

**SYKEVÄLIVAIHTELUUN PERUSTUVAN HYVINVOINTIVALMENNUKSEN  
VAIKUTTAVUUS FYSIOLOGISESTI MITATTUUN HYVINVOINTIIN SEKÄ  
KOETUN STRESSIN MÄÄRÄÄN**

Vesala, Miro-Matti

Liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2020

Työn ohjaaja: Taija Juutinen

## TIIVISTELMÄ

Vesala, M-M. 2020. Sykevälivaihteluun perustuvan hyvinvointivalmennuksen vaikuttavuus fysiologisesti mitattuun hyvinvointiin ja koetun stressin määrään. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, liikuntafysiologian pro gradu -tutkielma, 64 s., 3 liitettä.

Sykevälivaihteluun perustuvan valmennuksen hyödyntämisestä on saatu lupaavia tuloksia niin urheilijoiden suorituskyvyn kuin tavallisten ihmisten hyvinvoinnin parantamisessa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia sykevälivaihtelun mittaamiseen perustuvan hyvinvointivalmennuksen vaikuttavuutta sykevälivaihtelun perusteella mitattuun fysiologiseen hyvinvointiin sekä koetun stressin määrään. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin, eroaako interventio- ja kontrolliryhmien muutokset toisistaan, kun tutkimuksen interventoryhmä teki useammin sykevälivaihtelumittauksia ja sai tuloksiin perustuvaa hyvinvointivalmennusta. Tutkimuksessa selvitettiin myös interventoryhmän eri aikapisteiden välisiä muutoksia sekä tutkittavien leposykkeen ja sykevälivaihtelun muutoksia tutkimusjakson aikana. Tutkimus toteutettiin itsenäisenä tutkimuksena yhteistyössä Firstbeat Technologies Oy:n kanssa.

Tutkimusjoukko koostui yhteensä 60 vapaaehtoisesta tutkittavasta, jotka rekrytoitiin tutkimukseen mukaan fysiologisesti mitattujen heikotasoisten stressin ja palautumisen, unen palauttavuuden sekä liikunnan terveysvaikutusten tasapainon perusteella. Tutkittavat satunnaistettiin ennen tutkimuksen alkua interventio- (n=30) ja kontrolliryhmiin (n=30). Tutkittavat osallistuivat tutkimuksen aikana samoihin mittauksiin ja saivat samanlaista hyvinvointivalmennusta, mutta lisäksi interventoryhmä suoritti sykevälivaihtelumittauksia ja sai tuloksiin perustuvaa hyvinvointivalmennusta kahdesti ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välissä.

Tutkimuksen tulosten mukaan sekä fysiologisesti mitattu hyvinvointi ( $p < 0.001$ ) että koetun stressin määrä ( $p = 0.004$ ) paranivat merkittävästi tutkimuksen aikana sykevälivaihteluun perustuvan hyvinvointivalmennuksen seurauksena kaikilla tutkittavilla. Fysiologisesti mitatut hyvinvointia kuvaavat pisteet olivat alussa 24 ja lopussa 33 pistettä sekä koetun stressin pisteet alussa 16 ja lopussa 12 pistettä. Fysiologista hyvinvointia kuvaavissa stressin ja palautumisen tasapainon pisteissä sekä unen palauttavuuden pisteissä havaittiin vain interventoryhmällä tilastollisesti merkitsevä muutos parempaan, kun taas liikunnan terveysvaikutuksissa vain kontrolliryhmällä havaittiin tilastollisesti merkitsevä muutos parempaan tutkimusjakson aikana. Lisäksi huomionarvoista oli, että sykevälivaihtelun määrän havaittiin kasvavan vain interventoryhmällä tutkimusjakson aikana.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että sykevälivaihteluun perustuvalla mittauksilla ja siihen liitettyllä hyvinvointivalmennuksella voidaan tuottaa merkittäviä parannuksia sekä fysiologisesti mitattuun hyvinvointiin että koetun stressin määrään. Tulosten perusteella niin yksilöt kuin organisaatiot voivat hyötyä merkittävästi sykevälivaihteluun perustuvista hyvinvoinnin valmennusmenetelmistä erityisesti silloin, kun kuormitustasapainon suhteen on lähtötilanteessa haasteita.

Asiasanat: hyvinvointi, sykevälivaihtelu, autonominen hermosto, hyvinvointivalmennus, interventio

## ABSTRACT

Vesala, M-M. 2020. The effectiveness of heart rate variability-based wellness coaching on physiologically measured well-being and perceived stress, University of Jyväskylä, Master's thesis, 64 p., 3 appendices.

During the last few years heart rate variability-based coaching has been highlighted to be a promising method for enhancing athlete's physical performance or either individual's well-being. The purpose for this study was to investigate the effectiveness of heart rate variability-based well-being coaching on physiologically measured well-being and perceived stress. In addition, differences between the two study groups was studied. The intervention group had more heart rate variability measurements and got individual well-being coaching based on the measurement data. Also, it was studied if the resting heart rate or the amount of heart rate variability will change during the study. This study was conducted in co-operation with University of Jyväskylä and Firstbeat Technologies Ltd.

A total of 60 voluntary subjects participated in the study. Subjects were recruited to this study by a physiologically measured balance between stress and recovery, restorative effect of sleep and physical activity health effects. Subjects were randomized to intervention (n=30) and control (n=30) groups before the start of this study. Subjects received otherwise the same treatment during the study, but the intervention group had heart rate variability-based measurements and received more wellness coaching based on them than the control group.

According to the results of this study, both physiologically measured well-being ( $p < .001$ ) and the perceived stress ( $p = .004$ ) improved significantly during the study as a result of well-being coaching based on heart rate variability. In the beginning of the study physiologically measured well-being scores were 24 points and in the end 33 points. Perceived stress scores were 16 points in the beginning and 12 points in the end of the study. In addition, it was found that a statistically significant positive change was observed in the physiologically measured stress and recovery and sleep recovery scores, but in the intervention group alone, while a statistically significant positive change was observed in the exercise health scores in the control group alone. In addition, it was noteworthy that the amount of heart rate variability was found to increase statistically significantly in the intervention group during the study, but not in the control group.

The results of the study show that well-being coaching based on heart rate variability can produce significant improvements in physiologically measured well-being as well as the amount of perceived stress. In the future, both individuals and organizations, should use HRV-based well-being training methods to improve both physiologically measured and perceived stress.

Key words: well-being, heart rate variability, autonomic nervous system, well-being coaching, intervention

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

1	JOHDANTO.....	1
2	HYVINVOINTI .....	2
2.1	Hyvinvoinnin käsite.....	2
2.2	Hyvinvoinnin mittaaminen .....	4
3	SYKEVÄLIVAIHTELU JA AUTONOMINEN HERMOSTO.....	7
3.1	Autonominen hermosto .....	7
3.2	Sykevälivaihtelu .....	8
3.3	Sykevälivaihteluun vaikuttavat tekijät.....	10
3.4	Sykevälivaihtelun mittaaminen .....	11
4	SYKEVÄLIVAIHTELUUN PERUSTUVA HYVINVOINTIVALMENNUS.....	13
4.1	Sykevälivaihteluun perustuva hyvinvointivalmennus.....	13
4.2	Sykevälivaihteluun perustuvan valmennuksen haasteet.....	16
5	TUTKIMUKSEN TARKOITUS.....	18
6	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	20
6.1	Tutkittavat.....	21
6.2	Tutkimuksen mittausprotokolla.....	22
6.3	Mittaukset.....	24
6.4	Tutkimuksen hyvinvointivalmennus .....	26
6.5	Tilastolliset analyysit.....	27
7	TULOKSET .....	29
8	POHDINTA.....	41
8.1	Johtopäätökset .....	41

8.2 Tutkimustulosten rajoitukset ja yleistettävyys .....	44
8.3 Tutkimustulosten merkitys ja jatkotutkimustarpeet .....	46
LÄHTEET .....	48

## 1 JOHDANTO

Hyvinvointiin liittyvien tutkimusten lisääntyessä on käyty yhä enemmän keskustelua siitä, miten hyvinvointi määritellään (Diener ym. 1999; Forgeard ym. 2011). Kasvaneesta mielenkiinnosta sekä lisääntyneistä tutkimuksista huolimatta hyvinvoinnin käsitteen moniulotteinen määritelmä on pysynyt ainakin osittain ratkaisemattomana (Dodge ym. 2012). Kiinnostuksen lisääntyessä on kuitenkin olemassa kasvava tarve määritelmälle, mitä hyvinvointi on (Pollard ym. 2003).

Hyvinvoinnin mittaamisesta on myös keskusteltu ja muun muassa Sosiaali- ja terveysministeriön raportissa ”Psykososiaalisiin kuormitus- ja voimavaratekijöihin liittyvä työhyvinvointitutkimus Suomessa” (2014) on esitetty yhtenä keinona hyvinvoinnin tarkkailuun, edistämiseen ja hallintaan erilaisia sovelluksia sekä mittaussensoreita. Myös muun muassa Lappalainen ym. (2013) ovat havainneet, että hyvinvointiteknologiaperusteisilla mittausmenetelmillä saattaa olla positiivisia vaikutuksia työhyvinvointiin. Sydämen sykevälivaihtelun hyödynnettävyyttä hyvinvoinnin parantamiseksi on selvitetty viime vuosina paljon, ja sykevälivaihtelua on osoitettu olevan lupaava menetelmä hyvinvoinnin ja stressin arvioimiseen. Hyvinvointia ei voida kuitenkaan määrittää täydellisesti vain stressiä mittaamalla, mutta se voi olla arvokas lisä muiden tutkimusmenetelmien rinnalle.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia, mitä muutoksia fysiologisesti mitatussa hyvinvoinnissa sekä koetussa stressissä tapahtuu neljän kuukauden tutkimusjakson aikana, jolloin tutkittavat tekevät sykevälivaihteluun perustuvia mittauksia ja saavat tuloksen perusteella hyvinvointivalmennusta. Tutkimuksessa verrataan keskenään kontrolli- ja interventioryhmiä, joista toinen ryhmä teki enemmän mittauksia ja sai useammin mittauksiin perustuvaa hyvinvointivalmennusta tutkimuksen aikana. Tutkimuksen avulla pyritään vastaamaan kysymykseen, voidaanko sykevälivaihtelun mittaamiseen perustuvan hyvinvointivalmennuksen avulla parantaa fysiologisesti mitattua hyvinvointia ja koettua stressiä sekä vaikuttaako valmennustaajuus menetelmän vaikuttavuuteen.

## 2 HYVINVOINTI

Nykyaikaisessa länsimaisessa yhteiskunnassa paremman hyvinvoinnin tavoittelemisesta on tullut yksi yksilöiden ja yhteisöjen keskeisimmistä tavoitteista ja myös maailman terveysjärjestö WHO on nimennyt hyvinvoinnin edistämisen päätavoitteekseen (Lindert ym. 2015; Lyubomirsky ym. 1999;). Ylipäätään hyvinvointia on tutkittu viime vuosina yhä enemmän ja siitä, miten hyvinvointi määritellään, on käyty tutkijoiden välillä paljon keskustelua (Diener ym. 1999; Forgeard ym. 2011). Monet tutkijoista ovat olleet sitä mieltä, että hyvinvointi on moniulotteinen käsite, joka sisältää niin emotionaalisia, sosiaalisia kuin toiminnallisia osatekijöitä (Diener ym. 2009; Michaelson ym. 2009; Stiglitz ym. 2009). Osittain systemaattisen tutkimustiedon puuttumisen sekä toisaalta hyvinvoinnin määritelmän moniulotteisuuden vuoksi termin käyttäminen on johtanut välillä epätasällisiin ja ristiriitaisiin määritelmiin (Forgeard ym. 2011; Gasper ym. 2010).

### 2.1 Hyvinvoinnin käsite

Tämänhetkiset hyvinvointiin liittyvät tutkimukset ovat käsitelleet pääasiassa subjektiivista hyvinvointia, josta on laajasti tutkimusnäyttöä (Waterman ym. 2008). Dienerin ym. (1999) mukaan subjektiivinen hyvinvointi koostuu tunnepitoisten ja kognitiivisten näkökulmien yhdistelmästä ja sisältää kolme toisiinsa liittyvää osa-alueetta, joita ovat ihmisten emotionaaliset reaktiot, yleinen arvio tyytyväisyydestä sekä tyytyväisyys elämän eri osa-alueisiin. Lisäksi Dienerin ym. (2017) mukaan subjektiivinen hyvinvointi on laaja käsite, joka liittyy myös terveyteen ja sisältää yksilön arvioita omiin tunteisiin vaikuttavista erilaisista kokemuksista.

Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) mukaan hyvinvointi on yksilöiden sekä yhteisöjen keskeisesti tavoittelema ilmiö. THL jaottelee hyvinvoinnin kolmeen osa-alueeseen, joihin luetaan terveys, materiaallinen hyvinvointi sekä koettu hyvinvointi tai elämänlaatu. Lisäksi yksilöllisen hyvinvoinnin osatekijöinä pidetään sosiaalisia suhteita, itsensä toteuttamista, onnellisuutta sekä sosiaalista pääomaa. (THL 2020). Maailman terveysjärjestö WHO:n (World Health Organization) klassisen määritelmän mukaan terveys on täydellisen fyysisen,

psykkisen ja sosiaalisen hyvinvoinnin tila eikä ainoastaan sairauksien puuttumisen tila (WHO 2003). Vaikka hyvinvointia on pidetty yksilöllisesti koettuna ilmiönä, siihen on esitetty liittyvän myös objektiivisemmin mitattavissa olevia näkökulmia (WHO 2003). Hyvinvoinnin määritelmästä on useita erilaisia näkemyksiä, mutta yleisesti tutkijoiden hyväksymän määritelmän mukaan hyvinvoinnilla tarkoitetaan yksilön kokemusta optimaalisesta toiminnastaan erilaisissa tilanteissa (Deci ym. 2001).

Fysiologisesti tarkasteltuna hyvinvointiin liittyy homeostaasi eli elimistön tasapainotila, jonka jo Cannon (1932) esitti teoriassaan välttämättömäksi fysiologisen hyvinvoinnin kannalta. Homeostaasilla tarkoitetaan elimistön erilaisten palautejärjestelmien ylläpitämää tasapainotilaa, johon liittyy merkittävästi myös autonomisen hermoston toiminta (McArdle ym. 2007, 138). Myös muun muassa Vanderlei ym. (2009) mukaan autonomisen hermoston toiminta heijastelee elimistön fysiologista tasapainotilaa eli homeostaasia.

Ihminen reagoi fyysisesti tai psyykkisesti uhkaaviin ja haastaviin tilanteisiin autonomisen hermoston välityksellä nostamalla esimerkiksi elimistön vireystilan eli sydämen sykkeen, hapenkulutuksen ja hengitystaajuuden tilanteen vaatimalle tasolle selviytyäkseen tilanteesta mahdollisimman hyvin. Autonomisen hermoston välityksellä tapahtuvaa vireystilan nousua kutsutaan fysiologisesti stressireaktioksi, jolla tarkoitetaan autonomisen hermoston elintoimintoja aktivoivan, kuten sydämen sykettä ja hormonieritystä stimuloivan, sympaattisen haarakkeen aktivoitumista. (McArdle ym. 2007, 338). Sympaattisen hermoston aktivoituminen on välttämätöntä selviytymiselle, mutta toisaalta yhtä välttämättömänä voidaan pitää autonomisen hermoston elintoimintoja rauhoittavan ja palautumista mahdollistavan, parasympaattisen haarakkeen aktivoitumista. Parasympaattisen hermoston mahdollistaman palautumisen on havaittu olevan yhteydessä hyvinvointiin niin, että palautumisen määrän ollessa riittämätöntä hyvinvointikin heikkenee. (de Croon ym., 2003).



## 2.2 Hyvinvoinnin mittaaminen

Hyvinvoinnin käsitteen moniulotteisuuden problematiikka ei liity ainoastaan määritelmään, vaan myös siihen, miten hyvinvointia voidaan mitata tai arvioida. Muun muassa Thomas ym. (2009) totesivat hyvinvoinnin määritelmän moniulotteisuuden vuoksi sen mittaamisen olevan mahdollisesti vielä määrittelyäkin vaikeampaa ja toistaiseksi vakiintuneen hyvinvoinnin mittausmenetelmän suhteen ei ole täyttä yksimielisyyttä (Oliver ym. 2018).

Perinteisesti hyvinvointia on mitattu subjektiivisilla kyselytutkimuksilla, joilla saadaan kattavasti tietoa tutkittavien omasta kokemuksesta hyvinvointiin liittyen. Kyselytutkimuksia on kuitenkin myös kritisoitu, sillä kaikissa tilanteissa tutkittavan oma kokemus ei ole luotettava tai riittävä kuvaamaan hyvinvointia. Kyselytutkimusten haasteiksi on listattu muun muassa sosiaalinen suotavuus vastauksissa, kysymysten tai vastausluokkien erilaiset tulkinnat, kulttuurierojen merkitys vastauksiin sekä monesti tutkittavien omien kommenttien puuttuminen. (Kahneman ym. 2006; Delle Fave ym. 2011). Lisäksi esimerkiksi Pakarinen ym. (2019) havaitsivat tutkimuksessaan stressitason tunnistamiskyvyssä suurta eroa yksilöiden välillä. Lisäksi oma kokemus hyvinvoinnista voi esimerkiksi pitkään jatkuneessa kuormitustilanteessa muuttua niin, että hitaasti lisääntyntä kuormitustilaa aletaan pitää normaalina. Diener ym. (2000) ovat korostaneet hyvinvointia mitattaessa tarvetta lisämenetelmille, jotka mahdollistaisivat hyvinvoinnin laajemman arvioinnin esimerkiksi fysiologisten mittausten tuella.

Koska hyvinvointiin liitetään useita osa-alueita, voidaan sitä myös mitata monista näkökulmista, joita voivat edustaa erilaiset kysytyt tai mitatut muuttujat (Forgeard ym. 2011). Tutkijat ovat yhdistäneet monia fysiologisia, käyttäytymistieteellisiä sekä biokemiallisia mittausmenetelmiä hyvinvoinnin kartoittamiseksi ja sopivien hoitomenetelmien löytämiseksi (Yetton ym. 2019). DeStefano ym. (1992) totesivat, että mittauksia esimerkiksi kolesterolista, sykkeestä, verenpaineesta ja kehon koostumuksesta on tutkittu suhteessa koettuun hyvinvointiin, mutta kuitenkin moniulotteista ihmisen hyvinvoinnin arviointimenetelmää, joka kuvaisi hyvinvointia kokonaisvaltaisesti, on hankala määritellä.

Vaikka hyvinvointi määritellään usein subjektiivisesta näkökulmasta, erilaiset hyvinvointiin liittyvät tekijät ja kokemukset voivat ilmentyä myös fysiologisesti (Diener ym. 2000). Fysiologisen stressin mittaamisen on esitetty tarjoavan hyödyllisen näkökulman stressin itsearviointin rinnalle (Föhr ym. 2015; Oliver 2018). Myös Thayerin ym. (2009) mukaan fysiologisen stressin mittaaminen voi tuottaa vaihtoehtoisen, autonomisen hermoston toimintaan keskittyvän näkökulman itseraportoidun stressin mittaamisen rinnalle.

Sykevälivaihtelun mittaaminen on todettu herkäksi työkaluksi havainnoida psyykkistä stressiä objektiivisemmasta näkökulmasta (Hjortskov ym. 2004; Taelman ym. 2011). Sykevälivaihtelun on myös ehdotettu toimivan eräänlaisena hyvinvoinnin indeksinä, sillä sykevälivaihtelun on havaittu olevan yhteydessä niin fysiologiseen, psykologiseen ja emotionaaliseen hyvinvointiin (Thayer ym. 2012). Sykevälivaihtelun on myös havaittu olevan herkempi ja valikoivampi psyykkisen stressin mittaamisessa kuin esimerkiksi verenpaineen mittaus (Hjortskov ym. 2004). Sykevälivaihtelua onkin esitetty potentiaalisesti menetelmäksi psykologisten ilmiöiden, kuten stressin, mittaamiseen fysiologisten prosessien kautta (Berntson ym. 1997; Taelman ym. 2004; Thayer ym. 2012). Lisäksi Geisler ym. (2010) ovat havainneet sykevälivaihtelun korreloivan positiivisesti itseraportoitujen iloisuuden sekä tyyneyden kokemusten kanssa.

Feldtin ym. (2007) mukaan fysiologisten sekä itseraportoitujen stressikuvaajien välillä on löydetty yhteyksiä erityisesti työpäivien aikana. Lisäksi itseraportoidut rentoutumisen ja tyytyväisyyden kokemukset olivat positiivisesti yhteydessä fysiologisiin rentoutumisen kuvaajiin ja kielteisesti stressin kuvaajiin, mutta toisaalta itseraportoidulla stressillä ei havaittu yhteyksiä fysiologisiin kuvaajiin tässä tutkimuksessa. Tutkimuksissa itseraportoitu stressin määrä on ollut yhteydessä sykevälivaihtelun avulla mitattuun fysiologiseen stressiin, mutta niihin on todettu vaikuttavan eri tekijät (Föhr ym. 2015).

