

Elektrodin vaikutus sykevälimittauksen tulokseen

Samu Toikkanen

Opinnäytetyö
Syyskuu 2014

Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) TOIKKANEN, Samu	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 29.09.2014
	Sivumäärä 53	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: (x)
Työn nimi ELEKTRODIN VAIKUTUS SYKEVÄLIMITTAUKSEN TULOKSEEN		
Koulutusohjelma Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) NIEMINEN, Tomi SIISTONEN, Matti		
Toimeksiantaja(t) Firstbeat Technologies Oy TUOMINEN, Satu		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Firstbeat Technologies Oy. Opinnäytetyön tehtävänä oli selvittää Firstbeatin Hyvinvointianalyysin mittalaitteessa käytettävien kolmen eri elektrodin virhealttius. Tavoitteena oli saada selville mittaustarkkuus, käyttäytyvyys ja paikallaanpysyvyys huomioiden, mikä elektrodi sopisi parhaiten käytettäväksi mittauksissa jatkossa.</p> <p>Hyvinvointianalyysi on yksi Firstbeat Technologies Oy:n tärkeimmistä tuotteista ja sitä on toteutettu jo yli 100 000 kertaa kymmenessä eri maassa. Hyvinvointianalyysi on kokonaisvaltainen työkalu henkilöstön hyvinvoinnin seuraamiseen ja työssäjaksamisen tukemiseen. Siitä saa arvokasta tietoa stressinhallintaan, palautumisen ja unen laatuun sekä fyysisen kunnan parantamiseen.</p> <p>Työn teoriaosuudessa esitellään yrityksen toiminta, Hyvinvointianalyysi, ihmisen fysiologia liittyen kyseiseen mittausteknologiaan ja asiakastytyvyisyyden peruspiirteet.</p> <p>Tutkimuksen mittauksia varten rekrytoitiin 21 henkilöä, joista kukin suoritti kolme kolmen vuorokauden mittaista mittausjaksoa kussakin yhtä yrityksen kolmesta eri elektrodista käyttäen. Mittaukset aloitettiin huhtikuussa 2014 ja saatiin valmiiksi heinäkuussa 2014. Tuloksia analysoitiin ja täytettiin taulukko-ohjelmaa sitä mukaan kun mittaukset edistyivät.</p> <p>Työn tuloksena syntyi toimenpidesuositus tulevia Hyvinvointianalyyseja ja muita Bodyguard 2 –laitteella tehtyjä mittauksia varten sekä jatkotutkimussuositus tutkimustulosten tarkentamiseksi.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Asiakastytyvyisyys, Hyvinvointianalyysi, sykevälivaihtelu, terveysteknologia, työhyvinvointi, työssäjaksaminen		
Muut tiedot		



Author(s) TOIKKANEN, Samu	Type of publication Bachelor's thesis	Date 29.09.2014
	Number of pages 53	Language of publication Finnish
		Permission for web publication: (x)
Title of publication ELECTRODE'S EFFECT TO RESULTS OF HEART RATE VARIABILITY MEASUREMENT		
Degree programme Wellness engineering		
Tutor(s) NIEMINEN, Tomi SIISTONEN, Matti		
Assigned by Firstbeat Technologies Oy TUOMINEN, Satu		
Abstract <p>The thesis was assigned by Firstbeat Technologies Oy. The task of the thesis was to find out error susceptibility of three different electrodes of the Firstbeat Lifestyle Assessment Analysis. The aim was to find out the measurement accuracy, user satisfaction level and stationary persistence. The goal was to find out which electrode is the most suitable to be used in surveys in the future.</p> <p>Lifestyle Assessment Analysis is one of the main products of the Firstbeat Technologies Oy and it has been implemented over 100 000 times in ten different countries. Lifestyle Assessment Analysis is a comprehensive tool for monitoring wellness of human resources and for helping to cope at work. It provides valuable information for stress management, quality of the recovery and sleep, as well as improving physical condition.</p> <p>The company's service, Lifestyle Assessment Analysis, basics of customer satisfaction and human physiology in related to this measurement technology will be presented in theory.</p> <p>21 persons were recruited for the measurements used in the thesis. Every person participated in three measurement periods and every measurement period lasted three days. In every measurement period a different type of electrode was used. The test subjects wore measurement device both day and night. Measurements of the research were started in May 2014 and were completed in July 2014. Results were analyzed and filled in the excel-table according to the measurements progressing.</p> <p>The result of the thesis was a recommended plan for future of Lifestyle Assessment Analysis's and for other measurements with Bodyguard 2 –device. Also a recommendation for further research to refine the research was given.</p>		
Keywords/tags (subjects) Customer satisfaction, coping at work, health technology, heart rate variability, Lifestyle Assessment Analysis, welfare analysis, work well-being,		
Miscellaneous		

Sisältö

1 Johdanto	4
2 Firstbeat Technologies Oy	5
2.1 Yrityksestä.....	5
2.2 Hyvinvointianalyysi	6
2.3 Hyvinvointianalyysin laitteisto.....	6
2.3.1 Bodyguard 2	7
2.3.2 Firstbeat Sports –ohjelmisto.....	7
2.3.3 Elektrodit.....	8
3 Ihmisen fysiologia	8
3.1 Autonominen hermosto	8
3.2 Sykevälivaihtelu	9
3.3 Sykevälivaihteluun vaikuttavat tekijät.....	10
3.4 Autonomisen hermoston toiminta liikuntasuorituksessa	11
3.5 Sykevälivaihtelun mittaaminen ja analysointi	13
3.5.1 Alikenttäanalyysi	13
3.5.2 Taajuuskenttäanalyysi.....	14
4 Asiakastyytyväisyys	14
4.1 Asiakastyytyväisyyden merkitys yrityksille	14
4.2 Asiakastyytyväisyyskyselyn laatiminen.....	17
5 Tilastolliset menetelmät kvantitatiivisessa tutkimuksessa	18
5.1 Tilastolliset menetelmät tässä tutkimuksessa.....	18
5.2 Tutkimusjoukon määrittäminen	20
6 Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimusongelmat	21

7 Tutkimusmenetelmät	22
7.1 Suunnittelu ja toteutus.....	22
7.2 Sykevälimittaukset.....	23
7.3 Tyytyväisyyskysely	24
7.4 Koehenkilöt.....	24
8 Tutkimuksen tulokset ja virhelähteet	26
8.1 Ambu.....	26
8.2 Arbo	27
8.3 Fiab	28
8.4 Miehet vs. naiset	28
8.5 Virheiden tarkastelu	29
8.5.1 Käyttäjän aiheuttamat virheet.....	30
8.5.2 Ohjelmiston aiheuttamat virheet	30
8.5.3 Elektrodin aiheuttamat virheet	31
9 Pohdinta	32
9.1 Opinnäytetyön tarkoitus ja toteutus	32
9.2 Tutkimuksen luotettavuus.....	33
9.3 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset	35
9.4 Toimenpidesuositukset ja jatkotutkimustarpeet	37
Lähteet	39
Liitteet	41
LIITE 1. Tyytyväisyyskysely	41
LIITE 2. Loppukysely elektrodeista	42
LIITE 3. Oma saatekirje	43
LIITE 4. Yrityksen saatekirje	44
LIITE 5. Hyvinvointianalyysi	46

Kuviot

Kuvio 1. Työhyvinvointiin vaikuttavat tekijät ja siitä saatavat hyödyt.....	4
Kuvio 2. Hyvinvointianalyysin yhden vuorokauden kuvaaja.....	6
Kuvio 3. Bodyguard 2-mittalaite ja sen kiinnitystä havainnollistava kuva.....	7
Kuvio 4. Lukema osoittaa millisekunnissa ajan edellisestä sykäyksestä.....	9
Kuvio 5. Sykevälivaihtelun ja hengityksen vuorovaikutus.....	11
Kuvio 6. Parasympaattisen ja sympaattisen hermoston toiminta liikuntasuorituksessa	12
Kuvio 7. Laadun ja asiakastyytyväisyyden kokeminen.....	16
Kuvio 8. Odotusten ja kokemusten muodostama tyytyväisyys	16
Kuvio 9. Asiakastyytyväisyyskyselyn kehittäminen.....	17
Kuvio 10. Virheprosenttien jakautuminen kaikissa mittauksissa yhteensä.....	29

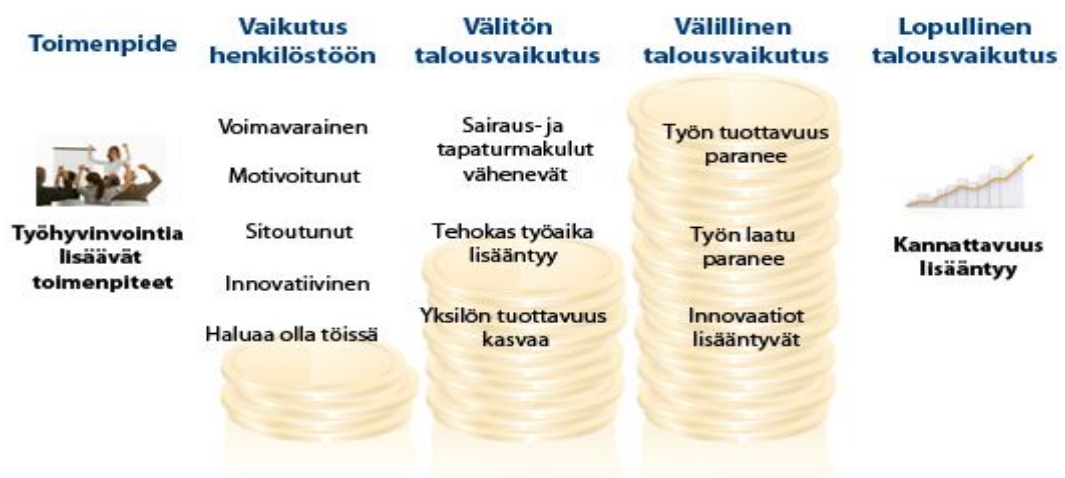
Taulukot

Taulukko 1. Koehenkilöiden aktiivisuus ja sykearvot.....	25
Taulukko 2. Elektrodien virheprosentit ennen ja jälkeen virheenkorjauksen	26
Taulukko 3. Elektrodien ominaisuuksien keskiarvopisteet, paremmuusjärjestys ja paremmuusjärjestysten sijoitusten kappalemäärä	27
Taulukko 4. Virheprosentit miehet ja naiset.....	29
Taulukko 5. Elektrodien ja nepparien irtoaminen Bodyguard 2 -laitteesta.....	32

1 Johdanto

Työhyvinvointi koostuu työn turvallisuudesta, terveellisyydestä ja mielekkyydestä sekä siitä kuinka ihminen kokee nämä asiat. Työhyvinvointia voi parantaa hyvällä ja motivoivalla johtamisella, yleisen työilmapiirin kehittämällä sekä ammattitaidon kehittämällä. Työhyvinvointi on suurena tekijänä puhuttaessa työssäjaksamisesta. Työhyvinvoinnin edistäminen on sekä yrityksen että työntekijän vastuulla. Työnantajan tulee kohdella työntekijöitä tasavertaisesti ja huolehtia työympäristön turvallisuudesta. Työntekijän vastuulla on huolehtia omasta työkyvystä ja ammatillisen osaamisen ylläpitämisestä. Tärkeitä tekijöitä hyvinvoinnin ylläpitämiseksi ovat erilaiset työkykyä ylläpitävät toiminnot sekä työterveydenhuollosta huolehtiminen. (Työhyvinvointi 2014.)

Nykyään keskustellaan paljon työhyvinvoinnista ja työssäjaksamisesta. Yritykset ovat ymmärtäneet panostaa enemmän työntekijöidensä työkykyyn, sillä ovat huomanneet tulosten sitä myötä parantuvan. Työhyvinvointi vaikuttaa yrityksen kilpailukykyyn, taloudelliseen tulokseen sekä yrityksen ihmisten kokemaan imagoon. Työhyvinvointiin sijoitetut rahat saadaan moninkertaisesti takaisin, kun työkyvyttömyyksiä ennaltaehkäistään ja työntekijät pysyvät tehokkaina. (Tuottavuus 2014.) (Ks. kuvio 1)



Kuvio 1. Työhyvinvointiin vaikuttavat tekijät ja siitä saatavat hyödyt (Tuottavuus 2014.)

Työhyvinvoinnin ja työssäjaksamisen mittaamiseen pyritään kehittää jatkuvasti lisää uusia tapoja. Opinnäytetyössäni tutkittavia elektrodeja käytetään Hyvinvointianalyysi palvelukokonaisuudessa, joka on ensisijaisesti yrityksille suunniteltu työkalu henkilökunnan hyvinvoinnin ja työssäjaksamisen tarkkailuun ja parantamiseen. Sitä voidaan hyödyntää työkykyongelmien ennaltaehkäisyyn ja niiden tunnistamiseen varhaisessa vaiheessa. Firstbeat käyttää tällä hetkellä Hyvinvointianalyysissa ja muissa Bodyguard 2 –laitteella tehdyissä mittauksissa kolmea erilaista elektrodia. Elektrodien mittatarkkuudesta ja käyttömukavuudesta toisiinsa nähden ei ole aikaisemmin tehty laajempia tutkimuksia yrityksessä, mutta tällä hetkellä heillä on menossa myös toinen vastaavanlainen tutkimus eri tutkimusasetelmalla toteutettuna.

Tehtävänä oli selvittää mitä elektrodia mittauksissa tulisi käyttää, jotta saavutettaisiin mahdollisimman suuri mittaustarkkuus ja käyttäjätyytyväisyys. Oma tavoitteeni oli ottaa mahdollisimman hyvin huomioon erilaiset käyttäjäryhmät ja perustella mitkä ovat erilaisille ryhmille sopivimmat elektrodit. Elektrodit on hyvä optimoida käyttötarkoituksen mukaiseksi, sillä niiden välillä löytyy myös kustannuksellisia eroavaisuuksia.

