

Firstbeat Hyvinvointianalyysi ja liiketunnistus

**Liiketunnistuksen vaikutus liikunnallisesti aktiivisten ja
vähemmän liikkuvien Hyvinvointianalyysiin**

Juha Laitila
Petri Mehto

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2015
Fysioterapian koulutusohjelma
Sosiaali- ja terveysala



Tekijä(t) Laitila, Juha Mehto, Petri	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 11.5.2015
	Sivumäärä 49	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: X
Työn nimi Firstbeat Hyvinvointianalyysi ja liiketunnistus Liiketunnistuksen vaikutus liikunnallisesti aktiivisten ja vähemmän liikkuvien Hyvinvointianalyysiin		
Koulutusohjelma Fysioterapian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Pekka Natunen		
Toimeksiantaja(t) Firstbeat Technologies Oy		
Tiivistelmä <p>Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, tarkentaako liiketunnistus ominaisuus Firstbeat bodyguard 2 – mittalaitteessa sykevälianalyysiin perustuvan Firstbeat Hyvinvointianalyysin tuloksia liikunnallisesti aktiivisten ja vähemmän liikkuvien koehenkilöiden kohdalla. Ilman liiketunnistusta haasteena on ollut se, että hyväkuntoisilla ja fyysisesti aktiivisilla henkilöillä mittalaite ei ole välttämättä tunnistanut kevyttä liikuntaa ja arkiaktiivisuutta liikunnaksi. Vähemmän liikkuvilla henkilöillä taas sykkeen kohoaminen ilman liikettä on voinut ilmetä analyysin tuloksissa liikuntana. Tutkimuksessa mukana olleet 20 koehenkilöä suorittivat kolmipäiväisen Hyvinvointianalyysin lisäksi kontrolloituja liikunnallisia testejä, sekä stressitestin Jyväskylässä heinäkuussa 2014. Saatua dataa analysoitiin kahdessa muodossa ja niitä vertailtiin keskenään. Toisessa datassa mukana oli sykevälimittaus ja toisessa sykevälimittaus ja liiketunnistus.</p> <p>Tutkimuksen kontrolloitujen liikuntatestien tuloksien perusteella liiketunnistus tarkentaa Hyvinvointianalyysia havaitsemalla suoritettua liikuntaa tarkemmin, kuin pelkkä sykevälimittaus. Stressitestillä ei saatu aikaan haluttuja muutoksia koehenkilöiden sykkeissä, eikä se tuonut työlle mainittavia tuloksia. Koko mittausajan tulokset olivat samansuuntaisia kontrolloitujen testien kanssa, mutta tuloksia oli haasteellisempaa tulkita, koska ne eivät olleet täysin kontrolloituja.</p> <p>Tutkimuksen tulokset esitettiin toimeksiantajalle ja ne koettiin hyödylliseksi tuotekehitystä ajatellen. Tuloksia pystytään hyödyntämään Bodyguard 2 – mittalaitteen ja liiketunnistuksen mahdollisessa jatkokehityksessä Hyvinvointianalyysin tuloksien tarkentamiseksi. Mahdollisia aiheita jatkotutkimukselle olisivat esimerkiksi stressireaktioiden tutkiminen ilman liikunnallista aktiivisuutta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Firstbeat, Bodyguard 2, Hyvinvointianalyysi, liiketunnistus, sykeväli, sykevälivaihtelu, stressi, fyysinen aktiivisuus		
Muut tiedot		



Author(s) Laitila, Juha Mehto, Petri	Type of publication Bachelor's/Master's thesis	Date 11.5.2015
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 49	Permission for web publication: x
Title of publication Firstbeat Lifestyle assessment and the movement data recording Effect of the movement data recording in Lifestyle assessment among physically active and less active clients		
Degree programme Degree programme in Physiotherapy		
Tutor(s) Natunen, Pekka		
Assigned by Firstbeat Technologies Ltd.		
Abstract <p>The purpose of the thesis was to find out if the movement data recorder is able to improve accuracy of the Bodyguard 2 recorder in the Firstbeat's Lifestyle assessment which is based on HRV recording. The challenge has been with the two extremities - clients that are aerobically fit and clients with low physical activity. Without the movement data recording the lifestyle assessment has misinterpreted some of the light physical activity as stress among the aerobically fit clients. Among clients with low physical activity the Lifestyle assessment might have misinterpreted increased heart rate without any physical activity (stress) as light exercise. Research took place in Jyväskylä in June 2014. The test subjects participated for three days Lifestyle assessment and during that time they had controlled physical activity demanding tests and a single controlled stress test. Received data was analyzed in two ways – with HRV recording and HRV recording with the movement data recording.</p> <p>Based on controlled physical activity demanding tests the movement data recorder improves accuracy of the Lifestyle assessment. HRV recorder with the movement data recorder detects physical activity better than HRV recorder alone. No beneficial results were achieved with the stress test. Three day findings were coaxial with the controlled tests but due the fact the time was not fully controlled the results are not as reliable.</p> <p>Findings of this research are beneficial in developing the Bodyguard 2 recorder and the movement data recording for more accurate Lifestyle assessment. In the future researches the benefits of the movement data recorder in Lifestyle assessment could be tested for example by various stress tests excluding significant physical activity.</p>		
Keywords/tags (subjects) Firstbeat, Bodyguard 2, Lifestyle assessment, Movement data recording, heart rate variability (HRV), R-R interval, stress, physical activity		
Miscellaneous		

Sisältö

1 Johdanto	5
1.1 Opinnäytetyön toimeksiantaja – Firstbeat Technologies Oy.....	5
1.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	5
1.3 Opinnäytetyössä käytettävää termistöä.....	7
2 Sydän, sykevälivaihtelu ja autonominen hermosto	9
2.1 Sydän.....	9
2.2 Autonominen hermosto	11
2.3 Sykevälivaihtelu	12
3 Kestävyyskunto	15
3.1 Hengitys- ja verenkiertoelimistö.....	15
3.2 Aerobinen ja anaerobinen kestävyys.....	16
3.3 Maksimaalinen hapenottokyky VO ₂ max.....	17
4 Firstbeat Hyvinvointianalyysi	19
4.1 Hyvinvointianalyysi	19
4.2 Bodyguard 2 ja liiketunnistusominaisuus	21
5 Tutkimus	23
5.1 Tutkimuksen lähtökohdat	23
5.2 Tutkimuksen aloitus.....	24
5.3 Koehenkilöiden valinta	24
5.4 Tutkimuksen liikuntatestit	25
5.5 Tutkimuksen stressitesti	26
5.6 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti.....	27
6 Tutkimustulokset ja -löydökset.....	29
6.1 Tutkimuksen datan tulkinta	30
6.2 Koehenkilöryhmien taustatekijät.....	31
6.3 Tilatunnisteiden osuudet koko mittausajalta	33
6.4 Tilatunnisteiden osuudet kontrolloiduissa testeissä	34
6.5 Liikuntaa kuvaavien tilojen osuus kontrolloiduissa testeissä	37
7 Pohdinta.....	40
7.1 30 minuutin kävelytesti	40
7.2 40 % - ja 70 % VO ₂ max -testi	41
7.3 Kolmen päivän mittaustulokset	42

7.4 Stressitesti.....	43
7.5 Havaintoja jatkotutkimuksia ja tuotekehitystä varten	43
LÄHTEET	45
LIITTEET	47
Liite 1. Ajanvaraustaulukko.....	47
Liite 2. Tutkimuskyselylomake	48
Liite 3. Älykkyydosamäärä testin ensimmäinen tehtävä.....	49

TAULUKOT

Taulukko 1. Koehenkilöiden sukupuolijakauma ja ryhmiin jakautuminen liikunta-aktiivisuuden mukaan (n=19).....	31
Taulukko 2. Vähemmän liikkuvien koehenkilöiden taustatiedot (n=9)	32
Taulukko 3. Liikunnallisesti aktiivisten koehenkilöiden taustatiedot (n=10).....	32
Taulukko 4. Koko mittausajalta kerättyjen tilatunnisteiden osuudet	33
Taulukko 5. 30 minuutin kävelytestin aikana kerättyjen tilatunnisteiden osuudet	34
Taulukko 6. 40 % VO ₂ max -testin aikana kerättyjen tilatunnisteiden osuudet	35
Taulukko 7. 70 % VO ₂ max -testin aikana kerättyjen tilatunnisteiden osuudet	36

KUVIOT

Kuvio 1. Tutkimuksen rakenne.....	23
Kuvio 2. Tutkimusaineiston kerääminen ja käsittely	29
Kuvio 3. Tilatunnisteiden selitykset	30
Kuvio 4. Liikuntatilojen kuvaukset	38
Kuvio 5. Liikunnallisesti aktiivisten liikuntaa kuvaavien tilatunnisteiden osuudet kontrolloiduissa liikuntatesteissä testeissä (n=9).....	38
Kuvio 6. Vähemmän liikkuvien liikuntaa kuvaavien tilatunnisteiden 1-5 osuudet kontrolloiduissa liikuntatesteissä (n=9).....	39

1 Johdanto

Tässä kappaleessa esitellään opinnäytetyön toimeksiantaja, tarkoitus, tavoitteet sekä tutkimuskysymykset. Lisäksi kappaleessa avataan olennaisia termejä tutkimuksen sisällön ymmärtämisen kannalta.

1.1 Opinnäytetyön toimeksiantaja – Firstbeat Technologies Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja on suomalainen Firstbeat Technologies Oy, jolla on toimipiste Jyväskylässä. Firstbeat on vuonna 2002 perustettu yritys, jonka taustalla on monitieteinen tutkimus fysiologian, matemaattisen mallintamisen ja käyttäytymistieteiden alueilla. Firstbeat on kehittänyt sykereaktioihin- ja vaihteluihin perustuvan analyysin, jolla on mahdollista mitata tarkasti kehontoimintoja ilman laboratorio-olosuhteita. Analyysillä saadaan yksilöllistä tietoa esimerkiksi liikunnan vaikuttavuudesta, stressin hallinnasta ja levon palauttavista vaikutuksista. Firstbeatin teknologiaa hyödynnetään työhyvinvoinnin palveluissa, huippu-urheilussa sekä useiden eri valmistajien kuluttajatuotteissa (Yritys).

Firstbeatille on myönnetty useita arvostettuja kansallisia tunnustuksia kuten, Tasavallan Presidentin INNOSUOMI- palkinto vuonna 2004, vuoden teknologiahautomoyritys kaikkien aloittavien teknologiayhtiöiden joukosta vuonna 2004, parhaiten menestynyt yliopistopohjainen start-up sekä Deloitten omassa selvityksessään nopeimmin kasvavaksi suomalaiseksi teknologiayritykseksi vuosina 2007-2009 (Yritys).

1.2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tavoite on kehittää toimeksiantajan tuotetta nimeltä Hyvinvointianalyysi, joka perustuu sykevälivaihtelun analysointiin. Firstbeat haluaa tutkia Hyvinvointianalyysin tarkkuutta niin sanotuissa ”ongelma” tapauksissa, jotka ovat

liikunnallisesti aktiiviset ja vähän liikkuvat asiakkaat. Haasteena on, että Hyvinvointianalyysissa käytettävä Bodyguard –mittalaite voi tulkita liikunnallisesti aktiivisten ihmisten kevyen liikunnan stressinä, sillä hyväkuntoisen ihmisen keho reagoi kevyeen fyysiseen kuormitukseen vähäisesti. Toisaalta vähemmän liikkuvien osalta haaste on päinvastainen. Vähemmän liikkuvien ihmisten stressireaktio voidaan virheellisesti tulkita kevyeksi liikunnaksi. Huonokuntoiselle ihmiselle stressireaktio, jossa ei ole fyysistä kuormitusta, voi aiheuttaa voimakkaammat fysiologiset muutokset. Näiden ääripää koehenkilöryhmien analyysin tarkentamiseksi Firstbeat on ottanut uuteen Bodyguard 2 -mittalaitteeseen mukaan liiketunnistusominaisuuden, joka tunnistaa milloin koehenkilö oikeasti liikkuu. Liiketunnistuksen käyttöönoton toivotaan tarkentavan analyysia erottamalla stressitilan ja kevyen liikunnan toisistaan.

Opinnäytetyön tarkoituksena on toteuttaa tutkimus, johon kerätään ryhmä koehenkilöitä, jotka edustavat liikunta-aktiivisuudeltaan ääripäitä – liikunnallisesti aktiivisia ja vähemmän liikkuvia. Koehenkilöille suoritetaan Hyvinvointianalyysi ja kontrolloituja testejä, joissa on tarkoitus selvittää liiketunnistuksen käyttöönoton tuoma mahdollinen hyöty. Tutkimuksessa verrataan kahta erilaista dataa jota laite tuottaa; ilman liiketunnistusta kerättyä dataa ja liiketunnistuksen kanssa kerättyä dataa. Työn tavoitteena on vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Tarkentuuko Hyvinvointianalyysi, kun sykevälivaihtelun lisäksi analyysissä on otettu mukaan liiketunnistuksen tuottama tieto, liikunnallisesti aktiivisten ja vähän liikkuvien osalta?
2. Erottaako Hyvinvointianalyysi stressireaktion kevyestä liikunnasta ja toisinpäin kun liiketunnistus otetaan käyttöön?

Opinnäytetyön tutkimushypoteesit ovat:

1. Liiketunnistuksen käyttöönotto lisää liikuntaa kuvaavien tilojen osuutta kontrolloiduissa liikuntateisteissa liikunnallisesti aktiivisten ja vähemmän liikkuvien ryhmissä.
2. Liiketunnistuksen käyttöönotto vähentää liikuntaa kuvaavien tilojen osuutta koko mittausajalla vähemmän liikkuvien ryhmässä.
3. Liiketunnistuksen käyttöönotto lisää liikuntaa kuvaavien tilojen osuutta koko mittausajalla liikunnallisesti aktiivisten ryhmässä.
4. Liiketunnistuksen käyttöönotto lisää stressitilan osuutta ja vähentää liikuntaa kuvaavien tilojen osuutta kontrolloidussa stressitestissä liikunnallisesti aktiivisten ja vähemmän liikkuvien ryhmissä.