Lisäksi sykevälivaihtelun on osoitettu olevan luotettava myös kontrolloimattomissa mittausolosuhteissa, sen mittaamisen onnistuvan pidemmältäkin jaksolta sekä mittaamisen olevan yksilölle täysin haitatonta (Massaro ym. 2016). Vaikka lyhytaikaiset sykevälivaihtelun mittaukset voivat kertoa henkisen stressin tasosta tietyn ajanjakson aikana, pidempikestoiset

mittaukset antavat tärkeitä tietoja stressistä ja palautumisesta pidemmältä ajalta. Pidemmän aikavälin mittaukset (vähintään 24 tuntia) mahdollistavat stressi- ja palautumisreaktioiden arvioinnin normaalin työajan sekä vapaa-ajan ja unen aikana. (Jarvelin-Pasanen 2014). Toisaalta sykevälivaihtelunkaan avulla ei yksinään pystytä kuvaamaan hyvinvointia kokonaisvaltaisesti.

### 3 SYKEVÄLIVAIHTELU JA AUTONOMINEN HERMOSTO

#### 3.1 Autonominen hermosto

Autonominen hermosto on tahdosta riippumaton elimistön sisäelintoimintojen säätelijä, jonka tärkeimpiä tehtäviä on säädellä sydänlihaksen, sileiden lihassyiden sekä erittävien rauhasen toimintaa. Autonominen hermosto jaetaan sympaattiseen ja parasympaattiseen osaan, joista sympaattinen haarake nostaa elimistön vireystasoa ja verenpainetta, kiihdyttää sydämen sykettä ja stressihormonitasoja. Parasympaattinen haarake toimii päinvastoin eli rauhoittaen elintoimintoja, laskien vireystasoa ja sydämen sykettä. Autonomisen hermoston molemmat haarakkeet ovat jatkuvasti aktivoituneina, mutta aktiivisempi osapuoli määrittää hermoston vallitsevan vireystilan. (McArdle ym. 2007, 338).

Autonomisen hermoston vastuulla on muun muassa verenkiertoelimistön toiminnan ohjaaminen, joka näkyy selvästi muun muassa sydämen sykkeessä ja sydämen sykevälivaihtelussa. Esimerkiksi juostessa sympaattinen hermosto aktivoituu ja nostaa elimistön vireystilan ja sykkeen juoksun vaatimalle tasolle. (McArdle ym. 2007, 390). Mikäli autonominen hermosto tai hormonaalinen toiminta estettäisiin, sydämen syke olisi 100–120 lyöntiä minuutissa (McCraty ym. 1996).

Autonomisen hermoston tilan on todettu olevan hyvä mittari elimistön tasapainotilasta eli homeostaasista (Vanderlei ym. 2009). Autonomisen hermoston normaalia toimintaa voi vaikeuttaa esimerkiksi pitkittynyt psyykkinen tai fyysinen stressitila, kuten esimerkiksi työstressi tai intensiteetiltään liian raskas fyysinen harjoittelu. Ylipäätään kun sympaattinen elintoimintoja kiihdyttävä hermosto on jatkuvasti aktiivisena, alkaa se heikentää parasympaattisen, elintoimintoja rauhoittavan, hermoston toimintavalmiutta. (Hynynen ym. 2010). Autonomisen hermoston yhteyttä terveyteen on tutkittu ja vähentyneen parasympaattisen aktivaation on havaittu olevan yhteydessä heikompaan terveyteen ja kohonneeseen sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksien riskiin. Muun muassa autonomisen

hermoston ja terveyden yhteyksien vuoksi sen on esitetty olevan potentiaalinen menetelmä myös hyvinvoinnin tarkasteluun. (Laborde ym. 2017).

### **3.2 Sykevälivaihtelu**

Sydämen syke kuvastaa sydänlihaksen supistusnopeutta ja tyypillisesti sykettä mitataan sen perusteella, kuinka monta kertaa sydän lyö yhden minuutin aikana. Sydämen syke reagoi jatkuvasti elimistön fysiologisiin vaatimuksiin ja mukautuu autonomisen hermoston ohjaamana kuhunkin tilanteeseen sopivaksi. Sydän ei lyö koskaan täysin tasaisesti, vaan sydämen lyöntien välisessä ajassa on jatkuvasti havaittavissa vaihtelua (McArdle ym. 2007, 334). Samalla kun autonominen hermosto säätelee sydämen sykkeen tilanteeseen sopivaksi, yhtä lailla sen säätelyn vaikutuksesta sydämen sykevälivaihtelu muuttuu tilanteen vaatimusten mukaan.

Sykevälivaihtelun on havaittu osoittavan sydämen kykyä vastata muuttuviin fysiologisiin tai psykologisiin tilanteisiin ja olevan hyvä mittari autonomisen hermoston tasapainotilasta (Vanderlei ym. 2009). Autonomisen hermoston sympaattisen ja parasympaattisen säätelyn vaikutus kohdistuu sydämen R-R-intervallien pituuteen ja näin myös kokonaisuudessaan EKG:stä havaittavaan QRS-kompleksiin. Sekä sympaattisen että parasympaattisen hermoston aktiivisuuden tiedetään ilmenevän matalilla taajuuksilla mitattuna (0.04–0.15 Hz), kun taas vallitsevan käsityksen mukaan vain parasympaattinen aktiivisuus ilmenee mitattaessa sydämen toimintaa korkeilla taajuuksilla (0.15–0.4 Hz) (Task Force 1996).

Sykevälivaihteluun liittyvät tutkimukset urheilijoilla ovat osoittaneet, että sykevälivaihtelun ja autonomisen hermoston säätelyn välillä on yhteys ja sykevälivaihtelun määrän ollessa pientä, autonomisen hermoston säätelyn on havaittu olevan heikompaa (Hynynen ym. 2010). Autonomisen hermoston toiminnan arviointiin sykevälivaihtelun on osoitettu olevan tehokas menetelmä, sillä se osoittaa pidempään jatkuneen kuormituksen ohella myös akuutit muutokset autonomisen hermoston säätelyssä. On esitetty, että krooninen stressitila olisi yhteydessä autonomisen hermoston sydämeen kohdistuvaan säätelyyn ja sykevälivaihtelutiedon avulla voitaisiin tuottaa yksilöllistä tietoa stressitilasta ja toisaalta myös tähdätä stressireaktioiden määrän vähentämiseen (Uusitalo ym. 2011).

Stressin fysiologiset vaikutukset sykevälivaihteluun johtuvat pääasiassa autonomisen hermoston sympaattisen haarakkeen kasvaneesta aktivaatiosta, jonka seurauksena sydämen syke nousee ja sykevälivaihtelun määrä vähenee (Gockel ym. 2004.) Akuutin stressin on havaittu laskevan niin päivänaikaista kuin yönaikaista sykevälivaihtelun määrää ja madaltunut sykevälivaihtelu on ollut yhteydessä työstressiin monissa tutkimuksissa (Dishman ym. 2010; Riese ym. 2004). Lisäksi Chandolan ym. (2010) katsauksen mukaan suurimmassa osassa tutkimuksissa, jotka ovat tutkineet sykevälivaihtelun ja työstressin yhteyttä todettiin, että mitä korkeampaa itseraportoitu työstressin määrä oli, myös sitä matalampaa oli mitattu sykevälivaihtelun määrä. Stressin vaikutusta sykevälivaihteluun on tutkinut myös Guasti ym. (2005) sekä Delaney ym. (2000), joiden mukaan sydämen matalataajuuksinen (LF) sykevälivaihtelu kasvoi ja vastaavasti korkeataajuuksinen (HF) sykevälivaihtelu väheni stressitilanteessa.

Sykevälivaihtelun yhteydestä koettuun työn kuormittavuuteen on havaittu, että kuormituksen määrä työpäivän aikana oli monella tapaa yhteydessä sykevälivaihtelussa havaittaviin muutoksiin. Esimerkiksi mitä enemmän työhön liittyvää kuormitusta oli päivän aikana, sitä vähemmän päivänaikaista sykevälivaihtelua ja palautumisreaktioita mittauksissa havaittiin. Toisaalta myös työpäivän aikaiset tunteet korreloivat työpäivän aikaiseen stressiin ja yön aikaiseen palautumiseen. Näiden tulosten perusteella on esitetty, että työpäivän aikaiset tunteet sekä krooninen työperäinen stressi ovat yhteydessä autonomisen hermoston sydämeen kohdistuvaan säätelyyn. (Uusitalo ym. 2011). Myös Hallin ym. (2004) mukaan erilaiset stressitekijät aiheuttavat muutoksia sykevälivaihtelussa unen aikana.

Matalat sykevälivaihtelun arvot ovat olleet ennuste epänormaalista tai tehottomasta autonomisen hermoston toiminnasta ja autonomisen hermoston epänormaali toiminta näyttäisi voivan johtaa pitkään jatkuessaan heikentyneeseen palautumiskykyyn ja ylikuormittumiseen. Korkeaa sykevälivaihtelua pidetään yleisesti terveen ja hyvinvoivan sydämen mittarina, ja sykevälivaihtelu onkin usein sitä suurempaa, mitä paremmassa fyysisessä kunnossa henkilö on. (Hynynen ym. 2011). Tutkimukset ovat lisäksi osoittaneet, että korkeampi sykevälivaihtelu on ollut yhteydessä pienentyneeseen sairastavuuteen sekä kuolleisuuteen, parantuneeseen psykologiseen hyvinvointiin ja elämänlaatuun sekä parempaan fyysiseen kuntoon (Fang ym. 2020; Geisler ym. 2010; Wheat ym. 2010). Myös joissakin ahdistuneisuushäiriöissä

autonominen hermosto voi toimia ikään kuin joustamattomasti, jonka takia yksilö saattaa reagoida vaarattomiinkin tilanteisiin nostamalla sympaattisen hermoston aktivaatioita, jolloin sykevälivaihtelun määrä vähenee (Pittig ym. 2013). Yksilöt, joilla on havaittu suurempaa sykevälivaihtelua, on lisäksi havaittu joustavammiksi emotionaaliselta vastaustyyliiltään, emootioiden käsittelyltään ja tunteiden ilmaisultaan sekä käyttävän parempia käyttäytymismalleja kognitiivisiin tehtäviin (Geisler ym. 2010).

### **3.3 Sykevälivaihteluun vaikuttavat tekijät**

Sykevälivaihtelun määrään vaikuttaa merkittävästi erilaiset yksilölliset tekijät. Esimerkiksi ikä vaikuttaa sykevälivaihtelun määrään ja vastasyntyneellä elimistöä säätelee pääasiassa vain sympaattinen hermosto (Bonnemeier ym. 2003; Marcus ym. 1990). Monet tutkimukset ovat myös osoittaneet, että sykevälivaihtelun määrä vähenee luonnostaan iän myötä (Antelmi ym. 2003; Stein ym. 1997). Laiton ym. (2001) mukaan erityisesti yli 60-vuotiailla sykevälivaihtelun määrä on vähentynyt merkittävästi. Iän ohella myös sukupuolen mukaan sykevälivaihtelun määrässä on havaittu eroja ja esimerkiksi matalataajuuksinen sykevälivaihtelu näyttäisi olevan vähäisempää naisilla kuin miehillä, kun taas korkeataajuuksinen sykevälivaihtelu näyttäisi olevan suurempaa naisilla. Myös LF/HF-suhteen on havaittu olevan naisilla selvästi alhaisempi kuin miehillä. (Liao ym. 1995). Matala- ja korkeataajuuksisen vaihtelun (LF/HF) välisen suhteen kasvu kertoo sympaattisen hermoston toiminnan lisääntymisestä ja parasympaattisen aktivaation vähentymisestä (Malik ym. 1996). Toisaalta naisten ja miesten eroavaisuuksia sykevälivaihtelun määrän suhteen on selitetty myös hormonitoiminnalla, jossa on naisten kuukautiskierron ja vaihdevuosien vuoksi selkeitä eroja. Estrogeenin on havaittu vähentävän sympaattisen hermoston aktivaatiota ja kasvattavan vastaavasti parasympaattisen hermoston säätelyn kautta korkeataajuuksista sykevälivaihtelua (Liu ym. 2003). Ikä yhdistettynä sukupuoleen vaikuttaisi olevan merkitsevämpi tekijä, kuin kumpikaan yksinään. Muun muassa Bonnemeier ym. (2003) havaitsivat sukupuolten välisen sykevälivaihtelun määrässä havaittujen erojen pienentyvän ikääntymisen myötä.

Iän ja sukupuolen lisäksi sykevälivaihtelun määrään vaikuttaa merkittävästi myös yksilön geneettiset tekijät. Erään tutkimuksen mukaan jopa yli 40% sykevälivaihtelusta selittyy

yksilöllisellä geeniperimällä (Golosheykin ym. 2017). Myös henkilön fyysinen kunto on yhteydessä sykevälivaihtelun määrään. Sykevälivaihtelu on usein sitä suurempaa, mitä paremmassa fyysisessä kunnossa henkilö on. (Hynynen ym. 2011). Sykevälivaihteluun liittyy myös hengityksen säätely ja sen ilmiö, jota kutsutaan respiratoriseksi sinusrytmiksi. Tämä tarkoittaa sitä, että sisäänhengityksen aikana sykevälivaihtelu pienenee ja uloshengityksen aikana suurenee. Tahdonalaisella hengityksen säätelyllä voidaan siis vaikuttaa jonkin verran sydämen sykevälivaihtelun määrään. (Arstila ym. 2006).

### **3.4 Sykevälivaihtelun mittaaminen**

Sykevälivaihtelun mittaaminen on yleistynyt viime vuosina myös tavallisten ihmisten keskuudessa. Aiemmin sykevälivaihtelua mittasivat pääasiassa vain huippu-urheilijat, koska sykevälivaihtelun on aiemmin todettu olevan urheilijoille hyvä fysiologinen muuttuja harjoittelun ja levon tasapainon löytämiseksi sekä harjoittelusta parhaan mahdollisen hyödyn saamiseksi (Plews ym. 2013; Vesterinen ym. 2016). Sykevälivaihtelun hyödynnettävyyden herättäessä yhä enemmän kiinnostusta, on keskustelua käyty erityisesti siitä, miten sykevälivaihtelun mittaaminen voitaisiin sisällyttää tavalliseen arkeen mahdollisimman helposti kuitenkin luotettava mittausdata varmistaen. Nykyiset sykevälivaihtelumittarit ovat yksinkertaisia käyttää ja tarjoavat yhä useammalle mahdollisuuden tarkkailla elintapojaan fysiologisen stressin ja palautumisen näkökulmasta. (Hall ym. 2004). Sykevälivaihtelua voidaan mitata mittalaitteella, joka määrittelee sykevälivaihtelun suuruuden laskemalla R-piikkien välisen ajan R-R-signaalista. R-R-signaalilla tarkoitetaan sydämen lyöntien välistä aikaa. (Laitio ym. 2001).

Sykevälivaihtelun mittaamiseen kehitetyt analyysimenetelmät ovat pitkälle vietyjä matemaattisia analyyseja. Mittausdatan analysoimiseen on olemassa useita luotettavia menetelmiä, joista yleisimmät ovat aikakenttä- ja taajuuskenttäanalyysi. (Laitio ym. 2001). Taajuuskenttäanalyysi on analyysimenetelmä, jolla pystytään analysoimaan sydämen sykevälivaihtelua eri taajuuksilla. Taajuuskenttäanalyysi perustuu eri taajuuksilla mittaamiseen, ja niiden avulla sykevälivaihtelun tehoa pystytään mittaamaan tarkasti. Se pystyy mittaamaan sykevälivaihtelua korkeataajuuksialueella (HF, high frequency: 0.15–0.40 Hz),



matalataajuusalueella (LF, low frequency: 0.04–0.15 Hz) ja erittäin matalataajuuden alueella (VLF, very low frequency: 0–0.04 Hz). Taajuuskenttäanalyysillä voidaan mitata aikakenttäanalyysiä tarkemmin sympaattisen ja parasympaattisen hermoston vaikutuksia sykevälivaihteluun, sillä sen avulla pystytään erottamaan toisistaan sympaattisen ja parasympaattisen aktivaation vaikutukset sykevälivaihteluun. Toisaalta se ei ole myös niin virhealtis kuin aikakenttäanalyysi, josta virheet tulee suodattaa pois jo ennen analysointia. (Malik ym. 1996).

Aikakenttäanalyysi on tilastollinen analyysi, jolla voidaan tutkia sykevälien ajallista kestoa, keskimääräistä sykevälivaihtelua sekä niiden eroja ja poikkeamia. Se on yksinkertaisimpia analyysimenetelmiä, joita on kehitetty sykevälivaihtelun määrän ja syketasojen analysointiin. Aikakenttäanalyysi perustuu sykkeen R-piikkien tunnistamiseen EKG-signaalista, ja sen peruseriaatteena on R-R-intervallijaksojen tunnistamisen jälkeen niiden välisen ajan laskeminen millisekuntien tarkkuudella. R-R-intervallijaksojen lisäksi aikakenttäanalyysillä lasketaan tavallisesti myös sydämen keskisyke, minimi ja maksimi R-R-intervalleja sekä niiden erotuksia. Aikakenttäanalyysi on jokseenkin virheherkkä menetelmä, joten ulkoisten mittausvirhettä aiheuttavien häiriötekijöiden sekä muiden häiriöiden poistaminen EKG-signaalista on perusedellytys luotettavien tulosten saamiseen. (Laitio ym. 2001; Malik ym. 1996.) Aikakenttäanalyysissä käytetään yleensä muuttujana RMSSD:tä (Root Mean Square Differences of Successives R-R intervals), joka kuvaa peräkkäisten sydämen lyöntien välistä ajallista vaihtelua. RMSSD kuvaa tarkasti parasympaattisen hermoston aktivaatioita. SDRR (Standard Deviation of the RR intervals) puolestaan on muuttuja, joka kertoo sydämen sykevälien keskihajonnasta ja sen avulla voidaan tutkia sekä sympaattisen että parasympaattisen hermoston vaikutusta sykevälivaihteluun. (Malik ym. 1996.)

## 4 SYKEVÄLIVAIHTELUUN PERUSTUVA HYVINVOINTIVALMENNUS

### 4.1 Sykevälivaihteluun perustuva hyvinvointivalmennus

Hyvinvoinnin mittaamiseen tai arviointiin liitetään monesti valmennusta, jonka tarkoituksena on hyödyntää kerättyä tietoa yksilön hyvinvoinnin kohentamiseksi. Muun muassa Palmer ym. (2003) on määritellyt hyvinvointivalmennuksen terveystieteiden ja terveyden edistämisen käytäntöön viemiseksi, jossa noudatetaan valmennukselle tyypillisiä periaatteita ja jonka tavoitteena on kohentaa yksilön hyvinvointia tukemalla kokonaiskuormituksen hallintaa. Hyvinvointivalmennusten määrä on lisääntynyt, ja kasvun takana ovat olleet muun muassa yhteiskuntaa yhä enemmän kuormittavat kansansairaudet, joiden ennaltaehkäisemiseksi on pyritty löytämään keinoja (THL 2020). Hyvinvointivalmennuksen keskeinen tavoite on tarjota yksilölle keinoja muuttaa omaa käyttäytymistään niin, että kroonisia sairauksia voitaisiin ehkäistä tai hallita paremmin. Tutkimusten mukaan sykevälivaihteluun liitettyllä ohjauksella voidaan parantaa hyvinvointia vähentämällä stressin ja ahdistuneisuuden kokemusta. (Goessl ym. 2017).

Autonomisen eli tahdosta riippumattoman hermoston heikon tasapainotilan on esitetty kertovan elimistön palautumiskyvyn riittämättömyydestä suhteessa kuormitustekijöihin (Vanderlei ym. 2009). Urheilijoilla palautumiskyvyn riittämättömyys johtaa siihen, että harjoittelusta ei saada irti niin paljon kuin lähtökohtaisesti tavoitellaan. Tieto fysiologisesta palautumisesta harjoittelujakson aikana mahdollistaa harjoitteluohjelmien yksilöllisemmän suunnittelun ja näin lopulta suorituskyvyn parhaan mahdollisen optimoimisen (Sartor ym. 2013; Vesterinen ym. 2016). Tästä syystä urheilijoiden autonomisen hermoston päivittäisen tilan seuraaminen sykevälivaihtelua mittaamalla on havaittu auttavan valmentajia ja urheilijoita optimoimaan harjoittelua esimerkiksi säätämällä harjoitteluviikkojen intensiteettiä kuormitustasolle sopivaksi. (Sartor ym. 2013; Plews ym. 2013.) Sykevälivaihtelun avulla optimoitu harjoitusohjelma on osoittautunut tutkimuksissa toimivammaksi menetelmäksi verrattaessa perinteisiin harjoitusohjelmiin, joissa harjoitukset on tyypillisesti suunniteltu etukäteen (Kiviniemi ym. 2007; Nuutila ym. 2017; Vesterinen ym. 2016;).