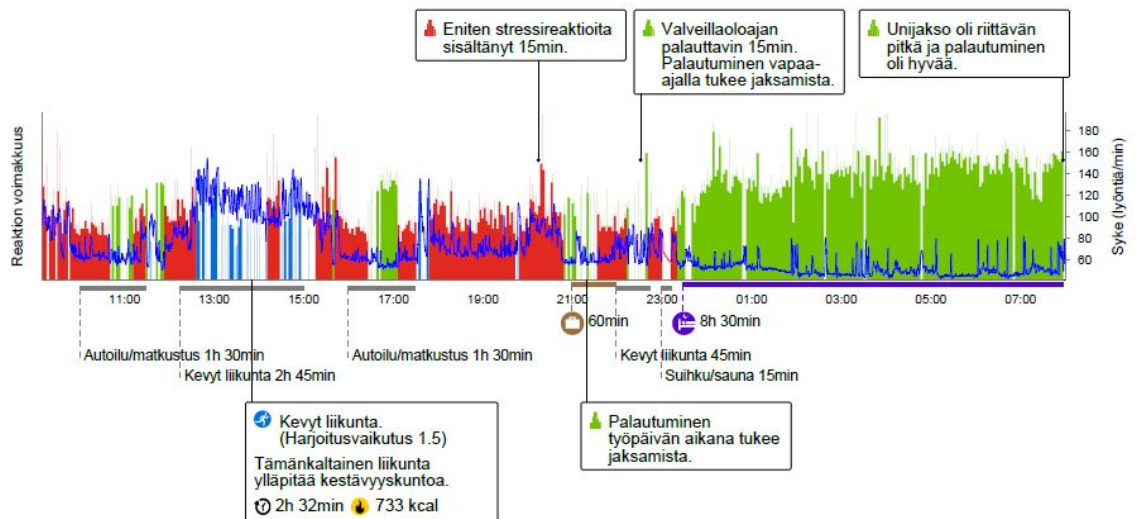
2 Firstbeat Technologies Oy

2.1 Yrityksestä

Firstbeat on vuonna 2002 perustettu monitieteellinen sykeanalyysiin perehtynyt yritys. Se kehittää monipuolisesti sykereaktioihin ja sykevälivaihteluun liittyvää teknologiaa ja sovelluksia. Firstbeat kehittää edistysellistä sydämen mittaukseen perustuvaa teknologiaa kehon toimintojen analysointiin. Teknologian avulla on tarkoitus kartoittaa ja kehittää ihmisen hyvinvointia ja suorituskykyä. Se tuottaa henkilökohtaista ja tarkkaa tietoa esimerkiksi liikunnan vaikuttavuudesta, stressin hallinnasta ja levon palauttavista vaikutuksista. (Yritys 2014.)

2.2 Hyvinvointianalyysi

Hyvinvointianalyysi on Firstbeatin kehittämä palvelu, jonka tarkoitus on mitata ihmisen hyvinvointia. Hyvinvointianalyysin tulokset perustuvat syke- ja sykevälimittaukseen. Se on kokonaisvaltainen työkalu stressin, liikunnan kuormittavuuden, unen laadun, työn kuormittavuuden ja palautumisen mittaamiseen. Hyvinvointianalyysi koostuu kolmen vuorokauden mittausjaksosta, datan analysoinnista, palautteenantotilaisuudesta sekä toimenpidesuosituksista. (Työ ja hyvinvointi 2014.) Hyvinvointianalyysin raportista (ks. kuvio 2) saadaan tärkeää tietoa henkilön hyvinvointiin liittyen. Kuvaajasta nähdään suoraan stressin, liikunnan sekä palautumisen sijoittuminen vuorokauden eri ajoille. Kuvaajassa näkyy myös omat päiväkirjamerkinnot ja sykekäyrä sekä huomioita siihen, unenlaatuun, palautumiseen ja stressiin liittyen.



Kuvio 2. Hyvinvointianalyysin yhden vuorokauden kuvaaja (Firstbeat Hyvinvointianalyysi: Samu Toikkanen 2014, 3.)

2.3 Hyvinvointianalyysin laitteisto

Firstbeat tarjoaa ohjelmistoja ja laitteita sykeanalyysia sekä kehon toiminnan seuraamista varten. Seuraavassa esittelen tässä tutkimustyössä käyttämiäni Bodyguard 2-laitetta, Firstbeat SPORTS-ohjelmistoa sekä käytettyjä elektrodeja.

2.3.1 Bodyguard 2

Bodyguard 2 on sykevälitiedon mittaamiseen kehitetty laite. Se on suunniteltu ympärivuorokautiseen käyttöön, ja sitä voi käyttää nukkuessa, työskennellessä, vapaa-ajalla ja urheillessa. Laite kiinnitetään kehoon kahdella mittauselektrodilla, joissa on liimapinta kiinnittämistä varten. (Työkalut hyvinvoinnin ammattilaiselle 2014.) Mittaustarkkuus laitteella on 1000 Hz eli 1 millisekunti, ja se on IP52-suojattu. Bodyguard 2 –laite ei kestä kastelua, joten se tulee ottaa irti esimerkiksi suihkun ja uimisen ajaksi. (Firstbeat Bodyguard 2, 2014.) Toinen elektrodi kiinnitetään oikean solislun alle ja toinen alimman vasemman kylkiluun päälle (ks. kuvio 3).



Kuvio 3. Bodyguard 2-mittalaite ja sen kiinnitystä havainnollistava kuva (Työkalut hyvinvoinnin ammattilaiselle 2014.)

2.3.2 Firstbeat Sports -ohjelmisto

Firstbeat Sports on kehitetty ammattilaisvalmentajien työkaluksi. Ohjelmisto antaa sekä reaaliaikaista että jälkikäteen analysoitavaa tietoa harjoituksen kuormituksesta ja palautumisesta. Sports toimii työkaluna sekä yksilö- että joukkueurheilun. Ohjelmistolla voi analysoida esimerkiksi sykettä, sykevälivaihtelua, VO2max-arvoja sekä epoc-piikkejä. (Firstbeat Sports 2014) Ohjelmisto tekee automaattisesti virheenkorjausta mitattuun sykekäyrään. Se pyrkii ennustamaan käyrän käyttäytymistä ja karsimaan mahdolliset laitteesta johtuvat häiriöt pois. Ohjelmistosta saa vietyä excel-tiedostoon tietoa, jota ei suoraan ohjelmiston käyttöliittymässä ilmoiteta. Tässä tut-

kimuksessa excel-tiedostoon viedään myös virheprosentin arvo ennen virheenkorjausta, jotta voidaan todeta onko tästä aiheutunut haittaa tutkimuksen luotettavuudelle.

2.3.3 Elektrodit

Firstbeatin sykevälimittauksissa on käytössä kolmen eri valmistajan elektrodeja. Käytettävät elektrodit ovat Ambu, Arbo sekä Fiab. Jokainen elektrodi koostuu elektrodipastasta, nepparista sekä taustaliuskasta, jossa liimapinta ihoon kiinnittämistä varten. Näistä Ambu on halkaisijaltaan selkeästi isokokoisin ja Fiab pienin. Arbo- ja Fiab-elektrodeissa neppari, johon mittauslaite kiinnitetään sijaitsee elektrodin keskipisteessä, mutta Ambussa se sijaitsee lähempänä elektrodin ulkoreunaa.

3 Ihmisen fysiologia

3.1 Autonominen hermosto

Sympaattinen ja parasympaattinen hermosto muodostavat autonomisen hermoston. Autonominen hermosto on tahdosta riippumaton hermoston osa ja sen toiminnan säätely tapahtuu selkäytimessä, aivorungossa ja hypotalamuksessa. Sen toiminta perustuu refleksikaareen, mikä tarkoittaa tapahtumaa, jossa sisäelimessä sijaitseva reseptori lähettää signaalin keskushermostoon, joka lähettää signaalin hermostoa pitkin kohde-eliimiin. Autonomisen hermoston tärkein tehtävä on säädellä sisäelimiä toimintaa, mikä on elintärkeää ihmisen toiminnan kannalta. (Guyton & Hall 2006, 748.)

Sympaattinen hermosto kiihdyttää elimistön toimintoja, ja parasympaattinen rauhoittaa niitä. Ne toimivat yhteistyössä useissa autonomisissa elintoiminnoissa. Sym-

paattinen hermosto aktivoituu enemmän fyysisen kuormituksen aikana ja parantaa näin suorituskykyä. Parasympaattinen hermosto toimii aktiivisemmin levon aikana. Siispä parasympaattisen säätelyn hallitessa sykevälivaihtelu kasvaa ja sympaattisen hallitessa sykevälivaihtelu pienenee. (Bjälle ym. 2005, 88–89.) Parasympaattisen hermoston välittäjäaineena toimii asetyylikoliini ja sympaattisen hermoston välittäjäaineena noradrenaliini (Guyton & Hall 2006, 751). Sympaattisen hermoston aktivoituminen ei vaikuta paikallisesti vain yhteen kohde-elimeen vaan se toimii enemmänkin yhtenä kokonaisuutena. Tätä vahvistaa vielä lisämunuaisytimen vereen erittämä adrenaliini. Parasympaattinen hermosto ei toimi yhtenä kokonaisuutena, vaan se vaikuttaa kohde-eliimiin yksitellen. Nämä erot johtuvat siitä, että sympaattisessa hermostossa on hermosoluja yhdistäviä ganglioita, mutta parasympaattisessa näitä ei ole. Sympaattinen hermosto aktivoituu erilaisissa stressitilanteissa, kun kehon suorituskykyä on nostettava. (Bjälle ym. 2005, 90–91.)

3.2 Sykevälivaihtelu

Perättäisten sydämenlyöntien ajan (R-R-intervallien) vaihtelua (ks. kuvio 4) kutsutaan sykevälivaihteluksi. Sykevälivaihtelu on tarkkaan säädelyä toimintaa, ja yksi tärkeimmistä säätelytekijöistä on autonominen hermosto, joka jaetaan sympaattisen ja parasympaattisen hermostoon (Laitio, Scheinin, Kuusela, Mäenpää & Jalonen 2001, 249).



Kuvio 4. Lukema osoittaa millisekunnissa ajan edellisestä sykäyksestä (Polar RS800CX Käyttöohje 2014, 56.)

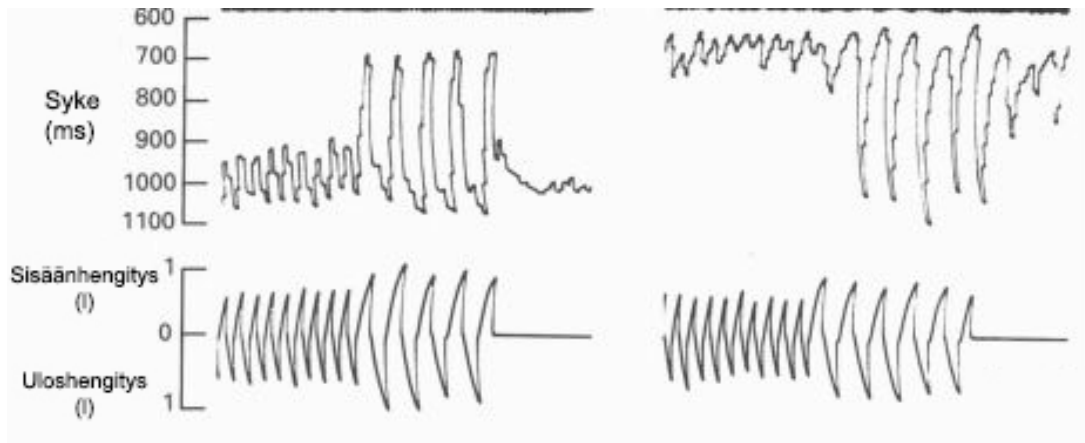
Tärkeitä sykevälivaihteluun vaikuttavia tekijöitä ovat ikä, sukupuoli, fyysinen kunto sekä terveystilanne (Hynynen 2011, 19). Sykevälivaihtelu johtuu sympaattisen ja parasympaattisen hermoston signaalien vuorovaikutuksesta, joilla keho pyrkii sopeuttamaan sykettä siihen kohdistuviin muutoksiin (Bjälle, Haug, Sand, Sjaastad & Toverud 2005, 91).

Sykevälivaihtelu sisältää runsaasti sisäänrakennettua tietoa ihmisen fysiologiasta. Suuri joukko ihmisen kehon toimintoja on suoraan tai epäsuoraan yhteydessä sydämen ja sen säätelyn toimintaan. Sydämen syke on tuskin koskaan täysin tasainen, koska elimistön sopeutuminen ympäröivään maailmaan ja sen tapahtumiin näkyy sydämen sykkeessä mikro- ja makroskooppisina reaktioina ja vaihteluina. Erilaisia kehon tapahtumien vaikutuksia sykkeeseen pystytään tunnistamaan ja erottelemaan laskennallisesti. (Sykeanalyysi 2014.)

3.3 Sykevälivaihteluun vaikuttavat tekijät

Sykevälivaihtelua ohjaa ensisijaisesti sympaattisen ja parasympaattisen hermoston tasapaino toisiinsa nähden (Laitio ym. 2001, 249). Yleensä voidaan ajatella, että mitä paremmassa aerobisessa kunnossa on, sitä suurempaa sydämen sykevälivaihtelu on. Sykevälivaihtelun suuruuteen vaikuttaa kuitenkin myös ikä, sukupuoli, perintötekijät, kehon asento, terveydentila ja vuorokaudenaika. Esimerkiksi sairaana sykevälivaihtelu on normaalia pienempää. (Hynynen 2011, 19.)

Sykkeessä ollessa korkealla sympaattisen hermoston aktivoinnista on sykevälivaihtelu pientä ja sykkeessä ollessa matalalla parasympaattisen hermoston aktivoinnista on sykevälivaihtelu suurta (Almeida, Araújo 2003, 114). Hermoston tasapainon lisäksi hengitys on tärkeä sykeä ja sykevälivaihtelua ohjaava tekijä. Sisäänhengittäessä syke hetkellisesti kasvaa ja sykevälivaihtelu pienenee ja uloshengittäessä päinvastoin (ks. kuvio 5). (Kollai & Mizsei 1990, 333.)



Kuvio 5. Sykevälivaihtelun ja hengityksen vuorovaikutus. (Kollai, Mizsei 1990, 333, muokattu.)

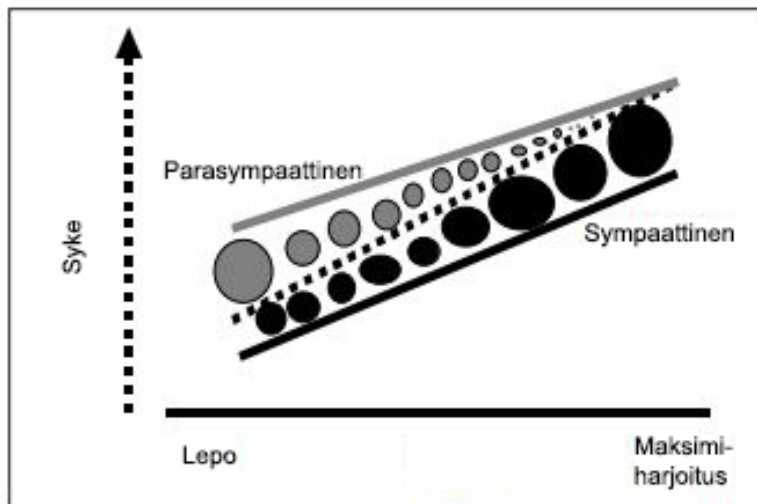
Huippu-urheilijoilla on havaittu kovan harjoitusjakson ja sitä seuraavan lepojaksen aikana jopa 40 %:n nousuja yöllisiin sykevälivaihteluarvoihin. Myös fyysisen stressin kasvaessa, esimerkiksi harjoitusmäärän kasvaessa tai työn fyysisyydestä johtuen voi yölliset sykevälivaihteluarvot olla koholla normaaliin nähden. (Hynynen 2001, 19–20)

3.4 Autonomisen hermoston toiminta liikuntasuorituksessa

Autonominen hermosto valmistuu liikuntasuoritukseen jo ennen varsinaisen liikuntasuorituksen aloittamista. Hypotalamus aktivoi sympaattisen hermoston toimintaa, jolloin syke ja verenpaine nousevat, hengitys kiihtyy ja aineenvaihdunta vilkastuu. Myös poikkijuovaisten lihasten verenkierto muuttuu, sillä sympaattinen hermosto laajentaa verisuonia ja ohjaa jo ennakkoon lisää verta lihaksille, vaikkei hapenkulutus olisi vielä noussutkaan. (Sandström & Ahonen 2011, 77.)