1.3 Opinnäytetyössä käytettävää termistöä

Tässä kappaleessa esitellään työssä käytettyjen avaintermien merkityksiä, jotta lukijan on helpompi ymmärtää lukemaansa. Osa termeistä on yleisessä käytössä vakiintuneita ja osa luotu erityisesti tätä työtä varten.

Liiketunnistus: Bodyguard 2 –mittalaitteen liiketunnistus ominaisuus kykenee havaitsemaan koehenkilön liikkumisen. Laitteen näytteenottotaajuus on 12,5 Hz, resoluutio 8 Bit ja G-skaala 4 G. (Firstbeat Bodyguard 2 -mittalaitteen tekniset tiedot)

Liikunnallisesti aktiivinen koehenkilö: Tutkimukseen valitut liikunnallisesti aktiiviset koehenkilöt ovat saaneet aktiivisuuskyselystä korkean (8-10) aktiivisuusluokan ja harrastavat aerobista liikuntaa.

Palautuminen: *”Ulkoisten ja sisäisten stressitekijöiden poissaolon tai vähenemisen aiheuttama elimistön rauhoittuminen ja aktiivisuustason lasku, kuten esimerkiksi rentoutumisen, levon ja rauhallisen työnteon aikana. Tällöin autonomisen hermoston parasympaattinen aktiivisuus on vallitseva”* (Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 48).

Stressi / Stressireaktio: *”Elimistön autonomisen hermoston reaktio mukautumista vaativaan psykofysiologiseen kuormitukseen ja tämän ihmisessä aikaansaamat ulkoiset muutokset (esim. taistelu-pakoreaktioon liittyvät muutokset)”* (Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 49).

Tilantunniste: Sykevälivaihtelusta tunnistettava arvo joka kertoo, missä tilassa koehenkilö on tietyssä hetkenä. Tilatunnisteita on 1-7, 9 ja 10, joista 1-5 ovat liikuntaa kuvaavia tiloja, 6 on palautumista, 7 on liikunnasta palautumista, 9 on stressitila ja 10 tunnistamaton tila.

Vähemmän liikkuva koehenkilö: Tutkimukseen valitut vähemmän liikkuvat koehenkilöt ovat saaneet aktiivisuus kyselystä matalan (1-5) aktiivisuusluokan ja harrastavat vähän liikuntaa tai anaerobisia liikuntaharrastuksia eli vähemmän kestävyyskuntoa kehittäviä lajeja, kuten voimailu.

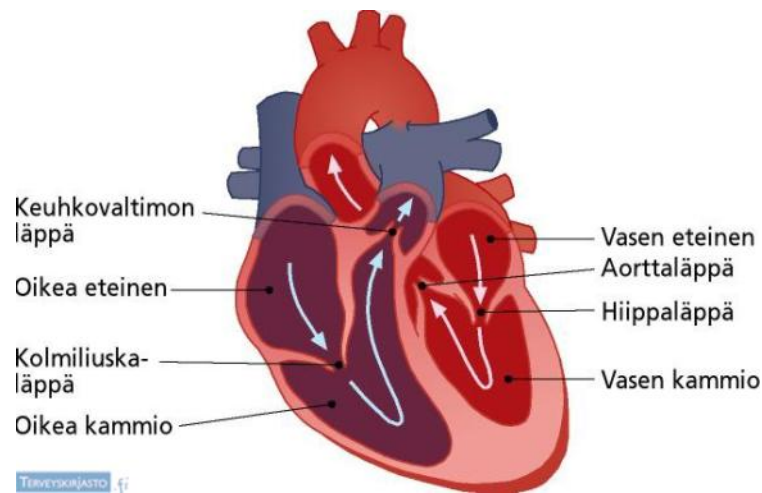
2 Sydän, sykevälivaihtelu ja autonominen hermosto

Tutkimuksessa käytetty Firstbeatin Hyvinvointianalyysi perustuu sykevälivaihteluun.

Tässä kappaleessa esitellään teoriaa sydäimestä, sen toiminnasta sekä sykevälivaihtelusta. Lisäksi kappaleessa avataan autonomisen hermoston käsitettä, sillä se on merkittävin sydämen toimintaa säätelevistä järjestelmistä. (Hynynen, Kaikkonen, Merikari, Nummela, Rusko, Teljo & Vänttinen 2006, 8)

2.1 Sydän

Sydän on pääasiassa sydänlihassoluista muodostuva elin, joka sijaitsee rintaontelossa keuhkojen välitilassa rintalastan alla. Sydän koostuu oikeasta eteisestä, oikeasta kammiosta, vasemmasta eteisestä ja vasemmasta kammiosta (katso kuva 1). Sen tehtävä on pumpata sähköisen säätelyjärjestelmän ohjaamana verta valtimoita pitkin elimistöön. Veri kiertää suljetussa verenkiertojärjestelmässä joka koostuu sydäimestä ja verisuonistosta. Verisuonisto jaetaan pieneen eli keuhkoverenkiertoon sekä isoon verenkiertoon, eli systeemiverenkiertoon. Verenkierto vie kohdesoluihin niiden toiminnan kannalta välttämättömiä ravinteita ja happea. Samalla se poistaa kohdesoluista niiden aineenvaihdunnan tuottamaa hiilidioksidia ja kuona-ainetta. Verenkiertojärjestelmä toimii myös niin sanottuna elimistön viestinviejänä kuljettamalla hormoneja ja muita välittäjäaineita kohdesoluihin. Lisäksi se osallistuu elimistön lämmönsäätelyjärjestelmään ja tautien torjuntaan. (Kettunen, Leppäluoto, Rintamäki, Vakkuri & Vierimaa 2013, 142-143.)

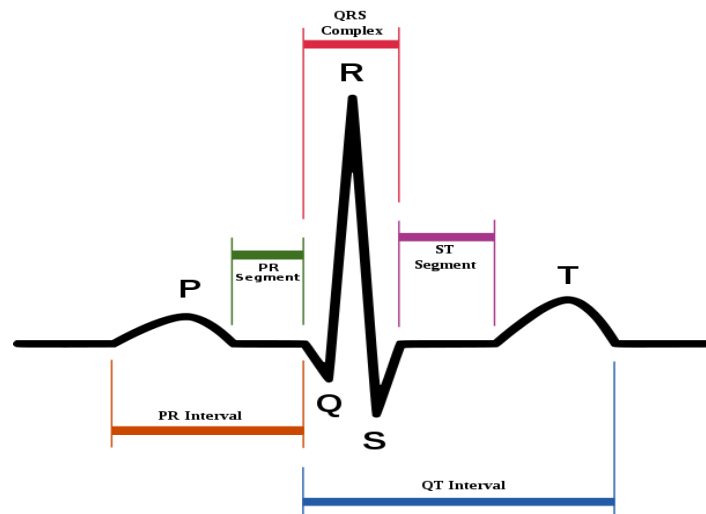


Kuva 1. Sydämen rakenne ja veren kierto sydämessä (katso alkuperäinen kuva Mustajoki, 2014)

Sydän on erittäin sopeutumiskykyinen elin ja se reagoi nopeasti elimistön muutoksiin. Sydämen syketaajuutta ohjaavat sen oma sähköinen säätelyjärjestelmä (sinussolmuke), keskushermosto, useat hormonit, kuten adrenaliini ja noradrenaliini sekä solujen aineenvaihdunnasta muodostuvat aineet kuten adenosini. Sydämen pumppaama verimäärä minuutissa voi vaihdella levon ja kuormituksen välillä 5 litrasta jopa 25 litraan. Säätelymekanismit voidaan jakaa sydämen sisäisiin ja ulkoiisiin mekanismeihin. Sisäiset mekanismit tarkoittavat sitä, että sydän pystyy sopeutumaan erilaisiin fysiologisiin tilanteisiin itsenäisesti ilman ulkopuolista säätelyä. Tämä sopeutuminen tapahtuu joko sykettä tai iskutilavuutta tai molempia muuttamalla. (Kettunen ja muut 2013, 141-150)

Sydämen sähköinen järjestelmä perustuu sydänlihassoluihin, jotka ovat erikoistuneet ärsytyksen (impulssin) tuottamiseen ja levittämiseen johtoratajärjestelmää pitkin koko sydämeen. Sydämen lihassolujen aktivoituminen käynnistyy depolarisaatiosta, joka alkaa sinussolmukkeesta josta se leviää eteisseinämän kautta kaikkiin suuntiin lihassoluja pitkin, jonka seurauksena sydämen molemmat eteiset supistuvat. Tämän jälkeen aktivoituvat eteiskammiosolmuke, joka viivyttää ärsykettä, jotta kammiot ehtivät täyttyä kunnolla verestä. Kammioiden omien johtoratojen aktivoiduttua ja kammioiden

supistuttua aikaisemmat sydänlihaksen sähköiset toiminnot alkavat purkautua lepotilaan, eli repolarisoituvat. Sydämen sähköisen järjestelmän toimintaa voidaan seurata elektrokardiografialla, eli EKG:llä. Sydämen yksi normaali sykähdys tuottaa kuusiosaisen sydänsähkökäyrän, joka muodostuu eteisaktivaatioon liittyvästä P-aallosta, etenemisen viipymisestä PQ-välistä, kammioiden aktivoitumisesta QRS-kompleksista, ST-välistä ja repolarisaatiosta T-aallosta (katso kuva 2). (Kettunen ja muut 2013, 146-150)



Kuva 2. Sydänsähkökäyrä eli elektrokardiogrammin (EKG) osat. (katso alkuperäinen kuva How to read and EKG)

2.2 Autonominen hermosto

Hermosto on hermosoluista muodostuva koko elimistön kattava verkko. Hermoston tehtävänä on säädellä ja koordinoida elimistön toimintoja nopeasti. Se ottaa vastaan, käsittelee, kuljettaa ja ohjaa informaatiota. Hermosto voidaan jakaa rakenteellisesti keskushermostoon, johon kuuluvat aivot ja selkäydin, sekä ääreishermostoon eli perifeeriseen hermostoon. Toiminnaltaan hermosto voidaan puolestaan jakaa somaattiseen eli tahdonalaiseen ja autonomiseen eli tahdosta riippumattomaan hermostoon.

Autonominen säätelee muun muassa verenkiertoa ja hengitystä, ruuansulatuskanavan ja virtsarakon toimintaa sekä osallistuu lämmönsäätelyyn. Sääteily tapahtuu pääasiassa

sydämen, elimistön sileän lihaksiston ja rauhasen toiminnan kautta. Autonomisen hermoston toiminta on automaattista ja pääosin tiedostamatonta. Ääreishermoston reseptoreista saapuva tieto siirtyy keskushermostoon tuovia hermosyitä (afferentteja) pitkin ja se käsitellään keskushermostossa. Keskushermostosta ohjaa elimistön toimintaa vievien (efferenttien) hermosyiden välityksellä. Reseptoreiden lisäksi autonomisen hermoston toimintaan vaikuttaa hypothalamus, joka virittää hermoston vallalla olevien vireystilan ja tunteiden mukaiseksi. (Ahonen, Hartiala, Länsimies, Savolainen, Sovijärvi, Turjanmaa & Vanninen 2012, 24)

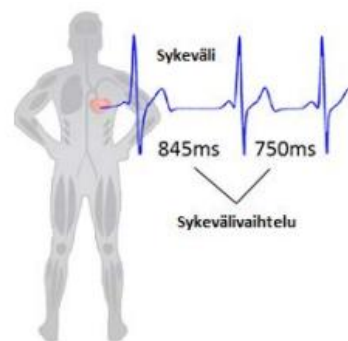
Autonominen hermosto on tärkein sydämen ulkopuolinen pumppaustoiminnan säätelyjärjestelmä. Autonominen hermotus voidaan jakaa sympaattiseen (sydämen toimintaa kiihdyttävään) ja parasympaattiseen (sydämen toimintaa rauhoittavaan) hermotukseen. Sympaattisen hermoston vaikutus perustuu muun muassa noradrenaliini ja adrenaliini välittäjäaineisiin, jotka lisäävät sydämen nopeutta, supistusvoimaa ja samalla iskutilavuutta. Vastaavasti, parasympaattinen hermosto hidastaa impulssin muodostusta sinussolmukkeessa ja sen johtumista eteiskammiosolmukkeissa eli sen vaikutukset ovat vastakkaiset. Sympaattisen – ja parasympaattisen hermoston tasapaino vaihtelee jatkuvasti mutta se vaihtelee selkeimmin uni – ja valvetilan mukaan: nukkuessa parasympaattinen hermosto on hallitseva ja valveilla tai rasituksessa sympaattinen hermosto osa hallitsee. Autonomisen hermoston selkeä vaihtelu on ominaista terveelle sydämelle. Koko verenkiertoelimistön säätelykeskukset ovat aivorungossa ja ydinjatkoksessa, josta erityisesti autonominen hermosto osallistuu sydämen ja verisuonten toimintaan. Koska mielentilan muutokset vaikuttavat autonomiseen hermostoon, nämä muutokset ovat havaittavissa myös sydämen toiminnassa. (Ahonen ja muut 2012, 24 ja 28)

2.3 Sykevälivaihtelu

Sykkeellä tarkoitetaan sydämen lyöntitiheyttä ja yleensä seurataan, kuinka monta kertaa sydän sykkii minuutin aikana. Sydämen perussyke ilman hermostollista säätelyä on aikuisella terveellä ihmisellä istuma-asennossa noin 105 lyöntiä/min ja sen säätelystä

vastaa sydämen sinussolmuke. Sykkeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa sydämen koko, sydänlihaksen aineenvaihdunta, veren määrä ja elimistön sisäinen lämpötila. Sykkeen muutokset tapahtuvat pääasiassa autonomisen hermoston ja hormonaalisen järjestelmän toimesta. Autonominen hermoston ja hormonaalisen järjestelmän vaikutuksesta terveen aikuisen ihmisen syke istuma-asennossa on noin 60 – 80 lyöntiä/min. Elimistön tuottamat hormonit vaikuttavat epäsuorasti tai suorasti sydämen toimintaan. Esimerkiksi katekoliamiinit, kilpirauhashormonit ja glukagonit lisäävät sydämen supistusvoimakkuutta ja lyöntitiheyttä. (Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 38-39 & Hynynen, Kaikkonen, Merikari, Nummela, Rusko, Teljo & Vääntinen 2006, 7-8)