Harjoittelun optimoimisen yhteydessä sykevälivaihtelua on tutkinut muun muassa Kiviniemi ym. (2007), jonka tutkimuksessa sykevälivaihteluun perustuvan harjoitusryhmän tulokset maksimaalisessa hapenottokyvyssä sekä juoksun maksiminopeudessa kasvoivat merkittävästi enemmän kuin kontrolliryhmällä, jonka harjoitusohjelma oli ohjelmoitu perinteisesti etukäteen. Kyseisen tutkimuksen tutkimusprotokolla oli suunniteltu siten, että urheilijat tekivät päivittäin ortostaattisen kokeen, ja mikäli sykevälivaihtelun arvot laskivat etukäteen määritettyjen referenssiarvojen alapuolelle, harjoitteluintensiteettiä ohjeistettiin laskemaan. Tutkimuksen perusteella todettiin, että fyysisten ominaisuuksien kehittymisen näkökulmasta voisi olla optimaalista muuttaa harjoittelun intensiteettiä autonomisen hermoston säätelyyn perustuen. Esimerkiksi parasympaattisen säätelyn väheneminen urheilijan referenssiarvoihin verrattuna voi tutkimusten perusteella olla merkki siitä, että harjoittelustimuluksen vähentäminen olisi hyödyllistä urheilijan optimaalisen kehittymisen näkökulmasta. (Kiviniemi ym. 2007).

Perinteisten harjoitusohjelmien kuormittavuuden jaksottamisten ohella sykevälivaihteluun perustuvan valmennuksen avulla harjoittelua pystytään yksilöimään yhä paremmin urheilijalle sopivaksi (Vesterinen ym. 2016; Botek ym. 2014). Plewsin ym. (2013) tutkimus osoitti, että sykevälivaihtelun pidemmän aikavälin trendi sekä päiväkohtaisen vaihtelun seuraaminen on hyödyllistä harjoittelun adaptaation maksimoiseksi ja toisaalta ylikuormituksen välttämiseksi. Toisaalta sykevälivaihtelun eri muuttujien kasvamisen on ehdotettu olevan merkki adaptaatiosta harjoitteluun ja positiivisten harjoitusvaikutusten synnystä, joten sykevälivaihteludatan analysointi ei ole yksiselitteistä (Plews ym. 2013). Lisäksi lisääntynyt kuormitusintensiteetti tai kuormituksen kesto ovat yhdessä tutkimuksessa vaikuttaneet välittömästi sykevälivaihtelun palautumiseen. Saman tutkimuksen perusteella on ehdotettu, että harjoituksen jälkeistä sykevälivaihtelua voitaisiin käyttää harjoittelun kuormittavuuden arviointiin. Tutkimuksessa huomattiin, että jo ensimmäisten kahden minuutin aikainen sykevälivaihtelun palautuminen vaikuttaisi antavan riittävästi tietoa harjoituksen kuormittavuudesta. (Kaikkonen ym. 2010.) Myös Myllymäen ym. (2012) mukaan lisääntynyt harjoituksen intensiteetti tai kesto aiheuttavat viivästyksiä autonomisen hermoston yönaikaiseen palautumiseen, mutta sykevälivaihtelun muutoksiin tarvittiin kestoiltaan pitkä harjoitus.

Viimeaikaiset tutkimukset ovat tukeneet hypoteesia, jonka perusteella autonomisen hermoston toiminta sisältää arvokasta tietoa elimistön fysiologisista prosesseista, ja että sykevälivaihteluun perustuvaa valmennusta voitaisiin käyttää apuna huippu-urheilun ohella niin ikään monien kroonisten sairauksien ehkäisyssä ja hoidossa sekä terveiden ihmisten suorituskyvyn ja jaksamisen parantamisessa (Oliver 2018; Gevirtz ym. 2013; Aubert ym. 2001). Hyvinvoinnin arviointi sykevälivaihtelun perusteella voi tarjota lisäarvoa tuottavan näkökulman koetun stressin määrän arvioimisen rinnalle ja siitä onkin tullut laajasti hyväksytty menetelmä yksilöiden autonomisen hermoston tilan arviointiin. (Föhr ym. 2015). Muun muassa Culbertin ym. (2004) mukaan sykevälivaihteluun perustuvalla hyvinvointivalmennuksella voidaan tuottaa yksilöille tietoa ja keinoja muutokseen oman hyvinvoinnin parantamisen suhteen. Myös The ym. (2020) totesivat sykevälivaihtelun olevan hyvä objektiivinen valmennusmenetelmä työperäisen stressin tarkastelussa ja sen osoittavan stressitekijöitä eri työtehtävien aikana. Lisäksi Uusitalo ym. (2011) havaitsivat työpäivän aikaisen kuormituksen määrän olevan eri tavoin yhteydessä sykevälivaihtelussa havaittaviin muutoksiin. Tutkimusten perusteella sykevälivaihteluun perustuva hyvinvointivalmennus vaikuttaisi olevan tehokas valmennusmenetelmä myös tavallisten ihmisten hyvinvoinnin parantamisessa tai stressin määrän vähentämisessä.

Vuonna 2017 julkaistun meta-analyysin perusteella sykevälivaihteluun perustuva hyvinvointivalmennus oli yhteydessä merkittävään vähenemiseen koetun stressin ja ahdistuneisuuden määrässä. Tutkimuksen mukaan tarvitaan kuitenkin lisää näyttöä sykevälivaihtelun vaikuttavuudesta, vaikka kyseisen laajan katsauksen perusteella sykevälivaihtelu osoittautuikin potentiaaliseksi menetelmäksi stressin määrän vähentämiseksi. (Goessl ym. 2017). Myös Lee ym. (2015) viittaa aiempiin tutkimuksiin, joiden mukaan sykevälivaihtelun mittaaminen näyttäisi tuottavan hyötyjä, kun se liitetään osaksi stressinhallintaan tähtäävään tai ahdistuksen vähentämistä tavoittelevaan ohjelmaan. Lisäksi esimerkiksi Yamamoto ym. (2009) mukaan sykevälivaihtelun avulla mitattuihin autonomisen hermoston reaktioihin pystyttiin vaikuttamaan merkittävästi työn laatuun liittyvällä muutoksilla. Lisäksi Hautala ym. (2004) ovat todenneet, että päivittäinen autonomisen hermoston säätelyn mittaaminen sykevälivaihtelun avulla voi toimia indikaattorina elimistön fysiologisesta palautumistilasta.

Sykevälivaihteluun perustuvan valmennuksen vaikuttavuuden taustalla olevat tekijät liittyvät todennäköisesti itsetuntemuksen lisääntymiseen, oman käyttäytymisen muuttamiseen tiedon perusteella sekä kohentuneeseen motivaatioon (Lee ym. 2015). Hyvinvointivalmennusten vaikuttavuuserojen tutkimuksissa on havaittu, että toistaiseksi ei ole yhdenmukaista näyttöä eri tavoin toteutettujen valmennusten välillä, mutta valmennukseen sisältyvät tapaamiset, puhelinsoitot, omaseurantamittaukset sekä viestinnän tyyli (vuorovaikutuksellisuus) ja valmennuksen intensiivisyys saattavat olla ratkaisevia, sillä toteutustavalla ei sen sijaan vaikuttanut olevan yhä paljon merkitystä (Richards ym. 2013).

#### **4.2 Sykevälivaihteluun perustuvan valmennuksen haasteet**

Sykevälivaihtelun hyödynnettävyyttä valmennuksessa on myös kritisoitu erityisesti urheilijoilla, sillä jotkut tutkimukset ovat osoittaneet, että paljon harjoitelleilla kestävyysliikkujilla sykevälivaihtelu ei korreloisi aerobisen kunnan kanssa (Lee ym. 2012). Manzi ym. (2009) havaitsivat saman ja lisäksi totesivat, että urheilijoilla sykevälivaihtelu ei välttämättä kerro tarkasti muutoksista autonomisen hermoston toiminnassa. Näiden tutkimusten perusteella urheilijoiden sykevälivaihtelun arvioimiseen asettuu joitakin rajoitteita, mutta toisaalta Da Silva ym. (2012) kuitenkin osoittivat, että sykevälivaihtelun perusteella oli mahdollista ennustaa melko tarkasti kestävyysjuoksijan juoksuaika viiden kilometrin kilpailusuorituksessa. Saman tutkimuksen perusteella on ehdotettu, että sykevälivaihtelua mittaamalla urheilijoiden harjoitusadaptaatioita pystyttäisiin seuraamaan tarkasti.

Buchheitin ym. (2014) mukaan sykevälivaihtelun hyödynnettävyys urheilijoilla ei kuitenkaan ole välttämättä niin yksinkertaista kuin aiemmin on esitetty. Kyseisessä tutkimuksessa parasympaattisen hermoston aktiivisuus nimittäin kasvoi urheilijoiden tehdessä fyysisesti kuormittavia harjoituksia kuumissa olosuhteissa, vaikka urheilijat itse raportoivat kokevansa väsymystä. Lisäksi toisessakin tutkimuksessa huomattiin, että erittäin paljon juostessa (253 km 7 vuorokaudessa) parasympaattinen aktiivisuus laski ensimmäisten kolmen juoksupäivän aikana, mutta tämän jälkeen alkoi kasvaa, vaikka urheilijan itseraportoitu väsymys lisääntyikin (Brenner ym. 1998). Muun muassa näiden tutkimusten perusteella on pohdittu, että ympäristötekijät sekä urheilijan yksilölliset ominaisuudet ovat huomioon otettavia tekijöitä,

kun arvioidaan sykevälivaihtelun avulla urheilijan kuormitustilaa tai harjoitusadaptaatioita (Buchheit ym. 2014).

Tärkeä huomioon otettava asia on sykevälivaihtelun mittaamisen ajankohta. On ehdotettu, että sykevälivaihtelua olisi hyvä mitata unen ajalta, jolloin siihen vaikuttaa todennäköisesti mahdollisimman vähän erilaiset ympäristötekijät ja muut mahdolliset mittausrvirheet (Brandenberger ym. 2005). Lisäksi sykevälivaihtelun päivittäisessä mittaamisessa on suositeltu käytettäväksi keskiarvoja pidemmältä aikaväliltä yksittäisten päivien sijaan, joissa normaalia päiväkohtaista vaihtelua saattaa ilmentyä (Plews ym. 2014). Yhdessä tutkimuksessa havaittiin, että makuuasento tuotti luotettavamman mittaustuloksen verrattuna seisten toteutettaviin mittauksiin (Schmitt ym. 2013). Buchheitin ym. (2014) tutkimuksen mukaan sykevälivaihtelua suositellaan hyödynnettäväksi heti aamulla heräämisen jälkeen, sillä harjoituksen tai muun kuormituksen jälkeen mitattuun sykevälivaihteluun saattaa vaikuttaa monia tulosta sekoittavia tekijöitä. Lisäksi sykevälivaihtelun hyödynnettävyys valmennuksen välineenä on nykyään yhä helpompaa kehittyneemmän mittausteknologian ansiosta, mutta mitatun sykevälivaihteludatan tulkinta ei ole koskaan yksiselitteistä ja jotta virhetulkintoilta vältyttäisiin, tulisi mittaustulosten tulkitsijalla olla riittävät taustatiedot.

## 5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sykevälivaihtelun mittaamiseen perustuvan hyvinvointimittauksen sekä siihen liitetyn hyvinvointivalmennuksen vaikuttavuutta hyvinvointiin. Tutkimuksessa selvitettiin mittausjakson aikana yönaikaista sykevälivaihtelua ja leposykettä sekä stressin ja palautumisen tasapainoa, unen palauttavuutta sekä liikunnan terveyst- ja kuntovaikutuksia interventio- ja kontrolliryhmillä. Muuttujia tutkittiin suhteessa koehenkilöiden itseraportoimaan stressiin, jota mitattiin kyselylomakkeella. Tutkimuksessa keskityttiin henkilöihin, joilla sykevälivaihtelun perusteella mitattu fysiologinen hyvinvointi oli ennen tutkimusta heikkoa.

- 1) *Tutkimuskysymys:* Mikä on sydämen sykevälivaihteluun perustuvan hyvinvointivalmennuksen vaikuttavuus a) fysiologiseen hyvinvointiin eli stressin ja palautumisen tasapainoon, unen palauttavuuteen sekä liikunnan terveystvaikutuksiin, b) koettuun stressin määrään ja c) leposykkeeseen ja sykevälivaihtelun määrään noin neljän kuukauden tutkimusjakson aikana?

*Hypoteesi:* Sykevälivaihteluun perustuva hyvinvointimittaus ja siihen liitetty hyvinvointivalmennus vaikuttavat positiivisesti mitattuun fysiologiseen hyvinvointiin sekä koetun stressin määrään ja leposykkeeseen ja sykevälivaihteluun.

Autonomisen hermoston toiminta sisältää tietoa elimistön fysiologisista prosesseista, ja viimeaikaiset tutkimukset ovat tukeneet hypoteesia, jonka perusteella sykevälivaihteluun perustuvaa valmennusta voitaisiin hyödyntää huippu-urheilun ohella niin ikään monien kroonisten sairauksien hoidossa sekä terveiden ihmisten suorituskyvyn ja jaksamisen parantamisessa (Gevirtz ym. 2013; Thayer ym. 2012). Thayerin ym. (2009) mukaan biomarkerit, kuten sydämen sykevälivaihtelu, tuottaa vaihtoehtoisen mittaukseen perustuvan näkökulman esimerkiksi fysiologisen stressin tai palautumisen määrän arviointiin ja vuonna 2017 julkaistun meta-analyysin perusteella sykevälivaihteluun perustuva hyvinvointivalmennuksen osoitettiin olevan yhteydessä merkittävään vähenemiseen koetun

stressin ja ahdistuneisuuden määrässä sekä kohonneeseen sykevälivaihtelun määrään (Goessl ym. 2017). Lisäksi on havaittu, että lisäämällä käyttäytymismuutoksia vahvistavia elementtejä, kuten tavoitteenasettelua, seurantaa tai asiantuntijan palautetta, hyvinvointivalmennusten tulokset ovat olleet parempia (Greaves ym., 2011).

2) *Tutkimuskysymys:* Johtaako sydämen sykevälivaihtelun mittaukseen perustuva hyvinvointivalmennus, joka toteutetaan kerran kuukaudessa neljän kuukauden aikana, parempaan fysiologisesti mitattuun hyvinvointiin ja vähäisempään koetun stressin määrään verrattuna hyvinvointivalmennukseen, joka toteutetaan vain yhden kerran tutkimuksen aluksi?

*Hypoteesi:* Sykevälivaihteluun perustuvan hyvinvointimittaus ja siihen liitetty hyvinvointivalmennus tuottavat parempia tuloksia mitatussa ja koetussa hyvinvoinnissa kun mittausten ja valmennuksen toistotaajuus on suurempi.

Useammin toteutettavan valmennuksen voidaan olettaa johtavan parempiin tuloksiin yksilöllisemmän ohjauksen ja tehokkaamman seurannan vuoksi. Lisäämällä käyttäytymismuutoksia vahvistavia elementtejä, kuten tavoitteenasettelua, seurantaa tai asiantuntijan palautetta, hyvinvointivalmennusten tulokset ovat olleet parempia (Greaves ym., 2011). Leen ym. (2015) mukaan sykevälivaihtelun mittaaminen voi tuottaa merkittäviä hyötyjä hyvinvointiin, kun se liitetään tavoitteelliseen stressinhallintaan tai ahdistuksen vähentämistä tavoittelevaan ohjelmaan. Lisäksi sykevälivaihteluun perustuvassa valmennuksessa on suositeltu käytettäväksi pidemmän aikavälin tuloksia yksittäisten mittausten sijaan, jolloin päiväkohtaisen vaihtelun riski on pienempi (Plews ym. 2014).



## 6 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksessa mitattiin tutkittavilta fysiologista hyvinvointia sykevälivaihteluun perustuvalla Firstbeat Hyvinvointianalyysi -mittauksella stressin ja palautumisen tasapainon, unen palauttavuuden ja liikunnan terveysvaikutusten perusteella sekä lisäksi koettua stressiä PSS-kyselylomakkeella. Tutkimuksen laitteistot saatiin käyttöön Firstbeat Technologies Oy:lta, joiden Bodyguard 2 -mittalaitteilla mitattiin tutkittavien hyvinvointia eli stressiä, palautumista ja liikuntaa. Tutkittavien koettua stressiä mitattiin tutkimuksessa PSS-kyselylomakkeilla (Perceived Stress Scale).

Tutkimus toteutettiin itsenäisenä pro gradu -tutkimuksena yhteistyössä Jyväskylän yliopiston ja Firstbeat Technologies Oy:n kanssa. Tutkimus sai Jyväskylän yliopiston eettiseltä lautakunnalta puoltavan lausunnon 22.1.2019 koskien tutkimuksen kaikkia osa-alueita. Tutkimuksessa noudatettiin kaikkia Helsingin julistuksen mukaisia eettisiä periaatteita.

Tutkimuksen tutkittavat rekrytoitiin Firstbeatin asiakasrekisteristä ennen tutkimuksen alkua. Lisäksi ennen varsinaisen tutkimuksen alkua tutkittaville kuvattiin tutkimuksen mittausmenetelmät, tutkimusaineiston käsittely ja sen säilyttäminen, tutkittavien oikeudet, tutkimuksen mahdolliset hyödyt ja haitat sekä myös tutkimuksen tarkoitus ja tavoitteet. Tutkittavat allekirjoittivat suostumuslomakkeen ennen tutkimuksen aloittamista, jossa allekirjoituksellaan ilmoittivat hyväksyvänsä kaikki tutkimukseen liittyvät toimenpiteet. Tutkimukseen osallistuminen oli kaikille tutkittaville vapaaehtoista ja heillä oli oikeus perua osallistumisensa tai suostumuksensa missä tahansa vaiheessa tutkimusta ilman minkäänlaisia seuraamuksia. Tutkimukseen osallistuneiden mittausdataa käsiteltiin tutkimuksen tulosten analysointivaiheessa niin, ettei tutkittavien henkilöllisyyttä pystytty tunnistamaan. Tutkimuksen manuaalista aineistoa säilytettiin tutkimuksen ajan Firstbeat Technologies Oy:n lukituissa tiloissa ja sähköistä aineistoa Firstbeatin palvelimilla, jonne oli mahdollista päästä ainoastaan tutkijoiden henkilökohtaisilla tunnuksilla.

## 6.1 Tutkittavat

Tutkimuksen tutkittavat valittiin ja rekrytoitiin Firstbeatin asiakasrekisteristä tutkimussuunnitelman mukaisilla ennalta määritellyillä kriteereillä, joiden mukaan tutkimukseen rekrytoitavien tutkittavien Hyvinvointianalyysi-mittauksen kokonaispisteet oli luokiteltu heikoiksi ( $\leq 29/100$ ) analysoitaessa sykevälivaihtelun perusteella mitatun stressin ja palautumisen, unen palauttavuuden sekä liikunnan tasapainoa juuri ennen rekrytointihetkeä tehdyssä mittauksessa. Vertailuna todettakoon, että Firstbeatin tietokannan perusteella kaikkien Hyvinvointianalyysi -mittauksiin osallistuneiden henkilöiden kokonaispisteiden keskiarvo on 56/100. Tutkimukseen ei kuitenkaan valittu tutkittaviksi henkilöitä, joilla heikot kokonaispisteet johtuivat tilapäisestä kuormitustekijästä, kuten esimerkiksi sairastelusta aikana tai runsaasta alkoholimäärästä mittausjakson aikana. Kenelläkään tutkittavista ei ollut etukäteen kokemusta Firstbeat Hyvinvointianalyysi -mittauksesta tai siihen perustuvasta valmennuksesta ennen tämän tutkimuksen mittauksia, jolla poissuljettiin etukäteistieto menetelmästä.

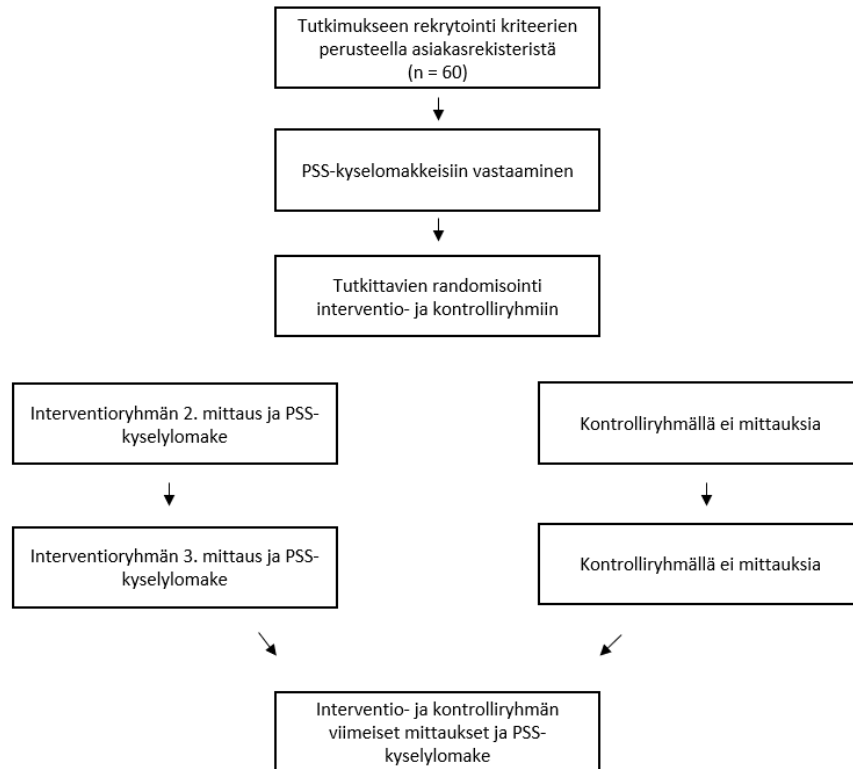
Tutkittavat olivat iältään 27–64-vuotiaita aikuisia. Yhteensä 60 tutkittavaa valittiin mukaan tutkimukseen, joista miehiä oli 14 ja naisia 46. Tutkittavat arvottiin kahteen ryhmään niin, että tutkimukseen ilmoittautuessaan kenelläkään tutkittavista ei ollut tietoa kumpaan tutkimusryhmään lopulta päätyisi ja jokaisella tutkittavilla oli yhtäläinen mahdollisuus tulla arvotuksi kumpaan tahansa tutkimusryhmään. Arvonnan jälkeen tutkittavat saivat tietää, kumpaan tutkimusryhmään kuuluivat tutkimuksen ajan, mutta eivät kuitenkaan tienneet minkä verran mittauksia tai valmennuksia toinen tutkittava ryhmä tekisi tutkimuksen aikana. Tutkittavat ryhmät muodostettiin niin, että niin sanottu interventoryhmä teki yhteensä neljä Hyvinvointianalyysi-mittausta ja sai jokaisen mittauksen yhteydessä valmennusta hyvinvointiin. Tutkimuksen kontrolliryhmä sen sijaan suoritti täysin vastaavia mittauksia vain tutkimuksen aluksi ja lopuksi, ja sai molemmilta mittauskerroilta niin ikään hyvinvointivalmennusta mittaustuloksen perusteella. Mittaukset ja valmennukset suoritettiin molempien ryhmien osalta noin neljän kuukauden aikana. Tutkimuksen edetessä lopullisten tutkittavien määrä karsiutui niin, että lopullisissa analyyseissa tutkittavien määrä oli 50, joista oli miehiä 14 ja naisia 36.

