

Elektrodimallien vertailu mittausvirheen ja käyttömukavuuden perusteella Firstbeat Hyvinvointianalyysi -mittauksissa

Mikko Lensu

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015

Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Lensu, Mikko	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 04.05.2015
	Sivumäärä 61	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Elektrodimallien vertailu mittausvirheen ja käyttömukavuuden perusteella Firstbeat Hyvinvointianalyysi -mittauksissa		
Koulutusohjelma Hyvinvointiteknologia		
Työn ohjaaja(t) Nieminen, Tomi Siistonen, Matti		
Toimeksiantaja(t) Firstbeat Technologies Oy Tuominen, Satu		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Firstbeat Technologies Oy:n Hyvinvointianalyysi -mittauksissa käytettävien kolmen eri elektrodin (Ambu, Arbo ja Fiab) erot mittausvirheen ja käyttömukavuuden perusteella. Tämän selvityksen jälkeen elektrodit oli määrää saada paremmuusjärjestykseen neljässä eri osa-alueessa: alhaisin mittausvirheprosentti, vähiten ihoärsytystä mittausten aikana, paras kiinnipysyvyys mittausten aikana ja paras mittalaitteen kiinnipysyvyys elektrodeissa mittausten aikana.</p> <p>Alhaisin mittausvirheprosentti elektrodimalleissa oli Ambu -elektrodilla (3,68 %). Vähiten ihoärsytystä mittausten aikana aiheutti Fiab -elektrodit (37,81 %:ssa mittaustista). Paras elektrodien pysyvyys mittausten aikana oli Arbo -elektrodilla (81,91 %:ssa mittaustista) ja paras mittalaitteen pysyvyys elektrodeissa oli Ambu -elektrodeissa (89,16 %:ssa mittaustista).</p> <p>Tutkimuksen tulosten pohjalta luotiin elektrodisuositustaulukko eri elektrodimalleille mittaustilanteen mukaan. Jos asiakkaan perustietoja ei tunneta (ikä, pituus, paino, sukupuoli, jne.) suositellaan käytettäväksi Arbo -elektrodeja. Jos asiakkaan perustiedoista ei selviä erityistarpeita, naispuolisille suositellaan Fiab -elektrodeja ja miespuolisille Ambu -elektrodeja. Herkkäihoisille asiakkaille suositellaan Fiab -elektrodeja ja jos asiakas on urheilija tai muuten aktiivisesti liikkuva, hänelle suositellaan Ambu -elektrodeja.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Asiakastytytyvyys, Firstbeat, elektrodi, hyvinvointianalyysi, käyttömukavuus, mittausvirhe, sykevälivaihtelu		
Muut tiedot		



Author(s) Lensu, Mikko	Type of publication Bachelor's thesis	Date 04.05.2015
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 61	Permission for web publication: x
Title of publication Comparison between three electrode types based on measurement artifact and usability in Firstbeat Lifestyle Assessment measurements		
Degree programme Degree Programme in Wellness Technology		
Tutor(s) Nieminen, Tomi Siistonen, Matti		
Assigned by Firstbeat Technologies Ltd. Tuominen, Satu		
<p>Abstract</p> <p>The main goal of this thesis was to investigate the differences in measurement artifact and usability between the three types of electrodes (Ambu, Arbo and Fiab) used in Firstbeat Technologies Ltd.'s Lifestyle Assessment measurements. After this research the electrodes were put in rank order in four categories: the lowest measurement artifact percent during the measurements, the least skin irritating electrode type, the best adherence to the skin and the best in holding the measurement device in the electrodes.</p> <p>Ambu electrodes had the lowest measurement artifact percent during the measurements (3,68 %) while Fiab caused the least skin irritation (37,81 % of the measurements). Arbu electrodes had the best adherence (81,91 % of the measurements) and Ambu electrodes held the device best (89,16 %) during the measurements.</p> <p>With the help of the results of this research, an electrode type recommendation table was created to help decide which type of an electrode should be used in different measuring situations. If a customer's personal details are unknown (age, gender, weight, height, etc.) Arbo -electrodes should be used. If the customer does not have any special needs, females should use Fiab electrodes and males should use Ambu electrodes. If a customer has sensitive skin, Fiab electrodes should be used and if the customer is an athlete or otherwise active in sports, Ambu electrode should be used.</p>		
Keywords/tags (subjects) Customer satisfaction, electrode, Firstbeat, heart rate variability, Lifestyle Assessment, measurement artifact, usability		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	4
2	Firstbeat Technologies Oy	5
2.1	Hyvinvointianalyysi	5
2.2	Firstbeat Bodyguard 2	6
2.3	SPORTS -ohjelmisto	8
3	Sykevälivaihtelu ja autonominen hermosto	9
3.1	Sykevälivaihtelu	9
3.2	Sykevälivaihtelun analysointi	11
3.2.1	Aikakenttäanalyysi	11
3.2.2	Taajuuskenttäanalyysi	12
3.3	Autonominen hermosto	13
3.3.1	Sympaattinen hermosto.....	14
3.3.2	Parasympaattinen hermosto.....	15
3.3.3	Autonomisen hermoston vaikutus sykevälivaihteluun	15
4	Artefaktien korjaus Firstbeat -ohjelmistoissa	16
5	Elektrodit	17
5.1	Ambu Blue Sensor L-00-S.....	17
5.2	Kendall Arbo H34SG.....	18
5.3	Fiab F9079.....	19
6	Tilastolliset menetelmät kvantitatiivisessa tutkimuksessa	20
6.1	Tutkimusjoukon määrittäminen	20
6.2	Kyselylomakkeet	21
6.3	Tilastolliset menetelmät tässä tutkimuksessa.....	22

7	Tutkimuksen tarkoitus ja tarve	24
8	Tutkimuksen toteutus	25
8.1	Tutkimuksen suunnittelu ja toteutus	25
8.2	Aineistonkeruu	26
8.2.1	Sykevälimittaukset ja niiden analysointi	26
8.2.2	Palautekyselylomake	28
8.3	Koehenkilöt	29
9	Tutkimuksen tulokset	29
9.1	Ambu Blue Sensor L-SS-0	30
9.2	Kendall Arbo H34SG	32
9.3	Fiab F9079	35
9.4	Tulosten yhteenveto	37
9.5	Virheiden tarkastelu	38
9.6	Elektrodisuositukset tulosten pohjalta	40
10	Pohdinta	43
10.1	Opinnäytetyön tarkoitus, tarve ja ajankohta	43
10.2	Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	44
10.3	Tutkimuksen luotettavuus	46
10.4	Toimenpidesuositukset ja jatkotutkimustarpeet	48
	LÄHTEET	50
	LIITTEET	53
	Liite 1. Tyytyväisyyskysely	53
	Liite 2. Hyvinvointianalyysi Mikko Lensu	54

KUVIOT

Kuvio 1. Hyvinvointianalyysin stressi- ja palautumiskuvaaja	6
Kuvio 2. Firstbeat Bodyguard 2 -laite	7
Kuvio 3. Bodyguard 2 -mittalaitteen kiinnitys	8
Kuvio 4. Sykevälivaihtelun, EKG:n ja respiraation suhde aikaan.....	10
Kuvio 5. Esimerkki spektrianalyysillä saatavasta taajuusjakaumasta sykevälivaihtelussa	13
Kuvio 6. Autonominen hermosto ja sen jakaantuminen sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon	14
Kuvio 7. Ambu Blue Sensor L-00-S –elektrodi	17
Kuvio 8. Kendall Arbo H34SG -elektrodi.....	18
Kuvio 9. Fiab F9079 -elektrodi.....	19
Kuvio 10. Raaka, artefaktakorjattu ja keskirarvoistettu artefaktikorjattu syke- data Sports -ohjelmistossa sekä mittausvirheiden aiheuttajia.	28
Kuvio 11. Mittausvirheiden jakautuminen kaikissa mittauksissa	39
Kuvio 12. Virheprosenttien jakautuminen eri elektrodimallien välillä	39

TAULUKOT

Taulukko 1. Ambu Blue Sensor L-00-S mittausvirheprosentit	31
Taulukko 2. Ambu Blue Sensor L-SS-0 käyttömukavuuden osa-alueet	32
Taulukko 3. Kendall Arbo H34SG mittausvirheprosentit	33
Taulukko 4. Kendall Arbo H34SG käyttömukavuuden osa-alueet	34
Taulukko 5. Fiab F9079 mittausvirheprosentit	35
Taulukko 6. Fiab F9079 käyttömukavuuden osa-alueet	36
Taulukko 7. Elektrodivertailun yhteenveto	38
Taulukko 8. Elektrodisuositustaulukko	42

1 Johdanto

Nykypäivänä oman kehon toimintojen ja niiden niin sanotusta biohakkeroinnista on tullut trendikäs ilmiö. Esimerkiksi älypuhelimilla ja niihin liitettävillä laitteilla, esimerkiksi aktiivisuusmittareilla, voidaan mitata käyttäjän päivittäisiä tekemisiä niin aktiivisuuden, ruokavalion kuin kehon toimintojenkin suhteen. Suomalaisille itsensä mittaaminen on ollut tuttua jo 1970 -luvulta lähtien. Vuonna 1975 Polar patentoi ensimmäiset huippu -urheilijoille tarkoitetut sykemittarit, millä pystyi seuraamaan urheilijoiden sykettä reaaliaikaisesti harjoittelun aikana. Nykypäivänä erilaiset sykemittarit, aktiivisuusmittarit ja näiden yhdistelmät ovat kaikkien kuluttajien saatavilla ja vaihtoehtoja on todella paljon. (Frilander 2013.)

Nykypäivänä Suomestakin löytyy useita biohakkerointiin erikoistuneita yrityksiä ja yksi näistä on Firstbeat technologies Oy (Quantified Self Companies in Finland n.d.). Firstbeat Technologies Oy on kaupallistanut Hyvinvointianalyysin, jossa kolmen päivän ajan mitataan ihmisen sykevälivaihtelua ja tämän tiedon avulla luodaan kokonaiskuva hänen päivittäisestä stressin ja palautumisen suhteesta (Firstbeat Hyvinvointianalyysi 2015). Hyvinvointianalyysiohjelmiston käyttäjältä (ei siis loppuasiakkaalta) edellytetään jonkinlaista soveltuvaa liikunta-alan tai terveydenhuollon koulutusta, jotta hän on kykenevä tulkitsemaan Hyvinvointianalyysissä saatuja tuloksia ja suunnittelemaan jatkotoimenpiteitä mittauksen tehneelle asiakkaalle. (Firstbeat Työkalut hyvinvoinnin ammattilaisille. n.d.)

Tarve opinnäytetyön tekemiselle syntyi kun Firstbeat Technologies Oy:n Hyvinvointianalyysissä käytettyjen elektrodien aiheuttamasta ihoärsytyksestä alkoi ilmaantua valituksia. Tämän takia yritys halusi löytää vaihtoehtoisen elektrodimallin käytettäväksi Hyvinvointianalyyseissä, joka olisi ihoystävällisempi ilman että mittaustarkkuus kärsisi mittausten aikana. Opinnäytetyössä tutkitaan kolmen eri elektrodimallien aiheuttamaa mittausrvirheprosenttia sekä niiden käyttömukavuutta Hyvinvointianalyysi -mittausten aikana. Tutkimus toteutettiin yhteistyössä Firstbeatin hyvinvointiammattilaisten kanssa ja siinä hyödynnettiin yrityksen omia henkilö- ja yritysasiak-

kaita. Tutkimukseen osallistuvat henkilöt jaettiin mittausryhmiin, jotka suorittivat Hyvinvointianalyysi -mittaukset yhdellä kolmesta eri elektrodimallista ja näiden mittausten virheprosentit arvioitiin jokaiselle elektrodimallille erikseen. Elektrodimallien käyttömukavuutta mittausten aikana arvioitiin palautekyselylomakkeilla, joihin tutkimukseen osallistuvat koehenkilöt saivat arvioida elektrodien käyttömukavuutta omien tuntemuksiensa mukaan. Tutkimuksen tuloksena muodostettiin elektrodisuositusaulukko, jossa esitetään lähtökohtaisesti kaikkiin mittauksiin soveltuva elektrodimalli sekä tiettyihin erityistapauksiin (kuten urheilijat ja herkkäihoiset) soveltuvat vaihtoehdot.

2 Firstbeat Technologies Oy

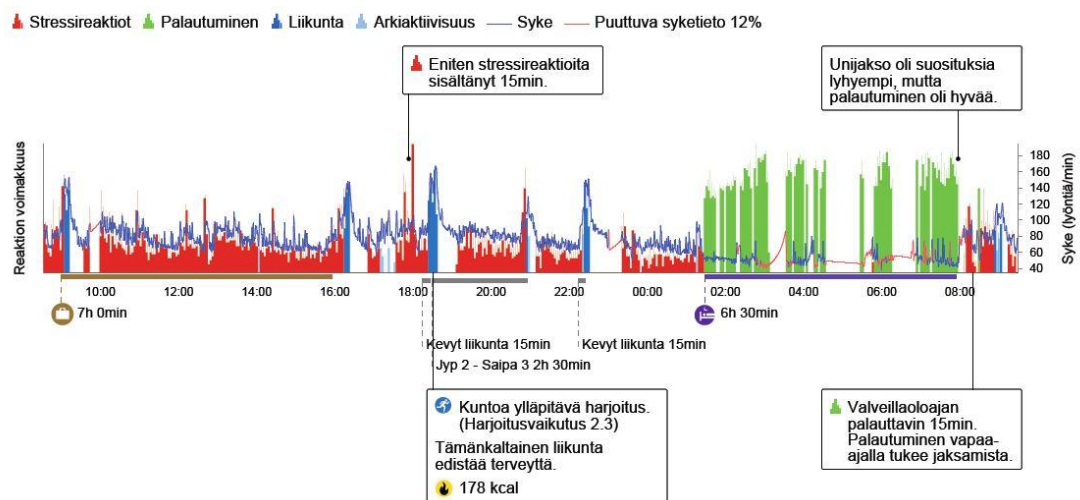
Firstbeat Technologies Oy on Jyväskylässä toimiva monitieteellinen hyvinvointialan ohjelmisto- ja palveluyritys, joka on perustettu vuonna 2002. Yritys kehittää ja tuottaa sykevälianalysointiin erikoistuneita ohjelmistoja sekä palveluja. Yrityksen taustalla on pitkäaikainen tutkimustyö Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksessa (KIHU). Tutkimuksissa on selvitetty muun muassa fysiologian mittauksen eri menetelmiä ja sovellusalueita, urheilufysiologian sekä myös työntekijöiden stressitasoja mittaamalla sykettä päivän aikana. Firstbeatin kehittämiä ohjelmistoja ja laitteistoja hyödynnetään erilaisissa kuluttajatuotteissa, työhyvinvoinnin palveluissa ja ammattiurheilussa. (Firstbeat Tarina 2014; Firstbeat Yritys 2014.)

2.1 Hyvinvointianalyysi

Firstbeatin Hyvinvointianalyysi (ks. liite 2) on kehitetty ihmisen hyvinvoinnin mittaamista varten. Se on elämäntapojen terveysvaikutusten todentamiseen tarkoitettu työkalu terveydenhuollon, hyvinvoinnin ja liikunnan ammattilaisille. Hyvinvointianalyysin avulla voidaan tunnistaa hyvinvointia ylläpitäviä ja kuluttavia elintapoja. Hyvinvointianalyysin tarkoituksena on löytää jokaiselle yksilökohtaisesti oikeanlaisia keinoja hallita stressiä, liikkua oikein ja nukkua riittävästi.

Hyvinvointianalyysi perustuu sydämen sykettä analysoivaan tietokoneohjelmistoon, joka tunnistaa erilaisia fysiologisia muutoksia sykevälivaihtelun avulla. Hyvinvointianalyysimittauksissa käytetään yrityksen omaa Bodyguard 2 -laitetta, jolla suoritetaan kolme vuorokautta kestäviä mittausjaksoja. Saatua sykedataa analysoimalla voidaan selvittää koehenkilön erilaisia fysiologisia muuttujia.

Hyvinvointianalyysin avulla voidaan havainnollisesti kuvata päivittäisiä stressi- ja palautumisjaksoja (ks. kuvio 1). Sillä voidaan selvittää esiintyykö vuorokaudessa riittävästi palautumista ja palautuuko keho myös unijaksojen aikana. Hyvinvointianalyysin tärkeimpiä tavoitteita on löytää keinoja pitkäaikaisen stressin välttämiseen ja päivittäisen hyvinvoinnin parantamiseen. (Firstbeat Työkalut hyvinvoinnin ammattilaiselle 2014.)



Kuvio 1. Hyvinvointianalyysin stressi- ja palautumiskuvaaja (Firstbeat Hyvinvointianalyysi: Mikko Lensu 2015).

2.2 Firstbeat Bodyguard 2

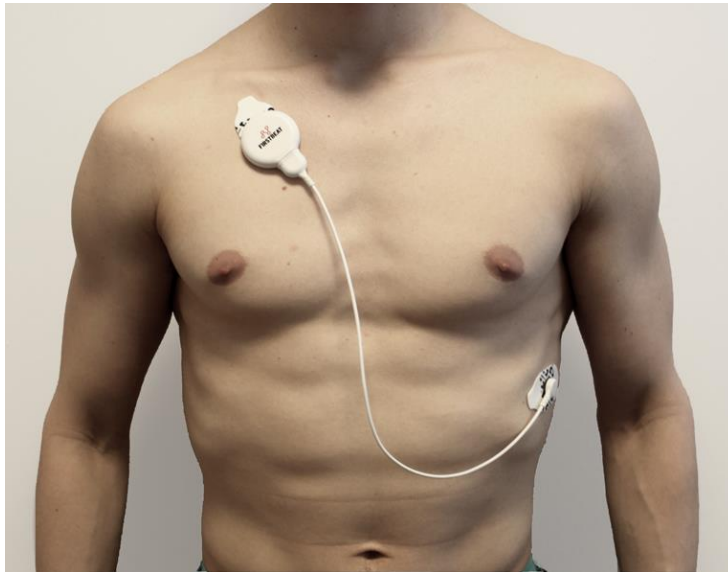
Firstbeat Bodyguard 2 -laite (ks. kuvio 2) on pitkäaikaisiin sykemittauksiin tarkoitettu laite, jolla voidaan mitata ihmisen sykevälivaihtelua (Heart Rate Variability, HRV) ja fyysistä aktiivisuutta. Laitteella voidaan tarvittaessa tallentaa EKG:tä (elektrokardio-

grammia eli sydänsähkökäyrää) elektrodien avulla, mutta normaalimittauksissa tallennetaan ainoastaan R-R -piikkien välistä aikaa millisekunteina. Mittalaite prosessoi signaalia integroidulla algoritmilla ja tarjoaa beat-to-beat R-R -signaalia 1 millisekunnin (1000Hz) resoluutiolla. (Korhonen & Parak n.d.)