Sykevälivaihtelu tarkoittaa aikaeroa yksittäisten sydämen lyöntien välillä ja sitä mitataan millisekuntien tarkkuudella (katso kuva 3). Terveellä ihmisellä sydän lyö huomaamattoman epätasaisesti. Suuri sykevälivaihtelu on yleisesti katsoen merkki terveestä hermoston suhteesta kun pieni vaihtelu voi kertoa kehoa rasittavasta pitkittyneestä stressistä ja heikentyneestä homeostaattisesta säätelystä. Sykevälivaihtelun säätelystä vastaa keskushermostollinen säätely selkäytimen ja sydämen välillä. (Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 38-39 & Hynynen ja muut 2006, 8)



Kuva 3. Sykevälivaihtelu (katso alkuperäinen kuva Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 38)

Sykevälivaihteluun vaikuttavia tekijöitä on useita, joista merkittävin on autonominen hermosto eli sympaattisen ja parasympaattisen hermoston toiminnan suhde. Myös hengitys, verenpaine, ikä, perimä, kehon lämpötilan säätely ja stressi vaikuttavat kaikki

sykevälivaihteluun. Fyysisen kuormituksen aikana sykevälivaihtelu vähenee lepotasoon verrattuna. Sykevälivaihtelun palautuminen lepotasolle voi kestää minuutteja, tunteja tai jopa päiviä riippuen kuormituksen intensiteetistä. Erot sykevälivaihtelussa henkilöiden kesken on usein yhteydessä myös aerobiseen kuntoon. Niin sanottu säätelemätön sykevälivaihtelu pienenee keskimäärin 4ms vuodessa ihmisen ikääntyessä heti lapsuudesta asti. Lisäksi sykevälivaihteluun vaikuttavat paljon verenkierrossa olevat hormonit rasituksen ja levon aikana. (Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 39 & Hynynen ja muut 2006, 8)

3 Kestävyysskunto

Firstbeat Hyvinvointianalyysi mittaa sykevälivaihtelua ja sen perusteella liikunnan vaikutuksia kestävyysominaisuuksiin (Tuominen 2015). Tässä kappaleessa esitellään aerobiseen- eli kestävyyskuntoon vaikuttavia käsitteitä, jotta tutkimuksessa käytetyt menetelmät ovat perusteltuja ja ymmärrettäviä. Kappaleessa kerrotaan hengitys- ja verenkiertoelimistön toiminnasta ja selitetään käsitteet aerobinen- ja anaerobinen kunto, sekä maksimaalisen hapenottokyky eli $VO_2\max$.

Kestävyydellä tarkoitetaan elimistön kykyä vastustaa väsymystä fyysisessä kuormituksessa. Kestävyyskunto on yksi perustavimmista terveyden, hyvinvoinnin, elämänlaadun, työkyvyn ja suorituskyvyn mittareita. Kestävyteen vaikuttavat tekijöitä on useita, mutta tärkeimmät ovat hengitys- ja verenkiertoelimistön kunto, lihasten aineenvaihdunta sekä hermoston toiminta. (Firstbeat Technologies 2014)

3.1 Hengitys- ja verenkiertoelimistö

Hengityselimistön muodostavat keuhkot, hengitystiet ja hengityslihakset.

Verenkiertoelimistön muodostavat sydän, veri ja verisuonisto. Nämä kaikki yhdessä muodostavat hengitys- ja verenkiertoelimistön, jonka tehtävänä on kuljettaa tehokkaasti happea lihaksille ja poistaa hiilidioksidia. (Keskinen 1997, 69)

Tämä prosessi voidaan jakaa neljään eri vaiheeseen:

1. Keuhkotuuletus eli hengittäminen, jolloin ilmaa tulee keuhkoihin ja poistuu keuhkoista
2. Kaasujen vaihto keuhkojen ja verenkierron välillä -> Happea kapillaarivereen ja hiilidioksidia poistuu verenkierrosta keuhkoihin
3. Veri kuljettaa happea ja hiilidioksidia
4. Hapen ja hiilidioksidin vaihto kapillaariveren ja kudosten kanssa

(Kenney, Wilmore, Costill 2012, 164)

Prosessien vaiheista voidaan puhua myös ulkoisena ja sisäisenä hengityksestä. Ulkoisessa hengityksessä ilma siirtyy hengitysteiden kautta keuhkorakkuloihin ja verenkiertoon. Sisäisessä hengityksessä tapahtuu kaasujen vaihtoa kudosten ja veren välillä. (Keskinen 1997, 69)

Hapen ja hiilidioksidin kuljettamisen ja poistamisen lisäksi verenkiertoelimistö kuljettaa hormoneja ja osallistuu lämmön-, nestetasapainon- ja happo-emästasapainon säätelyyn, sekä toimii osana immuunijärjestelmää. (Kenney, Wilmore, Costill 2012, 164)

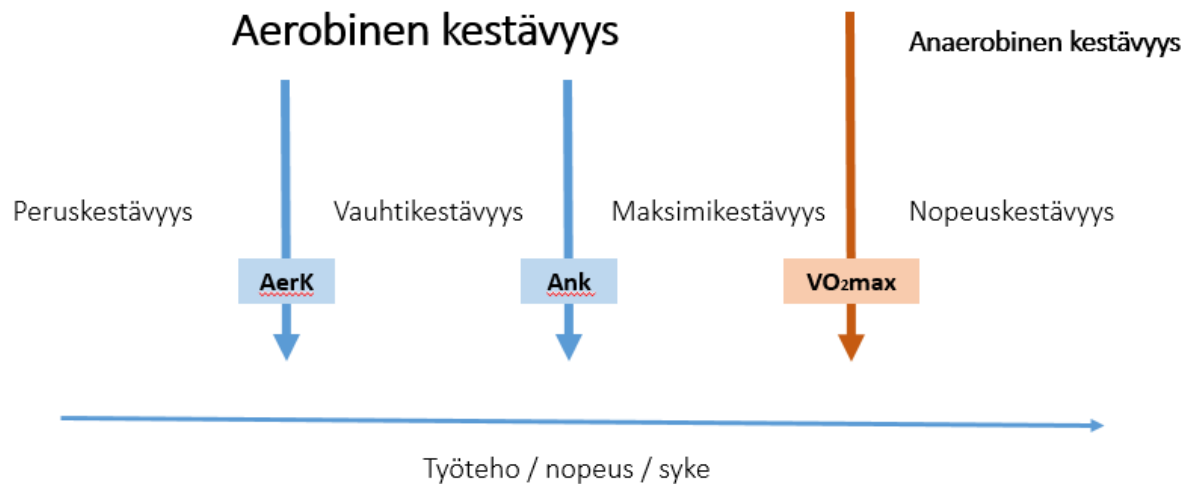
Liikunnan intensiteetin kasvaessa sydämen iskutilavuus kasvaa ja syke kiihtyy, eli sydämen täytyy pumpata happipitoista verta lihaksille yhä enemmän. Kunnon kehittyessä sydän pystyy pumppaamaan jokaisella lyönnillä enemmän verta, jolloin sen ei tarvitse lyödä niin usein toimittaakseen tarpeellisen määrän happea. Tämän seurauksena leposyke ja harjoitusyke alenevat hyväkuntoisella. (Kotiranta, Sertti, Schroderius 2007, 16.)

Liikkuessa hengitys- ja verenkiertoelimistössä tapahtuu myös muita muutoksia. Intensiteetin kasvaessa hengitys kiihtyy, kun hapenkulutus ja tarve lisääntyvät. Verenpaine nousee, aineenvaihdunnalliset prosessit kiihtyvät ja keho tuottaa enemmän kuona-aineita. Pitkäkestoisessa kestävyysliikunnassa tai kuumassa ympäristössä myös kehon lämpötila nousee. (Kenney, Wilmore, Costill 2012, 164)

3.2 Aerobinen ja anaerobinen kestävyys

Kestävyys voidaan jakaa elimistön energia-aineenvaihdunnan muutokseen perustuvasti aerobiseen ja anaerobiseen kestävyteen. Pitkäkestoisissa matalatehoisissa liikuntasuorituksissa lihastyöhön vaadittava energia tuotetaan ravintoaineista hapen avulla. Ilman happea tapahtuva anaerobinen lihastyö vastaavasti toimii lyhytkestoisissa korkeatehoisissa liikuntasuorituksissa. Tarkemmin kestävyys voidaan jakaa perus-, vauhti-, maksimi- ja nopeuskestävyys osa-alueiksi. Peruskestävyys muuttuu vauhtikestävyudeksi aerobiseksi kynnyksen jälkeen ja vauhtikestävyyydestä siirtyessä maksimikestävyteen ylitetään anaerobinen kynnyksen. Aerobisen kynnyksen ylittyessä

lihaksen energia-aineenvaihdunta toimii siten, että lihastyö tuottaa maitohappoa verenkiertoon, mutta se kyetään vielä poistamaan elimistöstä. Anaerobisen kynnyksen ylittyessä maitohappoa alkaa kertyä elimistöön, joka aiheuttaa väsymyksen tunteen lihaksiin (katso kuva 4). (Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2007, 51-52)



Kuva 4. Kestävyyden eri osa-alueet (katso alkuperäinen kuva Leskinen ym. 2007, 51)

3.3 Maksimaalinen hapenottokyky VO₂max

Anaerobisesta kynnyksestä maksimaalisen aerobisen suoritustehon välistä aluetta kutsutaan maksimikestävyudeksi. Maksimaaliseen aerobiseen suoritustehoon vaikuttaa ratkaisevasti maksimaalinen hapenottokyky eli VO₂max, hermo-lihasjärjestelmän tehokkuus sekä suorituksen taloudellisuus. (Leskinen ym. 2007, 52)

Maksimaalinen hapenottokyky tarkoittaa korkeinta mahdollista hapenkulutuksen arvoa, jonka henkilö pystyy saavuttamaan maksimaalisen ja uuvuttavan harjoituksen myötä. Maksimaaliseen hapenottokykyyn vaikuttaa se, kuinka hyvin sydän pumppaa verta ja kuljettaa happea lihaksiin, sekä miten lihakset pystyvät hyödyntämään saamansa hapen. (Kenney, Wilmore, Costill 2012, 249)

VO₂max kuvaa testattavan aerobista tehoa, eli kuinka hyvin elimistö kykenee tuottamaan energiaa hapetusreaktioiden avulla. VO₂max on kestävyyskunnan yleisin mittari ja se voidaan mitata suoralla tai arvioida epäsuoralla testillä. VO₂max ilmoitetaan yleisimmin absoluuttisena tilavuutena minuutissa (l x min⁻¹). Koska VO₂max:n vaikuttaa henkilön koko, suurikokoisilla VO₂max on suurempi kuin pienikokoisilla, voidaan se ilmoittaa myös kehon painoon suhteutettuna (ml x kg⁻¹ x min⁻¹). Henkilön koon lisäksi VO₂max:n vaikuttavat ikä, sukupuoli, työtätekevien lihasten määrä, kuormituksen kesto, kuormituksen malli (esimerkiksi tasainen juoksualusta vs. ylämäki) sekä harjoittelutausta. Maksimaalinen hapenkulutus saavutetaan noin 90-95%:n teholla maksimista 3-5 minuuttia kestävässä suorituksessa. (Leskinen ym. 2007, 53 ja 67)

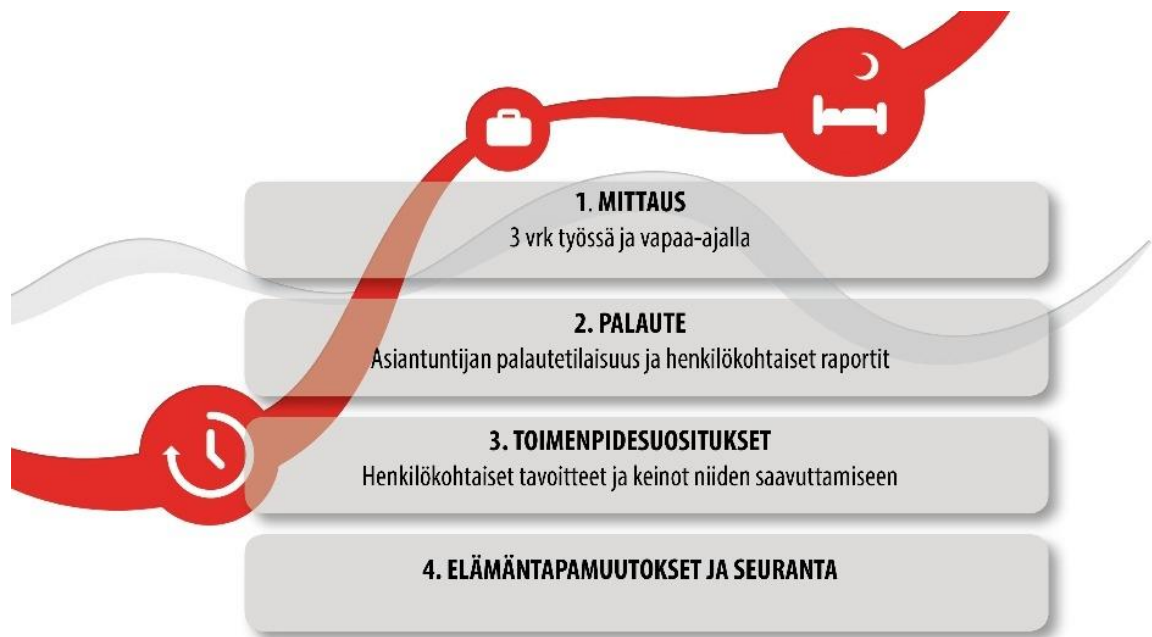
4 Firstbeat Hyvinvointianalyysi

Tässä kappaleessa esitellään Firstbeatin Hyvinvointianalyysi, joka on tutkimuksessa käytettävä työkalu ja samalla tutkimuskohde. Kappaleessa esitellään myös Hyvinvointianalyysissa käytetty Bodyguard 2 –mittauslaite sekä sen liiketunnistusominaisuus.