TAULUKKO 1. Tutkittavien perustiedot: lukumäärä, ikä, pituus ja paino.

	<b>n</b>	<b>ikä (v)</b>	<b>pituus (cm)</b>	<b>paino (kg)</b>	<b>BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Kontrolliryhmä	25	48 ± 9	169 ± 9	91 ± 10	31
Interventioryhmä	25	46 ± 10	170 ± 7	88 ± 9	30

## 6.2 Tutkimuksen mittausprotokolla

Tutkimukseen kuuluvat Hyvinvointianalyysi-mittaukset jokainen tutkittava suoritti täysin itsenäisesti Firstbeatin tarkemman ohjeistuksen mukaisesti. Firstbeatin Bodyguard 2 -mittalaite kiinnitettiin EKG-elektrodeilla tutkittavan rintakehään ja kylkikaareen, jonka jälkeen mittalaite aloitti mittaamisen automaattisesti. Mittalaitetta pidettiin rinnassa suihkua, saunaa tai uimista lukuun ottamatta yhtäjaksoisesti. Mittaukset kestivät kerrallaan kolme vuorokautta, ja tutkittavat saivat jokaisen mittauksen jälkeen tuloksen perusteella hyvinvoinnin valmennusta Firstbeatin hyvinvointivalmentajilta. Tuloksista asetettiin hyvinvointivalmentajien kanssa henkilön elämäntilanteeseen sopivat tavoitteet. Hyvinvointivalmennuksen yhteydessä tutkittavat vastasivat vielä koetun stressin kyselylomakkeeseen jokaisella mittauskerralla.



KUVIO 1. Tutkimuksen mittausprotokolla

Tutkimuksessa käytetyt molempien tutkimusryhmien ensimmäisen mittauskerran tulokset otettiin tutkittavien suostumuksella tutkimukseen mukaan Firstbeatin tietokannasta ja koetun stressin kyselylomakkeeseen tutkittavat vastasivat ensimmäisen kerran hyvinvointivalmennuksen yhteydessä. Tutkimuksen toiselle mittauskerralle osallistuivat vain ne 30 tutkittavaa, jotka arvottiin tutkimuksen alkuvaiheessa interventoryhmään. Interventoryhmä teki 3 vuorokauden Hyvinvointianalyysi-mittauksen, jonka jälkeen he saivat jälleen valmennusta hyvinvointiin mittaustuloksen perusteella. Lisäksi tutkittavat vastasivat jälleen koetun stressin kyselylomakkeeseen. Tutkimuksen kolmannelle mittauskerralle osallistui jälleen vain interventoryhmä ja se oli sisällöltään täysin toista mittauskertaa vastaava. Neljännen mittauskerran alkaessa tutkimuksen alkamisesta oli kulunut noin kolme kuukautta ja tässä vaiheessa sekä kontrolli- että interventoryhmä tekivät tutkimuksen päättävän Hyvinvointianalyysi-mittauksen, jonka perusteella molemmat ryhmät saivat myös hyvinvoinnin valmennusta. Lisäksi kaikki tutkittavat vastasivat koetun stressin

kyselylomakkeeseen hyvinvointivalmennuksen yhteydessä. Tutkimuksen mittaukset loppuivat tähän neljänteen mittauskertaan molempien tutkimusryhmien osalta.

### **6.3 Mittaukset**

Jokaisella mittauskerralla tutkittavien sykettä ja sykevälivaihtelua yhtäjaksoisesti 3 vuorokauden ajan. Kerätystä mittausdatasta saatiin analysoimalla tietoa muun muassa tutkittavien stressistä, palautumisesta ja liikunnasta. Lisäksi mittauksilla saatiin tietoon päivittäiset syketasot sekä yönaikainen keskimääräinen sykevälivaihtelu. Kaikki mittaustulokset analysoitiin Firstbeat Technologies Oy:n Hyvinvointianalyysi-ohjelmistolla, jolla myös luotiin tutkittavien tuloksista Hyvinvointianalyysi-raportit.

Hyvinvointianalyysi-mittaus on kehitetty urheilijoille tehtyjen ylikuntotutkimusten pohjalta, joissa havaittiin kovan fyysisen kuormituksen aiheuttavan muutoksia sydämen sykevälivaihteluun (Uusitalo ym. 2000). Mittaamiseen käytetään Firstbeatin hyvinvointimittauksissa käytetään Firstbeatin Bodyguard 2 -mittalaitetta, joka se prosessoi R-R-signaalia 1 millisekunnin (1000 Hz) resoluution tarkkuudella siihen integroidun algoritmin avulla (Korhonen ym. n.d.). Firstbeatin mittalaite on suunniteltu mittaamaan nimenomaan sydämen sykettä sekä sykevälivaihtelua, mutta mittaa myös kiihtyvyyssanturilla liikettä. Mittalaite ei ole lääketieteellinen mittauslaite esimerkiksi terveydentilan diagnosointiin. (Firstbeat 2018).

Firstbeatin analyysiohjelmisto pystyy tunnistamaan syke- ja sykevälivaihteludatan perusteella stressi- tai palautumisreaktioita. Lisäksi sykkeen perusteella arvioitavan hapenkulutuksen avulla voidaan arvioida liikuntasuoritusten tehoa ja kuormittavuutta sekä päivittäisen fyysisen aktiivisuuden terveysvaikutuksia ja askelmääriä. Hyvinvointianalyysi-mittauksessa liikunnan kuormittavuutta arvioidaan harjoituksen jälkeistä lepotilaan nähden ylimääräistä hapenkulutusta tarkastelemalla. Hyvinvointianalyysin mittaustuloksia havainnollistetaan erilaisilla kuvaajilla, jotka kertovat fysiologisista reaktioista elimistössä mittausvuorokausien aikana. Hyvinvointianalyysin osoittamalla stressillä on havaittu olevan yhteys koettuun stressiin (Feldt ym. 2007).

Hyvinvointianalyysin kokonaispisteet muodostetaan stressin ja palautumisen tasapainon, unen palauttavuuden sekä liikunnan terveystaikutusten osapisteistä. Stressin ja palautumisen pisteissä vertaillaan päivänaikeisten stressireaktioiden ajallista määrää suhteessa palautumisreaktioihin. Hyviin tuloksiin päästäkseen stressireaktioita tulisi olla vuorokaudesta Firstbeatin suositusten mukaan vähemmän kuin 60% ja toisaalta palautumisreaktioita olisi hyvä olla vähintään 30% päivän aikana. Unen palauttavuuden pisteissä huomioidaan itseraportoitu unijakson pituus sekä mitattu palautumisen määrä sekä palautumisen laatu (sykevälivaihtelu) merkityn unijakson aikana. Hyviin unen palauttavuuden pisteisiin päästäkseen unen pituus tulisi olla vähintään seitsemän tuntia, palautumisreaktioita unen pituudesta tulisi olla vähintään 75% ja palautumisen laatu tuli olla omaan viiteryhmään suhteutettuna hyvällä tasolla läpi yön. Liikunnan terveystaikutusten pisteissä huomioidaan päivänaikeisen liikunnan ja fyysisen aktiivisuuden riittävyttä terveyden kannalta. Hyviin tuloksiin päästäkseen reipasta liikuntaa tulisi olla päivittäin 30 minuuttia tai rasittavaa 20 minuuttia. Hyvät pisteet voidaan myös saavuttaa, jos päivän aikana on hieman vähemmän edellä mainittuja yhdistettynä runsaaseen määrään kevyttä liikuntaa. Hyvinvointianalyysin maksimipistemäärä on 100 pistettä ja hyvin heikon tuloksen pistemäärä 0–14, heikon tuloksen pistemäärä 15–29, kohtalaisen tuloksen pistemäärä 30–59, hyvän tuloksen pistemäärä 60–84 ja erittäin hyvän tuloksen pistemäärä 85–100. Tässä tutkimuksessa keskityttiin henkilöihin, joilla Hyvinvointianalyysin kokonaispisteet olivat lähtötilanteessa 15–29/100 pistettä eli heikot.

Tutkittaville toimitettiin lisäksi jokaisen Hyvinvointianalyysi-mittauksen yhteydessä kyselylomake liittyen koetun stressin määrään. Tutkimuksessa käytettiin validoitua PSS-kyselylomaketta (Perceived Stress Scale), joka on yksilön koetun stressin määrän laajasti käytetty tutkimusmenetelmä hyvinvoinnin sekä käyttäytymisen muutosten tutkimuksissa. (Cohen 1988). Kyselylomakkeiden tulokset kerättiin tutkittavilta sähköisesti ja analysoitiin tutkimuksen päätyttyä manuaalisesti. Koetun stressin määrää mitattiin esimerkiksi väittämillä ”*Kuinka usein olet viimeisen kuukauden aikana ollut hermostunut tai stressaantunut?*”. PSS-kyselylomakkeen tulokset välillä 0–13 luokitellaan matalaksi stressiksi, tulokset välillä 12–26 kohtalaiseksi stressiksi ja tulokset välillä 27–40 korkeaksi stressiksi.

Fysiologista hyvinvointia ja koettua stressiä mitattiin tutkimuksen interventioryhmältä yhteensä neljässä eri aikapisteessä yhteensä noin neljän kuukauden aikana siten, että mittauspisteet olivat

interventioryhmällä noin kuukauden välein. Lisäksi mittaukseen perustuvaa hyvinvointivalmennusta annettiin jokaisen mittauskerran yhteydessä. Kontrolliryhmältä mitattiin myös fysiologista hyvinvointia ja koettua stressiä, mutta vain kahdessa aikapisteessä noin neljän kuukauden aikana eli tutkimuksen aluksi ja lopuksi. Kontrolliryhmä sai myös täysin vastaavanlaista mittaukseen perustuvaa hyvinvointivalmennusta jokaisen fysiologisen mittauskerran yhteydessä.

#### **6.4 Tutkimuksen hyvinvointivalmennus**

Tutkimuksen jokaisen Hyvinvointianalyysi-mittauksen yhteydessä mittaustuloksista käytiin yhdessä Firstbeatin hyvinvointivalmentajien kanssa valmennuskeskustelu. Valmennuskeskusteluissa noudatettiin Firstbeatin Hyvinvointianalyysi-mittauksia varten kehitettyä valmennuskonseptia, jonka avulla valmennuskeskustelut olivat mahdollisimman yhdenmukaisia. Tutkittavia valmennettiin samaan tapaan, kuin kenen tahansa Firstbeat Hyvinvointianalyysi -mittaukseen osallistuvan hyvinvointia valmennettaisiin. Valmennus oli kestoltaan noin 30 minuuttia ja se käytiin puhelimitse. Valmennuksen keskeinen tavoite oli lisätä mittaustuloksen avustuksella tutkittavan itsetuntemusta omista kuormitustekijöistä ja saada tutkittava ymmärtämään omaan hyvinvointiin keskeisesti vaikuttavat tekijät. Lisäksi hyvinvointivalmentajat asettivat yhdessä asiakkaan kanssa keskustellen yksilölliset, kuhunkin elämäntilanteeseen sopivat tavoitteet mittaustuloksen perusteella. Hyvinvointitavoitteet olivat tyypillisesti ohjeistusta esimerkiksi stressinhallintaan, palautumiseen ja uneen tai liikuntaan, ja joihin pyrittiin noudattamalla valmentajan suosittelemia toimintaohjeita. Valmentajien tutkittaville suosittelevat toimenpiteet pyrittiin pitämään mahdollisimman realistisina ja konkreettisina, jotta seuraavalla mittauskerralla voitaisiin seurata, mitä muutoksia on saatu aikaan. Esimerkiksi heikosti päivän kuormituksesta öisin palautuvan toimenpidesuositukset saattoivat olla yönunen pituuden lisääminen ja elimistön rauhoittaminen mahdollisimman hyvin jo ennen nukkumaanmenoa.

Tutkimuksen varsinaisen valmennustyön tekivät Firstbeatin koulutetut hyvinvointivalmentajat, jotka olivat tutkimuksellisesti tutkimusavustajan roolissa, osallistuen tutkittavien valmentamiseen, mutta valmentajat eivät osallistuneet tutkimukseen muulla tavoin.

Tutkimuksen tutkittavat saivat valita vapaasti hyvinvointivalmentajan eli samalla asiakkaalla ei välttämättä ollut sama valmentaja koko tutkimuksen ajan. Tutkimuksen päätteeksi asiakkailta kysyttiin, kuinka hyvin tutkittavat pystyivät seuraamaan valmentajien suosittelemia toimenpidesuosituksia.

## 6.5 Tilastolliset analyysit

Tutkimuksen tulosten tilastolliset analyysit toteutettiin IBM SPSS Statistics 26 -tilastointiohjelmistolla (Chicago, IL, Yhdysvallat). Tutkittujen otosten normaalijakautumisen testaamiseen käytettiin Shapiro-Wilk -testiä, koska kaikissa analyyseissä otoskoko oli  $\geq 50$ . Tarkasteltavat muuttujat olivat normaalijakautuneita, joten parametrisiä testejä pystyttiin käyttämään.

Fysiologisesti mitatun hyvinvoinnin ja koetun stressin määrän tilastollista merkitsevyyttä tutkittiin toistettujen mittausten varianssianalyysillä (ANOVA). Samalla analyysillä tutkittiin myös interventio- ja kontrolliryhmien välisten muutosten tilastollisia merkitsevyyksiä Hyvinvointianalyysin kokonaispisteiden ja koetun stressin määrän suhteen. Lisäksi toistomittausten varianssianalyysillä tutkittiin interventioryhmän sisäisten muutosten tilastollista merkitsevyyttä Hyvinvointianalyysin kokonaispisteissä sekä koetussa stressissä (PSS) eri aikapisteissä. Tutkimuksessa tutkittiin myös mitatun leposykkeen ja sykevälivaihtelun määrän tilastollisia merkitsevyyksiä tutkimuksen ensimmäisen ja viimeisen mittauksen aikana. Boxin kovarianssimatriisien erisuuruustesti antoi tilastollisesti merkitsevän tuloksen, joten tehdyissä toistomittausten varianssianalyyseissä käytettiin tilanteeseen soveltuvaan Wilks' Lambda -testisuureta. Kovarianssimatriisien erisuuruus voi johtua siitä, että tutkittavien ryhmien varianssit olivat merkitsevästi erilaiset ( $p = 0.001$ ). Varianssien erilaisuus voi selittyä muun muassa sillä, että kontrolliryhmän tutkittavien pistemäärät olivat sattumalta lähellä toisiaan, kun taas interventioryhmällä oli tutkimusaineiston parhaat ja huonoimmat pistemäärät molemmissa mitatuissa muuttujissa. Varianssien erilaisuutta saattoi edesauttaa myös erityisesti kontrolliryhmässä tapahtuneet poisjännit tutkimuksen aikana. Tämä saattoi osaltaan tasoittaa tutkimusryhmää entisestään ja toisaalta lisätä varianssien erisuuruutta ryhmien välillä. Kovarianssimatriisien erilaisuus on selitettävissä näiden analyysien perusteella, ja siten tulosten tulkinta on näiltä osin vielä luotettavaa. Tilastollisen



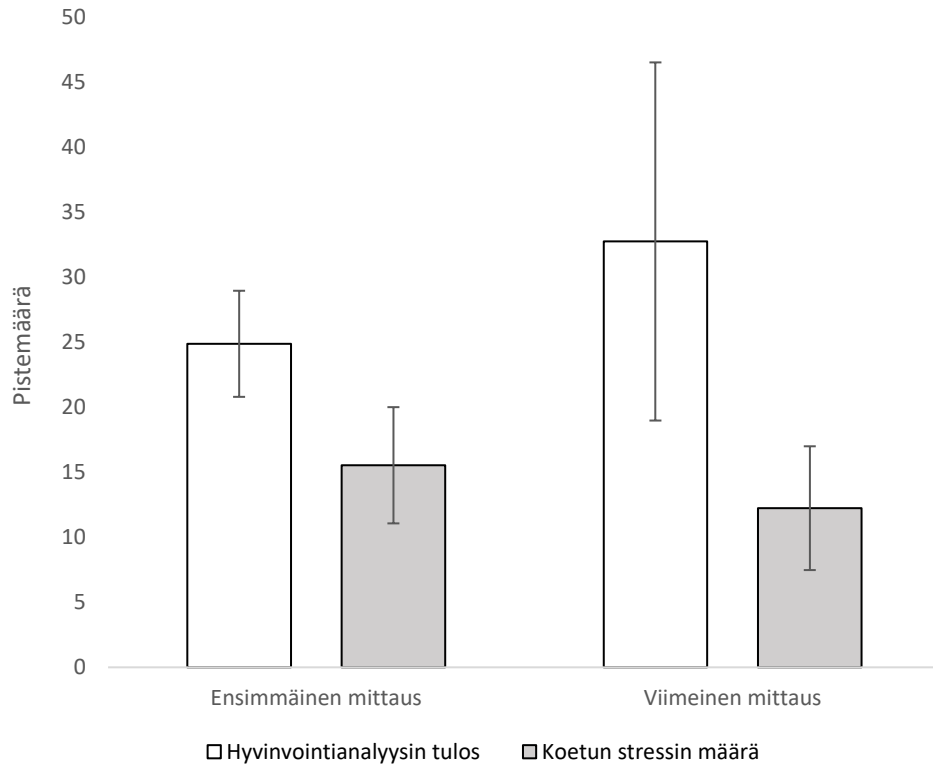
merkitsevyyden tasona käytettiin  $p \leq 0.05$ . Tutkimuksen tulokset esitetään tulososiossa keskiarvoina ja keskihajontoina.

## 7 TULOKSET

Tässä luvussa kuvaillaan tutkimusaineistoa ja esitetään vastaukset tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksen tuloksia tarkastellaan tutkimuskysymysten mukaisessa järjestyksessä kolmessa osassa siten, että ensiksi esitetään sykevälivaihteluun perustuvan Hyvinvointianalyysimittauksen ja siihen liitetyn hyvinvointivalmennuksen vaikuttavuus fysiologisesti mitattuun hyvinvointiin ja koettuun stressiin kaikilla tutkittavalla. Lisäksi esitetään valmennuksen vaikuttavuus leposykkeeseen ja sykevälivaihtelun määrään. Toiseksi vertaillaan tutkimuksen interventio- ja kontrolliryhmän muutoksia mitatuissa muuttujissa tutkimuksen aikana. Kolmanneksi esitetään vielä interventioryhmän mittauskertojen väliset muutokset sekä fysiologisesti mitatussa hyvinvoinnissa että koetussa stressissä. Tutkimuksessa mitattiin fysiologisesta hyvinvointia Firstbeat Hyvinvointianalyysi -mittauksen kokonaispisteiden perusteella ja tulososiossa näihin pisteisiin viitataan Hyvinvointianalyysin tuloksella. Lisäksi koettua stressiä mitattiin PSS-kyselylomakkeella, jonka tuloksiin viitataan tulososiossa koetun stressin määrällä.