Kuvio 2. Firstbeat Bodyguard 2 -laite (Firstbeat materiaalipankki 2015).

Laite on tarkoitettu ympärivuorokautiseen käyttöön: sitä voidaan käyttää työskennellessä, vapaa-ajalla, urheillessa ja nukkuessa. Laite ei kestä vettä, joten se pitää mittausten aikana irrottaa esimerkiksi suihkuun, saunaan tai uimaan mennessä. Bodyguard 2 -laite kiinnitetään kehoon kahdella mittauselektrodilla. Laitteeseen kiinnitettävä elektrodi liimataan kehon oikealle puolelle solisluun alle ja toinen kaapeliin kiinnitettävä elektrodi liimataan vasempaan kylkikaareen alimman kylkiluun yläpuolelle (ks. kuvio 3). Laite käynnistyy automaattisesti kun elektrodit on kiinnitetty kehoon ja sammuu automaattisesti kun laite irrotetaan. (Firstbeat Työkalut hyvinvoinnin ammattilaiselle 2014.)



Kuvio 3. Bodyguard 2 -mittalaitteen kiinnitys (Firstbeat materiaalipankki 2015)

Bodyguard 2 -laitteen tekniset tiedot:

- mittaustarkkuus sykemittauksessa 1 ms (1000Hz)
- Mittaustarkkuus, liikeanturi:
 - Näytteenottotaajuus 12,5 Hz
 - Resoluutio 8 bit
 - G- skaala 4 G
- Akun kesto noin kuusi vuorokautta (144 h)
- Tallennuskapasiteetti noin 20 vuorokautta (480 h)
- Paino 24 grammaa
- IP- luokitus mittauksen aikana IP52, kun kaapeli on irti IP22
- Mittauslämpötila +5 - +50°C
- Säilytyslämpötila -20 - +60 °C
- Mittausdata puretaan ja laite ladataan USB- portin avulla

(Firstbeat Bodyguard 2 -mittalaitteen tekniset tiedot n.d.)

2.3 SPORTS -ohjelmisto

Syke- ja sykevaihtelun analysoimiseen perustuva Firstbeatin SPORTS -ohjelmisto on tarkoitettu ammattiurheilijoiden ja -joukkueiden harjoittelun tukemiseksi ja kehittämiseksi. Sillä voidaan seurata useiden pelaajien syketietoja ja harjoituksen kuormit-

tavuutta reaaliaikaisesti harjoituksen aikana. Harjoitusten jälkeen voidaan luoda erilaisia yksilö- ja joukkuekohtaisia raportteja ja analyyskejä fysiologisiin reaktioihin liittyen. Saadulla tiedolla on tarkoitus auttaa valmentajaa ja urheilijaa ymmärtämään miten kukin harjoitus vaikuttaa palautumiseen, sekä olla apuna tulevien harjoitusten suunnittelussa. (Firstbeat Sports -ominaisuudet 2014.)

SPORTS -ohjelmiston tärkeimmät ominaisuudet:

- reaaliaikainen syke seuranta
- Palautumistestit
- Harjoittelun kuormituksen seuranta
- Harjoittelun yksilöiminen urheilijoille
- Harjoittelun suunnittelun tukeminen

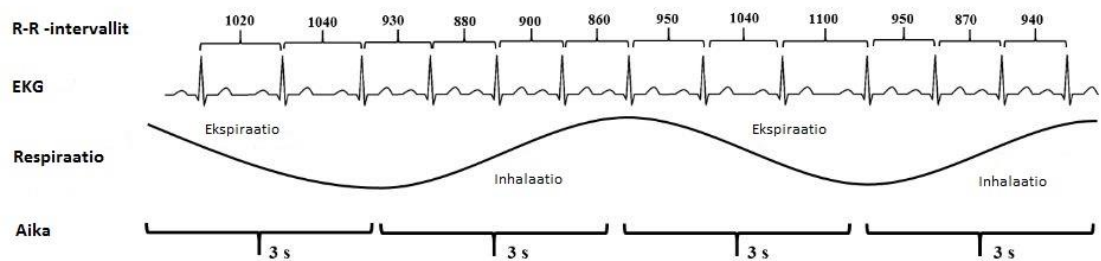
(Firstbeat Sports - ominaisuudet 2014.)

SPORTS -ohjelmistoa käytettiin opinnäytetyössä Bodyguard 2 -laitteella mitattujen Hyvinvointianalyysien mittausvirheiden analysointiin, koska se mahdollisti Hyvinvointianalyysi -ohjelmistoa paremman datan käsittelyn.

3 Sykevälivaihtelu ja autonominen hermosto

3.1 Sykevälivaihtelu

Sykevälivaihtelulla tarkoitetaan peräkkäisten sydämen lyöntien välisen ajan vaihtelua. Jokaisen lyönnin välinen aika vaihtelee ja sitä aikaa mitataan millisekunteina (ms, 1/1000s). Elektrokardiogrammi (EKG) kuvaa sydämen sähköistä toimintaa ja siitä voidaan erottaa selvimmin QRP- kompleksi. R-R intervalleja, eli sydämen vasemman kammion supistumisesta johtuvia sähköisiä impulsseja käytetään yleisimmin sykevälivaihtelun laskentaan (ks. kuvio 4). (Malik ym. 1996.)



Kuvio 4. Sykevälivaihtelun, EKG:n ja respiraation suhde aikaan (Mukailtu Stress and recovery analysis method based on 24-hour heart rate variability 2014).

Sydämen syke ei ole koskaan täysin säännöllistä vaan siinä voidaan havaita jatkuvasti vaihtelua. Sykevälivaihtelu johtuu pääasiallisesti autonomisen, eli tahdosta riippumattoman hermoston, sympaattisen ja parasympaattisen hermoston keskinäisestä tasapainosta ja vaikutuksesta. Tämän avulla elimistö pyrkii ohjailemaan sykettä vastaamaan fysiologisia tarpeita. (Winsley 2002, 328-344.) Autonomisen hermoston vaikutuksesta sydämen sykkeeseen voidaan sykevälivaihtelusta tehdä luotettavia havainnointeja parasympaattisen ja sympaattisen hermoston tilasta (Lewis 2005).

Suurimpia sykevälivaihteluun vaikuttavia tekijöitä ovat terveydentila, fyysinen kunto, sukupuoli, verenpaine, kolesterolit sekä ikä. Yleistyksenä voidaan sanoa, että mitä korkeampaa sykevälivaihtelu on, sitä paremmassa fyysisessä kunnossa mitattava henkilö on. (Hynynen 2011, 19.) Korkea sykevälivaihtelu kertoo hyvästä palautumisesta ja terveydentilasta, kun taas matala sykevälivaihtelu antaa viitteitä huonosta palautumisesta ja terveydentilan huononemisesta (Guyton & Hall 2006, 205).

Myös hengityksellä on suuri vaikutus sykevälivaihteluun (ks. kuvio 4). Sykevälivaihtelu vähenee sisäänhengityksen (inhalaatio) aikana ja suurenee uloshengityksen (ekspiraatio) aikana. Tätä ilmiötä kutsutaan respiratoriseksi sinusrytmiaksi. (Arstila ym. 2006, 193.)

Sykevälivaihtelun määrittäminen R-R -intervallien avulla on yleinen käytäntö, vaikka sykevälivaihtelu olisi luontevinta määrittää P-P -intervallien avulla. P-P -interval-

leilla tarkoitetaan aikaa eteissupistuksen alusta seuraavan eteissupistuksen alkuun. R-R- intervallien käyttöönotto johtuu kuitenkin siitä, että ne ovat huomattavasti helpommin havaittavissa kuin P-P- intervallit. (Tuomainen 2005, 39.)

3.2 Sykevälivaihtelun analysointi

Sykevälivaihtelua mittaamalla ja analysoimalla voidaan todentaa monia stressiin ja palautumiseen liittyviä ilmiöitä. Sykevälivaihtelun mittaamisella ja siitä saaduilla tuloksilla voidaan tukea esimerkiksi urheilijan harjoittelun ja palautumisen suhdetta ja ehkäistä muun muassa ylikuormittumista. (Fogelholm ym. 2007, 69.) Sykevälivaihtelua on mahdollista analysoida usealla eri tavalla. Yleisimpiä analysointitapoja ovat niin sanotut konventionaaliset lineaariset analyysit. Näihin kuuluvat aikakenttäanalyysi sekä eri taajuuksien spektrianalyysit eli taajuuskenttäanalyysit. Näiden lisäksi on myös kehitetty joukko muita monimutkaisempia epälineaarisia analysointimenetelmiä. (Laitio ym. 2001.)

3.2.1 Aikakenttäanalyysi

Aikakenttäanalyysi (Time Domain -analyysi) on yksikertaisin tapa analysoida sykevälivaihtelua. Kuten minkä tahansa sykevälivaihtelun analysointimenetelmän, senkin perustana on sykkeen R -piikkien tunnistaminen EKG -signaalista. R -piikkien tunnistamisen jälkeen voidaan määrittää R-R -intervallit ja laskea niiden välinen aika millisekunneina. Aikakenttäanalyysi on statistinen analyysi, jonka avulla voidaan tutkia sykevälivaihtelun määrää ja syketasoa. R-R -intervallien lisäksi yleisimpiä laskettavia muuttujia ovat keskisyke, maksimi ja minimi R-R -intervalli sekä niiden erotus. (Laitio ym. 2001; Malik ym. 1996.) Näiden muuttujien lisäksi on myös käytössä useita muita muuttujia.

RMSSD (Root Mean Square Differences of Successive R-R intervals) kuvaa keskimääräistä peräkkäisten sykevälien vaihtelua. RMSSD:tä käytetään kuvaamaan parasymptottisen aktivaation määrää autonomisessa hermostossa. SDNN (standard deviation

of the NN interval) kuvaa kokonaissykevaihtelua. Sillä voidaan tutkia sekä sympaattisen että parasympaattisen hermoston vaikutusta sykevälivaihteluun. SDANN (standard deviation of the averages of NN intervals in all 5 min segments of the entire recording) kuvaa R-R -intervallien muutoksia yli viiden minuutin mittaisissa mittauksissa. (Bigger ym. 1992; Berntson ym. 2005; Malik ym. 1996.)

Aikakenttäanalyysit ovat herkkiä virheille, joten tehokas R-R -intervallien tunnistaminen, virheiden korjaaminen sekä poistaminen ennen analysointia ovat erittäin tärkeitä toimintoja (Laitio ym. 2001).

3.2.2 Taajuuskenttäanalyysi

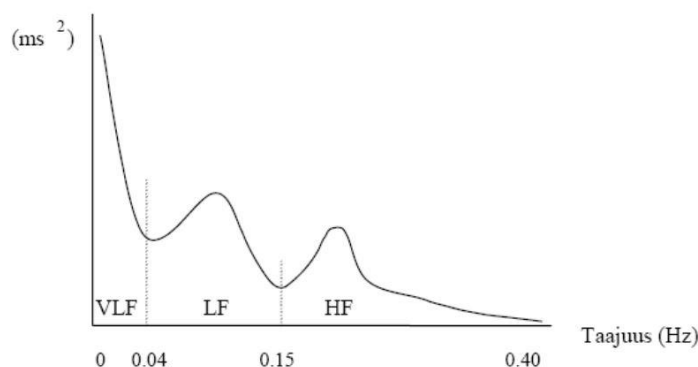
Taajuuskenttäanalyysillä (Frequency domain -analyysi) eli spektrianalyysillä voidaan mitata sykevälivaihtelun tehoa eri taajuuksilla. Sen avulla voidaan aikakenttäanalyysijä tarkemmin mitata sympaattisen ja parasympaattisen hermoston vaikutusta sykevälivaihteluun. Yleisesti taajuusalueet jaetaan kolmeen osaan (ks. kuvio 5):

- Korkeataajuusalue HF (lähes parasympaattinen alue)
- Matalataajuusalue LF (sympaattinen ja parasympaattinen alue)
- Erittäin matalan taajuuden alue VLF (sympaattinen alue)

Teho - tiheyspektristä voidaan havaita kuinka sykevälivaihtelun teho jakautuu taajuuden funktiona (ks. kuvio 5). Teho - tiheyspektrin laskentatavat jaetaan parametriin ja ei parametriin menetelmiin. Ei parametriset menetelmät ovat paljon helpompia suorittaa kuin parametriset menetelmät, mutta niiden tulosten tulkinta on huomattavasti vaikeampaa kuin parametristen menetelmien tulkinta. Parametristen menetelmien tuloksena on huomattavasti tarkempia teho-tiheyskuvaajia ja niiden avulla jokaisen taajuuskomponentin automaattinen laskenta on mahdollista. (Malik ym. 1999.)

Taajuuskomponenttien tutkintaa käytetään yleensä lyhyissä mittauksissa (2-5min). Eri taajuuskomponentit voidaan erottaa jo hyvinkin lyhyistä mittauksista. Pitkissä

mittauksissa ongelmaksi muodostuu se, että autonomisen hermoston toiminta pysyy hyvin harvoin koko ajan samana, joten pitkissä mittauksissa taajuuskenttäanalyysi on keskiarvo koko mittauksen ajalta. Tulosten analysointi on täten huomattavasti vaikeampaa kuin lyhyissä mittauksissa. (Pagani ym. 1986, Furlan ym. 1990.)

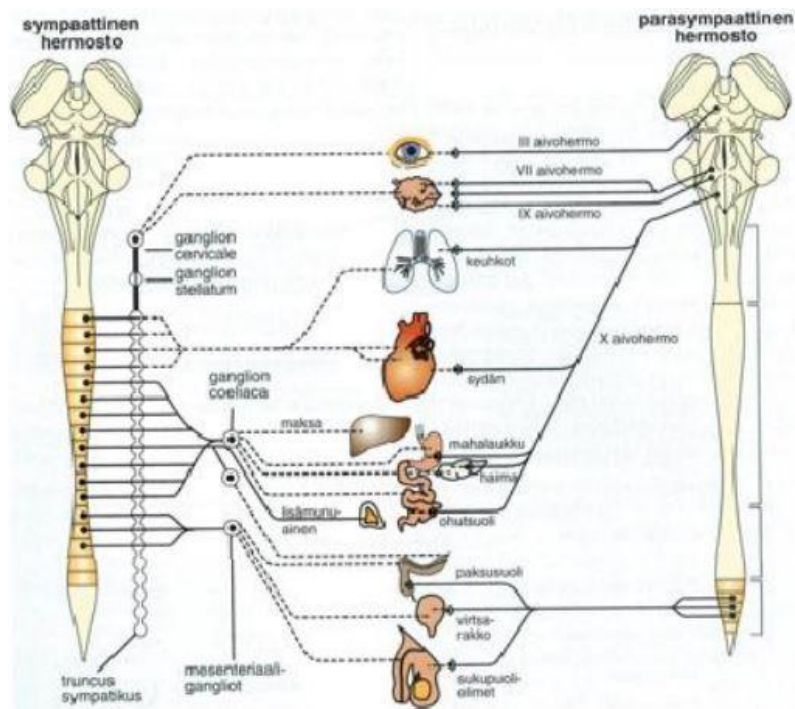


Kuvio 5. Esimerkki spektrianalyysillä saatavasta taajuusjakaumasta sykevälivaihtelussa (Mukailtu Firstbeat Hyvinvointianalyysi - Asiantuntijan opas 2014)

3.3 Autonominen hermosto

Autonominen hermosto eli tahdosta riippumaton hermosto (vegetatiivinen hermosto) on keskushermoston haara, joka säätelee pääasiassa ihmiskehon tahdosta riippumattomia toimintoja. Autonominen hermosto säätelee esimerkiksi sydänlihaksen toimintaa, verenkiertoelimistön toimintaa, hikoilua, virtsa- ja sukupuolielimistöä sekä monia muita elimistön toimintoja. (Gayton & Hall 2006, 748.)

Autonominen hermosto koostuu sekä sympaattisesta että parasympaattisesta hermostosta. Molemmat hermostot vaikuttavat samoihin elimiin, mutta vastakkaisilla käskyillä (ks. kuvio 6). Sympaattinen hermosto on elimistön toimintoja kiihdyttävä osa ja parasympaattinen hermoston on elimistön toimintoja rauhoittava osa. Normaalitilanteessa sympaattinen ja parasympaattinen hermosto toimivat yhtäaikaisesti, joten elimen tulevien käskyjen suhteellinen voimakkuus määrittää elimen toiminnan. (Arstila ym. 2006, 540; Faller ym. 2004, 606.)



Kuvio 6. Autonominen hermosto ja sen jakaantuminen sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon (Sovijärvi, A. ym. 2003)

3.3.1 Sympaattinen hermosto

Sympaattinen hermosto on autonomisen hermoston haara, jonka tehtävänä on kiihdyttää elimistön toimintoja. Sympaattisen hermoston ollessa vallalla se muun muassa nostaa sydämen sykettä ja verenpainetta, säätelee kehon lämpötilaa, lisää verenkiertoa tahdon alaisiin luurankolihasiin, vähentää joidenkin sisäelinten verenkiertoa (esim. ruuansulatusjärjestelmän) ja lisää hieneritystä. (McArdle ym. 1996, 287-288.)

Sympaattinen hermosto aktivoituu erityisen voimakkaasti silloin kun tarvitaan voimakkaita ponnisteluja. Näihin voidaan luokitella niin urheilu suoritukset kuin haastavat työtehtävätkin. Sympaattisen hermoston tehtävä on näissä tilanteissa nostaa elimistön aktivaation tasoa, jotta elimistö on kykenevä suoriutumaan muuttuneesta fyysisestä tai henkisestä tilanteesta parhaimmalla mahdollisella tavalla. Tätä reaktiota kutsutaan myös usein ”taistele tai pakene” -reaktioksi. (Guyton & Hall 2006, 758.)