4.1 Hyvinvointianalyysi

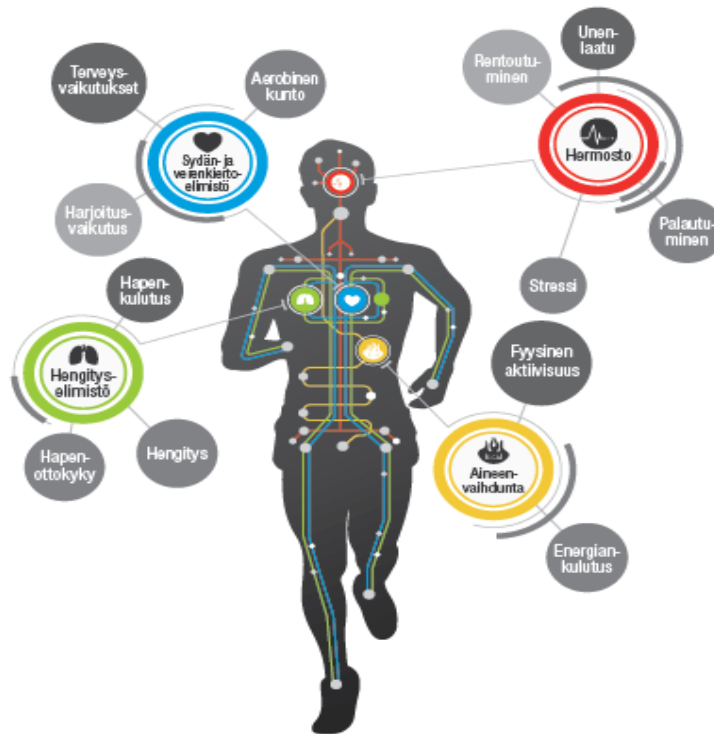
Hyvinvointianalyysi on terveydenhuollon ja liikunta-alan ammattilaisille kehitetty työkalu, jolla voidaan mallintaa laskennallisesti elämäntapojen terveysvaikutuksia. Hyvinvointianalyysi tunnistaa kehossa vaihtelevia fysiologisia tiloja, kuten stressin, palautumisen ja liikunnan. Analyysistä saadulla tiedolla voidaan tutkia yksilöllisesti koehenkilön palautumisen riittävyttä, unen laatua sekä liikunnan terveys- ja kuntovaikutuksia. Kartoittamalla koehenkilön kehityskohteet ja vahvuudet tarvittavat terveyttä edistävät toimenpiteet on helpompi kohdentaa. Hyvinvointianalyysi perustuu tietokoneohjelmaan, joka tunnistaa fysiologisia muutoksia sykevälivaihtelusta. (Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 3-4)

Hyvinvointianalyysi on kokonaisuus joka muodostuu sykemittauksesta, tulosten analysoinnista, palautetilaisuudesta sekä mahdollisista jatkotoimenpiteistä (katso kuva 5). Varsinainen sykemittaus kestää kolme vuorokautta ja se toteutetaan itsenäisesti mittauksen alussa saatujen ohjeiden mukaisesti. Tyypillisesti mittaus toteutetaan normaalissa arjessa ilman kontrolloituja testiympäristöjä. Mittauksen jälkeen kerätty tieto analysoidaan ja siitä laaditaan koehenkilön kolmen päivän ajalta terveyttä kattavasti kuvaava raportti. Palautetilaisuudessa koehenkilölle avataan raportin sisältö, asetetaan hyvinvointia kehittävät toimenpiteet sekä sovitaan mahdollisista jatkomittauksista. (Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 4)



Kuva 5. Hyvinvointianalyysin vaiheet (katso alkuperäinen kuva Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 4)

Koska suurin osa elimistön toiminnasta ovat suorasti tai epäsuorasti yhteyksissä sydämen säätelyyn, saadaan sykeväliä seuraamalla monipuolisesti tietoa kehontoiminnoista. Sykeväliä seuraamalla saadaan tietoa hengityksen säätelystä, hormonaalisista reaktioista, aineenvaihdunnallisista prosesseista, autonomisen hermoston reaktioista ja toimintatiloista, fyysisestä aktiivisuudesta ja palautumisesta, liikkeistä ja asennon muutoksista, psyykkisestä kuormituksesta ja rentoutumisesta sekä stressi- ja tunnereaktioista. (katso kuva 6). (Sykeanalyysin perusta)



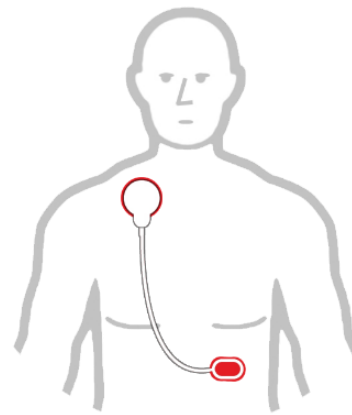
Kuva 6. Sykevälivaihtelua seuraamalla havaittavia ilmiöitä (katso alkuperäinen kuva Sykeanalyysin perusta)

4.2 Bodyguard 2 ja liiketunnistusominaisuus

Hyvinvointianalyysi perustuu Bodyguard 2 -mittalaitteen keräämään sykevälivaihteludataan. Taustatietojen perusteella mittalaitteen käyttäjälle luodaan yksilölliset tasot eri tilatunnisteille, joita ovat: tunnistamaton tila 10, stressi 9, palautuminen liikunnasta 7, palautuminen 6, sekä eritasoista fyysistä aktiivisuutta kuvaavat tilat 1-5. Hyvinvointianalyysi aloittaa fyysisen aktiivisuuden tulkitsemisen, kun hapenkulutus nousee yli 20 % arvioidusta $VO_2\text{max}$ -arvosta. Syketaso, hengitystiheys, sykevaihtelu ja hapenkulutus vaikuttavat stressin ja palautumisen määrittelyyn. (Tulosten tulkinta, 2015)

Kevyt ja huomaamaton laite on suunniteltu ympärivuorokautisiin sykevälivaihtelun mittauksiin (katso kuva 7). Se kiinnitetään suoraan iholle kahdella mittauselektrodilla (katso kuva 8). Laitteen käyttö on helppoa eikä se vaadi mittattavalta henkilöltä iholle asentamisen jälkeen toimenpiteitä.

Laitteessa on sykevälimittauksen lisäksi myös liikettä tallentava liikeanturi. Laitteen sykemittaustarkkuus on 1ms eli 1000 Hz ja sillä voidaan suorittaa jopa kuuden vuorokauden yhtäjaksoinen mittaus. Bodyguard 2 –mittalaitteen liiketunnistus ominaisuus kykenee havaitsemaan koehenkilön liikkumisen. Laitteen näytteenottotaajuus on 12,5 Hz, resoluutio 8 Bit ja G-skaala 4 G. (Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015, 6)



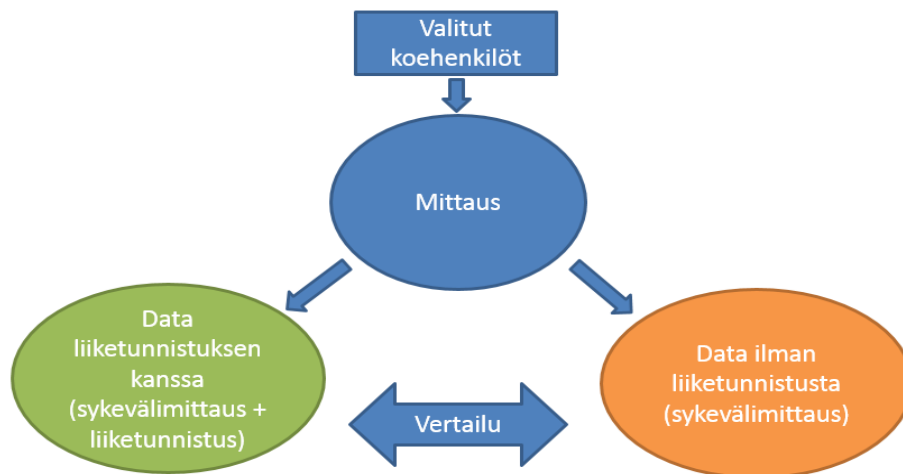
Kuva 7. Bodyguard 2 -mittalaite ja Kuva 8. Bodyguard 2 –mittalaitteen sijoittaminen kehoon (katso alkuperäiset kuvat Hyvinvointianalyysin toteuttaminen)

5 Tutkimus

Tässä kappaleessa esitellään tutkimuksen rakenne, sisältö, vaihteet ja toteutus. Kappaleessa kerrotaan myös tutkimuksen koehenkilöiden valintaprosessi. Lisäksi kappaleessa esitellään tutkimuksessa käytetyt lomakkeet ja testit. Kappaleen viimeisessä osiossa pohditaan tutkimuksen reliabiliteettia, validiteettia, sekä kuinka se soveltuu tutkimusongelman ratkaisemiseen.

5.1 Tutkimuksen lähtökohdat

Tutkimuksessa on tarkoitus kerätä aineistoa Firstbeatin Hyvinvointianalyysi -tuotteen kehittämiseksi. Tutkimuksessa on tarkoitus kerätä kontrolloiduissa testeissä kahdenlaista aineistoa kahdella eri mittauskokonaisuudella, sykevälimittauksella sekä sykevälimittauksella, johon on liitetty liiketunnistus (katso kuvio 1). Liiketunnistuksen käyttöönoton tarkoitus on tarkentaa Hyvinvointianalyysin tarkkuutta niin sanotuissa ongelmatapauksissa, jotka ovat liikunnallisesti aktiiviset ja vähemmän liikkuvat asiakkaat. Kahta erilaista aineistoa vertaamalla on tarkoitus selvittää, tarkentuvatko mittaustulokset liiketunnistuksen käyttöönoton myötä.



Kuvio 1. Tutkimuksen rakenne

5.2 Tutkimuksen aloitus

Tutkimuksen aineiston keruu perustui Firstbeatin kolmepäiväiseen Hyvinvointianalyysiin ja sen aikana suoritettuihin kontrolloituihin testeihin. Hyvinvointianalyysit kestivät maanantaista torstaihin ja ne toteutettiin heinäkuun kolmen ensimmäisen viikon aikana. Koehenkilöille järjestettiin mittauksen alussa kolmiosainen liikuntatesti sekä mittauksen lopussa älyllinen tehtävä, jolla pyrittiin saamaan aikaan stressiä aiheuttava tilanne. Tutkimusta varten luotiin selainpohjainen ajanvaraustaulukko (katso liite 1) Doodle -työkalulla, josta koehenkilöt pystyivät valitsemaan sopivimman aloitusajankohdan kuudesta eri vaihtoehdosta. Koehenkilöt jakautuivat sattumanvaraisesti testiryhmiin valitsemiensa aloitusajankohtien perusteella.

5.3 Koehenkilöiden valinta

Tutkimuksen koehenkilöitä etsittiin jakamalla tutkimusesitettä Facebookissa sekä Kuntokeskus Positiven sähköpostilistalla keskuksen antamalla luvalla. Tutkimusesitteessä esiteltiin tutkimuksen tarkoitus ja sisältö. Esite sisälsi linkin selaimessa täytettävään tutkimuskyselyyn (katso liite 2), jossa kysyttiin vastaajilta perustietojen lisäksi liikunta-aktiivisuus, liikuntaharrastukset sekä perussairaudet ja lääkitykset, jotka voisivat laskea tutkimuksen luotettavuutta sykemittauksen osalta. Liikunta-aktiivisuus määriteltiin Firstbeatin aktiivisuuskyselylomakkeella (katso liite 2), jonka tuottamien vastausten perusteella koehenkilöt lopulta valittiin tutkimukseen. Lomakkeella eroteltiin hyväkuntoiset, aktiiviset liikkujat ja passiiviset liikkujat toisistaan. Hyväkuntoiset koehenkilöt saivat aktiivisuusluokaksi kahdeksan tai suuremman ja passiiviset koehenkilöt aktiivisuusluokan kolme tai pienemmän. Aktiivisuusluokan lisäksi valintoihin vaikuttivat vastaajien ilmoittamat perussairaudet, lääkitykset sekä liikuntaharrastukset. Tutkimuksen hyväkuntoisiksi koehenkilöiksi pyrittiin valitsemaan hyvän aerobisen kunnan omaavia ja kestävyysliikuntaa harrastavia henkilöitä. Tutkimuskyselyyn vastasi 153 henkilöä, joista koehenkilöiden valittiin lopulta 11 aktiivista ja 10 vähemmän liikkuvaa.

5.4 Tutkimuksen liikuntatestit

Ohjattu kolmiosainen liikuntatesti toteutettiin Hyvinvointianalyysin aloituspäivänä ja se kesti noin kaksi tuntia ryhmää kohden. Ennen liikuntatestiä koehenkilöille esiteltiin lyhyesti tutkimus, sekä Firtsbeatin Hyvinvointianalyysi. Lisäksi heille opastettiin Bodyguard 2 -mittalaitteen sekä liikuntatestissä käytettyjen Polarin RC 800 sykemittareiden käyttö. Liikuntatestit toteutettiin Jyväskylän Hipposhallin vieressä sijaitsevan Köyhänlammen ympärillä. Lammen ympäri kulkee noin 390m pitkä hiekkainen kävelytie. Sää oli helteinen jokaisena liikuntatestin ajankohtana.

Jokaiselle koehenkilölle laskettiin henkilökohtaiset maksimisykkeet (HR_{max}) ikään perustuvalla laskennallisella kaavalla, jota käytetään Suomessa niin sanotussa sovelletussa WHO:n testissä. (Leskinen ym. 2007, 79):

$$HR_{max} = 210 - 0,65 \times ikä$$

Maksimisykkeen perusteella koehenkilöille laskettiin teoreettiset sykearvot 40%:n ja 70%:n teholla maksimaalisesta hapenottokyvystä (VO_2max). Laskennassa käytettiin David Swain kehittämää kaavaa, joka kehitettiin tarkentamaan American Collage of Sports Medicine (ACSM) käyttämää teoreettista maksimaalista hapenottokykytasoa määrittävää kaavaa (Mojtaba, Mohsen, Valiollah & Foroozan 2012, 547):

$$\%HRmax = 0,64 \times (\%VO_2max) + 37$$

Liikuntatesti koostui kolmesta osasta, joilla tuotettiin dataa kolmella eri kuormitustasolla.