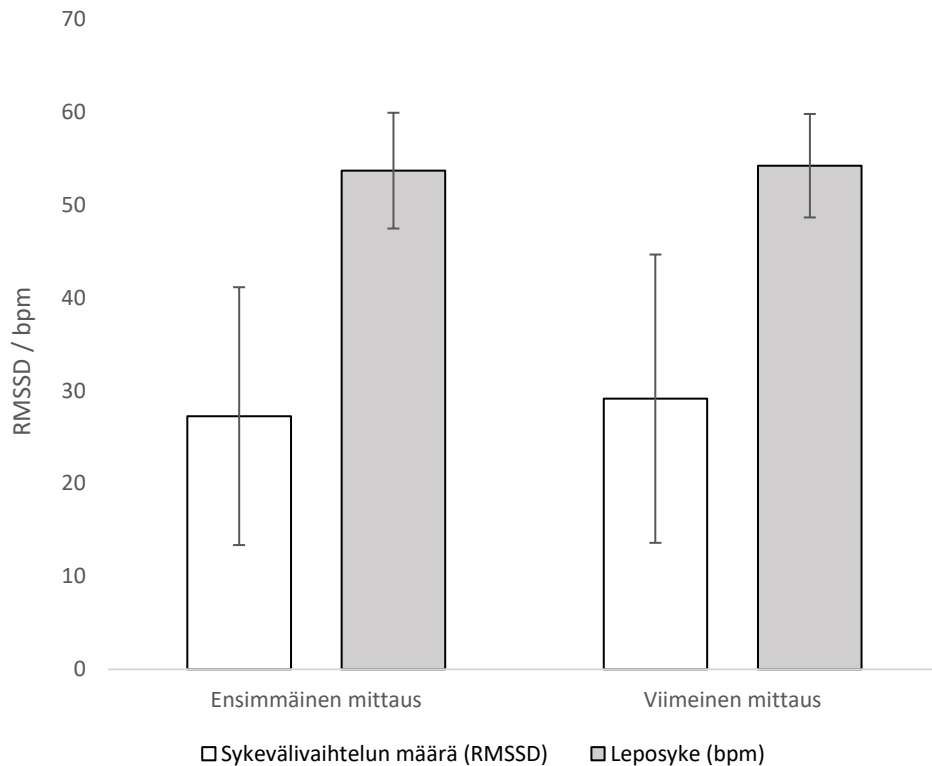
### **Sykevälivaihteluun perustuvan hyvinvointivalmennuksen vaikuttavuus fysiologisesti mitattuun hyvinvointiin, koettuun stressiin, leposykkeeseen sekä sykevälivaihteluun**

Tutkimuksessa tutkittiin toistomittausten varianssianalyysillä (ANOVA) sykevälivaihtelun mittauksen ja siihen perustuvan valmennuksen vaikuttavuutta kaikkien tutkittavien osalta. Hyvinvointianalyysin tulos oli ensimmäisellä mittauskerralla koko tutkimusjoukolla keskimäärin  $24 \pm 4$  ja viimeisellä mittauskerralla keskimäärin  $33 \pm 14$  pistettä. Oletusten mukaisesti Hyvinvointianalyysin tuloksessa havaittiin mittauskertojen välillä merkittävää kasvua ja tilastollisesti merkitsevä ero (Wilk's Lambda,  $F(1,44) = 11.578$ ,  $p < 0.001$ ). Koetun stressin määrä oli ensimmäisellä mittauskerralla koko tutkimusjoukolla keskimäärin  $16 \pm 4$  ja viimeisellä mittauskerralla keskimäärin  $12 \pm 5$  pistettä. Oletusten mukaisesti koetun stressin määrässä havaittiin mittauskertojen välillä merkittävää vähenemistä ja niin ikään tilastollisesti merkitsevä ero (Wilk's Lambda,  $F(1,32) = 9.498$ ,  $p = 0.004$ ).



KUVIO 2. Sykevälivaihteluun perustuvan Hyvinvointianalyysin tulos (Firstbeat Hyvinvointianalyysin kokonaispisteet) sekä koetun stressin määrän (PSS-kyselylomake) muutokset tutkimuksen ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä kaikilla tutkittavilla.

Tutkimuksessa tutkittiin toistomittausten varianssianalyysillä (ANOVA) sykevälivaihtelun määrää kaikilla tutkittavilla. Sykevälivaihtelun määrä (RMSSD) oli ensimmäisellä mittauskerralla keskimäärin  $27 \pm 14$  millisekuntia ja viimeisellä mittauskerralla keskimäärin  $29 \pm 16$  millisekuntia. Oletusten vastaisesti sykevälivaihtelun määrässä ei havaittu koko tutkimusjoukolla mittauskertojen välillä tilastollisesti merkitsevää kasvua (Wilk's Lambda,  $F(1,48) = 1.073$ ,  $p = 0.305$ ). Mitattu leposyke oli ensimmäisellä mittauskerralla keskimäärin  $54 \pm 6$  lyöntiä minuutissa ja viimeisellä mittauskerralla keskimäärin  $54 \pm 6$  lyöntiä minuutissa. Oletusten vastaisesti leposykkeessä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa mittauskertojen välillä koko tutkimusjoukolla (Wilk's Lambda,  $F(1,48) = 0.370$ ,  $p = 0.546$ ).

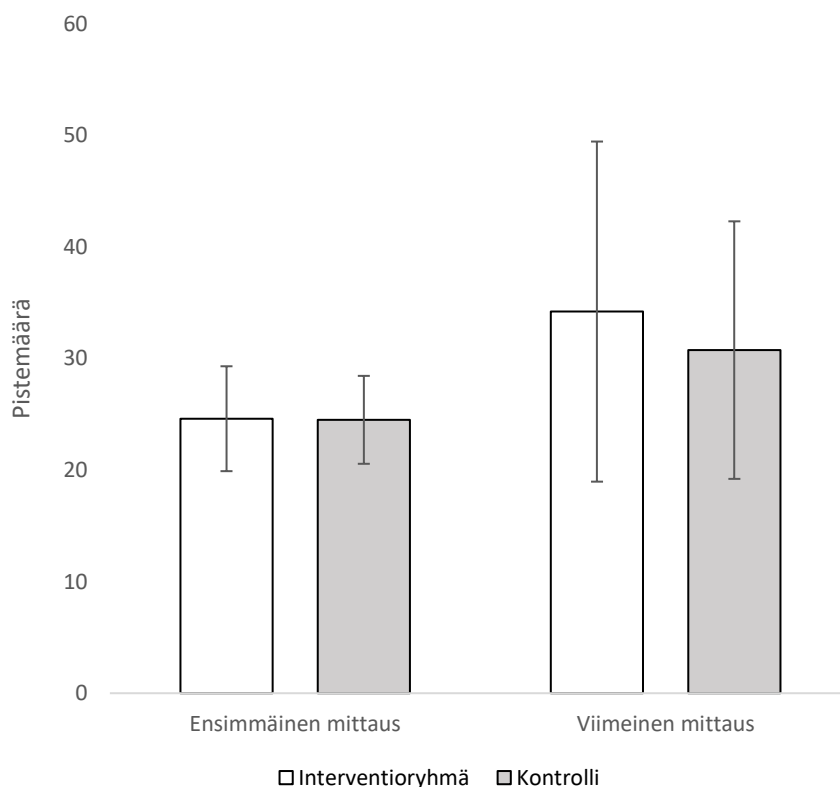


KUVIO 3. Keskimääräisen sykevälivaihtelun määrän (ms) sekä leposykkeen (lyöntiä/min) muutokset tutkimuksen ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä.

**Sykevälivaihteluun perustuvan hyvinvointivalmennuksen toistotaajuuden vaikuttavuus fysiologisesti mitattuun hyvinvointiin ja koetun stressin määrään (kuukauden välein verrattuna neljän kuukauden välein toteutettuun)**

Molemmilta tutkimusryhmiltä analysoitiin kaikilla tutkimukseen kuuluneilla mittauskerroilla Hyvinvointianalyysin tulosta. Toistomittausten varianssianalyysillä (ANOVA) tutkittiin, mitä muutoksia fysiologisesti mitatun stressin ja palautumisen, unen ja liikunnan yhteenlasketuissa tuloksissa havaittiin kunkin tutkimusryhmän osalta ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä. Tutkittavilla ryhmillä ei ollut tutkimuksen lähtötilanteessa tilastollisesti merkitseviä eroja Hyvinvointianalyysin tuloksen tai koetun stressin suhteen ( $p > 0.05$ ). Interventoryhmän tutkittavilla Hyvinvointianalyysin tuloksen keskiarvo oli ensimmäisellä mittauskerralla  $24 \pm 5$

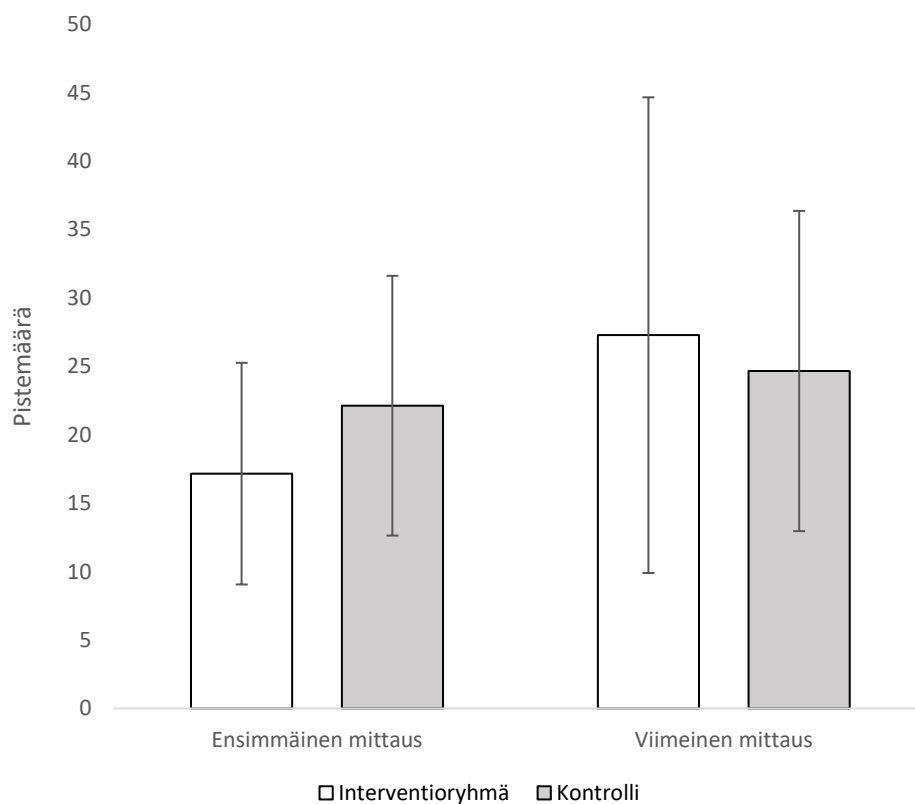
ja viimeisellä mittauskerralla  $34 \pm 15$  pistettä. Kontrolliryhmällä Hyvinvointianalyysin tulos oli ensimmäisellä mittauskerralla  $24 \pm 4$  ja viimeisellä mittauskerralla  $31 \pm 12$  pistettä. Molemmilla tutkittavilla ryhmillä havaittiin kasvua mitatuissa Hyvinvointianalyysin tuloksissa ja oletusten mukaisesti sekä interventoryhmän muutos (Wilk's Lambda,  $F(3,20) = 14.717$ ,  $p < 0.001$ ) että kontrolliryhmän muutos olivat tilastollisesti merkitseviä (Wilk's Lambda,  $F(1,23) = 7.847$ ,  $p = 0.010$ ). Oletusten vastaisesti Hyvinvointianalyysin tuloksen muutoksessa ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja tutkittavien ryhmien välillä ( $p = 0.517$ ).



KUVIO 4. Hyvinvointianalyysin tulosten (Firstbeat Hyvinvointianalyysin kokonaispisteet) muutokset interventio- ja kontrolliryhmillä tutkimuksen aikana.

Lisäksi tutkittiin muutoksia Hyvinvointianalyysin tuloksen muodostavissa stressin ja palautumisen, unen palauttavuuden ja liikunnan terveysvaikutusten osapisteissä kunkin tutkimusryhmän osalta ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä. Hyvinvointianalyysin stressin ja palautumisen pisteiden keskiarvo oli interventoryhmän tutkittavilla ensimmäisellä

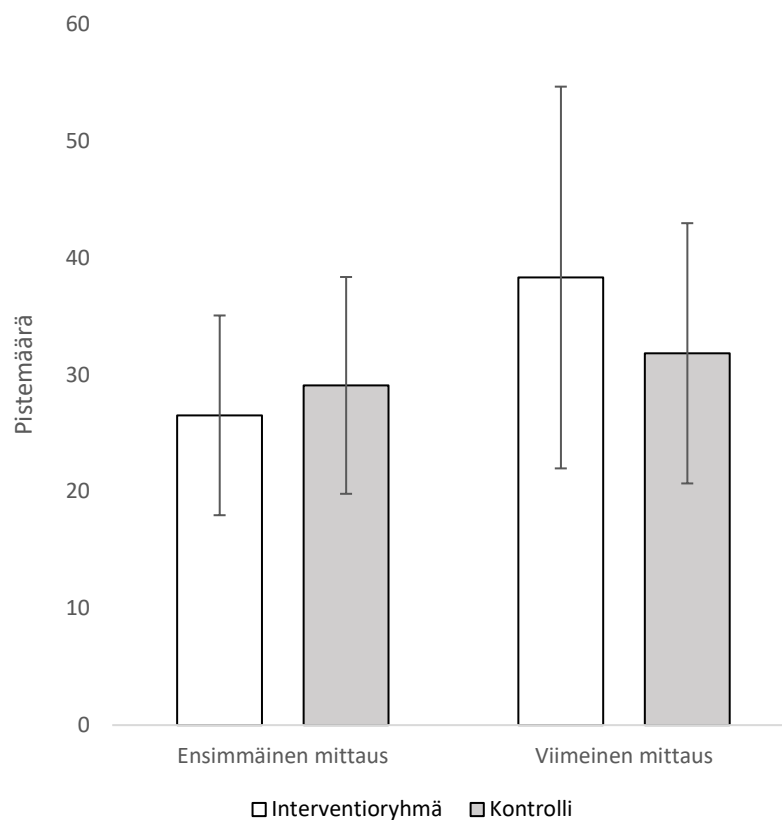
mittauskerralla  $17 \pm 8$  pistettä ja viimeisellä mittauskerralla  $27 \pm 17$  pistettä. Kontrolliryhmällä mitatun stressin ja palautumisen pisteiden keskiarvo oli ensimmäisellä mittauskerralla  $22 \pm 9$  pistettä ja toisella mittauskerralla  $25 \pm 12$  pistettä. Molemmilla tutkimusryhmillä havaittiin parannusta stressin ja palautumisen pisteissä. Interventoryhmän muutos oli tilastollisesti merkitsevä (Wilk's Lambda,  $F(1,24) = 7.248$ ,  $p = 0.013$ ), mutta kontrolliryhmän muutos ei ollut (Wilk's Lambda,  $F(1,23) = 0.755$ ,  $p = 0.388$ ). Stressin ja palautumisen pisteissä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja tutkittavien ryhmien välillä ( $p = 0.705$ ).



KUVIO 5. Hyvinvointianalyysin stressin ja palautumisen pisteiden muutokset interventio- ja kontrolliryhmillä tutkimuksen aikana.

Hyvinvointianalyysin unen palauttavuuden pisteiden keskiarvo oli interventoryhmän tutkittavilla ensimmäisellä mittauskerralla  $27 \pm 9$  pistettä ja viimeisellä mittauskerralla  $38 \pm 16$

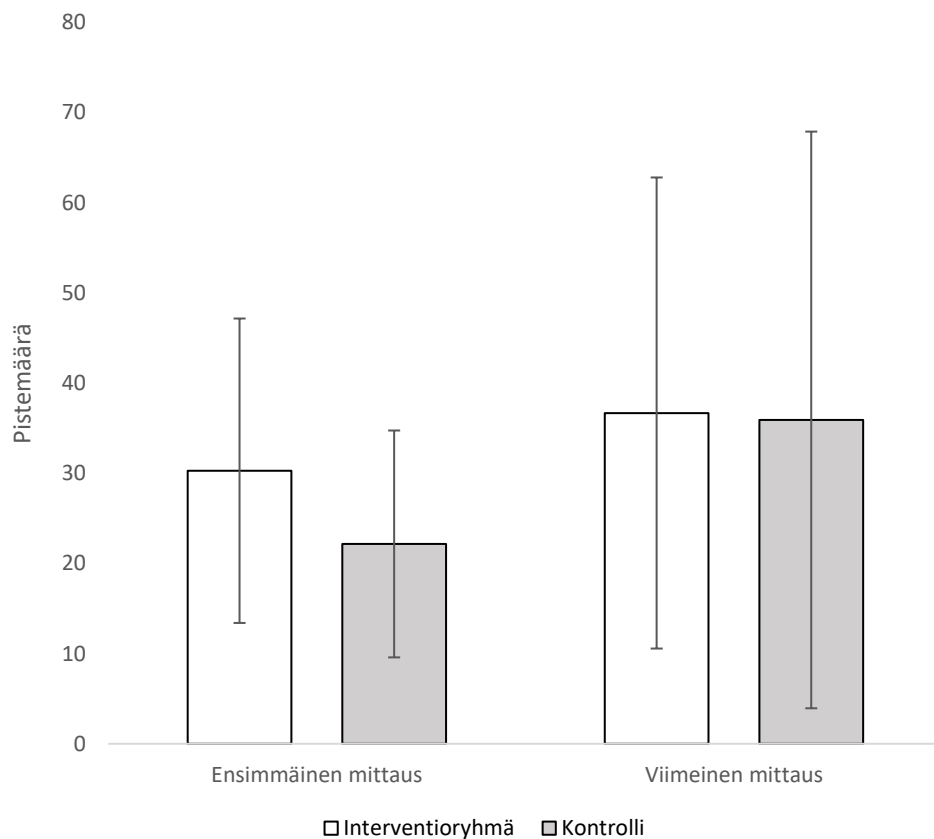
pistettä. Kontrolliryhmällä unen palauttavuuden pisteiden keskiarvo oli ensimmäisellä mittauskerralla  $28 \pm 9$  ja toisella mittauskerralla  $32 \pm 11$  pistettä. Molemmilla tutkimusryhmillä havaittiin parannusta unen palauttavuuden pisteissä. Interventio-ryhmän muutos oli tilastollisesti merkitsevä (Wilk's Lambda,  $F(1,24) = 13.745$ ,  $p < 0.001$ ), mutta kontrolliryhmän muutoksessa ei tilastollisesti merkitseviä eroja havaittu (Wilk's Lambda,  $F(1,23) = 0.969$ ,  $p = 0.335$ ). Unen palauttavuuden pisteissä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja tutkittavien ryhmien välillä ( $p = 0.411$ ).



KUVIO 6. Hyvinvointianalyysin unen palauttavuuden pisteiden muutokset interventio- ja kontrolliryhmillä tutkimuksen aikana.

Hyvinvointianalyysin liikunnan tuottamien terveysvaikutusten pisteiden keskiarvo oli interventio-ryhmän tutkittavilla ensimmäisellä mittauskerralla  $30 \pm 17$  pistettä ja viimeisellä mittauskerralla  $37 \pm 26$  pistettä. Kontrolliryhmällä liikunnan terveysvaikutusten pisteiden

keskiarvo oli ensimmäisellä mittauskerralla  $22 \pm 13$  pistettä ja toisella mittauskerralla  $36 \pm 32$  pistettä. Molemmilla tutkittavilla ryhmillä havaittiin merkittävää parannusta mitatuissa liikunnan terveysvaikutusten pisteissä. Interventioyhmän muutos (Wilk's Lambda,  $F(1,24) = 1.845$ ,  $p = 0.187$ ) ei ollut tilastollisesti merkitsevä, mutta kontrolliryhmän muutos oli tilastollisesti merkitsevä (Wilk's Lambda,  $F(1,23) = 4.500$ ,  $p = 0.045$ ). Tutkittavien ryhmien välillä kokonaispisteiden muutoksessa ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja ( $p = 0.393$ ).

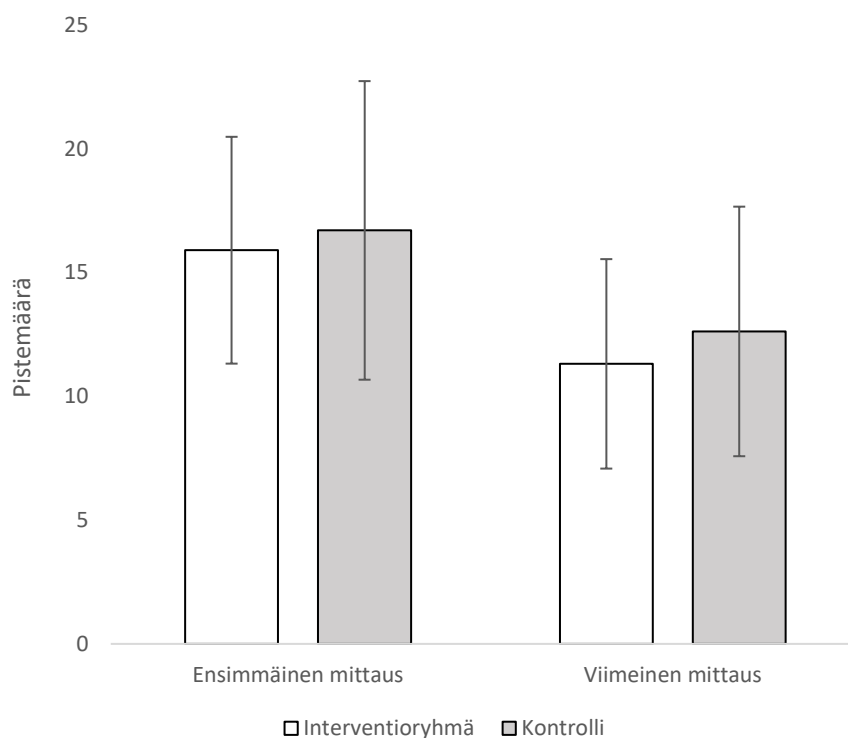


KUVIO 7. Hyvinvointianalyysin liikunnan terveysvaikutusten muutokset interventio- ja kontrolliryhmillä tutkimuksen aikana.