3.3.2 Parasympaattinen hermosto

Parasympaattinen hermosto toimii vastakkaisella tavalla sympaattiseen hermostoon verraten. Sen päätehtävänä on rauhoittaa elimistön toimintoja. Parasympaattisen hermoston toiminta alentaa muun muassa sydämen sykettä ja verenpainetta, kiihdyttää ruuansulatuselimistön toimintaa sekä alentaa energian kulutusta. Parasympaattisen hermoston aktiivisuus on normaalitilanteessa korkeimmillaan unen ja levon aikana. (Arstila ym. 2006, 543-544.)

3.3.3 Autonomisen hermoston vaikutus sykevälivaihteluun

Autonominen hermosto vaikuttaa sydämen sykkeeseen voimakkaasti. Sympaattisen hermoston toiminta nostaa sydämen sykettä ja samalla pienentää sykevälivaihtelua. Parasympaattinen hermosto taas laskee syketasoa ja lisää sykevälivaihtelua. Jos autonominen hermosto ei säätelisi sydämen sykettä, ihmisen leposyke olisi noin 90-120 lyöntiä minuutissa. Ihmisen leposyke on normaalisti noin 60-80 lyöntiä minuutissa (mutta unen aikana matalampi) ja tämä johtuu pääasiassa autonomisen hermoston ja hormonaalisten tekijöiden vaikutuksesta. (Martinmäki 2009, 13; McArdle ym. 1996, 285.)

Parasympaattinen hermosto vaikuttaa sydämen sykkeeseen huomattavasti nopeammin kuin sympaattinen hermosto. Parasympaattisen hermoston vaikutus sydämen toimintaan voidaan havaita jo puolen sekunnin kuluttua hermoimpulssista. Sympaattisen hermoston toiminta hermoimpussin jälkeen voidaan havaita noin sekunnin viiveellä sykevälivaihtelussa. Parasympaattisen vasteen jälkeen sykevälivaihtelu palaa ennalleen noin sekunnin kuluttua, mutta sympaattisen hermoston vasteen jälkeen vasta noin 20 sekunnin kuluttua. (Spear ym. 1979.)

4 Artefaktien korjaus Firstbeat -ohjelmistoissa

Artefaktit eli virheet sykevälivaihtelumittauksissa aiheutuvat monista eri lähteistä. Ne ovat yleisiä ja useasti myös luonteenomaisia. Niitä ilmenee niin terveillä kuin sairailta mittaushenkilöillä, laboratorio- ja kenttäolosuhteissa, aina unimittauksista urheilumittauksiin. Mittausympäristössä artefaktia voivat aiheuttaa etenkin sykemittareihin kohdistuvat magneettiset ja elektroniset häiriöt. Suurimpia artefaktin aiheuttajia ovat kuitenkin kosketushäiriöt sykemittareiden elektrodien ja ihon välillä. Sykemittareiden elektrodeihin kosketuksissa olevan ihon kosteuden puute ja esimerkiksi urheillessa syntyneet liikkeet ovat tyypillisimpiä elektrodikontaktia heikentäviä syitä.

Myös mittaushenkilöllä havaittavat erinäiset rytmihäiriöt luokitellaan virheen korjauksen laskennallisessa mielessä artefaktiksi. Ne eivät teknisessä mielessä ole oikeaa artefaktia, mutta ne voivat muuttaa sykevälivaihteluun nojaavan laskennan tuloksia, mistä syystä ne lasketaan mukaan artefaktin korjaukseen. Rytmihäiriöt, kuten takykardia ja bradykardia, ovat patologisia ja voivat aiheuttaa lisälyöntejä tai puuttuvia lyöntejä mitattaviin R-R -intervalleihin. Puuttuvat lyönnit johtavat juurensa tunnistamattomasta QRS- kompleksista EKG -signaalissa ja lisälyönnit taas virheellisestä QRS- kompleksin tunnistuksesta, mikä johtaa todellisen R-R -intervallin jakautumiseen.

Artefaktin tunnistus perustuu yleensä raja-arvoihin. Kuten esimerkiksi lyönteihin jotka ylittävät tai alittavat R-R -intervallien keskiarvon kaksinkertaisesti tietyllä aikaikkunalla. Raja-arvoina voidaan myös käyttää R-R -intervallien normaalipoikkeamaa ja peräkkäisten R-R -intervallien eroja. Korjausmenettelytavat ovat yksinkertaistettuna lyöntien lisäämistä puuttuviin lyönteihin ja lisälyöntien jakamista useampiin lyönteihin. Esimerkiksi jos tietyn aikaikkunan R-R -intervallien keskiarvo on 2000 millisekuntia, havaitun 6000 millisekunnin artefakti jaetaan kolmeen osaan.

Korruptoituneen datan määrä ja korjattujen artefaktien määrä on tärkeää ottaa huomioon datan analysoinnissa. Vaikka puuttuvat lyönnit ja lisälyönnit saadaan R-R -datasta korjattua, ne ovat todenmukaisia ainoastaan silloin, kun korjaus on suoritettu virheettömään dataan verraten. Jos datan havaitaan tietyissä osissa olevan niin kor-

ruptoitunutta, että artefaktin korjaus ei ole enää luotettavaa, jätetään korjaus suorittamatta. (Saalasti ym. 2004.)

5 Elektrodit

Firstbeatin Hyvinvointianalyysissä mittauselektrodeina käytetään kolmea eri valmistajien elektrodeja. Elektrodien materiaaleissa ja rakenteissa on selviä eroja. Yksi elektrodi on valmistettu laastarinkaltaisesta paperimateriaalista ja kaksi muuta ovat vaahtomuovin pohjalle rakennettuja. Myös elektrodien koossa on selviä eroja.

5.1 Ambu Blue Sensor L-00-S

Ambu Blue Sensor L-00-S on Firstbeatin käyttämistä elektrodeista selvästi suurin. Elektrodi on valmistettu laastarinkaltaisesta mikrohuokoisesta materiaalista ja siinä käytetään ihon ja elektrodin välisen resistanssin vähentämiseksi märkäpastaa (ks. kuvio 7). Liimapinnassa on sekä pika- että pitkäaikaisen kiinnitysaineen yhdistelmää. Elektrodi sisältää useita allergisoivia aineita ja yhdisteitä. Esimerkiksi PVC- muovia, nikkeliä ja akrylaattia. (Ambu BlueSensor L - data sheet n.d.; Akrylaatit 2013.)



Kuvio 7. Ambu Blue Sensor L-00-S –elektrodi (Ambu -elektrodit 2015.)

Ambu Blue Sensor L-00-S -elektrodin tekniset tiedot:

- Ag/AgCl- sensori
- nikkelipäällystetty messinkineppari
- elektrodityyny polyuretaanivaahtoa (PUR)
- elektrosin ulko-osa mikrokuituista viskoosia
- liima-aine: akrylaatti
- nepparikannatin PVC- muovina
- ulkopinta PET/PE- muovina
- halkaisija 55mm
- AC impedanssi 650 ohmia
- ei voida käyttää magneetti- tai röntgenkuvauksen aikana
- säilyvyys avattuna 1 kuukausi, avaamattomana 24 kuukautta (valmistuksesta)

(Ambu BlueSensor L - data sheet n.d.)

5.2 Kendall Arbo H34SG

Kendall Arbo H34SG (ks. kuvio 8) on Firstbeatin eniten käyttämä elektrodimalli. Se on valmistettu PE- vaahtomuovista ja siinä käytetään ihon ja elektrodin välisen resistanssin vähentämiseksi kiinteää hydrogeeliä. Elektrodi on suunniteltu pitkiin (maksimissaan 72 tunnin) mittauksiin. Vedenpitävä rakenne suojaa ihoa ja liima-ainetta kastumiselta, joten elektrodi kestää peseytymistä.



Kuvio 8. Kendall Arbo H34SG -elektrodi (Firstbeat materiaalipankki 2015)

Kendall Arbo H34SG -elektrodin tekniset tiedot:

- koko 50 x 45mm
- hiilikuituinen neppari
- hopea/hopeakloridi (Ag/AgCl) sensori
- voimakas liima-aine (ei tietoa)
- pää rakenne PE- vaahtomuovia
- voidaan käyttää röntgen- ja magneettikuvausten aikana

(Hydrogel Electrodes n.d.)

5.3 Fiab F9079

Fiab F9079 (ks. kuvio 9) on Hyvinvointianalyseissä käytetystä elektrodeista selvästi pienin. Elektrodi on valmistettu PE- vaahtomuovista ja siinä käytetään kiinteää hydrogeeliä. Vedenpitävän rakenteen avulla elektrodi suojaa ihoa ja liimapintaa ilmalta ja vedeltä. Elektrodi kestää joissain määrin kastumista.



Kuvio 9. Fiab F9079 -elektrodi (Data Sheet F9079 - F9079P n.d.)

Fiab F9079 -elektrodin tekniset tiedot:

- koko 36 x 40mm
- kiinteä hydrogeeli
- neppari ruostumatonta terästä
- hopea/hopeakloriitti (Ag/AgCl)- sensori
- impedanssi 75 ohmia

- pää rakenne PE- vaahdonmuovia
- liima-aine biohajoavaa synteettistä hartsia
- ei sisällä PVC- muovia tai lateksia
- säilyvyys avattuna 1 kuukausi, avaamattomana 24 kuukautta valmistamisen jälkeen

(Data Sheet F9079 - F9079P n.d.)

6 Tilastolliset menetelmät kvantitatiivisessa tutkimuksessa

Kvantitatiivisessa eri määrällistä menetelmää käyttävässä tutkimuksessa kuvataan ja tulkitaan ilmiöitä mittausten menetelmillä, jotka keräävät tutkimusaineistoa numeerisesti. Kvantitatiivisen tutkimuksen lopputuloksena on lukuarvoja sisältävä aineisto, jota voidaan analysoida tilastollisin menetelmin. Kvantitatiivisissa tutkimuksissa tutkimusaineistot ovat yleensä suuria ja tulosten pohjalta pyritään vastaamaan kysymyksiin ”mitä?”, ”missä?”, ”kuinka usein?” ja ”kuinka paljon?”. (Holopainen ym. 2012, 21.)

6.1 Tutkimusjoukon määrittäminen

Tutkimuksissa kiinnitetään huomiota aina johonkin tiettyyn kohteeseen eli perusjoukkoon. Perusjoukosta voidaan tutkia vain pientä osaa, jota kutsutaan osajoukoksi. Sopivasti valittua osajoukkoa tutkimalla voidaan parhaimmillaan ajatella sen edustavan perusjoukkoa pienoisjoukossa. Tämän kaltaista osajoukkoa tutkimalla voidaan parhaimmillaan saada selville vastaavat ominaisuudet koko perusjoukosta. (Holopainen ym. 2012, 29.)

Otokseksi kutsutaan perusjoukon osajoukkoa, joka täyttää seuraavat kriteerit: perusjoukon jokaisella otantayksiköllä (esimerkiksi ihminen) on yhtä suuri todennäköisyys tulla valituksi otokseen ja otokseen tulleiden otantayksikköjen tulee vastata mahdollisimman kattavasti perusjoukon vastaavia ominaisuuksia. Jos kyseiset kriteerit eivät täyty, tutkittua osajoukkoa kutsutaan näytteeksi. Jos kriteerit täyttyvät, otos on

edustava. Vaikka perusjoukosta saisi muodostettua edustavan otoksen, otoksesta lasketut tulokset eroavat usein hieman perusjoukon tuloksista. Tätä virhettä kutsutaan otosvirheeksi. (Holopainen ym. 2012, 29.)

Tässä opinnäytetyössä hyödynnetään ryväsotantaa. Ryväsotannalla tarkoitetaan otantamenetelmää, jossa perusjoukko jaetaan useisiin toisistaan riippumattomiin ja poissulkeviin osajoukkoihin eli rypäisiin. Jako ryväsjoukkoihin tulisi tehdä siten, että jokainen rypäs edustaisi perusjoukkoa mahdollisimman kattavasti. Hyvin edustavia rypäitä ovat esimerkiksi vaalipiirit, kaupungit ja ruokakunnat. (Holopainen ym. 2012, 35.) Tässä opinnäytetyössä rypäitä ovat erilaiset yritykset.

6.2 Kyselylomakkeet

Tutkimuksissa mitattavaa aineistoa voidaan kerätä esimerkiksi kyselylomakkeilla. Kyselylomakkeet voivat olla paperisia tai tietokoneavusteisia. Lomakkeiden käytöllä voidaan nopeuttaa haastatteluita, välttää tiedon katoamista, taata haastattelujen tasapuolisuuden eri haastattelijoiden välillä ja yksinkertaisesti nopeuttaa haluttujen tulosten käsittelyä.

Kyselylomakkeilla kerätään informaatiota määrämuotoisilla kysymyspatteristoilla. Kyselylomakkeiden käytön tärkein tavoite on muuntaa kysyjän informaation tarve kysymyksi, joihin vastaaja pystyy ja haluaa vastata. Jos kyselylomakkeisiin asetetaan valmiit vastausvaihtoehdot, voidaan vastauksista saada yhdenmukaiset ja vastauksien tulosten käsittely on vapaamuotoisia kyselyitä huomattavasti helpompaa.

Kyselylomakkeilla pyritään tekemään vastaajan työ mahdollisimman helpoksi. Tämä voidaan saavuttaa siten, että osaan tai kaikkiin kysymyksiin annetaan yksi tai useampi valmis vaihtoehto mistä valita. Tällä tavoin voidaan myös minimoida vastausvirheet, joita syntyy todella helposti, jos haastattelija joutuu tulkitsemaan vastaajan vapaamuotoisia vastauksia kysymyksiin. Tutkimuksen päätyttyä vastauslomakkeet

voidaan arkistoida ja säilyttää mahdollisia jatkotutkimuksia varten. (Holopainen ym. 2012, 42.)

6.3 Tilastolliset menetelmät tässä tutkimuksessa

Tässä tutkimuksessa käytettiin useita tilastollisia menetelmiä johtopäätösten tekemiseen ja mittausdatan analysointiin. Mainittuja menetelmiä käytettiin pääasiassa laskentataulukko-ohjelmistossa valmiiden laskentakaavojen avulla.

Mediaani

Mediaanilla tarkoitetaan koko järjestetyn havainnointiaineiston keskimmäistä lukua tai arvoa. Jos havainnointiaineistoa on parillinen määrä, moodi muodostuu kahden keskimmäisen arvon keskiarvosta tai sitten moodiksi valitaan toinen keskimmäisistä arvoista. Mediaanilla voidaan jakaa havainnointiaineisto kahteen osaan, joissa puolet arvoista ovat mediaania pienempiä arvoja ja puolet mediaania suurempia arvoja. (Holopainen ym. 2012, 80.)

Aritmeettinen keskiarvo

Aritmeettinen keskiarvo on eniten käytetty keskiluku millä voidaan tutkia välimatkaa tai suhteellisuusasteikkoja. Keskiarvosta puhuttaessa viitataan yleisimmin aritmeettiseen keskiarvoon.

Havaintoarvojen aritmeettinen keskiarvo määritetään seuraavasti:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \text{ jossa}$$

n = on havaintojen lukumäärä. (Holopainen ym. 2012, 83-84.)

Vaihteluväli

Jos tutkimuksen muuttujia on mitattu järjestysasteikolla eli tutkimuksen havaintoarvot voidaan järjestää suuruusjärjestykseen, voidaan sille määrittää vaihteluväli. Vaihteluvälillä kuvataan tutkimuksen havainnointiaineiston kokonaispeittoa. Vaihteluvälissä ilmoitetaan havainnointiaineiston suurin ja pienin arvo. Vaihteluvälin pituus ilmaistaan vähentämällä havainnointiaineiston suurimmasta arvosta havainnointiaineiston pienin arvo. (Holopainen ym. 2012, 89-90.)

Keskihajonta

Keskihajontaa käytetään yhdessä aritmeettisen keskiarvon kanssa. Keskihajonta kuvaa havainnointiarvojen ryhmittymistä aritmeettisen keskiarvon ympärille.

Havainnointiarvojen keskihajonta s saadaan seuraavasti:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \text{ jossa}$$

\bar{x} = havaintojen keskiarvo

n = havaintoarvojen lukumäärä. (Holopainen ym. 2012, 90.)

Studentin t-testi ja t-jakauma

Studentin t -jakauman ja Studentin t -testin avulla arvioidaan systemaattisen virheen merkitsevyyttä normaalijakautuneille havainnointiarvoille. Studentin t -testillä lasketaan testisuure t . Laskettua t -arvoa verrataan tämän jälkeen Studentin t -jakauman antamaan taulukkoarvoon, josta selviää systemaattisen virheen merkitsevyys 95 %:n luottamustasolla. Jos t -jakauman taulukkoarvo on suurempi kuin laskettu testisuure t , ei systemaattinen virhe ole tulosten kannalta merkitsevä. (Holopainen ym. 2012, 155, 182.)

7 Tutkimuksen tarkoitus ja tarve

Aikaisemmin Firstbeatilla oli ollut käytössä ainoastaan yhtä elektrodimallia, Ambu Blue Sensor L-00-S:ää. Elektrodimallista oli kuitenkin tullut paljon huomautuksia sen aiheuttamasta ihoärsytyksestä ja vaikutuksesta mittausvirheeseen Hyvinvointianalyysissä. Tämän jälkeen uutena elektrodimallina otettiin käyttöön Kendal Arbo H34SG, mutta ongelmat eivät käyttäjäpalautteiden ja yrityksen työntekijöiden omakohtaisten kokemusten mukaan hävinneet. Muutama kuukausi ennen päätöstä pyytää Jyväskylän ammattikorkeakoululta opinnäytetyöntekijää tekemään tutkimus elektrodien luotettavuudesta otettiin käyttöön myös kolmas elektrodimalli, Fiab F9079. Ennen tutkimuksen aloittamista yrityksellä oli ainoastaan ”mututietoa” elektrodien keskinäisistä eroista luotettavuuden ja käyttömukavuuden osalta. Yrityksen sisällä nähtiin tärkeäksi pystyä tarjoamaan asiakkailleen tarkkaa tutkimustietoa elektrodien keskinäisistä eroista ja soveltuvuuksista erilaisiin mittauksiin. Koska vaihtoehtoja muilta elektrodivalmistajilta ei löytynyt, oli tärkeää selvittää mikä näistä kolmesta elektrodivaihtoehdosta olisi laadukkain mihinkin tarkoitukseen. Kyseisessä tilanteessa yritys joutui ja joutuu edelleen taiteilemaan luotettavuuden ja käytettävyyden välillä. Firstbeatin yhteyshenkilön mukaan oli tärkeää löytää hyvä kompromissielektrodi, mitä voitaisiin käyttää oletusarvoisesti kaikissa mittauksissa ja elektrodi, mitä voitaisiin suositella esimerkiksi huippu-urheilijalle tai herkkäihoiselle mittaushenkilölle.