1. 30 minuutin kävely 4,8km/h vauhdilla
2. 15 minuutin kävely/juoksu 40%:lla koehenkilön arvioidusta VO_2max :sta
3. 15 minuutin kävely/juoksu 70%:lla koehenkilön arvioidusta VO_2max :sta

30 minuutin kävelytesti toteutettiin siten, että toinen testajaista käveli ryhmän kanssa 4,8km/h vauhdilla. Vauhtia seurattiin ennalta määritettyjen ajanottopisteillä, joita oli 390m matkalla neljä kappaletta. Näiden pisteiden avulla kierros ajat pysyivät keskimäärin samoina viiden sekunnin marginaalilla. 30 minuutin kävelytestin jälkeen ryhmä piti kymmenen minuutin palauttavan tauon.

Tauon jälkeen ryhmä aloitti liikuntatestin toisen ja kolmannen osion. Koehenkilöitä ohjeistettiin pysymään oikeilla sykearvoilla suorituksen aikana. He seurasivat sykettään ja pyrkivät liikkumaan heille lasketuilla sykearvoilla, joka toisessa osiossa oli 40% ja kolmannessa osiossa 70% maksimaalisesta hapenottokyvystä. 15 minuutin osioiden välissä pidettiin viiden minuutin palauttava tauko.

5.5 Tutkimuksen stressitesti

Stressitesti toteutettiin kolmannen vuorokauden aikana juuri ennen laitteiden palauttamista. Stressitestin testinä käytettiin selainpohjaista älykkyydosamäärätestiä, jolla testataan henkilön matemaattista, loogista ja spatiaalista älykkyyttä. Testin tekeminen kestää noin 15-20 minuuttia ja jokaiseen tehtävään on aikaa 45 sekuntia. Testillä oli tarkoitus tuottaa stressireaktioita ilman fyysistä kuormitusta. Testin ensimmäinen tehtävä sivu on nähtävissä liitteessä 3.

Testi toteutettiin pieninä 3-6 hengen ryhminä Jyväskylän ammattikorkeakoulun atk-luokassa. Jokainen henkilö aloitti testin samaan aikaan. Aloitus- ja lopetusajat otettiin ylös myöhempää tutkimista varten. Vastaajien älykkyydosamääriä ei otettu ylös, mutta tämä kerrottiin vastaajille vasta lopuksi, jotta vastaajat olisivat olleet motivoituneempia suoriutumaan mahdollisimman hyvin ja tuottamaan mahdollisesti voimakkaamman stressireaktion.

Laitteet kerättiin kootusti, kun jokainen ryhmän henkilö oli saanut tehtyä älykkyydosamäärätestin. Tämän jälkeen koehenkilöillä oli mahdollisuus tuoda esiin ajatuksiaan ja antaa palautetta tutkimuksesta ja Hyvinvointianalyysistä. Hyvinvointianalyysin viimeisessä vaiheessa koehenkilöt saivat mahdollisuuden liittyä

palautetilaisuuteen, jossa Firstbeatin edustaja kertoi teoriaa analyysin taustalta, jakoi henkilökohtaiset raportit ja opasti tuloksien tulkitsemisessä. Henkilöt jotka eivät päässeet paikalle, saivat raportit sähköpostilla.

5.6 Tutkimuksen reliabiliteetti ja validiteetti

Tämä tutkimus on laadultaan kvantitatiivinen ja sen tarkoitus on tuottaa mahdollisimman luotettavaa tietoa. Tässä kappaleessa arvioidaan tutkimuksen validiteettia ja reliabiliteettia. Validi eli pätevä tutkimus mittaa sitä, mitä on tarkoituskin mitata. Tutkimukselle tulee olla asetettu selvät tavoitteet, jotta tutkimuksessa tutkitaan oikeita asioita. Myös tutkimuksessa käytettävien mittareiden valintaan tulee kiinnittää huomiota, jotta mittaustulokset voivat olla valideja. Tähän voidaan vaikuttaa huolellisella suunnittelulla ja tiedonkeruulla. Perusjoukon tarkka määrittely sekä edustava otos edesauttavat validin tutkimuksen syntyä. (Heikkilä 1998, 30)

Tässä tutkimuksessa tehdään useita testejä, joilla pyritään testata mahdollisimman luotettavasti tutkittavaa ilmiötä. Liikuntatesteillä on tarkoitus kuormittaa koehenkilöitä suunnitellulla intensiteetillä, jotta tuloksena olisi tutkimuksen kannalta tarkoituksen mukaista aineistoa. Tutkimuksessa tehtävät testit on suunniteltu toimeksiantajan asiantuntijoiden kanssa, jotta niistä saataisiin tarkoituksen mukaista aineistoa. Haasteita aiheuttaa muun muassa koehenkilöille lasketut ikään perustuvat maksimisykkeet ja sykearvot 40 % VO_2max – ja 70 % VO_2max testeille. Laskuvirheiden minimoimiseksi kaavat on laskettu kahteen kertaan eri laskijan toimesta. Toisaalta on tärkeää olla tietoinen, että esimerkiksi ikään perustuva maksimisykkeen tuottama arvo ei välttämättä vastaa todellisuutta ja näin ollen tutkimustulokseen tulee virhettä.

Tutkimuksen pätevyyteen vaikuttaa myös se että tutkimuksen koehenkilöt ovat valittu oikein. Koehenkilöiden valinnassa käytetään Firstbeatin omaa aktiivisuuskyselylomaketta, jolla on tarkoitus selvittää koehenkilön liikuntatottumuksia. Lisäksi koehenkilöiltä tiedustellaan heidän harrastuksiaan, jotta valinta osuu henkilöihin, jotka soveltuvat parhaiten tutkimusongelman selvittämiseen. Kyselylomakkeen kautta

toteutetussa koehenkilöiden valinnassa on huomioitava, että vastaajilla voi olla epärealistinen kuva omasta liikuntatottumuksistaan ja näin tutkimukseen päätyy ”vääränlaisia” koehenkilöitä.

Tutkimuksen reliabiliteetti kertoo, kuinka tarkkoja tutkimuksen tulokset ovat. Toisin sanoen, tutkimuksen tulokset eivät saa olla sattumanvaraisia ja tutkimus tulee olla toistettavissa, siten että päädytään samoihin tuloksiin. Tutkimusta joka vaiheessa tulee olla kriittinen ja tiedostaa, että virheitä voi sattua tietojen kerättäessä, syöttäessä, käsiteltäessä ja tuloksia tulkittaessa. (Heikkilä 1998, 30)

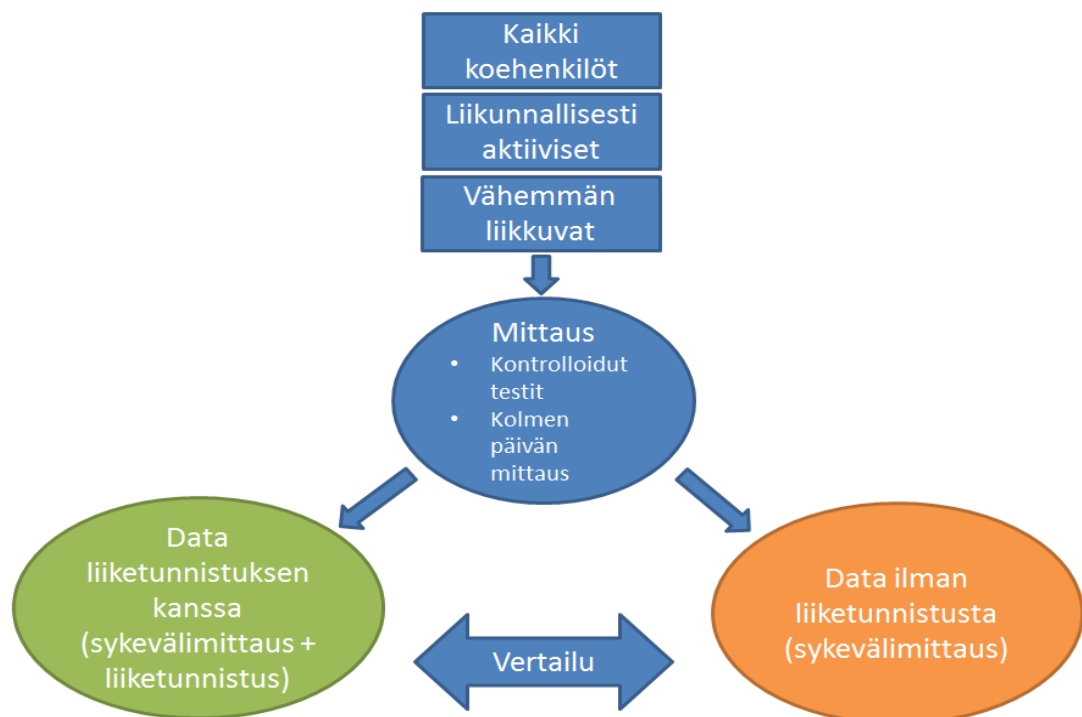
Tässä tutkimuksessa käsitellään ihmisen fysiologisia muutoksia, jotka ovat alttiita hyvin monenlaisille ärsykeille. Vaikka kaikki tutkimuksen testit ovat tarkoin toistettavissa, tuloksissa voi olla eroja johtuen koehenkilöiden yksilöllisistä tekijöistä. Eroja voivat aiheuttaa muun muassa testattavan sen hetkinen vireystila tai koehenkilön arjen aiheuttamat stressi- ja kuormitustekijät.

Tutkimuksessa kerätään suurimäärä aineistoa, johon voi tulla virheitä testausvaiheessa joko tutkijoiden tai koehenkilöiden toimesta. Tutkimuksen testit pyritään standardisoimaan ja toteuttamaan mahdollisimman vakioidusti, jotta mahdolliset usean testauksen johdosta tapahtuvat inhimilliset erehdykset voitaisiin minimoida. Suurta aineistomäärää syöttäessä ja käsiteltäessä laskentaohjelmalla, on pyrittävä niin vakioituihin toimintatapoihin, että aineisto säilyy mahdollisimman virheettömänä. Tässä tutkimuksessa tutkimusaineisto käsiteltiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla ja sen mahdollistamalla funktioilla.

6 Tutkimustulokset ja -löydökset

Tässä kappaleessa esitellään tutkimuksen koehenkilöryhmien (kaikki koehenkilöt, liikunnallisesti aktiiviset ja vähemmän liikkuvat) taustatekijöitä, sekä liiketunnistuksella ja ilman liiketunnistusta kerätty data. Liiketunnistimen sisältävää ja ilman liiketunnistusta olevaa dataa vertaillaan kaikki koehenkilöt yhdessä, sekä koehenkilöryhmien sisällä. Koehenkilöryhmät ovat liikunnallisesti aktiiviset ja vähemmän liikkuvat. Tutkimuksessa data on kerätty siten, että sitä voidaan tarkastella koko mittauksen tai pelkästään kontrolloitujen testien ajalta. Ryhmät ovat muodostuneet koehenkilöiden vastausten perusteella alkukyselyssä, jossa he arvioivat omaa liikunta-aktiivisuuttaan.

Jokaiselle koehenkilölle tehtiin yksi kolmenpäivän pituinen mittaus, johon sisältyi kaikki kontrolloidut testit. Tämä mittaus pystyttiin tulkitsemaan kahtena erillisenä datana, joista toisessa data muodostui sykevälimittauksesta ja toisessa sykevälimittauksen ja liiketunnistuksen yhdistelmästä (katso kuvio 2). Näitä kahta dataa vertailtiin kesken ja selvitettiin mahdolliset liiketunnistuksen tuomat hyödyt Hyvinvointianalyysille.



Kuvio 2. Tutkimusaineiston kerääminen ja käsittely

6.1 Tutkimuksen datan tulkinta

Koehenkilöiden tuottamasta datasta poimittiin niin sanottuja tilatunnisteita, joita laite tallensi mittauksen aikana sekunti sekunnilta. Tilatunnisteita on kymmenen erilaista ja ne kuvaavat koehenkilön tilaa kullakin hetkellä sekunnin tarkkuudella. Alla olevassa kuviossa 3 on esitetty tilatunnisteiden merkitykset. Tilatunniste kymmenen edustaa tilaa, jossa mittaaminen on estynyt esimerkiksi siten, että laite on irti iholta. Yhdeksän kuvaa stressitilaa, eli sykevälissä on havaittavissa kuormittumista, joka ei johdu fyysisestä kuormituksesta. Seitsemän on palautumista liikunnasta, joka tapahtuu liikuntasuorituksen jälkeen. Kuusi on unen aikaista palautumista. Tilatunnisteet 1-5 edustavat eritehoisia liikuntatiloja, joita laite on pystynyt mittaamaan sykevälillä.

Tilatunnisteet	
10	Tunnistamaton tila
9	Stressi
7	Palautuminen liikunnasta
6	Palautuminen
5	20-30% VO ₂ max
4	30-50% VO ₂ max
3	50-75% VO ₂ max
2	75-95% VO ₂ max
1	>95% VO ₂ max

Kuvio 3. Tilatunnisteiden selitykset

6.2 Koehenkilöryhmien taustatekijät

Tässä kappaleessa esitellään tutkimuksen aineiston tuottaneiden koehenkilöiden taustatietoja, kuten sukupuolijakauma, ikä, pituus, paino, aktiivisuusluokka sekä liikuntaharrastukset. Koehenkilöt muodostavat aktiivisuusluokansa ja liikuntaharrastuksensa pohjalta liikunnallisesti aktiivisen ja vähemmän liikkuvan ryhmän, joissa heidän tuottamaa aineistoa tarkastellaan.

Taulukko 1. Koehenkilöiden sukupuolijakauma ja ryhmiin jakautuminen liikunta-aktiivisuuden mukaan (n=19)

	n	%		n	%
Nainen	10	52,6 %	Liikunnallisesti aktiiviset	10	52,6 %
Mies	9	47,5 %	Vähemmän liikkuvat	9	47,5 %
Kaikki yhteensä	19	100 %	Kaikki yhteensä	19	100 %

Taulukosta 1 voi nähdä koehenkilöiden sukupuolen jakautuvan siten, että naisia on kymmenen henkilöä 52,6 % ja miehiä yhdeksän henkilöä 47,4 %. Koehenkilöt jakautuivat liikunnallisesti aktiiviseen ja vähemmän liikkuvaan ryhmään suhteessa 52,6 % ja 47,4 %.