Liikuntasuorituksen alussa tai matalan kuormituksen liikuntasuorituksessa syke lähtee nousemaan, koska keskushermosto aktivoi parasympaattisen hermoston stimulaatiolle eston ja keskushermosto aktivoi suoraan sympaattisen hermoston sykettä nostavia hermoja. Pidemmän liikuntasuorituksen aikana syke nousee, koska pa-

rasympaattisen hermoston toimintaa estetään lisää ja sympaattinen hermosto aktivoi sykkeen nousua. (Almeida & Araújo 2003, 113–114; Sandström & Ahonen 2011, 77.) (Ks. kuvio 6).



Kuvio 6. Parasympaattisen ja sympaattisen hermoston toiminta liikuntasuorituksessa (Almeida & Araújo 2003, 114, muokattu)

Pitkäaikaisessa liikuntakuormituksessa tapahtuu vakiokuormitusta vastaava sykkeen lasku, joka liittyy parasympaattisen hermoston aktivoitumiseen. Tämä autonomisen hermoston toimintatasapainon muutos tapahtuu, koska iskutilavuudessa tapahtuu pienoinen kasvu pitkäkestoisessa liikuntasuorituksessa, joten minuuttitilavuuden säilyttämiseen ei tarvita enää aivan niin suurta lyöntitiheyttä. Fyysisen aktiivisuuden yhteydessä baroreseptorirefleksi pyrkii säätämään verenpaineen aktiivisuustasoon sopivaksi. (Sandström & Ahonen 2011, 77.)

Hermosto kerää ja analysoi nopeasti kehon ulko- ja sisäpuolelta tulevia ärsykeitä. Hermosto pyrkii sopeuttamaan kehon toimintaa kulloisellekin tilanteelle sopivaksi. Sekä voima- että kestävyys- ja nopeus- harjoittelu tehostavat hermo-lihasjärjestelmän toimintaa ja kasvattavat sen aineenvaihdunnan uudelle suorituskykyisemmälle tasolle. Liikuntasuorituksen aikana autonominen hermosto sopeuttaa kehoa rasituksen mukaan sykettä ja hengitystä tiheyttäen. (Mts. 3,7.)

Hypotalamussolut mittaavat jatkuvasti veren sokeri-, rasvahappo-, hormoni- ja vesipitoisuuksia sekä veren lämpötilaa. Muutos näissä aktivoi hypotalamuksen ja sitä kautta autonomisen hermoston toimintaa sopeuttaen lihasten aineenvaihduntaa ja verenkiertoa fyysiseen rasitukseen sopivaksi. Samalla tavalla myös hapenottotehiys lisääntyy, jotta solut saavat riittävästi happea ja niistä poistuisi riittävästi hiilidioksidia. Näitä kiihdyttäviä toimia hypotalamus ohjaa sympaattisen hermoston avulla. Palautumisvaiheessa käynnistyy parasympaattisen hermoston toiminta ja anabolisten hormonien tuotanto. (Mts. 73.)

3.5 Sykevälivaihtelun mittaaminen ja analysointi

Jo 1900-luvun alussa on pyritty tutkimaan sykevälivaihtelun ja ihmisen fysiologian välisiä yhteyksiä. Ensimmäiset yhteydet sykevälivaihtelun ja hermoston välillä havaittiin 1960-luvun taitteessa. Alkuvaiheessa sykevälivaihtelun suuruutta mitattiin lähinnä laskemalla pisimmän ja lyhimmän sydämen lyöntien välisen ajan erotus. (Bernston, Bigger, Eckberg, Grossman, Kaufmann, Malik, Nagaraja, Porges, Saul, Stone & Van der Molen 625, 629.)

Tietokoneiden kehittymisen myötä on saatu käyttöön runsaasti huomattavan tarkkoja sykevälivaihtelun mittaamenetelmiä. Aluksi käytettiin yksinkertaisia taajuuksien spektrianalyysieja, mutta tekniikan kehittymisen myötä on voitu ottaa käyttöön lukuisia matemaattisesti pidemmälle vietyjä menetelmiä. (Laitio ym. 2001, 249.)

3.5.1 Alikenttäanalyysi

Alikenttäanalyysi on yksinkertainen statistinen analyysimenetelmä R-R-intervalleista ja niiden välisistä vaihteluista. Tavallisesti R-R-intervallijaksoista lasketaan keskiarvo ja keskihajonta. Näillä mitataan parasympaattisen ja sympaattisen hermoston aiheuttamaa modulaatiota sykevälivaihtelussa. Aikakenttäanalyysit ovat melko herkkiä vir-

heille, ja mahdolliset virheenaiheuttajat täytyy ottaa tarkasti huomioon ja pyrkiä suodattamaan pois. (Laitio ym. 2001, 250; Hynynen 2001, 17.)

3.5.2 Taajuuskenttäanalyysi

Analyysi ilmaisee, kuinka tehokasta sykevälivaihtelu on eri syketaajuusalueilla. Taajuuskenttäanalyysi voidaan jakaa parametrisiin ja ei-parametrisiin metodeihin. Taajuuskenttäanalyysillä erotetaan yleensä kolme eri taajuusaluetta: todella matalataajuuksinen vaihtelu (VLF), matalataajuuksinen vaihtelu (LF) sekä korkeataajuuksinen vaihtelu (HF). (Task Force 1996, 358.) Taajuuskenttäanalyysi voidaan tehdä sekä pitkistä että lyhyistä analogisista ja digitaalisista EKG-tuloksista. Analoginen data täytyy digitalisoida tietokoneen avulla (Laitio ym. 2001, 250).

Ei-parametrisen taajuuskenttäanalyysin edut ovat algoritmin yksinkertaisuus sekä käsittelynopeus. Parametrisen taajuuskenttäanalyysin edut ovat tasaisemmat spektrin osat ja helppo jälkikäsittely jo pienillä näyteotoksilla. Useimmissa tapauksissa nämä kaksi menetelmää tuottavat vertailukelpoisia tuloksia. Ne myös jakavat saman pääongelman: oletuksen muuttumattomasta signaalista. Taajuuskenttäanalyysia voidaan siis käyttää analysointiin ja vertailuun vakaisissa olosuhteissa, mutta tilapäiset muutokset autonomiseen modulaatioon analysoitavan jakson aikana eivät ole sallittuja. (Hynynen 2011, 17.)

4 Asiakastyytyväisyys

4.1 Asiakastyytyväisyyden merkitys yrityksille

Asiakastyytyväisyyttä voidaan mitata kvantitatiivisin eli määrällisin tai kvalitatiivisin eli laadullisin tavoin. Kvantitatiivisia menetelmiä ovat esimerkiksi kirje- ja puhelinky-

selyt sekä palautelomakkeet, joissa pyritään yleensä saamaan numeerinen arvo esitettyyn kysymykseen. Kvantitatiivista kyselyä voidaan täydentää avoimilla kysymyksillä syvempää tietoa tarvittaessa. Kvalitatiivisia menetelmiä ovat haastattelut ja ryhmäkeskusteluina toteutetut asiakaspaneelit, joilla saadaan tarkempaa ja monipuolisempaa tietoa asiakkaiden arvoista. (Lecklin 2002, 120.)

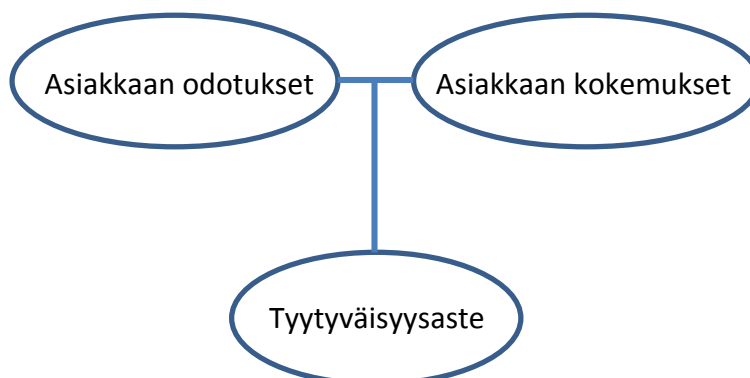
Yritykset tavoittelevat korkeaa asiakastyytyväisyyttä, koska yleensä asiakkaiden ollessa tyytyväisiä tuotteisiin ja palveluihin he pysyvät mielellään yrityksen asiakkaina. Heille on korkean tyytyväisyyden ohella ehtinyt muodostua tunneside yrityksen laadukkaaseen tuotteeseen, joten he eivät halua vaihtaa sitä mielellään kilpailevan yrityksen tarjoamaan vaihtoehtoon. Asiakastyytyväisyyden ollessa matala saattavat asiakkaat etsiä parempia ratkaisuja toisilta yrityksiltä ja näin riski asiakkaan menettämiseen kasvaa. Tyytyväisyyttä verrataankin usein mielihyvän tuntemukseksi.

Asiakastyytyväisyys koostuu kahdesta osasta, tapahtumakohtaisesta tyytyväisyydestä sekä kokonaistyytyväisyydestä. Tapahtumakohtainen tyytyväisyys tarkoittaa yksittäisen tapahtuman tyytyväisyyttä tai tyytymättömyyttä. Kokonaistyytyväisyys koostuu kaikista samaan tuotteeseen tai palveluun liittyvistä tyytyväisyyden ja tyytymättömyyden tunteiden summasta. Kokonaistyytyväisyydessä otetaan usein huomioon kokonaisvaltainen kuva palveluntarjoasta eli yrityksestä sekä sen tarjoamista tuotteista ja palvelukerroista kokonaisuudessaan (ks. kuvio 7). Tapahtumakohtainen tyytyväisyys vaikuttaa hyvin suorasti uusinta-asiointiaikeisiin, varsinkin jos kokonaistyytyväisyys on ennaltaan alhainen. (Lahtinen & Isoviita 2001, 85.)



Kuvio 7. Laadun ja asiakastyytyväisyyden kokeminen (Korpi 2004, 14.)

Tyytyväisyys-sana viittaa tyytyväisyysasteeseen (ks. kuvio 8). Tyytyväisyys koostuu asiakkaan odotusten ja kokemusten muodostamasta suhteesta. Odotustason ollessa korkea asiakkaan kokeman kokemuksen täytyy olla myös korkea, jotta tyytyväisyyden tunne muodostuu. Samantasoinen toiminta saattaa odotusarvojen ollessa liian korkeat tuottaa pettymyksen, kun taas odotusarvojen ollessa matalat se voi tuottaa suurenkin tyytyväisyyden. Voidaankin sanoa, että asiakastyytyväisyys toimii indikaattorina sille, kuinka hyvin asiakkaisiin liittyvät tavoitteet on saavutettu. (Rope & Pyykkö 2003, 347.)



Kuvio 8. Odotusten ja kokemusten muodostama tyytyväisyys (Rope & Pyykkö 2003, 347, muokattu.)

4.2 Asiakastyytyväisyyskyselyn laatiminen

Aivan aluksi täytyy määritellä asiakastyytyväisyyskyselyn käyttötarkoitus ja se, mitä tuloksia sillä halutaan saavuttaa. Tämän jälkeen täytyy perehtyä tarkasteltavaan aiheeseen ja siihen liittyvään teoriaan. Näiden pohjalta ja löydettyjen asiakaskontaktien sekä aikaisemmin saatujen palautteiden pohjalta laaditaan kyselylomakkeet, joilla pyritään saamaan vastaukset haluttuihin kysymyksiin. Tämän jälkeen lomakkeita olisi hyvä testata, ennen kuin ne laittaa isolle määrälle asiakkaita jakoon. Testaus-ten jälkeen havaitut ongelmat korjataan, ja tämän jälkeen kyselyä voi vielä tarvittaessa testata uudestaan, muutoin testaus on valmis lähetettäväksi asiakkaille. Jos asiakkailta ilmenee radikaaleja ongelmia tyytyväisyyskyselyn suhteen täytyy siihen tehdä tarvittavat muutokset, mutta muulloin se pyritään pitämään samanlaisena koko tarkasteltavan ryhmän ajan. Näin vältetään kyselyn muuttamisesta aiheutuvat erot eri tyytyväisyyskyselyihin vastanneiden kesken. (Korpi 2004, 17, 18.) (Ks. kuvio 9.)



Kuvio 9. Asiakastyytyväisyyskyselyn kehittäminen (Korpi 2004, 17.)

5 Tilastolliset menetelmät kvantitatiivisessa tutkimuksessa

Ihmisellä on luontainen ominaisuus pyrkiä ymmärtämään, mitä ympäröivässä maailmassa tapahtuu. Ihminen pyrkii ymmärtämään erilaisia ilmiöitä ja asioita sekä löytämään säännönmukaisuuksia niiden välillä. Tämä edellyttää loogisten johtopäätösten tekemistä. Tilastolliset menetelmät auttavat ihmistä etenemään havainnoista niiden ymmärtämiseen ja johtopäätösten tekemiseen. (Holopainen & Pulkkinen 2006, 11.)

Johtopäätökset tehdään tavallisesti joko deduktiivisesti tai induktiivisesti. Deduktiivisessa johtopäätösten tekemisessä edetään yleensä yleisestä tilanteesta yksittäiseen ja induktiivisessa edetään yksittäisestä tapauksesta ilmiön tai asian yleistykseen. Uudet tieteelliset otaksumat tai mallit syntyvät usein induktiivisen päättelyn tuloksena. (Mts. 12.)

Tieteessä tarkoituksena on tutkia ja systematisoida aikaisempia havaintoja ja tutkimustuloksia. Uudet teoriat, otaksumat ja mallit tulee aina testata, ennen kuin ne voidaan todeta hyväksytyksi. Tämä tapahtuu usein tilastollisten menetelmien avulla. (Mts. 12.)