Oikean elektrodimallin valinta kuhunkin tilanteeseen nähtiin yhtenä tärkeimmistä tutkimuskohteista opinnäytetyössä. Yrityksen tuli tutkimuksen jälkeen pystyä tarjoamaan asiakkailleen validia tietoa siitä, mitä elektrodia voidaan suositella mihinkin mittaukseen ja minkälaiselle asiakkaalle. Esimerkiksi urheilijat ovat yleisesti valmiita karsimaan käyttömukavuudesta mittausjakson aikana mittausvarmuuden ja -tarkkuuden takaamiseksi ja joidenkin ”normaalien” asiakkaiden kohdalla tilanne on täysin päinvastainen. Hyvinvointianalyysin halutaan soveltuvan mahdollisimman laajalle käyttäjäkunnalle, eikä elektrodien aiheuttama mittausepävarmuus tai käyttömukavuus saa olla sen esteenä. Laitteista johtuvat mittausvirheet ovat äärimäisen kriittisiä Hyvinvointianalyysin tulosten ja luotettavuuden kannalta.

8 Tutkimuksen toteutus

8.1 Tutkimuksen suunnittelu ja toteutus

Firstbeatin edustajien kanssa pidettyjen opinnäytetyöpalaverien jälkeen keväällä 2014 päädyttiin seuraaviin päätutkimuskohteisiin opinnäytetyössä:

- 1. Elektrodit oli pystyttävä asettamaan paremmuusjärjestykseen seuraavissa osa-alueissa:**
 - a. käyttömukavuus
 - b. kiinnipysyvyys
 - c. elektrodin aiheuttama mittausvirheprosentti

- 2. Edellisten tulosten ja palautekyselyiden pohjalta luodaan suositustaulukko käyttäjäkunnan ja käyttökohteen mukaan.**
 - a. urheilijat ja muut voimakkaasti hikoilevat asiakkaat
 - b. herkkäihoiset asiakkaat
 - c. normaalit kulutusasiakkaat joiden tarkempia taustatietoja ei ole saatavissa

Yrityksen toiveena oli toteuttaa kvantitatiivinen tutkimus kolmen eri elektrodimallin eroista mittauksen tarkkuuden ja käyttömukavuuden perusteella. Alkuperäisenä päämääränä oli toteuttaa tutkimus noin 150 asiakkaalle käyttäen kolmea eri elektrodimallia (noin 50 mittausta per elektrodi). Tutkimuksen edetessä päädyttiin yrityksen edustajan kanssa käytyjen neuvotteluiden perusteella nostamaan testiasiakkaiden määrää noin 300:n (noin 100 mittausta per elektrodi). Jokainen testiasiakas suoritti kolmen päivän Hyvinvointianalyysimittausjakson käyttäen yhtä kolmesta elektrodimallista.

Elektrodien käyttömukavuutta opinnäytetyössä tutkittiin kyselylomakkeen avulla (ks. liite 1). Kyselylomake suunniteltiin yhdessä toisen samantyyllisen tutkimuksen toteuttaneen opinnäytetyöntekijän Samu Toikkasen kanssa. Yrityksen vaatimuksena oli, että kysely olisi mahdollisimman ytimekäs ja helposti ymmärrettävä, jotta mahdollisimman moni asiakas vastaisi siihen. Lopulliseen kyselyyn tuli kolme kysymystä liittyen elektrodien aiheuttamaan ihoärsytykseen ja kiinnipysyvyyteen.

Sykevälivaihteludatan keruu suoritettiin Hyvinvointianalyysipalvelukokonaisuutta hyväksikäyttäen. Jokainen asiakas suoritti yhdellä elektrodimallilla kolmen vuorokauden mittausjakson Bodyguard 2 -laitteella. Mittalaitteen ja valittujen elektrodien lisäksi asiakkaille lähetettiin palautekysely elektrodien käyttömukavuudesta (ks. liite 1). Mittausjakson jälkeen laitteet ja palautekyselyt lähetettiin takaisin Firstbeatille, jolloin mittausdataa analysoitiin Sports -ohjelmistoa käyttäen. Sports -ohjelmiston data export -toiminnolla voitiin tarvittavat tiedot mittauksista siirtää suoraan taulukko-ohjelmistoon. Myös palautekyselyistä saadut tiedot siirrettiin taulukko-ohjelmistoon tarkempaa analyysiä varten.

Tutkimus aloitettiin keväällä 2014. Mittausdataa kertyi vähitellen useamman kauden ajan kun uusia asiakasryhmiä saatiin mukaan Hyvinvointianalyysiin. Mittausdatan purkaminen ja analysoiminen suoritettiin sitä mukaa kun Bodyguard 2 -laitteita palautui mittausryhmiltä takaisin yritykselle. Viimeiset laitteet palautuivat syyskuussa 2014 takaisin yritykselle, jolloin johtopäätösten tekeminen aloitettiin.

8.2 Aineistonkeruu

Tässä kappaleessa kerrotaan opinnäytetyön aineistonkeruun eri vaiheista. Aineistoa kerättiin sekä Hyvinvointianalyysien sykevälivaihtelumittauksista että asiakkaille lähetetyistä palautekyselyistä.

8.2.1 Sykevälimittaukset ja niiden analysointi

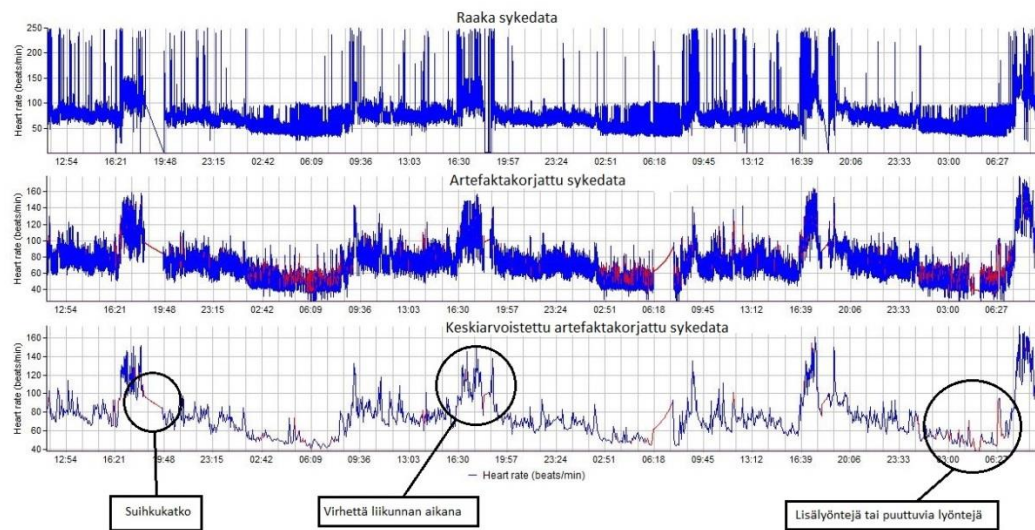
Sykevälimittauksia eri elektrodimalleilla kerättiin Hyvinvointianalyysipalvelukokonaisuuden yhteydessä. Jokaisen asiakkaan oli tarkoitus suorittaa noin kolmen päivän (noin 72 tuntia) pituinen mittausjakso Bodyguard 2 -laitteella ja pitää sähköistä tai paperista päiväkirjaa mittauksen aikaisista tapahtumista (uni- ja työjaksot, ruokailu, urheilu jne.). Mittausjaksojen pituudet todellisuudessa vaihtelivat (epäonnistuneita mittauksia lukuun ottamatta) noin 10 tunnista aina 96 tuntiin saakka. Laitetta pidet-

tiin kehoon kiinnitettynä koko mittausjakson ajan lukuun ottamatta suihku- ja saunakatkoja. Mittaukseen oli suositeltavaa sisältyä kaksi työpäivää ja yksi vapaapäivä, jolloin asiakkaan normaalista elämästä saatiin mahdollisimman laaja otos. Kun mittalaitteet palautuivat takaisin yritykselle, Firstbeatin hyvinvointiasiantuntijat analysoivat sykevälivaihteludatan Hyvinvointianalyysiohjelmistolla ja loivat asiakkaille Hyvinvointianalyysiraportit mittausjaksoista. Raporttien luonnin ohessa hyvinvointiasiantuntijat merkitsivät mittalaitteen yhteyteen mahdolliset virheiden aiheuttajat asiakkaiden päiväkirjamerkintöjen perusteella seuraavilla koodeilla:

- A = Suihku- tai saunakatko
- B = Laite irronnut elektrodista (neppari irti)
- C = Irronnut elektrodi
- D = Lisäyönneistä johtunut virhe
- E = Virhettä liikunnan aikana
- F = Selittämätön mittauskato yöllä
- G = Selittämätön mittauskatko päivällä
- H = Mittausvirhettä (sykekäyrä piirtyy)

Mahdollisten mittavirheidenaiheuttajien merkitsemisen jälkeen Bodyguard 2 -laitteet luovutettiin opinnäytetyön tekijälle tarkempaan mittausvirheiden analysointiin.

Tarkempi mittausvirheiden analysointi suoritettiin Sports -ohjelmistoa käyttäen. Bodyguard 2- laitteista purettiin mittausdata Sports -ohjelmistoon koska siitä pystyttiin tarkemmin arvioimaan mistä mahdolliset mittausvirheet johtuivat (ks. kuvio 10). Sports -ohjelmistossa tarkasteltiin pääasiassa mittausvirhettä ennen ja jälkeen ohjelmiston oman artefaktinkorjauksen (ks. luku 2.4 Artefaktin korjaus Firstbeat -ohjelmistoissa). Samalla pystyttiin myös selvittämään se, miten hyvin artefaktien korjaus toimii erilaisissa mittauksissa.



Kuvio 10. Raaka, artefaktikorjattu ja keskiarvoistettu artefaktikorjattu sykedata Sports -ohjelmistossa sekä mittausvirheiden aiheuttajia.

Mittausdatan analysoinnin jälkeen tarvittavat tiedot siirrettiin data export -toiminnon avulla taulukko-ohjelmistoon. Taulukko-ohjelmistoon kirjattiin Bodyguard 2 -laitteen sarjanumero, mittauksen kesto, virheprosentti ennen artefaktien korjausta, lopullinen virheprosentti artefaktien korjauksen jälkeen, mittausvirheiden aiheuttajat, mittausryhmä, elektrodityyppi ja testihenkilön sukupuoli. Näiden tietojen avulla pystyttiin tekemään johtopäätökset elektrodien aiheuttamista virheprosentteista ja jäljittämään mahdollisesti vioittuneet mittauslaitteet.

8.2.2 Palautekyselylomake

Jokaiselle tutkimukseen kuuluneelle koehenkilölle lähetettiin Hyvinvointianalyysin yhteydessä myös paperinen palautekyselylomake (ks. liite 1). Tällä palautekyselyllä kerättiin käytettävyyteen ja käyttömukavuuteen liittyviä tietoja. Palautelomake suunniteltiin yrityksen toivomusten mukaan mahdollisimman kompaktiksi ja helpoksi ymmärtää. Palautelomakkeella tuli selvittää tietoja elektrodien kiinnipysyvyydestä, mittalaitteen kiinnipysyvyydestä elektrodeissa ja elektrodien aiheuttamasta ihoärsytyksestä. Kysymysten asettelu pidettiin yrityksen vaatimuksen mukaan mahdollisim-

man yksinkertaisena ja yksiselitteisenä. Palautelomakkeen kysymysten vastaukset tulivat muodossa kyllä tai ei. Tämä myös mahdollisti melko suuren aineiston läpikäymisen ja analysoinnin huomattavasti helpommin. Kyllä tai ei -tyylisellä kyselyllä saatiin selkeä vastaus siitä tapahtuiko esimerkiksi ihoärsytystä vai ei ja välttyttiin ”ehkä” ja ”en osaa sanoa” -tyylisiltä vastauksilta. Jokaisen kysymyksen jälkeen jätettiin lyhyt vapaamuotoinen vastausalue, mihin koehenkilö pystyi vielä halutessaan tarkentamaan vastaustaan. Esimerkiksi elektrodin ihoärsytyksestä koehenkilö pystyi kirjaamaan kuinka voimakasta ihoärsytystä elektrodi aiheutti.

Palautelomakkeen vastausprosentin saamiseksi mahdollisimman korkeaksi, lomakkeeseen lisättiin myös maininta lahjakortin arvonnasta. Jos tutkimukseen osallistuva koehenkilö vastasi palautelomakkeeseen ja lähetti sen mittalaitteiden mukana takaisin yritykselle, hän osallistui automaattisesti ilmaisen Hyvinvointianalyysin arvontaan.

8.3 Koehenkilöt

Tutkimuksen koehenkilöinä toimivat Firstbeatin omat henkilö- ja yritysasiakkaat. Koehenkilöiden koostuessa täysin yrityksen työterveysasiakkaista, saatiin mahdollisimman todenmukainen otos yrityksen todellisista asiakkaista. Koehenkilöihin kuului kaiken ikäisiä ja kokoisia työssä käyviä ihmisiä. Yksityisyydensuojan takaamiseksi suurin osa koehenkilöiden perustiedoista (nimi, syntymäaika, pituus, paino jne.) luokiteltiin salaisiksi, eikä niitä sisällytetty tutkimuksiin. Koehenkilöiden perustiedoista ainoastaan sukupuoli otettiin mukaan opinnäytetyön aineiston käsittelyyn. Koehenkilöitä osallistui tutkimukseen yhteensä 309 kappaletta. Heistä 170 oli naisia ja 139 miehiä.

9 Tutkimuksen tulokset

Seuraavissa kappaleissa tutkimuksen tulokset esitetään jokaiselle elektrodimallille erikseen ja näitä tuloksia verrataan toisiinsa. Elektrodien aiheuttaman virheprosentin

syitä tutkitaan useasta eri näkökulmasta ja mahdolliset virhelähteet otetaan huomioon. Elektrodien aiheuttamaa virheprosenttia tarkastellaan pääasiassa artefaktien poiston jälkeisessä valossa, koska tällä on suurempi merkitys Hyvinvointianalyysi -mittausten tuloksiin ja analysoimiseen. Virheprosenttia ennen artefaktien poistoa ja virheprosenttia artefaktien poiston jälkeen voitiin verrata toisiinsa, ja selvittää mistä syystä virheet ovat pääasiassa syntyneet. Artefaktien korjaus- laskenta (ks. kappale 4 Artefaktin korjaus Firstbeat -ohjelmistoissa) pystyy korjaamaan lisälyönneistä ja puuttuvista lyönneistä johtuvat virheet, mutta ei esimerkiksi virhettä, mikä on johtunut elektrodin irtoamisesta koehenkilöstä. Mitä suurempi ero on ollut alkuperäisellä ja korjatulla virheprosentilla, sitä enemmän on mittauksen aikana ollut lisälyönnejä ja puuttuvia lyönnejä.

Tutkimukseen osallistui yhteensä 309 henkilöä ja näistä miehiä oli 170 ja naisia 139. Mittausdataa tutkimukseen kertyi yhteensä noin 21 658 tuntia, eli noin 70 tuntia koehenkilöä kohti. Palautekyselyihin vastasi yhteensä 260 koehenkilöä ja näistä 123 oli naisia ja 137 miehiä. Vastausprosentti kyselyyn oli yllättävän korkea 84 %.

Loppukappaleissa elektrodeihin viitataan selkeämmillä lyhenteillä; Ambu, Arbo ja Fiab.

9.1 Ambu Blue Sensor L-SS-0

Ambu -elektrodit olivat käytössä yhteensä 104 mittauksessa. Näissä mittauksissa naisia oli 43 ja miehiä 61. Koehenkilöistä 83 vastasi palautekyselyyn koskien Ambu -elektrodia ja näin ollen vastausprosentti oli 79,81 %. Elektrodien aiheuttaman virheprosentin arvo kaikkien koehenkilöiden kesken artefaktien korjauksen jälkeen oli 3,68 % ja se oli selkeästi alhaisempi kuin kahdessa muussa elektrodimallissa. Verrattaessa eroja naisten ja miesten mittauksissa, Ambu -elektrodi on aiheuttanut naisilla 0,52 % -yksikköä suuremman virheen kuin miehillä. Naisilla virheprosentin ollessa 4,05 % ja miehillä 3,52 %. Ambu -elektrodin aiheuttama virheprosentti naisten mittauksissa oli suurin verrattuna kahteen muuhun elektrodimalliin. Miehillä tulos oli taas

päinvastainen: Ambu -elektrodi aiheutti selvästi vähemmän virhettä mittauksiin kuin kaksi muuta elektrodimallia.

Taulukko 1. Ambu Blue Sensor L-00-S mittausvirheprosentit

Ambu Blue Sensor L-SS-0			
Sukupuoli	n	Virheprosenttien keskiarvo ennen artefaktien korjausta	Virheprosenttien keskiarvo artefaktien korjauksen jälkeen
Kaikki	104	5,59	3,68
Naiset	43	5,98	4,05
Miehet	61	5,42	3,52

Palautekyselyyn vastanneista 56,63 % kertoi Ambu -elektrodin aiheuttaneen jonkinlaista ihoärsytystä mittauksen aikana. Koehenkilöt, joille Ambu -elektrodit aiheuttivat ihoärsytystä, kertoivat niiden aiheuttavan punoitusta, ärsytystä, pahaa ja erittäin pahaa ihottumaa, näppylöitä, liimatahroja ja jopa vesikelloja. Ihoärsytys oli kaikkien koehenkilöiden kesken toiseksi voimakkainta tutkimuksessa verrattavien elektrodien joukossa. Ambu -elektrodien aiheuttaman ihoärsytyksen määrä erosi naisten ja miesten kesken todella paljon. Naisilla elektrodi aiheutti jonkinlaista ihoärsytystä jopa 78,95 %:ssa mittauksista (eniten verrattaessa muihin elektrodimalleihin), mutta vain 37,78 %:ssa miesten mittauksista (toiseksi vähiten verrattaessa muihin elektrodimalleihin).

