissa eri sykevälivaihtelumuuttujissa tilastollisesti merkitseviä muutoksia harjoitusryhmän osalta (RMSSD $15,8 \pm 26,2$ %, $p=0.009$; HF $36,8 \pm 57,1$ %, $p=0.032$; LF $36,1 \pm 48,5$ %, $p=0.002$) kun taas kontrolliryhmällä ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Työkykyindeksi parantui harjoitusryhmällä tilastollisesti merkitsevästi ($3,8 \pm 8,3$ %, $p=0.035$) kun taas kontrolliryhmän muutokset olivat jopa negatiiviset ($-2,7 \pm 10,3$ %, $p=0.14$).

Kahdentoista viikon mittainen yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoittelu näyttäisi parantavan fyysisiä ominaisuuksia merkittävästi. Myös kontrolliryhmällä havaittiin tilastollisesti merkitseviä muutoksia johtuen todennäköisesti oppimisen vaikutuksesta. Käytetyllä harjoitusmuodolla havaittiin myös positiivisia vaikutuksia sykevälivaihtelulla mitattuun stressiin ja uneen sekä subjektiiviseen työkykyindeksiin. Subjektiivisessa stressissä ei havaittu kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä muutoksia, vaikka trendi oli positiivinen. Suhteelliset parannukset yön aikaisessa sykevälivaihtelussa olivat positiivisesti yhteydessä kestävyysominaisuuksien parannuksiin harjoitusryhmällä. Voidaan todeta, että yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoittelu on hyvä tapa lisätä fyysistä kuntoa, vähentää ja ennaltaehkäistä haitallista stressiä sekä parantaa yöpalautumista ja työkykyindeksiä istumatyötä tekeville naisilla.

Avainsanat: Yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoittelu, työstressi, työkykyindeksi, sykevälivaihtelu

1 JOHDANTO

Nykypäivänä ihmiset kokevat työn yhtenä suurena stressin aiheuttajana. Mikäli palautuminen on pidemmällä ajalla riittämätöntä ja stressireaktioita koetaan jatkuvasti, stressi muuttuu hiljalleen negatiiviseksi, krooniseksi stressiksi (Kivimäki ym. 2006). Altistuminen krooniselle psykososiaaliselle stressille näyttäisi tutkimusten mukaan olevan riskitekijä vanhentumiselle sekä monien sairauksien kehittymiselle (McEwen 1998), etenkin sydän- ja verisuonisairauksille (Kivimäki ym. 2006; Chandola ym. 2008).

Panostamalla työhyvinvointiin ja etenkin fyysisen kunnon kehittämiseen yritykset voivat edistää työntekijöidensä terveyttä ja sitä kautta ennaltaehkäistä ja vähentää haitallista työstressiä (Föhr ym. 2015). Fyysisen harjoittelun myötä on mahdollista ennaltaehkäistä sairauspoissaoloja, milloin jokainen työhyvinvointiin sijoitettu euro tulee moninkertaisena takaisin (Kauppinen ym. 2013). Kestävyysharjoittelu on vaikuttanut sykevälivaihteluarvoihin nostavasti (Hallman ym. 2016) sekä madaltanut kortisoliarvoja (Klaperski ym. 2014). Aerobisen kunnon parantumisen on havaittu vähentävän kroonista stressiä sekä parantavan työkykyä (Gerber ym. 2010; Von Haaren ym. 2016, Abedian ym. 2017). Myös voimaharjoittelulla on havaittu olevan positiivisia vaikutuksia terveyteen (Martins ym. 2015), psykososiaaliseen hyvinvointiin (Bampton ym. 2015), sekä tuki- ja liikuntaelinsairauksien vähenemiseen (Blangsted ym. 2008).

Työstressin vähentämiseksi ja myös tuki- ja liikuntaelinsairauksien ennaltaehkäisemiseksi työssäkävien olisikin hyvä tehdä sekä kestävyys- että voimaharjoituksia. Viime aikoina onkin tutkittu paljon yhdistetyllä kestävyys- ja voimaharjoittelulla aikaansaatuja vaikutuksia fyysiseen kuntoon. Harjoittelumuoto on monipuolinen, sillä samassa harjoituksessa tehdään sekä kestävyys- että voimaharjoitus. Harjoittelulla on havaittu olevan positiivisia vaikutuksia etenkin kestävyteen (Leveritt ym. 1999; Balducci ym. 2010). Yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoittelu saattaa edistää lihaksissa tapahtuvaa hiusverisuonitusta enemmän kuin pelkkä kestävyysharjoittelu. (Bell ym. 2000.)

Samassa harjoituksessa suorituksessa suoritettujen voima- ja kestävyysharjoitusten vaikutuksia kestävyden ja lihasvoiman kehittymiseen sekä kehon koostumukseen on viime aikoina tutkittu melko paljon (Schumann ym. 2014, Eklund ym. 2016) mutta yleiseen terveydentilaan sekä sykeperäiseen tai koettuun työstressiin ei löydy juurikaan aiempaa tutkimusnäyttöä

pääsääntöisesti istumatyötä tekevillä aikuisilla ihmisillä. Tutkimus voi antaa tieteellistä tietoa siitä kuinka yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoittelu vaikuttaa kohderyhmän työkykyyn ja työstressiin.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun vaikutuksia fyysiseen kuntoon, työstressiin ja työkykyyn toimistotyötä tekevillä yli 27-64 -vuotiailla työikäisillä naisilla.

2 TYÖSTRESSI

Stressi käsitteenä sisältää psykologisen ja fysiologisen puolen ja siihen vaikuttavat itse yksilö, ympäristö, millainen on stressitekijä ja niin edelleen. Hans Selye oli ensimmäinen, joka jakoi stressin huonoon ja hyvää stressiin. Ihminen kokee huonoa stressiä silloin kun hän kokee jonkinlaisen uhan aiheuttaen negatiivisen tunnetilan, joka loppujen lopuksi saattaa johtaa useisiin erilaisiin terveysongelmiin ja sairauksiin. Yleisimpiä lievempiä huonon stressin aiheuttamia merkkejä ovat muun muassa ärtyneisyys, väsymys ja keskittymiskyvyn puute sekä muistiongelmat. Vastaavasti taas hyvä stressi lisää vireystilaa sen verran, että se johtaa niin sanottuun työn imuun (Flow). Selyen (1956) mukaan suurin ero hyvän ja huonon stressin välillä on tunne. Hyvässä stressitilanteessa tunne on huomattavasti positiivisempi. On stressi sitten huonoa tai hyvää, ovat fysiologiset vasteet samankaltaiset. (Selye 1956.)

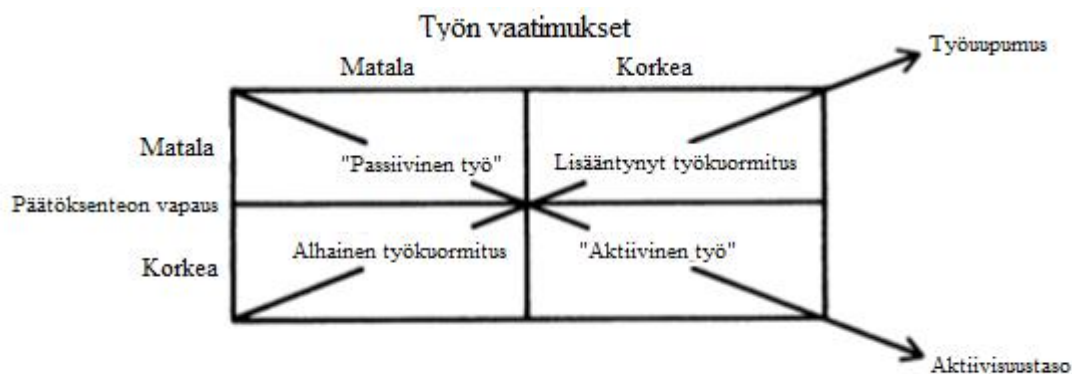
Stressiä ilmenee monen eri syyn seurauksina ja tämän takia sen tutkiminen on vaikeaa. Myös syyt saattavat olla erilaisia eri ihmisillä. Esimerkiksi kaksi eri ihmistä saattavat suhtautua samaan työhön eri tavalla, milloin myös stressireaktiot ovat erilaiset. Jokaisella on siis tietynlainen perinnöllinen stressiherkkyys, joka määrittää miten stressi syntyy ja miten voimakkaan reaktion se aiheuttaa. Kirjallisuudessa puhutaan stressin käsittelyyn liittyvästä temperamentista, joka joidenkin tutkimuksien mukaan saattaa selittyä jopa 60 %:sti perimällä. (Keltinkangas-Järvinen 2008). Naiset kokevat stressiä yleisesti ottaen enemmän kuin miehet ja ovat alttiimpia stressiperäisiin mielenterveyden sairauksiin (Albert 2015). Jos stressi on jatkuvasti kuormittavaa saattaa se aiheuttaa työuupumuksen, josta toipuminen saattaa kestää useampia kuukausia. Työuupumuksen oireita ovat muun muassa masentuneisuus, kyynisyys, väsymys, negatiivisuus ja vähentynyt työteho. (Maslach & Jackson 1981.)

2.1 Työstressin teoriat

Allostaattinen malli. Stressin aiheuttamien fysiologisten vaikutusten selvittämiseksi on kehitetty erilaisia malleja, joista ehkä kattavimpana pidetään allostaattisen kuorman mallia (engl. allostatic load). McEwen ja Stellar esittivät kyseisen mallin ensimmäisen kerran vuonna 1993. Mallin mukaan monet psykososiaaliset tekijät, kuten henkinen stressi, ahdistus, vähäinen sosiaalinen tuki, huono työn kontrolli sekä työn epävarmuus lisäävät allostaattista kuormaa. Mallin avulla kuvataan fysiologisten stressireaktioiden kasautuvaa ja pitkäaikaista seurausta, joka johtaa immuunipuolustuksen heikkenemiseen sekä erilaisten sairauksien, kuten

keskushermostollisten sairauksien, metabolisen oireyhtymän sekä sydän- ja verisuonisairauksien kehittymiseen. (McEwen & Stellar 1993.)

JDC (Job Demand-Control Model). Yksi tunnetuimpia edellisen malli lisäksi on Karasekin (1979) kehittämä JDC-työstressimalli (KUVA 1). Mallin mukaan työn haitallinen ylikuormittavuus näkyy työn vaatimusten ja hallinnan välisessä suhteessa. Työn vaatimuksilla tarkoitetaan esimerkiksi työelämästä tuttuja aikapaineita ja työmäärän suuruutta. Työn hallinnalla taas tarkoitetaan sitä, paljonko työntekijällä on mahdollisuuksia vaikuttaa työn sisältöön tai miten paljon hän voi osallistua päätöksentekoon. Työntekijälle lisääntyy riski sairastua työuupumukseen, jos tämä kokee työn vaatimustason korkeaksi ja hallinnan vähäiseksi. (Karasek ym. 1979).



KUVA 1. JDC-malli. Mukailtu Karasek ym. 1979 kuvasta.

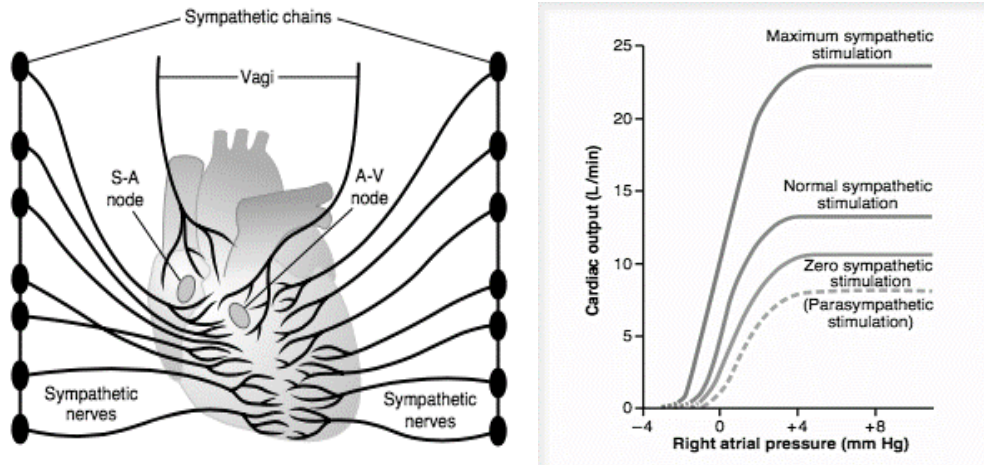
JDC -mallin mukaan työ voi olla joko passiivista tai aktiivista, tai sitten kuormittavaa tai kuormittamatonta. Kuormittavassa työssä työn vaatimukset ovat korkeat, kun taas hallintamahdollisuudet ovat vähäiset. Vastaavasti taas kuormittamattomassa työssä työn hallintamahdollisuudet ovat korkeat ja vaatimustaso vähäinen. Tällaisessa työssä työntekijät ovat usein keskimääräistä terveempiä ja he kokevat vähemmän henkistä stressiä. Aktiiviseksi työtä kutsutaan, kun työn vaatimustaso ja hallintamahdollisuudet ovat molemmat korkealla tasolla. Aktiivisessa työssä työntekijältä odotetaan paljon, mutta vastapainoksi hänellä on mahdollisuus vaikuttaa työn sisältönsä. Vastakohta aktiiviselle työlle on passiivinen työ, jolloin työllä on vähäiset vaatimukset ja hallintamahdollisuudet. Passiivisessa työssä työmotivaatio on usein heikko. (Karasek ym 1979.)

ERI (Effort-Reward-Imbalance). Uusimpia stressimalleja on Siegristin ERI-malli, joka kuvaa työn ponnistuksia ja palkkioita. Työelämässä työntekijä sijoittaa tietyn määrän ponnistuksia työhönsä ja odottaa saavansa jotain palkkioita vastineeksi panostuksestaan. Jos työntekijä kokee saavansa vähemmän mitä ponnistukset ovat olleet, voi tästä seurata hyvinvoinnin heikkenemistä. Ponnistelut voidaan nähdä joko sisäisinä tai ulkoisina tekijöinä. Sisäisiksi tekijöiksi voidaan laskea muun muassa motivaatio työtä kohtaan ja ulkoisiksi esimerkiksi työn tekijälleen asettamat vaatimukset tai velvollisuudet. Palkkioksi lasketaan useimmiten palkka, mutta usein rahallinen korvaus ei välttämättä enää riitä, milloin keskeisiksi palkitsemismuodoiksi tuleekin etenemismahdollisuudet ja arvostuksen sekä hyväksynnän saaminen eli niin sanotusti sisäiset palkkiot. (Siegrist 1996.)

2.2 Fysiologinen stressireaktio

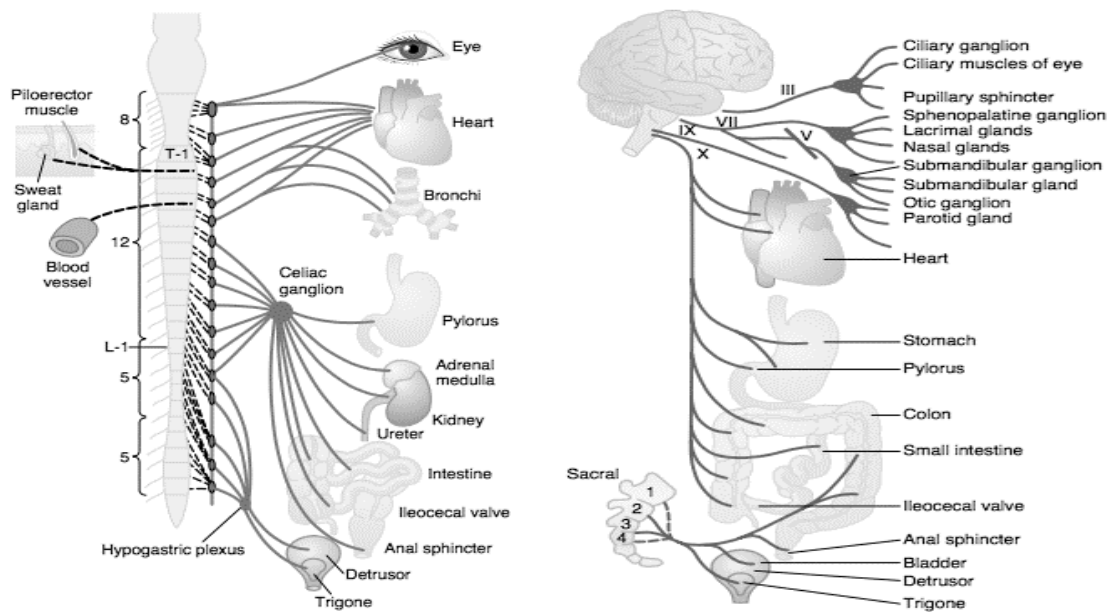
Psykologinen stressireaktio aiheuttaa muutoksen autonomisessa ja hormonaalisissa systeemeissä. Autonominen hermosto jaetaan sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Akuutin stressitilanteen on havaittu olevan yhteydessä sympaattiseen hermostoon, jolloin elintoiminnot kiihtyvät ja sydämen syke nousee. Vastaavasti taas esimerkiksi unessa sydämen syke ja elintoiminnot laskevat, jolloin parasympaattinen hermosto hallitsee elintoimintoja.

Autonominen hermosto. Sydän on noin 300 grammaa painava itsenäisesti toimiva lihas, joka koostuu kahdesta eri puoliskosta. Oikea puoli pumpppaa verta keuhkoverenkiertoon ja vasen puoli pumpppaa niin sanotusti happea sisältävän veren suureen verenkiertoon. Molemmat sydämen puoliskot jakautuvat eteiseen ja kammioon. Eteisistä veri pumpppautuu kammioihin, joista veri jatkaa matkaansa joko keuhkoverenkiertoon tai ääreisverenkiertoon. (Guyton & Hall 2011, 100-120). Varsinainen sydämen toiminnan säätely lähtee sinussolmukkeesta, joka sijaitsee oikean eteisen yläosassa. Sinussolmukkeesta lähtevät impulssit leviävät nopeasti ympäri sydäntä aina eteiskammiosolmukkeista kammioihin asti. Sinussolmukkeen toimintaan vaikuttaa kaksi erilaista hermoa. Näistä ensimmäinen eli parasympaattiset hermot vaikuttavat sinussolmukkeen lisäksi eteiseen ja eteiskammiosolmukkeeseen. Parasympaattinen hermotus alentaa sykettä ja aiheuttaa verenpaineen alenemista sekä verisuonissa vasodilaatiota. Parasympaattisen hermotuksen vastakohta eli sympaattinen hermotus kiihdyttää elintoimintoja ja se kulkee edellä mainittujen lisäksi myös suoraan kammioon (KUVA 2). (Guyton & Hall 2011).



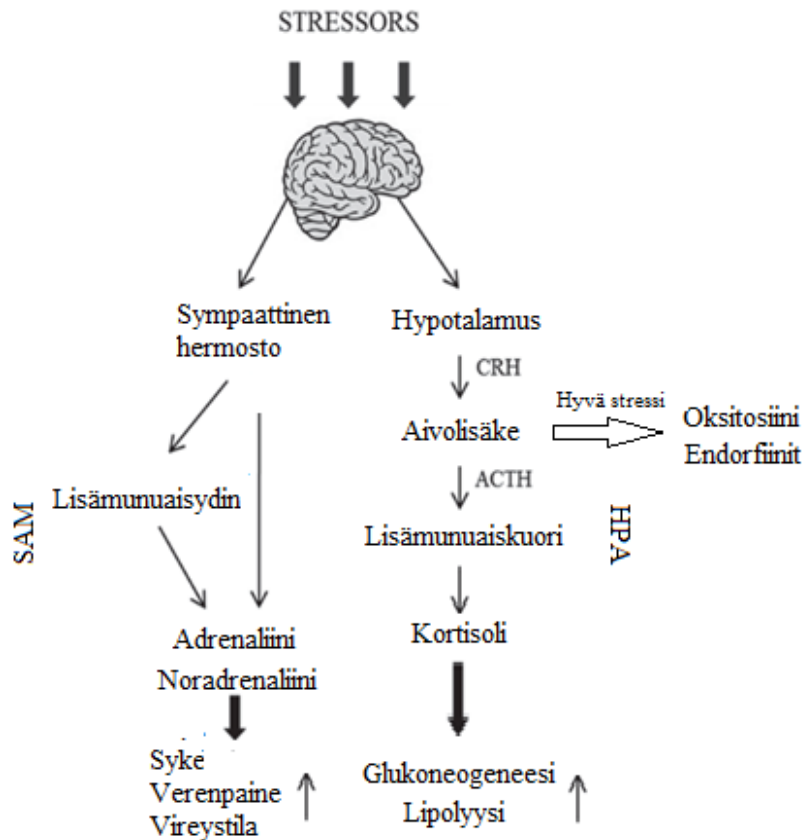
KUVA 2. Vasemmassa kuvassa on kuvattu sydämen sympaattinen ja parasympaattinen hermotus. Vagushermot ovat parasympaattisia hermoja (Vagi), jotka vaikuttavat sinussolmukkeeseen lisäksi eteiseen ja eteiskammiosolmukkeeseen. Sympaattiset hermot vaikuttavat koko sydämeen. Oikeassa kuvassa näkyy parasympaattisen ja sympaattisen hermotuksen vaikutus sydämen minuuttitilavuuteen. (Guyton & Hall 2011.)

Parasympaattinen ja sympaattinen hermotus muodostavat yhdessä autonomisen eli itsenäisen hermotuksen. Molemmat hermotukset toimivat välittäjäaineiden kautta (KUVA 3.). Elintoimintoja rauhoittavan parasympaattisen hermotuksen välittäjäaineena toimii 10. aivohermosta eli vaguksesta vapautuva asetyylikoliini, joka kasvattaa solukalvon kaliumionien läpäisevyyttä hyperpolarisoiden solukalvon. Lopputuloksena sydämen minuuttitilavuus saattaa pienentyä jopa puolella. Vastaavasti elintoimintoja kiihdyttävän sympaattisen hermotuksen välittäjäaineina toimivien adrenaliinin ja noadrenaliinin avulla sydämen minuuttitilavuus voi jopa kaksinkertaistua. (Task Force 1996; Guyton & Hall 2011, 101-120, 229-230, 729-741.)



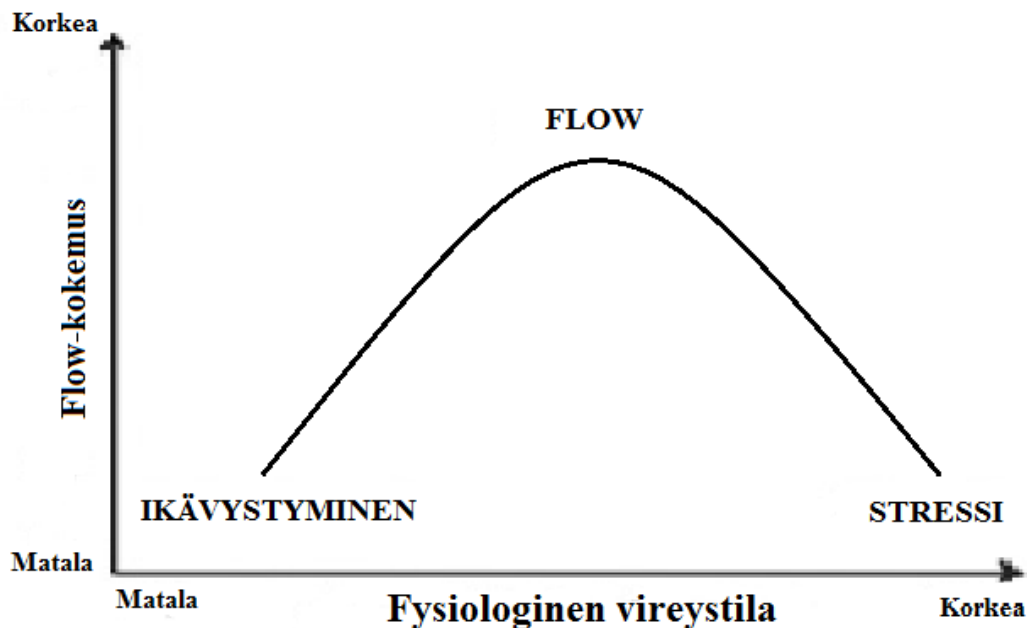
KUVA 3. Autonomisen hermoston rakenne. Vasemmalla sympaattinen ja oikealla parasym-
paattinen hermosto. (Guyton & Hall 2011.)

Fysiologinen stressireaktio. Stressireaktioiden fysiologiset reaktiot lähtevät luonnollisesti aivojen alueilta. Stressi aktivoi erityisesti limbisen järjestelmän alueita, joihin kuuluvat muun muassa mantelitumake ja hippokampus. Reaktiot jatkavat reittiään kahden eri systeemin kautta: SAM –systeemi (Sympatiko-adreno-medullaarinen) ja hypothalamus-aivolisäke-lisämunaiskuori-akseli eli HPA- systeemi (KUVA 4). SAM-systeemi toimii sympaattisen hermoston ja lisämunaaisen ytimen kautta lisäten adrenaliinin ja noradrenaliinin eritystä. Näiden kahden hormonin lisääntynyt erityys aiheuttavat muun muassa hikoilua, verenpaineen ja sykkeen nousua sekä verisuonien supistumista. Vastaavasti taas HPA- systeemi laukaisee aivolisäkkeen etulohkossa ACTH:n eli kortikotropiinin erityksen. Reaktiot laukaisevat loppujen lopuksi niin sanottuna stressihormonia tunnetun kortisolin erityksen lisämunaiskuoreessa. Kortisoli lisää muun muassa maksaentsyymien määrää, joita tarvitaan glukoneogeneesissä. (Cohen, Kessler & Gordon 1995; De Vriendt ym. 2009.). Hyvässä stressissä reaktioon osallistuu myös muita hormoneja kuten endorfiinit ja oksitosiini, joista tarkemmin seuraavissa kappaleissa.



KUVA 4. Fysiologinen stressireaktio. Mukailtu Föhr ym. 2016 kuvasta.

Hyvän ja huonon stressin fysiologia. Hyvän ja huonon stressin fysiologisia eroja on tutkittu erittäin vähän. Suurin syy tähän on se, että hyvää stressiä on ollut vaikea luoda laboratorioolosuhteissa. Vaikka stressin pioneeritutkijan Hans Selyen (1956) mukaan hyvän ja huonon stressin fysiologiset vasteet ovat samankaltaiset, eroavat ne nykytieteen mukaan selvästi toisistaan. Hyvässä stressitilanteessa on havaittu stressin aiheuttaman kortisolipiikin ja verenpaineen nousun laskevan nopeammin kuin huonon stressin tilanteessa (Bostock ym. 2011). Tämä kertoo siitä, että hyvästä stressistä palaututaan nopeammin verrattuna huonoon stressiin. Myös Steptoe ym. havaitsivat vuonna 2005 tutkimuksessaan, että positiiviset tunteet olivat yhteydessä matalampiin kortisoliarvoihin. Mielenkiintoisin tutkimus hyvästä ja huonosta stressistä löytyy kuitenkin vuodelta 2014 kun Peifer ym. tutkivat hyvän ja huonon stressin fysiologisia eroja. Tutkimuksessa havaittiin, että flow -tilalla on käänteinen U -muotoinen yhteys sympaattisen hermoston aktiivisuuteen ja kortisolin eritykseen. Tämä tarkoittaa sitä, että hyvä stressi saavutetaan todennäköisemmin silloin kun fysiologista stressivastetta tapahtuu käyrän keskivaiheilla (KUVA 5). (Peifer ym. 2014.)



KUVA 5. Flow-kokemuksen yhteys fysiologiseen vireystilaan. Mukailtu Peifer ym. (2014) kuvasta.

Biopsykososiaalinen malli eli BPS. BPS -malli tarjoaa erilaisen lähestymistavan stressin käsittelyyn. Malli yhdistää psykologisen ja fysiologisen puolen toisiinsa. Malli kertoo miten arvioimalla voidaan vaikuttaa stressitilanteeseen ja sen aiheuttamiin reaktioihin uudelleen. (Blascovich ym. 1999.) Mallin mukaan stressitilanne voidaan nähdä joko uhkana (huono stressi) tai haasteena (hyvä stressi). Molemmilla tilanteilla on samankaltaisia fysiologisia vaikutuksia. Haastetilanne aktivoi SAM -systeemin lisäten sydämen toiminnan tehokkuutta ja vasodilatiota näin vaikuttaen positiivisesti verenkiertoon. Myös uhkatilanne laukaisee SAM -systeemin, mutta eroaa jonkin verran fysiologisilta reaktioiltaan. Uhkatilanne aiheuttaa vasokonstriktiota eli verisuonien supistumista. Tämä johtuu aivolisäke-lisämunuaisaivokuoren aktiivisuudesta, joka inhiboi adrenaliinin eritystä. Uhkatilanteessa keho valmistautuu niin sanotusti häviöön. Haastetilanteella on havaittu useita positiivisia vaikutuksia elimistöön (Blascovich ym. 1999; Jamieson ym. 2010), kun taas uhkatilanne heikentää kykyä tehdä päätöksiä ja sillä on havaittu myös yhteys aivojen ikääntymiseen, kognitiivisten taitojen vähenemiseen sekä sydän- ja verisuonisairauksiin. (Jefferson ym. 2010; Matthews ym. 1997).