Lisäksi itsearvioidun stressin määrää mitattiin molemmilta tutkimusryhmiltä kaikilla tutkimukseen kuuluneilla mittauskerroilla ja analyseissa tutkittiin, mitä muutoksia koetun stressin pisteissä havaittiin kunkin tutkimusryhmän ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran



välillä. Interventoryhmän tutkittavilla koetun stressin pisteiden keskiarvo oli ensimmäisellä mittauskerralla  $16 \pm 5$  pistettä ja viimeisellä  $12 \pm 4$  pistettä. Kontrolliryhmällä koetun stressin keskiarvo oli ensimmäisellä mittauskerralla  $17 \pm 6$  pistettä ja viimeisellä mittauskerralla  $13 \pm 5$  pistettä. Molemmilla ryhmillä havaittiin merkittävää vähenemistä koetun stressin pisteissä. Sekä interventoryhmän muutos (Wilk's Lambda,  $F(3,14) = 7.648$ ,  $p = 0.003$ ) sekä kontrolliryhmän muutos (Wilk's Lambda,  $F(1,12) = 6.633$ ,  $p = 0.024$ ) oli koetun stressin pisteissä tilastollisesti merkitsevä. Koetun stressin muutosten suhteen ei kuitenkaan löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja tutkittavien ryhmien välillä ( $p = 0.501$ ).

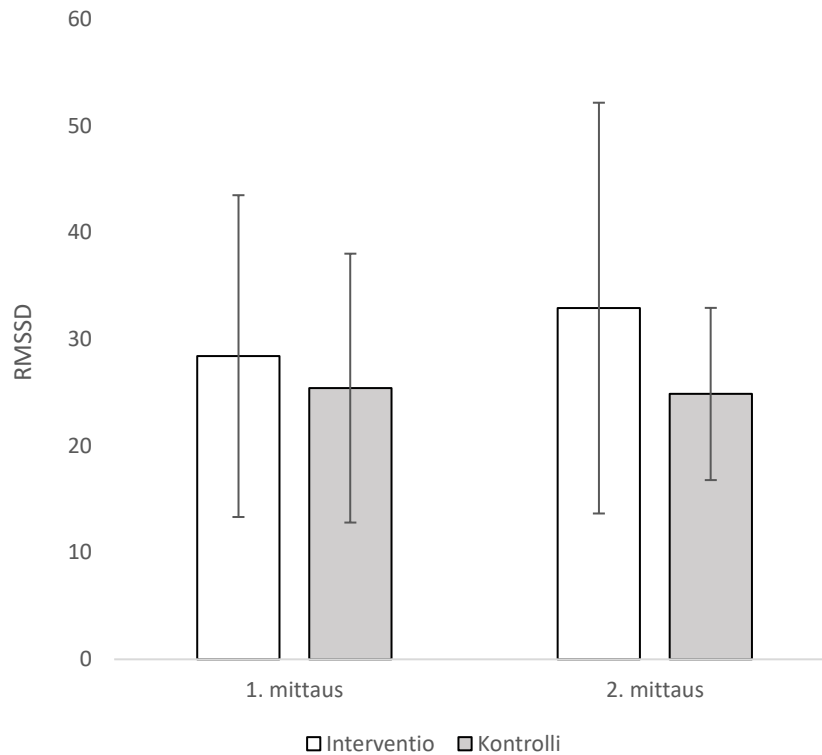


KUVIO 8. Koetun stressin tulosten muutokset interventio- ja kontrolliryhmillä tutkimuksen aikana.

Lisäksi tutkittiin, mitä muutoksia tutkittavien kolmen vuorokauden aikaisessa keskimääräisessä yönaikaisessa leposykkeessä havaittiin ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä molemmilla tutkimusryhmillä. Interventoryhmän tutkittavilla leposykkeen keskiarvo oli

ensimmäisellä mittauskerralla  $52 \pm 7$  lyöntiä minuutissa ja viimeisellä mittauskerralla  $52 \pm 6$  lyöntiä minuutissa. Kontrolliryhmän tutkittavilla leposykkeen keskiarvo oli ensimmäisellä mittauskerralla  $56 \pm 6$  lyöntiä minuutissa ja viimeisellä mittauskerralla  $57 \pm 4$  lyöntiä minuutissa. Interventioryhmän (Wilk's Lambda,  $F(1,24) = 0.040$ ,  $p = 0.843$ ) tai kontrolliryhmän (Wilk's Lambda,  $F(1,23) = 0.984$ ,  $p = 0.332$ ) muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä leposykkeen osalta. Ryhmien välillä ei myös havaittu tilastollisesti merkittäviä eroja leposykkeen muutoksissa ( $p = 0.598$ ).

Muutosta tutkittavien keskimääräisessä yönaikaisessa sykevälivaihtelun määrässä tutkittiin ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä. Interventioryhmän tutkittavilla sykevälivaihtelun yöllinen keskiarvo oli ensimmäisissä mittauksessa  $29 \pm 15$  millisekuntia ja viimeisissä mittauksessa  $34 \pm 19$  millisekuntia, jolloin sykevälivaihtelun määrässä havaittiin merkittävää parannusta. Kontrolliryhmän tutkittavilla sykevälivaihtelun yöllinen keskiarvo oli ensimmäisellä mittauskerralla  $25 \pm 12$  millisekuntia ja viimeisellä mittauskerralla  $24 \pm 8$  millisekuntia. Interventioryhmän muutos oli tilastollisesti merkitsevä (Wilk's Lambda,  $F(1,24) = 7,918$ ,  $p = 0.010$ ), mutta kontrolliryhmän muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä sykevälivaihtelun määrän suhteen (Wilk's Lambda,  $F(1,23) = 0.059$ ,  $p = 0.811$ ). Ryhmien välillä ei havaittu tilastollisesti merkittäviä eroja sykevälivaihtelun muutoksessa ( $p = 0.141$ ).

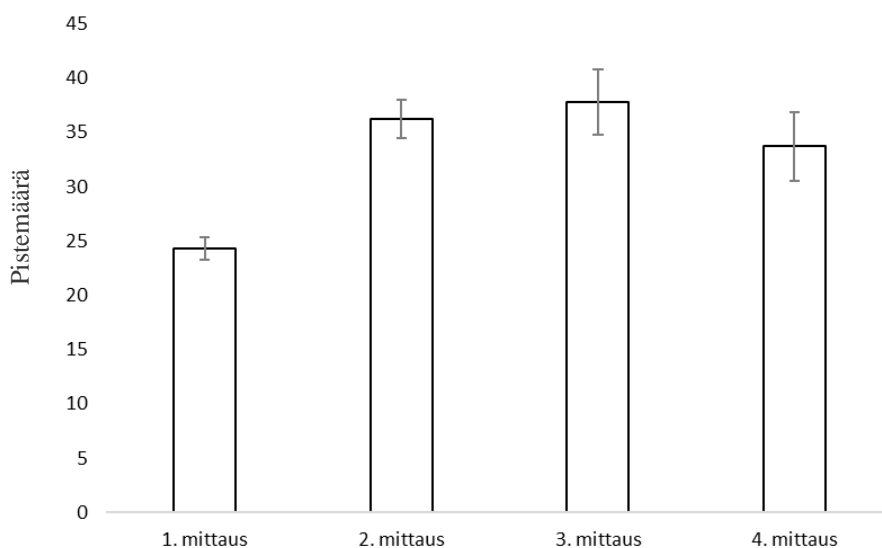


KUVIO 9. Sydämen sykevälivaihtelun muutos interventio- ja kontrolliryhmillä tutkimuksen aikana.

**Sykevälivaihteluun perustuvan hyvinvointivalmennuksen tuottamat muutokset interventoryhmälle tutkimuksen eri mittauskertojen välillä fysiologisesti mitatun hyvinvoinnin ja koetun stressin määrän suhteen**

Tutkimuksen interventoryhmältä tutkittiin lisäksi toistettujen mittausten varianssianalyysillä (ANOVA), mitä muutoksia Hyvinvointianalyysin tuloksessa sekä koetun stressin määrän pisteissä havaittiin jokaisella tutkimukseen kuuluneella neljällä mittauskerralla. Tutkimuksen interventoryhmän Hyvinvointianalyysin tulokset nousivat tutkimuksen aikana merkittävästi. Muutos tuloksen keskiarvossa ylöspäin oli ensimmäisen ( $24 \pm 5$ ) ja viimeisen mittauskerran ( $34 \pm 15$ ) välillä yhteensä keskimäärin 9 pistettä ja tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.029$ ). Tutkimuksen interventoryhmän suurin kokonaispisteiden keskiarvojen muutos tapahtui

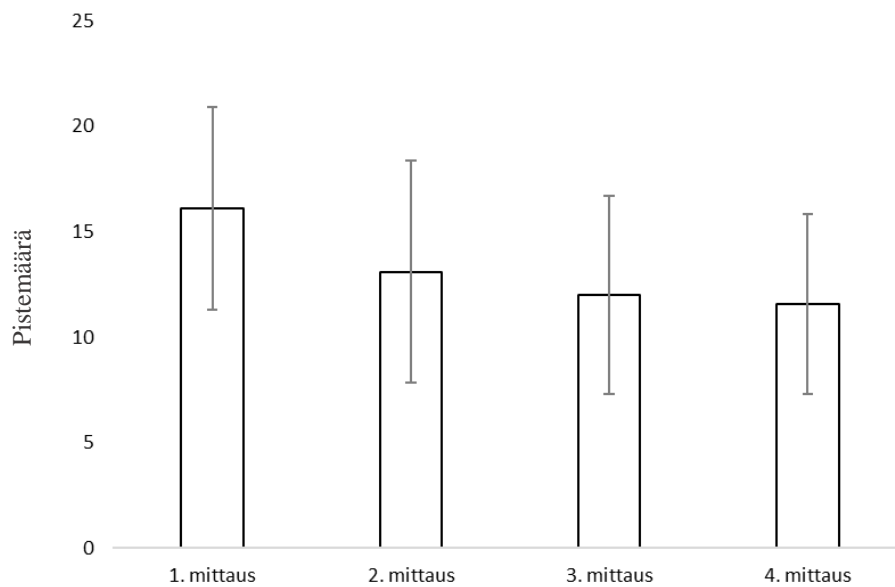
ensimmäisen ( $24 \pm 5$ ) ja toisen mittauskerran ( $36 \pm 2$ ) välillä, jolloin muutos oli 12 pistettä ylöspäin ja tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.001$ ). Muutos toisen mittauskerran ( $36 \pm 8$ ) ja kolmannen mittauskerran ( $38 \pm 14$ ) keskiarvojen välillä oli 2 pistettä ylöspäin, mutta ei tilastollisesti merkitsevä ( $p = 1.000$ ). Muutos kolmannen ( $38 \pm 14$ ) ja neljännen mittauskerran ( $34 \pm 15$ ) keskiarvojen välillä oli 4 pistettä alaspäin, mutta ei tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.640$ ). Tilastollisesti merkitseviä eroja havaittiin ensimmäisen mittauskerran osalta kaikkiin muihin mittauskertoihin, mutta toisella ja kolmannella mittauskerralla ei ollut tilastollisesti merkitsevää muutosta muihin kuin ensimmäiseen mittauskertaan. Viimeisen mittauskerran osalta tilastollisesti merkitseviä eroja ei havaittu muihin, kuin ensimmäiseen mittauskertaan.



KUVIO 10. Interventioryhmän muutos fysiologisesti mitatussa Hyvinvointianalyysin tuloksessa koko mittauksen aikana.

Tutkimuksen interventioryhmän koetun stressin määrän pisteiden keskiarvoissa tapahtui merkittävää vähenemistä tutkimuksen aikana. Muutos ensimmäisen ( $16 \pm 5$ ) ja viimeisen mittauskerran ( $12 \pm 4$ ) pisteiden keskiarvojen välillä oli keskimäärin 4 pistettä ja tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.003$ ). Ensimmäisen ja viimeisen mittauskerran välillä tapahtunut muutos oli suurin koetun stressin määrän pisteiden osalta tutkimusjakson aikana. Muutos toisen ( $13 \pm 5$ ) ja kolmannen mittauskerran ( $12 \pm 5$ ) pisteiden keskiarvojen välillä oli keskimäärin 1 piste,

mutta ei tilastollisesti merkitsevä ( $p = 0.417$ ). Muutos kolmannen ( $12 \pm 5$ ) ja neljännen mittauskerran ( $12 \pm 4$ ) pisteiden keskiarvojen välillä oli keskimäärin 1 pistettä, mutta ei tilastollisesti merkitsevä ( $p = 1.000$ ). Tilastollisesti merkitseviä eroja havaittiin ensimmäisen mittauskerran osalta kaikkiin muihin mittauskertoihin, mutta toisella ( $p = 0.070$ ) ja kolmannella ( $p = 0.020$ ) mittauskerralla ei ollut tilastollisesti merkitsevää muutosta muihin kuin ensimmäiseen mittauskertaan. Viimeisen mittauskerran osalta tilastollisesti merkitseviä eroja ei havaittu muihin, kuin ensimmäiseen mittauskertaan.



KUVIO 11. Interventioryhmän muutos mitatussa koetun stressin määrässä tutkimuksen kaikkien mittauskertojen aikana.

## 8 POHDINTA

Tässä liikuntafysiologian pro gradu -tutkielmassa oli tarkoituksena selvittää sykevälivaihteluun perustuvan hyvinvointimittauksen ja siihen liitetyn valmennuksen vaikuttavuutta sekä fysiologisesti mitattuun hyvinvointiin että koetun stressin määrään. Tässä luvussa pohditaan tutkimuksen tulosten keskeisimpiä johtopäätöksiä, mahdollisia rajoituksia ja yleistettävyyttä sekä tulosten merkitystä ja jatkotutkimustarpeita.

### 8.1 Johtopäätökset

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, tapahtuuko sykevälivaihtelun mittaukseen perustuvan neljän kuukauden hyvinvointivalmennuksen aikana muutosta tutkittavien fysiologisesti mitatussa hyvinvoinnissa sekä koetun stressin määrässä. Tutkimuksessa tutkittiin lisäksi, havaitaanko tutkittavien ryhmien välillä eroja tutkimuksen aikana, kun tutkimuksen interventoryhmä teki enemmän hyvinvointimittauksia ja sai enemmän mittauksiin perustuvaa hyvinvointivalmennusta kuin kontrolliryhmä. Interventoryhmä osallistui hyvinvointimittauksiin ja sai siihen perustavaa hyvinvointivalmennusta neljä kertaa, kun tutkimuksen kontrolliryhmä osallistui mittauksiin ja sai siihen perustuvaa valmennusta vain tutkimuksen aluksi ja lopuksi.

Tutkimuksen tutkittavien fysiologisesti mitattu hyvinvointi lisääntyi ja koetun stressin määrä väheni noin neljän kuukauden tutkimusjakson aikana oletusten mukaisesti. Tutkimuksen tulosten perustella näyttäisi siltä, että sykevälivaihteluun perustuvan mittauksen ja siihen liitetyn hyvinvointivalmennuksen avulla voidaan parantaa sekä fysiologisesti mitattua hyvinvointia että koetun stressin määrää yksilöillä, joilla lähtötilanteessa fysiologisesti mitatun stressin ja palautumisen, unen palauttavuuden sekä liikunnan tasapainon tulos on heikko. Tämä havainto on linjassa aiempien tutkimustulosten kanssa sykevälivaihtelun vaikuttavuudesta valmennuksen välineenä stressin määrän vähentämisessä (Goessl ym. 2017). Aiemmissä tutkimuksissa on lisäksi havaittu, että pelkästään tarjoamalla tietoa ei saavuteta merkittäviä muutoksia käyttäytymisessä kohderyhmästä riippumatta, vaan sen sijaan lisäämällä haluttua

käyttäytymistä vahvistavia elementtejä, kuten omaseurantaa, tavoitteenasettelua ja asiantuntijan palautetta, tulokset ovat olleet parempia (Greaves ym., 2011). Tutkimuksen tulokset ovat linjassa aiempien tutkimustulosten kanssa, joiden mukaan sykevälivaihtelun mittaaminen on todettu hyödylliseksi valmennuksen välineeksi yksilöllisen kuormituksen ja levon tasapainon hallinnassa. (Feldt ym. 2007; Kiviniemi ym. 2007).

Tulosten perusteella vaikuttaisi lisäksi, että neljän kuukauden aikana kerran kuukaudessa sykevälivaihtelun perusteella hyvinvointiaan mittaavat ja jokaisen tuloksen perusteella hyvinvointivalmennusta saavat henkilöt saattavat pystyä parantamaan fysiologisesti mitattua hyvinvointiaan paremmin kuin henkilöt, jotka mittaavat ja saavat tuloksen perusteella hyvinvoinnin valmennusta neljän kuukauden välein lähtötilanteen ollessa molemmilla sama. Vaikka fysiologisen hyvinvoinnin kokonaismuutoksessa ei havaittu eroa ryhmien välillä, ryhmät erosivat siinä, missä osa-alueissa fysiologisen hyvinvoinnin muutos oli tapahtunut. Tutkimuksen kontrolliryhmällä havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja liikunnan pisteiden suhteen mittauskertojen välillä, jotka ovat tuloksena enemmän tutkittavien päivittäisten valintojen seurausta ja joissa hyvät tulokset on helpompi saada aikaan ilman pidemmän aikavälin panostusta. Interventorioryhmällä sen sijaan tilastollisesti merkitseviä eroja havaittiin stressin ja palautumisen sekä unen palauttavuuden tuloksissa mittauskertojen välillä. Stressin ja palautumisen tasapainon vaikuttava autonomisen hermoston vireystila ja unen palauttavuuden tuloksiin vaikuttava elimistön palautumiskyky ovat ominaisuuksia, joiden muutokset johtuvat useimmiten pysyvämmistä muutoksista elämäntavoissa tai käyttäytymisessä.

Tämän perusteella voidaan ajatella, että koska interventorioryhmän tutkittavien kanssa oltiin mittausten ohella valmennuksellisesti yhteydessä noin kuukauden välein, saattaa tutkittavien saama aktiivisempi tuki osittain selittää erilaisia muutoksia tutkittavien ryhmien välillä. Esimerkiksi liikunta-aktiivisuuden lisääntymisessä pysyviä tuloksia on joidenkin tutkimusten mukaan saavutettu todennäköisemmin vasta yli 6 kuukautta kestävässä ohjelmassa, joihin on kuulunut säännöllistä yhteydenpitoa, tavoitteiden asettamista ja päivittämistä sekä sosiaalista tukea (Fjeldsoe ym., 2011; Greaves ym., 2011). Tutkittavien ryhmien välisiä eroja analysoitaessa on hyvä huomioida, että koetun stressin määrän suhteen tulokset ryhmien välillä olivat hyvin samankaltaisia tutkimusjakson aikana.

Tutkimuksen interventoryhmän tutkittavien neljän eri mittauskertojen välillä todettiin oletusten mukaisesti positiivisia muutoksia niin fysiologisesti mitatussa hyvinvoinnissa kuin koetun stressin määrässä, lukuun ottamatta kuitenkin kolmannen ja neljännen mittauskerran välistä muutosta mitatussa fysiologisessa hyvinvoinnissa. Isoimmat muutokset interventoryhmän tutkittavien fysiologisesti mitatussa hyvinvoinnissa sekä koetun stressin määrässä tapahtuivat tutkimuksen ensimmäisen ja toisen mittauskerran välillä, jonka perusteella voidaan olettaa, että neljän kuukauden tutkimusjakson aikana ensimmäisen mittauksen ja siihen liitetyn valmennuksen vaikuttavuus on suurin niin mitatun kuin koetunkin hyvinvoinnin näkökulmasta. Tutkittavien fysiologisesti mitattu hyvinvointi muuttui oletusten mukaisesti vielä toiselta mittauskerralta kolmannelle, mutta ei enää kolmannelta mittauskerralta neljännelle. Koetun stressin määrän suhteen positiivista muutosta tapahtui koko tutkimusjakson aikana, vaikka merkittävin muutos senkin suhteen tapahtui ensimmäisen ja toisen mittauskerran välillä.

Tulosten perusteella näyttäisi, että mittausten ja valmennusten alkuvaiheessa muutoksia saadaan keskimäärin paremmin aikaiseksi kuin tutkimuksen edetessä. Suhteellisesti suuria muutoksia ensimmäisen ja toisen mittauskerran välillä muihin mittauskertoihin verrattuna voi osittain selittää käyttäytymisen muutokset, joilla voidaan saavuttaa positiivisia muutoksia lyhyessäkin ajassa, kun taas pysyvät elintapamuutokset vaativat huomattavasti pitkäjänteisempää asennetta ja sitoutuneisuutta. Esimerkiksi iltaisin nautitun alkoholin poistaminen voi lisätä palautumista yöunen ajalle saman tien, sillä tutkitusti jo kahden alkoholiannoksen on todettu heikentävän yönaikaista fysiologista palautumista (Pietilä ym. 2015). Pysyvien muutosten aikaansaaminen vaatii korkeaa motivaatiota sekä pitkäjänteisyyttä muutoksiin, joka voi selittää muutosten vähenemistä tutkimuksen edetessä. Toisaalta on huomioitava myös, että elintapamuutokset voivat olla helpommin saavutettavissa, kun lähtötilanteessa kuormitustasapainon suhteen on haasteita, sillä hyvinvoinnin osa-alueiden välille saavutetun paremman tasapainon jälkeen muutosten aikaansaaminen voi vaatia huomattavasti enemmän sitoutuneisuutta ja motivaatiota. Sykevälivaihteluun perustuvan hyvinvointivalmennuksen vaikuttavuuden taustalla olevat tekijät liittyvät todennäköisesti itsetuntemuksen lisääntymiseen, tiedon perusteella muutettuihin käyttäytymismalleihin sekä kohentuneeseen motivaatioon. (Lee ym. 2015).