Ambu -elektrodien kiinnipysyvyys mittauksien aikana kaikkien koehenkilöiden kesken oli toiseksi korkein verrattuna muihin elektrodeihin (78,31 %). Naisten (78,95 %) ja miesten (78,31 %) kesken ei ollut suurta eroa Ambu -elektrodien kiinnipysyvyydessä, ainoastaan 0,64 %- yksikköä. Naisten joukossa Ambu -elektrodi pysyi mittauksissa kiinni toiseksi parhaiten, jakaen sijoituksen Fiab -elektrodin kanssa. Miesten joukossa

Ambu -elektrodi pysyi taas parhaiten kiinni. Merkittävin Ambu -elektrodien irtoamisen syy mittauksen aikana oli kova hikoilu urheilun aikana.

Bodyguard2- mittalaite pysyi kaikkien palautekyselyyn vastanneiden koehenkilöiden kesken parhaiten kiinni Ambu -elektrodissa (89,16 %:ssa kyselyyn vastanneista). Kun tarkastellaan naisten ja miesten vastauksia erikseen, ei tuloksissa havaita suuria eroja. Naisilla mittalaite pysyi kiinni Ambu -elektrodissa 86,84 %:ssa mittauksista ja miehillä 91,11 %:ssa mittauksista. Naisilla ja miehillä mittalaitteen pysyvyys Ambu -elektrodissa oli tutkimuksen parhain. Kyselyn mukaan mittalaite irtosi useimmiten Ambu -elektrodista töiden ja unen aikana Esimerkiksi mittalaitteen johtimeen kohdistunut veto on irronnut mittalaitteen elektrodista.

Taulukko 2. Ambu Blue Sensor L-SS-0 käyttömukavuuden osa-alueet

Ambu Blue Sensor L-SS-0			
Yhteensä n = 83	Naiset (n = 38)	Miehet (n = 45)	Kaikki
Iho ärsyytyi % mittauksissa	78,95	37,78	56,63
Elektrodien pysyvyys %	78,95	77,78	78,31
Mittalaitteen pysyvyys %	86,84	91,11	89,16

9.2 Kendall Arbo H34SG

Arbo -elektrodia käytettiin tutkimuksessa 108 mittauksessa. Koehenkilöistä naisia oli 51 ja miehiä 57. Elektrodia koskeneihin palautekyselyihin vastasi 94 koehenkilöä, vastausprosentin ollessa 87,03 %. Mittauksissa, joissa käytettiin Arbo -elektrodia, kaikkien koehenkilöiden mittausvirheiden keskiarvo artefaktien korjauksen jälkeen oli 5,22 %. Mittausvirheen keskiarvo kaikkien koehenkilöiden kesken oli Arbo -

elektrodilla kaikkein korkein verrattuna muihin elektrodityyppeihin. Naisilla mittausvirheen keskiarvo oli 3,67 % ja se oli toiseksi korkein muihin elektrodeihin verrattuna. Miehillä taas Arbo -elektrodien mittausvirheen keskiarvo oli 6,34 % oli kaikista elektrodityypeistä korkein. Miehillä Arbo -elektrodi oli aiheuttanut selkeästi enemmän virhettä kuin naisilla. Arbo -elektrodin mittausvirheen keskiarvo oli 2,67 % -yksikköä suurempi miehillä naisiin verrattuna.

Taulukko 3. Kendall Arbo H34SG mittausvirheprosentit

Kendall Arbo H34SG			
Sukupuoli	n	Virheprosenttien keskiarvo ennen artefaktien korjausta	Virheprosenttien keskiarvo artefaktien korjauksen jälkeen
Kaikki	108	6,91	5,22
Naiset	51	5,57	3,67
Miehet	57	7,88	6,34

Palautekyselyihin vastanneista koehenkilöistä 60,64 % kertoi Arbo -elektrodin aiheuttaneen jonkinlaista ihoärsytystä mittauksien aikana. Verrattuna muihin elektrodimalleihin Arbo -elektrodit aiheuttivat selkeästi eniten ihoärsytystä. Koehenkilöille, joille Arbo -elektrodit aiheuttivat ihoärsytystä, kertoivat niiden aiheuttaneen punoitusta, ärsytystä, kutinaa, ihottumaa, näppylöitä ja pysyviä liimajälkiä. Naisilla ja miehillä oli Arbo -elektrodien aiheuttaman ihoärsytyksen määrässä selviä eroja. Naisilla aiheutui 69,57 %:ssa mittauksista jonkinlaista ihoärsytystä ja miehillä 52,08 %:ssa mittauksista. Naisten mittauksissa Arbo -elektrodit aiheuttivat toiseksi eniten ihoärsytystä verrattuna muihin elektrodimalleihin, kun taas miesten mittauksissa ne aiheuttivat selkeästi eniten ihoärsytystä.

Arbo -elektrodien pysyvyyden keskiarvo kaikkien koehenkiöiden kesken oli elektrodimalleista paras. Koehenkilöistä 81,91 % kertoi Arbo -elektrodien pysyneen hyvin kiinni iässä koko mittausjakson ajan. Verrattaessa naisten ja miesten tuloksia voidaan havaita, että naisilla Arbo -elektrodi pysyi paremmin kiinni kuin miehillä. 86,96 %:ssa naisten mittauksista elektrodityyppi oli pysynyt hyvin kiinni. Miehillä vastaava prosenttiluku oli selvästi alhaisempi 77,08 %. Arbo -elektrodien kiinnipysyvyyden ero naisilla ja miehillä oli 9,88 % -yksikköä. Arbo -elektrodit pysyivät naisten mittauksissa parhaiten kiinni verrattuna muihin elektrodimalleihin, ja toiseksi parhaiten miesten mittauksissa. Palautekyselyiden mukaan merkittävin syy Arbo -elektrodien irtoamiseen oli hikoilu töiden ja urheilun aikana.

Bodyguard2- mittalaitteen pysyvyys Arbo -elektrodeissa oli kaikkien koehenkilöiden kesken toiseksi parhain (73,40 % mittauksista). Verratessa naisten ja miesten vastauksia mittalaitteen pysyvyydestä, voidaan huomata, että naisilla (76,06 %:ssa mittauksista) mittalaite pysyi Arbo -elektrodeissa hieman paremmin kuin miehillä (70,83 %:ssa mittauksista). Naisilla ja miehillä mittalaitteen pysyvyys oli toiseksi paras verrattuna muihin elektrodimalleihin. Palautekyselyiden mukaan mittalaite irtosi Arbo -elektrodeista useimmiten töiden, unen ja urheilun aikana.

Taulukko 4. Kendall Arbo H34SG käyttömukavuuden osa-alueet

Kendall Arbo H34SG			
Yhteensä n = 94	Naiset (n = 46)	Miehet (n = 48)	Kaikki
Iho ärsyytyi % mittauksissa	69,57	52,08	60,64
Elektrodien pysyvyys %	86,96	77,08	81,91
Mittalaitteen pysyvyys %	76,09	70,83	73,40

9.3 Fiab F9079

Fiab -elektrodiä käytettiin yhteensä 97 mittauksessa. Koehenkilöistä naisia oli 45 ja miehiä 52. Palautekyselyihin Fiab -elektrodeja koskien vastasi koehenkilöistä yhteensä 82 kappaletta vastausprosentin ollessa 84,54 %. Kaikkien koehenkilöiden kesken Fiab -elektrodien aiheuttamien mittausvirheprosenttien keskiarvo artefaktien korjauksen jälkeen oli 4,56 %. Kaikkien koehenkilöiden kesken Fiab -elektrodien mittausvirheprosenttien keskiarvo oli toiseksi alhaisin. Verrattessa naisten (3,49 %) ja miesten (5,31 %) mittausvirheprosenttien keskiarvojen tuloksia, voidaan havaita, että naisilla mittausvirhettä oli keskimäärin 1,82 % -yksikköä vähemmän kuin miehillä. Verrattessa Fiab -elektrodien aiheuttamaa mittausvirhettä muihin elektrodimalleihin, naisilla Fiab -elektrodi aiheutti vähiten virhettä, kun taas miehillä toiseksi eniten.

Taulukko 5. Fiab F9079 mittausvirheprosentit

Fiab F9079			
Sukupuoli	n	Virheprosenttien keskiarvo ennen artefaktien korjausta	Virheprosenttien keskiarvo artefaktien korjauksen jälkeen
Kaikki	97	5,38	4,56
Naiset	45	5,03	3,49
Miehet	52	5,63	5,31

Fiab -elektrodin aiheuttama ihoärsytys mittausjaksojen aikana palautekyselyiden mukaan oli kaikkein alhaisin kaikkien koehenkilöiden kesken. Fiab -elektrodit aiheuttivat jonkinlaista ihoärsytystä vain 37,81 %:ssa mittauksista. Myös verrattessa naisten ja miesten tuloksia erikseen tulos oli sama: Fiab -elektrodit aiheuttivat vähiten ihoärsytystä verrattuna muihin elektrodimalleihin. Koehenkilöt, joille Fiab -elektrodit aiheuttivat ihoärsytystä, raportoivat sen aiheuttaneen punoitusta ja lievää kutinaa. Naisilla ihoärsytystä aiheutui 47,37 %:ssa mittauksista ja miehillä vain 29,55 %:ssa

mittauksista. Fiab -elektrodien aiheuttaman ihoärsytyksen ero naisten ja miesten palautteiden välillä oli jopa 17,82 % -yksikköä.

Fiab -elektrodien kiinnipysyvyys mittauksien aikana kaikkien koehenkilöiden kesken oli heikoin verrattuna muihin elektrodimalleihin. Fiab -elektrodit pysyivät hyvin kiinni kaikkien koehenkilöiden kesken 70,73 %:ssa mittauksista. Verratessa eroja naisten ja miesten tuloksiin on havaittavissa suuria eroja elektrodien pysyvyydessä. Naisilla Fiab -elektrodit pysyivät kiinni 78,95 %:ssa mittauksista (jakaen saman kiinnipysyvyysprosentin Ambu -elektrodien kanssa). Miehillä Fiab -elektrodit pysyivät kiinni taas ainoastaan 63,64 %:ssa mittauksista. Verrattaessa tuloksia muihin elektrodimalleihin, Fiab -elektrodit pysyivät miehillä selkeästi heikoiten kiinni mittauksien aikana. Yleisimpiä Fiab -elektrodien irtoamiseen liittyviä syitä oli hikoilu kaikissa tilanteissa ja mittalaitteen johtimeen kohdistuva veto, mikä sai elektrodin irtoamaan ihosta.

Myös Bodyguard 2 -mittalaitteen pysyvyys Fiab -elektrodeissa oli huonoin verrattuna muihin elektrodimalleihin. Kaikkien koehenkilöiden kesken mittalaite pysyi kiinni Fiab -elektrodeissa ainoastaan 65,85 %:ssa mittauksista. Myös verrattaessa naisten ja miesten välisiä tuloksia erikseen tulos oli sama: mittalaite pysyi huonoiten kiinni Fiab -elektrodeissa. Naisilla mittalaite pysyi kiinni Fiab -elektrodeissa 60,53 %:ssa mittauksista ja miehillä 70,45 %:ssa mittauksista. Palautekyselyiden perusteella mittalaite irtosi Fiab -elektrodeista useimmiten nukkuessa, töitä tehdessä ja urheillessa.

Taulukko 6. Fiab F9079 käyttömukavuuden osa-alueet

Fiab F9079			
Yhteensä n = 82	Naiset (n = 38)	Miehet (n = 44)	Kaikki
Iho ärsyytyi % mittauksissa	47,37	29,55	37,81
Elektrodien py- syvyys %	78,95	63,64	70,73
Mittalaitteen pysyvyys %	60,53	70,45	65,85

9.4 Tulosten yhteenveto

Kaikkien koehenkilöiden kesken keskimäärin vähiten mittausvirhettä aiheuttivat Ambu -elektrodit ja eniten Arbo -elektrodit. Tarkastellessa naisten ja miesten tuloksia erikseen, naisilla vähiten mittausvirhettä aiheuttivat Fiab -elektrodit. Miehillä taas vähiten mittausvirhettä aiheuttivat Ambu -elektrodit.

Vähiten ihoärsytystä kaikkien koehenkilöiden kesken aiheuttivat Fiab -elektrodit ja eniten Arbo -elektrodit. Tarkastellessa naisten ja miesten tuloksia erikseen, naisilla ja miehillä Fiab -elektrodit aiheuttivat vähiten ihoärsytystä. Eniten ihoärsytystä naisilla aiheuttivat Ambu -elektrodit ja miehillä Arbo -elektrodit.

Parhain elektrodien kiinnipysyvyys ihossa kaikkien koehenkilöiden kesken oli Arbo -elektrodeissa ja huonoin kiinnipysyvyys Fiab -elektrodeissa. Tarkastellessa naisten ja miesten tuloksia erikseen, naisilla paras kiinnipysyvyys oli Arbo -elektrodeissa ja miehillä Ambu -elektrodeissa. Naisilla Ambu- ja Fiab -elektrodit pysyivät kiinni yhtä hyvin. Miehillä huonoin kiinnipysyvyys oli Fiab -elektrodeissa.

Parhain Bodyguard 2 -mittalaitteen pysyvyys elektrodeissa oli kaikkien koehenkilöiden kesken Ambu -elektrodeissa ja huonoin kiinnipysyvyys Fiab -elektrodeissa. Tarkastellessa naisten ja miesten tuloksia erikseen lopputulos oli sama: sekä naisilla että miehillä mittalaite pysyi heikoiten kiinni Fiab -elektrodeissa ja parhaiten Ambu -elektrodeissa.

Tarkastellessa tutkimuksen osa-alueita (elektrodien aiheuttamaa mittausvirhettä, ihoärsytystä, elektrodien kiinnipysyvyyttä ihossa ja mittalaitteen kiinnipysyvyyttä elektrodeissa) kaikkien koehenkilöiden kesken, Ambu -elektrodit pärjäsivät muita elektrodimalleja paremmin suurimmassa osassa näistä osa-alueista. Naisten joukossa koehenkilöistä Arbo- ja Fiab -elektrodit jakoivat ykkössijan elektrodivertailussa. Miesten joukossa koehenkilöistä taas Ambu -elektrodit olivat parhaita suurimmassa osassa tutkimuksen osa-alueita (ks. taulukko 7).

Taulukko 7. Elektrodivertailun yhteenveto

Koehenki- löt	Alhaisin mittaus- virhe %	Vähiten iho- ärsytystä % mittauksista	Paras kiinni- pysyvyys % mit- tauksissa	Paras mittalait- teen pysyvyys % mittauksista
Kaikki	Ambu	Fiab	Arbo	Ambu
Naiset	Fiab	Fiab	Arbo	Ambu
Miehet	Ambu	Fiab	Ambu	Ambu
Paras elektrodi osa- alueessa	Ambu	Fiab	Arbo	Ambu

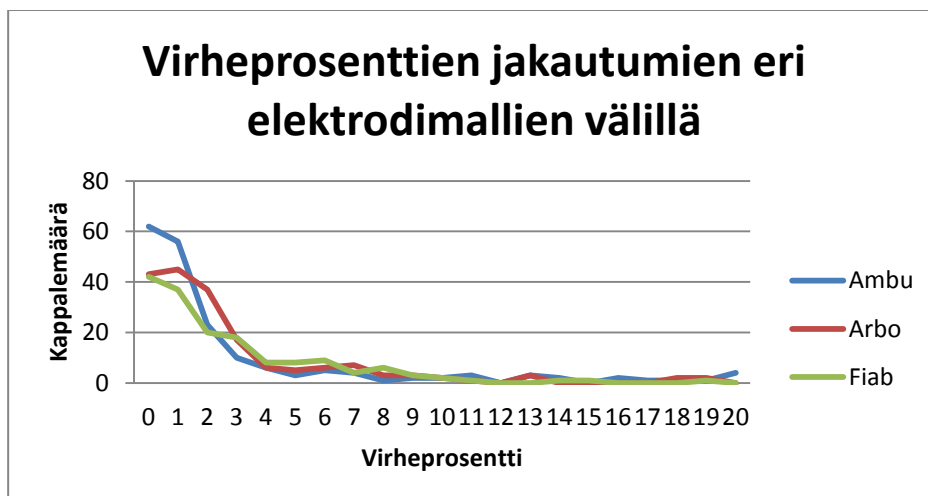
9.5 Virheiden tarkastelu

Asetettaessa kaikista mittauksista saadut mittausvirheprosentit ja niiden lukumäärät yhteen kuvaajaan (ks. kuvio 11), voidaan tarkastellessa huomata, että joukon jakauma on selkeästi vasemmalle vino verrattuna normaalijakaumaan. Joukon huippukohta on selkeästi virheprosentin 0 -arvossa ja laskee voimakkaasti mentäessä kohti virheprosentin 4 -arvoa. Tämän jälkeen kuvaaja laskee melko tasaisesti kohti nollaa mentäessä kohti virheprosentin arvoa 20 %.



Kuvio 11. Mittausvirheiden jakautuminen kaikissa mittauksissa

Asetettaessa Ambu-, Arbo-, ja Fiab -elektrodien mittausvirheprosentit ja niiden lukumäärät samaan kuvaajaan (ks. kuvio 12), voidaan tarkastelussa havaita, että kaikkien elektrodimallien virheprosenttien jakaumat ovat selkeästi vasemmalle vinoja verrattuna normaalijakaumaan. Ambu- ja Fiab -elektrodien joukkojen huippukohtat ovat virheprosentin 0 -arvossa ja Arbo -elektrodien joukon huippukohta on virheprosentin 1 -arvossa. Kaikkien elektrodimallien joukkojen kuvaajat laskevat voimakkaasti 4 % asti ja siitä tasaisesti kohti nollaa.