Hyvän stressin positiivisemmat fysiologiset vasteet selittyvät todennäköisesti myös niin sanottujen hyvän olon hormonien, kuten oksitosiinin erityksellä. Hyvässä stressi tilanteessa tunnemme olomme itsevarmaksi ja huomattavasti voimakkaammaksi kuin huonossa

stressitilanteessa. Hypotalamuksen erittämän oksitosiinin on havaittu vaikuttavan kortisolin reaktiivisuuteen ja näin vähentäen kortisolin aiheuttamia negatiivisia vasteita (McQuaid ym. 2014). Korkeammat oksitosiiniarvot ovat yhteydessä myös alentuneeseen verenpaineeseen (Grewen & Light 2011). Oksitosiinin erityis on havaittu lisääntyvän erityisesti sosiaalisen tuen alla, mutta myös silloin kun koemme voimavarojemme riittävän (Kosfeld ym. 2005).

Sukupuolierot. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että naiset ovat etenkin sosiaalisissa suhteissa herkempiä ja siten alttiimpia stressille ja masentuneisuudelle (Albert 2015). Naiset kokevat elämän eri vaiheissa myös huomattavasti enemmän erilaisia masennukseen liittyviä sairauksien muotoja kuten raskauden jälkeinen masennus ja vaihdevuodet. Heillä onkin jopa kaksinkertainen riski sairastua stressiperäisiin sairauksiin kuten masennukseen verrattuna miehiin. (Desai & Jann 2000.) Yksi syy näihin löytyy naisten hormonitasapainosta, joka vaihtelee myös huomattavasti enemmän verrattuna mieheen, mitä kautta myös stressiä koetaan herkemmin (Albert 2015). Tutkimuksissa on myös havaittu, että fysiologiset stressireaktiot ovat voimakkaampia naisilla verrattuna miehiin johtuen korkeammasta HPA -aktiivisuudesta (Trickett ym. 2006; Paris ym. 2009).

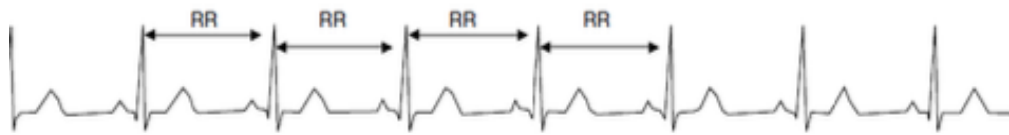
Stressaavassa tilanteessa ihmiset yleensä muuttuvat itsekeskeisimmiksi. Tämä pätee etenkin miehillä, mutta naisilla käyttäytyminen on tutkimuksien mukaan erilaisempaa. Naiset hakevat stressitilanteessa herkemmin sosiaalista tukea ja ovat jopa empaattisia (Tomova ym. 2014). Tämä saattaa johtua siitä, että naisilla on havaittu oksitosiiniarvojen olevan korkeampia kuin miehillä (Carter 2007). Oksitosiinin onkin havaittu parantavan muun muassa empatiakykyä (Hurlemann ym. 2010). Onko siis mahdollista, että tämän takia miehet viihtyvät vaikeissa tilanteissa enemmän omissa oloissaan, kun taas naiset hakevat sosiaalista tukea stressaavissa tilanteissa?

2.3 Työstressin mittaaminen ja sykevälivaihtelu

Usein työstressiä tai psykologista stressiä ylipäättänsä mitataan subjektiivisin tavoin eli kyselylomakkein. Usein kyselylomakkeet pohjautuvat työstressin eri malleihin ja ne sisältävät kysymyksiä liittyen muun muassa aikapaineisiin ja omiin kokemuksiin siitä, miten stressiä esiintyy jokapäiväisessä elämässä. Hyvä esimerkki subjektiivisista stressikyselyistä on PSS –kysely, jota tässäkin tutkimuksessa käytettiin (LIITE 2, Cohen ym. 1983.) On kuitenkin selvää, että stressin mittaaminen ainoastaan subjektiivisin tavoin ei anna koko totuutta stressistä. Nykytكنولوجيا mahdollistaa yhä paremmin objektiivisemmat mittaustavat. Yksi käytetyimpiä on eri stressihormonien kuten kortisolin mittaaminen, jonka on havaittu olevan yhteydessä

krooniseen ja akuuttiin stressiin. Kortisolin mittaaminen vaatii kuitenkin laboratorio-olosuhteita ja sen mittaamista on vaikea vakioida. Kortisoliin vaikuttavat muun muassa ajankohta, fyysinen aktiivisuus, unen laatu ja ruokailu sekä kaikki muut päivän tapahtumat. (Michaud ym. 2008; Hanrahan ym. 2006.) Viime aikoina sykevälivaihtelu onkin nostanut osuuttaan psykologisen stressin objektiivisena mittaustapana, sillä se on helppo toteuttaa suuremmallekin väkijoukolle. Sykevälivaihtelu kertoo autonomisen hermoston tasapainotilasta ja sen aktiivisuudesta.

Sydämen sykevälivaihtelu kuvastaa autonomisen hermoston toimintaa. EKG:ssä R-piikit kertovat kammioiden supistumisista. Sykevälivaihtelu tarkoittaa näiden R-piikkien välistä aikaa (KUVA 6). (Kiviniemi ym. 2006.) Peräkkäisistä R-piikeistä käytetään termiä RR- intervalli. Parasympaattinen hermosto kasvattaa sykevälivaihtelua ja sympaattinen pienentää sitä. Liikunnan ja etenkin kovan kuormituksen aikana sykevälivaihtelu saattaa kadota jopa kokonaan. (Aubert ym. 2003.) Myös stressin on havaittu vähentävän sykevälivaihtelua (Föhr ym. 2015). Sydämen parasympaattinen hermotus tapahtuu vagus- hermon eli niin sanotun kiertäjäherron kautta. Parasympaattinen hermotus on suurinta levossa, jolloin sykevälivaihtelu kasvaa. (Task Force 1996).



KUVA 6. Sydämen sykevälivaihtelu (Aubert ym. 2003).

Sykevälivaihtelusta on tulossa yhä enemmän lääketieteellisten tutkimuksien apuväline. Sykevälivaihteluun vaikuttavat monet eri tekijät. Stephen Hales vuonna 1733 oli ensimmäinen, joka huomasi hengityksellä olevan yhteys sydämen sykkeeseen ja verenpaineeseen. Hales huomasi, että sisäänhengityksen aikana sydämen syke nousee ja vastaavasti uloshengityksen aikana sydämen syke laskee. (Hales 1733.) Tällaisesta ilmiöstä käytetään termiä respiratorinen sinusarytmia, joka vaikuttaa luonnollisesti myös sykevälivaihteluun. Keuhkoissa olevat venytysreseptorit aktivoituvat sisäänhengityksen aikana siten, että sydämen sykkeen noustessa sykevälivaihtelu laskee. Uloshengityksen aikana ilmiö on luonnollisesti päinvastainen. (Task Force 1996.) Keuhkojen venytysreseptoreiden lisäksi aortankaaressa ja kaulavaltimossa sijaitsevat baroreseptorit aistivat verenpaineen muutoksiin pitämisen sen tasaisena. Vaihtelut verenpaineessa aktivoivat baroreseptorit, milloin tieto vaihtelusta siirtyy keskushermostoon näin

vaikuttaen myös autonomiseen hermostoon. (Winsley 2000.) Myös verisuonissa ja sydämen kammioissa sijaitsevat kemoreseptorit osallistuvat epäsuorasti sykevälivaihtelun säätelyyn. Kemoreseptorit aktivoituvat esimerkiksi veren happivajeen myötä, jolloin sydämen toimintaa voidaan säätää aktivoimalla joko sympaattinen tai parasympaattinen hermosto riippuen siitä, tarvitaanko rauhoittavaa tai kiihdyttävää vaikutusta. (Tuomainen 2005.)

Kuten aikaisemmin sanottuna autonomisen hermoston tasapainotilaan ja sykevälivaihteluun vaikuttaa myös psykologinen stressi. Stressaavassa akuutissa tilanteessa jännitys voi nostaa sykettä jopa lähelle maksimitasoa. Tharion ym. vuonna 2009 havaitsivat psyykkisen stressin laskevan sykevälivaihtelua yliopisto-opiskelijoilla tenttijakson aikana. Vertailupohjana toimi mittaus kesäloman ajalta, jolloin opiskelijoilla ei oletettu olevan suurta stressiä (Tharion ym. 2009). Sukupuolten välisiä eroja autonomisen hermoston ja sykevälivaihtelun osalta on tutkittu jonkin verran, mutta tulokset ovat olleet hieman ristiriitaisia. On kuitenkin mahdollista, että miehillä saattaa olla yleisesti ottaen korkeampi sympaattisen hermoston ja matalampi parasympaattisen hermoston aktiivisuus verrattuna naisiin. Tällä saattaa olla merkitystä, jos mietitään sydän- ja verisuonisairauksia. (Carter ym. 2003; Aubert ym. 2003.)

Sykevälivaihtehtelun on myös havaittu laskevan ikääntyessä. Laskua voi hidastaa harrastamalla liikuntaa ja sillä tavoin vaikuttamalla positiivisesti terveyteen. (Aubert ym. 2003.) Aerobisen kunnon yhteyttä sykevälivaihteluun on tutkittu paljon ja aerobisen harjoittelun onkin havaittu lisäävän sykevälivaihtelua (Klaperski ym. 2014; Carter ym. 2003).

2.4 Työstressin yhteys sykevälivaihteluun

Suurin osa aikaisemmista sykevälivaihtelulla mitatuista työstressitutkimuksista ovat poikkeusleikkaustutkimuksia. Esimerkiksi Clays ym. vuonna 2011 keräsi aineiston yhteensä 653 terveestä työssä käyvästä miehestä. Aineistoon kuului 24 tunnin mittainen sykevälivaihtelumittaus ja subjektiivinen JSQ- kysely (Job Stress Questionnaire). Tutkimuksessa löytyikin selvä yhteys subjektiivisen työstressin (JSQ-kysely) ja vähentyneen sykevälivaihtelun väliltä. Stressi-indeksillä oli yhteys alempiin pNN50- ja HF- arvoihin. Vastaavasti merkitsevää yhteyttä ei löytynyt SDNN- ja LF- arvoihin. Tulokset kuitenkin osoittivat, että sykevälivaihtelu ja autonominen hermosto ovat yhteydessä työstressiin. (Clays ym. 2011.)

Myös Collins ym. vuonna 2005 löysivät vagaalisen hermotuksen vähentyneen sellaisilla henkilöillä jotka kokivat työuupumusta ja joilla työn vaatimukset olivat korkeat. Sykevälivaihtelusta analysoitiin HF- muuttuja. Tutkimukseen osallistui 36 miespuolista tutkittavaa ja sykevälivaihtelu analysoitiin yhteensä 2 vuorokauden ajalta (Collins ym. 2005). Samaa aineistoa käytti myöhemmin Collins & Karsek vuonna 2010, mutta sykevälivaihtelu (HF) analysoitiin vain viiden minuutin ajalta kuudesti 48 tunnin aikajaksolta. Tulokset olivat samankaltaisia kuin vuonna 2005. (Collins & Karsek 2010.)

Eller ym. vuonna 2011 käyttivät ERI- kyselyä mitatakseen työstressin ja työympäristön vaikutuksia sykevälivaihteluun. Tutkimukseen osallistui 231 julkisen sektorin työntekijää (171 naista, 60 miestä). Tutkittavien sykevälivaihtelua tutkijat mittasivat yhteensä 18 tunnin ajan, mutta he analysoivat vain kolmesti viiden minuutin istumajakson. Tutkimuksessa he havaitsivat, että negatiivinen työympäristö on yhteydessä kohonneisiin sykearvoihin ja sitä kautta madaltuneisiin sykevälivaihteluarvoihin, jotka näkyvät etenkin TP- ja HF- muuttujissa. Muuttujat ovat yhteydessä sympaattisen hermoston aktiivisuuden lisääntymiseen. (Eller ym. 2011.)

Jarzok ym. vuonna 2015 analysoivat yhteensä 3947 työssä käyvää miestä ja naista. Tutkimuksessa koettu terveys ja työstressi oli yhteydessä sykevälivaihteluun. Heikompi terveys ja suurempi työstressi näkyivät tuloksissa madaltuneina sykevälivaihteluarvoina (RMSSD). (Jarzok ym. 2015). Samankaltaisia tuloksia löysivät myös Loerbroks ym. (2010). Tutkimukseen osallistui yhteensä 591 työssäkäyvää naista ja miestä. Sykevälivaihtelua (RMSSD) mitattiin tutkimuksessa yhteensä 24 tunnin ajalta ja työstressiä arvioitiin ERI-kyselyn avulla. Työstressin yhteys sykevälivaihtelun RMSSD-arvoihin havaittiin olevan myös korkeampi etenkin 35-44-vuotiailla työntekijöillä. (Loerbroks ym. 2010.) Jarzok ym. (2016) tekivät myös toisen poikileikkaustutkimuksen aiheeseen liittyen, jossa analysoitiin yhteensä 9937 tutkittavaa (naisia ja miehiä). Sykevälivaihtelumuuttujista analysoitiin RMSSD ja työstressiä arvioitiin ERI- kyselyn avulla. RMSSD- arvot olivat negatiivisesti yhteydessä ERI-mallilla arvioituun työstressiin. (Jarzok ym. 2016.)

Useissa muissakin tutkimuksissa, joissa tutkittavien määrä ei ole ollut niin suuri, on löytynyt myös yhteys työstressin ja sykevälivaihtelun välillä (Vrijkotte ym. 2000; Van Amelsvoort ym. 2000; Uusitalo ym. 2011). Uusitalo ym. (2011) tutkivat 19 tervettä sairaalatyöntekijää. Työstressiä arvioitiin ERI- kyselyllä ja sykevälivaihtelu mitattiin 2 vuorokauden ajalta, joista analysoitiin RMSSD-, LF- ja HF-muuttujat. Sykevälivaihtelumuuttujista löytyi yhteys ERI- kyselyllä mitattuun stressiin. Mitä korkeampi työpanos sitä matalampi oli sykevälivaihtelu.

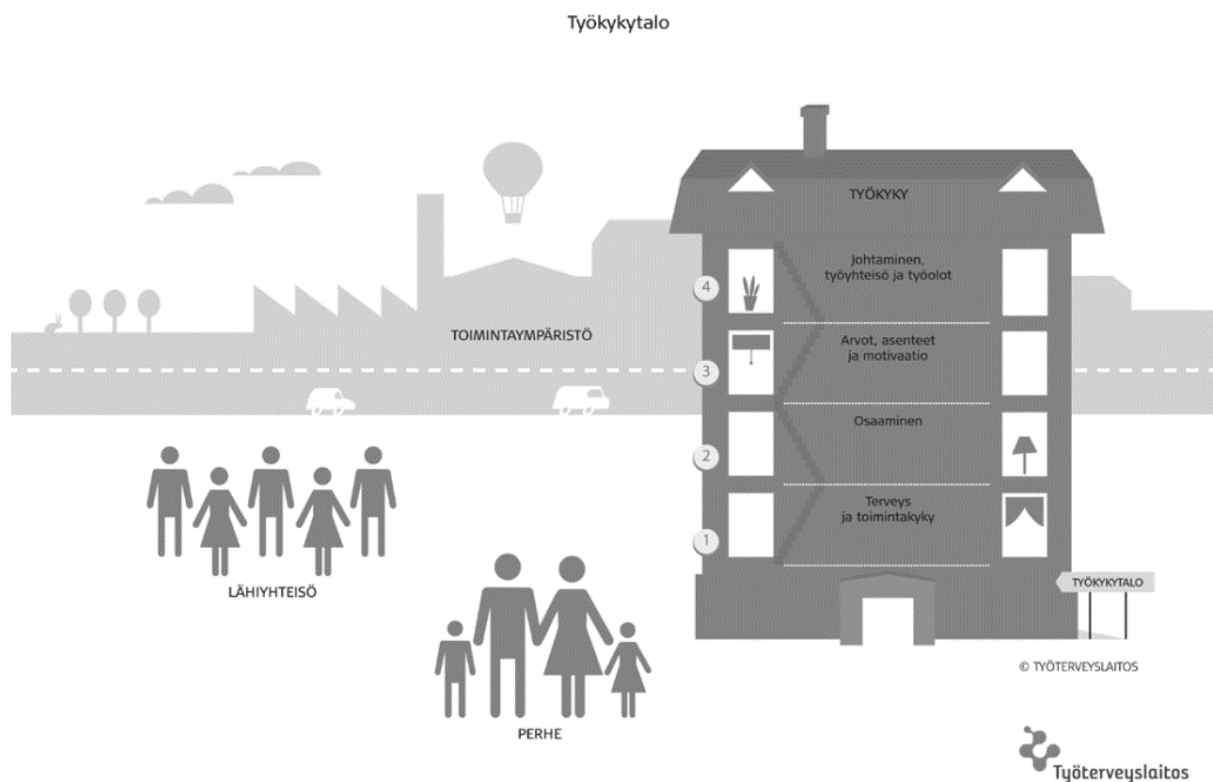
(Uusitalo ym. 2011.) Van Amelsvoort ym. (2000) tutkivat onko sykevälivaihtelumittaus validi metodi mittaamaan työstressiä. Tutkimukseen analysoitiin 135 24h mittaista vuorotyöntekijöiden EKG:tä. Työstressiä arvioitiin JDC- kyselyllä (Job Demand Control). Sykevälivaihtelumuuttujista kohonnut LF ja madaltunut SDNN olivat yhteydessä sympaattisen hermoston aktiivisuuden lisääntymiseen. (Van Amelsvoort ym. 2000.) Tosin LF-muuttujan rooli sykevälivaihteluanalyysissä on yleisesti ottaen epäselvä. Myös Vrijkotten ym. (2000) tutkimuksessa korooninen stressi oli yhteydessä korkeimpiin sykearvoihin, madaltuneihin sykevälivaihteluarvoihin sekä korkeampaan verenpaineeseen.

Hansen ym. (2011) tutkivat 70 työntekijää (hyvinvointiala ja toimistotyö). Naisia tutkimukseen osallistui yhteensä 31 ja miehiä 39. Työstressiä arvioitiin ERI- kyselyn avulla. Sykevälivaihtelumittaukset tehtiin työpäivän alussa (1h) ja työpäivän lopussa (1h). Sykevälivaihtelumuuttujista analysoitiin HF. Tutkimuksissa havaittiin, että mitä suurempi kontrollin tarve oli tutkitavilla sitä negatiivisemmat muutokset sykevälivaihteluarvoissa. (Hansen ym. 2011.) Föhr ym. (2015) tekivät poikkileikkaustutkimuksen, jossa analysoitiin 221 henkilöä (185 naista, 36 miestä). Sykevälivaihtelu mitattiin 1-3 työpäivältä ja psykologista työstressiä arvioitiin PSS-kyselyn avulla. Sykevälivaihtelumuuttujista analysoitiin HF ja LF, joista muodostettiin Firstbeatin analysointityökaluilla stressi-indeksi. Objektiiivinen stressi-indeksi oli selvästi yhteydessä subjektiiviseen stressiin. (Föhr ym. 2015.)

Edellä mainittujen tutkimuksien lisäksi sykevälivaihtelun yhteyttä subjektiiviseen akuuttiin stressiin on tutkittu myös laboratorioympäristössä. Tämän kaltaisia tutkimuksia löytyy useita, joissa stressiä on luotu erilaisilla standarisoiduilla tehtävillä ja joissa on löytynyt myös yhteys vähentyneeseen sykevälivaihteluun (Steptoe ym. 2002; Chandola ym. 2008; Isowa ym. 2006; Hall ym. 2004). Esimerkiksi Isowan ym. (2006) tutkimuksessa tutkittavat altistettiin akuuttiin stressiin tehtävän avulla. Tehtävä sisälsi 34 erilaista osaa ja tavoitteena oli saada 90 % vastauksista oikein. Tutkittaville kerrottiin, että jos vastausprosentti jää alle tavoitteen, ei heidän tutkimusdataa voitaisi analysoida ollenkaan. Sykevälivaihtelusta mitattiin HF- ja LF/HF- muuttujat. HF- arvot laskivat akuutin stressin ansiosta ja vastaavasti LF/HF- suhde kasvoi. Tulokset puolsivat sitä, että akuutti stressi aiheutti sympaattisen hermoston aktiivisuuden lisääntymisen. (Isowa ym. 2006).

3 TERVEYS- JA TOIMINTAKYKY TYÖSSÄ

Terveys- ja toimintakyky on laaja käsite ja se on osa vielä laajempaa käsitettä eli työkykyä. Usein työkykyä kuvataan työkykotalomallin mukaisesti (KUVA 7). Mallin mukaan perustana työkyvylle ovat siis terveys -ja toimintakyky, jota tulemme tarkastelemaan tässä työssä tarkemmin. Kerrokseen kuuluvat yksilön fyysinen, psyykinen ja sosiaalinen osa-alue. Näihin osaluokkeisiin vaikuttavat muun muassa elintavat ja elinympäristö eli käytännössä mitä terveellisemmät ovat elintavat sitä vahvempi on työkykitalon perusta. Toinen kerros muodostuu osaamisesta, johon kuuluu yksilön tiedot ja taidot. Nykypäivänä tämä tarkoittaa jatkuvaa työssä oppimista ja lisäkoulutuksia, jotta osaamisen kerros olisi vahva. Kolmas kerroksista sisältää arvot, asenteet ja motivaation. Tämä kerros sisältää muun muassa sen miten työntekijä suhtautuu omaan työhönsä ja sen millaista arvostusta sekä tukea työntekijä saa työnantajaltaan ja työkaaveiltaan. Neljäs eli ylin kerros koostuu työympäristöstä ja johtamisesta. Esimiesten tehtävä on saada työympäristö mahdollisimman tuottavaksi ottaen huomioon kuitenkin työergonomian ja turvallisuuden. Näihin kaikkiin kerroksiin vaikuttavat luonnollisesti monet eri asiat kuten perhe ja muu lähiyhteisö. (Gould ym. 2006.)



KUVA 7. Työkykitalo (Työterveyslaitos).

3.1 Terveys ja toimintakyky

Terveys -ja toimintakykyyn vaikuttavat useat eri tekijät ja kuten edellä mainittuna ne jaetaan kolmeen eri osa-alueeseen: psyykkiseen, sosiaaliseen ja fyysiseen. Psyykkisellä toimintakyvyllä tarkoitetaan asioita, jotka liittyvät jollain tavalla elämänhallintaan, mielenterveyteen ja yleisesti ottaen psyykkiseen hyvinvointiin. Psyykkiseen toimintakykyyn vaikuttaa täten esimerkiksi stressi ja kyky hallita sitä. Sosiaalinen toimintakyky liittyy vuorovaikutussuhteisiin, joissa ihminen nähdään aktiivisena toimijana esimerkiksi työyhteisöissä. Sosiaalinen toimintakyky ilmeneekin usein vuorovaikutustilanteissa. Viimeisellä osa-alueella eli fyysisellä toimintakyvyllä tarkoitetaan kykyä selviä fyysisiä vaatimuksia vaativista tehtävistä niin työssä kuin arjessakin. Fyysisen toimintakyvyn kannalta tärkeitä ominaisuuksia ovat kestävyys, lihasvoima ja liikkuvuus. Fyysiseen toimintakykyyn liittyvät erittäin läheisesti termit fyysinen kunto ja yleinen terveys. Tämän takia siihen vaikuttavat myös luonnollisesti muun muassa erilaiset sairaudet kuten tuki- ja liikuntaelinsairaudet (TULE). (Gould ym. 2006.)

Istumatyössä elimistö ali -ja ylikuormittaa tuki -ja liikuntaelimiä samanaikaisesti. Lihaksiin ja jänteisiin sekä niveliin kohdistuu mekaanista voimaa, jotka ovat syinä TULE -sairauksille. TULE -sairaudet ovat yksi pääsyyistä sairauspoissaoloille (Gould ym. 2006.) Epäergonomisessa asennossa lihakset joutuvat tekemään ylimääräistä työtä kehon eri osiin kohdistuvaa painovoimaa vastaan, jolloin tuki -ja liikuntaelimistö ylikuormittuu. Istumatyö ja etenkin työskentely tietokoneen edessä on staattista ja usein hieman etukumarassa tehtävää työtä, mikä kuormittaa etenkin alaselkää, niskaa ja hartioita. Välilevyihin kohdistuu istumatyössä jopa 6-7 kertaa suurempi paine verrattuna seisoma-asentoon. Lisäksi istumatyön on havaittu vaikuttavan paljon verenkiertoelimistöön. Istuessa verenkierto jaloissa vaikeutuu jalkojen ollessa jatkuvassa jännityksessä. Tämä aiheuttaa muun muassa jalkojen turpoamista. (Koistinen ym. 2005.) Istumatyön onkin havaittu olevankin syinä monelle tuki -ja liikuntaelinsairauksille kuten niska-, selkä- ja rannekivuille. (Burke ym. 2002.)

3.2 Työkyvyn arviointi ja työkykyindeksi

Työkyvyn arviointi on ongelmallista johtuen sen monimuotoisuudesta. Työkykyä voidaan arvioida lukuisilla eri tavoilla kuten erilaisilla subjektiivisilla stressi- ja TULE-kyselyillä sekä fyysisistä ja psyykkistä toimintakykyä mittaavilla testeillä. Lisäksi voidaan seurata sairauspoissaoloja ja vertaamalla toimintakykyä työn vaatimuksiin. Yleisesti työkykyä voidaan arvioida

TTL:n (työterveyslaitos) työkykyindeksillä, joka on laaja moniosainen kysely. Työkykyindeksi kertoo työntekijän omasta arviosta työkyvystään (Ilmarinen ym. 1995). Työkykyindeksikysely on yksi käytetyimpiä työkyvyn tutkimiseen käytettyjä mittaustapoja ja sillä on pystytty ennustamaan muun muassa työkyvyttömyyttä ja koko työyhteistön työkykyä (Tuomi ym. 1997; Hopsu ym. 2005; Ilmarinen ym. 1995.)

Työkykyindeksikysely muodostuu yhteensä seitsemästä osiosta, joissa kartoitetaan työn psyykkisiä, fyysisiä ja sosiaalisia vaatimuksia sekä yleistä terveydentilaa. Jokainen osa-alue sisältää useita kysymyksiä, joihin työntekijä vastaa oman arvionsa. Jokaisesta osa-alueesta saa pisteitä, jotka summataan lopuksi työkykyindeksiksi. Työkykyindeksin avulla voidaan reagoida mahdollisiin ongelmakohtiin ja ennalta ehkäistä esimerkiksi työkyvyttömyyttä. (Ilmarinen ym. 1995.)

4 YHDISTETTY VOIMA -JA KESTÄVYYSHARJOITTELU

Fyysisen aktiivisuuden tiedetään vaikuttavan positiivisesti terveyteen. Säännöllinen fyysinen harjoittelu ja sitä kautta parempi fyysinen kunto ovatkin yhteydessä vähentyneeseen riskiin sairastaa sydän- ja verisuonisairauksia. (Naghi ym. 2011; Häkkinen ym. 2003.) On todettu, että kestävyys- ja voimaharjoittelu yksinään kehittävät molemmat hengitys- ja verenkiertoelimistöä sekä vaikuttavat fyysiseen kuntoon positiivisesti (Spence ym. 2013.) Positiiviset vaikutukset fyysiseen kuntoon ja terveyteen voivat olla jopa suurempia, jos kestävyys- ja voimaharjoitukset suoritettaisiin saman harjoituksen aikana (Häkkinen ym. 2003; Sheikholeslami-Vatani ym. 2015.)

Useat eri tekijät vaikuttavat kuitenkin siihen millaisia tuloksia samassa sessiossa harjoiteltu YKVVH saa aikaan. Tuloksiin vaikuttaa muun muassa se, että millaisella intensiteetillä harjoitteet tehdään, mitkä lihasryhmät ovat käytössä ja ovatko kyseessä esimerkiksi urheilijat vai ikääntyneet. Jonkin verran saattaa olla saattaa olla myös vaikutuksia ominaisuuksien kehittymiseen sillä, tehdäänkö kestävyys- vai voimaharjoite ensin. (Leveritt ym. 1999.)