Tutkimuksessa havaittiin lisäksi, että mitattu yönaikainen sykevälivaihtelu ei muuttunut tutkimuksen aikana kaikkien tutkittavien osalta. Kuitenkin sykevälivaihtelun määrän muutoksissa havaittiin huomattava ero tutkittavien ryhmien välillä, kun tutkimuksen interventoryhmän tutkittavilla sykevälivaihtelun määrä nousi merkittävästi ja kontrolliryhmän tutkittavilla sykevälivaihtelun määrässä ei muutosta havaittu. Interventoryhmän muuttuneen sykevälivaihtelun takana voidaan olettaa olevan tutkittavien saama hyvinvointivalmennus, jota tutkittavat saivat koko tutkimuksen ajan. Sykevälivaihtelun on aiemmin havaittu korreloivan positiivisesti itseraportoitujen iloisuuden sekä tyyneyden kokemusten kanssa. Geisler ym. (2010). Tutkimuksessa ei sen sijaan havaittu muutoksia leposykkeessä tutkimuksen aikana. Tulokset leposykkeen ja sykevälivaihtelun määrän suhteen eivät tukeneet täysin tutkimuksen oletuksia, mutta toisaalta fysiologisten ominaisuuksien suhteellisen hitaasti tapahtuvat muutokset saattavat selittää tulosta. Saattaa myös olla, että tutkimuksen kesto oli liian lyhyt muutosten havaitsemiseksi. Lisäksi on tärkeä huomioida, että sekä leposykkeeseen että sykevälivaihteluun vaikuttaa suhteellisen paljon myös yksilölliset geneettiset tekijät, joidenkin arvioiden mukaan jopa yli 40%, joten muutosten aikaansaanti leposykkeessä tai sykevälivaihtelun määrässä saattoi tästäkin syystä olla haastavaa (Golosheykin ym. 2017). Toisaalta muun muassa geneettiset tekijät saattoivat vaikuttaa myös siihen, että tutkimuksen edetessä tulosten keskihajonnat kasvoivat kaikissa mitatuissa muuttujissa.

## **8.2 Tutkimustulosten rajoitukset ja yleistettävyys**

Tutkimuksen tulokset ovat linjassa aiempien sykevälivaihteluun perustuvien valmennustutkimusten kanssa siitä, sykevälivaihteluun perustuvalla valmennuksella voidaan tuottaa hyötyjä yksilöiden hyvinvointiin ja stressin määrään (Goessl ym. 2017). Se, että tutkimus perustui tarkasti määriteltyjen kriteerien perusteella heikon kuormituksen ja levon tasapainon omaaviin tutkittaviin, edesauttaa tutkimustulosten yleistettävyttä ainakin henkilöille, joilla on haasteita kokonaiskuormituksen hallinnan suhteen. Tutkimuksen tuloksia tulkittaessa on kuitenkin muistettava, että heikommassa kuormitustasapainossa olevilla henkilöillä on myös eniten parannettavaa ja usein pienetkin muutokset voivat saada varsin positiivisia muutoksia aikaan. Toisaalta joissain tapauksissa pidempään jatkunut liiallinen kuormitus suhteessa palautumiseen voi olla pitkäaikainen prosessi saada uudelleen tasapainoon.

Tutkimuksessa oli huomionarvoista, että fysiologisesti mitatun hyvinvoinnin ja koetun stressin määrän pisteet eivät korreloineet tutkimuksen päättyessä, vaikka tutkimuksen alussa niiden välillä havaittiin negatiivinen korrelaatio ( $r = -0.301$ ). Tätä voi selittää mittauskertojen välillä tapahtunut positiivinen muutos, joka havaittiin fysiologisesti mitatun tiedon perusteella, mutta ei tutkittavien itseraportoidun tiedon perusteella. Toisaalta vaikka tutkimuksessa käytetty koetun stressin kyselylomake on validoitu ja laajasti tutkimuksissa käytetty, on kuitenkin mahdollista, että osa tutkittavista ali- tai yliarvioi omaa hyvinvointiaan tutkimuksen päättyessä. Tämä voisi osaltaan selittää, miksi korrelaatioita mitatun ja koetun hyvinvoinnin välillä ei tutkimuksen päättyessä enää havaittu. Erityisesti muutosten yliarviointiin lumevaikutus on voinut vaikuttaa, sillä tutkittavat ovat todennäköisesti osanneet olettaa, että mittausten ja valmennusten vuoksi tulosten tulisi muuttua paremmaksi Pakarisen ym. (2019) tutkimuksen mukaan muutosta stressin määrässä ei välttämättä huomata niin nopeasti itseraportoidusti kuin esimerkiksi fysiologisesti mitatun tiedon perusteella, sillä stressitason tunnistamiskyvyssä on havaittu melko suuriakin eroja yksilöiden välillä. Tutkimuksessa havaittiin myös, että fysiologisten mittaustulosten suhteen tulosten hajonta kasvoi tutkimuksen edetessä, mutta koetun stressin määrän suhteen hajonta pysyi tasaisena läpi tutkimuksen.

Tuloksia tulkittaessa on lisäksi hyvä muistaa, että tutkimuksen otoskoko ( $n=50$ ) ja tutkittavien hyvinvointia kuvaavien pisteiden homogeenisuus lähtötilanteessa voivat vaikuttaa siihen, että tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä ei havaita niin helposti. Toisaalta yhtä lailla on huomioitava, että tilastollisissa analyyseissä tutkittavien ryhmien välisten kovarianssimatriisien varianssit olivat tilastollisesti merkitsevästi erisuuria, joka voi osaltaan vaikuttaa siihen, että tilastollisia merkitsevyyksiä toisaalta havaitaan helpommin. Tutkimuksen ansiona voidaan pitää sen pitkittäisasetelmaa ja neljän kuukauden kestoa sekä toistomittausasetelmaa, mikä merkitsee sitä, että havaitut muuntavat ja suorat yhteydet ovat luotettavampia kuin poikkileikkaustilanteessa havaitut yhteydet. Lisäksi se, että tutkimuksessa oli kaksi tutkimusryhmää, voidaan lukea tutkimuksen ansioksi ja toisaalta samojen löydösten tekeminen tutkimuksen aikana molemmilla tutkittavilla ryhmillä lisää niiden merkityksellisyyttä.

### 8.3 Tutkimustulosten merkitys ja jatkotutkimustarpeet

Vaikka sykevälivaihteluun perustuvaa valmennusta on itsessään tutkittu kohtalaisen paljon, sykevälivaihtelun mittaukseen liitetyn hyvinvointivalmennuksen vaikuttavuutta fysiologiseen hyvinvointiin ja koettuun stressiin ei ole aiemmin tutkittu kovin paljon. Tutkimus tuotti uutta tietoa sykevälivaihteluun perustuvan mittaus- ja valmennusmenetelmän hyödyntämisestä hyvinvointivalmennuksissa sekä yleisesti tietoa sykevälivaihtelun hyödynnettävyydestä hyvinvointivalmennuksen välineenä lukuisten urheilijoilla toteutettujen tutkimusten jatkoksi. Tutkimuksen tulokset tukevat aiempaa tutkimustietoa siitä, että sykevälivaihteluun perustuvalla hyvinvointimittauksella ja siihen liitettyllä hyvinvointivalmennuksella voidaan saavuttaa positiivisia muutoksia yksilön kokonaisvaltaiseen hyvinvointiin ja koetun stressin määrään.

Tulosten mukaan kiinnittämällä huomiota sykevälivaihtelun perusteella mitattuun stressin ja palautumisen määrän tasapainoon, yöunen palauttavuuteen sekä liikunnan terveysvaikutusten riittävyteen, voidaan saavuttaa merkittäviä positiivisia vaikutuksia yksilöiden hyvinvointiin. Tutkimuksen tulokset ovat lisäksi osoitus siitä, että sykevälivaihtelun mittaamiseen liitettyllä hyvinvointivalmennuksella voidaan saavuttaa merkittäviä hyötyjä fysiologisesti mitattuun hyvinvointiin erityisesti henkilöillä, joilla kuormituksen ja levon tasapaino on mittausten lähtötilanteessa heikko. Lisäksi tutkimuksen interventoryhmä pystyi lisäämään tutkimuksen aikana sykevälivaihtelun määrää, jonka on aiemmissa tutkimuksissa havaittu olevan yhteydessä parempaan terveyteen ja pienentyneeseen pitkäaikaissairauksien riskiin (Fang ym. 2020). Tutkimuksessa fysiologisen hyvinvoinnin mittausmenetelmänä käytetty Firstbeat Hyvinvointianalyysi on laajasti käytetty työhyvinvoinnin mittaus- ja valmennustyökaluna, ja erityisesti yritysten näkökulmasta tutkimuksen tulokset osoittavat, että heikon kuormitustasapainon omaavien henkilöiden tukemisella voidaan saavuttaa merkityksellisiä parannuksia yrityksen henkilöstölle, sillä erityisesti näitä työkyvyn kannalta riskiryhmiin kuuluvia henkilöitä yritysten on keskeistä pyrkiä tukemaan.

Tulevaisuudessa sykevälivaihtelun mittaaminen on yhä helpompaa koko ajan kehittyvän mittausteknologian ansiosta, joten jatkossa kannattavaa olisi tutkia sykevälivaihtelun itsenäisen mittaamisen sekä sykevälivaihtelun mittaamisen ja siihen liitetyn hyvinvointivalmennuksen

vaikuttavuutta eli tarkastella kuinka paljon lisäarvoa mittaustuloksiin perustuva hyvinvointivalmennus tuottaa suhteessa pelkkään mittaamiseen ja omaehtoiseen tulosten arviointiin niin fysiologisesti mitatun tiedon kuin mittaajan oman kokemuksen perusteella. Lisäksi jatkossa muutoksia fysiologisesti mitatussa ja koetussa hyvinvoinnissa voisi olla kannattavaa tutkia vielä pidemmällä aikavälillä, jotta mahdollisia muutoksia fysiologisissa muuttujissa saataisiin paremmin näkyviin ja saataisiin toisaalta tietoa myös siitä, kuinka pitkälle mittaamisen ja valmennuksen hyödyt kestävät. Lisäksi tutkimus, miten tai miksi sykevälivaihteluun perustuva valmennus vaikuttaa, olisi tärkeä tulevaisuuden kannalta.

## LÄHTEET

- Antelmi, I., DePaula, R., Shinzato, A., Peres, C., Mansur, A. & Grupi, C. 2004. Influence of age, gender, body mass index, and functional capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. *The American journal of cardiology*. 93. 381-5. doi:10.1016/j.amjcard.2003.09.065
- Arstila, A., Björkqvist, S-E., Hänninen, O. & Nienstedt, W. 2006. 193. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Sanoma Pro.
- Aubert, A, Seps, B. & Beckers, F. 2003. Heart Rate Variability in Athletes. *Sports Medicine* 33, 889–919 (2003). <https://doi.org/10.2165/00007256-200333120-00003>
- Berntson, G., Thomas Bigger, J., Eckberg, D., Grossman, P., Kaufmann, P., Malik, M. 1997. Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 34: 623-648. doi:10.1111/j.1469-8986.1997.tb02140.x
- Bonnemeier, H., Richardt, G., Potratz, J., Wiegand, U., Brandes, A., Kluge, N & Katus, H. 2003. Circadian Profile of Cardiac Autonomic Nervous Modulation in Healthy Subjects: *Journal of cardiovascular electrophysiology*. 14. 791-9. 10.1046/j.1540-8167.2003.03078.x
- Botek, M., McKune, A., Krejci, J. & Gaba A. 2014. Change in Performance in Response to Training Load Adjustment Based on Autonomic Activity. *Int J Sports Med*; 35(06): 482-488. <https://doi.org/10.1111/cpf.12381>.
- Brandenberger G., Buchheit M., Ehrhart J., Simon C., Piquard F. 2005. Is slow wave sleep an appropriate recording condition for heart rate variability analysis? *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 121 (1-2), pp. 81-86.
- Brenner, I.K.M., Thomas, S. & Shephard, R.J. 1998. Autonomic Regulation of the Circulation During Exercise and Heat Exposure. *Sports Medicine* 26:85. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826020-00003>
- Buchheit, M. 2014. Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to rome? *Frontiers in Physiology* 5:73. doi:10.3389/fphys.2014.00073.
- Cannon, W. B. 1932. *The wisdom of the body*. WW Norton & Co.

- Chandola, T., Heraclides, A., & Kumari, M. 2010. Psychophysiological biomarkers of workplace stressors. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 35(1), 51–57. [doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.11.005](https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.11.005)
- Cohen, S. 1988. Perceived stress in a probability sample of the United States. In S. Spacapan & S. Oskamp (Eds.), *The Claremont Symposium on Applied Social Psychology. The social psychology of health* (p. 31–67). Sage Publications, Inc.
- Culbert, T., Martin, H., & McCraty, R. 2004. *A practitioner's guide: Applications of the Freeze-Framer interactive learning system*. Boulder Creek, CA: Institute of HeartMath.
- Da Silva, D., Verri S., Nakamura F. & Machado F. 2012. Longitudinal changes in cardiac autonomic function and aerobic fitness indices in endurance runners: a case study with a high-level team. *European Journal of Applied Physiology* 112 (3), 801-809.
- Dishman, R., Nakamura, Y., Garcia, M., Thompson, R., Dunn, A. & Blair, S. 2000. Heart rate variability, trait anxiety, and perceived stress among physically fit men and women. *International Journal of Psychophysiology*. 37. 121-133. doi:10.1016/S0167-8760(00)00085-4.
- de Croon, E., Sluiter, J. & Frings-Dresen, M. 2003. Need for recovery after work predicts sickness absence: A 2-year prospective cohort study in truck drivers. *Journal of Psychosomatic Research*, 55(4), 331–339. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(02\)00630-X](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(02)00630-X)
- DeStefano, T. & Richardson, P. 1992. The Relationship of Paper-and-Pencil Wellness Measures to Objective Physiological Indexes. *Journal of Counseling & Development*, 71: 226-230. doi:10.1002/j.1556-6676.1992.tb02205.x
- Deci, E. & Ryan, R. 2001. On Happiness and Human Potentials: A Review of Research on Hedonic and Eudaimonic Well-Being. *Annual review of psychology*. 52. 141-66. 10.1146/annurev.psych.52.1.141.
- Delaney, J. & Brodie, D. 2000. Effects of short-term psychological stress on the time and frequency domains of heart-rate variability. *Perceptual and motor skills*. 91. 515-24. 10.2466/PMS.91.6.515-524.
- Delle Fave, A., Brdar, I., Freire, T. et al. 2011. The Eudaimonic and Hedonic Components of Happiness: Qualitative and Quantitative Findings. *Soc Indic Res* 100, 185–207 (2011). <https://doi.org/10.1007/s11205-010-9632-5>

- Diener, E., Lucas, R., Smith, H. & Suh, E. 1999. Subjective Well-Being: Three decades of progress. *Psychological bulletin*, 125(2):276-302. doi: 10.1037/0033-2909.125.2.276
- Diener, E. 2000. Subjective Well-Being: The Science of Happiness and a Proposal for a National Index. *The American psychologist*. 55. 34-43. doi:10.1037/0003-066X.55.1.34.
- Diener, E., & Ryan, K. 2009. Subjective Well-Being: A General Overview. *South African Journal of Psychology*, 39(4), 391–406. <https://doi.org/10.1177/008124630903900402>
- Diener, E., Delgado-Chase, D., Hunter, J. & Pressman, S. 2017. If, Why, and When Subjective Well-Being Influences Health, and Future Needed Research. *Applied Psychology: Health and Well-Being*. 9. 133-167. 10.1111/aphw.12090.
- Dodge, R., Daly, A., Huyton, J., & Sanders, L. 2012. The challenge of defining wellbeing. *International Journal of Wellbeing*, 2(3), 222-235. doi:10.5502/ijw.v2i3.4
- Fang, S., Wu, Y. & Tsai, P. 2020. Heart Rate Variability and Risk of All-Cause Death and Cardiovascular Events in Patients With Cardiovascular Disease: A Meta-Analysis of Cohort Studies. *Biological Research For Nursing*, 22(1), 45–56. <https://doi.org/10.1177/1099800419877442>
- Feldt, T., Kinnunen, U., Rönkä, T., Kinnunen, M.-L., & Rusko, H. 2007. Työkuormituksesta palautuminen ja sen mittaaminen: psykologinen ja fysiologinen näkökulma. Teoksessa A. Aro, T. Feldt, & V. Ruohomäki (toim.), *Puheenvuoroja työ- ja organisaatiopsykologiasta*. (s. 60–82). Helsinki: Edita.
- Firstbeat Technologies Oy. 2018. Hyvinvointianalyysin asiantuntijan opas.
- Firstbeat Technologies Oy. 2014. White papers. [www.firstbeat.com/physiology/whitepapers](http://www.firstbeat.com/physiology/whitepapers)  
[Viitattu 1.4.2020.](#)
- Fjeldsoe, B., Neuhaus, M., Winkler, E., & Eakin, E. 2011. Systematic review of maintenance of behavior change following physical activity and dietary interventions. *Health Psychology*, 30(1), 99–109. <https://doi.org/10.1037/a0021974>
- Forgeard, M., Jayawickreme, E., Kern, M. & Seligman, M. 2011. Doing the right thing: Measuring wellbeing for public policy. *International Journal of Wellbeing*, 1(1), 79-106. doi:10.5502/ijw.v1i1.15
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L. et al. 2001. A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research* 15 (1), 109-115. doi:10.1519/00124278-200102000 00019.

- Föhr, T., Tolvanen, A., Myllymäki, T. et al. 2015. Subjective stress, objective heart rate variability-based stress, and recovery on workdays among overweight and psychologically distressed individuals: a cross-sectional study. *J Occup Med Toxicol* 10, 39 (2015). <https://doi.org/10.1186/s12995-015-0081-6>
- Gasper, D. 2010. Understanding the diversity of conceptions of well-being and quality of life. *The Journal of Socio-Economics*. 39:3, 351-360. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2009.11.006>
- Geisler, F., Vennewald, N., Kubiak, T., & Weber, H. 2010. The impact of heart rate variability on subjective well-being is mediated by emotion regulation. *Personality and Individual Differences*, 49(7), 723–728. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.06.015>
- Gevirtz R. 2013. The promise of heart rate variability biofeedback: evidence-based applications. *Biofeedback* 41, 110–120, doi:10.5298/1081-5937-41.3.01
- Gockel, M., Lindholm, H., Tuomisto, M., Schildt, J., Kallio, A., Viljanen, A. et al. 2004. Työstressi, uupumus ja koettu työkyky: mittaaminen ja rentoutuksen vaikutus. Helsinki: Invalidisäätiö, 2004.
- Goessl, V., Curtiss, J., & Hofmann, S. 2017. The effect of heart rate variability biofeedback training on stress and anxiety: A meta-analysis. *Psychological Medicine*, 47(15), 2578-2586. doi:10.1017/S0033291717001003
- Golosheykin, S., Grant, J., Novak, O., Heath, A., & Anokhin, A. 2017. Genetic influences on heart rate variability. *International journal of psychophysiology: official journal of the International Organization of Psychophysiology*, 115, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.04.008>
- Greaves, C., Stych, K., Abraham, C., Hardeman, W., Roden, M., Evans, P. & Schwarz, P. 2011. Systematic review of reviews of intervention components associated with increased effectiveness in dietary and physical activity interventions. *BMC Public Health*. 11. 119. doi:10.1186/1471-2458-11-119.
- Guasti, L., Simoni, C., Mainardi, L., Crespi, C., Cimpanelli, M., Klersy, C., Gaudio, G. & Grandi, AM et al. 2005. Global link between heart rate and blood pressure oscillations at rest and during mental arousal in normotensive and hypertensive subjects. *Auton Neurosci*. 2005;120:80–87.