5.1 Tilastolliset menetelmät tässä tutkimuksessa

Tässä osiossa esitellään kyseisessä opinnäytetyössä havaintojen ja datan tutkimiseen sekä johtopäätösten tekemiseen käytettyjä tilastollisia menetelmiä. Kaikkia menetelmiä ei kuitenkaan käytetty tällaisenaan, vaan osa laskettiin suoraan taulukkosoveluksen laskentakaavoilla.

Mediaani

Mediaani on koko valitun havaintoaineiston keskimäinen arvo. Jos havaintoarvoja on parillinen määrä valitaan jompikumpi keskimäisistä arvoista, mutta niiden olles-

sa kaukana toisistaan voidaan esittää myös niiden välinen keskiarvo tai jättää medi-
aani kokonaan esittämättä. (Holopainen & Pulkkinen 2006, 76.)

Aritmaattinen keskiarvo

Aritmaattinen keskiarvo on joukon jäsenten summa jaettuna sen jäsenten lukumäärällä. Puhuttaessa keskiarvosta tarkoitetaan usein juuri aritmaattista keskiarvoa. Sillä voidaan tutkia myös esimerkiksi useamman eri tarkkailtavan ryhmän keskiarvojen yhteistä keskiarvoa.

Aritmaattinen keskiarvo lasketaan seuraavasti:

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

n = on havaintojen lukumäärä. (Holopainen, Pulkkinen 2006, 78)

Vaihteluväli

Vaihteluväli ilmaisee havaintoaineiston kokonaishajontaa eli se ilmoittaa pienimmän ja suurimman havainnon. Vaihteluvälin pituus ilmaisee suurimman ja pienimmän havainnon välisen eron eli niiden erotuksen. Edellytyksenä vaihteluvälille on se, että havaintoarvot voidaan järjestää suuruusjärjestykseen. (Holopainen & Pulkkinen 2006, 83.)

Keskihajonta

Keskihajonta kuvaa havaintoarvojen ryhmittymistä keskiarvonsa ympärille ja sitä käytetään yleensä aritmaattisen keskiarvon yhteydessä.

Keskihajonta lasketaan seuraavasti:

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

\bar{x} = havaintojen keskiarvo

n = havaintojen lukumäärä. (Holopainen & Pulkkinen 2006, 85.)

Vinous ja huipukkuus

Vinous ja huipukkuus ilmaisevat kumpikin jakauman poikkeamaa normaalijakaumasta. Vinous ilmaisee, onko havaintoarvoja enemmän pienemmällä vai suuremmalla puolella normaalijakaumaa vai ovatko ne jakautuneet täysin symmetrisesti. Huipukkuus ilmaisee, kuinka terävä normaalijakauman keskikohta on. (Holopainen & Pulkkinen 2006, 89.)

Studentin t-jakauma ja t-testi

Studentin t-jakauma ja t-testi ovat välineitä tilastollisten todennäköisyyspäätelmien tekemiseen. T-testi on erittäin suosittu, koska sitä voidaan käyttää myös pienillä otoksilla. Testi soveltuu periaatteessa vain normaalijakaumaa noudattavan otoksen analysointiin, mutta sitä on mahdollista soveltaa myös hieman vinoihin jakaumiin. Testissä saadaan todennäköisyyden p-arvo joko yksi- tai kaksisuuntaisena tarkoituksen mukaan. Kaksisuuntaiseen p-arvoon sisältyy oletuksesta molempiin suuntiin olevat arvot, mutta yksisuuntaiseen vain toiseen suuntaan olevat. (Studentin t-jakauma ja t-testi 2014.)

5.2 Tutkimusjoukon määrittäminen

Jokaisen tutkimuksen alussa on määriteltävä tutkittava joukko. Tätä ryhmää kutsutaan nimellä perusjoukko. Perusjoukko muodostuu tutkimusyksiköistä, joita kutsutaan tilastollisissa tutkimuksissa tilastoyksiköiksi. Tilastoyksiköihin liitetään mittamalla saadut arvot. (Holopainen & Pulkkinen 2006, 12.)

Tutkimukseen on hyvä valita käytettävä mitta-asteikko tulosten tarkastelua varten. Luokitteluasteikkoa käytettäessä tilastoyksiköt jaetaan valittuihin luokkiin ja tarkastellaan tuloksia luokittain. Tästä selviää vain, mihin luokitteluryhmään mikäkin tilastoyksikkö kuuluu, eikä tämän avulla voi suorittaa laskutoimituksia. Järjestysasteikolla tilastoyksiköt jaetaan järjestyksellisesti oman luokkansa mukaan, esimerkiksi mielipidemittaukset tai juoksukilpailun tulokset. Välimatka-asteikkoa käytettäessä pystytään mittaamaan yksittäisten havaintoarvojen ero. Esimerkiksi lämpötilat voidaan asettaa numeroarvoilla välimatka-asteikolle ja laskea niiden välisiä eroja. Suhdeasteikolla on absoluuttinen nollapiste ja niiden havaintoarvojen välillä voi laskea kaikenlaisia laskutoimituksia. (Mts. 13.)

Mitta-asteikkoa valittaessa täytyy tunnistaa ensin mitattavat tilastoyksiköt ja niiden laatu. Kvalitatiivisia muuttujia tutkiessa käytetään usein luokittelu- ja järjestysasteikkoa. Kvantitatiivisia muuttujia tutkiessa on suotuisaa käyttää välimatka- ja suhdeasteikkoa. Validiteetti ilmaisee, kuinka hyvin on onnistuttu mittaamaan juuri sitä, mitä oli tarkoitus mitata. (Mts. 14.)

6 Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää Firstbeatin Bodyguard 2 –laitteessa käytämien kertakäyttöisten elektrodien tarkkuutta ja pyrkiä löytämään optimaalisen vaihtoehto kolmesta eri käytetystä elektrodista mittaustarkkuuden, luotettavuuden, käyttäjäystävällisyyden ja kiinnipysyvyyden suhteen. Tavoitteena oli saada yritykselle uutta tietoa elektrodien ominaisuuksista toisiinsa verrattuna ja selvittää, mikä elektrodi sopii parhaiten testauksiin yleisesti tai tietyn tyyppiselle käyttäjäryhmälle. Tässä työssä pyritään erityisesti tutkimaan mikä elektrodi aiheuttaa vähiten virhettä sykekäyrään, mikä aiheuttaa vähiten ihoärsytystä ja minkä testattavat kokevat miellyttävimmäksi käyttää.

7 Tutkimusmenetelmät

Tässä luvussa käydään läpi opinnäytetyössä käytettyjä tutkimusmenetelmiä. Käsiteltävänä ovat opinnäytetyön ja sen sisältämän tutkimuksen suunnittelu, toteutus, aineiston kerääminen sekä tulosten analysointimenetelmät.

7.1 Suunnittelu ja toteutus

Yritys määrittä tutkimukselle lähtökohdat, minkä mukaan mittauksiin tuli saada noin 20 henkilöä ja jokainen henkilö suorittaisi kolme kolmen vuorokauden mittaista mittausjaksoa, joissa kussakin käytettäisiin eri elektrodiä.

Mittausryhmää suunniteltaessa pohdittiin aluksi mahdollisuutta rekrytoida 20 henkilöä joko yhdestä tai kahdesta urheiluseurasta. Päädyin kuitenkin siihen tulokseen, että mittauksen luotettavuuden kannalta on parempi jos tutkimuksen sisältämät mittaukset jaetaan pienempiin osiin ja pyritään muodostamaan ryhmiä, jotka koostuvat erilaisista ihmisistä urheilullisuuden ja ikärakenteen mukaan.

Elektrodien käytettävyyttä ja niiden käyttöön liittyviä mielipiteitä varten tuli suunnitella kyselylomake. Kyselylomake (ks. liite 1) suunniteltiin yhdessä hyvinvointiteknologiaopiskelijan harjoittelija Mikko Lensun kanssa. Kysely pyrittiin pitämään mahdollisimman ytimekkäänä, jotta testattavat jaksavat täyttää sen. Päädyttiin neljän kysymyksen lomakkeeseen, jolla saadaan oleelliset tiedot elektrodien ihoärsytyksestä ja kiinnipysyvyydestä. Suunnittelin myös toisen lomakkeen (ks. liite 2), joka täytetään viimeisen mittausjakson päättyessä. Tällä lomakkeella vertaillaan käytettyjä elektrodeja suoraan toisiinsa ominaisuuksien mukaan. Tämä mahdollistaa elektrodien laittamisen paremmuusjärjestykseen ominaisuuksien mukaan. Tämän kahdenkymmenen henkilön ryhmä arvio elektrodien ominaisuuksia omien tuntemuksiensa mukaan asteikolla yhdestä kymmeneen.

Syke- ja sykevälivaihteludatan kerääminen tapahtui Firstbeatin laitteistoa ja ohjelmistoa hyödyntäen. Mittauksen aikana data tallentui Bodyguard 2- laitteeseen ja laitteen palaututtua käyttäjältä data purettiin tietokoneelle Sports-ohjelmiston avulla ja siitä tallennettiin kaikki tarvittava tieto datasta taulukkoon. Tyytyväisyyteen liittyvät tiedot kerättiin lomakkeiden avulla (ks. liite 1, liite 2).

Tutkimus aloitettiin keväällä 2014. Ensimmäinen mittausryhmä aloitti mittauksensa 13.4.2014. Viimeiset mittaukset saatiin valmiiksi heinäkuun 2014 alussa. Lähetin jokaiselle mittausryhmälle oman saatekirjeeni (ks. liite 3), missä kerroin kyseisen mittausryhmän aikatauluista ja opinnäytetyöni tarkoituksesta. Mittauksiin osallistuville lähetettiin myös yrityksen oma saatekirje (ks. liite 4), jossa ohjeistettiin Bodyguard 2 -laitteen käyttö, mittauspäiväkirjan täyttäminen sekä laitteen palauttaminen mittausjakson päätyttyä. Mittaustulosten purkaminen taulukkoon tapahtui yhtäaikaaisesti mittauksen edetessä. Mittaustulosten analysointi ja johtopäätösten tekeminen aloitettiin elokuussa 2014.

7.2 Sykevälimittaukset

Sykevälimittausten datankeräysmenetelmänä toimi Firstbeatin Hyvinvointianalyysi-palvelukokonaisuus. Testattavat suorittivat kolme kertaa eri elektrodeilla normaalisti analyysiin liittyvän mittauksen ja heille pidettiin raportin (ks. liite 5) analysoimiseksi joko palautteenantotilaisuus ryhmänä paikan päällä tai se toimitettiin tulkintaohjeiden kanssa sähköpostiin. Yksi sykevälimittaus kesti kolme vuorokautta esimerkiksi sunnuntaiaamusta keskiviikkoamuun. Laitetta pidettiin kehossa yhtäjaksoisesti niin päivällä kuin yöllä lukuun ottamatta esimerkiksi suihku- tai saunakatkoja.

7.3 Tyytyväisyyskysely

Tyytyväisyys- ja käytettävyysskyselyn tiedonkeruuseen käytettiin paperisia lomakkeita. Tyytyväisyyskysely (ks. liite 1) pyrittiin suunnittelemaan mahdollisimman hyvin käyttötarkoituksen mukaiseksi ja korkea käytettävyys huomioiden, jotta virhearvoja ei syntyisi kysymysten väärinymmärtämisen seurauksena. Tyytyväisyyskyselyllä tuli selvittää tietoja ihon kuntoon ennen mittausta, elektrodien sekä neppareiden kiinnitysvyyteen sekä käytönaikaiseen ihoärsytykseen liittyen. Kysymyksenasettelun pyrittiin pitämään yksinkertaisena ja niin, että niihin voi vastata yksiselitteisesti kyllä tai ei. Näin saataisiin selkeä vastaus, tapahtuiko jotain asiaa vai ei, eikä tulisi vain ”ei osaa sanoa” tai ”ehkä vähän” vastauksia, jotka olisivat hyvin mahdollisia vapaamuotoisemmassa vastausvaihtoehdossa. Kyllä ja ei -tyyppinen kysely myös mahdollistaa huomattavasti helpomman aineiston läpikäymisen ja analysoinnin. Kysymysten jälkeen jätettiin pieni vastausalue, jotta vastausta oli myös mahdollista tarkentaa niin haluttaessa.

Kolmannen mittauksen jälkeen toteutettiin toinen kysely (ks. liite 2), jolla selvitettiin elektrodien ominaisuuksia ja niiden välisiä paremmuuksia ominaisuuksien suhteen. Tämä kysely sisälsi kuvat jokaisesta elektrodista ja niiden alle tuli vastata kysytyihin ominaisuuksiin arvolla 1–10 omien tuntemusten mukaan. Kysytyjä ominaisuuksia ovat käyttömukavuus, paikallaan pysyvyys sekä ihoärsytys.

7.4 Koehenkilöt

Koehenkilöryhmiksi ajateltiin aluksi valita ainoastaan urheilijoita. Tutkimuksen luotettavuuden kannalta olisi kuitenkin parempi valita erilaisista ryhmistä koehenkilöt, jotta saataisiin erityyppisiä fyysisen kuormituksen ja vartalonrakenteen omaavia henkilöitä tutkittavaksi. Tämä helpottaisi huomattavasti myös tutkimuksen ja mittausjaksojen läpivientiä, sillä ei olisi kerrallaan niin suurta ryhmää koordinoitavana.

Mittauksiin osallistui yhteensä 21 henkilöä, jotka jaettiin neljään eri ryhmään, jotta mittauksia oli helpompi koordinoita. Ensimmäinen ryhmä (R1) koostui kokonaan tavoitteellisesti urheilevista, joista viisi Jyväskylän Kenttäurheilijoiden urheilijaa ja yksi liikunnanopiskelija ja sirkusharrastaja. Näistä viisi oli naisia ja yksi mies. Nuorin ryhmän henkilöistä oli 18-vuotias ja vanhin 25-vuotias. Toinen ryhmä (R2) koostui yli 40-vuotiaista työssäkäyvistä henkilöistä, joiden liikunnan määrästä ei ollut tarkempaa ennakkotietoa. Suoritin myös itse mittaukset osana tätä ryhmää, joten mukana myös yksi 23-vuotias henkilö. Tässä ryhmässä oli sekä miehiä että naisia kolme. Kolmannen ryhmän (R3) muodostivat opiskelevat alle 25-vuotiaat säännöllisesti liikkuvat. Kaikki ryhmän viisi henkilöä olivat miehiä ja nuorin heistä oli 21-vuotias ja vanhin 24-vuotias. Neljänteen mittauskokonaisuuteen valitsin ryhmän (R4), jossa oli kaksi yli 30-vuotiasta työssäkäyvää sekä yksi alle ja yksi yli 30-vuotias opiskelija, kaikki säännöllisesti liikuntaa harrastavia. Ryhmässä oli kaksi naista ja kaksi miestä. Nuorin heistä oli 25-vuotias ja vanhin 35-vuotias.