4.1 Yhdistetyn voima -ja kestävyys- ja voimaharjoittelun vaikutukset fyysisiin ominaisuuksiin

Yhdistetyn voima- ja kestävyys- ja voimaharjoittelun vaikutuksia fyysisiin ominaisuuksiin ja terveyteen onkin tutkittu paljon (Taulukko 1). Kirjallisuudessa käytetään termiä “concurrent training” kun kestävyys- ja voimaharjoitus suoritetaan saman harjoituksen aikana. On kuitenkin mahdollista, että kyseinen saattaa haitata pidemmällä aikavälillä etenkin voimaominaisuuksien kehitystä verrattuna siihen, että harjoitteet tehtäisiin erikseen. Lyhyellä aikavälillä haittaa ei näyttäisi olevan (McCarthy ym. 2002). Tosin Häkkinen ym. (2003) havaitsivat, että samassa sessiossa tehty YKVVH ei myöskään pitkällä harjoitusjaksolla haittaisi voiman, eikä hypertrofian eli lihaskasvun kehittymistä. Tosin räjähtävään voimaan sillä näyttäisi olevan heikentäviä vaikutuksia (Häkkinen ym. 2003). Harjoitusmuoto ei näyttäisi kuitenkaan haittaavan kestävyysominaisuuksien kehittymistä (Banitalebi ym. 2016; Eklund ym. 2016; Schumann ym. 2015; Pellegrino ym. 2014; Wilhelm ym. 2014; Balducci ym. 2010; Leveritt ym. 1999.) vaan saattaa olla, että kyseinen harjoitusmuoto kehittää kestävyysominaisuuksia jopa enemmän kuin kestävyys yksinään (Chtara ym. 2005).

Schumann ym. (2015) havaitsivat 24 viikon harjoitusjaksolla olevan paljon positiivisia vaikutuksia fyysisiin ominaisuuksiin sekä naisilla että miehillä. Tutkittavat harjoittelivat 2-3 kertaa viikossa 60-90 minuuttia. Voimaharjoittelu suoritettiin ala- ja ylävartalolle 40-95 % 1RM:stä. Kestävyysosiossa harjoitettiin sekä matalaintensiteettistä että korkeaintensiteettistä intervalliharjoittelua. Tutkimuksessa havaittiin kuitenkin, että jos harjoitukset tehdään eri päivinä, kehittyvät kestävyysominaisuudet jopa enemmän. (Schumann ym. 2015.) Samankaltaisia tuloksia löysivät myös Banitalebi ym. (2016). Heidän tutkimuksessaan kestävyysominaisuudet parantuivat VK-ryhmällä (harjoitusjärjestys: voima, kestävyys) sekä ja KV-ryhmällä (harjoitusjärjestys: Kestävyys, voima) merkittävästi. Tutkimuksessa oli mielenkiintoista se, että VK-ryhmällä kestävyysominaisuuksien parannukset olivat huomattavasti paremmat mitä KV-ryhmällä. (Banitalebi ym. 2016.)

Myös lyhyemmän harjoitusjakson on havaittu vaikuttavat voima- ja kestävyysominaisuuksiin positiivisesti inaktiivisilla naisopiskelijoilla. Pellegrino ym. tekivät vuonna 2014 tutkimuksen, jossa he havaitsivat 8 viikon harjoitusjakson vaikuttavan positiivisesti niin kestävyys- kuin voimaominaisuuksiin. Kestävyysosuudet sisälsivät 30 min kuntopyöräilyä 70-80 % maksimisyykkeestä. Voimaosioissa harjoitettiin ylä- ja alavartaloa toistojen ollessa 8-12 kpl sarjaa kohden. Kestävyysominaisuudet parantuivat molemmilla ryhmillä yli 15 %. Tutkimuksessa havaittiin myös, että harjoitusmuotojen järjestyksellä ei ainakaan näin lyhyen harjoitusjakson aikana ole merkitystä. (Pellegrino ym. 2014.) Vastaavasti taas Cadore ym. (2013) tutkimuksessa tutkittavat harjoittelivat 12 viikon ajan tehden kolmesti viikossa yhdistettyä voima- ja kestävyysharjoituksia. Tutkimuksessa vertailtiin myös eri harjoitusjärjestyksien vaikutuksia ominaisuuksiin. Ylä- ja alavartalon voimaominaisuudet parantuivat molemmilla harjoitusjärjestyksillä tilastollisesti merkitsevästi, mutta alavartalon voimaominaisuudet kehittyivät VK-ryhmällä huomattavasti enemmän mitä KV-ryhmällä. (Cadore ym. 2013.)

Pinto ym. (2015) havaitsivat 12 viikon samassa harjoituksessa tehdyn yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun parantavan sekä ylä- että alavartalon voimantuottoa. Harjoitukset tehtiin vedessä. Kestävyysosiot sisälsivät erilaisia interalleja vesijuosten ja voimaosiot liikkeitä ylä- ja alavartalolle. VK-ryhmä paransi alavartalon voimantuottoa huomattavasti enemmän kuin KV-ryhmä. Samankaltaisia tuloksia löysivät Eklund ym. (2016) ja Wilhelm ym. (2014), joiden tutkimuksissa harjoittelujaksot paransivat voimaominaisuuksia yli 10 % ja kestävyysominaisuuksia merkittävästi.

TAULUKKO 1. Aikaisempien yhdistetyn voima -ja kestävyysharjoittelututkimuksien (sammassa harjoituksessa) päätuloksia.

Tutkimus	Tutkittavat	Kesto ja harjoitusten määrä	Päätulokset
Banitalebi ym. (2016)	Naiset (keski-ikä 60,3) n=28 (KV=9, VK=10, KON=9)	8 viikkoa, 3 harjoitusta viikossa	VO2max: KV: + 16,9 % VK: + 29,3 %
Eklund ym. (2016)	Naiset (keski-ikä 29,1) n=29 (KV=15, VK=14)	24 viikkoa, 2-3 harjoitusta viikossa	1RM (av): KV: + 13 % VK: + 16 %
Pinto ym. (2015)	Naiset (keski-ikä 57,1) n=21 (KV=11, VK=10)	12 viikkoa, 2 harjoitusta viikossa	1RM (av): KV: + 14,16 % VK: + 34,62 %
Schumann ym. (2015)	Naiset ja miehet (keski-ikä 29,7), n=109 (KV= 31, VK=39, EP=39)	24 viikkoa, 2-3 harjoitusta viikossa (KV ja VK) tai 4 harjoitusta (EP)	VO2peak: KV: +7 % miehet, +12 % naiset. VK: +7 % miehet, +10 % naiset. EP: +18 % miehet, +25 % naiset
Pellegrino ym. (2014)	Naiset (keski-ikä 19,8), n=23 (KV=13, VK=10)	8 viikkoa, 4 harjoitusta viikossa	VO2max: KV: +15,7 % VK: +15,5 %
Wilhelm ym. (2014)	Miehet (keski-ikä 65,8) n=36 (KV=12, VK=11, KON=13)	12 viikkoa, 2 harjoitusta viikossa	1RM (av): KV: + 18 % VK: + 14,2 % VO2peak KV + 22,2 % VK + 26,3 %
Cadore ym. (2013)	Miehet (keski-ikä 64,7), n=26 (KV=13, VK=13)	12 viikkoa, 3 harjoitusta viikossa	1RM (av) KV: + 21,9 % VK: + 35,1 % 1RM (yv) KV: + +11,5 % VK + 15,0 %
Chtara ym. (2005)	Miehet (keski-ikä 21,4), n=39 (KV=10, VK=10, K=10, V=9)	12 viikkoa, 2 harjoitusta viikossa	VO2max KV: + 8,6 % VK: + 4,7 % K: + 5,7 % V: + 2,5 %

Ainakaan lyhyillä harjoitusjaksoilla näyttäisi siltä, että harjoitusjärjestyksellä ei ole merkittävää eroa, vaikka voisi olettaa, että jos kestävyys tehdään ensin, saattaisi se haitata jopa enemmän voimaominaisuuksien kehittymistä. Jos harjoitukset tehtäisiin eri päivinä, saattaa se parantaa fyysisiä ominaisuuksia jopa enemmän mitä samassa sessiossa harjoiteltu YKVH. Tämä kuitenkin vaatii tuplasti enemmän harjoituksia (Schumann ym. 2015) ja tämän takia aikaa harjoittelulle, mikä ei normaalilla työssäkäyvälle ihmiselle ole aina ajan puitteissa mahdollista.

4.2 Fyysisen kunnan vaikutukset työstressiin

Yhdistetyn kestävyys -ja voimaharjoittelun vaikutuksista sykevälivaihtelulla mitattuun työstressiin ei löydy aikaisempaa tutkimusnäyttöä. Sen sijaan fyysisen aktiivisuuden ja kunnan vaikutuksista löytyy aikaisempia tutkimuksia. On havaittu, että säännöllisesti harjoittelevilla on pienempi riski sairastua stressiin verrattuna inaktiivisiin henkilöihin (Gerber & Pühse 2009). Fyysisen aktiivisuuden ja kunnan onkin havaittu vähentävän työstressiä useissa eri tutkimuksissa johtuen pääosin kehittyneemmästä hengitys -ja verenkiertoelimistöstä (Conn ym. 2009; Thøgersen-Ntoumani ym. 2015; Klaperski ym. 2014).

Forcier ym. (2006) huomasivat meta-analyysissään (33 tutkimusta) fyysisen kunnan vähentävän verenkiertoelimistön reaktiivisuutta stressille ja havaitsivat myös palautumisen olevan tehokkaampaa. Samankaltaisia tuloksia palautumisen suhteen löysivät myös Jackson & Dishman vuonna 2006. Vastaavasti taas Van Doornen & De Geus havaitsivat tutkimuksessaan, että fyysisellä kunnolla ei ole yhteyttä stressihormonin eli kortisolin eritykseen (Van Doornen & De Geus 1993). Hamer & Stamakis (2010) olivat samoilla linjoilla kun he huomasivat tutkimuksessaan, että objektiivisesti arvioitu lisääntynyt fyysinen aktiivisuus ei ollut yhteydessä psykologiseen terveyteen kun taas subjektiivinen aktiivisuuden yhteys oli päinvastainen. Samassa tutkimuksessa havaittiin, että fyysinen aktiivisuus vähentää kuolleisuusriskiä. 2000-luvulla tutkimukset ovat kuitenkin yleisesti ottaen päinvastaisia. Rimmele ym. (2009) havaitsivat matalampien sykearvojen olevan yhteydessä vähentyneisiin kortisoliarvoihin. Tutkimuksessa vertailtiin miesurheilijoita ja inaktiivisia henkilöitä Trier Social Stress Testissä (TSST) (Rimmele ym. 2009). TSST- stressitesti sisältää erilaisia tehtäviä kuten esiintyminen tuomareiden edessä ja lähes mahdottomia matemaattisia tehtäviä. Samankaltaisia tuloksia löysivät myös Klaperski ym. 2013, jossa fyysinen harjoittelu vähensi naishenkilöillä kortisoliarvoja TSST- testissä. Aerobisen harjoittelun onkin havaittu johtavan erittäin positiivisiin muutoksiin

verenkierroelimistössä stressitilanteissa useissa eri tutkimuksissa verrattuna kontrolliryhmiin (Anshel ym. 1996; Georgiades ym. 2000; Spalding ym. 2004; Stein & Boutcher ym. 1992; Throne ym. 2000). Vastaavasti taas voimaharjoittelun ei ole havittu aiheuttavan samankaltaisia muutoksia verrattuna aerobiseen harjoitteluun. (Blumenthal ym.1990; Sherwood ym. 1989; Spalding ym. 2004)

Haaren ym. (2016) havaitsivat 20 viikon aerobisen harjoitusjakson lisäävän parasympaattista hermotusta huomattavasti. Stressiä mitattiin objektiivisesti sykevälivaihtelun avulla. RMSSD -arvot nousivat tilastollisesti merkitsevästi harjoitusryhmällä, kun taas kontrolliryhmällä ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Samankaltaisia tuloksia löysivät myös Klaperski ym. vuonna 2014. Heidän tutkimukseen osallistui 149 tutkittavaa ja stressiä luotiin laboratorio-olosuhteissa TSST- testin avulla. Sykevälivaihtelu kasvoi tilastollisesti merkitsevästi kestävyysryhmällä ja kortisolin määrä laski. (Klaperski ym. 2014.) Myös Stein ym. (1999) vahvistavat sitä, että harjoitusinterventiolla voidaan laskea sykevälivaihtelulla mitattua stressiä. SDNN nousi tilastollisesti merkitsevästi harjoitusryhmällä ja yöllinen leposyke laski huomattavasti. Yöllisessä sykevälivaihtelussa ei kuitenkaan tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia. (Stein ym. 1999.)

Fyysinen kunto ja harjoittelu vaikuttavatkin objektiivisesti ja subjektiivisesti mitattuun stressiin. Etenkin hengitys -ja verenkierroelimistöön kohdistunut harjoittelu lisää parasympaattista hermotusta ja vähentää kortisoliarvoja merkitsevästi. Subjektiivinen stressi saattaa parantua fyysisen harjoittelun takia myös muista syistä kuten lisääntyneestä endorfiinien erityksestä. Fyysinen harjoittelu lisää endorfiinien eritystä, mikä vastaavasti lisää hyvinolontunnetta kehossa. (Grossman ym. 1984.) Myös fyysisen harjoittelun tuoma lisääntynyt lämmöneritys voi vaikuttaa hyvinolontunteeseen positiivisesti (Raglin & Morgan ym. 1985).

Jos stressi jatkuu pitkään voi se johtaa motivaation puutteeseen, väsymykseen ja loppujen lopuksi työuupumukseen (Maslach & Jackson 1981). Liikunnan on havaittu edistävän toipumuista työuupumuksesta. Esimerkiksi Gerber ym. (2013) tutkimuksessa 12 viikon kevyen aerobisen harjoittelun vaikuttavan subjektiiviseen työuupumukseen ja stressiin positiivisesti. Samankaltaisia tuloksia löysi myös Bretland & Thorsteinsson vuonna 2015, joiden tutkimuksessa niin kestävyys –kuin voimaharjoittelulla oli positiivisia vaikutuksia työuupumukseen. Saman tutkimuksen mukaan näyttäisi kuitenkin siltä, että aerobinen harjoittelu olisi voimaharjoittelua parempi vähentämään psykologista ahdistusta. Tosin voimaharjoittelu taas aiheuttaa enemmän

onnistumisen tunteita. (Bretland & Thorsteinsson 2015.). Näiden yhdistäminen voisi ollakin oiva tapa saada molemmat hyödyt.

4.3 Fyysisen kunnon vaikutukset työkykyindeksiin

Työ ja terveys 2000 - tutkimuksen mukaan vain noin kolmasosa tutkimukseen osallistuneista piti työkykyään erittäin hyvänä työn fyysisten ja henkisten vaatimusten kannalta. Kirjallisuuden mukaan fyysisellä harjoittelulla on positiivisia vaikutuksia fyysiseen toimintakykyyn. Fyysisen harjoittelun tiedetään vaikuttavan aerobiseen kuntoon, voimaominaisuuksiin sekä kehonkoostumukseen. (Leveritt ym. 1999; Chandola ym. 2008.)

Fyysinen harjoittelu vaikuttaa myös subjektiiviseen toimintakykyyn ja laajaan työkykyindeksiin. Esimerkiksi Sundstrup ym. (2014) tekivät tutkimuksen, jossa 66 tutkittavaa harjoittelivat 10 viikkoa ylävartalon voimaharjoittelua kolmesti viikossa. Tutkittavalla oli ennestään tuki- ja liikuntaelinoireita muun muassa olkapään lihaksissa. Subjektiivinen työkykyindeksi parantui tilastollisesti merkitsevästi harjoitusryhmällä. Samankaltaisia tuloksia löysivät myös Abedian ym. vuonna 2016. Heidän tutkimukseen osallistui yhteensä 60 terveyden alan ammattilaista. Harjoitusryhmä harjoitteli 8 viikon ajan kolmesti viikossa. Yksi harjoitus kesti 45 min sisältäen kävelyä ja juoksua eri tehoalueilla. Harjoitusryhmä paransi subjektiivista työkykyindeksiään tilastollisesti merkitsevästi. (Abedian ym. 2016.) Kontrolliryhmällä ei näissä kahdessa tutkimuksessa tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia. (Sundstrup ym. 2014; Abedian ym. 2016.)

Myös työpaikkaliikunnan on havaittu vaikuttavan subjektiiviseen työkykyindeksiin. Sjögren ym. (2010) huomasivat kevyen lihasvoimaharjoittelun vaikuttavan toimistotyöntekijöiden subjektiiviseen työkykyyn. Harjoitusinterventio sisälsi 15 viikon harjoittelun ja 15 viikon seurantaajakson. Harjoitus sisälsi liikkeitä ylä- ja alaraajoille 30 % yhden toiston maksimista. Harjoituksia tehtiin tutkimuksessa yksilöllisesti ja loppujen lopuksi vain 53 % harjoituksista (17/32) loppujen lopuksi suoritettiin. (Sjögren ym. 2010.) Blangsted ym. (2008) tekivät edellistä laajemman tutkimuksen liittyen työpaikkaliikuntaan. Tutkimuksessa tutkittiin vuoden ajan kahden eri ohjelman vaikutuksia tuki- ja liikuntaelinvaivoihin ja työkykyindeksiin. Tutkimukseen osallistui 549 toimistotyöntekijää, jotka jaettiin satunnaisesti kolmeen eri ryhmään (kohdistettu voimaharjoittelu niska-hartiaseudulle, yleinen fyysinen harjoittelu (all-round physical exercise ja kontrolli). Voimaharjoitteluryhmä harjoitteli kolmesti viikossa noin 20 min harjoitusta

kohden. Harjoitteet sisälsivät liikkeitä ylävartalolle. Yleisen fyysisen harjoittelun ryhmä teki satunnaisia ei-kontrolloituja harjoituksia. Heitä kannustettiin lisäämään fyysistä aktiivisuuttaan niin työ -kuin vapaa-ajallakin. Niska- ja hartiaseudun vaivat vähentyivät molemmilla harjoitusryhmillä, mutta kohdennettu voimaharjoittelu vähensi niska- ja hartiaseudun vaivoja tilastollisesti merkitsevästi enemmän kuin toisella interventoryhmällä (yleinen fyysinen harjoittelu). Työkykyindeksiin ja sairauspoissaoloihin ei havaittu olevan tilastollisesti merkitseviä muutoksia. (Blangsted ym. 2008.)

Tutkimuksien valossa näyttäisi selkeältä, että fyysisellä harjoittelulla (kestävyys ja voima) on positiivisia vaikutuksia työkykyindeksiin. Voimaharjoitteita olisi hyvä tehdä sekä ylä –että alavartalolle. Toimistotyöntekijöillä näyttäisi kohdennettu voimaharjoittelu ongelma-alueisiin (niska-hartiaseutu) toimivan erittäin hyvin.

4.3 Fyysisen kunnan vaikutukset yöpalautumiseen

Yöpalautuminen on yksi tärkeimpiä työpäivän jälkeisiä tapoja ehkäistä haitallista stressiä. Palautumisen tarkoituksena on korjata stressin aiheuttamia negatiivisia vaikutuksia elimistösämme, jotta fyysinen ja henkinen hyvinvointi pysyisi riittävällä tasolla (Meijman ym. 1998.) Sykevälivaihtelu on yksi käytetyimpiä tapoja mitata yöpalautumista ja se tarjoaa myös mahdollisuuden tutkia aivojen palautumista ja henkistä hyvinvointia. Unen eri vaiheiden aivojen aktiivisuus on yhteydessä autonomiseen hermostoon, jota voidaan mitata sykevälivaihtelun avulla. (Chouchou & Deseilles ym. 2014.)

Fyysisen kunnan vaikutuksista yölliseen sykevälivaihteluun on tutkittu jonkin verran. Aerobisen harjoittelun on havaittu lisäävän yöllistä sykevälivaihtelua eli näin lisäten parasympaattista aktiivisuutta ja palautumista (Uusitalo ym. 2002). Myös Teisala ym. (2014) havaitsivat poikileikkaustutkimuksessaan kestävyysuorituskyvyn olevan yhteydessä korkeimpiin RMSSD –arvoihin yön aikana. Samankaltaisia tuloksia ovat löytäneet myös Gerber ym. vuonna 2009, joiden tutkimuksessa havaittiin, että fyysisellä kunnolla ja fyysisellä aktiivisuudella on suora yhteys lisääntyneeseen parasympaattiseen hermotukseen ja sitä kautta palautumiskykyyn.

5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEESIT

Tutkimuksen tarkoitus: Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää samassa harjoituksessa toteutetun YKVH:n eli yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoituksen vaikutuksia fyysiseen kuntoon, työstressiin ja työkykyyn istumatyötä tekevillä naisilla.

Tutkimuskysymykset ja hypoteesit:

1. Kehittääkö samassa harjoituksessa toteutettu YKVH kestävyysominaisuuksia?

Hypoteesi: Samassa harjoituksessa toteutettu YKVH kehittää harjoitusryhmän kestävyysuurtuskykyä läpi koko harjoittelujakson.

Samassa harjoituksessa toteutetun YKVH:n on havaittu parantavan kestävyysominaisuuksia 5-30 % (Banitalebi ym. 2016, Eklund ym. 2016, Schumann ym. 2015, Pellegrino ym. 2014, Wilhelm ym. 2014, Balducci ym. 2010, Leveritt ym. 1999.). On jopa mahdollista, että kyseinen harjoitusmuoto kehittäisi kestävyysominaisuuksia enemmän kuin kestävyysharjoittelu yksinään (Chtara ym. 2005).

2. Kehittääkö samassa harjoituksessa toteutettu YKVH voimaominaisuuksia?

Hypoteesi: Samassa harjoituksessa toteutettu YKVH kehittää harjoitusryhmän voimaominaisuuksia läpi harjoitusjakson.

Samassa harjoituksessa toteutettu YKVH on havaittu parantavan ylä- ja alavartalon voimantuottoa merkittävästi (Eklund ym. 2016, Wilhelm ym. 2014, Pinto ym. 2015). On kuitenkin mahdollista, että ennen voimaharjoitusta tehty kestävyysharjoitus saattaa haitata voimaominaisuuksien kehittymistä (Cadore ym. 2013). Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan tutkita harjoitusjärjestyksen vaikutuksia.

3. Onko samassa harjoituksessa toteutettu YKVH:lla vaikutuksia työstressiin?

Hypoteesi: Samassa harjoituksessa toteutettu YKVH vähentää harjoitusryhmällä niin subjektiivista kuin sykevälivaihtelulla mitattua työstressiä.

Samassa harjoituksessa toteutettu YKVH:n vaikutuksia subjektiiviseen ja objektiiviseen työstressiin ei ole tutkittu aikaisemmin. On kuitenkin havaittu, että fyysinen aktiivisuus ja kunto vähentävät subjektiivista ja sykevälivaihtelulla mitattua työstressiä useimmissa eri tutkimuksissa johtuen pääasiassa hengitys- ja verenkiertoelimistön kehittymisestä (Gerner & Pühse 2009; Conn ym. 2009; Thøgersen-Ntoumani ym. 2015). Onkin mahdollista, että kestävyysharjoittelu yksinään olisi paras mahdollinen tapa vähentää stressiä (Klaperski ym. 2014). Vastaa- vasti taas voimaharjoittelun ei ole havaittu aiheuttavan samankaltaisia muutoksia verrattuna aerobiseen harjoitteluun (Spalding ym. 2004).

4. Onko samassa harjoituksessa toteutettu YKVH:lla vaikutuksia yöpalautumiseen?

Hypoteesi: Samassa harjoituksessa toteutettu YKVH lisää harjoitusryhmän yöllistä parasym- paattista hermotusta.

Fyysisen kunnan on havaittu vaikuttavat sykevälivaihteluun ja parasympaattiseen hermotuk- seen palautumisen kannalta positiivisesti (Teisala ym. 2014; Gerber ym. 2009; Uusitalo ym. 2002).

5. Onko samassa harjoituksessa toteutettu YKVH :lla vaikutuksia työkykyindeksiin?

Hypoteesi: Samassa harjoituksessa toteutettu YKVH lisää harjoitusryhmän työkykyindeksiä.

Samassa harjoituksessa toteutettu YKVH :n vaikutuksista ei löydy aikaisempaa tutkimusnäyt- töä, mutta on kuitenkin selvää, että niin kestävyys –kuin voimaharjoittelukin vaikuttaa työky- kyindeksiin positiivisesti ((Blangsted ym. 2008; Sjögren ym. 2010; Sundstrup tm. 2014)

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Tutkittavat ja eettinen näkökulma

Tutkimukseen osallistui 49 lähtötasoltaan satunnaisesti liikkuvaa yli 27-64 -vuotiasta työkäistä naista. Kaikki tutkittavat rekrytoitiin yhdestä yhteistyöyrityksestä. Tutkittavien päivätyö oli pääsääntöisesti fyysisesti melko passiivista ja se sisälsi paljon istumista. Rekrytointi tapahtui yhteistyöyrityksen johtajan toimesta yrityksen oman sisäisen tiedotuskanavan kautta kevään ja kesän 2017 aikana. Ilmoittautuminen tutkimukseen tapahtui suoraan johtajalle, joka toimitti ilmoittautuneiden yhteystiedot (nimi ja sähköposti) tutkijoille. Keski-Suomen sairaanhoitopiirin tutkimuseettinen toimikunta antoi puoltavan lausunnon tutkimukselle huhtikuussa 2017. Mukaan otetuille tutkittaville annettiin kattavasti henkilökohtaista kirjallista ja suullista tietoa tutkimuksen etenemisestä ja sisällöstä. Tietoa annettiin sähköpostitse rekrytointi-ilmoituksen ja koehenkilötiedotteen muodossa ja suullisesti projektin aloituspalaverissa touku-kuussa 2017 sekä mittaus- ja harjoitustiloissa järjestetyillä tutustumiskäynneillä elokuussa 2017. Jokaista tutkittavaa pyydettiin tutustumaan ennakkoon rekrytointi-ilmoitukseen sekä koehenkilötiedotteeseen. Tutkittavat allekirjoittivat suostumuksensa kirjallisena osallistumiselle ennen tutkimuksen aloittamista.

Sydänterveyden varmistamiseksi, tutkittaville suoritettiin lepo-EKG -taltiointit. EKG -taltiointin ajaksi heitä heitä pyydettiin asettumaan makuulle tutkimuspöydälle, jolloin nilkoista ja ranteista poistettiin kuollutta ihosolukkoa hiekkapaperilla elektrodien kiinnitystä varten. Elektrodien kiinnityskohdat puhdistettiin desinfiointiliuoksella. Yhteensä kymmenen elektrodia kiinnitettiin tutkittavien kehoon: yksi jokaiseen raajaan ja kuusi rintakehään tarkasti ohjeiden mukaisesti. Taltiointi suoritettiin Cam-14 v2 -laitteella (GE Healthcare, Chicago, Yhdysvallat) ja tallennettiin Cardiosoft v6.73 -ohjelmiston (GE Healthcare, Chicago, Yhdysvallat) avulla. Taltiointin yhteydessä jokainen tutkittavat täytti Jyväskylän yliopiston virallisen esitieto- ja terveystarkastuksen. Täytetyt kyselyt ja sydänfilmit toimitettiin kardiologille tarkistettavaksi Keski-Suomen keskussairaalaan. Poissulkukriteereinä olivat tulehdukselliset sairaudet, hengitys- ja verenkiertoelimistön sairaudet, jotka haittaavat kuormitusta ja harjoittelua, hoitamaton maligni-sairaus sekä yhteistyötä tai -toimintaa haittaava psykiatrinen sairaus tai päihteiden käyttö. Tutkittavat eivät myöskään saaneet osallistua mittauksiin ja harjoituksiin akuutin tai kroonisen sairauden tai vamman sattuessa. Tutkimukseen hyväksyttiin loppujen lopuksi

yhteensä 46 tutkittavaa, jotka jaettiin kahteen ryhmään. Tutkittavien taustatiedot ovat esitettynä taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Tutkittavien taustatietojen keskiarvot ja keskihajonnat.

Ryhmä	N	Ikä (v)	Kehon paino (kg)	Pituus (cm)
HR	24	48.9 ± 9.2	71.3 ± 14.3	165.6 ± 4.8
KON	22	48.2 ± 9.4	66.8 ± 9.5	164.5 ± 4.1

HR=Harjoitusryhmä, KON=Kontrolliryhmä

6.2 Tutkimusasetelma

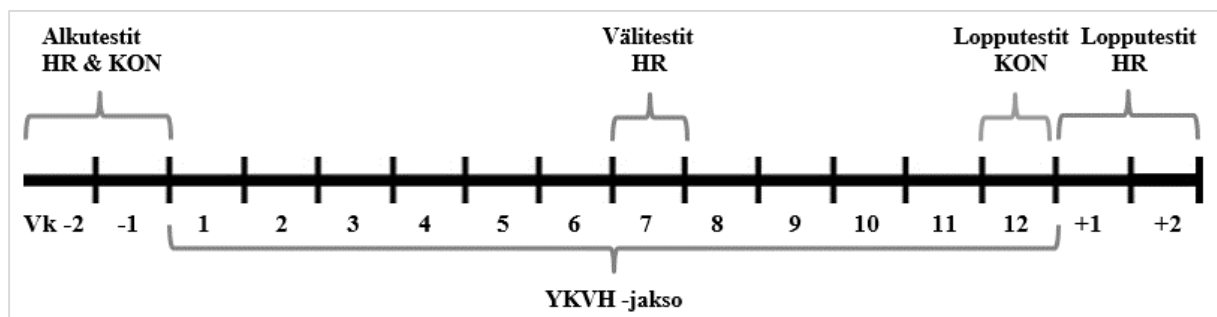
Tämän Pro Gradu -työ oli osa TYHY17 -työhyvinvointiprojektia, jonka aineistosta valmistui oman työni lisäksi Anniina Tuomolan Pro Gradu sekä kolme kandidaatin tutkielmaa. Tutkimuksen interventio sijoittui elokuusta joulukuun loppupuolelle 2017. Kaikki 46 tutkittavaa suorittivat alkumittauksen. Tutkittavat jaettiin tulosten perusteella kahteen tasavertaiseen ryhmään: yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoitusryhmä (HR, N=24) ja kontrolliryhmä (KON, N=22). Osa tutkittavista jaettiin automaattisesti kontrolliryhmään, koska heidän asuinpaikkakuntansa ei mahdollistanut säännöllistä harjoittelua. Harjoitus- ja kontrolliryhmien tasavertaisuudesta huolehdittiin tasoittamalla jakoja fyysisen kunnon (kestävyys- ja voimantuotokky) tulosten perusteella, jotta molemmat tutkimusryhmät olivat ominaisuuksiltaan mahdollisimman tasaiset.