- Hall, M., Vasko, R., Buysse, D., Ombao, H., Chen, Q., Cashmere, J., Kupfer, D. & Thayer, J. 2004. Acute Stress Affects Heart Rate Variability During Sleep, *Psychosomatic Medicine: January-February 2004 - Volume 66 - Issue 1 - p 56-62*  
doi: 10.1097/01.PSY.0000106884.58744.09
- Hautala, A., Makikallio, T., Kiviniemi, A., Laukkanen, R., Nissila, S., Huikuri, H. & Tulppo, M. 2004. Heart rate dynamics after controlled training followed by a home-based exercise program. *European journal of applied physiology.* 92. 289-97.  
10.1007/s00421-004-1077-6.
- Hjortskov, N., Rissén, D., Blangsted, A., Fallentin, N., Lundberg, U & Sjøgaard, K. 2004. The Effect of Mental Stress on Heart Rate Variability and Blood Pressure During Computer Work. *European journal of applied physiology.* 92. 84-9. 10.1007/s00421-004-1055-z.
- Hynynen, E., Vesterinen, V., Rusko, H. & Nummela, A. 2010. Effects of moderate an heavy endurance exercise on nocturnal HRV. *Sports Medicine.* 31, 428-432
- Hynynen, E., Konttinen, N., Kinnunen, U., Kyröläinen, H. & Rusko, H. 2011. The incidence of stress symptoms and heart rate variability during sleep and orthostatic test. *European Journal of Applied Physiology* 111 (5), 733-741.
- Hyvinvoinnin osatekijät. 2020. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL) 2020.
- Jarvelin-Pasanen, S. 2014. Työajat ja sykeväilvaihtelu opetus- ja hoitotyötä tekevillä naisilla. Publications of the University of Eastern Finland. Dissertations in Health Sciences., no 256. ISSN: 1798-5714
- Kaikkonen, P., Hynynen, E., Mann, T., Rusko, H. & Nummela, A. 2010. Can HRV be used to evaluate training load in constant load exercises? *European Journal of Applied Physiology* (2010) 108: 435. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1240-1>.
- Kahneman, D. & Krueger, A. 2006. "Developments in the Measurement of Subjective Well-Being." *Journal of Economic Perspectives*, 20 (1): 3-24.DOI: 10.1257/089533006776526030
- Kiviniemi, A., Hautala, A., Kinnunen, H. et al. 2007. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *Eur J Appl Physiol* 101, 743–751.  
<https://doi.org/10.1007/s00421-007-0552-2>
- Laborde, S., Mosley, E., & Thayer, J. 2017. Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research - Recommendations for Experiment Planning, Data

- Analysis, and Data Reporting. *Frontiers in psychology*, 8, 213.  
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00213>
- Laitio, T., Scheinin, H., Kuusela, T., Mäenpää, M. & Jalonen, J. 2001. Mitä sydämen sykevaihtelu kertoo? *Finnanest* (34), 3.
- Lappalainen, P., Kaipainen, K., Lappalainen, R., Hoffrén, H., Myllymäki, T., Kinnunen, M.L. et al. 2013. Feasibility of a personal health technology-based psychological intervention for men with stress and mood problems: Randomized controlled pilot trial. *JMIR Research Protocols*, 2(1), e1.
- Lee, C. & Mendoza, A. 2012. Dissociation of heart rate variability and heart rate recovery in well-trained athletes. *Eur J Appl Physiol* 112, 2757–2766 (2012).  
<https://doi.org/10.1007/s00421-011-2258-8>
- Lee, J., Kim, J., & Wachholtz, A. 2015. The benefit of heart rate variability biofeedback and relaxation training in reducing trait anxiety. *Han'guk Simni Hakhoe chi. Kon'gang = The Korean journal of health psychology*, 20(2), 391–408.  
<https://doi.org/10.17315/kjhp.2015.20.2.002>
- Liao, D., Barnes, R., Chambless, L., Sorlie, P. & Heiss, G. 1995. Age, race, and sex differences in autonomic cardiac function measured by spectral analysis of heart rate variability. The ARIC study. doi:[https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(99\)80260-4](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(99)80260-4)
- Lindert, J., Bain, P., Kubzansky, L. & Stein, C. 2015. Well-being measurement and the WHO health policy. *Health 2010: systematic review of measurement scales, European Journal of Public Health*, 25-4, August 2015,731–740, <https://doi.org/10.1093/eurpub/cku193>
- Liu, C., Kuo, T. & Yang, C. 2003. Effects of estrogen on gender-related autonomic differences in humans. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*. 285. H2188-93. 10.1152/ajpheart.00256.2003.
- Lyubomirsky, S. & Lepper, H. 1999. A Measure of Subjective Happiness: Preliminary Reliability and Construct Validation. *Social Indicators Research* 46, 137–155 (1999).  
<https://doi.org/10.1023/A:1006824100041>
- Malik, M. 1996. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*. 93. 1043-1065.
- Manzi, V., Castagna, C., Padua, E., Lombardo, M., D'Ottavio, S., Massaro, M., Volterrani, M., & Iellamo, F. 2009. Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. *American Journal of Physiology*

- Heart and Circulatory Physiology 296 (6), 1733-1740.  
doi:10.1152/ajpheart.00054.2009.
- Marcus, B., Gillette, P. & Garson, A. 1990. Intrinsic heart rate in children and young adults: An index of sinus node function isolated from autonomic control, *American Heart Journal*, 119-4, 1990, 911-916, ISSN 0002-8703, [https://doi.org/10.1016/S0002-8703\(05\)80331-X](https://doi.org/10.1016/S0002-8703(05)80331-X).
- Massaro, S. & Pecchia, L. 2016. Heart Rate Variability (HRV) Analysis: A Methodology for Organizational Neuroscience. *Organizational Research Methods*. 22. 10.1177/1094428116681072.
- McArdle W., Katch F. & Katch V. 2007. *Exercise physiology*, Lippincott Williams & Wilkins.
- McCraty, R., Atkinson, M., Tiller, W. & Rein, G. 1996. The effects of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability. *The American Journal of Cardiology*. 76-14, 1089-1093.
- Michaelson, J., Saamah, A., Steuer, N., Thompson, S. & Marks, Nic., Aked, J., Cordon, C. & Potts, R. 2009. *National Accounts of Well-Being: Bringing Real Wealth onto the Balance Sheet*. New Economics Foundation.
- Myllymäki, T., Rusko, H., Syväoja, H. et al. 2012. Effects of exercise intensity and duration on nocturnal heart rate variability and sleep quality. *European Journal of Applied Physiology* 112, 801–809 (2012). <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2034-9>
- Nuutila, O-P., Nikander, A., Polomoshnov, D., Laukkanen, J. & Häkkinen, K. 2017. Effects of HRV-Guided vs. Predetermined Block Training on Performance, HRV and Serum Hormones. *International Journal of Sports Medicine*. 38 (12): 909-920. DOI:10.1055/s-0043-115122
- Oliver, M., Subimal, Da. & Subimal, De. 2018. Health to Wellness: A Review of Wellness Models and Transitioning Back to Health. 9. 41-56. 10.18848/2156-8960/CGP/v09i01/41-56.
- Palmer, S., & Whybrow, A., Tubbs, I. & Whybrow, W. 2003. Health coaching to facilitate the promotion of healthy behaviour and achievement of health-related goals. *International Journal of Health Promotion and Education*, 41, 3, 91-93. *International Journal of Health Promotion and Education*. 41. 91-93. 10.1080/14635240.2003.10806231.
- Pakarinen, T., Pietilä, J. & Nieminen, H. 2019. Prediction of Self-Perceived Stress and Arousal

- Based on Electrodermal Activity. 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Berlin, Germany, 2019, 2191 - 2195.
- Pietilä, J., Helander, E., Korhonen, I., Myllymäki, T., Kujala, U. & Lindholm, H. 2018. Acute Effect 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 Ment Health* 2018;5(1):e23. DOI: 10.2196/mental.9519
- Pittig, A., Arch, J., Lam, C. & Craske, M. 2013. Heart rate and heart rate variability in panic, social anxiety, obsessive–compulsive, and generalized anxiety disorders at baseline and in response to relaxation and hyperventilation. *International Journal of Psychophysiology*, Volume 87, Issue 1, 2013, Pages 19-27, ISSN 0167-8760, <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2012.10.012>.
- Plews, D., Laursen, P., Kilding, A. & Buchheit M. 2014. Heart-Rate Variability and Training-Intensity Distribution in Elite Rowers. *International Journal of Sports Physiology And Performance*, 9-6: 1026-1032. <https://doi.org/10.1123/ijpspp.2013-0497>.
- Plews, D., Laursen, P. & Stanley, J. 2013. *International Journal of Sports Medicine* 2013, 43: 773. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>
- Pollard, E. & Lee, P. 2003. Child Well-Being: A Systematic Review of the Literature. *Social Indicators Research*, 61, 59-78. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1021284215801>
- Psykososiaalisiin kuormitus- ja voimavaratekijöihin liittyvä työhyvinvointitutkimus Suomessa 2010-2013. 2014. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen julkaisu (STM): 2014:18. Viitattu 29.3.2020. [www.stm.fi/julkaisut](http://www.stm.fi/julkaisut).
- Richards, J., Hillsdon, M., Thorogood, M., & Foster, C. 2013. Face-to-face interventions for promoting physical activity. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (9). doi: 10.1002/14651858.CD010392.pub2.
- Riese, H., van Doornen, L., Houtman, I. & de Geus, E. 2004. Job strain in relation to ambulatory blood pressure, heart rate, and heart rate variability among female nurses. *Scand J Work Environ Health*. 2004;30:477–485.
- Sartor, F., Vailati, E., Valsecchi, V., Vailati, F. & La Torre, A. 2013. Heart rate variability reflects training load and psychophysiological status in young elite gymnasts. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27 (10), 2782-2790. doi:10.1519/JSC.0b013e31828783cc.

- Schmitt, L., Regnard, J., Desmarests, M., Mauny, F., Mourot, L. et al. 2013. Fatigue shifts and scatters heart rate variability in elite endurance athletes. *PloS one*, 8(8), e71588. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071588>
- Stein, P., Bosner, M., Kleiger, R. & Conger, B. 1994. Heart rate variability: A measure of cardiac autonomic tone. *American heart journal*. 127. 1376-81. doi:10.1016/0002-8703(94)90059-0.
- Stiglitz, J., Sen, A. & Fitoussi, J-P. 2009. The measurement of economic performance and social progress revisited: Reflections and Overview. *Sciences Po publications 2009-33*, Sciences Po.
- Taelman, J., Vandeput, S., Spaepen, A. & Huffel, S. 2009. Influence of Mental Stress on Heart Rate and Heart Rate Variability. 10.1007/978-3-540-89208-3\_324.
- Task Force. 1996. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology 51 and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation* 93, 1043–1065.
- Thayer, J., Hansen, A., Saus-Rose, E. & Johnsen, B. 2009. Heart Rate Variability, Prefrontal Neural Function, and Cognitive Performance: The Neurovisceral Integration Perspective on Self-regulation, Adaptation, and Health, *Annals of Behavioral Medicine*, Volume 37, Issue 2, April 2009, Pages 141–153, <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9101-z>
- Thayer, J., Yamamoto, S. & Brosschot, J. 2009. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. Published: November 13, 2009. VOLUME 141, ISSUE 2, P122-131 DOI:<https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2009.09.543>
- The, A., Reijmerink, I., van der Laan, M. et al. 2020. Heart rate variability as a measure of mental stress in surgery: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health* (2020). <https://doi.org/10.1007/s00420-020-01525-6>
- Thomas, J. 2009. Working paper: Current measures and the challenges of measuring children's wellbeing. Newport: Office for National Statistics.
- Tulppo, M., Mäkikallio, T., Seppänen, T., Laukkanen, R. & Huikuri, H. 1998. Vagal modulation of heart rate during exercise: effects of age and physical fitness. *American Journal of Physiology* H424-9.

- Uusitalo, A., Mets, T., Martinmäki, K., Mauno, S., Kinnunen, U. & Rusko, H. 2011. Heart rate variability related to effort at work. *Applied Ergonomics*, Volume 42, Issue 6, 2011, Pages 830-838, ISSN 0003-6870, <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.01.005>.
- Uusitalo, A., Uusitalo, A. & Rusko, H. 2000. Heart rate and blood pressure variability during heavy training and overtraining in the female athlete. *International Journal of Sports Medicine*. 21: 45–53. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8853>.
- Vanderlei, L., Hoshi, R., Godoy, M., Pastre, C. 2009. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. *Cardiovascular Surgery* 24 (2):205-17. doi:10.1590/s0102-76382009000200018
- Vesterinen, V., Nummela, A., Heikura, I., Laine, T., Hynynen, E., Botella, J., & Häkkinen, K. 2016. Individual Endurance Training Prescription with Heart Rate Variability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48 (7), 1347-1354. doi:10.1249/MSS.0000000000000910
- Waterman, A., Schwartz, S & Conti, R. 2008. The Implications of Two Conceptions of Happiness (Hedonic Enjoyment and Eudaimonia) for the Understanding of Intrinsic Motivation. *Journal of Happiness Studies*. 9. 41-79. doi:10.1007/s10902-006-9020-7.
- Wheat, A. & Larkin, K. 2010. Biofeedback of Heart Rate Variability and Related Physiology: A Critical Review. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 35, 229–242 (2010). <https://doi.org/10.1007/s10484-010-9133-y>
- World Health Organization. 2003. Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19–22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948. Viitattu 3.3.2020. <http://www.who.int/about/definition/en/print.html>
- Yamamoto, S., Loerbroks, A. & Terris, D. 2009. Measuring the effect of workplace health promotion interventions on "presenteeism": A potential role for biomarkers. *Preventive medicine*. 48. 471-2. 10.1016/j.ypmed.2009.02.019.
- Yetton, B., Revord, J., Margolis, S., Lyubomirsky, S. & Seitz, A. 2019. Cognitive and Physiological Measures in Well-Being Science: Limitations and Lessons *Frontiers in Psychology*, 10, 2019, ISSN=1664-1078, DOI=10.3389/fpsyg.2019.01630

# LIITTEET

## LIITE 1. Koetun stressin mittari (PSS-kyselylomake).

### Perceived Stress Scale

The questions in this scale ask you about your feelings and thoughts during the last month. In each case, you will be asked to indicate by circling *how often* you felt or thought a certain way.

Name \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Age \_\_\_\_\_ Gender (Circle): M F Other \_\_\_\_\_

0 = Never    1 = Almost Never    2 = Sometimes    3 = Fairly Often    4 = Very Often

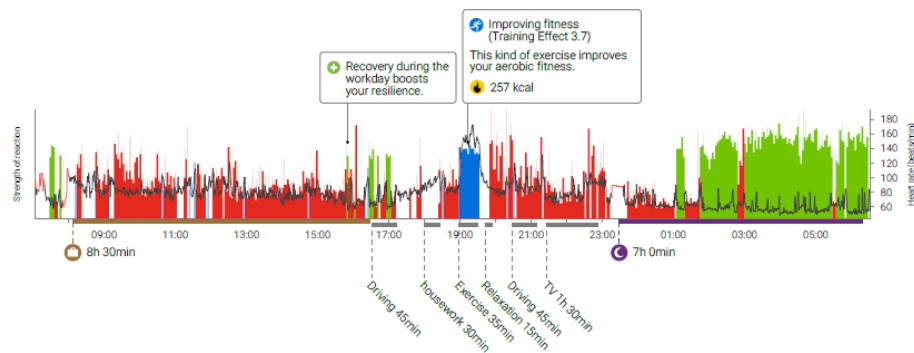
- |  |   |   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|---|
| 1. In the last month, how often have you been upset because of something that happened unexpectedly? .....                 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 2. In the last month, how often have you felt that you were unable to control the important things in your life? .....     | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 3. In the last month, how often have you felt nervous and "stressed"? .....  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 4. In the last month, how often have you felt confident about your ability to handle your personal problems? .....         | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5. In the last month, how often have you felt that things were going your way? .....                                       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 6. In the last month, how often have you found that you could not cope with all the things that you had to do? .....       | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 7. In the last month, how often have you been able to control irritations in your life? .....                              | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 8. In the last month, how often have you felt that you were on top of things? ..   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 9. In the last month, how often have you been angered because of things that were outside of your control? .....           | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 10. In the last month, how often have you felt difficulties were piling up so high that you could not overcome them? ..... | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |

## LIITE 2. Firstbeat Hyvinvointianalyysi -raportti (Firstbeat, 2020).

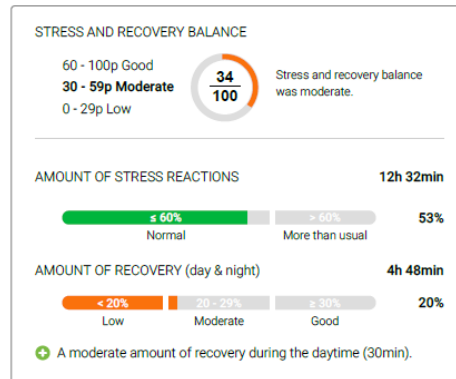
### LIFESTYLE ASSESSMENT

Person: 2019 Case				Measurement:	
Age	39	Activity Class	2.0 (Poor)	Start time	Wed 28.03.2018 07:04
Height (cm)	171	Resting heart rate	44	Duration	23h 29min
Weight (kg)	76	Max. heart rate	193	Heart rate (low/avg./high)	45 / 73 / 172
Body Mass Index	26.0				

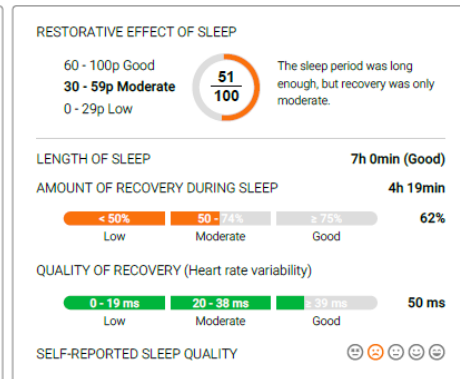
● Stress ● Recovery ● Vigorous & moderate physical activity ● Light physical activity ~ Heart rate ~ Missing heart rate 4%



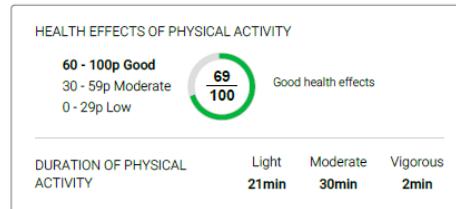
#### STRESS AND RECOVERY



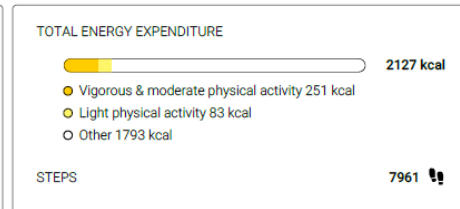
#### SLEEP



#### PHYSICAL ACTIVITY



#### ENERGY EXPENDITURE



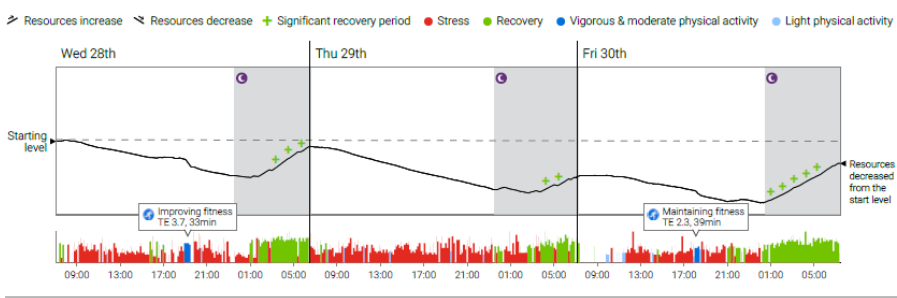


### LIITE 3. Hyvinvointianalyysi-raportin yhteenvetosivu (Firstbeat, 2020).

#### LIFESTYLE ASSESSMENT SUMMARY

Person: 2019 Case Age 39 Activity Class 2.0 (Poor) Height (cm) 171 Resting heart rate 44 Weight (kg) 76 Max. heart rate 193 Body Mass Index 26.0		Assessment: 28.03.2018 - 30.03.2018 Additional information: Alcohol: Thu 29th (4 units)
--	--	---

#### BODY RESOURCES



#### LIFESTYLE ASSESSMENT SCORE

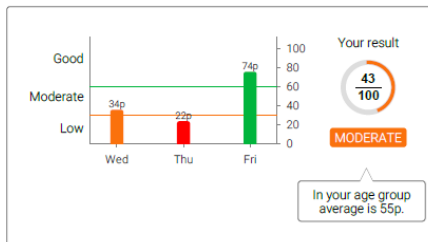
The score is based on your combined stress and recovery, sleep and physical activity result. By improving these areas, you can promote your well-being and improve your Lifestyle Assessment score.



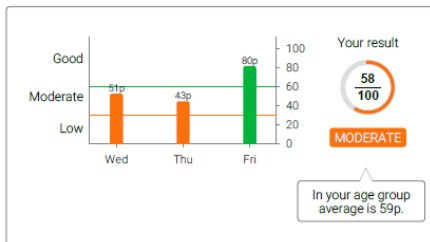
- 85 - 100p Excellent
- 60 - 84p Good
- 30 - 59p Moderate**
- 15 - 29p Low
- 0 - 14p Very low

The average score of all Lifestyle Assessment participants is 55p.

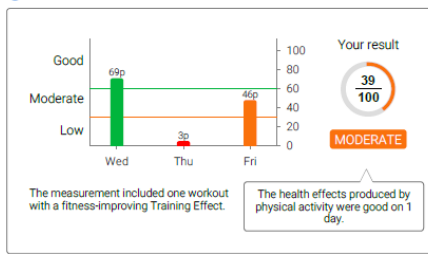
#### STRESS AND RECOVERY BALANCE



#### RESTORATIVE EFFECT OF SLEEP



#### HEALTH EFFECTS OF PHYSICAL ACTIVITY



#### ENERGY EXPENDITURE