Hyvinvointianalyysin ohjelmisto ilmoittaa jokaisen mittauksen yhteydessä mitattavan henkilön aktiivisuusluokan sekä minimi-, keskiarvo- ja maksimisykkeet (ks. taulukko 1).

Taulukko 1. Koehenkilöiden aktiivisuus ja sykearvot

	Keskiarvo	Maksimi	Minimi
Aktiivisuusluokka (0-10)	6	9	4
Keskiarvosyke (krt/min)	72	81	53
Maksimisyke (krt/min)	146	195	85
Minimisyke (krt/min)	48	65	36

Kuten taulukosta (ks. taulukko 1) näemme, on mittauksiin osallistuneilla henkilöillä liikunnallisuuden suhteen huomattavia eroja, sillä maksimisykkeen maksimiarvo kolmen vuorokauden mittausjaksoissa vaihtelee välillä 195 krt/min ja 85 krt/min. Minimisykkeissäkin ilmenee noin 30 krt/min ero, joka on 80 %:n ero pienimmän ja suu-

rimman sykearvon välillä. Nämä kertovat hyvin siitä kuinka erilaisia liikunnallisuuden ryhmiä mittauksen henkilöt edustavat.

8 Tutkimuksen tulokset ja virhelähteet

Tulokset eritellään elektrodien mukaan ja niitä verrataan keskenään. Lopussa tutkailaan erilaisten virhelähteiden mahdollisuutta ja niiden merkitystä tutkimukseen.

8.1 Ambu

Ambu-elektrodilla kertyi 37 mittausta. Suurin virheprosentti ennen virheenkorjausta oli 11 % ja virheenkorjauksen jälkeen 10 %. Virheprosenttien keskiarvo ennen virheenkorjausta oli 3,43 % ja virheenkorjauksen jälkeen 1,65 %. Keskihajonta mittauksissa tällä elektrodilla oli 2,30 %-yksikköä. Mittauksissa, joissa käytettiin Ambua suurimmat virheenaiheuttajat olivat nepparin irtoaminen elektrodista, suihkukatkot sekä pitkin mittausta ilmennyt häiriö sykekäyrässä. Ambu aiheutti käytetyistä elektrodeista prosentuaalisesti vähiten virhettä. Ambu aiheutti runsaasti ihoärsytystä joillakin testaushenkilöistä ja lähes kaikille niukkaa ihoärsytystä. Eräs käyttäjästä kommentoi Tyytyväisyyskyselyn (ks. liite 1) kohtaan neljä: ”Tuntui kuin rutolta.”

Taulukko 2. Elektrodien virheprosentit ennen ja jälkeen virheenkorjauksen

Elektrodi	Virheprosenttien keskiarvo ennen virheenkorjauksen	Virheprosenttien keskiarvo jälkeen virheenkorjauksen
Arbo	3,90	2,13
Ambu	3,43	1,65
Fiab	5,19	3,19

Testattavien henkilöiden arvioidessa elektrodin ominaisuuksia asteikolla 1–10 (1 = matala, 10 = korkea) Ambu sai keskiarvoiksi käyttömukavuudesta 5,52, paikallaan pysyvyydestä 8,71 ja ihoärsytyksestä 6,95. Verrattuna muihin elektrodeihin Ambun käyttömukavuus oli heikoin, ja paikallaan pysyvyys toiseksi paras, mutta se aiheutti eniten ihoärsytystä kaikista testattavista elektrodeista.

Taulukko 3. Elektrodien ominaisuuksien keskiarvopisteet, paremmuusjärjestys ja paremmuusjärjestysten sijoitusten kappalemäärä

Elektrodi	Käyttömukavuus keskiarvo	R a n k	Paikallapysyvyys keskiarvo	R a n k	Ihoärsytys keskiarvo	R a n k	Rank 1 kpl	Rank 2 kpl	Rank 3 kpl
Arbo	6,86	2	8,81	1	5,71	2	22	33	8
Ambu	5,52	3	8,71	2	6,95	3	22	12	29
Fiab	8,24	1	6,62	3	3,95	1	37	10	16

8.2 Arbo

Arbo-elektrodilla elektrodilla kertyi 38 mittauksia. Suurin virheprosentti ennen virheenkorjausta oli 16 % ja virheenkorjauksen jälkeen 8 %. Virheprosenttien keskiarvo ennen virheenkorjausta oli 3,90 % ja virheenkorjauksen jälkeen 2,13 %. Keskihajonta mittauksissa oli 2,17 %-yksikköä. Suurimmat virheenaiheuttajat olivat nepparin irtoaminen elektrodista, ja pitkät suihkukatkot eli käyttäjä ei ole ilmeisesti kiinnittänyt laitetta uudestaan heti suihkun päätyttyä.

Testattavien henkilöiden arvioitaessa elektrodin ominaisuuksia asteikolla 1–10 (1 = matala, 10 = korkea) Arbo sai keskiarvoiksi käyttömukavuudesta 6,86, paikallaan pysyvyydestä 8,81 ja ihoärsytyksestä 5,71. Verrattuna muihin elektrodeihin Arbon käyttömukavuus oli toiseksi paras, se pysyi parhaiten paikallaan ja se aiheutti toiseksi eniten ihoärsytystä kaikista testattavista elektrodeista.

8.3 Fiab

Kyseisellä elektrodilla kertyi 42 mittausta. Suurin virheprosentti ennen virheenkorjausta oli 17 % ja virheenkorjauksen jälkeen 15 %. Virheprosenttien keskiarvo ennen virheenkorjausta oli 5,19 % ja virheenkorjauksen jälkeen 3,19 %. Keskihajonta mittaauksessa oli 3,72 %-yksikköä. Kyseisessä mittauksessa suurimmat virheen aiheuttajat olivat elektrodin irtoaminen kehosta, suihkukatkot, pitkin mittausta ilmennyt häiriö sykekäyrässä sekä yöllä ilmennyt selittämätön mittauskatko, joka on selittyy mahdollisesti nepparin tai elektrodin irtoamisella.

Testattavien henkilöiden arvioitaessa elektrodin ominaisuuksia asteikolla 1–10 (1 = matala, 10 = korkea) Fiab sai käyttömukavuudesta 8,24, paikallaan pysyvyydestä 6,62 ja ihoärsytyksestä 3,95. Verrattuna muihin elektrodeihin Fiabin käyttömukavuus oli selkeästi paras, ja se aiheutti vähiten ihoärsytystä, mutta se pysyi heikoiten paikallaan kaikista testattavista elektrodeista.

8.4 Miehet vs. naiset

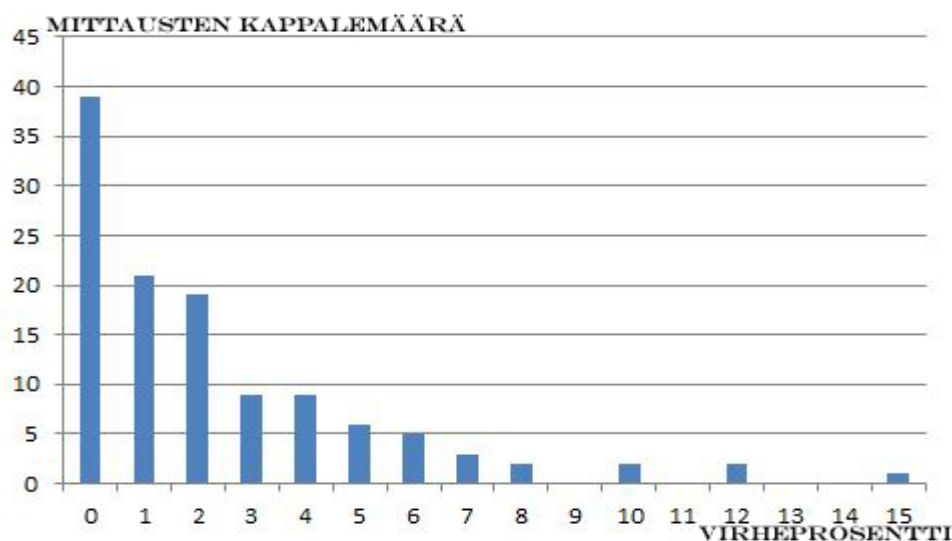
Mittauksia kertyi miehillä 69 kappaletta ja naisilla 48 kappaletta. Aluksi näytti, että naisten ja miesten mittausvirheiden välille olisi muodostumassa 50 %:n suuruinen eli reilun kahden prosenttiyksikön ero. Mittausmäärien kasvaessa kävi kuitenkin ilmi, ettei sukupuoli aiheuta niin suurta eroa mittausvirheen suuruuteen. Miesten virheprosentti oli ennen virheenkorjausta noin 0,53 prosenttiyksikköä suurempi, mutta virheenkorjauksen jälkeen 0,30 prosenttiyksikköä pienempi kuin naisilla. Naisten virheprosentiksi tuli 2,53 ja miesten 2,23. Miesten ja naisten välillä ei juurikaan eroa, mutta alussa ilmennyt isompi virheprosentti saattoi johtua siitä, että ensimmäisessä ryhmässä oli viisi tavoitteellisesti urheilevaa naista ja heillä ainakin Fiabin kanssa ilmeni jonkin verran kiinnipysyvyyso ongelmia, joten he nostivat hieman naisten virheprosentin keskiarvoa. (Ks. taulukko 4).

Taulukko 4. Virheprosentit miehet ja naiset

Sukupuoli	Virheprosenttien keskiarvo ennen virheenkorjausta	Virheprosenttien keskiarvo jälkeen virheenkorjauksen
Mies	4,43	2,23
Nainen	3,90	2,53

8.5 Virheiden tarkastelu

Laittaessa kaikkien mittausten virheprosentit yhteen kuvaajaan (ks. kuvio 10) ja tulkittaessa joukon jakaumaa huomataan, että jakauma on selvästi vasemmalle vino verrattuna normaalijakaumaan. Vaikka mittausjoukon jakauma on näin selkeästi vino vasemmalle voidaan luotettavuutta arvioida Studentin t-testiä soveltaen. Asetin nolalahypoteesiksi, että Fiabin virheprosenttien keskiarvo olisi pienempi kuin Arbon, koska näiden välinen ero on kaikista pienin ja ne olisivat helpoimmin väärässä järjestyksessä. Luotettavuuden arviointiin käytin Studentin kahden riippumattoman otoksen kaksisuuntaista menetelmää, koska en voi olla varma onko kumpikaan keskiarvoista oikea. Käytin siihen Exceliin valmiiksi ohjelmoitua laskentataulukkoa ja sain tapahtuman todennäköisyydeksi 11,9 %. Näin voidaan todeta luotettavasti 88,1 %:n varmuudella, että Fiabin virheprosenttikeskisarvo on suurempi kuin Arbon.



Kuvio 10. Virheprosenttien jakautuminen kaikissa mittauksissa yhteensä

8.5.1 Käyttäjän aiheuttamat virheet

Suurin osa käyttäjän aiheuttamista virheistä johtui siitä ettei mittauksen käyttöohjeita ollut luettu huolella. Saatekirjeessä (ks. liite 3) ohjeistettiin, kuinka elektrodit tulee kiinnittää neppareihin ja ihoon. Saatekirjeessä olivat myös muut mittaukseen liittyvät ohjeistukset esimerkiksi päiväkirjan täyttämisestä sekä suihkukäynneistä. Käyttäjä voi aiheuttaa virheitä usealla tavalla. Elektrodit tulee kiinnittää huolellisesti neppareihin muuten ne voivat irrota helposti. Ne tulisi kiinnittää mieluiten ennen, kuin elektrodit on liimattu vartaloon, koska keho antaa hieman periksi, kun neppareita yrittää painaa kiinni elektrodeihin, joten ne eivät välttämättä kiinnity kunnolla. Käyttäjän tulisi huolehtia, että iho on karvaton ja puhdas kohdalta, johon hän aikoo elektrodin liimata, jotta karvat tai mahdollisesti ihon pinnassa oleva rasva eivät heikentäisi liimapinnan tarttuvuutta. Välinpitämättömyys päiväkirjan täyttämässä voi aiheuttaa myös virhettä, koska ilman tarvittavia huomioita jokin kohta saattaa tulla väärin tulkituksi ja ainakin mahdolliset laitteen irrottamiset tulkitaan laitteen aiheuttamaksi virheeksi, jos niitä ei ole merkitty päiväkirjaan. Ohjeessa neuvotaan myös, miten päin laite tulee kiinnittää kehoon, ja väärin kiinnitettynä virheen mahdollisuus kasvaa, joskin laite toimii myös väärin kiinnitettynä. Elektrodit tulisi vaihtaa kerran päivässä jottei niiden liimapinta pääsisi kuivumaan ja iho rasvoittumaan liikaa ja sitä kautta elektrodien kiinnipysyvyys heikkenisi. Mittauksen tulisi kestää kolme vuorokautta eli noin 72 tuntia, mutta jos käyttäjä mittaa vähemmän aikaa tai aiheuttaa pitkiä mittauskatkoja esimerkiksi suihkuilla tai saunoilla niin mittauksen kokonaiskesto lyhenee ja virheprosentti kasvaa suhteessa koko mittaukseen. Myös jos mittausta jatkaa yli kolmen vuorokauden, niin tulee vääristystä ja prosentti pienenee.

8.5.2 Ohjelmiston aiheuttamat virheet

Ohjelmisto tekee automaattisesti korjausta sykekäyrässä ilmenevään virheeseen. Ohjelmisto pyrkii muodostamaan käyrästä mahdollisimman yhtenäistä ja jatkuvaa, joten se korjaa pieniä häiriöitä tai katkoja käyrässä ja ennustaa, kuinka syke on siinä käyttäytynyt. Jos ohjelma tulkitsee ja ennustaa väärin voi se tehdä virhekorjausta liikaa tai olettaa asioita väärin. Joissakin mittauksissa on huomattu, että ohjelma on

jopa kasvattanut virheprosenttia sen yrittäessä korjata sitä pienemmäksi. Ohjelmisto voi myös vääristää raportissa kerrottua liikunnan ja stressin suhdetta, sillä kevyt liikunta ja stressi ilmenevät sykkeessä ja sykevälivaihtelussa melko samalla tavalla. Jos käyttäjä ei ole täyttänyt päiväkirjaa huolellisesti ja merkinnyt kaikkia liikuntasuorituksia, voi ohjelma ymmärtää kevyen liikunnan helposti stressinä, ja se vaikuttaa oleellisesti raportin kokonaisuuteen. Ohjelmisto saattaa jättää myös analysoimatta lyhyitä, yleensä alle tunnin mittaisia mittauspätkiä, jos ne ovat irrallisina muuhun mittausdataan nähden. Tämä vaikuttaa hieman mittauskokonaisuuteen, muttei kuitenkaan merkittävästi.