Taulukko 2. Vähemmän liikkuvien koehenkilöiden taustatiedot (n=9)

	Sukupuoli	Ikä	Paino (kg)	Pituus (cm)	Aktiivisuusluokka
	Nainen	25	79	170	5
	Nainen	31	76	162	4
	Nainen	33	78	178	3
	Nainen	53	73	160	1
	Nainen	60	68	174	1
	Nainen	60	90	164	4
Keskiarvo		43,7	77,3	168,0	3,0

	Sukupuoli	Ikä	Paino (kg)	Pituus (cm)	Aktiivisuusluokka
	Mies	36	95	182	2
	Mies	51	71	178	3
	Mies	54	104	182	3
Keskiarvo		47,0	90,0	180,7	2,7

Taulukosta 2 voi nähdä, että vähemmän liikkuvien naispuolisten koehenkilöiden ikäkeskiarvo on 43,7 vuotta, painokeskiarvo 77,3 kg, pituuskeskiarvo 168,0 cm ja aktiivisuusluokan keskiarvo 3,0. Puolestaan miesten ikäkeskiarvo on 47,0 vuotta, painokeskiarvo 90,0 kg, pituuskeskiarvo 180,7 cm ja aktiivisuusluokan keskiarvo 2,7.

Taulukko 3. Liikunnallisesti aktiivisten koehenkilöiden taustatiedot (n=10)

	Sukupuoli	Ikä	Paino (kg)	Pituus (cm)	Aktiivisuusluokka
	Nainen	23	59	171	9
	Nainen	24	62	171	8,5
	Nainen	23	55	164	8,5
	Nainen	33	63	170	9
Keskiarvo		25,8	59,8	169,0	8,8

	Sukupuoli	Ikä	Paino (kg)	Pituus (cm)	Aktiivisuusluokka
	Mies	22	77	178	8,5
	Mies	25	68	178	10
	Mies	26	74	177	8
	Mies	27	76	174	9,5
	Mies	28	76	177	9
	Mies	29	103	198	9
Keskiarvo		26,2	79,0	180,3	9,0

Taulukosta 3 esittää liikunnallisesti aktiivisten koehenkilöiden taustatietoja. Naispuolisten koehenkilöiden ikäkeskiarvo on 25,8 vuotta, painokeskiarvo 59,8 kg,

pituuskeskiarvo 169,0 cm ja aktiivisuusluokan keskiarvo 8,8. Puolestaan miesten ikäkeskiarvo on 26,2 vuotta, painokeskiarvo 79,0 kg, pituuskeskiarvo 180,3 cm ja aktiivisuusluokan keskiarvo 9,0.

6.3 Tilatunnisteiden osuudet koko mittausajalta

Tässä kappaleessa käydään läpi, miten tilatunnisteet ovat jakautuneet koko kolmipäiväisen mittausajan aikana. Kappaleessa vertaillaan aineistoja, joissa toisessa on liiketunnistin käytössä ja toisessa poissa käytöstä. Tiloja on vertailtu kaikki koehenkilöt yhdistettynä, sekä aktiiviset ja vähemmän liikkuvat omina ryhminään. Kerätty aineisto koostuu 17 koehenkilön mittaustuloksista. Yksi aikaisemmissa taulukoissa mukana ollut, vähemmän liikkuva koehenkilö on pudotettu pois kokomittausajalla esiintyneen liiallisen virhedatan vuoksi, joka ei ole kuitenkaan häirinnyt kontrolloituja testejä.

Taulukko 4. Koko mittausajalta kerättyjen tilatunnisteiden osuudet

	Tilat								n	
	10	9	7	6	5	4	3	2		1
Kaikki koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa	12,6 %	44,7 %	6,4 %	27,6 %	6,2 %	1,4 %	0,9 %	0,2 %	-	17
Kaikki koehenkilöt ilman liiketunnistusta	12,8 %	47,8 %	6,8 %	27,6 %	1,9 %	1,9 %	1,0 %	0,2 %	-	17
EROTUS	-0,2 %	-3,1 %	-0,4 %	0,0 %	4,3 %	0,5 %	-0,1 %	0,0 %	-	
Aktiiviset koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa	13,6 %	43,6 %	4,8 %	29,1 %	6,7 %	1,0 %	1,0 %	0,2 %	-	9
Aktiiviset koehenkilöt ilman liiketunnistusta	13,8 %	47,9 %	5,2 %	29,1 %	1,4 %	1,3 %	1,2 %	0,2 %	-	9
EROTUS	-0,2 %	-4,3 %	-0,4 %	0,0 %	5,3 %	0,3 %	-0,2 %	0,0 %	-	
Vähemmän liikkuvat koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa	11,6 %	46,0 %	8,2 %	25,9 %	5,6 %	1,9 %	0,7 %	0,2 %	-	8
Vähemmän liikkuvat koehenkilöt ilman liiketunnistusta	11,5 %	47,8 %	8,7 %	25,9 %	2,5 %	2,6 %	0,8 %	0,2 %	-	8
EROTUS	-0,1 %	-1,8 %	-0,5 %	0,0 %	3,1 %	-0,7 %	-0,1 %	0,0 %	-	

Taulukosta 4 nähdään, että koehenkilöiden kaikkien koehenkilöiden kolmen päivän mittaustuloksissa liiketunnistuksen käyttöön ottaminen vähentää tilan yhdeksän (stressi) määrää 3,1 % ja lisää tilan viisi määrää 4,3 %. Muiden tilojen muutokset ovat

vähäisempiä (0-0,5 %). Aineisto käsittää 17 koehenkilöä, joista yhdeksän aktiivista ja kahdeksan vähemmän liikkuvaa koehenkilöä.

Tulokset ovat samansuuntaisia, kun liikunnallisesti aktiiviset ja vähemmän liikkuvat on eroteltu omiin ryhmiinsä. Liiketunnistin on vähentänyt tilan yhdeksän määrää liikunnallisesti aktiivisilla 4,3 % ja lisännyt tilan viisi määrää 5,3 %. Vähemmän liikkuvilla liiketunnistin on vähentänyt tilaa yhdeksän 1,8 % ja kasvattanut tilaa viisi 3,2 %. Muiden tilojen muutokset ovat vähäisempiä (0-0,7 %). Liikunnallisesti aktiivisten ryhmä käsittää yhdeksän henkilöä ja vähemmän liikkuvien ryhmän kahdeksan henkilöä.

6.4 Tilatunnisteiden osuudet kontrolloiduissa testeissä

Tässä osiossa tarkastellaan kolmea erillistä liikuntatestiä, joissa koehenkilöiltä on kerätty tilatunnisteet liiketunnistuksella ja ilman. Kolme erillistä taulukkoa muodostuvat 30 minuutin kävelytestistä, 40% VO₂max –testistä (katso taulukko 6) sekä 70% VO₂max –testistä (katso taulukko 7). Taulukoiden aineisto on jaettu kolmeen ryhmään; kaikki koehenkilöt, liikunnallisesti aktiiviset sekä vähemmän liikkuvat. Alla olevassa taulukossa 5 esitellään ryhmien tuottamat tunnistetilojen osuudet 30 minuutin kävelytestissä.

Taulukko 5. 30 minuutin kävelytestin aikana kerättyjen tilatunnisteiden osuudet

	Tilat									n
	10	9	7	6	5	4	3	2	1	
Kaikki koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa	0,3 %	19,6 %	5,9 %	-	60,8 %	13,0 %	0,5 %	-	-	18
Kaikki koehenkilöt ilman liiketunnistusta	1,3 %	47,6 %	24,4 %	-	13,5 %	12,7 %	0,5 %	-	-	18
EROTUS	-1,0 %	-28,0 %	-18,5 %	-	47,3 %	0,3 %	0,0 %	-	-	
Aktiiviset koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa	0,6 %	37,5 %	0,9 %	-	60,3 %	0,7 %	-	-	-	9
Aktiiviset koehenkilöt ilman liiketunnistusta	0,7 %	74,6 %	17,5 %	-	7,0 %	0,3 %	-	-	-	9
EROTUS	-0,1 %	-37,1 %	-16,6 %	-	53,3 %	0,4 %	-	-	-	
Vähemmän liikkuvat koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa	-	1,7 %	10,9 %	-	61,2 %	25,1 %	1,0 %	-	-	9
Vähemmän liikkuvat koehenkilöt ilman liiketunnistusta	1,9 %	20,7 %	31,3 %	-	20,0 %	25,1 %	1,0 %	-	-	9
EROTUS	-1,9 %	-19,0 %	-20,4 %	-	41,2 %	0,0 %	0,0 %	-	-	

Tarkastellessa kaikkien koehenkilöiden tilatunnisteiden osuuksia nähdään, että liiketunnistuksen käyttöönotto laskee tilan yhdeksän (stressi) osuutta 28,0 % ja tilan seitsemän (palautuminen liikunnasta) osuutta 18,5 %. Toisaalta liiketunnistuksen käyttöönotto lisää tilan viisi (VO₂max 20-30 %) osuutta 47,3 %. Koehenkilöiden määrä yhdistetyssä datassa on 18 henkilöä.

Liikunnallisesti aktiivisten tuottamissa tilatunnisteiden osuuksissa liiketunnistuksen käyttöönotto laskee tilan yhdeksän (stressi) osuutta 37,1 % ja tilan seitsemän (palautuminen liikunnasta) osuutta 16,6%. Samalla tilan viisi (VO₂max 20-30 %) osuus kasvaa 53,3 %. Liikunnallisesti aktiivisten aineisto käsittää yhdeksän henkilöä.

Vähemmän liikkuvien osuuksissa liiketunnistuksen käyttöönotto laskee tilan yhdeksän (stressi) 19,0 % ja tilan seitsemän (palautuminen liikunnasta) osuutta 20,4 %. Tilan viisi (VO₂max 20-30 %) osuus vastaavasti kasvaa 41,2 %. Vähemmän liikkuvien aineisto käsittää yhdeksän henkilöä.

Liiketunnistuksen käyttöönotto ei tuota merkittäviä muutoksia tilojen 10 (tunnistamaton), 4 (VO₂max 30-50 %) ja 3 (VO₂max 50-75 %) osuuksissa minkään ryhmän kohdalla.

Taulukko 6. 40 % VO₂max -testin aikana kerättyjen tilatunnisteiden osuudet

	Tilat									n
	10	9	7	6	5	4	3	2	1	
Kaikki koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa	0,1 %	0,5 %	4,3 %	-	9,4 %	82,3 %	3,5 %	-	-	18
Kaikki koehenkilöt ilman liiketunnistusta	0,4 %	0,5 %	11,2 %	-	2,3 %	82,0 %	3,5 %	-	-	18
EROTUS	-0,3 %	0,0 %	-6,9 %	-	7,1 %	0,3 %	0,0 %	-	-	
Aktiiviset koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa	-	0,6 %	4,1 %	-	5,0 %	83,2 %	7,1 %	-	-	9
Aktiiviset koehenkilöt ilman liiketunnistusta	0,6 %	0,6 %	8,1 %	-	0,8 %	82,8 %	7,1 %	-	-	9
EROTUS	-0,6 %	0,0 %	-4,0 %	-	4,2 %	0,4 %	0,0 %	-	-	
Vähemmän liikkuvat koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa	0,2 %	0,3 %	4,4 %	-	13,8 %	81,3 %	-	-	-	9
Vähemmän liikkuvat koehenkilöt ilman liiketunnistusta	0,2 %	0,4 %	14,2 %	-	3,8 %	81,3 %	-	-	-	9
EROTUS	0,0 %	-0,1 %	-9,8 %	-	10,0 %	0,0 %	-	-	-	

40 % VO₂max -testin aineistossa yhdistetyssä ryhmässä liiketunnistuksen käyttöönottoaminen laskee tilan seitsemän (palautuminen liikunnasta) osuutta 6,9 %. Tilan viisi (VO₂max 20-30 %) osuus vastaavasti kasvaa 7,1 %. Yhdistetyn ryhmän aineisto koostuu 18 henkilöstä.

Liikunnallisesti aktiivisten ryhmässä liiketunnistuksen käyttöönottoaminen vähensi tilan seitsemän (palautuminen liikunnasta) osuutta 4,0 % ja kasvatti tilan viisi (VO₂max 20-30 %) osuutta 4,2 %. Liikunnallisesti aktiivisten ryhmän aineisto koostuu yhdeksästä henkilöstä.

Vähemmän liikkuvien ryhmässä liiketunnistuksen käyttöönottoaminen laskee tilan seitsemän (palautuminen liikunnasta) osuutta 9,8 % ja kasvattaa tilan viisi (VO₂max 20-30 %) osuutta 10,0 %. Vähemmän liikkuvien ryhmän aineisto koostuu yhdeksästä henkilöstä.

Liiketunnistuksen käyttöönottoaminen ei tuottanut merkittäviä muutoksia tilojen 10 (tunnistamaton), 9 (stressi) ja 4 (VO₂max 30-50 %) minkään ryhmän kohdalla. Lisäksi tilan 3 (VO₂max 50-75 %), jota löytyy yhdistetyn ja liikunnallisesti aktiivisten ryhmistä, osuudet pysyivät muuttumattomina.