Kuvio 12. Virheprosenttien jakautuminen eri elektrodimallien välillä

Vaikka kaikkien tarkastelussa olleiden mittausjoukkojen jakaumat ovat selkeästi vasemmalle vinoja verrattuna normaalijakaumaan, voidaan tulosten luotettavuutta arvioida Studentin t -testiä soveltaen. Testin tarkoituksena oli selvittää oliko mittausvirheprosenttien erolla tilastollista merkitystä, vai johtuiko tutkimuksen tulokset yksinkertaisesti sattumasta.

Studentin t -testin nollahypoteesiksi asetin olettamuksen, että kaikkien koehenkilöiden Ambu -elektrodeilla tehtyjen mittausten mittausvirheprosentti (3,68 %) oli pienempi kuin Fiab -elektrodeilla tehtyjen mittausten mittausvirheprosentti (4,56 %), koska näiden elektrodimallien välinen mittausvirheprosentti oli kaikista pienin ja suurimmalla todennäköisyydellä myös väärässä järjestyksessä. Tilastollisen merkitsevyyden laskemiseksi Studentin t -testissä käytettiin kahden riippumattoman otoksen kaksisuuntaista menetelmää, koska ei pystytty olemaan täysin varmoja, oliko kumpikaan lasketuista mittausvirheprosenttien keskiarvoista oikea. Laskemiseen käytettiin laskentataulukko -ohjelmiston valmista laskukaavaa ja kaksisuuntaisen menetelmän t -arvoksi saatiin 0,0426. Tämä tarkoittaa sitä että tilastollisesti nollahypoteesi (Ambu -elektrodien virheprosentti pienempi kuin Fiab -elektrodien virheprosentti) pitää 95,63 % todennäköisyydellä paikkansa.

9.6 Elektrodisuositukset tulosten pohjalta

Opinnäytetyön toisena tavoitteena oli luoda saatujen tulosten pohjalta suositustaulukko elektrodeille eri käyttäjäkunnan ja käyttökohteen mukaan. Firstbeatin yritys- ja henkilöasiakkaille tehtäviä Hyvinvointianalyysimittauksia (HVA -mittaus) tehdään kolmessa eri tilanteessa:

1. Ensimmäinen HVA -mittaus, jolloin asiakkaan taustatietoja ei tunneta.
2. Ensimmäisen HVA -mittauksen jälkeinen seurantamittaus (noin 6kk ensimmäisen mittauksen jälkeen), jolloin asiakkaan taustatiedot (ikä, sukupuoli, aktiivisuusluokka, pituus, paino jne.) ovat tiedossa.

3. Uusintamittaus, jolloin ensimmäinen HVA -mittaus tai sen jälkeinen seuranta-
mittaus on epäonnistunut (koko mittausjakson virheprosentti yli 20 %) ja
käyttäjän taustatiedot ovat tiedossa

Tutkimuksen tuloksien pohjalta luotiin seuraavat johtopäätökset ja elektrodisuositus-
taulukko (ks. taulukko 8).

Asiakkaan ensimmäiseen HVA -mittaukseen suositellaan laitettavaksi mukaan Arbo -
elektrodeja. Yhden elektrodimallin käyttöä ensimmäisissä mittauksissa suositellaan,
koska asiakkaan sukupuolta ei välttämättä tiedetä (ainoastaan sähköpostiosoite ja
sen perusteella mahdollisesti nimi) ja eri elektrodien laittaminen samaan yritykseen
lähteisiin mittauksiin sukupuolen mukaan aiheuttaisi paljon lisätyötä. Arbo -elektrodi
on toimiva kompromissi verrattuna muihin elektrodimalleihin. Arbo -elektrodin kiin-
nipysvyvyys mittauksissa oli keskiarvoisesti paras ja mittalaitteen kiinnipysyvyys toisik-
si paras verrattuna muihin elektrodimalleihin. Vaikka Arbo -elektrodi aiheutti kes-
kiarvoisesti eniten ihoärsytystä kaikkien koehenkilöiden kesken, sen aiheuttaman
ihoärsytyksen voimakkuus oli huomattavasti alhaisempi kuin Ambu -elektrodin.
Seuranta- ja uusintamittauksiin elektrodimallisuositukset ovat taas hiukan monimut-
kaisemmat. Jos HVA -mittaukseen osallistuvan taustatiedoista ei käy ilmi, että hän on
esimerkiksi urheilija tai herkkäihoinen, noudatetaan elektrodisuositusta sukupuolen
mukaan.

Tutkimuksessa naisten mittauksissa keskimääräisesti parhaimmiksi elektrodeiksi
osoittautuivat Fiab -elektrodit. Fiab -elektrodit olivat parhaimpia kahdessa eri osa-
alueessa (alhaisin virheprosentti ja vähiten ihoärsytystä) ja jakoivat toisen sijan Ambu
-elektrodien kanssa kiinnipysyvyydessä. Ainoastaan mittalaitteen kiinnipysyvyys Fiab
-elektrodeissa oli elektrodimalleista huonoin. Jos HVA -mittaukseen osallistuvan hen-
kilön taustatiedoista ei käy ilmi että hän on herkkäihoinen tai urheilija, mittalaitteen
mukana laitetaan Fiab -elektrodeja.

Jos seuranta- tai uusintamittaukseen osallistuva henkilö on mies, ja hänen taustatie-
doistaan ei käy ilmi, että hän on herkkäihoinen tai urheilija, hänen seuranta- tai uu-
sintamittauksen mukana suositellaan lähetettäväksi Ambu -elektrodeja. Tutkimuk-

sessä kävi ilmi, että miespuolisten koehenkilöiden mittauksissa Ambu -elektrodit olivat kaikissa paitsi yhdessä osa-alueessa (vähiten ihoärsytystä) kaikkein parhaimpia. Ihoärsytyksen määrä oli Ambu -elektrodeillakin huomattavan alhainen (37,78 %:ssa mittauksista) verrattuna Arbo -elektrodeihin.

Jos seuranta- tai uusintamittaukseen osallistuvan henkilön taustatiedoista selviää, että hän on herkkäihoinen, suositellaan käytettäväksi Fiab -elektrodeja. Fiab -elektrodeissa oli alhaisin ihoärsytysprosentti sekä naisten että miesten keskuudessa. Herkkäihoisten mittauksissa on tärkeämpää taata korkea käyttömukavuus, vaikka mittausepävarmuus saattaakin lisääntyä.

Jos seuranta- tai uusintamittaukseen osallistuvan henkilön taustatiedoista selviää, että hän on urheilija tai muuten aktiivisesti liikkuva ja paljon hikoileva ihminen, suositellaan käytettäväksi Ambu -elektrodeja. Kaikkien koehenkilöiden kesken Ambu -elektrodeissa oli alhaisin mittausvirheprosentti ja parhain mittalaitteen pysyvyys elektrodeissa. Elektrodin pysyvyys oli kaikkien koehenkilöiden kesken toiseksi parhain. Elektrodin laaja tarttumapinta-ala ja voimakas liima-aine takaavat elektrodien pysyvyyden ihossa myös voimakkaan hikoilun aikana. Ainoa huono puoli Ambu -elektrodeissa on niiden aiheuttama voimakas ihoärsytys. Aktiivisesti liikkuvilla henkilöille ja urheilijoille on usein kaikista tärkeintä mittauksien tulosten luotettavuus ja tällöin he ovat usein valmiita karsimaan mittauksen käyttömukavuudesta.

Taulukko 8. Elektrodisuositustaulukko

	Nainen	Mies	Herkkäihoinen	Urheilija
Ensimmäinen HVA- mittaus	ARBO			
Seuranta- tai uusintamittaus	FIAB	AMBU	FIAB	AMBU

10 Pohdinta

10.1 Opinnäytetyön tarkoitus, tarve ja ajankohta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kolmen eri elektrodimallin erot käyttömukavuudessa (ihoärsytys ja kiinnipysyvyys) ja niiden aiheuttamassa mittausvirheessä Firstbeat Technologies Oy:n Hyvinvointianalyysipalvelukokonaisuudessa ja luoda suositustaulukko, mistä käy ilmi mitä elektrodimallia kannattaa käyttää missäkin tilanteessa. Aikaisemmin yrityksellä oli ollut käytössä ainoastaan yhtä elektrodimallia, Ambu Blue Sensor L-00-S:ää. Ambu -elektrodista tuli yritykselle todella paljon yhteydenottoja ja valituksia siitä, että se aiheutti paljon ihoärsytystä ja mittausvirhettä. Tämän ongelman takia yrityksessä otettiin käyttöön toinen elektrodimalli, Kendall Arbo H34SG, mutta ongelmat eivät vielä kukaan poistuneet. Muutama kuukausi ennen opinnäytetyön tutkimuksen aloittamista yrityksessä otettiin käyttöön myös kolmas elektrodimalli, Fiab F9049. Firstbeat Technologies Oy halusi saada tutkimuksen avulla tarkkaa tietoa elektrodimallien eroista käyttömukavuuden ja mittausvirheiden osalla. Mittauslaitteiston aiheuttamat mittausvirheet ovat todella kriittisiä ongelmia Hyvinvointianalyysin tarkkuuden kannalta. Myöskään aikaisempaa tutkimusta elektrodimallien eroista ei ole tehty yrityksen sisällä.

Tutkimus aloitettiin keväällä 2014 ja tutkimuksen mittausten ja muun aineiston keruun tuli olla alun perin valmis kesäkuun 2014 lopulla. Tämän jälkeen mittausten analysointi ja alustavat tutkimuksen tulokset oli määrä olla valmiina elokuussa 2014. Yrityksen edustajan kanssa käyminen neuvottelujen lopputuloksena päädyimme kasvattamaan tutkimusjoukkoa noin 150 koehenkilöstä, noin 300 koehenkilöön. Tämä hidasti todella paljon tutkimusaineiston keruuta ja lisäsi työmäärää huomattavasti, minkä takia tutkimusaineisto oli kerätty kokoon vasta elokuun 2014 loppupuolella. Koska tutkimusaineistoa kertyi kevään ja kesän 2014 aikana tasaiseen tahtiin, pystyi tutkimusaineistosta tekemään johtopäätöksiä jo melko aikaisessa vaiheessa. Myös kaikki tarvittavat laskentakaavat oli mahdollista tehdä heti kun aineistoa oli hieman kertynyt. Tämä nopeutti tulosten analysointia todella paljon, kun lopulta kaikki tut-

kimusaineisto oli elokuun 2014 loppupuolella kerätty kokoon. Alustavat tutkimuksen tulokset esitin yritykselle syyskuussa 2014. Tällöin olin analysoinut aineiston ainoastaan yleisesti koko tutkimusjoukon kesken, eikä eroihin esimerkiksi miesten ja naisten välillä otettu vielä kantaa. Lopullinen tutkimusaineiston analysointi ja opinnäytetyön kirjoittaminen suoritettiin vasta keväällä 2015, johtuen osittain työharjoittelun aloittamisesta samaisessa yrityksessä ja työharjoittelun jatkumisesta työ sopimuksella.

10.2 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Tutkimuksen lopputuloksena syntyi elektrodisuositustaulukko (ks. taulukko 8), jonka perusteella yritys voi valita elektrodimallin mittauksen ja mittaushenkilön tarpeiden mukaisesti. Ensimmäisessä vaiheessa elektrodisuositustaulukkoon tuli valita elektrodimalli, mikä sopisi kaikista parhaiten (toisin sanoen olisi paras kompromissi ominaisuuksien mukaisesti) asiakkaiden ensimmäisiin Hyvinvointianalyysimittauksiin, jolloin yrityksellä ei ole vielä tiedossa asiakkaan tarkkoja perustietoja (ikä, pituus, paino, aktiivisuusluokka, jne.). Tämä valinta oli elektrodisuositustaulukossa kaikista vaikein. Valinnassa joutui kiinnittämään huomiota jokaiseen osa -alueeseen tutkimuksessa ja myös paneutumaan tuloksiin hieman alkuperäistä suunnitelmaa tarkemmin. Tärkeimmiksi ominaisuuksiksi elektrodimallin valintaan valittiin ihoärsytyksen määrä, elektrodimallin kiinnipysyvyys ihossa ja mittalaitteen kiinnipysyvyys elektrodeissa. Elektrodien kiinnipysyvyyden ja mittalaitteen kiinnipysyvyyden elektrodeissa osalta valinta oli selkeä, mutta ihoärsytyksen määrässä joutui todella miettimään pintaa syvemmältä. Elektrodimalli, mikä valittiin ykkösvaihtoehdoksi asiakkaiden ensimmäisiin Hyvinvointianalyysimittauksiin (Kendall Arbo H34SG) aiheutti palautekyselyjen perusteella eniten ihoärsytystä, mutta tutkittaessa palautekyselyjä tarkemmin ilmeni, että vaikka ihoärsytystä ilmeni muita elektrodimalleja enemmän, oli ihoärsytyksen voimakkuus kuitenkin huomattavasti toista elektrodimallia (Ambu Blue Sensor-L-00-S) lievempi.

Elektrodisuositustaulukon toisessa osiossa esitetään elektrodimallivaihtoehdot asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Elektrodimallivalinnat olivat helppo tehdä tulosten perusteella. Jos asiakkaan perustiedoista ei ilmene mitään elektrodimallin valintaan vaikuttavia tekijöitä (herkkäihoisuus tai asiakas on normaalia urheilullisempi tai huippu-urheilija), elektrodimalli valitaan sukupuolen mukaan. Naisasiakkaiden mittaukset suositellaan tehtäväksi Fiab -elektrodeilla, koska ne pärjäsivät elektrodivertailun eri osa-alueissa kaikista parhaiten kun tarkasteltiin naisten tuloksia erikseen. Miesasiakkaiden mittaukset suositellaan taas suoritettavan Ambu -elektrodeilla, koska miesten tuloksien mukaan elektrodivertailussa Ambu -elektrodit olivat parhaita lähes jokaisessa eri osa-alueessa. Herkkäihoisille asiakkaille elektrodimallisuosituksen valinta oli yksinkertainen: Fiab -elektrodit aiheuttivat huomattavasti vähemmän ihoärsytystä kuin kaksi muuta elektrodimallia. Fiab -elektrodien huono puoli on ainoastaan se, että se ei pysy kiinni voimakkaan hikoilun aikana. Herkkäihoisten kohdalla on mielekästä ja jopa suositeltavaa karsia mittaustarkkuudesta käyttömukavuuden parantamiseksi. Myös urheilijoiden kohdalla elektrodisuosituksen valinta oli melko yksinkertainen: tuli etsiä kolmesta elektrodivaihtoehdosta se, missä on alhaisin mittausvirheprosentti ja parhain kiinnipysyvyys voimakkaan hikoilun aikana. Elektrodisuositukseksi urheilijoille valikoitui Ambu -elektrodit, koska niissä oli selkeästi alhaisin mittausvirheprosentti ja palautekyselyjen perusteella parhain kiinnipysyvyys hikoilun aikana. Pelkästään palautekyselyiden perusteella kiinnipysyvyyden tutkiminen oli työlästä ja aikaa vievää. Jokainen palautekysely täytyi tutkia erikseen ja selvittää oliko asiakas maininnut mitään syytä elektrodien irtoamiseen mittauksien aikana ja näiden vastauksien perusteella tehdä johtopäätökset parhaimmasta pysyvyydestä hikoilun aikana.

Tutkimuksen tulosten pohjalta elektrodit pystyttiin asettamaan paremmuusjärjestykseen niiden aiheuttaman mittausvirheprosentin ja käyttömukavuuden (ihoärsytys, elektrodien kiinnipysyvyys ja mittalaitteen kiinnipysyvyys elektrodeissa) osa-alueissa (ks. taulukko 7). Tarkasteltaessa mittausvirheprosenttia eri elektrodimallien kesken, Ambu -elektrodeilla mittausvirheprosentti oli kaikista alhaisin. Paras elektrodin kiinnipysyvyys mittauksien aikana oli Arbo -elektrodeilla. Paras mittalaitteen pysyvyys kiinni elektrodeissa oli Ambu -elektrodeja käytettäessä ja vähiten ihoärsytystä mittauksien aikana aiheutti Fiab -elektrodit.

Yritys oli tyytyväinen työn tuloksiin, ja jo alustavien tutkimuksen tulosten esittämisen jälkeen yritys otti käyttöön elektrodisuositukset Hyvinvointianalyysimittauksiin. Tutkimuksen jatkoseurauksena kiinnitetään siis enemmän huomiota asiakkaiden erityistarpeisiin kuin aikaisemmin. Tästä on ollut yrityksen kannalta jo selkeää rahallista hyötyä, jos epäonnistuneet mittaukset ja valitukset ovat vähentyneet edes joissain määrin.

10.3 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimukseen osallistui 309 koehenkilöä, joista 170 oli naisia ja 139 oli miehiä, joten tutkimus oli laajuudeltaan todella suuri. Verrattuna Samu Toikkasen vuonna 2014 tekemään pienimuotoisempaan tutkimukseen samasta aiheesta (yhteensä 21 koehenkilöä), voidaan suoralta kädeltä sanoa, että tämän tutkimuksen aineistosta voidaan tehdä luotettavampia havaintoja ja johtopäätöksiä, koska isommassa otannassa mittausten ääripääät suodattuvat helpommin pois, eivätkä ne vaikuta lopputulokseen niin voimakkaasti. Kuitenkin tässä tutkimuksessa ja Toikkasen vuonna 2014 tekemässä tutkimuksessa oli hieman erilainen näkökulma tutkimuksen toteuttamiseen. Toikkasen tutkimuksessa vertailtiin kolmea eri elektrodimallia samoilla koehenkilöillä, joten hänen käsittelemän tutkimusjoukon kasvattaminen olisi ollut todella työlästä. Toikkanen joutui itse kasaamaan tutkimusjoukkonsa, kun taas tämän tutkimuksen koehenkilöt saatiin suoraan Firstbeatin yksityis- ja yritysasiakkaista.