8.5.3 Elektrodin aiheuttamat virheet

Elektrodit pitäisi ottaa suoraan avaamattomasta paketista valmisteltaessa laitteistoa asiakkaalle. Paketin ollessa avattuna pidemmän aikaa saattavat elektrodien liimapinnat kuivua ja kiinnipysyvyys kärsiä. Elektrodien joukossa voi olla tietysti myös viallisia elektrodeja, jotka häiritsevät suuresti mittauksista. Tämän voi havaita elektrodista jo ulkoisesti tai myös, jos jokin mittausjakso on ollut selkeästi muuta mittauksista virheellisempi, voidaan epäillä, että elektrodissa on ollut jotain vikaa. Tällainen virhe näkyy esimerkiksi niin, että mittaus on muuten onnistunut, mutta siinä ilmenee jatkuvasti häiriötä sykekäyrässä. Tämänlainen virhe voi kuitenkin johtua myös esimerkiksi käyttäjästä, jos hän on kiinnittänyt elektrodin huonosti karvaiselle tai likaiselle iholle. Elektrodin liima ei ole aina tarpeeksi pitävä ja joillakin käyttäjillä ja ihotyypeillä ilmenee tiettyjen elektrodien kanssa ongelmia kiinnipysyvyyden kanssa. Mitä enemmän käyttäjä hikoilee ja mitä pienempi elektrodi on kyseessä, sitä enemmän yleisesti ilmenee ongelmia elektrodin pysyvyydessä. Mittauskerrat, jolloin elektrodi on irronnut kehosta tai neppari laitteesta on laskettu prosentuaalisena määränä koko mittauskertojen lukumäärästä (ks. taulukko 5).

Taulukko 5. Elektrodien ja nepparien irtoaminen Bodyguard 2 -laitteesta

	Arbo	Fiab	Ambu
Elektrodi irtosi	4 krt eli noin 6,3%	9 krt eli noin 14,3%	2 krt eli noin 3,2%
Neppari irtosi	9 krt eli noin 14,3%	10 krt eli noin 15,9%	5 krt eli noin 7,9%

9 Pohdinta

9.1 Opinnäytetyön tarkoitus ja toteutus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia elektrodin valinnan vaikutusta Firstbeat Technologies Oy:n Hyvinvointianalyysi-palvelukokonaisuuden ja muiden Bodyguard 2 –laitteella tehtävien mittausten tuloksiin. Yritys käyttää mittauksissaan kolmea eri elektrodia Ambua, Arboa ja Fiabia. Tavoitteena oli saada näistä selville mittauksille optimaalisin elektrodi huomioiden mittauksissa esiintyvä elektrodin virheprosentin suuruus, käyttömukavuus ja paikallaan pysyvyys. Yrityksellä ei ollut aikaisempaa tutkimustulosta elektrodien vaikutuksesta mittaustulokseen, joten tutkimuksella oli suuri tarve mittausten optimoinnin kannalta.

Tutkimus aloitettiin keväällä 2014. Alussa asetettiin tavoitteeksi saada mittaukset valmiiksi kesäkuun alkuun mennessä, tämän jälkeen analysoida ne ja kirjoittaa opinnäytetyö. Mittaukset saatiin valmiiksi kuitenkin vasta heinäkuussa, koska päädyttiin suorittamaan mittaukset pienemmissä mittausryhmissä kuin alunperin oli suunniteltu. Mittaukset sujuivat ilman suurempia ongelmia ja teorian kirjoittaminen aloitettiin heinäkuussa mittausten ollessa vielä käynnissä. Tulosten analysointi aloitettiin viimeisten mittausten päätyttyä eli heinäkuun lopussa. Tutkimus sujui kokonaisuudessaan onnistuneesti ja suunnitelmien mukaan, vaikka se tuli valmiiksi hieman ajateltua myöhemmin mittausten aikataulun venyttyä.

Tutkimuksen tuloksena syntyi tavoitteiden mukaisesti elektrodisuositukset tulevia mittauksia varten. Suosituksista ei saatu aivan yksiselitteisiä, sillä toinen elektrodi sopii paremmin esimerkiksi urheilijoille ja toinen paremmin herkkäihoisille. Yritys oli tyytyväinen saavutettuun tutkimustulokseen. He laativat toimenpidesuositukset tulevia mittauksia varten käyttäen pohjana tästä tutkimuksesta saatua informaatiota. Jatkossa tulisi siis ottaa enemmän huomioon asiakkaan erityistarpeita ja räätälöidä Hyvinvointianalyysi niiden mukaiseksi. Jos tuloksista oltaisiin haluttu kattavammat olisi tarvittu huomattavasti suurempi tutkimusjoukko kuin 21 henkilöä.

9.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimukseen osallistui 21 henkilöä, joten tulos jäänee suuntaa antavaksi. Käytän tutkimuksen vertailukohtana Mikko Lensun (2014) toteuttamaa vastaavanlaista tutkimusta, jossa on kuitenkin hieman eri mittausasetelma saman asian tutkimiseen. Mittausjoukon suuruuden ollessa 21 alkaa mittauksen ja elektrodien välisten suhteiden trendi näkymään, mutta isommalla mittausjoukolla mahdolliset mittauksen ääripäät suodattuvat paremmin pois ja tulokset asettuvat kohti lopullista totuutta.

Verrattaessa Lensun tutkimukseen virheprosentit ovat samansuuntaiset ja elektrodien virheiden keskinäinen suuruusjärjestys sama. Käyttäjiltä kysyttävässä palautteessa ilmeni eroa sen suhteen, minkä elektrodin he kokivat pysyvän parhaiten kiinni. Kysely sekä tutkimus toteutettiin kuitenkin eri tavalla, joten näitä ei voi aivan verrata keskenään. Tässä tutkimuksessa jokainen 21 henkilöä käytti jokaista kolmea elektrodia kolmen vuorokauden ajan, joten mittauksia kertyi yhteensä 63 kappaletta. Vertailun vuoksi Lensun tutkimuksessa käyttäjiä oli lähemmäs 200, mutta jokainen heistä testasi vain yhtä elektrodia yhden kolmen vuorokauden mittausjakson ajan.

Mittausjaksojen mukana laitettu tyytyväisyyskysely (ks. liite 1) jouduttiin työstämään kiireellisesti yhden päivän aikataululla ja sen jälkeen se laitettiin ensimmäiselle mittausryhmälle täytettäväksi. Ensimmäinen mittaus toimi siis teoriaosuudessa kuvail-

tuna tyytyväisyyskyselyn kehityksen testausvaiheena. Tästä huomattiin puute kyselyssä ja siihen lisättiin kysymys koskien ihon terveyttä mittauksen alkaessa. Vain yksi mittaus suoritettiin erilaisen tyytyväisyyskyselyn kanssa. Kyseinen mittaus oli tutkimuksen ensimmäinen mittaus eli ainakaan aikaisemmista mittauksista ei ole ihoärsytystä aiheutunut. Kysymyksellä oli tarkoitus pääosin kartoittaa sitä, onko iho palautunut edellisestä mittauksesta, sillä mittausten väliset ajat hieman vaihtelivat tutkimuksen aikana. Näin ollen tästä ei aiheudu haittaa tutkimuksen luotettavuudelle.

Testaustilanteet ja laitteiston käyttöön liittyvät ohjeistukset olivat täysin samanlaisia kuin normaalisti yrityksen asiakkailla. Mahdolliset käyttäjien aiheuttamat virheet ovat yhtä todennäköisiä yrityksen omissa mittauksissa, joten nämä eivät laske tutkimuksen luotettavuutta. Ainoastaan se, että mittauksia suoritettiin vain 63 kappaletta ja 21 eri henkilölle, voi vääristää käyttäjän aiheuttamista virheistä muodostuvaa virheosuutta, koska yhden käyttäjän ominaisuudet ja käyttötapa kertaantuvat tässä kolmesti ja otanta jää melko pieneksi tällä käyttäjämäärällä. Ohjelmiston aiheuttamat virheet eivät aseta uhkaa tutkimuksen luotettavuudelle. Elektrodien aiheuttamat virheet eivät laske luotettavuutta, koska vialliset elektrodit ovat hyvin harvassa ja elektrodit otettiin ohjeiden mukaisesti avaamattomista pusseista. Koko mittauksissa viallisia elektrodeita on ollut maksimissaan yksi tai kaksi jos niitäkään ja tällainen määrä on täysin mitätön tutkimuksen kannalta, sillä koko mittauksessa elektrodeja oli mukana noin 630 kappaletta. Elektrodit otettiin aina avaamattomista pusseista ja muulla tavoin viallisia elektrodeja hyvin harvoin.

Ottaessa huomioon sykevälivaihtelun teoria tiedetään, että sykevälivaihtelu voi olla normaalia matalampaa esimerkiksi sairaana ollessa. Urheilijoilla havaitaan rankan treenijakson ja sitä seuraavan lepojaksen aikana selvä nousu sykevälivaihtelun suuruudessa. Nämä vaikuttavat mittausten tuloksiin, muttei sillä kuitenkaan ole vaikutusta tässä tutkimuksessa oleelliseen virheprosentin suuruuteen, koska sykevälivaihtelun suuruus ei vaikuta sykekäyrän piirtymisen luotettavuuteen.

Osallistuessani itsekin tutkimuksen mittauksiin huomasin eroja Bodyguard 2 –laitteiden neppareissa. Yhdessä mittausjaksossa laite pysyi selkeästi heikommin kiinni

elektrodeissa, johtuen mahdollisesti nepparin kulumisesta ja löystymisestä. Tämä laitteesta johtuva virhe on mahdollisesti vääristänyt joidenkin mittausten virheprosentin suuruutta. Jos laite on ollut irrallaan vain pieniä jaksoja, irtoaminen tulkitaan virheeksi ja virheprosentti kasvaa. Laitteen ollessa pidempiä jaksoja irti elektrodista laite katkaisee mittauksen siihen asti kunnes se jälleen kiinnitetään. Tässä tapauksessa mittausjakson kokonaiskesto lyhenee ja se vaikuttaa oleellisesti mittauksen kokonaisvirheprosenttiin.

9.3 Tulosten yhteenveto ja johtopäätökset

Tulosten perusteella voidaan sanoa Ambun aiheuttavan vähiten mittausvirhettä. Se irtosi vain 3,2 %:ssa mittauksista ihosta, joten jos halutaan paras mittaustarkkuus tulisi käyttää Ambu-elektrodeja. Kuitenkin otettaessa huomioon myös muita muuttujia kuin ainoastaan mittausvirheen suuruus, ei asia ole näin yksiselitteinen.

Jos käyttäjä on herkkäihoinen, tulisi käyttää Fiab-elektrodeja, koska ne aiheuttavat selvästi vähiten ihoärsytystä sekä koettuna että tilastollisesti. Fiab aiheutti 1,16 prosenttiyksikköä suuremman virheen keskiarvollisesti kuin Arbo ja 1,54 prosenttiyksikköä suuremman kuin Ambu, joten ero ei ole merkittävä varsinkin jos ei ole normaalia hikoilevampi tai runsaasti urheiliva henkilö. Fiab kuitenkin irtosi selkeästi helpoiten ihosta (14,3 % mittausjaksoista), joten mittauksesta tulee hieman katkonaisempi ja osa mittausjaksosta saattaa jäädä näin mittaamatta, jos elektrodi on irti eikä sitä huomaa. Fiab-elektrodeja ei voida suositella käytettäväksi, jos käyttäjän tiedetään olevan liikunnallisesti erittäin aktiivinen ja olevan kykenevä käyttämään myös muita elektrodeja. Fiab soveltuu siis parhaiten herkkäihoisille, joille muut elektrodit saattavat aiheuttaa aggressiivistakin ihottumaa.

Voidaan todeta, että normaali-ihosten tulisi käyttää joko Ambu- tai Arbo-elektrodeja niiden mittatarkkuuden ansiosta. Jos käyttäjä harrastaa urheilua runsaasti tai on runsas hikoamaan kannattaa käyttää Ambua, sillä se on vähiten altis mittavirheille ja se pysyy lähes aina kiinni kehossa. Arboa voidaan pitää hyvänä valintana suurimmalle

osalle käyttäjistä, koska se oli lähes yhtä tarkka kuin Ambu, aiheutti vähemmän iho-ärsytystä, käyttäjät kokivat sen miellyttävämmäksi Ambuun verrattuna sekä se pysyy hyvin kiinni ihossa (6,3 % mittausjaksoista irtosi). Arbo pysyi lähes jokaisella käyttäjällä koko mittausjakson kiinni ilman ongelmia, jos jätämme tavoitteellisesti urheilevat pois laskuista. Näin ollen voidaan sanoa, että jos asiakkaalla ei tiedetä olevan mitään erityistarpeita, niin Arbo on erinomainen valinta osaksi Hyvinvointianalyysia.

Ambu aiheutti joillekin käyttäjistä erittäin aggressiivista ihoärsytystä, esimerkiksi vesirakkuloita, punoitusta ja kutinaa. Tästä johtuen Ambua ei voida suositella kuin vain sellaisille, jotka urheilevat aktiivisesti tai ovat erittäin runsaasti hikoavia. Käyttäjille tulisi ilmoittaa, että kyseinen elektrodi voi aiheuttaa runsasta ihottumaa ja kutinaa. Jos asiakas ilmoittaa, että tärkeintä on saada tarkat tutkimustulokset niin Ambu on paras vaihtoehto käyttää, koska se on selkeästi luotettavin mittaustarkkuudeltaan. Tässä tutkimuksessa ensimmäinen ryhmä koostui Jyväskylän Kenttäurheilijoiden huippu-urheilijoista ja suurin osa heistä koki, että Ambu oli kokonaisuudessaan paras elektrodi. Heille oli ensiarvoisen tärkeää, että laite pysyy kiinni kehossa eikä muutoinkaan häiritse harjoittelua. He kokivat tärkeämmäksi laitteen kiinnipysyvyyden eivätkä häiriintyneet niin paljon ihoärsytyksestä, kunhan laite pysyi kiinni hyvin myös harjoittelussa.

Elektrodivalinnan taloudellisia vaikutuksia yritykselle on haastava arvioida, koska yritykseltä ei saatu tietoja elektrodien sisäänostohinnoista. Yrityksen internet-sivuilla on kuitenkin ostohinnasto asiakkaille, jonka mukaan yhden Ambu-elektrodin hinnaksi asiakkaalle tulee 0,20 euroa ja Arbo-elektrodin hinnaksi 0,50 euroa. Fiabin hintaa ei tästä taulukosta löydy. Näistä ei kuitenkaan ole järkevää vetää suurempia johtopäätöksiä Hyvinvointianalyysin kustannusten suhteen. Voidaan todeta, että näillä myyntihinnoilla yhdessä Hyvinvointianalyysissa käytettävien elektrodien kustannuksien ero on noin kolme euroa. Tämä ero oikeasti on todennäköisesti noin euron luokkaa jos laskettaisiin sisäänostohinnoilla eli kuluilla mitkä yritykseen kohdistuu. Kun käytettävissä ei ole myöskään Fiabin hintaa voidaan näillä tiedoilla todeta, ettei elektrodin valinnalla ole juurikaan taloudellisia vaikutuksia. Hyvinvointianalyysin kokonais-hinta palveluntarjoasta riippumatta kohoaa aina yli 150 euron, joten voidaan todeta,

että elektrodin valinnalla ei tähän suuria vaikutuksia sillä sen osuus jää alle yhteen prosenttiyksikköön kokonaissummasta.