Taulukko 7. 70 % VO₂max -testin aikana kerättyjen tilatunnisteiden osuudet

		Tilat									
		10	9	7	6	5	4	3	2	1	n
Kaikki koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa		1,0 %	-	4,6 %	-	2,4 %	5,4 %	45,8 %	40,2 %	-	17
Kaikki koehenkilöt ilman liiketunnistusta		2,3 %	-	5,7 %	-	0,7 %	5,4 %	46,0 %	39,9 %	-	17
EROTUS		-1,3 %	-	-1,1 %	-	1,7 %	0,0 %	0,2 %	0,3 %	-	
Aktiiviset koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa		2,2 %	-	7,1 %	-	2,6 %	0,9 %	46,5 %	40,7 %	-	8
Aktiiviset koehenkilöt ilman liiketunnistusta		4,8 %	-	7,1 %	-	-	0,9 %	46,5 %	40,7 %	-	8
EROTUS		-2,6 %	-	0,0 %	-	2,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	-	
Vähemmän liikkuvat koehenkilöt liiketunnistuksen kanssa		-	-	3,5 %	-	2,3 %	9,5 %	45,1 %	39,7 %	-	9
Vähemmän liikkuvat koehenkilöt ilman liiketunnistusta		-	-	4,5 %	-	1,4 %	9,4 %	45,5 %	39,3 %	-	9
EROTUS		-	-	-1,0 %	-	0,9 %	0,1 %	0,4 %	0,4 %	-	

Yllä olevassa taulukossa 7 esitellään 70 % VO₂max –testin aikana kerättyjen tilatunnisteiden osuudet ryhmittäin. Kaikkien koehenkilöiden ryhmässä liiketunnistuksen käyttöönotto laskee tilan seitsemän (palautuminen liikunnasta) osuutta 1,1 % ja kasvattaa tilan viisi (VO₂max 20-30%) osuutta 1,7 %. Muissa tunnistetuissa tiloissa 4, 3 ja 2 muutokset ovat tätäkin pienempiä. Yhdistetyn ryhmän aineisto koostuu 18 henkilöstä.

Liikunnallisesti aktiivisten ryhmässä liiketunnistuksen käyttöönotto laskee tilan kymmenen (tunnistamaton) osuutta 2,6 %. Tilaan viisi (VO₂max 20-30 %) sen sijaan muodostuu 2,6 % osuus liiketunnistuksen johdosta. Muissa tunnistetuissa tiloissa muutos on pieni tai sitä ei tapahdu ollenkaan. Liikunnallisesti aktiivisten aineisto muodostui yhdeksästä henkilöstä. Yksi henkilö on poistettu tästä testistä, sillä hänen mittauksen tila kymmenen (tunnistamaton) osuus 70% VO₂max –testin aikana ylitti yli 20% heidän omasta 15 minuutin osuudestaan.

Vähemmän liikkuvien ryhmässä suurimmat muutokset liiketunnistuksen käyttöönoton johdosta tapahtuvat tiloissa seitsemän (palautuminen liikunnasta), jossa osuus laskee 1,0 % ja tilassa viisi (VO₂max 20-30 %), jossa osuus kasvaa 0,9 %. Muissa tunnistetuissa tiloissa 4, 3 ja 2 muutos on pienempää. Vähemmän liikkuvien ryhmän aineisto koostuu yhdeksästä henkilöstä.

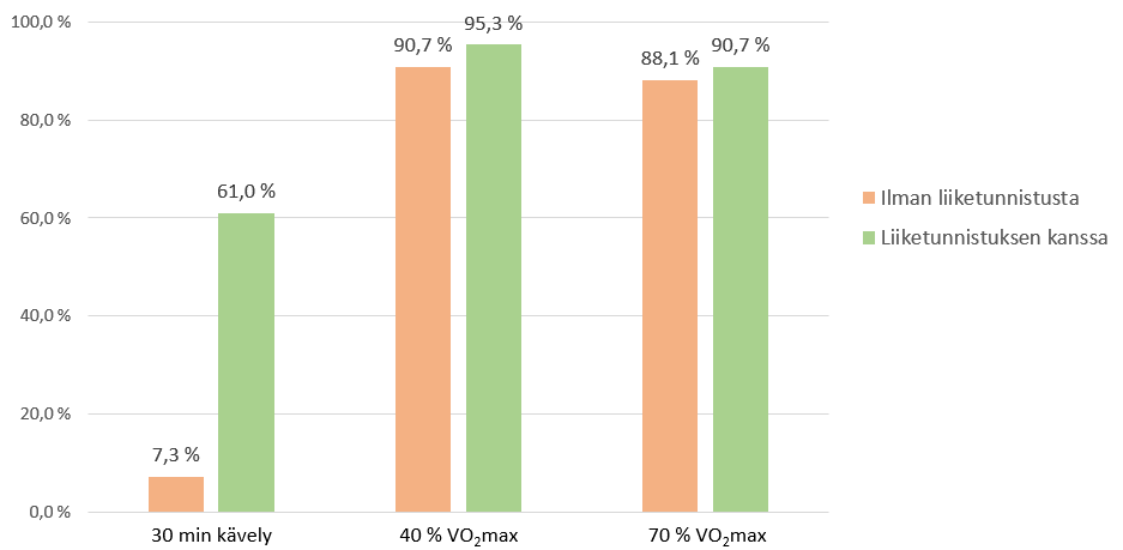
6.5 Liikuntaa kuvaavien tilojen osuus kontrolloiduissa testeissä

Liiketunnistimen toiminnan havainnollistamiseksi ja sen mahdollisen hyödyn havaitsemiseksi kolmesta kontrolloidusta testistä on poimittu liikuntaa kuvaavat tilat 1-5 ja laskettu niiden yhteen laskettu osuus jokaisesta testistä erikseen. Kuviossa 4 liikuntaa kuvaavat tilat löytyvät punareunaisen ympyrän sisältä; tila viisi kuvaa kevyttä liikuntaa ja tila yksi maksimaalista fyysistä kuormitusta. Tilojen osuudet kontrolloiduissa testeissä esitetään liikunnallisesti aktiivisten ja liikunnallisesti passiivisten ryhminä.

Tilatunnisteet	
10	Tunnistamaton tila
9	Stressi
7	Palautuminen liikunnasta
6	Palautuminen
5	20-30% VO ₂ max
4	30-50% VO ₂ max
3	50-75% VO ₂ max
2	75-95% VO ₂ max
1	>95% VO ₂ max

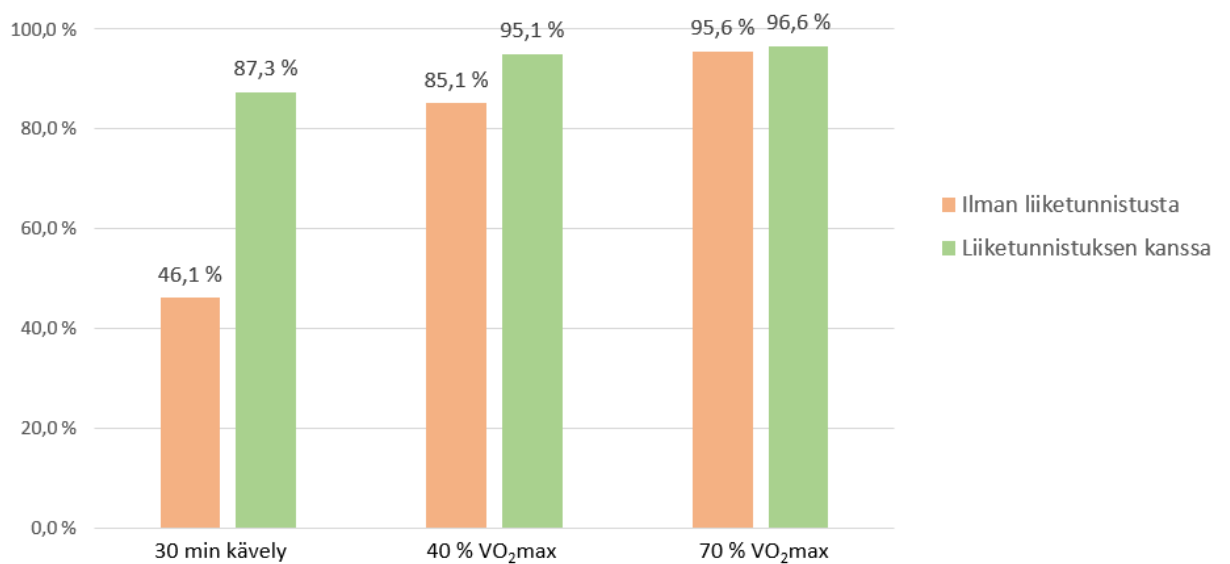
Kuvio 4. Liikuntatilojen kuvaukset

Kuvio 5. Liikunnallisesti aktiivisten liikuntaa kuvaavien tilatunnisteiden osuudet kontrolloiduissa liikuntatesteissä testeissä (n=9)



Kuviosta 5 voidaan nähdä, että liikunnallisesti aktiivisten kohdalla 30 minuutin kävelyssä liikunnan osuus ilman liiketunnistinta on 7,3 % ja vastaavasti liiketunnistimen kanssa liikunnan osuus on 61 %. Ilman liiketunnistinta 40 % VO₂max testiosiossa liikunnan osuus on 90,7 % ja liiketunnistimen kanssa 95,3 %. Viimeisessä 70 % VO₂max testiosiossa liikunnan määrä ilman liiketunnistinta on 88,1 % ja liiketunnistimen kanssa 90,7 %.

Kuvio 6. Vähemmän liikkuvien liikuntaa kuvaavien tilatunnisteiden 1-5 osuudet kontrolloiduissa liikuntatesteissä (n=9)



Kuviosta 6 nähdään, että vähemmän liikkuvien testihenkilöiden kohdalla 30 minuutin kävelyssä liikunnan osuus ilman liiketunnistinta on 46,1 % ja liiketunnistimen kanssa 87,3 %. 40% VO₂max testiosiossa liikunnan määrä on ilman liiketunnistinta 85,1 % ja liiketunnistimen kanssa 95,1 %. Ilman liiketunnistinta liikunnan määrä 70% VO₂max testiosiossa on 95,6 % ja liiketunnistimen kanssa 96,6 %.

7 Pohdinta

Tutkimuksen tulokset esitettiin toimeksiantajalle ennen opinnäytetyön julkaisua. Järjestetty tilaisuus ja tuloksien selkeä esittäminen sai positiivista palautetta ja hyvän vastaanoton toimeksiantajalta. Lisäksi tilaisuudessa esitetyt tulokset koettiin tuotteen kehitystyötä ajatellen hyödylliseksi. Tässä kappaleessa käydään läpi tutkimustuloksia ja niistä tilaisuudessa esiin nousseita ajatuksia. Tutkimuksen tuloksien pohdinta käydään läpi testeittäin, sekä koko mittausaikaa tarkastellen. Lisäksi kappaleessa esitetään havaintoja ja mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

7.1 30 minuutin kävelytesti

Tutkimuskysymysten kannalta 30 minuutin kävelytesti tuotti eniten kehitystyölle hyödyllistä tietoa. 30 minuutin kävelytestissä liiketunnistuksen käyttöönotto vähentää stressitilan osuutta ja toisaalta lisää selvästi tilaa viisi (20-30 % VO₂max) molemmissa ryhmissä. Toisin sanoen liiketunnistus erottaa kevyen liikuntasuorituksen aiheuttaman reaktion, eikä sekoita sitä stressireaktioon. Pääosin molemmat ryhmät sijoittuivat tilaan viisi (20-30 % VO₂max) kävelyn aikana liiketunnistuksen ollessa päällä, kuten todellisuudessa tapahtuikin. Tämän lisäksi liikunnallisesti aktiivisilla tilan tunnistus näytti kuitenkin vielä kohtalaisen paljon stressitilaa kävelyn aikana ja vähemmän liikkuvilla myös tilaa neljä (30-50% VO₂max). Nämä havainnot selittynevät osittain sillä, että kävelyn vähäinen kuormitus hyväkuntoisella aktiivisella ihmisellä tuottaa pienemmän reaktion. Liiketunnistuksesta huolimatta vähäisesti kuormittavat reaktiot näkyvät vielä osaksi stressireaktioina liikunnallisesti aktiivisilla koehenkilöillä. Kävely kuormittaa vähemmän liikkuvaa koehenkilöä enemmän ja aiheuttaa myös voimakkaamman reaktion, minkä takia kuormitusta näkyy myös tilassa neljä. Voimakkaammin tiloihin viisi ja neljä sijoittuva kuormitus ei "sekoitu" tilan tunnistuksessa stressireaktioksi kuten aktiivisilla koehenkilöillä osittain kävi. 30 minuutin kävelytestin tuloksien perusteella voidaan todeta, että liiketunnistuksen käyttöönotto on

tarkentanut huomattavasti kevyen liikunnan tunnistusta, mutta erityisesti liikunnallisesti aktiivisten kohdalla todellisen tilan tunnistuksessa on vielä osittain haasteita.

7.2 40 % - ja 70 % VO2max -testi

40% VO2max -testin suurimmat erot liiketunnistuksen käyttöönottamisen myötä syntyivät tiloissa seitsemän (palautuminen liikunnasta) ja viisi (20-30 % VO2max). Molemmissa ryhmissä liiketunnistuksen käyttöönottamisen johdosta tila seitsemän vähenee selvästi ja tila viisi lisääntyy. Liiketunnistin tarkentaa tilan tunnistusta vähentämällä palautumisen osuutta liikuntasuorituksesta ja lisäämällä liikunnan osuutta.

Aktiivisilla koehenkilöillä tilaa kolme (50-75% VO2max) esiintyy ilman liiketunnistusta ja sen kanssa. Tähän syinä voivat olla koehenkilön liian kova vauhti, ikään perustuvan maksimisykkeen määrittämisen virhemarginaalista, testissä käytettyjen sykemittareiden väliaikaiset jumiutumiset sekä inhimilliset erehdykset sykkeen seuraamisessa. Toisaalta myös tilojen neljä ja kolme erot sykealueissa ovat pieniä ja sykkeiden pitäminen vain toisessa tilassa on erittäin vaikeaa. Vähemmän liikkuvien suurehkon tilan viisi (20-30 % VO2max) osuuden liiketunnistuksen käyttöönottamisen jälkeen voi selittää se, että vähemmän liikkuvat ovat löytäneet hitaammin tavoitesykkeensä vähäisemmän kestävyysharjoittelustaustansa takia.