Verrattaessa tämän tutkimuksen tuloksia Toikkasen tutkimuksen tuloksiin voidaan havaita, että mittausvirheprosentit ja elektrodimallien paremmuusjärjestys ovat hieman erilaiset. Kummassakin tutkimuksessa oli kuitenkin lopputuloksena se, että Ambu -elektrodit aiheuttivat vähiten mittausvirhettä, mutta samalla aiheuttivat voimakkaimmin ihoärsytystä. Kummassakin tutkimuksessa tuli myös esille, että herkäksihoisten kannattaa käyttää Hyvinvointianalyyseissä mieluiten Fiab -elektrodeja, koska ne aiheuttavat vähiten ihoärsytystä. Kuitenkin näiden kahden tutkimusten tulosten vertailu on hieman hankalaa, koska tutkimuksien toteuttaminen ja tutkimuk-

seen liittyvät kyselyt tehtiin eri tavalla. Myös tutkimusjoukot olivat todella erilaiset tutkimuksissa. Toikkasen tutkimuksessa kaikkien koehenkilöiden taustatiedot olivat tiedossa ja heidät oli jaettu erilaisiin mittausryhmiin (nuoret, vanhat, urheilijat, jne.), kun taas tässä tutkimuksessa oli ainoastaan yksi iso tutkimusjoukko joiden koehenkilöiden taustatiedoista ei ollut tiedossa kuin ainoastaan sukupuoli.

Jokaiselle koehenkilölle lähetettiin Bodyguard 2 -mittalaitteen, elektrodien ja käyttöohjeiden lisäksi myös palautekyselylomake (ks. liite 1), minkä avulla tutkittiin elektrodimallien käyttömukavuutta Hyvinvointianalyysien aikana. Tämä palautekysely jouduttiin työstämään tutkimuksen alkuvaiheessa todella nopealla aikataululla (noin yhden päivän aikana) ja yrityksen vaatimuksena oli tehdä siitä mahdollisimman yksinkertainen. Palautekysely koostui kolmesta kyllä tai ei -kysymyksestä koskien elektrodien kiinnipysyvyyttä, mittalaitteen kiinnipysyvyyttä elektrodeissa ja elektrodien aiheuttamaa ihoärsytystä. Koehenkilöllä oli siis ainoastaan mahdollisuus vastata tapahtuiko jotain asiaa vai ei, ja mahdollisesti tarkentaa vastausta kysymyksen jälkeisessä vapaa sana -osiossa. Jos palautekyselylomakkeen toteuttamiseen olisi ollut enemmän aikaa ja siihen olisi kysymysten kyllä tai ei -vastausten tilalle asetettu esimerkiksi asteikko 1 - 5 kuinka voimakasta ihoärsytys oli (1 = ei ihoärsytystä, 5 = todella voimakasta ihoärsytystä), kuinka hyvin elektrodit pysyivät ihossa kiinni ja kuinka hyvin mittalaite pysyi elektrodeissa kiinni (1 = elektrodi / mittalaite irtosi helposti, 5 = elektrodi / mittalaite pysyi todella hyvin kiinni), olisi palautekyselylomakkeiden tuloksista saatu paljon yksityiskohtaisemmat ja elektrodien välinen paremmuus käyttömukavuudessa olisi tullut mahdollisesti luotettavammin selville.

Mittalaitteista, käyttäjästä ja viallisista elektrodeista johtuneet vääristymät pyrittiin poistamaan tutkimuksesta. Mittausdatan virheprosenttien analysoinnin aikana kaikki reilusti yli 20 % mittausvirhettä sisältäneet mittaukset karsittiin tutkimuksesta pois, koska ne olivat pääsääntöisesti johtuneet viallisista Bodyguard 2 -laitteista tai koehenkilöiden tekemistä virheistä. Viallisista mittalaitteista johtuneet virheet näkyivät Sports -ohjelmistossa ”mittausvirhehäntänä” mikä johtui siitä, että mittalaite oli jatkanut mittausta vaikka se ei ollut enää kiinni koehenkilössä. Koehenkilöistä johtuneet virheet pystyttiin paikallistamaan Sports -ohjelmistossa esimerkiksi suihku- tai sauna-

katkon jälkeisinä pitkinä virhejaksoina, mitkä johtuivat pääasiassa siitä, että käyttäjä oli unohtanut laittaa mittalaitteen takaisin kiinni kehoonsa. Kyseistä karsintaa jouduttiin suorittamaan tutkimuksen aikana vain muutamiin mittauksiin, koska jos Bodyguard 2 -mittalaite toimii niin kuin sen kuuluukin, se osaa katkaista mittauksen 10 minuutin jälkeen kun laite on otettu irti kehosta. Myös viallisista elektrodeista johtuneet virhelähteet tutkimuksessa olivat vähäisiä, koska Hyvinvointianalyysiin kuuluvat elektrodit otettiin mukaan koehenkilöille lähteneisiin mittauksiin aina avaamattomista elektrodipusseista ja laitteiden ja elektrodien lähettämisen koehenkilöille hoiti yrityksen hyvinvointiammattilaiset. Näin ollen nämä seikat eivät ole alentaneet tämän tutkimuksen luotettavuutta.

10.4 Toimenpidesuositukset ja jatkotutkimustarpeet

Tutkimuksen tuloksiin vedoten voidaan sanoa, että jos yritys noudattaa tutkimuksen lopputuloksena syntynyttä elektrodisuositustaulukkoa, voidaan parantaa Hyvinvointianalyysi -asiakkaiden käyttökokemusta mittauksen aikana. Myös mahdolliset uusinta- ja jatkomittaukset voivat onnistua pienemmillä mittausvirheprosentteilla, jos käytetään oikeanlaista elektrodimallia tietyille asiakastyypeille. Jos tulevaisuudessa mahdolliset uusintamittaukset vähenevät elektrodisuosituksia noudattamalla, tästä seuraa selvä rahallinen hyöty yritykselle, koska hyvinvointiammattilaisten työmäärä vähenee (uusintamittaukset eivät maksa asiakkaalle mitään, joten yrityksen työntekijöille tästä seuraa ylimääräisiä töitä) ja asiakastyytyväisyys pysyy korkeana.

Eri elektrodimallien ominaisuuksien eroista olisi hyödyllistä tehdä tulevaisuudessa myös jonkinlaisia jatkotutkimuksia missä keskitytään tarkemmin erilaisiin käyttäjäryhmiin. Tässä tutkimuksessa koehenkilöiden taustatiedoista tiedettiin ainoastaan sukupuoli, mutta jatkotutkimuksissa kannattaisi jakaa tutkimusjoukko erilaisiin käyttäjäryhmiin, esimerkiksi urheilijoihin, ylipainoisiin, herkkäihoisiin ja sattumanvaraisesti valittuun kontrolliryhmään. Tällöin pystyttäisiin saamaan tarkempaa tietoa siitä, miten eri elektrodimallit toimivat milläkin käyttäjäryhmällä ja onko elektrodien omi-

naisuuksilla todellista merkitystä. Myös olisi tärkeää etsiä Ambu-, Arbo-, ja Fiab -elektrodien lisäksi muita elektrodimalleja testaukseen.

Eri elektrodimallien ihoärsytyksen määrää pystyttäisiin jatkossa testaamaan myös esimerkiksi yrityksen sisällä niin sanotuilla allergeitesteissä. Koehenkilöiden selkään piirrettäisiin esimerkiksi 3 x 3 -kokoinen ruudukko, minkä sisälle jokaiseen ruutuun liimattaisiin eri elektrodimalli. Elektrodeja pidettäisiin selässä yhdestä kolmeen vuorokautta ja tämän ajanjakson jälkeen tarkasteltaisiin ihoärsytyksen määrää sekä silmä määräisesti, että koehenkilön tuntemuksien mukaan. Tällä tavoin pystyttäisiin jo pienellä otannalla saamaan tarkempi käsitys siitä, kuinka voimakasta ihoärsytys kulakin elektrodimallilla on. Tämän idean toteuttamisessa tulisi ottaa huomioon se, että koehenkilöt eivät saisi olla ennestään paljon eri elektrodimalleja käyttäneitä, koska tämä voi mahdollistaa jo valmiin yliherkkyyden elektrodeissa oleville liima-aineille.

LÄHTEET

Akrylaatit 2013. Kemikaaliturvallisuus. Työterveyslaitoksen internet -sivut. Viitattu 27.9.2014.

http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista_kemikaalitietoa/akrylaatit/Sivut/default.aspx

Ambu BlueSensor L - data sheet. n.d. Ambu:n internet -sivut. Viitattu 27.9.2014.

http://www.ambu.com/corp/products/patient_monitoring_and_diagnostics/product/ambu%C2%AE_bluesensor_l-prod835.aspx

Arstila, A., Björkqvist, S-E., Hänninen, O. & Nienstedt, W. 2006. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY.

Data Sheet F9079 - F9079P n.d. FIAB: Foam ECG Disposable Electrodes. Viitattu

27.9.2014. <http://www.elettromedicali.it/ecommerce/files/1ECGXF9079.pdf>

Faller, A., Schünke, M & Schünke, G. 2004. The Human Body: An introduction to structure and function. Tutkimus. Pliezhausen: Georg Thieme Verlag.

Firstbeat Bodyguard 2 -mittalaitteen tekniset tiedot n.d. Firstbeat Technologies Oy:n internet -sivut. Viitattu 14.8.2014.

<http://www.firstbeat.fi/userData/firstbeat/hyvinvointi/BG2-tech-specs-FIN.pdf>

Firstbeat Hyvinvointianalyysi - Asiantuntijan opas. 2014. Viitattu 20.2.2015.

<http://www.firstbeat.fi/userData/firstbeat/hyvinvointi/Asiantuntijan-opas-helmikuu-2014.pdf>

Firstbeat SPORTS - ominaisuudet n.d. Firstbeat Technologies Oy:n internet -sivut.

Viitattu 25.9.2014. <http://www.firstbeat.fi/fi/sports/ominaisuudet>

Firstbeat Työkalut hyvinvoinnin ammattilaiselle. n.d. Firstbeat Technologies Oy:n

internet -sivut. Viitattu 26.4.2015. <http://www.firstbeat.fi/fi/tyo-ja-hyvinvointi/tyokalut-hyvinvoinnin-ammattilaiselle>

Firstbeat yritys. n.d. Firstbeat Technologies Oy:n internet -sivut. Viitattu 25.9.2014.

<http://www.firstbeat.fi/fi/yritys>

Fogelholm, M., Lindholm, H., Lusa, S., Miilunpalo, S., Moilanen, J., Paronen, O. & Saarinen, K. 2007. Tervettä liikettä -terveysliikunnan hyvät käytännöt työterveyshuollossa. Helsinki: Työterveyslaitos

Frilander, A. 2013. Biohakkeri parantaa itsensä, niin teet pian sinäkin. Artikkelit Nyt.fi

sivustolla. Viitattu 26.4.2015. <http://nyt.fi/a1305753825865>

Furlan, R., Guzzetti, S., Crivellaro, W. 1990. Continuous 24-hour assessment of the neural regulation of systemic arterial pressure and RR variabilities in ambulant subjects. *Circulation* 81, 2, 537 - 547.

Guyton, A. C. & Hall J. E. 2006. Text book of Medical Physiology. 11. painos. Pennsylvania: W.B. Saunders Company.

Hydrogel Electrodes n.d. Covidien: ECG Electrodes. Viitattu 27.9.2014.
<http://anmar.tychy.pl/wp-content/uploads/2014/12/elektrody.pdf>

Hynynen, E. 2011. Heart rate variability in chronic and acute stress. Väitöskirja. Jyväskylän yliopisto. Liikunta- ja terveystieteiden tiedekunta.

Korhonen, I. & Parak, J. n.d. Accuracy of Firstbeat Bodyguard 2 beat-to-beat heart rate monitor. Tutkimus. Tampere: Tampere University of Technology. Viitattu 16.10.2014.
http://www.firstbeat.com/userData/firstbeat/tiedostolataukset/white_paper_bodyguard2_final.pdf

Laitio, T., Scheinin, H., Kuusela, T., Mäenpää, M. & Jalonen, J. 2001. Mitä sydämen sykevaihtelu kertoo? *Finnanest* 34, 3, 249 - 255.

Lewis, M.J. 2005. Heart rate Variability: A tool asses cardiac autonomic function. *Computers, Informatics Nursing*. 6. painos. Baltimore: Williams & Wilkins.

Malik, M., Bigger, J. T., Camm, A. J., Kleiger, R. E., Malliani, A., Moss, A. J. & Schwartz P. J. 1996. Heart Rate Variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Tutkimus. Department of Cardiological Sciences, St George's Hospital Medical School, London. Viitattu 26.2.2015.
<http://circ.ahajournals.org/content/93/5/1043.full>

McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L. 1996. Exercise physiology: energy, nutrition and human performance. 4. painos. Baltimore: Williams & Wilkins.

Pagani, M., Lombardi, F., Guzzetti, S., Rimoldi, O., Furlan, R., Pizzinelli, P., Sandrone. 1986. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. Tutkimus. Institute of Cardiovascular research, University of Milano. Viitattu 16.2.2015.
<http://circres.ahajournals.org/content/59/2/178.long>

Quantified Self Companies in Finland n.d. Viitattu 26.4.2015.
<http://quantifiedself.fi/companies/>

Saalisti, S., Seppänen, M. & Kuusela, A. 2004. Artefact correction for heart beat interval data. Tutkimus. Firstbeat Technologies Ltd. Jyväskylä.

Sovijärvi, A., Ahonen, A., Hartiala, J., Länsimies, E., Savolainen, S., Turjanmaa, V. & Vanninen, E. 2003. Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Hämeenlinna: Karisto Oy.

Stress and recovery analysis method based on 24-hour heart rate variability. 2014. White paper: Firstbeat Technologies Oy. Viitattu 30.9.2014.
http://www.firstbeat.fi/userData/firstbeat/research-publications/Stress-and-recovery_white-paper_2014.pdf

Tuomainen, P. 2005. Physical Exercise in Clinically Healthy Men and in Patients with Angiographically Documented Coronary Artery Disease with Special Reference to Cardiac and Warm-up Phenomenon. Tutkimus. Kuopio: University of Kuopio

Winsley R. 2002. Acute and chronic effects of exercise on heart rate variability in adults and children: A Review. Pediatric Exercise Science 14, 328 - 344.

LIITTEET

Liite 1. Tyytyväisyyskysely

Vastaa kyselyyn ja voita Hyvinvointianalyysin lahjakortti (arvo 180 eur)

Haluamme kehittää Hyvinvointianalyysiä entistä miellyttävämmäksi toteuttaa. Pyydämme Teitä vastaamaan kolmeen elektrodeja ja mittalaitetta koskevaan kysymykseen ja palauttamaan kyselyn mittalaitteen yhteydessä. Kyselyyn vastanneiden ja yhteystietonsa jättäneiden kesken arvomme Firstbeat Hyvinvointianalyysiin lahjakortin, jonka voit käyttää itsellesi tai antaa lahjaksi. Arvonta tapahtuu 30.8.2014. Voittajalle ilmoitamme henkilökohtaisesti.

Kyllä Ei

1. Pysyivätkö elektrodit mittauksen aikana paikoillaan? ☐ ☐

Jos eivät, missä tilanteessa elektrodit irtosivat (esim. hikoillessa tai nukkuessa)?

2. Irtosiko mittalaite neppareista? ☐ ☐

Jos irtosi, missä tilanteessa?

3. Aiheuttivatko elektrodit ihoärsytystä? ☐ ☐

Antamalla yhteystietosi, osallistut arvontaan:

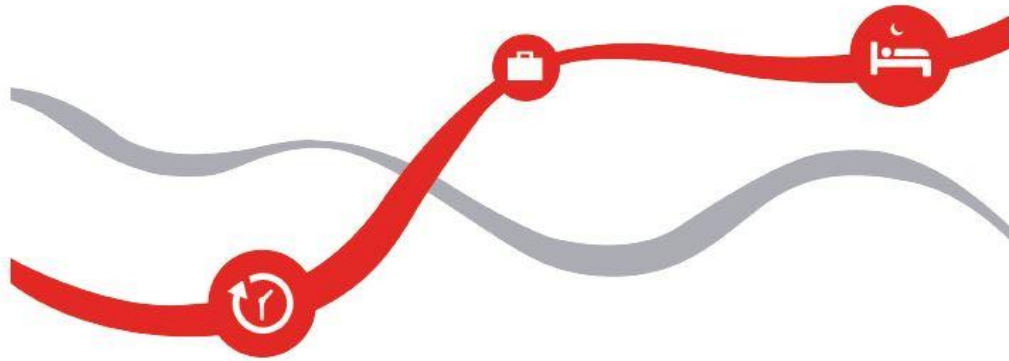
Nimi:

Puhelinnumero:

Kiitos osallistumisesta kyselyyn ja onnea arvontaan!



Liite 2. Hyvinvointianalyysi Mikko Lensu



Hyvinvointianalyysi

Mikko Lensu

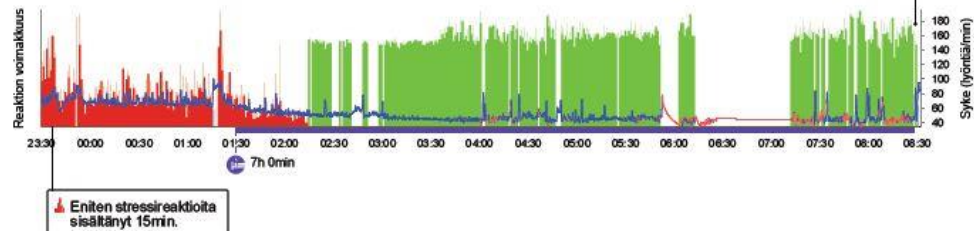
HYVINVOINTIANALYYSI

Henkilö: Mikko Lensu				Mittaus:	
Ikä	26	Aktiivisuusluokka	7.0 (Hyvä)	Alkamisaika	su 18.01.2015 23:29
Pituus (cm)	176	Leposyke	35	Kesto	9h 3min
Paino (kg)	85	Maksimisyke	194	Syke (alain/keskiarvo/korkein)	41 / 52 / 97
Painoindeksi	27.4				

Stressireaktiot Palautuminen Liikunta Arkiaktiivisuus Syke Puuttuva syketieta 19%

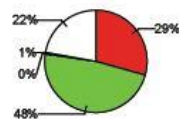
! Päivänäkainen palautuminen puuttui.