Tutkimuksissa suoritettiin alku, väli- ja loppumittaukset. Kaikissa kerättiin seuraavaa aineistoa tätä Pro Gradu -työtä varten: Sykevälivaihteluarvot työ ja vapaa-ajalta, isometrinen ja dynaaminen voimantuotokky, kestävyys- ja voimantuotokky, antropometriset muuttujat. Tutkimuksessa kerättiin muutakin aineistoa liittyen Anniina Tuomolan Pro Graduun.

Tutkimus alkoi alkumittauksilla, jotka toteutettiin syyskuun 2017 kahden ensimmäisen viikon aikana sekä harjoitus- että kontrolliryhmälle. Alkumittauksen jälkeen harjoitusryhmä aloitti 12 viikon ohjatun yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelujakson. Samaan aikaan kontrolliryhmäläisiä ohjeistettiin ylläpitämään normaalia arkiaktiivisuuttaan intervention ajan. Myös harjoitusryhmäläisten tuli ylläpitää normaalia arkiaktiivisuuttaan vapaa-ajalla. Harjoitusryhmäläiset jaettiin kolmeen 6–9 henkilön ryhmään, jotka aloittivat harjoituksensa 75 minuutin välein ensimmäisen ryhmän saapuessa aina kello 16:00. Myös nämä pienemmät ryhmät jaettiin kahtia aloittavan harjoitusosion mukaan: kestävyysosiossa (HR-K) ja voimaosiossa (HR-V) aloittaviin

pienryhmiin. Kestävyys- ja voimaosioiden harjoitusjärjestyksen vaikutus suljettiin pois seuraavalla tavalla: Ensimmäiset viikot 1–3 HR-K -ryhmä aloitti harjoitukset kestävyysharjoitteilla ja HR-V taas voimaharjoitteilla, jonka jälkeen ryhmät vaihtoivat päikseen, jolloin seuraavat kolme viikkoa (4–6) HR-K aloitti voimaharjoitteilla ja HR-V puolestaan taas kestävyysharjoitteilla. Viikot 7–9 HR-K aloitti jälleen kestävyysosioilla ja HR-V voimaosioilla, kunnes viimeisille viikoille (10–12) järjestys muuttui jälleen. Lisäksi molemmat harjoitusosiot suoritettiin peräkkäin noin viiden minuutin siirtymällä.

Yksi harjoitussessio kesti yhteensä 75 minuuttia, joka piti sisällään 10 minuutin alkuverryttelyn ja 30 minuutin pituisen kestävyys- sekä 30 minuutin voimaosion. Ensimmäisen harjoituspuolikkaan aikana (viikot 1-6) harjoittelu sisälsi pääsääntöisesti matalaintensiteettisiä harjoitteita. Harjoitusmäärä ensimmäisen kuuden viikon aikana oli kaksi harjoitusta viikossa (maanantai ja keskiviikko). Seitsemäs harjoitusviikko sisälsi välitestit, jolloin ainoastaan harjoitusryhmän tutkittavat osallistuivat mittauksiin. Mittauksien lisäksi kyseisellä viikolla tehtiin yksi kevyempi harjoitus. Jälkimmäiselle harjoituspuolikkaalle viidennen viikon jälkeen lisättiin yksi harjoitussessio lisää. Harjoituspäivät olivat tällöin maanantai, keskiviikko ja perjantai. Harjoitusvolyymien lisäksi lisättiin myös harjoitusten intensiteettiä. Loppumittaukset ajoittuivat joulukuulle, jolloin kontrolliryhmä testattiin harjoitusryhmän viimeisen harjoitusviikon aikana. Harjoitusryhmän ryhmän viimeiset mittaukset suoritettiin joulukuulla. Myös loppumittauksissa huolehdittiin harjoitusryhmäläisten riittävästä palautumisesta harjoitusjaksosta mittaukset vähintään 72 tuntia edeltäneestä harjoitussessiosta). Lisäksi he harjoittelivat vain kaksi kertaa viimeisellä harjoitusviikolla riittävän palautumisen optimoimiseksi. Tutkimusjakson aikajana on esitettyä kuvassa 8.



KUVA 8. Tutkimuksen aikajana.

6.3 Harjoitusohjelma

Harjoitusohjelmassa harjoiteltiin kestävyyttä ja voimaa saman harjoituksen aikana muutamasta eri syystä. Ensinnäkin aiemmassa kirjallisuudessa on saatu positiivisia tuloksia etenkin maksimaalisen hapenottokyvyn kehittymisen osalla silloin kun kestävyys ja voima harjoitetaan samassa harjoituksessa (Sale ym. 1990). Myös voimaominaisuuksien kehittymisissä on havaittu hyviä tuloksia. Aikaisemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että samassa sessiossa harjoiteltuna YKVH voi parantaa voimaominaisuuksia merkittävästi (McCarthy ym. 2002; Eklund ym. 2016). Tuoreimmissa tutkimuksissa on kuitenkin myös saatu vahvaa näyttöä siitä, että erillisinä päivinä harjoiteltuna YKVH olisi jopa tehokkaampi metodi lisäämään sekä kestävyys- (Schumann ym. 2015) ja voimaominaisuuksia (Eklund ym. 2016). Kyseisten tutkimuksien harjoitusjaksojen harjoitusmäärät ovat kuitenkin olleet korkeimpia (vähintään neljä kertaa viikossa), sillä molempia ominaisuuksia harjoitettiin erillisinä sessioina vähintään kaksi kertaa viikossa. Tällainen harjoitusmäärä olisi ollut tutkittavillemme liian suuri etenkin näin lyhyen harjoitusjakson aikana. Aiemmassa tutkimuskirjallisuudessa tavattu liikunnan painonhallintaa ja terveyttä edistävä viikkosuositus vaihtelee 150 ja 300 minuutin välillä, jota pidettiin ohjenuorana myös tässä tutkimuksessa (Donnelly ym. 2009). Lisäksi Ruseskin ym. (2011) tutkimuksen mukaan YKVH on ajankäytöllisesti toimiva harjoitustyyli kehittää fyysistä kuntoa työikäisillä. Kestävyys- ja voimaosioiden tekeminen saman harjoituksen aikana tekee siitä entistäkin aikaa säästävemmän. Tutkittavat täyttivät harjoituspäiväkirjaa (liite 1) jokaisen harjoituksen aikana. Tutkijoiden oli tällä tavoin helpompi seurata harjoitusryhmäläisten voimaosion kuormien kehittymistä samalla mahdollistaen ohjeellisten kuormanlisäysehdoitusten merkitsemisen harjoituspäiväkirjoihin.

Harjoitusryhmäläisten harjoittelu tapahtui Jyväskylän yliopiston Liikuntabiologisen aineryhmän laboratoriotiloissa. Kaikki harjoitteet suoritettiin samassa tilassa. Kaikki harjoitussessiot suoritettiin kontrolloiduissa olosuhteissa valvotusti. Paikalla olevat ohjaajat (1-3 ohjaajaa) huolehtivat harjoittelun turvallisuudesta ja sen toteutumisesta. Jokaisen harjoituksen alussa pidettiin noin 10 minuutin ohjattu alkuverryttely, joka sisälsi varsinaista harjoitusta tukevia lihaksia lämmittäviä liikkeitä.

6.4 Kestävyysharjoittelu

Kestävyysharjoitus (30 minuuttia) toteutettiin pyöräillen. Se toteutettiin Precor C130i Teambike -kuntopyörillä (Pecor Incorporated, Washington, Yhdysvallat), joissa oli vastuksen

säätömahdollisuus. Aikaisempien tutkimuksien mukaan pyöräilyn on havaittu olevan hyvä metodi kehittämään kestävyyskuntoa osana yhdistettyä harjoitusmuotoa, johtuen sen suotuisemmasta biomekaniikasta. Pyöräilyssä biomekaniikka on huomattavasti juoksua lähempänä monissa voimaharjoitteluliikkeissä aikaansaaden samankaltaisia muutoksia hormonivasteissa. (Fonda & Sarabon 2012.) YKVVH:n liitetyn häiriövaikutuksen ehkäisemiseksi pyöräilyn on myös todettu olevan juoksua suotuisampi vaihtoehto, johtuen sen voiman kasvua tukevien ominaisuuksien vuoksi (Schumann ym. 2014; Wilson ym. 2012). Kestävyysosiossa käytettiin tehokasta intervallimetodia, jonka on havaittu olevan hyvä metodi parantamaan kestävyysominaisuuksia. Intervalliharjoittelu onkin hyvä menetelmä tukemaan myös voimaharjoittelusta saatavia hyötyä hermolihasjärjestelmään liittyen. (Wilson ym. 2012.)

Kestävyysharjoittelu sisälsi matala- ja korkeaintensiteettisiä harjoitteita. Intensiiteetin määrittämiseksi tarvittiin tietoon jokaisen maksimisyke, joka arvioitiin seuraavalla kaavalla: $210 - (0.65 \times \text{ikä})$. Ensimmäiset kolme viikkoa harjoitusryhmäläiset polkivat tasaisella kuormituksella 30 minuuttia alle arvioidun aerobisen kynnyssykkeen eli noin 70 % maksimisykkeestä (HRmax). Seuraavien viikkojen (viikot 4-6) aikana tutkittavia totutettiin korkeamman intensiteetin harjoitteluun. Tällöin jokaiseen harjoitukseen sisällytettiin yksi viiden minuutin kuormitusjakso, jonka aikana syketaso oli noin 80 % maksisykkeestä. Viimeiset viikot (viikot 7-12) maanantain ja perjantain kestävyysosiot toteutettiin intervalliharjoitteina. Ensimmäiset 5 minuuttia poljettiin 70 %/ HRmax, jonka jälkeen tehtiin viisi kahden minuutin intervallia (noin 90 %/ HRmax). Intervallien välissä oli aina yhden minuutin palautusjakso, jolloin tutkittavat polkivat kevyellä tahdilla ennen seuraavaa intervallia. Intervallien jälkeen loput 11 minuuttia toteutettiin jälleen 70 %/ HRmax. Kestävyysosion koko harjoitusohjelma on esitettyinä taulukossa 3. Harjoituksien sykedatat taltioitiin Firstbeatin Team Receiver -seurantalaitteella (Firstbeat Technologies Oy, Jyväskylä, Suomi). Tutkittavat käyttivät sykevöitä (jokaisella oma), mikä mahdollisti reaaliaikaisen sykeseurannan mittaustietokoneen näytöltä. Esimerkki kestävyysharjoitustapahtumasta on esitettyinä kuvassa 9.

TAULUKKO 3. KestävyysoSION harjoitusohjelma.

Viikot ja harjoituspäivät	Harjoitus	Kesto ja kynnykset
1–3 Ma & ke	A. Tasainen kuormitus	A: 30' 70%/ HRmax
4–6 Ma & ke	A. Tasainen kuormitus B. Tasainen kuormitus + sprintti + tasainen kuormi- tus	Ma: A: 30' 70%/ HRmax Ke: B: 15' 70%/ HRmax + 5' 80 %/ HRmax + 10' 70%/ HRmax
7–12 Ma, ke & pe	A. Tasainen kuormitus C. C. Intervalliharjoitus	Ma & pe: C: 5' 70 %/ HRmax + 5 x 2' 90 %/ HRmax/ 1' palautuksilla + 11' 70 %/ HRmax Ke: A: 30' 70%/ HRmax



KUVA 9. Tutkittavia polkemassa kestävyysharjoitusta. Jokaisella on oma sykevyö, joka lähettää sykedataa Firstbeatin Team Receiver -vastaanottimeen. Tutkittavat seuraavat sykereaktiotaan reaaliaikaisesti edessä olevalta tietokoneen näytöltä.

6.5 Voimaharjoittelu

30 minuutin voimaosiossa tavoitteena oli harjoittaa koko kehon lihaksistoa kuitenkin painopisteen ollessa selvästi alaraajan lihaksissa. Harjoitusohjelmassa oli seitsemän eri liikettä, joista toteutettiin jokaisessa harjoitussessiossa järjestyksessä kuusi, niin että aina yksi liikkeistä jäi tekemättä. Jokaiseen liikkeeseen oli varattu keskimäärin viisi minuuttia aikaa, jolloin kaikki kuusi liikettä oli mahdollista suorittaa palautuksineen noin 30 minuutissa. Palautukset sarjojen välillä olivat 60-90 sekuntia. Kolme voimaharjoituksen liikkeistä on esitetty kuvassa 10. Keskivartaloa harjoitettiin keskivartalon hallinnan vahvistamiseksi. Tällä on luonnollisesti positiivinen vaikutus ylä- ja alaraajojen voimantuottokykyyn kuin myös ryhdin ylläpitoon. Harjoitusjakson edetessä voimaosiossa nostettiin kuormaa ja vähennettiin toistoja. Progressiivisuutta tarkkailtiin harjoituspäiväkirjojen kautta, jonne harjoitusryhmäläiset kirjasivat jokaisen liikkeen toisto-, sarja- ja kuormamäärät. Voimaosion koko harjoitusohjelma on esitetty taulukossa 4.

Ensimmäiset viikot (1–6) olivat voimaharjoitteluun totuttelua, jolloin tutkittavat suorittivat kolme 14 toiston sarjaa kevyellä kuormalla (40–60 % arvioidusta 1RM -tuloksesta). Keskivartaloa harjoitettavissa liikkeissä (3 x 10 toistoa) käytettiin pääasiassa oman kehon painoa. Seuraaville viikoille (7-9) lisättiin sekä intensiteettiä että harjoitusvolyymiä. Tällöin harjoitukset sisälsivät kolme 10 toiston sarjaa 70–80 % kuormalla arvioidusta 1RM-tuloksesta kolmesti viikossa. Harjoitusohjelmaan otettiin mukaan myös ylätalja, jota vaihdeltiin selän ojennuksen kanssa joka harjoituskerta. Viimeisillä viikoilla (10-12) pyrittiin laskemaan hieman harjoituksen kokonaiskuormitusta loppumittauksia varten. Harjoitusohjelmaa kevennettiin siten, että kolme suurta alaraajoihin keskittyvää voimaliikettä (jalkaprässi, polven koukistus ja polven ojennus) vaihtelivat harjoituksesta toiseen siten, että yksi niistä jätettiin aina pois. Lisäksi keskiviikon harjoitus muutettiin huomattavasti kevyemmäksi. Tällöin kuormamäärät vaihdettiin viikkojen 7-9 kaltaisiksi. Vastaavasti taas maanantain ja perjantain harjoituksissa kuormaa nostettiin jopa lähellä 90 % arvioidusta 1RM -tuloksesta.

TAULUKKO 4. Voimaosion harjoitusohjelma.

Viikot ja päivät	Liikkeet (kesto yht. 30')	Sarjat ja toistot/ palautus/ kuorma
1–6 Ma & ke	<ol style="list-style-type: none"> Jalkaprässi Polven koukistus Polven ojennus Pystypunnerrus tangolla Hauiskääntö käsipainoilla Vatsarutistus penkissä Selän ojennus penkissä 	<p>Liikkeet 1–5: 3 x 14/ 60–90’’ 40–60 % 1RM</p> <p>Liikkeet 6–7: 3 x 14 oman kehon painolla</p>
7–9 Ma, ke & pe	<ol style="list-style-type: none"> Jalkaprässi Polven koukistus Polven ojennus Pystypunnerrus tangolla Hauiskääntö käsipainoilla Vatsarutistus penkissä Selän ojennus penkissä/ ylätalja 	<p>Liikkeet 1–5: 3 x 10/ 60–90’’ 70–80 % 1RM</p> <p>Liikkeet 6–7: 3 x 14 oman kehon painolla/ lisäpainoilla</p>
10–12 Ma, ke & pe	Samat kuin edellisessä, mutta liikkeet 1–3 vaihtuivat niin, että jokaisessa harjoitussessiossa näistä suoritettiin vain kaksi liikettä.	<p>Ma & pe: Liikkeet 1–5: 1 x 10/ 70–80 % 1RM + 3 x 6/ 60–90’’ 80–90 % 1RM Liikkeet 6–7: 3 x 14 oman kehon painoilla/ lisäpainoilla</p> <p>Ke: Liikkeet 1–5: 3 x 10/ 60–90’’ 70–80 % 1RM Liikkeet 6–7: 3 x 14 oman kehon painoilla</p>



KUVA 10. Tutkittavat harjoittelemassa voimaosioita. Vasemmalla jalkaprässi, keskellä polven koukistus ja oikealla polven ojennus.

6.6 Aineiston keräys ja analysointi

6.6.1 Fyysinen kunto

Kestävyysuorituskyky. Kestävyysuorituskyky mitattiin ja arvioitiin 6 minuutinen kestoisella yksiportaisella polkupyöraergometritestillä (Åstrand & Ryhming 1954). Menetelmä pohjautuu sydämen sykkeen ja hapenkulutuksen väliseen lineaariseen riippuvuussuhteeseen sekä oletukseen siitä, että parempi kuntoisimmilla ja nuoremmilla niin sanottu steady state -taso on alhaisempi tietyllä submaksimaalisella kuormituksella. Testin mittaustarkkuuden on todettu olevan kohtuullisen hyvä havaitsemaan kunnossa tapahtuvia muutoksia. Se myös soveltuu hyvin harjoittelun kehittävyden seurantaan kaikenikäisillä yksilöillä helppotensa ansiosta. (Keskinen ym. 2010, 82–86)

Testi suoritettiin rauhallisissa olosuhteissa MONARK Ergomedic 839E -merkkisellä polkupyöraergometrillä (Monark Exercise AB, Vansbro, Ruotsi, KUVA 11). Tutkittavaa ohjeistettiin ennen testin alkua. Testin aikana sydämen sykettä seurattiin Polarin A300 HR -sykemittarilla (Polar Electro Oy, Kempele, Suomi). Testissä valittu polkemisteho valitaan sukupuolen ja kuntotason perusteella siten, että hyväkuntoisilla naisilla polkemisteho on yleensä noin 100 W, normaalikuntoisilla 75 W ja huonompikuntoisilla 50 W. Alkutestissä jokainen tutkittava lähti toteuttamaan testiä 50 watilla, koska tutkittavien kuntotasoa ei ollut tiedossa. Testissä poljettiin kuusi minuuttia ja samaan aikaan siinä seurattiin sykkeen käyttäytymistä. Alle 40-vuotiailla syketaajuuden täytyi sijoittua 130-170 ja yli 40 vuotiailla 120-150 syketaajuuden välille. Tutkittavat ylläpitävät polkemistahtiaan tasaisena (50 kierrosta minuutissa). Polkemistahtia he pystyivät seuraamaan polkupyöraergometrin näytöltä. Testi aloitettiin 50 Watin teholla ja sykkeen reagoimista kuormitukseen seurattiin noin kahden minuutin ajan. Jos syke jäi selkeästi alle tavoitealueen, polkeminen keskeytettiin ja kuormaa nostettiin 25-50 W. Tätä jatkettiin siihen asti, kunnes oli päästy oikealle sykealueelle. Tämän jälkeen käynnistettiin virallinen kuuden minuutin testi. Testaaja kirjasi sykkeet ylös minuutin ja RPE (rating of perceived exertion) -kuormitusarvioit (asteikolla 6–20) kahden minuutin välein viralliseen mittauspöytäkirjaan. Testi hyväksyttiin, mikäli kahden viimeisen minuutin eli 5. ja 6. minuutin sykelukemat eivät eronneet toisistaan enempää kuin 5 lyöntiä minuutissa. Väli- ja lopputesteissä kuorma ja muut säädöt asetettiin alkumittaustuloksien mukaan.

VO₂max eli maksimaalinen hapenottokyky arvioitiin epäsuorasti Åstrandin ja Ryhmingin (1954) nomogrammilla. Nomogrammissa otettiin huomioon testin poljinteho ja sitä vastaava syke. Näiden kahden muuttujaan välille piirrettiin suora viiva, joka lävisti muuttujien välissä olevan VO₂max-asteikon. Kohta, jossa viiva lävisti kyseisen asteikon, kertoi maksimaalisen hapenottokyvyn tuloksen (L/min). Saatua tulosta korjattiin ikäkorjauskertoimella ja se suhteutettiin vielä tutkittavan kehon painoon kertomalla tulos luvulla 1000 ja jakamalla se kehonpainolla (kg). Lopullisissa tuloksissa esitettiin arvioitu absoluuttinen ja kehon painoon suhteuttu maksimaalinen hapenottokyky.

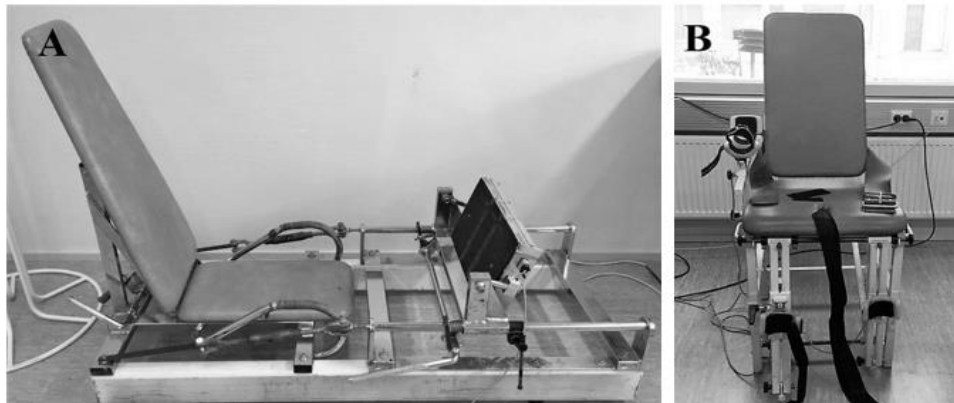


KUVA 11. MONARK Ergomedic 839E -polkupyöräergometri.

Isometrinen voimantuotto. Alaraajojen isometristä voimantuottoa testattiin jalkaprässillä sekä polven koukistus- ja ojennustesteillä. Yläraajojen voimantuottokykyä testattiin kyynärvarren koukistustestillä. Kaikki mittalaitteisiin tehdyt säädöt kirjattiin ylös tulevia testejä varten luotettavuuden lisäämiseksi. Kaikissa mittauksissa tutkittavia ohjeistettiin tekemään mahdollisimman maksimaalinen voimantuotto mittauksen aikana. Yhdessä suorituksessa tutkittavan tuli ylläpitää maksimaalista voimantuottoaan noin 3–5 sekuntia. Suorituksen jälkeen pidettiin aina noin 60 sekunnin palautus. Jokaisessa testissä mittaussuorituksia tehtiin vähintään kolme kappaletta, mutta jos perättäisten suoritusten välinen saatu tulos parani yli 5 %, suoritettiin uusi toisto. Kaikissa testeissä tulokset saatiin ja analysoitiin käyttämällä Signal 4.10 -tietokoneohjelmistoa (Cambridge Electronic Design Ltd., Cambridge, Yhdistynyt kuningaskunta), joka analysoi voimasignaalin muuntaen tuloksen lopuksi Newtoniksi.

Isometrisessä jalkaprässissä (KUVA 12A, Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä, Suomi) tutkittava istui penkissä niin, että alaselkä oli tiukasti kiinni selkänöjassa. Mittauksen aikana tutkittavan polvikulma säädettiin niin, että se oli 107 astetta. Myös jalkaterien tarkasta asennosta huolehdittiin ja ne asetettiin teipeille merkityille kohdille.

Isometrisessä polvipenkissä (KUVA 12B, Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä, Suomi) mitattiin polven ojennusta ja koukistusta, mutta myös kyynärvarren koukistusta. Testin ajan tutkittava istui penkissä tiukasti selkä kiinni selkänöjassa. Penkkiä säädettiin siten, että polvitaive sijoittui istuinosan reunalla ja niin, että käsivarsi ja hartialinja olivat 90 asteen kulmassa. Tutkittavan kiinnitykseen käytettiin leveää vyötä, joka esti penkissä liikkehdinnän. Oikea nilkka ja ranne kiinnitettiin niin ikään remmeillä. Järjestyksessä ensimmäisenä mitattiin oikean kyynärvarren isometrinen voima, sitten oikean polven ojennus ja viimeisenä polven koukistus.



KUVA 12. Isometriset voimatestit: A. jalkaprässi; B. kyynärvarren koukistus, polven ojennus ja polven koukistus.

Dynaaminen voimantuotto. Ylä- ja alaraajojen dynaamista voimantuottoa testattiin kahdella erillisellä testillä. Yläraajojen voimantuottoa testattiin käsipainoilla pyspunnerrus-toistomaksimitestillä. Testissä tutkittavat istuivat tuolissa selkä kiinni tiukasti selkänöjassa. Testissä tutkittavat suorittivat maksimaalisen määrän toistoja vuorotahtiin joko 5 tai 7 kilogramman käsipainoilla. Testaaja huolehti toistojen laskemisesta ja puhtaasta suoritustekniikasta. Testi lopetettiin, kun tutkittava ei enää saanut käsipainoa hyväksytysti työnnettyä ylös. Hyväksytyssä toistossa käsivarsi ojentui suoraksi korvan juuresta niin, että käsipaino on loppuasennossa pään

yläpuolella. Tutkittava sai jatkaa toistojen tekemistä vahvemmallalla kädellä, vaikka toinen käsi väsyi.

Viimeinen testi toteutettiin DAVID F210 -dynaamisessa jalkaprässissä (KUVA 13, David Sports Oy., Helsinki, Suomi). Jalkaprässin penkki säädettiin niin, että tutkittavan polvikulma oli pienin mahdollinen, kuitenkin alimmillaan noin 60 astetta. Tutkittavan tuli istua selkä kiinni tiukasti selkänöjassa samalla pitäen kiinni määrätystä kahvoista. Jalkaterät asetettiin teipeillä merkattuihin paikkoihin. Testin ensimmäisessä vaiheessa määritettiin 1RM-tulos. Ennen 1RM-tuloksen etsimistä, suoritettiin viiden ja kolmen toiston lämmittely-/ lähestymissarjat. Toistojen välillä pidettiin noin 2-3 minuutin palautus. Painopakkaan lisättiin kuormitusta hyväksytyjen toistojen välillä viisi kilogrammaa kerrallaan siihen asti, ettei tutkittava saanut enää hyväksytyä toistoa aikaiseksi. Paras testitulos kirjattiin mittauspöytäkirjaan. Toisessa vaiheessa toteutettiin vielä toistomaksimitesti 80 %:n kuormalla 1RM-tuloksesta. Testissä testajan vastuulla oli laskea hyväksytyä toistomäärää ja huolehtia testin turvallisuudesta.



KUVA 13. Dynaaminen jalkaprässi.

6.6.2 PSS –stressikysely ja työkykyindeksi

PSS (The Perceived Stress Scale). Subjekttiivinen stressi mitattiin tutkimuksissa usein käytetyn 14 kysymystä sisältävän PSS –kyselyn avulla (LIITE 2) (Föhr ym. 2015; Cohen ym. 1983). Jokaisessa kysymyksessä oli 5 vastausvaihtoehtoa. PSS –pisteiden määrä riippui, mikä vastausvaihtoehto ympyröitiin: En koskaan=0, Harvoin=1, Välillä=2, Melko usein=3, Hyvin

usein=4. Kysymyksien 4-7 ja 9-10 sekä 13 muotoilut olivat sellaiset, että ne pisteytettiin käänteisenä (En koskaan=4, Harvoin=3...jne). (Cohen ym. 1983.)

Työkykyindeksi. Työkykyindeksi mitattiin TTL:n työkykyindeksikyselyn avulla (Liite 3). Kysely koostuu yhteensä seitsemästä eri osa-alueesta, jotka mittaavat tutkittavan terveydentilaa sekä fyysisiä ja henkisiä ominaisuuksia. Varsinainen indeksi saadaan laskettua summaamalla vastauksista saadut pisteet yhteen. Pisteet kuvaavat tutkittavan työkykyä ja ne voivat vaihdella 7-49 pisteen välillä (Taulukko 5). (Ilmarinen ym. 1995; Rautio & Michelsen 2013.)