9.4 Toimenpidesuositukset ja jatkotutkimustarpeet

Tutkimuksen tuloksiin pohjautuen voidaan sanoa, että jos ei ole tietoa asiakkaan erityistarpeista niin mittauksissa tulisi käyttää Arbo-elektrodia. Arbo oli riittävän luotettava mittatarkkuudeltaan ja käyttäjät kokivat sen melko miellyttäväksi käyttää, eikä se aiheuttanut liiaksi ihoärsytystä. Jos asiakkaan tiedetään olevan herkkäihoinen tulisi käyttää Fiab-elektrodia, sillä se aiheutti huomattavasti vähiten ihoärsytystä ja pysyi kuitenkin melko hyvin kiinni ihossa suurimmalla osalla testattavista. Jos asiakkaana on urheilijoita tai muita mahdollisesti enemmän hikoavia käyttäjäryhmiä tulee miettiä Ambu-elektrodin käyttämistä, koska se pysyi lähes jokaisella testattavalla kiinni ja sillä saatiin vähän virhettä sisältäviä mittauksia. Urheilijoiden intresseihin kuuluu usein se, että heitä ei niinkään haittaa pieni ihoärsytys, kunhan he saavat luotettavia tuloksia kehon toiminnasta. Hyvänä vaihtoehtona voitaisiin pitää myös sellaista toimintavaihtoehtoa, että asiakkaille annettaisiin liikuntasuorituksia varten paremmin pysyviä elektrodeja ja muuta mittausjaksoa varten vähemmän ihoärsytystä aiheuttavia elektrodeja. Asiakkaalle annettaisiin liikuntasuorituksia varten esimerkiksi kaksi paria Ambu-elektrodeja ja muut mittausjakson elektrodit olisivat Arbo- tai Fiab-elektrodeja, jotka pysyivät tavallisessa käytössä hyvin kiinni kehossa eivätkä aiheuttaneet niin paljon ihoärsytystä.

Elektrodien ominaisuuksien jatkotutkimuksissa olisi hyvä keskittyä enemmän juurikin erilaisiin käyttäjäryhmiin ja heidän erityistarpeisiinsa. Tutkimukseen olisi hyvä saada mukaan esimerkiksi ryhmät jotka koostuisivat ylipainoisista, huippu-urheilijoista ja herkkäihoisista. Näin saataisiin tarkempaa tutkimustulosta erilaisten asiakkaiden erityistarpeista ja saataisiin optimoitua tuotetta käyttäjälleen sopivammaksi. Naisten ja miesten välisiä eroja olisi myös hyvä tutkia, koska naisilla keskiarvollisesti enemmän ihonalaisrasvaa, joka yksi vaikuttava tekijä sähköimpulssien välittymiseen kehossa.

Tutkimukseen olisi hyvä ottaa mukaan myös jokin uusi elektrodi, jota ei vielä yrityksen valikoimasta löydy, jotta saataisiin tietoa myös markkinoilla olevista muista vaihtoehdoista ja näin kilpailutettua tällä hetkellä käytössä olevia elektrodeja.

Lähteet

Almeida, M. B. & Araújo, C. G. S. 2003. Effects of aerobic training on heart rate. Review: Bras Med Experte Vol. 9 nro. 2 .Viitattu 16.7.2014
<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v9n2/v9n2a06i.pdf>.

Berntson, G. G., Bigger, T. Jr., Eckberg, D. L., Grossman, P., Kaufmann, P. G., Malik, M., Nagaraja, H. N., Porges, S. W., Saul, J. P., Stone, P. H. & Van Der Molen, M. W. 1997. Heart rate variability: Origins, methods and interpretive caveats. Committee report: Psychophysiology. 34. p. USA: Cambridge University. Viitattu 11.8.2014
<http://www.wv.sprweb.org/articles/Berntson97.pdf>.

Bjålie, J. G., Haug, E., Sand, O., Sjaastad, Ø. V. & Toverud, K. C. 2005. IHMINEN Fysiologia ja anatomia. 1.-2. p. Norway: Norhaven Book.

Firstbeat Bodyguard 2. 2014. Firstbeat Technologies Oy. Viitattu 4.7.2014
<http://www.firstbeat.fi/userData/firstbeat/hyvinvointi/BG2-tech-specs-FIN.pdf>.

Guyton, A. C. & Hall, J. E. 2006. Textbook of medical physiology. 11. p. Philadelphia: Elsevier inc.

Hendolin, I., 2014. Studentin t-testi ja t-jakauma. Viitattu 19.9.2014
<http://mathstat.helsinki.fi/kurssit/ope/kesa2006/tiiv/hendolin.PDF>.

Holopainen, M. & Pulkkinen, P. 2006. Tilastolliset menetelmät. 1.- 4. p. Helsinki: WSOY

Hynynen, E. 2011. Heart rate variability in chronic and acute stress. 74. p. Jyväskylä: University of Jyväskylä.

Korpi, A. 2004. Asiakastytyväisyyskyselyt ammatillisia oppilaitoksia ja oppisopimustoimintaa varten. Helsinki: Opetushallitus

Lahtinen, J., Isoviita, A. 2001. Asiakaspalvelun ja markkinoinnin perusteet. Jyväskylä: Avaintulos

Laitio, T., Scheinin, H., Kuusela, T., Mäenpää, M. & Jalonen, J. 2001. Mitä sydämen sykevälivaihtelu kertoo? Finnanest vol. 34 nro. 3. Viitattu 04.07.2014
http://finnanest.fi/files/a_laitio.pdf.

Lecklin, O. 2002. Laatu yrityksen menestystekijänä. 4. uud. 1 p. Jyväskylä: Talentum Media

Rope, T. & Pyykkö, M. 2003. Markkinointipsykologia – Väylä asiakasmieleiseen markkinointiin. Jyväskylä: Talentum Media

Sandström, M. & Ahonen, J. 2011. Liikkuva ihminen- aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. 1. p. Keuruu: VK-Kustannus

Sykeanalyysi. 2014. Firstbeat Technologies Oy. Viitattu 19.9.2014
<http://www.firstbeat.fi/fi/fysiologia/sykeanalyysi>.

Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology 1996. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. European Heart Journal. vol. 17, 354-381. Viitattu 28.7.2014 http://www.escardio.org/guidelines-surveys/esc-guidelines/Scientific_Statements/Documents/guidelines-Heart-Rate-Variability-FT-1996.pdf

Tuottavuus 2014. Työterveyslaitos. Viitattu 19.9.2014
<http://www.ttl.fi/fi/tyohyvointi/tuottavuus/Sivut/default.aspx>.

Työ ja Hyvinvointi 2014. Firstbeat Technologies Oy. Viitattu 6.7.2014
<http://www.firstbeat.fi/fi/tyo-ja-hyvointi>.

Työhyvinvointi 2014. Sosiaali- ja terveysministeriö. Viitattu 19.9.2014
<http://www.stm.fi/tyoelama/tyohyvointi>.

Työkalut hyvinvoinnin ammattilaiselle. 2014. Firstbeat Technologies Oy. Viitattu 4.7.2014 <http://www.firstbeat.fi/fi/tyo-ja-hyvointi/tyokalut-hyvoinnin-ammattilaiselle#Firstbeat%20Bodyguard>.

Yritys. 2014. Firstbeat Technologies Oy. Viitattu 4.7.2014
<http://www.firstbeat.fi/fi/yritys>.

Liitteet

LIITE 1. Tyytyväisyyskysely

Elektrodikysely

Ole ystävällinen ja vastaa tähän, jotta saan oleellista tietoa opinnäytetyöhöni

- | | Kyllä | Ei |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1. Oliko iho mittauksen alussa terve? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Pysyivätkö elektrodit mittauksen aikana paikoillaan? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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

- | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3. Irtosiko mittalaite neppareista? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

Jos irtosi, missä tilanteessa?

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 4. Aiheuttivatko elektrodit ihoärsytystä? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|---|--------------------------|--------------------------|

Nimi:

Kiitos vastauksista!

LIITE 2. Loppukysely elektrodeista

Loppukysely elektrodeista

Vastaa asteikolla 1-10 (1 = matala, 10 = korkea) elektrodien ominaisuuksiin liittyen.



Käyttömukavuus: _____

Käyttömukavuus: _____

Paikallapysyvyys: _____

Paikallapysyvyys: _____

Ihoärsytys: _____

Ihoärsytys: _____



Käyttömukavuus: _____

Paikallapysyvyys: _____

Ihoärsytys: _____

Nimi: _____

LIITE 3. Oma saatekirje

Opinnäytetyöni

Yleistä

Olen Samu Toikkanen ja opiskelen viimeistä vuotta hyvinvointiteknologian insinööriksi. Suoritan opintoni päättävän opinnäytetyön Firstbeat Technologies Oy:lle tarkoitukseni tutkia, kuinka elektrodin valinta vaikuttaa mittatulokseen hyvinvointianalysissa.

Mittausaikataulu

Mittaukset jaetaan kolmeen osioon. Jokainen osio kestää kolme vuorokautta esimerkiksi sunnuntai aamusta keskiviikko aamuun.

Ensimmäinen mittajakso: sunnuntai 08.06. – keskiviikko 11.06.

Toinen mittajakso: maanantai 23.06. – torstai 26.06.

Kolmas mittajakso: sunnuntai 06.07. – keskiviikko 09.07.

Palautteenanto sovitaan myöhemmin. Mahdollisesti ryhmäpalaute jos onnistuu.

Ilmoitathan, jos jokin mittausajankohta ei sinulle käy niin sovitaan vaihtoehtoinen ajankohta sille. Huomioikaa, että elektrodien liima ja elektrodipasta voivat ärsyttää ihoa, joten on suotavaa puhdistaa iho elektrodien poistamisen jälkeen.

Tavoite

Työn tavoitteena selvittää kuinka erilaisten elektrodiliuskojen käyttäminen Firstbeat Bodyguard2 laitteessa vaikuttaa sykevälivaihtelun mittaustuloksiin. Tavoitteena löytää optimaalinen elektrodi huomioiden käyttömukavuus sekä mittauksen luotettavuus. Mittaukset suoritetaan kolmea erilaista elektrodiä käyttäen. Yksi mittauskokonaisuus kestää 3x3 päivän ajan kolmena eri viikkona esimerkiksi sunnuntai - keskiviikko. Rekrytoin mittauksiin tarvittavat henkilöt itse, Firstbeat toteuttaa mittaukset ja analysoi ne sekä toteuttaa palautteenannon. Analysoin saadut tulokset sekä käyttäjäkyselyistä saadut palautteet ja käytän niitä opinnäytetyöni pohjana.

Onnistuneita mittauksia!

Ystävällisin terveisin,

Samu Toikkanen

Hyvinvointiteknologia / Jyväskylän Ammattikorkeakoulu

LIITE 4. Yrityksen saatekirje



TERVETULOA FIRSTBEAT HYVINVOINTIANALYYSIIN

Sydämen sykevälän mittauksen avulla saat monipuolista tietoa omasta hyvinvoinnistasi.

1. Valitse mittausajankohta

Valitse itsellesi seuraavista vaihtoehdoista sopivin ajankohta.

Aloitus 13.04.2014 sunnuntai aamu / lopetus 16.04.2014 keskiviikko aamu

Mittaus kestää yhtäjaksoisesti 3 vuorokautta. Aloita mittaus aamulla heti herättyäsi ja lopeta mittaus 3 vrk:n kuluttua herättyäsi.

2. Aloita mittaus

Mikäli rintakehäsi on karvainen, tulee ihokarvoja ensin poistaa elektrodien kohdalta kontaktin parantamiseksi.



1. Kiinnitä elektrodit laitteen neppareihin.



2. Irrota elektrodin suoja-alusta.



3. Kiinnitä laite oikealle puolelle kehoa solisluun alapuolelle. Johdon toinen pää kehon vasemmalle puolelle kylkikaareen.



4. Mittaus alkaa automaattisesti kiinnitettäessä. Tarkista, että vihreä valo vilkkuu. HUOM. valo näkyy parhaiten pimeässä.

HUOM! Mittalaitteesi on henkilökohtainen. Jos et suorita mittausta, palauta mittalaite käyttämättömänä palautuskuoressa.

Mikäli sairaus tai jokin muu syy estää sinua suorittamasta mittausta sovituina mittauspäivinä, otathan yhteyttä.

Mahdollisissa ongelmatilanteissa ole yhteydessä Firstbeatin tukeen: puh. 020 7631 664 (arkisin klo 9:00-16:00).

3. Mittauksen aikana

Irrota laite suihkun, saunan ja uimisen ajaksi. Laitteen käyttö on kielletty vedessä. Mittaus jatkuu automaattisesti, kun kiinnität laitteen takaisin.

- | | | |
|--|---|--|
| | Vihreä valo vilkkuu sykkeen tahdissa. | Laitte mittaa ja tallentaa sykettä. |
| | Vihreä ja keltainen valo vilkkuvat sykkeen tahdissa. | Akku on vähissä, mutta mittalaite mittaa edelleen. Mikäli mittaus on vasta alussa, ota yhteyttä yhteyshenkilöösi. |
| | Punainen valo vilkkuu sykkeen tahdissa tai palaa yhtäjaksoisesti. | Akku on loppunut tai laitteen muisti on täynnä ja mittaus on keskeytynyt. Lopeta mittaus ja ota yhteyttä yhteyshenkilöösi. |



Lopeta mittaus irrottamalla mittalaite kehostasi. Mittaus päättyy automaattisesti.

Elektrodit ovat kertakäyttöisiä. Vaihda elektrodit vähintään kerran päivässä, esim. suihkun yhteydessä tai jos ne irtoavat kesken mittauksen. Elektrodien liima ja elektrodipasta voivat ärsyttää ihoa, joten pyyhi iho elektrodien poistamisen jälkeen. Voit myös vaihtaa hieman elektrodien paikkaa ihossasi.

4. Täytä tiedot

Saat mittausjakson alussa sähköpostiisi viestin, jossa on linkki taustatietojen ja päiväkirjan täyttämiseen. Täytä vähintään:

- Taustatiedot
- Työ- ja nukkumisajat
- Sairauden ja lääkitys
- Treeniajat
- Mahdollinen alkoholin käyttö (annosten määrä)

Saat mittauksesta enemmän hyötyä, jos merkitset päiväkirjaan myös stressaavat ja palauttavat tapahtumat (esim. palaveri, rentoutushetki).