Unijakso oli riittävän pitkä ja palautuminen oli hyvää.



STRESSI JA PALAUTUMINEN

- Stressireaktiot (2h 39min)
- Palautuminen (4h 21min)
- Liikunta (0min)
- Arkiaktiivisuus (3min)
- Muu tila (2h 0min)



Stressireaktioiden osuus:

Normaalia suurempi	Normaali	Normaalia pienempi
> 60%	40 - 60%	< 40%

Palautumisen osuus:

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
< 20%	20 - 29%	≥ 30%

TYÖ

Työjaksoa ei ole merkitty

UNI

Itse raportoitu unenlaatu:

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
< 5,5h	5,5h - 7h	≥ 7h

Unijakson pituus:

7h 0min

Palautumisen osuus unijaksosta:

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
< 50%	50 - 74%	≥ 75%

Palautumisen laatu (sykeväilvaihtelu, RMSSD):

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
0 - 24 ms	25 - 52 ms	≥ 52 ms

LIIKUNTA

Liikunnan kokonaiskesto oli 0min, josta kuntoa kehittävää liikuntaa oli 0min.

Liikuntapisteet: 0/100

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
0 - 29	30 - 59	60 - 100

ENERGIANKULUTUS

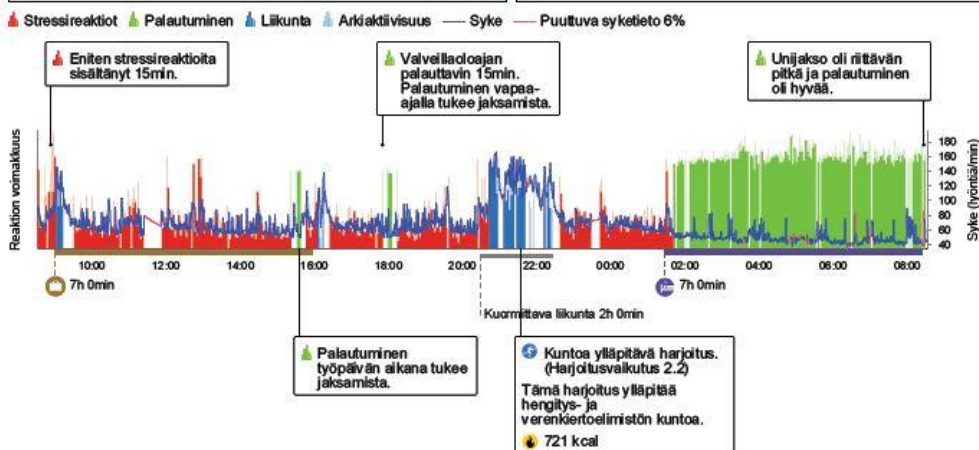
Energiankulutus yhteensä:

815 kcal

- Liikunta 0 kcal
- Muu kulutus 815 kcal
- Arkiaktiivisuus 0 kcal

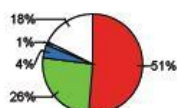
HYVINVOINTIANALYYSI

Henkilö: Mikko Lensu				Mittaus:	
Ikä	26	Aktiivisuusluokka	7.0 (Hyvä)	Alkamisaika	ma 19.01.2015 08:32
Pituus (cm)	176	Leposyke	35	Kesto	24h 1min
Paino (kg)	85	Maksimisyke	194	Syke (alain/keskiarvo/korkein)	39 / 64 / 166
Painoindeksi	27.4				



STRESSI JA PALAUTUMINEN

- Stressireaktiot (12h 19min)
- Palautuminen (6h 10min)
- Liikunta (1h 1min)
- Arkiaktiivisuus (15min)
- Muu tila (4h 15min)



Stressireaktioiden osuus:

Normaalia suurempi	Normaali	Normaalia pienempi
> 60%	40 - 60%	< 40%

Palautumisen osuus:

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
< 20%	20 - 21%	≥ 30%

TYÖ

Työjakson pituus: 7h 0min

Palautumisen määrä työjakson aikana: 4min

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
< 10 min	10 - 29 min	≥ 30 min

UNI

Itse raportoitu unenlaatu:

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
< 5,5h	5,5h - 7h	≥ 7h

Unijakson pituus: 7h 0min

Palautumisen osuus unijaksosta:

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
< 50%	50 - 74%	≥ 75%

Palautumisen laatu (sykeväilvaihtelu, RMSSD):

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
0 - 24 ms	25 - 52 ms	≥ 52 ms

LIIKUNTA

Liikunnan kokonaiskesto oli 1h 1min, josta kuntoa kehittävää liikuntaa oli 21min.

Liikuntapisteet: 82/100

Heikko	Kohtalainen	Hyvä
0 - 29	30 - 59	60 - 100

ENERGIANKULUTUS

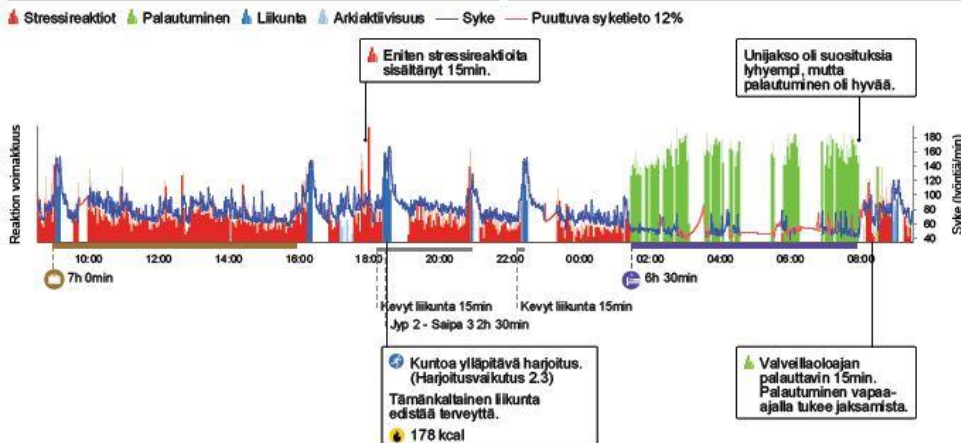
Energiankulutus yhteensä:

2897 kcal

Liikunta 636 kcal	Muu kulutus 2077 kcal
Arkiaktiivisuus 183 kcal	

HYVINVOINTIANALYYSI

Henkilö: Mikko Lensu				Mittaus:	
Ikä	26	Aktiivisuusluokka	7.0 (Hyvä)	Alkamisaika	ti 20.01.2015 08:32
Pituus (cm)	176	Leposyke	35	Kesto	24h 56min
Paino (kg)	85	Maksimisyke	194	Syke (alain/keskiarvo/korkein)	41 / 71 / 168
Painoindeksi	27.4			Lisätietoja: 🍷 Alkoholia 1 annos	



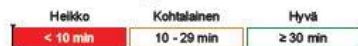
STRESSI JA PALAUTUMINEN



TYÖ

Työjakson pituus: 7h 0min

Palautumisen määrä työjakson aikana: 0min



UNI

Itse raportoitu unenlaatu: 😊

Unijakson pituus: 6h 30min



Palautumisen osuus unijaksosta: 75%



Palautumisen laatu (sykevälivaihtelu, RMSSD): 106 ms



LIIKUNTA

Liikunnan kokonaiskesto oli 55min, josta kuntoa kehittävää liikuntaa oli 29min.

Liikuntapisteet: 75/100



ENERGIANKULUTUS

Energiankulutus yhteensä:

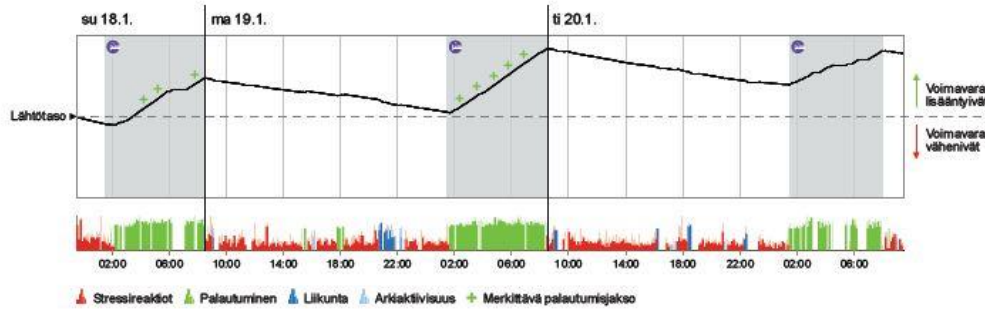
3303 kcal



HYVINVOINTIANALYYSIN YHTEEENVETO

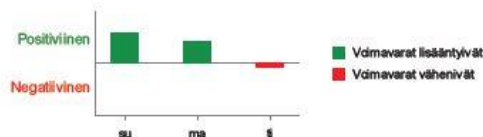
Henkilö: Mikko Lensu				Kartoitus: 18.01.2015 - 20.01.2015
Ikä	26	Aktiivisuusluokka	7.0 (Hyvä)	Lisätietoja:
Pituus (cm)	176	Leposyke	35	Alkoholii: ti 20.1. (1 annos)
Paino (kg)	85	Maksimisyke	194	Puuttuva sykettiö: su 18.1. (19%)
Painoindeksi	27.4			

VOIMAVARAT

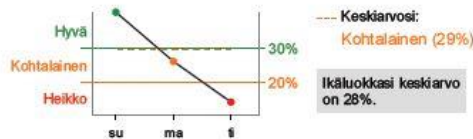


STRESSI JA PALAUTUMINEN

STRESSIN JA PALAUTUMISEN TASAPAINO:

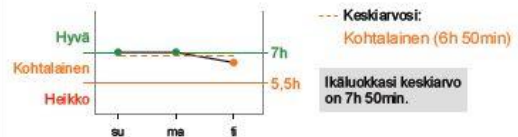


PALAUTUMISEN OSUUS:

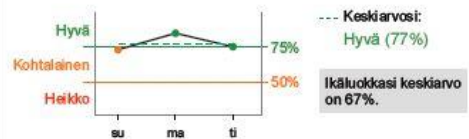


UNI

UNIJAISON PITUUS:

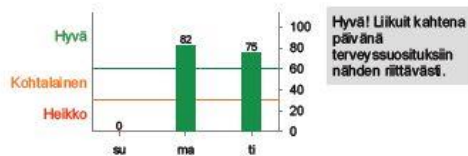


PALAUTUMISEN OSUUS UNIJAISOSTA:



LIIKUNTA

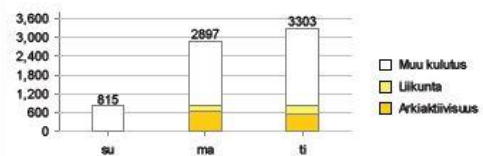
LIIKUNTAPISTEET:




Mittaukseen ei sisällynyt harjoitusvaikutuksellaan kuntoa kehittäviä harjoituksia.

ENERGIANKULUTUS

ENERGIANKULUTUS (kcal):



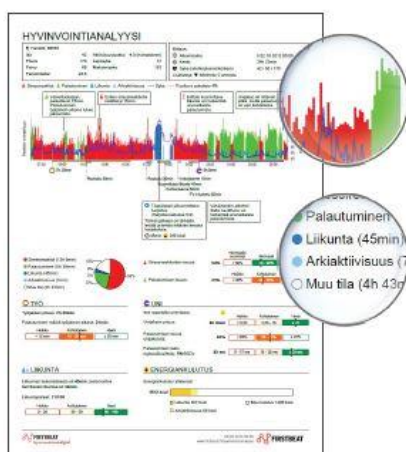
MITÄ HYVINVOINTIANALYYSI KERTOO?



Hyvinvointianalyysi auttaa sinua hallitsemaan stressiä, palautumaan paremmin ja liikkumaan oikein. Hyvinvointianalyysi perustuu sydämen sykeväli vaihtelun analyysiin.

Hyvinvointianalyysi auttaa ymmärtämään, kuinka voit päivittäisillä valinnoillasi vaikuttaa omaan terveyteesi ja hyvinvointiisi. Sykevälimittauksen avulla saat tarkkaa tietoa mm. kehosi **stressireaktioista**, **palautumisesta** ja **liikunnan vaikutuksista**.

Tavoitteena on ymmärtää **tasapaino työn ja vapaa-ajan sekä kuormituksen ja levon välillä**. Olenasta ei ole täydellinen stressin puuttuminen, vaan riittävä palautuminen ja sopivan elämänrytmin löytäminen.



STRESSIREAKTIO tarkoittaa vireystilan nousua elimistössä. Reaktio voi olla positiivinen tai negatiivinen. Keskimäärin stressireaktioita on 47% vuorokaudessa*.

PALAUTUMINEN tarkoittaa elimistön rauhoittumista. Tärkeitä palautumisjaksoja ovat yöuni, tauot ja rauhoittavat hetket päivän aikana. Keskimäärin palautumista on 25% vuorokaudessa*.

ARKIAKTIIVISUUS tarkoittaa matalatehoista fyysistä kuormitusta, jonka teho on 20-30% maksimaalisesta suorituskyvystä.

LIIKUNTA tarkoittaa kohtalaista fyysistä kuormitusta, jossa teho nousee yli 30% maksimaalisesta suorituskyvystä.

Kuntoa kehittävä liikunta on kovatehoista fyysistä kuormitusta, jossa teho nousee yli 50% maksimaalisesta suorituskyvystä.

MUU TILA on tyypillisesti liikunnasta palautumista, lyhyitä heräilyjä unijakson aikana tai puuttuvaa syketietoa.



Harjoitusvaikutus kertoo yksittäisen liikuntasuorituksen vaikutuksen kunnon kehittymiseen. Harjoitusvaikutuksen asteikko on 1-5 (kts. oikealla).

5.0	Tilapäisesti ylikuormittava
4.0 - 4.9	Erittäin kehittävä
3.0 - 3.9	Kehittävä
2.0 - 2.9	Kuntoa ylläpitävä
1.0 - 1.9	Palauttava



Liikuntapistteet summaavat liikunnan vaikutukset terveyteen päivän ajalta. Pisteet kertyvät keston ja tehon perusteella siten, että matalatehoista liikuntaa vaaditaan ajallisesti enemmän kuin kovatehoista. Hyvän tuloksen (60 p.) saavuttaaksesi sinun tulisi liikkua esimerkiksi 30min reippaasti. Keskimäärin liikuntapistteet ovat 48 pistettä vuorokaudessa*.



Unijakson pituus tarkoittaa päiväkirjaan merkittyä jaksoa nukkumaanmenosta heräämiseen. Keskimäärin palautumista unijaksosta on 60%*.

Palautumisen laatu perustuu sykeväli vaihtelun analyysiin. Matala arvo viittaa heikkoon palautumiseen, korkeampi arvo parempaan palautumiseen. Ikä vaikuttaa sykeväli vaihteluun ja sen vaikutus on huomioitu viitearvoissa. Unenaikaista palautumista heikentävät erilaiset kuormitustekijät, kuten stressi, univaje, sairaudet, päihteet, heikko fyysinen kunto ja ylipaino.

Hyvä yöuni koostuu ajallisesti riittävän pitkästä ja laadullisesti palauttavasta unijaksosta.

TAVOITTEET

Valitse henkilökohtaiset tavoitteet, joiden avulla pyrit edistämään hyvinvointiasi.

Työ

- ☐ Pidän kiinni tauoistani enkä hoida työasioita samaan aikaan.
- ☐ Muistan syödä ja juoda säännöllisesti, myös kiireen keskellä.
- ☐ Muokkaan aikatauluni / kalenterini realistiseksi, ja jätän tilaa myös aikataulujen venymiselle.
- ☐ Rytmittän työtehtäviä päivän aikana (helpot vs. haastavat)
- ☐ Pidän kiinni vapaa-ajastani: asetan itselleni takarajan, jolloin lähdän töistä kotiin.
- ☐ Töistä lähdettyäni pyrin irrottamaan ajatukseni työasioista itseäni miellyttävillä asioilla.

Vapaa-aika

- ☐ Pyrin palautumaan säännöllisesti hyväksi havaitsemallani tavalla (esimerkiksi rentoutushetki, TV:n katselu, lukeminen).
- ☐ Etsin itselleni sopivan keinon irrottautua arjen kiireestä.
- ☐ Opettelen sanomaan "Ei".
- ☐ Pidän kiinni omista harrastuksistani, sillä mukavat elämykset edistävät hyvinvointiani.
- ☐ Lisään arki liikunnan määrää, esimerkiksi valitsen portaat hissin sijaan ja pyrin kävelemään lyhyet välimatkat.
- ☐ Pidän kiinni säännöllisestä ateriatytmästä (2-3 ateriaa + 1-3 välipalaa).
- ☐ Kiinnitän huomiota ravinnon laatuun; vältän runsaasti rasvaa, sokeria ja suolaa sisältäviä tuotteita.
- ☐ Vähennän alkoholin käyttöä.
- ☐ Lopetan tupakanpolton / nuuskankäytön.
- ☐ Pyrin harrastamaan liikuntaa vähintään ____ kertaa viikossa.
- ☐ Pudotan painoani ____ kiloa.

Yö ja nukkuminen

- ☐ Vältän kovatehoista fyysistä liikuntaa myöhään illalla.
- ☐ Vältän raskaita aterioita juuri ennen nukkumaanmenoa.
- ☐ En tee stressaavia asioita ennen nukkumaanmenoa (esimerkiksi työt / sähköpostit).
- ☐ Pyrin käymään ajoissa nukkumaan, jotta ehdin nukkua riittävästi (n. 7-8 h).
- ☐ Hyödynnän unen saamisessa hyväksi havaitsemiäni keinoja rentoutua (esim. lukeminen, musiikin kuuntelu, rauhallinen venyttely)

Omat tavoitteet

Tarjoaja:

Hyvinvointianalyysi (v 6.2.0)
21.01.2015 09:45
Lisätietoa: www.firstbeat.fi/hyvinvointianalyysi

Analysoija:



HUOMIOT

Tarjoaja:

Hyvinvointianalyysi (v 6.2.0)
21.01.2015 09:45
Lisätietoa: www.firstbeat.fi/hyvinvointianalyysi

Analizoīja:	
-------------	--