TAULUKKO 5. Työkykypistetasot (Rautio & Michelsen 2013).

Pisteet	Työkyky	Toimenpiteet
7-27	Huono	Työkyvyn palauttaminen
28-36	Kohtalainen	Työkyvyn edistäminen
37-43	Hyvä	Työkyvyn vahvistaminen
44-49	Erinomainen	Työkyvyn ylläpitäminen

6.6.3 Sykevälivaihtelumittaukset

Objektiivista stressiä ja unenaikaista palautumista mitattiin Firstbeat bodyguard 2 –mittalaitteen avulla (KUVA 13.) (Firstbeat technologies Oy, Jyväskylä, Suomi). Mittausjakson pituus jokaisella mittauskerralla oli yhteensä 5 vuorokautta (120 tuntia). Mittalaite kiinnitettiin elimistöön elektrodeilla ja sitä pidettiin päällä jatkuvasti lukuun ottamatta suihkussa/saunassa/uimassa tms. käyntiä. Mittaustarkkuus laitteessa oli 1 ms (1000 Hz). Mittausdata purettiin Firstbeat –ohjelmistoon (hyvinvointianalyysi) USB –portin kautta. Ohjelmiston kautta data saatiin talukkomuotoon varsinaista analysointia varten.



KUVA 13. Firstbeat bodyguard 2 -mittalaite (Firstbeat technologies Oy, Jyväskylä, Suomi).

Työstressi. Jokaisesta mitatusta työpäivästä analysoitiin yhteensä 6 tuntia. Mittaustuloksista työstressin osalta käytettiin lopulta kolmen passiivisimman työpäivän keskiarvoja eli yhteensä 18 tunnin ajalta, jos virhettä ei sisältynyt mittausjaksoon. Työpäivän aktiivisuus (askeleet) mitattiin niin ikään Firstbeat bodyguard 2 –mittalaitteen kiihtyvyyssanturin avulla. Sama toistettiin alku- ja loppumittauksissa. Harjoitusryhmällä mitattiin sykevälivaihtelua myös puolessa välissä harjoitusjaksoa. Sykevälivaihtelumuuttujista analysoitiin Firstbeatin stressi-indeksi, RMSSD, HF, LF ja HF/LF –muuttujat.

Unenaikainen palautuminen. Unenaikaista palautumista mitattiin jokaisella mittauskerralla myös 5 yön ajalta, mutta niistä analysoitiin loppujen lopuksi ainoastaan 3 yötä johtuen pääasiassa mittausvirheistä. Jos mittausvirhettä ei sisältynyt mittausjaksoon, valittiin unijaksoista 3 parasta RMSSD –muuttujan mukaan. Jokaiselta yöltä analysoitiin yhteensä 4h jakso päiväkirjamerkintöjen mukaan (30 minuuttia nukahtamisen jälkeen). Sykevälivaihtelumuuttujista analysoitiin RMSSD, HF, LF ja HF/LF –muuttujat.

6.7 Tilastolliset analyysit

Tilastolliset analyysit tehtiin IBM SPSS Statistics 24.0 Windows (SPSS Inc., Chicago, Illinois, Yhdysvallat) sekä Microsoft Excel 2010 -ohjelmilla (Microsoft Corporation., Redmond., WA., USA). Aineiston normaalijakautuneisuus tarkastettiin Shapiro-Wilk -testillä. Ryhmien sisäiset muutokset kaikkien tuloksien osalta analysoitiin toistettujen mittausten ANOVA:lla sekä

riippuvien otosten t-testillä. Ryhmien välisiä eroja lähtötilanteessa sekä muuttujien suhteellisten muutosten eroja pre-post -mittausten välillä tarkasteltiin riippumattomien otosten t –testillä. Pearsonin korrelaatiota käytettiin muuttujien suhteellisen kehityksien välisten yhteyksien tarkasteluun. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p \leq 0.05^*$. Muut raja-arvot tilastollisille merkitsevyyksille olivat $p < 0.01^{**}$ ja $p < 0.001^{***}$.

7 TULOKSET

Alkutestien vertailussa ryhmien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja mitattujen sykevälivaihtelumuuttujien, työkykyindeksin, subjektiivisen stressi-indeksin, hermolihasjärjestelmän muuttujien eikä kestävyysmuuttujien osalta.

7.1 Fyysisen kunnon testit

Epäsuora submaksimaalinen hapenottokyvyn testi: Harjoitusryhmä paransi kestävyys suorituskykyään enemmän kuin kontrolliryhmä (Taulukko 6). Painoon suhteutettu kestävyys suorituskyky ($VO_2\max$ ml/kg/min) kehittyi harjoitusryhmällä tilastollisesti merkitsevästi mid-pre välillä ($8,0 \pm 9,4$ %, $p=0.000$) ja pre-testistä verrattuna post-testiin ($p=0.000$). Mid-post-testien välillä ei kuitenkaan tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia ($2,1 \pm 7,7$ %, $p=0.42$). Absoluutisessa kestävyys suorituskyvyssä ($VO_2\max$ l/min) muutokset olivat harjoitusryhmällä samankaltaiset kuin painoon suhteutettuna (pre-mid $8,5 \pm 8,8$ %; mid-post $1,48 \pm 6,87$ %). Tilastollinen merkitsevyys löytyikin harjoitusryhmällä pre-mid ja pre-post-testien välillä (pre-mid $p=0.000$; pre-post $p=0.000$). Kontrolliryhmällä tilastollisesti merkitseviä muutoksia tapahtui ainoastaan painoon suhteutetussa kestävyys suorituskyvyssä ($p=0.006$). Harjoitusryhmä paransi kuitenkin molempia muuttujia huomattavasti enemmän pre-post-testien vertailussa ($VO_2\max$ ml/min/kg; $p=0.003$; $VO_2\max$ l/min; $p=0.001$).

TAULUKKO 6. Kestävyystulokset ja muuttujien suhteellinen muutos pre-post-testien välillä.

HR = harjoitusryhmä ja KON = kontrolliryhmä.

	HR				KON		
	Pre	Mid	Post	$\Delta\%$	Pre	Post	$\Delta\%$
VO₂max (ml/kg/min)	$23,7 \pm 5,2$	$25,5 \pm 6,0^{***a}$	$25,9 \pm 5,8^{***a}$	$9,9 \pm 10,0\#$	$1,6 \pm 0,22$	$1,7 \pm 0,3^{***a}$	$2,8 \pm 4,3$
VO₂max (l/min)	$1,66 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,3^{***a}$	$1,8 \pm 0,2^{***a}$	$9,8 \pm 8,3\#$	$24,77 \pm 5,1$	$25,3 \pm 5,2$	$2,2 \pm 6,3$

Ryhmien sisäisten muutosten tilastollinen merkitsevyys: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$. a = muutos verrattuna pre-testiin, b = muutos verrattuna mid-testiin. Ryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys: # $p<0.01$.

Dynaaminen jalkaprässi 1RM ja toistomaksimit: Jalkaprässimaksimi parantui tilastollisesti merkitsevästi harjoitusryhmällä pre-mid-testien välillä ($p=0.001$) kuin myös toistomaksimi ($p=0.001$). Mid-post testien vertailussa harjoitusryhmällä tapahtui molemmissa muuttujissa tilastollisesti merkitseviä muutoksia (JP 1RM $p=0.004$; JP RM $p=0.001$). Jalkaprässimaksimi parantui tilastollisesti merkitsevästi molempien ryhmien osalta pre-post testien vertailussa (HR $p=0.001$; KON $p=0.001$) kuin myös toistomaksimi (HR $p=0.001$; KON $p=0.001$). Samankaltaisia tuloksia oli havaittavissa niin ikään pystypunnerrustestissä, jossa harjoitusryhmä paransi toistomaksimiaan pre-mid -testien välillä lähes 40 % ($39,6 \pm 15,5$, $p=0.000$). Sama trendi jatkui post-testeissä, jossa harjoitusryhmä paransi pystypunnerrustaan entisestään, kun taas kontrolliryhmällä tulokset olivat maltillisempia eivätkä tilastollisesti merkitseviä (HR $p=0.001$) Kaikissa muuttujissa harjoitusryhmän suhteelliset parannukset erosivat kontrolliryhmästä tilastollisesti merkitsevästi (JP 1RM, $p=0.001$; JP RM, $p=0.001$; PP RM, $p=0.001$).

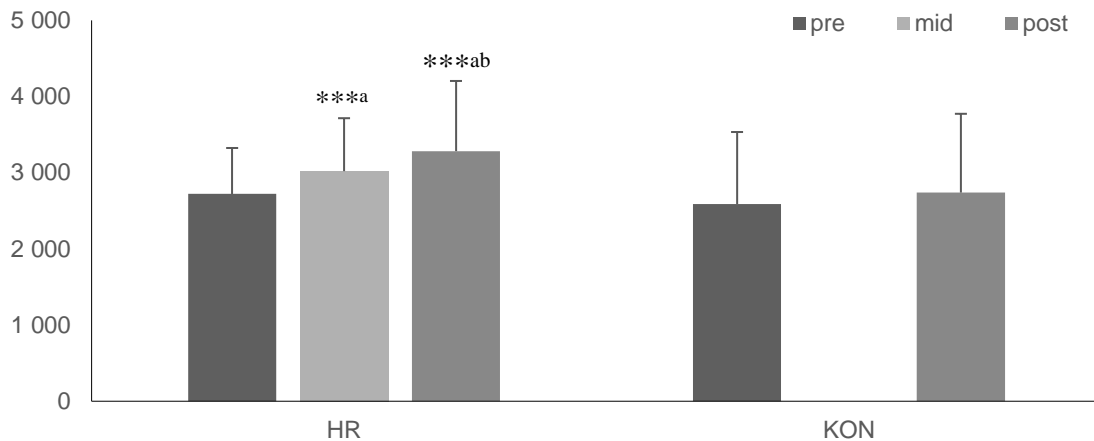
TAULUKKO 7. Dynaamisten voimatestien tulokset ja muuttujien suhteellinen muutos pre-post-testien välillä. HR = harjoitusryhmä ja KON = kontrolliryhmä.

	HR				KON		
	Pre	Mid	Post	$\Delta\%$	Pre	Post	$\Delta\%$
JP 1RM	119,2 \pm 24,1	128,2 \pm 22,2****a	131,9 \pm 26,4****ab	11,2 \pm 9,7#	117,7 \pm 29,5	121,1 \pm 28,6****a	3,4 \pm 4,4
JP RM (80%)	27,4 \pm 10,0	42,4 \pm 18,1****a	53,6 \pm 21,6****ab	100,8 \pm 69,4#	23,8 \pm 9,0	28,9 \pm 11,3****a	22,7 \pm 20,2
PP RM	39,6 \pm 15,5	55,9 \pm 26,0*a	67,3 \pm 35,5*b****a	70,9 \pm 56,3#	35,3 \pm 14,2	40,4 \pm 19,2	17,52 \pm 36,9

Ryhmien sisäisten muutosten tilastollinen merkitsevyys: * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$. a = muutos verrattuna pre-testiin, b = muutos verrattuna mid-testiin. Ryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys: # $p<0.001$.

Isometriset voimamittaukset: Harjoitusryhmän isometrisissä voimamuuttujissa tapahtui jokaisella mittauskerralla (mid ja post) tilastollisesti merkitseviä muutoksia verrattuna pre-testiin. Isometristen voimien summa (Isometrinen jalkaprässi, kyynärvarren koukistus, polven ojennus ja koukistus) parantui mid-testiin verrattuna tilastollisesti merkitsevästi ($11,3 \pm 9,8$ %, $p=0.001$). Myös mid-post testien välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä muutos ($8,0 \pm 6,6$ %, $p=0.001$). Post-testi verrattuna pre-testiin oli niin ikään harjoitusryhmällä tilastollisesti

merkitsevä ($20,2 \pm 12,8 \%$, $p=0.001$). Kontrolliryhmä paransi myös hieman tuloksiin post-testissä verrattuna pre-testiin, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä ($5,6 \pm 13,3 \%$, $p=0.07$). Suhteellinen muutos harjoitusryhmällä oli tilastollisesti merkitsevä verrattuna kontrolliryhmän muutokseen ($p<0.001$). Ryhmäkohtaiset absoluuttiset erot ja tulokset ovat esiteltyinä kuvassa 14.



KUVA 14. Isometristen voimatestien voimien summa eri mittauskerroilla (pre-mid-post). Ryhmien sisäisten muutosten tilastollinen merkitsevyys: *** $p<0.001$. a = muutos verrattuna pre-testiin, b = muutos verrattuna mid-testiin.

Harjoitusryhmän muutokset mid-post välillä olivat kaikki tilastollisesti merkitseviä (IJP $p=0.001$; IKK $p=0.004$; IPO $p=0.001$; IPK $p=0.03$). Muutokset post-mid välillä olivat kaikissa muissa tilastollisesti merkitsevät lukuun ottamatta unilatelaarista isometristä polven ojennusta (IJP $p=0.001$; IKK $p=0.004$; IPO $p=0.06$; IPK $p=0.0014$). Harjoitusryhmän muutokset post-testissä verrattuna pre-testiin olivat kaikki tilastollisesti merkitseviä (IJP $p=0.001$; IKK $p=0.001$; IPO $p=0.001$; IPK $p=0.002$). Kontrolliryhmällä pre-post testien välillä ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia lukuun ottamatta isometristä kyynärvarren koukistusta (IJP $p=0.08$; IKK $p=0.002$; IPO $p=0.23$; IPK $p=0.66$). Suhteelliset muutokset isometrisessä polven koukistuksessa ja jalkaprässissä olivat harjoitusryhmällä tilastollisesti merkitsevästi suuremmat verrattuna kontrolliryhmän muutoksiin ($p<0.01$). Ryhmäkohtaiset absoluuttiset tulokset ja suhteellinen muutos pre-post testien välillä ovat esiteltyinä taulukossa 8.

TAULUKKO 8. Isometristen voimatestien tulokset ja muuttujien suhteellinen muutos pre-post-testien välillä. HR = harjoitusryhmä ja KON = kontrolliryhmä. IJP= Isometrinen jalkaprässi, IKK= Isometrinen kyynärvarren koukistus, IPO = Isometrinen polven ojennus, IPK = Isometrinen polven koukistus.

	HR				KON		
	Pre	Mid	Post	Δ%	Pre	Post	Δ%
IJP	1909,1 ± 526,6	2134,8 ± 601,9***a	2356,5 ± 822,3***ab	22,9 ± 17,8#	1819,3 ± 809,5	1938,7 ± 916,5	6,5 ± 18,0
IKK	218,7 ± 31,7	235,6 ± 35,2***a	245,8 ± 36,7***b** *a	13,1 ± 13,6	217,8 ± 43,7	232,5 ± 51,3***a	6,7 ± 9,8
IPO	430,9 ± 116,5	470,9 ± 119,0***a	492,3 ± 118,3***a	17,4 ± 23,7	402,9 ± 114,7	422,0 ± 99,6	7,9 ± 25,1
IPK	162,0 ± 42,1	179,1 ± 44,9*a	188,6 ± 43,4***ab	20,0 ± 26,3#	149,3 ± 46,2	145,9 ± 56,8	-2,0 ± 24,6

Ryhmien sisäisten muutosten tilastollinen merkitsevyys: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001. a = muutos verrattuna pre-testiin, b = muutos verrattuna mid-testiin. Ryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys: # p<0.01.

7.2 Stressimittaukset

Askeleet. Analysoitavat työpäivät valittiin askeleiden perusteella (Taulukko 9). Harjoitusryhmän työpäivien askeleiden määrä lisääntyi harjoitusjakson edetessä. Muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä pre-mid –testien vertailussa (p=0.035) kuin myös pre-post –vertailussa (p=0.014). Kontrolliryhmällä muutos askeleiden määrässä ei ollut tilastollisesti merkitsevä (p=0.244). Suhteellisissa muutoksissa ei myöskään havaittu ryhmien välillä tilastollisesti merkitseviä muutoksia.

TAULUKKO 9. Työpäivien aktiivisuus (askeleita keskimäärin/2 tuntia).

	HR				KON		
	Pre	Mid	Post	Δ%	Pre	Post	Δ%
Askeleet	179,9 ± 89,0	219,4 ± 95,2 ^a	237,0 ± 152,2 ^a	30,8 ± 56,2	217,6 ± 89,9	244,8 ± 107,8	22,4 ± 51,2

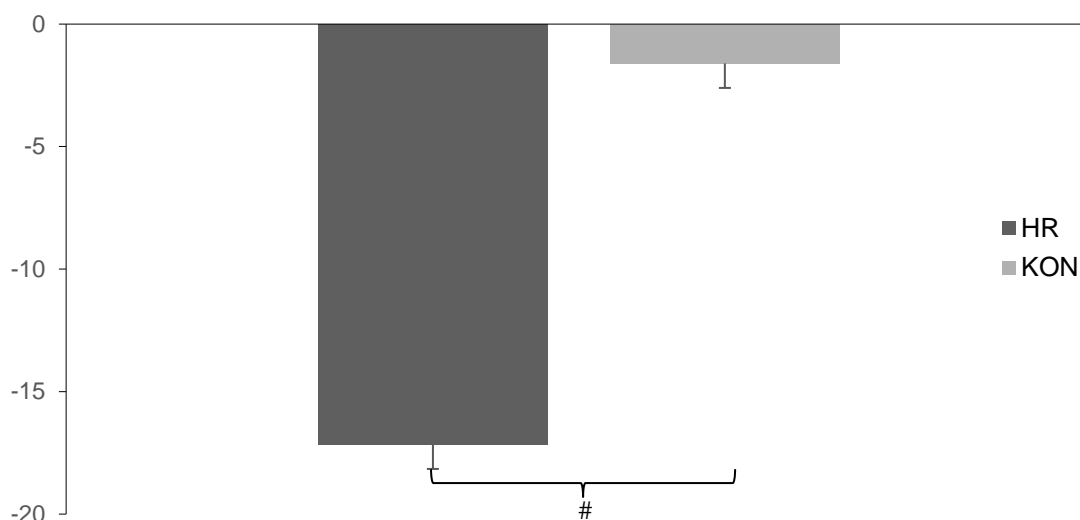
Ryhmien sisäisten muutosten tilastollinen merkitsevyys: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001. a = muutos verrattuna pre-testiin, b = muutos verrattuna mid-testiin. Ryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys: # p<0.05.

Stressi, PSS. Harjoitusryhmällä tapahtui tilastollisesti merkitseviä muutoksia RMSSD:ssä pre-mid-testien välillä (p=0.03). Muutos oli negatiivinen ja viittasi sympaattisen hermoston aktiivisuuden lisääntymiseen. Samankaltaisia muutoksia tapahtui myös muissa muuttujissa mid ja pre-testien välillä, mutta ne eivät olleet tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Subjektiiivisessa stressi-indeksissä oli viitteitä stressin vähenemiseen, mutta muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä (-6,0 ± 33,6 %, p=0.09). Harjoitusryhmällä havaittiin tilastollisesti merkitseviä muutoksia post -testissä verrattuna mid ja pre -testeihin. Stressi-indeksi väheni tilastollisesti merkitsevästi (mid-post p=0.001; pre-post p=0.001). Myös HF -muuttuja lisääntyi tilastollisesti merkitsevästi post -testeissä verrattuna mid ja pre -testeihin (mid-post p= 0.005; pre-post p=0.01). Kontrolliryhmällä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä muutoksia pre-post -testien vertailussa. Suhteellisista muutoksista harjoitusryhmä-kontrolliryhmä -vertailussa havaittiin tilastollisia merkitseviä eroja stressi-indeksin (Kuva 15) (p=0.008) ja LF -muuttujan osalta (p=0.024). Myös PSS -muuttuja lähestyi ryhmien välisessä vertailussa tilastollisesti merkitsevää (p=0.056). Ryhmäkohtaiset absoluuttiset tulokset ja suhteellinen muutos pre-post testien välillä ovat esiteltyinä taulukossa 10.

TAULUKKO 10. Stressimittausten tulokset ja muuttujien suhteellinen muutos pre-post –vertailussa. HR = harjoitusryhmä ja KON = kontrolliryhmä.

	HR				KON		
	Pre	Mid	Post	Δ%	Pre	Post	Δ%
Stressi-indeksi	143,0 ± 35,6	143,3 ± 29,9	117,9 ± 34,8***ab	-17,2 ± 16,3#	137,9 ± 34,5	132,8 ± 35,6	-1,6 ± 21,3
RMSSD	31,3 ± 23,7	25,5 ± 9,7* ^a	28,8 ± 13,2	4,8 ± 34,1	28,7 ± 13,6	25,2 ± 8,4* ^a	-7,1 ± 20,5
HF	698,8 ± 564,4	683,5 ± 574,7	917,4 ± 805,9***b* ^a	35,2 ± 72,8	874,9 ± 706,9	723,5 ± 370,2	10,6 ± 72,3
LF	1606,1 ± 979,5	2248,4 ± 3553,0	1761,7 ± 1158,7	8,6 ± 35,8#	2644,4 ± 2800,6	1858,7 ± 1294,3	-13,9 ± 28,7
HF/LF	361,7 ± 208,7	-	413,6 ± 494,3	37,5 ± 201,5	372,7 ± 137,4	411,1 ± 417,5	14,7 ± 115,9
PSS	14,4 ± 7,1	13,2 ± 7,0	12,9 ± 7,4	-2,1 ± 54,9	14,0 ± 6,9	15,2 ± 5,6	36,0 ± 74,0

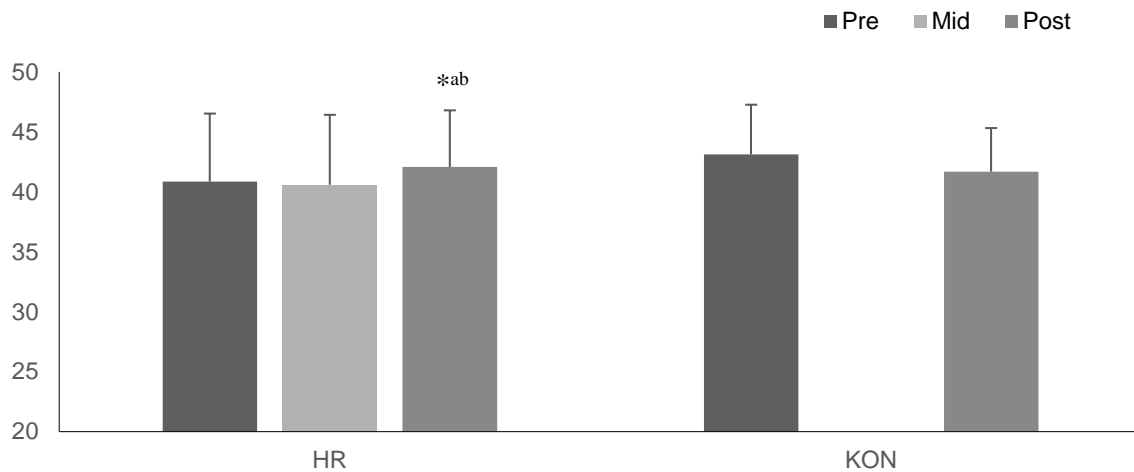
Ryhmien sisäisten muutosten tilastollinen merkitsevyys: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001. a = muutos verrattuna pre-testiin, b = muutos verrattuna mid-testiin. Ryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys: # p<0.05.



KUVA 15. Stressi-indeksin suhteellinen muutosprosentti pre-post –testien välillä. HR=Harjoitusryhmä ja KON=Kontrolliryhmä. Ryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys: # p<0.05.

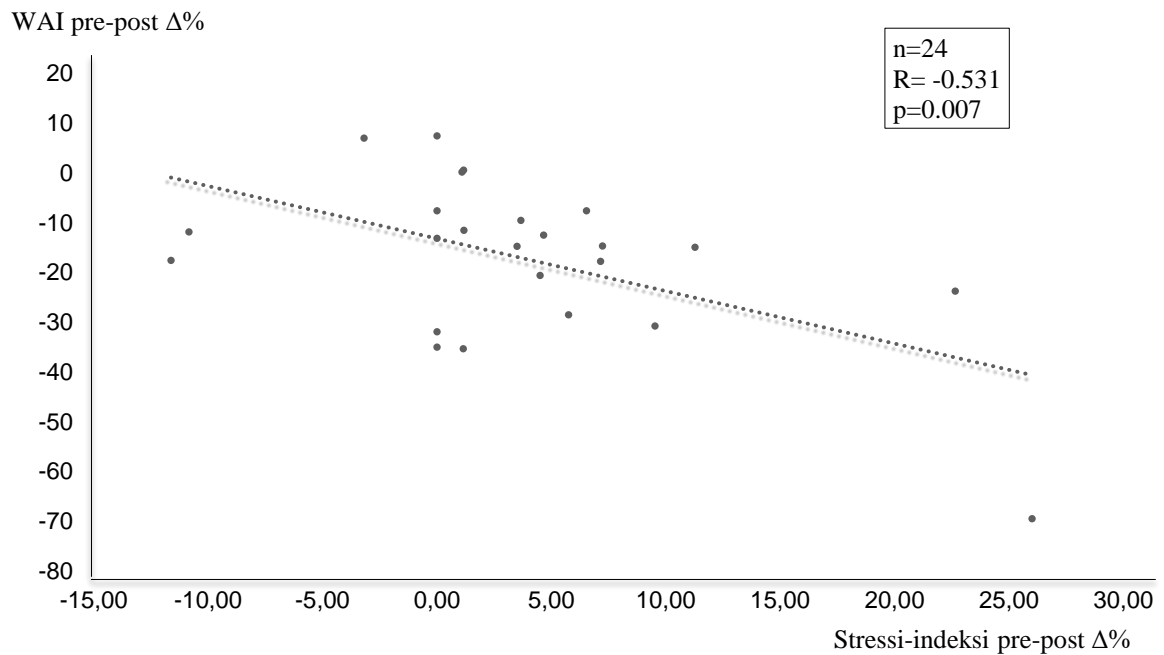
7.3 Työkykyindeksi

Työkykyindeksi säilyi muuttumattomana harjoitusryhmällä pre-mid –vertailussa ($-0,6 \pm 4,5 \%$, $p=0.49$). Muutoksia havaittiin kuitenkin mid-post ja pre –post –testien välillä (Kuva 16). Muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä (mid-post $4,5 \pm 8,9 \%$, $p=0.022$; pre-post $3,8 \pm 8,3 \%$, $p=0.035$). Kontrolliryhmällä sisäiset muutokset olivat negatiiviset, muttei tilastollisesti merkitsevät ($-2,7 \pm 10,3 \%$, $p=0.14$). Harjoitusryhmällä muutokset olivat tilastollisesti merkitsevästi suuremmat verrattuna kontrolliryhmään ($p=0.023$).



KUVA 16. Työkykyindeksin tulokset eri mittauskerroilla (pre-mid-post). Ryhmien sisäisten muutosten tilastollinen merkitsevyys: * $p<0.05$. a = muutos verrattuna pre-testiin, b = muutos verrattuna mid-testiin.

Työkykyindeksin pre-post –muutos korreloi harjoitusryhmällä isometrisen kyynärvarren koukistuksen muutoksen kanssa tilastollisesti merkitsevästi ($R=0.481$, $p=0.017$). Stressi-indeksin vähenemisellä löytyi myös yhteys työkykyindeksin muutoksiin (KUVA 17). Korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä myös näiden kahden muuttujan välillä ($p=0.007$).



KUVA 17. Työkykyindeksin ja stressi-indeksin pre-post –muutosten välinen korrelaatio harjoitusryhmällä.