70 % VO2max –testissä liiketunnistuksen tuottamat muutokset ovat vähäisiä. Mitä kovempi kuormitus on, sitä vähemmän liiketunnistin tarkentaa tilantunnistusta. Kova fyysinen kuormitus näkyy selvästi sykevälivaihtelussa, ja tilantunnistus on tarkka ilman liiketunnistintakin. Sama ilmiö voidaan havaita myös 40 % VO2max –testissä, mutta lievemmin johtuen kevyemmästä kuormituksesta. Mitä kevyemmin liikutaan sitä enemmän muuttujia (stressitila, palautuminen, liikunta) tilantunnistuksessa on ja liiketunnistuksen rooli korostuu eroteltaessa liikuntatiloja muista tiloista.

Taulukot 7 ja 8 osoittavat, että liiketunnistuksen suurin hyöty saavutetaan kevyesti kuormittavassa liikunnassa. Liiketunnistuksen hyöty pienenee tasaisesti liikunnan tehon

kasvaessa. Kovemmassa kuormituksessa muutokset sykkeessä ja sykevälissä ovat selkeitä, jonka takia pelkkä sykevälimittaus antaa lähes yhtä tarkan tuloksen.

Vähemmän liikkuvien liikuntatilojen osuudet kasvavat oletuksen mukaisesti kuormituksen lisääntyessä. Liikunnallisesti aktiivisten osuuksissa on havaittavissa kuitenkin poikkeus. 70 % VO₂max –testin liikuntaosuudet jäävät pienemmäksi kuin 40 % VO₂max –testissä. Tämä selittyy sillä, että 70 % VO₂max –testin mittaustuloksissa oli enemmän tunnistamatonta tilaa.

7.3 Kolmen päivän mittaustulokset

Kolmen päivän mittauksissa suurimmat liiketunnistuksen tuomat erot näkyvät tilan yhdeksän vähenemisenä ja tilan viisi lisääntymisenä molemmissa ryhmissä. Tuloksien trendi on samansuuntainen, kuin kontrolloiduissa liikuntatesteissä. Muutokset tilojen suhteissa ovat pienempiä, mutta todellisuudessa merkittäviä. Esimerkiksi liikunnallisesti aktiivisten kohdalla tila viisi on liiketunnistuksen myötä lisääntynyt 5,3 %, joka ajallisesti tarkoittaa lähes neljää tuntia. Erityisesti liikunnallisesti aktiivisten kohdalla muutos on ollut odotettu, josta voidaan olettaa, että liiketunnistin on tarkentanut mittaustuloksia. Vähemmän liikkuvien koehenkilöiden tulokset vaativat tarkempaa tarkastelua. Oletuksena voisi pitää, että liiketunnistuksen käyttöönotto vähentäisi tilan viisi osuutta ja tunnistaisi enemmän stressiä. Toisaalta vähemmät liikkuvat koehenkilöt ovat voineet liikkua liiketunnistimen havaitsemalla tavalla. Liikunnan lisääntyminen vähemmän liikkuvilla on vähäisempää liikunnallisesti aktiivisiin verrattuna, mutta tämä voi selittyä sillä, että vähemmän liikkuvat ovat passiivisempia päivien aikana. Tuloksien arviointi kolmen päivän osalta on haastavampaa, koska päivät eivät ole olleet kontrolloituja ja näin ollen ei voida olla täysin varmoja, mitä kukin koehenkilö on todellisuudessa tehnyt.

7.4 Stressitesti

Toteutetulla stressitestillä ei saatu aikaan tilantunnistuksissa ilmeneviä muutoksia, josta johtuen aineiston tarkempi analysointi olisi ollut turhaa. Testin olisi pitänyt tuottaa sykevälivaihtelussa havaittavia muutoksia. Jatkotutkimuksia ajatellen onnistunut stressitesti toisi lisäarvoa tämän kaltaiselle tutkimukselle. Stressitestissä koehenkilöiden tulisi olla mahdollisimman vähän fyysisesti kuormitettuna, mutta olla altistettuna stressille. Tällaisia kontrolloituja testejä voisivat olla esimerkiksi kovaa keskittymistä vaativat tehtävät, jännitystä tai iloa tuottavat tilanteet. Tarkemmin voisi kartoittaa myös ammattialoja, jotka kuormittavat henkisesti, esimerkiksi työuraansa aloittelevia lääkäreitä tai lakimiehiä.

7.5 Havaintoja jatkotutkimuksia ja tuotekehitystä varten

Tehdyn tutkimuksen perusteella koehenkilöiden kuntoa voisi testata tarkemmin. Tarkemmalla kuntotestauksella mahdollistetaan esimerkiksi luotettavampi maksimisykearvo ja henkilökohtaisten sykearvojen määrittäminen 40 % ja 70 % VO₂max testeihin. Lisäksi kuntotestauksella voidaan varmistaa koehenkilöiden todellinen kunto ja soveltuvuus tutkimukseen.

Askelmittarin mukaan ottaminen tutkimustuloksien analysointiin voisi tarkentaa koko mittausajan liikuntamäärää ja tekisi mittauksista kontrolloidumpia. Askelmittarin hyödyntäminen paikkaisi koehenkilöille täytettäväksi annetun päiväkirjan puutteita ja todentaisi liikunnan ja arkiaktiivisuuden määrää mittausajalta.

Tutkimusaineiston käsittelyssä analyysiohjelmien, kuten SPSS:n käyttö voisi vähentää aineiston käsittelyssä mahdollisesti syntyneitä virheitä. Lisäksi analysointiohjelman käyttö nopeuttaisi tuloksien analysointia, sekä mahdollistaisi suurempien koehenkilömäärien tutkimisen.

Tutkimuksessa mukana olleiden koehenkilöiden perusteella Hyvinvointianalyysin päiväkirjan täyttämistä toivottiin vähemmän aikaa vievää ratkaisua. Tällainen voisi olla

merkkaamisominaisuus laitteessa, jonka voisi kytkeä päälle esimerkiksi liikuntasuorituksen alussa ja sulkea suorituksen päätyttyä. Merkattu ajankohta siirtyisi päiväkirjaan automaattisesti ilman perinteistä manuaalista päiväkirjan täyttämistä. Merkkausominaisuutta voisi hyödyntää muidenkin poikkeustilanteiden merkitsemiseen, kuten jännitystä aiheuttavan esityksen ajaksi tai kontrolloiduissa tutkimustilanteissa, joissa tarkan ajanjakson määrittäminen on tärkeää. Merkkausominaisuus voisi nopeuttaa, helpottaa ja tarkentaa päiväkirjamerkintöjen tekemistä. Merkkausominaisuuden voisi toteuttaa laitteeseen lisätyllä painikkeella tai vaihtoehtoisesti älypuhelimeen ladatulla sovelluksella. Yhtenä vaihtoehtona voisi toimia myös mittalaitteeseen paritetun sykemittarin kautta operoitava merkkaaminen.

LÄHTEET

- Ahonen, A., Hartiala, J., Savolainen, S., Sovijärvi, A., Turjanmaa, V. & Vanninen, E. 2012. Kliinisen fysiologian perusteet. Duodecim. Otavan kirjapaino Oy, Keuruu.
- Automated Fitness Level (VO₂max) Estimation with Heart Rate and Speed Data. 2014. Firstbeat Technologies. Viitattu 12.4.2015.
http://www.firstbeat.com/userData/firstbeat/download/white_paper_VO2max_11-11-2014.pdf
- Firstbeat Hyvinvointianalyysi. 2015. Asiantuntijan opas. Firstbeat Technologies Oy. Viitattu 14.1.2015.
<http://www.firstbeat.fi/userData/firstbeat/oppimisymparisto/Asiantuntijan-opas-tammikuu-2015.pdf>
- How to read an EKG. 2011. Today I found out. Artikkel. Viitattu 9.3.2015.
<http://www.todayifoundout.com/index.php/2011/10/how-to-read-an-ekg-electrocardiograph/>
- Hynynen, E., Kaikkonen, Piia., Merikari, J., Nummela, A., Rusko, H., Teljo, M. & Vänttinen, S. 2006. Kuormittuminen ja palautuminen yksittäisissä harjoituksissa sekä kahdeksan viikon harjoittelujakson aikana harjoittelemattomilla. Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU. Jyväskylä. PDF- julkaisu, viitattu 9.4.2015
http://www.kihu.fi/tuotostiedostot/julkinen/julkaisusarja_nro5.pdf
- Hyvinvointianalyysin toteuttaminen. N.d. Firstbeat. Powerpoint –esitys. Viitattu 13.3.2015.
- Kenney Larry, W., Wilmore, J.H, Costill, D.L. 2012. Physiology of Sport and Exercise. Fifth edition. Human Kinetics. USA.
- Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2007. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellinen Seura ry. Tampere.
- Kettunen, R., Leppäluoto, J., Rintamäki, H., Vakkuri, Vakkuri, O. & Vierimaa, H. 2013. Anatomia ja fysiologia. Rakenteesta toimintaan. Sanoma Pro Oy, Helsinki.
- Kotiranta, K., Sertti, P., Schroderius T. 2007. Hyvän kunnon käsikirja. Liikunta ja ravinto. WSOYpro/Docendo-tuotteet
- Mojtaba, E., Mohsen, S., Valiollah, S. & Foroozan, Z. 2012. Maximal heart rate percentage in relation to maximal oxygen consumption percentage in spastic patients. Scholars Research Library. Viitattu 11.2.2015. <http://scholarsresearchlibrary.com/ABR-vol3-iss1/ABR-2012-3-1-543-549.pdf>
- Mustajoki, P. 2014. Sydämen läppäviat. Terveyskirjasto. Viitattu 3.2.2015.
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00081

Stress and Recovery Analysis Method Based on 24-hour Heart Rate Variability. 2014. Firstbeat Technologies. Viitattu 29.3.2015.
http://www.firstbeat.fi/userData/firstbeat/research-publications/Stress-and-recovery_white-paper_2014.pdf

Sykeanalyysin perusta. N.d. Sykeanalyysi. Artikkelit Firstbeat Technologies Oy:n sivuilta. Viitattu 29.3.2015. <http://www.firstbeat.fi/fi/fysiologia/sykeanalyysi>

Tulosten tulkinta. Usein kysytyt kysymykset Firstbeat Hyvinvointianalyysin asiantuntijoille. Firstbeat Technologies Oy:n sivuston artikkeli. Viitattu 13.4.2015. <http://www.firstbeat.fi/fi/tuki/palveluntarjoajalle/usein-kysyttya>

Tuominen, S. 2015. Tekemäni liikunta ei näkynyt Hyvinvointianalyysissä – liikuinko turhaan? Blogi- julkaisu, viitattu 13.4.2015. <http://blogi.firstbeat.fi/2015/04/tekemani-liikunta-ei-nakynyt.html>

Yritys. N.d. Artikkelit Firstbeat Technologies Oy:n sivuilta. Viitattu 13.4.2015. <http://www.firstbeat.fi/fi/yritys>

LIITTEET

Liite 1. Ajanvaraustaulukko

Firstbeat Hyvinvointitutkimus
Edit your poll | 0 | 0 | 23 tuntia sitten

Luettelonäkymä | **Kalenterinäkymä** | Hallinnointi

Tämä on rajoitettu kysely
Kunkin vaihtoehdon voi valita enintään 10 osallistujaa(a).

Kirjoita laatikkoon oma nimesi

0 osallistujaa

Matti Meikäläinen

Esimerkki 1. **Esimerkki 2.**

Suosituin päivämäärä: määrittelemätön | Sulje kysely

heinäkuu 2014
ma 7 to 10 ma 14 to 17 ma 21 to 24

9:00 18:00 9:00 14:00 9:00 18:00 9:00 14:00 9:00 18:00 9:00 14:00

Cannot take it Tallenna

Valitse luettelosta yksi maanantaiaamu tai -ilta ja maanantain jälkeinen torstain aika. Yllä on kaksi esimerkki-ilmoittautumista.

Lopuksi tallenna ilmoittautumisesi!

Kommentti
Lisää kommentti

DOODLE
Etusivu
Features
Pricing
Mainostaminen

ABOUT US
Blogi
Team
Ehdot
Yksityisyys
Imprint

SUPPORT
Get Started...
Support center

Choose language
suomi

Tästä voit vaihtaa näkymän kielen suomeksi.

Tutkimuskysely - hyvinvointianalyysi

*Pakollinen

Sukupuoli *

- Nainen
 Mies

Ikä *

Pituus *

Paino *

Aktiivisuusluokka *

Täytä linkin takana oleva kysely ja syötä saamasi aktiivisuusluokka (1-10) alla olevaan laatikkoon.

<https://trainer.firstbeat.fi/AcWizard/>

Liikuntaharrastuksesi tai -lajisi (jos niitä on)

Pitkäaikaissairaudet ja lääkitykset

Mittaukset onnistuvat minulle: *

- kesäkuussa
 heinäkuussa

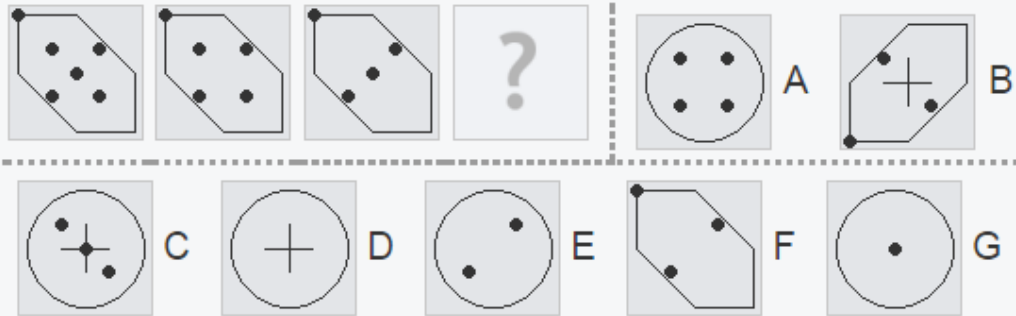
Maksimisyke (jos tiedossa)

VO2max (jos tiedossa)

Sähköposti *

Lähetä

Testi tehty yhteensä 422.764 kertaa.



Et ehtinyt vastata edelliseen tehtävään

Valitse vaihtoehdoista A-G se, joka sopii kysymysmerkin paikalle.

- Sinulla on tehtävän tekemiseen aikaa 45 sekuntia. [Päivitä kello](#)
- Tämä on 3. tehtävä, testissä on yhteensä 35 tehtävää.