7.4 Uni

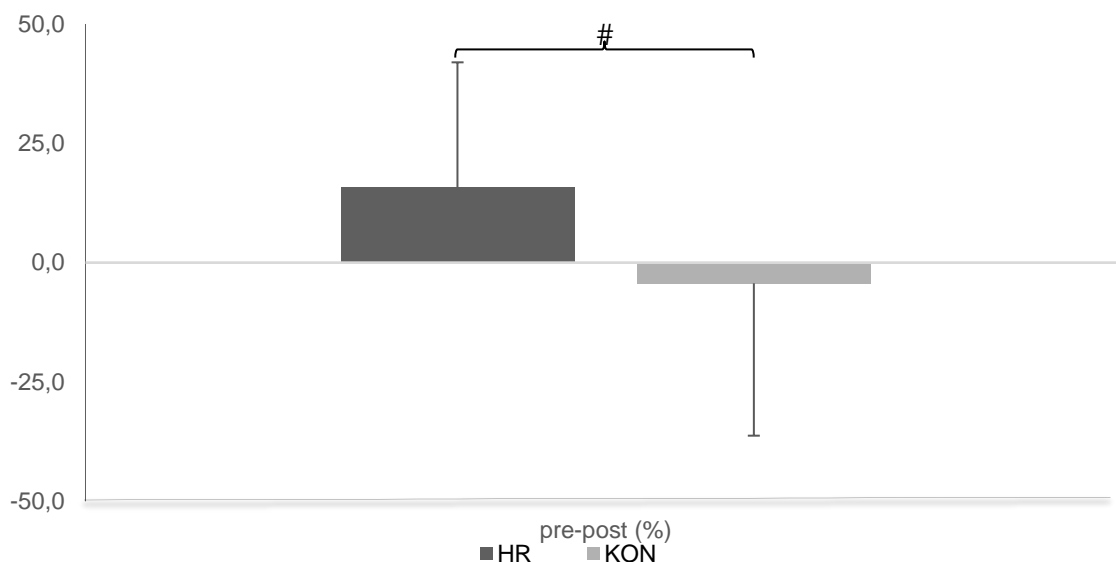
Unen aikaisista sykevälivaihtelumuuttujista löytyi harjoitusryhmällä tilastollisesti merkitseviä muutoksia eri mittauskertojen välillä (TAULUKKO 12). Pre-mid –vertailussa ainoastaan RMSSD ja HF muuttujissa löytyi tilastollisesti merkitseviä muutoksia harjoitusryhmällä (RMSSD $p=0.032$; HF $p=0.013$). Mid-post –vertailussa ei löytynyt yhdenkään muuttujan osalta tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Harjoitusryhmän tilastollisesti selvästi merkitsevimmät muutokset havaittiin kuitenkin pre-post –mittausten välillä. Sykevälivaihteluarvoista luotettavin eli RMSSD lisääntyi jopa yli 15 % ($p=0.009$). Muista muuttujista HF ja LF lisääntyivät yli 35 %. Muutokset olivat tilastollisesti merkitsevät (HF $p=0.032$; LF $p=0.002$). Kontrolliryhmällä muutokset olivat esimerkiksi RMSSD:n osalta negatiiviset, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Myöskään muissa muuttujissa ei havaittu kontrolliryhmällä tilastollisesti merkitseviä muutoksia pre-post –vertailussa. Ryhmien välisissä suhteellisissa muutoksissa tilastollisesti merkitsevä ero löytyi ainoastaan RMSSD:stä.

TAULUKKO 12. Unimittausten tulokset ja muuttujien suhteellinen muutos pre-post –vertailussa. HR = harjoitusryhmä ja KON = kontrolliryhmä.

	HR				KON		
	Pre	Mid	Post	$\Delta\%$	Pre	Post	$\Delta\%$
RMSSD	27,7 ± 9,9	30,7 ± 11,7* ^a	31,7 ± 12,9*** ^a	15,8 ± 26,2#	32,9 ± 16,0	31,2 ± 19,4	-4,3 ± 31,9
HF	699,1 ± 500,6	914,4 ± 723,6* ^a	897,3 ± 772,5* ^a	36,8 ± 57,1	1038,6 ± 808,7	1329,1 ± 2672,7	23,6 ± 173,2
LF	1271,4 ± 810,4	1522,5 ± 1002,2	1651,9 ± 1043,1** ^a	36,1 ± 48,5	1937,9 ± 1758,2	2222,6 ± 3847,0	2,5 ± 73,0
HF/LF	258,8 ± 146,5	273,1 ± 171,4	278,0 ± 169,6	17,2 ± 61,3	282,3 ± 145,1	266,0 ± 142,3	-2,3 ± 25,6

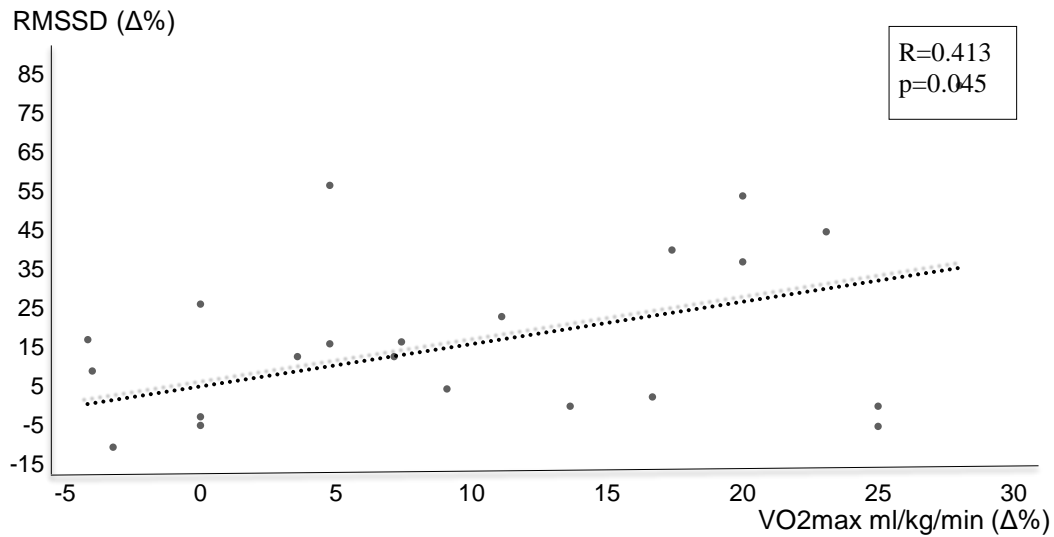
Ryhmien sisäisten muutosten tilastollinen merkitsevyys: * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001. a = muutos verrattuna pre-testiin, b = muutos verrattuna mid-testiin. Ryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys: # p<0.05.

Ryhmien välisessä vertailussa havaittiin tilastollisesti merkitseviä muutoksia RMSSD –muuttujan osalta (KUVA 18, p=0.024). Suhteelliset muutokset viittasivat kontrolliryhmällä siihen, että sympaattisen hermoston aktiivisuus lisääntyi, kun taas harjoitusryhmällä muutokset viittasivat parasympaattisen hermoston aktiivisuuden lisääntymiseen.



KUVA 18. Unenaikaisen RMSSD -arvon suhteellinen muutosprosentti pre-post –testien välillä. HR=Harjoitusryhmä ja KON=Kontrolliryhmä. Ryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys: # p<0.05.

Kehon painokiloon suhteutettu kestävyys suorituskyvyn suhteellinen parannus pre-post –testien välillä (VO_{2max} ml/kg/min) korreloi tilastollisesti merkitsevästi unen aikaisen RMSSD-arvon parannuksen kanssa (KUVA 19). Samankaltaisia yhteyksiä löytyi myös HF –muuttujan kanssa ($R=0.422$, $p=0.040$).



KUVA 19. Kehon painoon suhteutetun kestävyys suorituskyvyn (VO_{2max} ml/kg/min) ja unenaikaisen RMSSD:n pre-post –muutosten välinen korrelaatio harjoitusryhmällä.

POHDINTA

Kahdentoista viikon yhdistetyn kestävyys- ja voimaharjoittelun seurauksena harjoitusryhmän fyysiset ominaisuudet kehittyivät huomattavasti. Positiivisia vaikutuksia löytyi myös sykevälivaihtelulla mitattuun stressiin ja yöpalautumiseen sekä työkykyindeksiin. Ryhmien välisissä vertailuissa suhteelliset muutokset olivat merkitseviä harjoitusryhmän puolella aina fyysisten ominaisuuksien parannuksista sykevälivaihtelumuuttujiin asti.

Tutkittavat: Tutkittavat olivat työkuvaltaan lähinnä terveydenhoitajia ja lääkäreitä. Tutkittavissa oli myös muutama työterveyspsykologi ja työfysioterapeutti. Molemmissa ryhmissä lähtötaso fyysisiltä ominaisuuksiltaan oli samankaltainen, eikä ryhmien välillä ollut havaittavissa tilastollisesti merkitseviä eroja. Myös tutkittavien keski-ikä, hajonta, kehon paino, pituus ja painoindeksi olivat ryhmien välillä melko samat (taulukko 2). Voidaan siis sanoa, että ryhmät olivat lähtötasoltaan samankaltaiset ja ryhmien välinen vertailu oli täten melko luotettava.

Harjoittelu: Tutkittavien harjoittelu toteutettiin valvotusti. Harjoituksia ohjattiin yhteensä 28 kappaletta, joista jokaisen tutkittavan tuli toteuttaa vähintään 90 %. Korvaavia harjoituksia järjestettiin aina tarpeen mukaan, jos joku tutkittavista ei päässyt ryhmäharjoituksiin. Harjoitusohjelmaa toteutettiin pääsääntöisesti omatoimisesti, joskin paikalla oli aina vähintään yksi ohjaaja. Tutkittavat pitivät itse huolen toistoista, kuormista, palautuksista ja sykkeistä. On mahdollista, että harjoitusohjelman noudattamisessa oli jonkin verran puutteita johtuen itseohjautuvuudesta. Tämä oli kuitenkin hyväksyttävä, sillä resursseja ei ollut useampaan ohjaajaan tai täysin henkilökohtaiseen valmennukseen. Kestävyysosion sykealueet olivat arvioituja arvioitun maksimisykkeen perusteella, joten on todennäköistä, että ne eivät olleet täysin oikeat. Myös voimaosioiden kuormat olivat pääosin arvioita, joten tähän todennäköisesti sisältyy virheen mahdollisuus.

Tässä tutkimuksessa ei tutkittu harjoitusjärjestyksen vaikutuksia. Tutkimuksien mukaan onkin hieman epäselvää, että onko harjoitusjärjestyksellä edes vaikutuksia. Osa tutkimusta tukee sitä, että se ominaisuus tulisi tehdä ensin, mitä halutaan kehittää eniten (Cadore ym. 2013; Chtara ym. 2005). Osassa taas näyttäisi siltä, että järjestyksellä ei ole väliä (Sale ym. 1990; McCarthy ym. 2002). Mahdollista harjoitusjärjestyksen vaikutuksia minimoitiin sillä, että järjestystä vaihdettiin 3 viikon välein. Aikaisemmin tällaista ei tiettävästi ole tehty. Kysymykseksi tuleekin, että oliko 3 viikon välein vaihdettu harjoitusjärjestys riittävä, vai oliko tällä jonkin verran

merkitystä tutkimustuloksiin? Joka tapauksessa tärkeintä oli, että harjoitusryhmä parantaisi fyysisiä ominaisuuksiaan huomattavasti enemmän kuin kontrolliryhmä, jotta harjoittelun vaikutuksia stressiin ja työkykyyn olisi mahdollista tutkia luotettavasti.

Fyysiset ominaisuudet: Molempien ryhmien arvioitu maksimaalinen hapenottokyky (absoluuttinen ja kehonpainoon suhteutettu) parani odotetusti. Harjoitusryhmän muutokset olivat tilastollisesti merkitsevät kaikkien mittauksien välillä lukuun ottamatta mid-pre –vertailua. Kestävyydestinä oli Åstrandin epäsuora pp –ergometritesti, jossa poljettiin 6 minuuttia submaksimaalisessa sykkeellä. Testi on paljon käytetty, mutta aiheuttaa luonnollisesti enemmän virheen mahdollisuutta kuin suorat testit (noin 10 %, Åstrand & Rhyning 1954). Testi poljettiin pääsääntöisesti noin 60-80 % arvioiduista sykemaksimista riippuen testattavasta. Jo pelkkä arvioitu sykemaksimi lisää virheen mahdollisuutta suuntaan tai toiseen. Joka tapauksessa kestävyys suorituskyvyn parannukset ovat hyvin linjassa aikaisempien tutkimuksien kanssa, joissa 12-24 viikon yhdistetyn kestävyys –ja voimaharjoittelujakson aikana VO₂max on parantunut noin 5-15 % (Chtara ym. 2005; Pellegrino ym. 2014; Schumann ym. 2015).

Parannukset hapenottokyvyssä selittyvät hengitys –ja verenkiertoelimistön kehittymisellä, mutta myös parantuneella taloudellisuudella (Loveless ym. 2005). On myös mahdollista, että voimaharjoittelun jälkeen tehty kestävyys harjoite saattaa toimia jopa aktiivisena palautumismetodinä (Drummond ym. 2005). Tällöin intensiteetin tulisi olla luonnollisesti maltillisempi, jotta tällainen palautumishyöty saavutettaisiin, kuten tässä tutkimuksessa oli ensimmäisen 6 viikon aikana. Voimaharjoittelu parantaa myös hermolihasjärjestelmän taloudellisuutta ja kykyä aktivoita motorisia yksiköitä. Tästä on havaittu olevan huomattavaa hyötyä kestävyyslajeissa. (Cadore ym. 2011.) Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että samassa sessiossa harjoitellun YKVH:n vaikutukset terveyteen saattavat olla jopa suuremmat verrattuna siihen, että jos kestävyys –ja voimaharjoitukset tehtäisiin erikseen (Häkkinen ym. 2003; Sheikholeslami-Vatani ym. 2015). Myös Sale ym. (1990) havaitsivat, että kestävyys suorituskyky kehittyy samankaltaisesti, tehdään harjoitteet sitten eri päivinä tai saman session aikana. Tosin tuoreimmissa tutkimuksissa tulokset ovat puoltaneet sitä, että erikseen suoritettut kestävyys –ja voimaharjoitteet parantaisivat fyysisiä ominaisuuksia jopa enemmän. Tällöin pitäisi tehdä vain kaksinkertainen lukumäärä harjoituksia. (Schumann ym. 2015.) Näin aktiivinen harjoittelu ainakin tämän tutkimuksen tutkittaville olisi ollut monelle ajallisesti ongelma, joten samassa sessiossa harjoiteltu YKVH on hyvä tapa saada vähintäänkin samat terveyshyödyt. Ero Schumann ym. (2015) ja Sale ym. (1990) tutkimuksien välillä saattaa myös löytyä voimaharjoitusten

sisällöistä. Sale ym. (1990) tutkimuksessa voimaharjoitteiden kuormat olivat pääasiassa submaksimaalisia kun taas Schumann ym. (2015) tutkimuksen harjoitusohjelma sisälsi pääasiassa raskasta tai maksimaalista voimaharjoittelua, mikä saattaa jopa häiritä kestävyuden kehittymistä. Tässä tutkimuksessa voimaharjoituksien kuormat olivat kohtuullisen kevyitä lukuun ottamatta harjoitusohjelman toista loppupuolta. Voi olla siis mahdollista, että voimaharjoitteet olivat kestävyuden kehittymisen kannalta loppupuolella jopa liian kovat. Parannukset kontrolliryhmällä arvioidussa hapenottokyvyssä olivat hieman yli 2 % luokkaa. Tulos selittynee oppimisen vaikutuksella.

Voimaominaisuuksissa tapahtui erittäin paljon tilastollisia merkitseviä parannuksia koko harjoitusjakson etenkin harjoitusryhmällä. Myös kontrolliryhmällä tapahtui jonkin verran parannuksia, johtuen todennäköisesti oppimisen vaikutuksista. Isometriset voimaominaisuudet parantuivat mittauksesta riippuen 13-23 %. Tulokset ovat samankaltaiset aikaisempien tutkimuksien kanssa, joissa maksimaalisen dynaamisen ja isometrisen voimantuoton parannukset ovat olleet 10-35 % välillä (Eklund ym. 2016; Pinto ym. 2015; Wilhelm ym. 2015; Cadore ym. 2013; Sale ym. 1990). Suurimmat suhteelliset parannukset nähtiin kuitenkin dynaamisissa toistomaksimitesteissä, jossa harjoitusryhmä paransi JP toistomaksimiaan yli 100 % ja pystypunneuksessa yli 70 %. Tulokset kertovat merkittävästä toimintakyvyn kehittämisestä. Näissä testeissä korostuu entisestään oppimisen vaikutus ja tutkittavien tausta. Tutkittavat olivat pääsääntöisesti satunnaisesti liikkuvia ja aikaisempi kokemus tämän kaltaisista mittauksista oli vähäinen. Etenkään pre –testeissä todellista toistomaksimia ei välttämättä kaikille tutkittaville tullut. Kontrolliryhmä paransi post –testeihin toistomaksimituloksiaan noin 17 % jalkaprässissä ja 22 % pystypunnerruksessa, mitkä antavat viitteitä paljonko harjoitusryhmän tuloksiin sisältyy ”uskon puutetta” ja oppimisen vaikutusta.

On mahdollista, että voimaominaisuuksien kehittyminen heikkeni jonkin verran kestävyysharjoittelun takia. Voimaominaisuuksien kehittyminen saattaisi olla suurempaa, jos voima – ja kestävyysharjoitteiden välissä olisi enemmän palautusaikaa (Sale ym. 1990). Voimaharjoittelu aktivoi pääasiassa nopeita motorisia yksiköitä, kun taas pyöräilyssä, etenkin suurella vastuksella, aktivoidaan niin nopeita kuin hitaitakin motorisiakin yksiköitä (Vøllestad, Vaage & Hermansen 1984). Tämä yhdistelmä saattoi olla liikaa tutkittaville haitaten etenkin voimaominaisuuksien kehittymistä. Harjoituksien aikana tällaisia tuntemuksia oli kuultavissa. Jos olisimme vakioineet polkemistahdin kevyemmäksi olisi voimaominaisuudet saattaneet kehittyä jopa enemmän. Tosin polkemistahdin vakiointi ei ollut varusteiden puitteissa edes mahdollista

vaan kestävyysosio tehtiin ainoastaan sykeohjatusti.

Työstressi: Työstressiä mitattiin objektiivisesti ja subjektiivisesti. Tutkimuksessa ei altistettu tutkittavia tietoisesti stressille vaan he jatkoivat normaalisti työpäiviään. Tämä luonnollisesti hankaloittaa johtopäätöksen tekemistä, sillä subjektiivinen stressikyselykin mittaa yleisesti sen hetkistä tutkittavien stressituntemusta. Tuloksissa oli havaittavissa sykevälivaihtelumuuttujissa negatiivisia muutoksia pre-mid –testien välillä. Tämä kertoo lisääntyneestä sympaattisesta aktiivisuudesta. Tuloksissa oli kuitenkin havaittavissa positiivisia tuloksia niin objektiivisissa (sykevälivaihtelu) kuin subjektiivisissa (PSS) stressimittauksissa etenkin mid-post –ja pre –post vertailussa. Pre-post –vertailussa stressi-indeksi väheni harjoitusryhmällä yli 17 % kun taas kontrolliryhmällä vastaava muutos oli alle 2 % . Samankaltaisia muutoksia löytyi harjoitusryhmällä myös parasympaattista hermotusta kuvaavassa HF –muuttujassa, joka lisääntyi yli 35 % pre-post –vertailussa. Mielenkiintoista oli se, että myös subjektiivinen stressi-indeksi väheni harjoitusryhmällä koko harjoitusjakson. Kontrolliryhmällä subjektiivinen stressi taas lisääntyi jopa yli 30 % . Tutkimuksessa oli havaittavissa se, että niin harjoitus kuin kontrolliryhmällä työkuormitus lisääntyi tutkimuksen loppua kohden johtuen työn kausiluontoisuudesta ja tämä näkyi etenkin kontrolliryhmän tuloksissa, vaikka myös harjoitusryhmäläiset kertoivat samankaltaisia tuntemuksia. Onkin hyvin todennäköistä, että harjoitusjakso ennaltaehkäisi harjoitusryhmällä jonkin verran stressin kehittymistä verrattuna kontrolliryhmään. Ryhmien välisessä vertailussa subjektiivinen stressi-indeksi lähestyikin tilastollisesti merkitsevää ($p=0.056$) antaen positiivisia viitteitä siitä, että harjoitusjaksolla oli ennaltaehkäiseviä vaikutuksia.

Vahvaa yhteyttä ei kuitenkaan löytynyt stressimuuttujien ja fyysisten ominaisuuksien välillä, vaikka niin voisi olettaa aikaisempien tutkimuksien perusteella. Etenkin kestävyys suorituskyky on havaittu olevan yhteydessä korkeimpiin HRV –arvoihin ja subjektiiviseen stressiin (Klaperski ym. 2014). Korrelaatiota kuitenkin löytyi stressi-indeksin ja absoluuttisen kestävyys suorituskyvyn välillä: Harjoitusryhmän subjektiivisen stressi-indeksin muutokset korreloivatkin lähes tilastollisesti merkitsevästi absoluuttisen kestävyys suorituskyvyn kanssa ($R=0.375$, $p= 0.071$).

Työpäivien sykevälivaihtelumittauksien vahvuus ja heikkous olivat se, että mittaukset toteutettiin arkipäivinä tutkittavien todellisessa työympäristössä. Usein sykevälivaihtelulla mitattua työstressiä ollaan mitattu lyhyen ajanjakson verran kontrolloiduissa olosuhteissa eli aitoa stressitilannetta ei välttämättä ole edes läsnä. Tällainen pidempi työpäivien mittausjakso tuokin

uusia näkökulmia stressitutkimuksiin. Heikkoutena oli se, että emme tarkalleen tiedäneet mitä mittauspäivinä todellisuudessa tapahtui: Miten kuormittavia työtilanteet subjektiivisesti olivat? Sykevälivaihteluun vaikuttavat kaiken lisäksi myös useat muut eri tekijät kuten kahvi, ruokailu, hengitysharjoitukset, tupakanpolto, alkoholi, ikä, sosiaaliset tilanteet (Task Force 1996). Esimerkiksi ruokailusta ja kahvin käytöstä emme pitäneet kirjaa, joten tarkkaan emme tiedä mitä tutkittavat todellisuudessa tekivät työpäivien aikana.

Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu, että etenkin aerobinen matalaintensiteettinen harjoittelu vähentää työstressiä (Klaperski ym. 2014; Von Haaren ym. 2016), joten olisiko tulokset olleet entistä paremmat, jos harjoitusjakso olisi sisältänyt enemmän matalaintensiteettistä harjoittelua? Anaerobisen voimaharjoittelun ei ainakaan ole havaittu vaikuttavan suoraan sykevälivaihtelulla mitattuun stressiin positiivisesti (Blumenthal ym. 1990; Sherwood ym. 1989; Spalding ym. 2004), joten voisi olettaa, että vaikutukset työstressiin olisivat olleet paremmat aerobisella matalaintensiteettisellä harjoittelulla. Tosin Karavirran (2011) väitöskirjatutkimuksessa havaittiin, että voimaharjoittelu ei välttämättä heikennä kestävyysharjoittelun positiivisia vaikutuksia hengitys- ja verenkiertoelimistöön ja sitä kautta autonomiseen hermostoon, vaan erilaiset harjoitusvasteet saattavat johtua yksinkertaisesti suuremmasta harjoittelumäärästä. Fyysisen harjoittelun tiedetään myös lisäävän hyvän olon hormonien eritystä, mikä osaksi saattaa selittää harjoitusryhmän paremmat subjektiiviset tulokset (Grossmann ym. 1984).

Yleisesti ottaen tiedetään, että liikunta ja harjoittelu parantavat elämänlaatua ja edistää terveyttä (Atlantis ym. 2004). On kuitenkin mahdollista, että säännöllinen harjoittelu saattaa aiheuttaa liikuntariippuvaisuutta, jolla vastaavasti saattaa olla negatiivisia vaikutuksia psykologiseen terveyteen (Hausenblas & Downs 2002). Tässä tutkimuksessa harjoitusten määrä ei todennäköisesti ollut niin suuri, että liikuntariippuvaisuutta esiintyisi. Stressiä on saattanut aiheuttaa kuitenkin muutkin eri tekijät kuten ajanhallinta ja autonomian puute. Karasekin stressiteorian (1979) mukaan stressiä voi aiheuttaa se, että ihmisellä ei ole mahdollisuus vaikuttaa riittävästi asioihin. Tätä tukee hyvin Aizenin (1991) suunnitellun käyttäytymisen teoria, jonka mukaan pahoinvointia saattaa syntyä, jos yksilöllä ei ole mahdollisuus vaikuttaa täysin aika-tiloihin tai omaan käyttäytymiseen. Tutkittavat harjoittelivat ohjatusti tiettyinä kellonaikoina ja päivinä, mitä kautta todennäköisesti muodostui hieman aikataulupaineita. Tämä saattoi olla yksi stressinaiheuttaja vaikuttaen mahdollisesti haitallisesti tutkimustuloksiin.

Tutkimuksen ajankohta ajoittui vuoden pimeämpään aikaan. Alkumittaukset tehtiin

syyskuussa ja loppumittaukset joulukuussa. Käytännössä tutkimuksen kulku oli koko ajan pimeyttä kohti eli luonnollisen valon määrä väheni jatkuvasti. Kaamosmasennuksen oireet voivat olla samankaltaisia kuin masennuksen eli väsymys, voimattomuus, unen laadun heikkeneminen, stressi ja niin edelleen. (Magnusson & Boivin 2003.) Tiedetään myös, että naiset kokevat yleisesti ottaen stressiä enemmän johtuen muun muassa vaihtelevasta hormonitasapainosta (Albert y 2015). Nämä asiat täytyy ottaa luonnollisesti huomioon tutkimustuloksissa. Voimme kuitenkin päätellä, että liikunta on hyvä tapa ennaltaehkäistä kaamosmasennusta. Mielenkiintoista olisi nähdä myös olisiko tulokset olleet jopa paremmat, jos tutkimuksen ajankohta olisi ollut keväällä.

Unipalautuminen: Nykypäivänä palautumisen merkitystä stressissä korostetaan yhä enemmän. Palautumisen tavoitteena on rakentaa ja palauttaa elimistöä työkuormituksen aiheuttamista vaurioista. Uni onkin yksi tärkeimpiä stressin lieventäjiä, joten sen roolia stressin hallinnassa ei tulisi vähätellä. Harjoitusryhmällä unipalautumisessa tapahtui tilastollisesti merkitseviä muutoksia. Sykevälivaihtelulla (RMSSD) mitattu harjoitusryhmän unipalautuminen lisääntyi jopa yli 15 % kun taas kontrolliryhmällä tulokset jopa heikkenivät. Tulokset ovat yhteydessä aikaisempien tutkimuksien kanssa, joissa säännöllisen fyysisen harjoittelun ja kunnan on havaittu parantavan unenlaatua (Driver & Taylor 2000). Yhteys löytyikin kestävyysominaisuuksien (VO₂max ml/kg/min) suhteellisten parannusten ja sykevälivaihtelumuuttujien kanssa. Kehon painokiloon suhteutettu arvioitu hapenottokyky oli yhteydessä RMSSD:n ja HF:n kanssa, vahvistaen aikaisempia tutkimusnäyttöjä siitä, että fyysisellä kunnolla on vaikutuksia sykevälivaihtelulla mitattuun yöpalautumiseen.

Liikunnan intensiteetillä ja ajoituksella saattaa olla kuitenkin vaikutuksia unenlaatuun. Tässäkin tutkimuksessa harjoitusryhmän harjoitukset sijoituivat klo 17-20 välille, mikä ei välttämättä aina ole optimaalinen aika harjoitella unenlaadun parantamisen kannalta. Kova fyysinen harjoittelu ilta-aikaan vaikuttaa objektiivisesti mitattuun (syke ja sykevälivaihtelu) unen laatuun heikentävästi etenkin ensimmäisten tuntien aikana, vaikka subjektiivisesti ei näyttäisi olevan vaikutuksia (Myllymäki ym. 2011). Sykevälivaihtelun palautuminen kovasta kuormituksesta riippuu paljon harjoitustaustasta, intensiteetistä ja ajasta. Käytännössä mitä heikompi yksilön kunto ja korkeaintensiteettisempi on harjoitus, sitä hitaampaa on harjoituksen jälkeinen palautuminen (Seiler ym. 2007). Tutkittavat tässä tutkimuksessa olivat satunnaisesti liikkuvia, joten äkillinen kuormituksen lisääminen voi heikentää palautumiskykyä illalla ja altistaa ylirasitustilalle. Vastaavasti taas kevyellä harjoittelulla on positiivisia vaikutuksia unenlaatuun

(Vuori ym. 1988). Tämä saattaa johtua siitä, että liikunnan lisäämä elimistön lämpäminen saattaa aktivoida hypotalamuksessa sijaitsevan preoptisen alueen (preoptic area), mikä vähentäisi liikunnan jälkeen lämmönsäätelyä ja näin vaikuttaen unenlaatuun positiivisesti. Myös adenosiniin erityksen on havaittu lisääntyvän liikunnan seurauksena, mikä parantaa unen laatua. Adenosini toimii unen ja väsymyksen välittäjäaineena. (Dworak ym. 2007.) Selkein syy unenlaadun parantamiselle on se, että liikunta vähentää ahdistuneisuutta ja stressiä (Petruzzello ym. 1991). Harjoitusryhmän harjoittelu sisälsi niin matala – kuin korkeaintensiteettistä harjoittelua, joten vaikea sanoa paljonko harjoitteluintensiteetin vaihtelu vaikutti loppujen lopuksi akuutisti unenlaatuun. Föhr ym. (2015) mukaan päivän aikainen runsas fyysinen aktiivisuus saattaa vaikuttaa samana päivänä unen laatuun heikentävästi, mutta pidemmällä aikavälillä fyysinen aktiivisuus ja kunto parantavat unen laatua huomattavasti. Tämän voimme joka tapauksessa todeta myös tutkimuksemme tuloksista.

Työkykyindeksi: Työkykyindeksissä tapahtui niin ikään positiivisia muutoksia ja se paranikin harjoitusryhmällä tilastollisesti merkitsevästi lähes 4 %. Kontrolliryhmällä työkykyindeksi jopa väheni 3 %:lla. Työkykyindeksi on laaja moniosainen kysely, jossa kartoitetaan niin fyysisen kuin psyykkisen hyvinvoinnin tilaa sekä niiden suhdetta työn vaatimuksiin. Tutkittavien työ oli fyysisesti passiivista ja pääosin istumatyötä, joten esim. niska-hartiaseudun vaivat olivat yleisiä. Etenkin voimaharjoittelun on aikaisempien tutkimuksienkin mukaan havaittu vaikuttavan tuki – ja liikuntaelinvaivoihin positiivisesti ja sitä kautta työkykyindeksiin (Sundstrup ym. 2014), mutta myös kestävyysharjoittelun on havaittu parantavan työkykyindeksiä (Abedian ym. 2016). Työkyvyn parannus tässä tutkimuksessa on tapahtunut monen eri tekijän kautta kuten fyysisten ja henkisten ominaisuuksien. Työkykyindeksi korreloi vahvasti muun muassa stressi-indeksin ja isometrisen kyynärvarren koukistuksen kanssa, joten suurimmat syyt työkyvyn parantumiseen löytynevät näistä molemmista tekijöistä. Täytyy kuitenkin muistaa, että työkykyindeksi on puhtaasti subjektiivinen, joten tämä voi aiheuttaa virhettä tietyissä kyselymyksissä. Jos tutkittavalla on ollut normaalia huonompi päivä, voi olla mahdollista, että hän ei pysty vastaamaan kysymyksiin niin todenmukaisesti kuin mahdollista. Tosin tässä tutkimuksessa työkykyindeksiä tukevat lukuisat voima – ja stressimittaukset, joten uskon tuloksien olevan melko luotettavat.

Nykypäivänä työkyvyttömyyden suurimmat syyt ovat tuki – ja liikuntaelinvaivojen lisäksi mielenterveyden häiriöt, kuten stressi ja stressiperäiset sairaudet. Naisilla stressiperäisistä sairauksista etenkin masennus on yksi yleisempiä ja heillä on havaittu olevan korkeampi

sairastumisriski masennukseen (Albert 2015), joten liikunnan rooli naisilla korostuu entisestään näiden kahden syyn ennaltaehkäisemiseksi. Ongelmaksi muodostuu usein se, että raskaan työpäivän jälkeen ihmiset ovat mieleltään inaktiivisia ja liikkumaan lähteminen on entistä vaikeampaa (Sonntag & Jelden 2009). Nykypäivänä ajatellaan myös liikunnan harrastamisen olevan sitä, että täytyy mennä tosissaan harjoittelemaan, jotta siitä olisi oikeasti jotain hyötyä. Saattaa käydä niin, että arkena olemmekin täysin passiivisia ja sitten käymme tekemässä yhden tunnin mittaisen kovatehoisen kuntosaliharjoituksen. Monelle riittäisikin arkiaktiivisuuden lisääminen yleiskunnan ylläpitämiseen tai jopa kehittämiseen. Jopa pienellä päivittäisellä aktiivisuusteolla saattaa nimittäin olla merkitystä niin fyysiseen kuin henkiseenkin hyvinvointiin (Pesola 2016). Sjögren ym. (2010) tutkimuksessa käytettiin aikaa kevyeen voimaharjoitteluun (taukoliikunta) 25 minuuttia viikossa eli noin 5 minuuttia työpäivää kohden. Jo tällä liikuntamäärällä saatiin positiivisia tuloksia aikaiseksi.

Tutkimuksen rajoitteet ja vahvuudet: Niin kuin jokaisessa tutkimuksessa, oli myös tässä jonkin verran rajoitteita. Tutkittavien lukumäärä oli loppujen lopuksi 46 (24 harjoitusryhmä, 22 kontrolliryhmä), mikä on kohtuullisen hyvä tämänkaltaisessa tutkimuskategoriassa. Tosin suurempi lukumäärä lisäisi tutkimuksen vakuuttavuutta, mutta näillä resursseilla se ei käytännössä ollut edes mahdollista. Tutkimuksessa käytetyt mittaukset olivat suurimmaksi osaksi melko hyviä ja paljon käytettyjä tässä tutkimusmaailmassa. Jokaiseen mittausmenetelmään sisältyy luonnollisesti virheen mahdollisuus, kuten epäsuorassa polkupyöraergometritestissä. Tutkimuksessa tehdyt fyysisen kunnan testit olivat kohtuullisen hyvin vakioitu (samat mittausajat). Ne tehtiin pääasiassa ilta-aikaan, mutta eri mittauskerroilla saattoi olla muutaman tunnin heitto edelliseen mittaukseen. Tutkittaville annettiin tarkat ohjeet ennen mittauspäiviä, mutta niiden noudattamisesta ei pidetty päiväkirjaa (esimerkiksi ravitsemus). Ravitsemustila esimerkiksi mid –testeissä ei ollut harjoitusryhmän muutamalla tutkittavalla optimaalinen, joten tämä vaikutti muutamalla tutkittavalla heikentävästi fyysisiin mittaustuloksiin. Täytyy myös muistaa, että tutkittavat olivat satunnaisesti liikkuvia, joten parannuksia oli luvassa fyysisessä kunnossa. Jos aikataulu olisi sallinut, olisimme lisänneet kontrollimittauksen, jotta oppimisen vaikutusta olisimme saaneet minimoitua. Nyt oppiminen kokemattomilla liikkujilla näkyi paikoin kontrolliryhmän mittaustuloksissa. Tosin tämän tutkimus vahvuus oli myös se, että meillä oli kontrolliryhmä ja tämä oppimisenkin vaikutus voitiinkin helposti todeta. Kontrolliryhmän tuli myös ylläpitää fyysistä aktiivisuuttaan koko mittausjakson ajan, mutta arvoitukseksi jää oliko kontrolliryhmällä aktiivisuudessa muutoksia pre ja post –testien välillä. Tosin huima aktiivisuuden nousu olisi ehkä näkynyt vahvemmin fyysisissä mittaustuloksissa, joten voidaan todeta, että

aktiivisuus on pysynyt ainakin kohtuullisen samanlaisena suurimmalla osalla kontrolliryhmäläisistä.

Sykevälivaihtelumittauksien toteutus olivat vahvuus ja heikkous. Emme tarkalleen tiedäneet mitä työpäivien aikana oikein tapahtui, joten stressin havaitseminen oli luonnollisesti hankalaa. Voisikin puhua enemmän yleisestä työpäivien kuormittavuudesta kuin stressistä. Usein sykevälivaihtelua on mitattu stressitutkimuksissa kontrolloiduissa olosuhteissa tai sitten pidemmältä ajanjaksolta ilman mitään vakiointia. Kuten aikaisemmin sanottuna sykevälivaihteluun vaikuttaa lukuiset eri tekijät kuten liikunta eli miten esimerkiksi liikut työpäivän aikana. Tässä tutkimuksessa mittaukset tehtiin luonnollisessa työympäristössä kuitenkin vakioiden mittauspäiviä aktiivisuuden perusteella (askeleet). Tämä vahvisti jonkin verran päivän aikaisten sykevälivaihtelumittauksien analysointia. Askeleista olikin havaittavissa se, että harjoitusryhmällä askeleiden määrä lisääntyi tilastollisesti merkitsevästi *mid* – ja *post* –mittauksissa. Liikkeessä sympaattinen hermosto on aktiivisempi, mikä lisää mitattua stressin määrää. Tulokset olisivat saattaneet olla jopa paremmat, jos harjoitusryhmän aktiivisuus työpäivien aikana olisi pysynyt samankaltaisena *pre* –testiin verrattuna. Alun perin oli tarkoitus myös analysoida kaikki 5 vuorokautta, mutta mittausjaksoihin sisältyi jonkin verran virhettä eli analysoitavien päivien määrää tuli vähentää.

Johtopäätökset ja käytännön sovellukset: Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että samassa harjoituksessa tehty yhdistetty kestävyys- ja voimaharjoitus vähentää harjoittelun edetessä työpäivän stressiä tai kuormittavuutta, lisää työkykyindeksiä ja palautumiskykyä sekä parantaa fyysistä kuntoa istumatyötä tekevillä naisilla. Ajanpuutteissa tämä on mainio keino parantaa kuntoa ja sitä kautta työkykyä ja lieventää stressiä sekä stressiperäisiä sairauksia, jotka etenkin naisilla ovat yleisempiä (Albert 2015). Stressin mittaaminen autonomisen hermoston kautta on helppo väline tutkia stressiä objektiivisesti, mutta vaatii kuitenkin lukuisia lisätutkimuksia. Hyvällä ja huonolla stressillä on kuitenkin kirjallisuuden perusteella jonkin verran eroa ja tämä voisi näkyä tulevaisuudessa myös sykevälivaihtelumittauksien avulla. Esimerkiksi Peifer ym. (2014) tutkimuksessa *flow* -tila eli äärimmäinen hyvän stressin tila saavutettiin, kun sympaattinen hermosto oli noin puoliksi aktiivinen. Tällaisille tutkimuksille olisi enemmän tarvetta. Sykevälivaihtelu onkin erittäin yksilöllinen, joten stressimittauksissa tulisi skaalata tarkemmin sykevälivaihteluarvot tarkemmin yksilön omiin arvoihin ja pitäisi tiedostaa myös sykevälivaihtelumaksimi-arvot, jotta hyvän ja huonon stressin fysiologinen erittely voisi olla mahdollista. Stressi on kuitenkin myös erittäin psykologinen ilmiö, joten pelkillä objektiivisilla

mittareilla tätä ei todellakaan kannata tutkia.

Usein arkikielessä puhutaan stressistä myös melko negatiiviseen sävyyn, kuten myös osaksi tässä tutkimuksessa. Usein kaikki mittaritkin mittaavat stressin määrää ajatellen sen olevan negatiivinen asia. Kuten aikaisemmin sanottu, emme tiedä oliko tässä tutkimuksessa sykeväli-vaihtelulla mitattu stressi ollut hyvää vai huonoa, vaikka jonkin verran voimme tehdä arvioita PSS -kyselyn avulla. Hyvän ja huonon stressin fysiologiset vasteet ovat kuitenkin melko samankaltaiset ja suurimmat erot näiden kahden välillä ovat tunne ja palautuminen stressitilanteesta (Selye 1956; Bostock ym. 2011). Hyvässä stressitilanteessa palaututaan nopeammin verrattuna huonoon stressiin (Bostock ym. 2011). Hyvän ja huonon stressin ero saattaa näkyäkin parhaiten unenlaadussa, jonka aikana palautumista tapahtuu eniten. Tässä tutkimuksessa näyttäisikin siltä, että unenlaatu parantui tilastollisesti merkitsevästi, mikä saattaisi olla merkki siitä, että myös päivän aikainen stressi olisi ollut todennäköisemmin hyvää kuin huonoa. Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista tutkia tarkemmin hyvän ja huonon stressin fysiologisia eroja ja millä tavoin liikunta vaikuttaa näihin. On nimittäin mahdollista, että esimerkiksi liikunnan aiheuttama lisääntynyt endorfiinien erityis saattaisi ohjata stressitilanteet parempaan suuntaan eli aikaisemminkin mainittuun flow -tilaan. Hyvän stressin fysiologiaa tunnetaan tutkimusmaailmassa edelleen melko huonosti, joten tähän tulisi tulevaisuudessa paneutua yhä tarkemmin. Tärkeää olisi myös tutkia laajemmin liikunnan, perimän, työyhteisön tuen ja ympäristön vaikutuksia stressiin. Tämänkaltaiset asiat voisivat tuoda arvokasta lisätietoa työhyvinvoinnin kehittämiseen tulevaisuutta ajatellen.

Työyhteisöjen tulisi tulevaisuudessa tarkemmin miettiä työhyvinvoinnin kehittämistä yhtenä tärkeänä strategisena osa-alueena, ei pelkästään yksittäisinä virkistyspäivinä. Ensimmäiset työkyvyttömyyden merkit ovat havaittavissa jo vuosia ennen, joten varhainen välittäminen nousee erittäin oleelliseksi osaksi ennaltaehkäistä pidempiä sairauspoissaoloja. Tärkeää olisikin tehdä töitä etenkin siinä ryhmässä, jolla ei työkyvyn ongelmia ei välttämättä kirkkaasti ole vielä näkyvissä, jotta ne tulevaisuudessa voitaisiin ennaltaehkäistä. Nykyinen fyysinen passiivisuus on yksi hankalampia haasteita työyhteisöille johtuen lisääntyneestä asiantuntijatyöstä, joten hyvinvointitietämyksen lisääminen työpaikoilla ja kunnollisen työhyvinvointistrategian luominen olisi myös suotavaa.

Elämme nykyään suoritusyhteiskunnassa, jossa ajatellaan tehokkaimman tavan olevan paras

keino. Samankaltaisuuksia on havaittavissa myös liikunnan saralla. Trendinä on itsensä ylittäminen ja suorituskyvyn vieminen äärimilleen. Tässä piilee vaara, sillä samaan aikaan haitallisen työstressin määrä lisääntyy entisestään ja liikunnan saralla tehdään myös entistä kovemmin ja tehokkaammin, eikä välttämättä ymmärretä palautumisen merkitystä. Onkin hyvin mahdollista, että liiallinen kuormitus johtaa ylirasitustilaan ja loppujen lopuksi työuupumiseen. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että kovatehoista liikuntaa ei kannattaisi tehdä. Erityisesti pitäisi ymmärtää palautumisen merkitys niin työelämässä kuin vapaa-ajalla.

LÄHTEET

- Abedian, Z., Safaei, M., Mazlum, S.R. & Hoseini, S.R. 2016. The effect of aerobic exercise training on work ability of midwives working in health care centers.. *Journal of midwifery & Reproductive Health*. 2016; 5 (1): 828-833.
- Anshel, M. H. 1996. Effect of chronic aerobic exercise and progressive relaxation on motor performance and affect following acute stress. *Journal of Behavioral Medicine*, 21, 186–196.
- Atlantis, E., Chow, C. M., Kirby, A. & Singh, M. F. 2004. An effective exercisebased intervention for improving mental health and quality of life measures: a randomized controlled trial. *Preventive Medicine* 39 (2), 424- 434
- Aubert, AE., Seps, B. & Beckers, F. 2003. Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Medicine* 33, 889-919.
- Balducci, S., Zanuso, S., Nicolucci, A., Fernando, F., Cavallo, S., Cardlli, P., Fallucca, S., Alessi, E., Letizia, C., Jimenez, A., Fallucca, F. & Pugliese, G. 2010. Anti-inflammatory effect of exercise training in subjects with type 2 diabetes and the metabolic syndrome is dependent on exercise modalities and independent of weight loss. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases* 20, 608–617.
- Bampton, E. A., Johnson, S. T. & Wallace, J. K. 2015. Profiles of resistance training behavior and sedentary time among older adults: Associations with health-related quality of life and psychosocial health. *Preventive Medicine Reports* 2 (2015), 773–776.
- Banitalebi, E., Mardanpour Shahrekordi, Z., Kazemi, A. R., Bagheri, L., Amani Shalamzari, S., & Faramarzi, M. 2016. Comparing the effects of eight weeks of combined training (Endurance and Resistance) in different orders on inflammatory factors and adipokines among elderly females. *Women's Health Bulletin*, 3(2).
- Bell, B. J., Syrotuik, D., Martin, T. P., Burnham, R. & Quinney, H. A. 2000. Effect of concurrent strengt and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European Journal of Applied Physiology* 81, 418–427.
- Blangsted, A. K., Sjøgaard, K., Hansen, E. A., Hannerz, H. & Sjøgaard, G. 2008. One-year randomized controlled trial with different physical-activity programs to reduce

- musculoskeletal symptoms in the neck and shoulders among office workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 34, (1) 55–65.
- Blascovich J, Mendes WB, Hunter S, Salomon K. Social ‘facilitation’ as challenge and threat. 1999. *Journal of Personality & Social Psychology*; 77:68–77.
- Blumenthal, J. A., Fredrikson, M., Kuhn, C. M., Ulmer, R. L., Walsh- Riddle, M. & Appelbaum, M. 1990. Aerobic exercise reduces levels of cardiovascular and sympathoadrenal responses to mental stress in subjects without prior evidence of myocardial ischemia. *American Journal of Cardiology*, 65, 93–98.
- Blumenthal, J. A., Fredrikson, M., Matthews, K. A., Kuhn, C. M., Schniebolk, S. & German, D. 1991. Stress reactivity and exercise training in premenopausal and postmenopausal women. *Health Psychology*, 10, 384–391.
- Bostock, S., Hamer, M., Wawrzyniak, A. J., Mitchell, E. S., and Steptoe, A. 2011. Positive emotional style and subjective, cardiovascular and cortisol responses to acute laboratory stress. *Psychoneuroendocrinology*, 36(8):1175–1183
- Bretland, R. & Thorsteinsson, E. 2015. Reducing workplace burnout: the relative benefits of cardiovascular and resistance exercise. *PeerJ*; 3; e891.
- Burke A. & Peper E. 2002. Cumulative trauma disorder risk for children using computer products: Results of a pilot investigation with a student convenience sample. *Public Health Reports* 117:350-357.
- Cadore, E. L., Izquierdo, M., Pinto, S. S., Alberton, C. L., Pinto, R. S., Baroni, B. M., Kruegel, L. F. M. 2013. Neuromuscular adaptations to concurrent training in the elderly: Effects of intrasession exercise sequence. *Age*, 35 (3), 891–903.
- Cadore, E. L., Pinto, R. S., Pinto, S. S., Alberton, C. L., Correa, C. S., Tartaruga, M. P., Silva, E. M., Almeida, A. P., Trindade, G. T. & Kruegel, L. F. 2011. Effects of strength, endurance, and concurrent training on aerobic power and dynamic neuromuscular economy in elderly men. *Journal of Strength & Conditioning Research* 25 (3), 758-766.
- Carter, C. 2007. Sex differences in oxytocin and vasopressin: Implications for autism spectrum disorders? *Behavioural Brain Research* 176, 170-186.

- Carter, JB., Banister, EW. & Blaber, AP. 2003. Effect of Endurance Exercise on Autonomic Control of Heart Rate. *Sports Medicine* 33, 33-46.
- Chandola, T., Britton, A., Brunner, E., Hemingway, H., Malik, M., Kumari, M., Badrick, E., Kivimäki, M. & Marmot, M. 2008. Work stress and coronary heart disease: what are the mechanisms? *European Heart Journal* 29 (5), 640-648.
- Chouchou F, Deseilles M. Heart rate variability: a tool to explore the sleeping brain? *Front Neurosci.* 2014;8:402.
- Chtara, M., Chamari, K., Chaouachi, M., Chaouachi, A., Koubaa, D., Feki, Y., ... Amri, M. 2005. Effects of intra-session concurrent endurance and strength training sequence on aerobic performance and capacity. *British Journal of Sports Medicine*, 39(8), 555–56
- Clays, E., De Bacquer, D., Crasset, V., Kittel, F., De Smet, P., Kornitzer, M., Karasek, R. & De Backer, G. 2011. The perception of work stressors is related to reduced parasympathetic activity. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 84 (2), 185-191.
- Cohen, S., Kamarck, T. & Mermelstein, R. 1983. A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior*, 385-396.
- Collins, S. & Karasek, R. 2010. Reduced vagal cardiac control variance in exhausted and high strain job subjects. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health* 23 (3), 267-278.
- Collins, S. M., Karasek, R. A. & Costas, K. 2005. Job strain and autonomic indices of cardiovascular disease risk. *American Journal of Industrial Medicine* 48 (3), 182-193.
- Conn, V. S., Hafdahl, A. R., Cooper, P. S., Brown, L. M. & Lusk, S. L. 2009. Meta-analysis of workplace physical activity interventions. *American Journal of Preventive Medicine* 37 (4), 330-339
- Davitt, P. M., Pellegrino, J. K., Schanzer, J. R., Tjionas, H., & Arent, S. M. 2014. The effects of a combined resistance training and endurance exercise program in inactive college female subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1937–1945.

- Desai HD, Jann MW. 2000. Major depression in women: a review of the literature. *J Am Pharm Assoc* 40(4):525–37.
- Dishman, R. K. 1991. Increasing and maintaining exercise and physical activity. *Behavior Therapy* 22, 345-378
- Dodge, R., Daly, A. P., Huyton, J. & Sanders, L. D. 2012. The challenge of defining wellbeing. *International Journal of Wellbeing* 2 (3), 222-235.
- Donnelly, J. E., Blair, S. N., Jakicic, J. M., Manore, M. M., Rankin, J. W. & Smith, B. K. 2009. American College of Sports Medicine. Position Stand: appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 41(2), 459–471.
- Driver, H. S. & Taylor, S. R. 2000. Exercise and sleep. *Sleep Medicine Reviews* 4 (4), 387-402.
- Driver, H. S. and Taylor, S. R. Exercise and sleep. *Sleep Med. Rev.*, 2000, 4: 387–402.
- Drummond, M. J., Vehrs, P. R., Schaalje, G. B. & Parcell, A. C. 2005. Aerobic and Resistance Exercise Sequence Affects Excess Postexercise Oxygen Consumption. *Journal of Strength & Conditioning Research* 19 (2), 332-337.
- Dworak, M., Diel, P., Voss, S., Hollmann, W. and Struder, H. K. Intense exercise increases adenosine concentrations in rat brain: implications for a homeostatic sleep drive. *Neuroscience*, 2007, 150: 789–795.
- Eklund, D., Schumann, M., Kraemer, W. J., Izquierdo, M., Taipale, R. S., & Häkkinen, K. 2016. Acute endocrine and force responses and long- term adaptations to same-session combined strength and endurance training in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 164–175.
- Eller, N. H., Blønd, M., Nielsen, M., Kristiansen, J. & Netterstrøm, B. 2011. Effort reward imbalance is associated with vagal withdrawal in Danish public sector employees. *International Journal of Psychophysiology* 81 (3), 218- 224.
- Fonda, B. & Sarabon, N. 2012. Biomechanics and energetics of uphill cycling: A Review. *Kinesiology* 44: 1:5-17.

- Forcier, K., Stroud, L. R., Papandonatos, G. D., Hitsman, B., Reiches, M. & Krishnamoorthy, J., 2006. Links between physical fitness and cardiovascular reactivity and recovery to psychological stressors: A meta-analysis. *Health Psychology*, 25, 723–739.
- Föhr, T., Tolvanen, A., Myllymäki, T., Järvelä-Reijonen, E., Rantala, S., Korpela, R., Peuhkuri K., Kolehmainen, M., Puttonen, S., Lappalainen, R., Rusko, H. & Kujala, U. M. 2015. Subjective stress, objective heart rate variability-based stress, and recovery on workdays among overweight and psychologically distressed individuals: a cross-sectional study. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology* 10: 39.
- Georgiades, A., Sherwood, A., Gullette, E. C., Babyak, M. A., Hinderliter, A. & Waugh, R. 2000. Effects of exercise and weight loss on mental stress-induced cardiovascular responses in individuals with high blood pressure. *Hypertension*, 36, 171–176
- Gerber M, Pühse U. Do exercise and fitness protect against stressinduced health complaints? A review of the literature. *Scand J Publ Health*. 2009;37 Suppl 8:801–19.
- Gerber, M., Brand, S., Elliot, C., Holsboer-Trachsler, E., Puhse, U. & Beck, J. 2013. Aerobic exercise training and burnout: a pilot study with male participants suffering from burnout. *BMC Res Notes*; 6: 78.
- Gerber, M., Kellman, M., Hartmann, T. & Pühse, U. 2010. Do exercise and fitness buffer against stress among Swiss police and emergency response service officers? *Psychology of Sport and Exercise* 11, 286–294.
- Gould, R., Ilmarinen, J., Järvisalo, J. & Koskinen, S. 2006. *Työkyvyn ulottuvuudet*. Helsinki: Hakapaino Oy.
- Grewen, K. & Light, K. 2011. Plasma oxytocin is related to lower cardiovascular and sympathetic reactivity to stress. *Biol Psychol*, 87 (3): 340-349.
- Grossman, A., Bouloux, P., Price, P., Drury, P., Lam, K., Turner, T., Thomas, J., Besser, G. & Sutton, J. 1984. The role of opioid peptides in the hormonal responses to acute exercise in man. *Clinical Science* 67 (5), 483-491.
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. 2011. *Textbook of medical physiology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia, USA.

- Haaren, B., Ottenbacher, J., Muenz, J., Neumann, R., Boes, K. & Ebner-Priemer, U. 2016. Does a 20-week aerobic exercise training programme increase our capabilities to buffer real-life stressors? A randomized, controlled trial using ambulatory assessment. *European Journal of Applied Physiology*, 116: 338-394
- Hales, S. 1733. *Statistical Essays: Concerning Haemastatics; or, an Account of some Hydraulic and Hydrostatical Experiments made on the Blood and Blood-Vessels of Animals*. London, United Kingdom: W. Innys and R. Manby.
- Hall, M., Vasko, R., Buysse, D., Ombao, H., Chen, Q., Cashmere, J. D., Kupfer, D. & Thayer, J. F. 2004. Acute stress affects heart rate variability during sleep. *Psychosomatic Medicine* 66 (1), 56-62.
- Hamer, M. & Stamatakis, E. 2010. Objectively assessed physical activity, fitness and subjective wellbeing. *Mental Health and Physical Activity* 3 (2), 67-71
- Hanrahan K., McCarty AM., Kleiber C., Lutgendorf S. & Tsalikian E. Strategies for salivary cortisol collection and analysis in research with children. *Appl Nurs Res* 2006; 19: 95-101
- Hansen, E., Godaert, G., Maas, C. & Meijman, T. 2011. Vagal cardiac control throughout the day: the relative importance of effort–reward imbalance and within-day measurements of mood, demand and satisfaction. *Biological Psychology* 56 (1), 23-44.
- Hausenblas, H. A. & Downs, D. S. 2002. Exercise dependence: a systematic review. *Psychology of Sport and Exercise* 3 (2), 89-123.
- Hopsu, L., Leppänen, R., 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*, 1280, 84-88.
- Hurlemann, R., Patin, A., Onur, O.A., Cohen, M.X., Baumgartner, T., Metzler, S., Dziobek, I., Gallinat, J., Wagner, M., Maier, W., Kendrick, K.M., 2010. Oxytocin enhances amygdala-dependent, socially reinforced learning and emotional empathy in humans. *Journal of Neuroscience* 30, 4999-5007.
- Husu, P., Suni, J., Vähä-Ypyä, H., Sievänen, H., Tokola, K., Valkeinen, H., MäkiOpas, T. & Vasankari, T. 2014. Suomalaisten aikuisten kiihtyvyyksmittarilla mitattu fyysinen aktiivisuus ja liikkumattomuus. *Suomen Lääkärilehti* 25 (32), 1860-1866.

- Häkkinen, A, Hannonen, P, Nyman, K, Lyyski, T, and Häkkinen, K. 2003. Effects of concurrent strength and endurance training in women with early or longstanding rheumatoid arthritis: Comparison with healthy subjects. *Arthr Rheum* 49: 789–797.
- Häkkinen, K, Alen, M, Kraemer, WJ, Gorostiaga, E, Izquierdo, M, Rusko, H, Mikkola, J, Häkkinen, A, Valkeinen, H, Kaarakainen, E, Romu, S, Erola, V, Ahtiainen, J, and Paavolainen, L. 2003. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *Eur J Appl Physiol* 89: 42–52.
- Ilmarinen, J. 1995b. Työkykyindeksi. Teoksessa E. Matikainen, T. Aro, R. Kalimo, J. Ilmarinen, & I. Torstila (toim.), *Hyvä työkyky. Työkyvyn ylläpidon malleja ja keinoja*. Helsinki: Työterveyslaitos.
- Isowa, T., Ohira, H. & Murashima, S. 2006. Immune, endocrine and cardiovascular responses to controllable and uncontrollable acute stress. *Biological Psychology* 71 (2), 202-213.
- Jackson, E., & Dishman, R. 2006. Cardiorespiratory fitness and laboratory stress: A meta-regression analysis. *Psychophysiology*, 43, 57–72.
- Jamieson JP, Mendes WB, Blackstock E, Schmader T. 2010. Turning the knots in your stomach into bows: Reappraising arousal improves performance on the GRE. *Journal of Experimental Social Psychology*: 46:208–212.
- Jarczok, M. N., Jarczok, M., Mauss, D., Koenig, J., Li, J., Herr, R. M. & Thayer, J. F. 2013. Autonomic nervous system activity and workplace stressors—A systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 37 (8), 1810- 1823.
- Jarczok, M. N., Kleber, M. E., Koenig, J., Loerbroks, A., Herr, R. M., Hoffmann, K., Fischer, J. E., Benyamini, Y. & Thayer, J. F. 2015. Investigating the associations of self-rated health: heart rate variability is more strongly associated than inflammatory and other frequently used biomarkers in a cross sectional occupational sample. *PLoS ONE* 10 (2), e0117196.
- Jarczok, M. N., Koenig, J., Li, J., Mauss, D., Hoffmann, K., Schmidt, B., Fischer, J. E. & Thayer, J. F. 2016. The Association of Work Stress and Glycemic Status Is Partially Mediated by Autonomic Nervous System Function: Cross- Sectional Results from the Mannheim Industrial Cohort Study.

- Jefferson, A., Himali, J., Beiser, A., Au, R., Massaro, J. & Seshadri, S. 2010. Cardiac index is associated with brain aging: The Framingham Heart Study. *Circulation*;122:690–697.
- Karasek, R. A. 1979. Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. *Administrative Science Quarterly* 24 (2), 285- 308.
- Kauppinen, T., Mattila-Holappa, P., Perkiö-Mäkelä, M., Saalo, A., Toikkanen, J., Tuomivaara, S., Uuksulainen, S., Viluksela, M. & Virtanen, S. 2013. Työ ja terveys Suomessa 2012, seurantatietoa työoloista ja työhyvinvoinnista. Tampere, Työterveyslaitos.
- Keltikangas-Järvinen, L. 2008. Temperamentti, stressi ja elämäntilanne. WSOY. Helsinki.
- Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004. Kestävyyssominaisuuksien mittaaminen. Teoksessa K.L. Keskinen, K. Häkkinen & M. Kallinen (toim.) *Kuntotestauksen käsikirja*. Liikuntatieteellinen Seura. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156, 51.
- Kivimäki, M., Leino-Arjas, P., Kaila-Kangas, L., Luukkonen, R., Vahtera, J., Elovainio, M., Härmä, M. & Kirjonen, J. 2006. Is incomplete recovery from work a risk marker of cardiovascular death? Prospective evidence from industrial employees. *Psychosomatic Medicine* 68 (3), 402–407.
- Kiviniemi, A. 2006. Measurement of cardiac vagal outflow by beat-to-beat R-R interval dynamics. *Lääketieteellinen tiedekunta*. Oulun yliopisto. Väitöskirja.
- Klaperski, S., Dawans, B., Heinrichs, M. & Fuchs, R. 2014. Effects of a 12-week endurance training program on the physiological response to psychosocial stress in men: A randomized trial. *Journal of Behavioral Medicine* 37 (6), 1118-1133.
- Klaperski, S., von Dawans, B., Heinrichs, M., & Fuchs, R. 2013. Does the level of physical exercise affect physiological and psychological responses to psychosocial stress in women? *Psychology of Sport and Exercise*, 14, 266–274.
- Koistinen, J., Airaksinen, O., Grönblad, M., Kangas, J., Kouri, J-P., Kukkonen, R., Leminen, P., Lindgren, K-A., Mänttari, T., Paatelma, M., Pohjolainen, T., Siitonen, T., Tapanainen, M., van Wijmen P. & Vanharanta H. 2005. *Selän rakenne, toiminta ja kuntoutus*. Jyväskylä. VK -kustannus Oy.
- Kosfeld, M., Heinrichs, M., Zak, P.J., Fischbacher, U. & Fehr, E. 2005. Oxytocin increases trust in humans. *Nature* 435, 673–676.

- Lee, J.S., Kim, C.G., Seo, T.B., Kim, H.G & Yoon, S.J. 2015. Effects of 8-week combined training on body composition, isokinetic strength, and cardiovascular disease risk factors in older women. 2015. *Aging Clinical and Experimental Research*, Vol: 27 (2);179-186.
- Leveritt, M., Abernethy, P. J., Barry, B. K. & Logan, P. A. 1999. Concurrent strength and endurance training: A review. *Sports Medicine* 28 (6), 413–427.
- Loerbroks, A., Schilling, O., Haxsen, V., Jarczok, M. N., Thayer, J. F. & Fischer, J. E. 2010. The fruits of ones labor: Effort–reward imbalance but not job strain is related to heart rate variability across the day in 35–44-year-old workers. *Journal of Psychosomatic Research* 69 (2), 151-159.
- Loveless, D. J., Weber, C. L., Haseler, L. J. & Schneider, D. A. 2005. Maximal legstrength training improves cycling economy in previously untrained men. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 37 (7), 1231-1236
- Magnusson, A. & Boivin, D. 2003. Seasonal affective disorder: an overview. *Chronobiol Mar*;20(2):189–207.
- Malik, M. & Camm, A. J. 1993. Components of heart rate variability—what they really mean and what we really measure. *The American Journal of Cardiology* 72 (11), 821-822.
- Maslach, C. & Jackson, S. The measurement of experienced burnout. 1981. *J Occup Behav*; 2:99–113.
- Matthews, K., Gump, B., Block, D. & Allen, M. 1997 Does background stress heighten or dampen children's cardiovascular responses to acute stress? *Psychosomatic Medicine*; 59:488–496.
- McCarthy, J., Pozniak, M. & Agre, J. Neuromuscular adaptation to concurrent strength and endurance training. 2002. *Med Sci Sports Exerc. Mar*; 34 (3):511-9.
- McEwen, B. S. & Stellar, E. 1993. Stress and the individual. Mechanisms leading to disease. *Archives of Internal Medicine* 153 (18), 2093–2101.
- McQuaid R.J., McInnis O.A., Abizaid A., Anisman H. Making room for oxytocin in understanding depression. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2014;45:305–322.

- Meijman TF, Mulder G. Psychological aspects of workload. In: Handbook of work and organizational psychology: Work psychology. 2nd ed. United Kingdom: Redwood Books Ltd; 1998. p. 5–33.
- Michaud, K. Matheson, K., Kelly, O. & Anisman, H. Impact of stressors in a natural context on release of cortisol in healthy adult humans: a meta-analysis. *Stress* 2008; 11: 177-9
- Montano, N., Porta, A., Cogliati, C., Costantino, G., Tobaldini, E., Casali, K. R. & Iellamo, F. 2009. Heart rate variability explored in the frequency domain: a tool to investigate the link between heart and behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 33 (2), 71-80.
- Myllymäki, T., Kyröläinen, H., Savolainen, K., Hokka, L., Jakonen, R., Juuti, T., Martinmäki, K., Kaartinen, J., Kinnunen, M. & Rusko, H. 2011. Effects of vigorous late-night exercise on sleep quality and cardiac autonomic activity. *Journal of Sleep Research* 20, 146-153.
- Naghii M.R., Aref M.A., Almadadi M. and Hedayati M. 2011. Effect of regular physical activity on non-lipid (novel) cardiovascular risk factors. *Int.J.Occup.Med.Environ.Health*. 24(4): 380-390.
- Paris, J., Franco, C., Sodano, R., Freidenberg, B., Gordis, E. & Anderson, D. 2010. Sex differences in salivary cortisol in response to acute stressors among healthy participants, in recreational or pathological gamblers, and in those with posttraumatic stress disorder. *Horm Behav* (2010) 57(1):35–45.
- Peifer, C., Schulz, A., Schächinger, H., Baumann, N., and Antoni, C. H. (2014). The relation of flow-experience and physiological arousal under stress — Can u shape it? *Journal of Experimental Social Psychology*, 53:62–69.
- Pesola, A. Reduced Muscle Inactivity, Sedentary Time and Cardio-Metabolic Benefits. 2016. Effectiveness of a one-year family-based cluster randomized controlled trial. *Studies in sport, physical education and health*. Jyväskylän yliopisto, väitöskirjatutkimus.
- Petruzzello, S. J., Landers, D. M., Hatfield, B. D., Kubitz, K. A. and Salazar, W. 1991. A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise: outcomes and mechanisms. *Sports Med.*, 1991, 11: 143–182.

- Pietilä J., Helander, E., Korhonen, I., Myllymäki, T., Kujala, U.M. & Lindholm, H. 2018. Acute effects of alcohol intake on cardiovascular autonomic regulation during the first hours of sleep in a large real-world sample of Finnish employees: Observational Study. *JMIR*, Vol 5, No 1
- Pinto, S. S., Alberton, C. L., Bagatini, N. C., Zaffari, P., Cadore, E. L., Radaelli, R. & Krueger, L. F. M. 2015. Neuromuscular adaptations to water-based concurrent training in postmenopausal women: Effects of intrasession exercise sequence. *Age* (Dordrecht, Netherlands), 37(6), 9751.
- Raglin, J. S. & Morgan, W. P. 1985. Influence of vigorous exercise on mood state. *The Behavior Therapist* 8 (9), 179-183.
- Rautio, M. & Michelsen, T. 2013. TKI - miten käytät työkykyindeksi® -kyselyä. Työterveyslaitos.
- Rennie, K. L., Hemingway, H., Kumari, M., Brunner, E., Malik, M. & Marmot, M. 2003. Effects of moderate and vigorous physical activity on heart rate variability in a British study of civil servants. *American Journal of Epidemiology* 158 (2), 135-143.
- Rimmele, U., Seiler, R., Marti, B., Wirtz, P. H., Ehlert, U., & Heinrichs, M. (2009). The level of physical activity affects adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 190–198.
- Ruseski, J., Humphreys, B., Hallmann, K., & Breuer, C. 2011. Family structure, time constraints, and sport participation. *European Review of Aging and Physical Activity* 8 (2), 57–66
- Schumann, M., Küusmaa, M., Newton, R. U., Sirparanta, A.-I., Syväoja, H., Häkkinen, A., & Häkkinen, K. (2014). Fitness and lean mass increases during combined training independent of loading order. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(9), 1758–1768.
- Schumann, M., Yli-Peltola, K., Abbiss, C. R., & Häkkinen, K. 2015. Cardiorespiratory adaptations during concurrent aerobic and strength training in men and women. *PLoS One*, 10(9), 1–15.
- Seiler, S., Haugen, O. & Kuffel, E. 2007. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *Medicine and Science in Sports & Exercise* 39 (8), 1366–1373.

- Selye H. 1956. *The stress of life*, New York: McGraw-Hill.
- Sheikholeslami-Vatani, D., Siahkhouhian, M., Hakimi, M. & Ali-Mohammadi, M. 2015. The effect of concurrent training order on hormonal responses and body composition in obese men. *Science & Sports*. Volume 30; 6; 335-341.
- Sherwood, A., Light, K. C., & Blumenthal, J. A. 1989. Effects of aerobic exercise training on hemodynamic responses during psychosocial stress in normotensive and borderline hypertensive type A men: A preliminary report. *Psychosomatic Medicine*, 51, 123–136.
- Siegrist, J. 1996. Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. *Journal of Occupational Health Psychology* 1 (1), 27-41.
- Sjögren T., Haapakoski M., Hänninen A., Mustonen K. 2010. Kevyen lihasvoimaharjoittelun vaikutus toimisto- työntekijöiden kokemaan työkykyyn. Ryhmätasolla sa- tunnaistettu kontrolloitu vaihtovuorokoe. *Liikunta & Tiede* 47 (1), 43 – 48.
- Sjögren, T., Haapakoski, M., Hänninen, A. & Mustonen, K. Kevyen lihasvoimaharjoittelun vaikutus toimistotyöntekijöiden kokemaan työkykyyn. 2010. *Liikunta & Tiede* 47 (1), 43-49.
- Sonnentag, S. & Jelden, S. 2009. Job stressors and the pursuit of sport activities: a day-level perspective. *Journal of Occupational Health Psychology* 14 (2), 165-181
- Spalding, T. W., Lyon, L. A., Steel, D. H., & Hatfield, B. D. 2004. Aerobic exercise training and cardiovascular reactivity to psychological stress in sedentary young normotensive men and women. *Psychophysiology*, 41, 552–562.
- Spence A.L., Carter H.H., Naylor L.H. and Green D.J. 2013. A prospective randomized longitudinal study involving 6 months of endurance or resistance exercise. Conduit artery adaptation in humans. *J.Physiol.* 591(Pt 5): 1265-1275.
- Stein, P., & Boutcher, S. H. 1992. The effect of participation in an exercise training program on cardiovascular reactivity in sedentary middle-aged males. *International Journal of Psycho- physiology*, 13, 215–223.
- Stein, P., Ehsani, A., Domitrovih, P., Kleiger, R., Rottman, J., Mo, L. & Tenn Am, N. 1999. Effects of exercise training on heart rate variability in healthy older adults. *Heart Journal*, 138: 567-576.

- Steptoe, A., Feldman, P., Kunz, S., Owen, N., Willemsen, G. & Marmot, M. 2002. Stress re- sponsivity and socioeconomic status. A mechanism for increased cardiovascular disease risk? *European Heart Journal* 23 (22), 1757-1763.
- Steptoe, A., Wardle, J., and Marmot, M. 2005. Positive affect and health-related neuroendo- crine, cardiovascular, and inflammatory processes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(18):6508–12.
- Sundstrup, E., Jakobsen, M., Brandt, M., Kenneth, J., Persson, R., Aagaard, P. & Andersen, L. Workplace strength training prevents deterioration of work ability among workers with chronic pain and work disability. *Scand J Work Environ Health*. 2014; 40(3); 244-251.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996. Heart rate variability. Standards of measurement, physio- logical interpretation, and clinical use. *Circulation* 93 (5), 1043-1065.
- Teisala, T., Mutikainen, S., Tolvanen, A., Rottensteiner, M., Leskinen, T., Kaprio, J., Kolehmainen, M., Rusko, H. & Kujala, U.M. Associations of Physical activity, fitness, and body composition with heart rate variability-based indicators of stress and recovery on workdays: a cross-sectional study. 2014. *Journal of occupational medicine and to- xicology*, 9:16.
- Tharion, E. Parthasarathy, S. & Neelakantan, N. 2009. Short-term heart rate variability measures in students during examinations. *The National Medical Journal of Indian* 22, 63-66.
- Throne, L. C., Bartholomew, J. B., Craig, J., & Farrar, R. P. 2000. Stress reactivity in fire fighters: An exercise intervention. *International Journal of Stress Management*, 7, 235– 246.
- Thøgersen-Ntoumani, C., Loughren, E. A., Kinnafick, F., Taylor, I. M., Duda, J. L. & Fox, K. R. 2015. Changes in work affect in response to lunchtime walking in previously physi- cally inactive employees: A randomized trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Sci- ence in Sports* 25 (6), 778-787.
- Tomova, B., von Dawans, M., Heinrichs, G. & Silani, C. 2014. Is stress affecting our ability to tune into others? Evidence for gender differences in the effects of stress on self-other distinction. *Psychoneuroendocrinology*: 43.

- Tonello, L., Rodrigues, F. B., Souza, J. W., Campbell, C. S., Leicht, A. S. & Boulosa, D. A. 2014. The role of physical activity and heart rate variability for the control of work related stress. *Frontiers in Physiology* 5, 31-39.
- Trickett, P. K., Gordis, E. B. & Horn, J. 2006. Resilience and cortisol dysregulation in maltreated young adolescents. In: J. Noll (Chair), *Diverse Cortisol Stress Reactivity Patterns and Genotype Risk in Maltreated Children Across Development*. Symposium at the Biennial meeting of the Society for Research on Adolescence, San Francisco, CA.
- Tulppo, M. P., Hautala, A. J., Mäkikallio, T. H., Laukkanen, R. T., Nissilä, S., Hughson, R. L. & Huikuri, H. V. 2003. Effects of aerobic training on heart rate dynamics in sedentary subjects. *Journal of Applied Physiology* 95 (1), 364-372.
- Tuomainen, P. 2005. *Physical Exercise in Clinically Healthy Men and in Patients with Angiographically Documented Coronary Artery Disease with Special Reference to Cardiac Autonomic Control and Warm-Up Phenomenon*. University of Kuopio.
- Tuomi, K., Ilmarinen, J., Seitsamo, J., Huuhtanen, P., Martikainen, R., Nygård, C-H., & Klockars, M. 1997b. Summary of the Finnish research project (1981-1992) to promote the health and work ability of ageing workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, 23, 66-71.
- Uusitalo, A., Mets, T., Martinmäki, K., Mauno, S., Kinnunen, U. & Rusko, H. 2011. Heart rate variability related to effort at work. *Applied Ergonomics* 42 (6), 830-838.
- Van Amelsvoort, L., Schouten, E., Maan, A., Swenne, C. & Kok, F. 2000. Occupational determinants of heart rate variability. *International Archives of Occupational and Environmental Health* 73 (4), 255-262.
- Van Doornen, L. J., & de Geus, E. J. 1993. Stress, physical activity and coronary heart disease. *Work & Stress*, 7, 121-139.
- Wilhelm, E. N., Rech, A., Minozzo, F., Botton, C. E., Radaelli, R., Teixeira, B. C. & Pinto, R. S. (2014). Concurrent strength and endurance training exercise sequence does not affect neuromuscular adaptations in older men. *Experimental Gerontology*, 60, 207-214.
- Wilson, J., Marin, P., Rhea, M., Wilson, S., Loenneke, J., Anderson, J. 2012. Concurrent training: A Meta-Analysis Examining Interference of Aerobic and Resistance Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26(8): 2293-2307.

- Winsley, R. 2002. Acute and Chronic Effects of Exercise on Heart Rate Variability in Adults and Children: A Review. *Pediatric Exercise Science*, 14, 328 - 344.
- Vrijkotte, T. G., van Doornen, L. J. & de Geus, E. J. 2000. Effects of work stress on ambulatory blood pressure, heart rate, and heart rate variability. *Hypertension* 35 (4), 880-886.
- Vuori, I., Urponen, H., Hasan, J. & Partinen, M. 1988 Epidemiology of exercise effects on sleep. *Acta Physiol. Scand. Suppl*, 574: 3-7
- Vøllestad, M. K., Vaage, O. & Hermansen, L. 1984. Muscle glycogen depletion patterns in type I and subgroups of type II fibres during prolonged severe exercise in man. *Acta Physiologica Scandinavica* 122 (4), 433-441.
- Åstrand, P.-O. & Ryhming, I. 1954. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol*, 7, page 220

LIITTEET

LIITE 1. Harjoituspäiväkirja.

Id:	Harjoitusjärjestys:
------------	----------------------------

PÄIVÄMÄÄRÄ: _____ **VOIMA:** Sarjatavoite:

	Jalkaprässi	Polven ojennus	Polven koukistus	Pystypannerrus	Hauiskääntö	Vatsarutistus	Selän ojennus
Viim. vk							
Sarja 1							
Sarja 2							
Sarja 3							

KESTÄVYYS:

Kesto	Sykealue

Huom!

PÄIVÄMÄÄRÄ: _____ **VOIMA:** Sarjatavoite:

	Jalkaprässi	Polven ojennus	Polven koukistus	Pystypannerrus	Hauiskääntö	Vatsarutistus	Selän ojennus
Viim. vk							
Sarja 1							
Sarja 2							
Sarja 3							

KESTÄVYYS:

Kesto	Sykealue

Huom!

PÄIVÄMÄÄRÄ: _____ **VOIMA:** Sarjatavoite:

	Jalkaprässi	Polven ojennus	Polven koukistus	Pystypannerrus	Hauiskääntö	Vatsarutistus	Selän ojennus
Viim. vk							
Sarja 1							
Sarja 2							
Sarja 3							

KESTÄVYYS:

Kesto	Sykealue

Huom!

LIITE 2. SUBJEKTIIVINEN TYÖSTRESSIKYSELY (suomennettu, alkuperäinen: PSS, Perceived Stress Scale)

Arvioi tuntemuksiasi **viimeisimmän kuukauden ajalta**: Kuinka usein...

	En koskaan	Harvoin	Välillä	Melko usein	Hyvin usein
1. olet ollut poissa tolaltasi jonkin yllättäen sattuneen vuoksi?	()	()	()	()	()
2. sinusta on tuntunut, että olet ollut kykenemätön hallitsemaan tärkeitä asioita elämässäsi?	()	()	()	()	()
3. olet tuntenut itsesi hermostuneeksi tai stressaantuneeksi?	()	()	()	()	()
4. olet suoriutunut onnistuneesti harmittavista ongelmista elämässä?	()	()	()	()	()
5. sinusta on tutunut, että olet selviytynyt hyvin/ tehokkaasti elämässäsi sattuneista merkityksellisistä muutoksista?	()	()	()	()	()
6. olet tuntenut varmuutta kyvyistäsi ratkaista henkilökohtaisia vaikeuksiasi/ ongelmiasi?	()	()	()	()	()
7. olet tuntenut, että asiat ovat sujuneet kuten halusit?	()	()	()	()	()
8. sinusta on tuntunut, ettet pysty selviytymään kaikista niistä asioista, joista sinun täytyisi?	()	()	()	()	()
9. olet pystynyt hallitsemaan harmejä elämässäsi?	()	()	()	()	()
10. sinusta on tuntunut, että olet ollut asioiden ”herra”?	()	()	()	()	()
11. olet ollut vihastunut siitä, että asioita pääsi tapahtumaan ilman, että olisit voinut itse niihin vaikuttaa?	()	()	()	()	()
12. olet huomannut ajattelevasi asioita, jotka sinun tulisi hoitaa?	()	()	()	()	()
13. olet pystynyt itse hallitsemaan sitä, kuinka käytät aikasi?	()	()	()	()	()
14. olet tuntenut, että ongelmat/ hankaluudet ovat kasautuneet niin, ettet voi selvitä niiden yli?	()	()	()	()	()

LIITE 3. SUBJEKTIIVINEN TYÖKYKYINDEKSI (Työterveyslaitos)

TYÖKYKYINDEKSI (Työterveyslaitos)

Seuraavissa kysymyksissä voit kertoa työkyvystäsi ja siihen vaikuttavista tekijöistä. Työkykyindeksi lasketaan seitsemän kysymyssarjan summapistemääränä (minimipistemäärä 7, pistettä, maksimipistemäärä 49 pistettä, 7-27 pistettä = alentunut työkykyindeksi, 28-43 pistettä = keskinertainen työkykyindeksi ja 44-49 = hyvä työkykyindeksi. Kysely on Työterveyslaitoksen kehittämä ja sitä on käytetty useiden työalojen tutkimuksissa kymmen vuoden ajan.

Työkykyindeksi-kyselyn perusteella voidaan arvioida yksilöllisten kuntoutustoimenpiteiden tarvetta sekä työyhteisön kehittämistarpeita.

Vastaa huolellisesti JOKAISEEN KYSYMYKSEEN (indeksiä ei muuten voi laskea) rengastamalla sen vaihtoehdon numero, joka vastaa parhaiten mielipidettäsi tai kirjoittamalla vastaus sitä varten varattuun tilaan.

1. Työkyky nyt verrattuna elinaikaiseen parhaimpaan.

Oletetaan, että työkykysi on parhaimmillaan saanut 10 pistettä. Minkä pistemäärän antaisit nykyiselle työkyvyllesi?

(0 tarkoittaa sitä, ettei nykyisin pysty lainkaan työhön)

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

täysin
työkyvytön

työkyky
parhaimmillaan

2. Työkyky työn vaatimusten kannalta

Millaiseksi arvioit nykyisen työkykysi työsi **ruumiillisten** vaatimusten kannalta?

5 erittäin hyvä 4 melko hyvä 3 kohtalainen
2 melko huono 1 erittäin huono

Millaiseksi arvioit nykyisen työkykysi työsi **henkisten** vaatimusten kannalta?

5 erittäin hyvä 4 melko hyvä 3 kohtalainen
2 melko huono 1 erittäin huono

3. Nykyiset sairaudet

Merkitse seuraavaan luetteloon millaisia sairauksia tai vammoja Sinulla on tällä hetkellä tai toistuvasti, usein. Merkitse lisäksi, onko lääkäri todennut tai

hoitanut tätä sairautta. Kunkin sairauden kohdalla voi siis olla kaksi, yksi tai ei yhtään rengasta.

Oma arvio = 2, Lääkärin toteama = 1

Tapaturmavamma

01 selässä	2	1
02 yläraajoissa / käsissä	2	1
03 alaraajoissa / jaloissa	2	1
04 muualla, missä ja millainen	2	1

Tuki- ja liikuntaelinten sairaus

05 selän yläosan, kaularangan kulumavika / toistuva kiputila	2	1
06 selän alaosan kulumavika / toistuva kiputila	2	1
07 iskiasoireyhtymä	2	1
08 raajojen (kädet, jalat) kulumavika / toistuva kiputila	2	1
09 nivelreuma	2	1

Verenkiertoelinten sairaus

11 verenpainetauti	2	1
12 sepelvaltimotauti, (rasitus)-rintakipu (angina pectoris)	2	1
13 sairastettu sydänveritulppa, sydäninfarkti	2	1
14 sydämen vajaatoiminta	2	1
15 muu verenkiertoelinten sairaus, mikä _____	2	1

Hengityselinten sairaus

16 toistuvat hengitysteiden tulehdukset (myös nielurisa- ja poskiontelotulehdukset sekä ohimenevä keuhkoputken tulehdus)	2	1
17 pitkäaikainen keuhkoputken tulehdus	2	1
18 pitkäaikainen nuha	2	1
19 keuhkoastma	2	1
20 keuhkojen laajentuma	2	1
21 keuhkotuberkuloosi	2	1
22 muu hengityselinten sairaus, mikä _____	2	1

Mielenterveyden häiriö

23 mielisairaus tai vakava mielen­terveyden ongelma (esim. vakava masennustila, mielialahäiriö)	2	1
24 lievä mielen­terveyden häiriö tai ongelma (esim. lievä masennustila, jännittyneisyys, ahdistuneisuus, unihäiriö)	2	1

Hermoston ja aistimien sairaus

25 kuulosairaus, -vamma	2	1
26 silmäsairaus, -vamma (muu kuin taittovika)	2	1
27 hermoston sairaus (esim. halvaus, hermosärky, migreeni, epilepsia)	2	1
28 muu hermoston ja aistimien sairaus, mikä _____	2	1

Ruoansulatuselinten sairaus

29 sappikivet, -sairaus	2	1
30 maksa- tai haimasairaus	2	1
31 maha- tai pohjukaissuolen haava	2	1
32 maha- tai pohjukaissuolen katarri / ärsytystila	2	1
33 paksusuolen katarri / ärsytystila	2	1
34 muu ruoansulatuselinten sairaus, mikä _____	2	1

Virtsai- tai sukuelinten sairaus

35 virtsateiden tulehdus	2	1
36 munuaissairaus	2	1
37 sukuelinten sairaus (esim. naisilla munasarjatu- lehdus, miehillä eturauhas- tulehdus)	2	1
38 muu virtsai- tai sukuelinten sairaus, mikä _____	2	1

Ihon sairaus			Umpierityksen ja aineenvaihdonnain sairaudet	
39 allerginen ihottuma	2	1	44 liikalihavuus	2 1
40 muu ihottuma, mikä?	2	1	45 sokeritauti	2 1
_____			46 struuma tai muu	
41 muu ihosairaus, mikä?	2	1	kilpirauhassairaus	2 1
_____			47 muu umpierityksen ja aineenvaihdonnain sairaus, mikä?	2 1
Kasvain			Veren taudit ja synnynnäiset viat	
42 hyvänlaatuisen kasvain	2	1	48 vähäverisyys (anemia)	2 1
43 pahanlaatuisen kasvain (syöpä), missä?	2	1	49 muu veren tauti, mikä?	2 1
_____			50 synnynnäinen vika, mikä?	2 1
			Muu vaiva tai sairaus	
			51 mikä?	2 1

4. Sairauksien arvioitu haitta työssä

Onko sairauksistasi tai vammoistasi haittaa nykyisessä työssäsi? Rengasta sopiva vaihtoehto.

- 6 ei haittaa lainkaan / ei ole sairauksia
- 5 suoriudun työstä, mutta siitä aiheutuu oireita
- 4 joudun joskus keventämään työtahtia tai muuttamaan työskentelytapaa
- 3 joudun usein keventämään työtahtia tai muuttamaan työskentelytapaa
- 2 sairauteni vuoksi selviytyisin mielestäni vain osa-aikatyössä
- 1 olen mielestäni täysin kykenemätön työhön

5. Sairauspoissaolopäivät

Kuinka monta **kokonaista päivää** olet ollut poissa työstä terveydentilasi vuoksi (sairauden tai terveyden hoito tai tutkiminen) viimeisen vuoden (12 kk) aikana?

- 5 en lainkaan
- 4 korkeintaan 9 päivää
- 3 10 - 24 päivää
- 2 25 - 99 päivää
- 1 100 -365 päivää

6. Ennuste työkyvystä kahden vuoden kuluttua

Uskotko, että terveytesi puolesta pystyisit työskentelemään nykyisessä ammatissasi **kahden vuoden kuluttua**?

- 1 tuskin
- 4 en ole varma
- 7 melko varmasti

7. Psykkiset voimavarat

Oletko viime aikoina kyennyt nauttimaan tavallisista päivittäisistä toimistasi?

- 4 usein
- 3 melko usein
- 2 silloin tällöin
- 1 melko harvoin
- 0 en koskaan

Oletko viime aikoina ollut toimelias ja vireä?

- 4 aina
- 3 melko usein
- 2 silloin tällöin
- 1 melko harvoin
- 0 en koskaan

Oletko viime aikoina tuntenut itsesi toivorikkaaksi tulevaisuuden suhteen?

- 4 jatkuvasti
- 3 melko usein
- 2 silloin tällöin
- 1 melko harvoin
- 0 en koskaan