Tarvitsemme taustatiedot ja päiväkirjamerkinnot mittauksen analysoimiseen, joten on tärkeää, että vaadittavat merkinnät on tehty ajoissa.

5. Palauta mittalaite

Palauta mittalaite ja alla oleva lomake joko Samu Toikkaselle, tai suoraan Firstbeatin toimistolle laitteen mukana tulleessa palautuskuoressa HETI mittauksesi päätyttyä.

Mittauksen jälkeen saat palautteen ja raportit mittauksistasi sekä toimenpidesuosituksukset hyvinvointisi edistämiseksi. Palautetilaisuus on toukokuussa, ja siitä ilmoitamme myöhemmin.

Onnistuneita mittauksia!

Ystävällisin terveisin,

Samu Toikkanen
Hyvinvointiteknologia / Jyväskylän Ammattikorkeakoulu

Pauliina Nauha
Firstbeat Technologies Oy



PALAUTA TÄMÄ LOMAKE YHDESSÄ LAITTEEN KANSSA

Nimi:

Puhelinnumero:

Sähköpostiosoite: }

Mittalaitteen numero: (laitteen takana, LOT BG xxxxxxxx)

Mittauksen aloitus _____.2014 klo ____:____

LIITE 5. Hyvinvointianalyysi



Hyvinvointianalyysi

Samu Toikkanen

Tarjoaja:

Hyvinvointianalyysi (v 6.0.2.7)
21.05.2014 15:38
Lisätieto: www.firstbeat.fi/hyvinvointianalyysi

Analysoija:



ALOITUSKYSELYRAPORTTI











Profiili

Samu Toikkanen

Kartoituksen alkupäivämäärä

18.05.2014

Kyselyn tulokset

Liikun mielestäni riittävästi terveyden kannalta.	 Jokseenkin samaa mieltä
Liikuntani teho on mielestäni riittävä kohottamaan kuntoani.	 Jokseenkin samaa mieltä
Syön mielestäni terveellisesti.	 Jokseenkin samaa mieltä
Koen käyttäväni alkoholia kohtuudella.	 Jokseenkin samaa mieltä
En koe olevani stressaantunut.	 Jokseenkin samaa mieltä
Päivini sisältyy palauttavia hetkiä ja taukoja.	 Täysin samaa mieltä
Olen yleensä virkeä ja energinen.	 Täysin samaa mieltä
Nukun mielestäni riittävästi.	 En osaa sanoa
Koen, että voin vaikuttaa omaan terveyteeni liittyviin asioihin.	 Täysin samaa mieltä
Voin mielestäni hyvin tässä hetkessä.	 Täysin samaa mieltä



Vastausvaihtoehdot:

Täysin samaa mieltä

Jokseenkin samaa mieltä

En osaa sanoa

Jokseenkin eri mieltä

Täysin eri mieltä

Tarjoaja:

Hyvinvointianalyysi (v 6.0.2.7)

21.05.2014 15:38

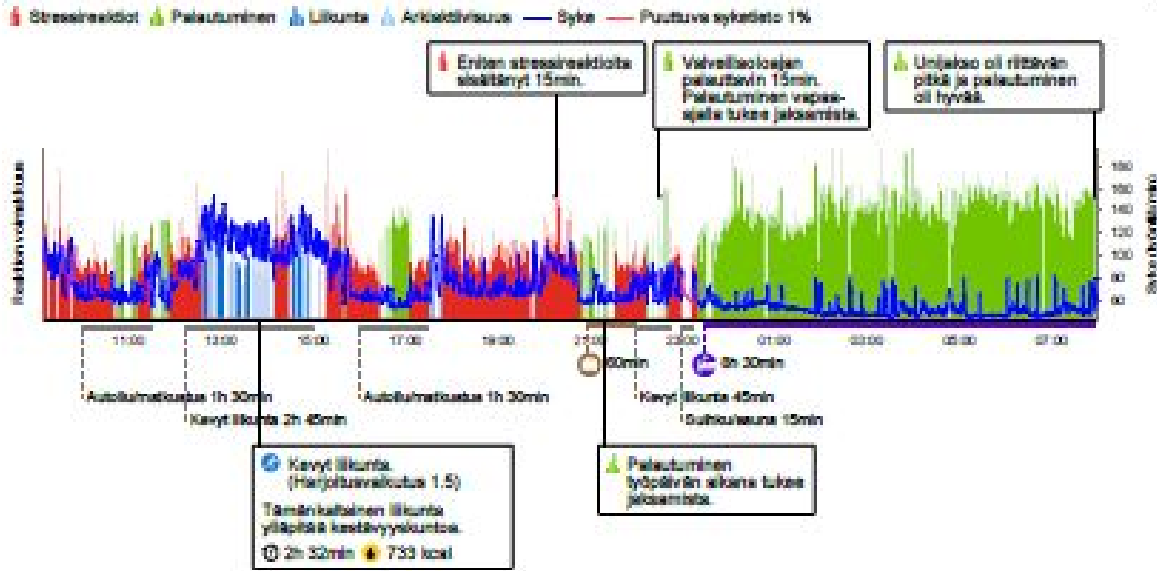
Lisätieto: www.firstbeat.fi/hyvinvointianalyysi

Analyysoija:



HYVINVOINTIANALYYSI

Henkilön tiedot: Samu Toikkanen				Mittauksen tiedot	
Ika	29	Aktiivisuusluokka	8.0 (Hyvä)	Alkamisaika	18.05.2014 09:10
Pituus	180	Lepoaika	42	Kesto	22h 49min
Paino	80	Maksimisyte	198	Syke (ain/keski/arvo/korkein)	42 / 67 / 153
Painoindeksi	24.7				



Stressireaktioiden osuus:	36%	Normaali suurempi < 50%	Normaali 40 - 60%	Normaali pienempi < 40%
Palautumisen osuus:	41%	Heikko < 20%	Koktailainen 20 - 39%	Hyvä > 39%

TYÖ

Työjaksen pituus: 60min

Palautumisen määrä työjaksen aikana: 13min

Heikko < 10 min	Koktailainen 10 - 29 min	Hyvä > 30 min
-----------------	--------------------------	---------------

UNI

Idea raportoitu unenlaatu: ●

Unijaksen pituus: 8h 30min

Heikko < 5,5h	Koktailainen 5,5h - 7h	Hyvä > 7h
---------------	------------------------	-----------

Palautumisen osuus unijaksosta: 82%

Heikko < 50%	Koktailainen 50 - 74%	Hyvä > 74%
--------------	-----------------------	------------

Palautumisen laatu (työpöytäaika, RMSSD): 74 ms

Heikko 0 - 25 ms	Koktailainen 26 - 50 ms	Hyvä > 50 ms
------------------	-------------------------	--------------

LIKUNTA

Liikunnan kokonaisaika oli 44min, joista kuntoa kehittelevää liikuntaa oli 15min.

Liikuntapistot: 53/100

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

ENERGIANKULUTUS

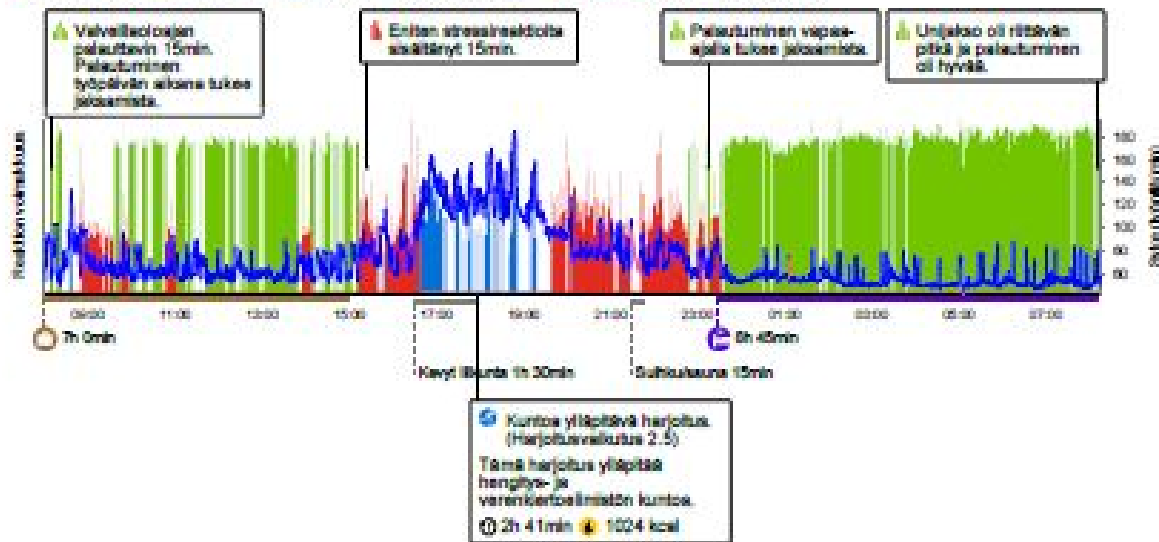
Energiankulutus yhteensä: 2568 kcal

Liikunta 387 kcal	Muu kulutus 1931 kcal
Aktiivisuus 289 kcal	

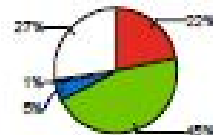
HYVINVOINTIANALYYSI

Henkilön tiedot: Samu Toikkanen				Mittauksen tiedot:	
Ika	33	Aktiviteettiluokka	5.0 (Hyvä)	Alkamisaika	ma 19.05.2014 08:00
Pituus	180	Leposyke	42	Kesto	24h 15min
Paino	80	Maksimisyke	198	Syke (ain/keski/arvo/korkein)	44 / 85 / 185
Painoindeksi	24.7				

Stressireaktiot Palautuminen Liikunta Aktiivisuus Syke Puuttuva syketahti 1%



- Stressireaktiot (5h 18min)
- Palautuminen (11h 2min)
- Liikunta (1h 8min)
- Aktiivisuus (12min)
- Muu sika (8h 38min)



	Normaali suurempi	Normaali	Normaali pienempi	
Stressireaktioiden osuus:	22%	< 50%	40 - 60%	> 40%
Palautumisen osuus:	48%	< 20%	20 - 29%	≥ 30%

TYÖ

Työjakson pituus: 7h 8min

Palautumisen määrä työjakson aikana: 2h 3min

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

UNI

Iän raportoitu unenkesto: ●

	Halko	Kohtalainen	Hyvä	
Unijakson pituus:	8h 45min	< 5,5h	5,5h - 7h	≥ 7h
Palautumisen osuus unijaksosta:	88%	< 50%	50 - 74%	≥ 75%
Palautumisen kesto (yöväilvähätsä, RMSSD):	80 ms	0 - 25 ms	26 - 53 ms	≥ 55 ms

LIIKUNTA

Liikunnan kokonaiskesto oli 1h 8min, joista kuntoa kehittävä liikuntaa oli 28min.

Liikuntapisteet: 85/100

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

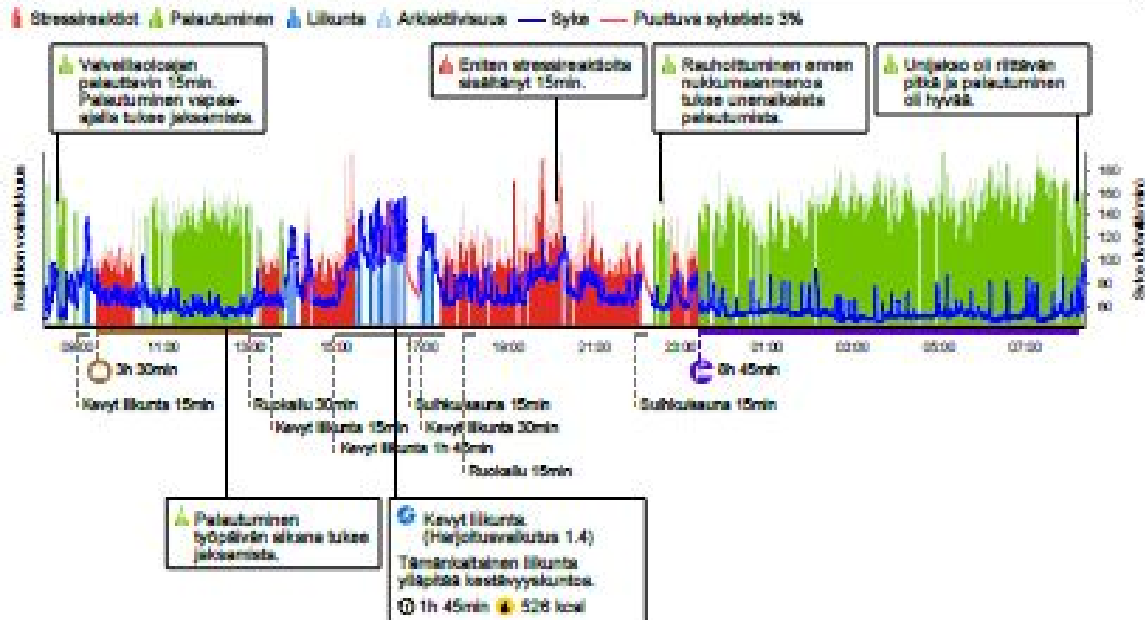
ENERGIANKULUTUS

Energiankulutus yhteensä:



HYVINVOINTIANALYYSI

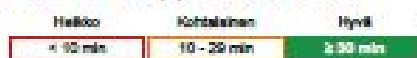
Henkilön tiedot: Samu Toikkanen				Mittauksen tiedot:	
Ikä	23	Aktiivisuusluokka	8.0 (Hyvä)	Alkamisaika	6.20.2014 08:15
Pituus	180	Leposyke	42	Kesto	24h 9min
Paino	80	Maksimisyke	198	Syke (ain/keskiarvo/korkein)	44 / 85 / 150
Painoindexi	24.7				



TYÖ

Työjaksen pituus: 3h 30min

Palautumisen määrä työjaksen aikana: 1h 58min



UNI

Idea raportoitu unenkesto:

Unijakson pituus: 8h 48min

Palautumisen osuus unijaksosta: 92%

Palautumisen laatu (sykevaihtelu, RMSSD): 73 ms

LIIKUNTA

Liikunnan kokonaiskesto oli 46min, joista kuntoa kehittävää liikuntaa oli 0min.

Liikuntapisteet: 48/100



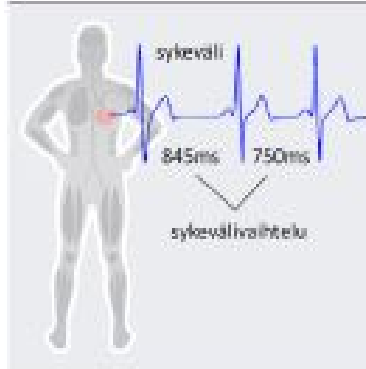
ENERGIANKULUTUS

Energiankulutus yhteensä:

2589 kcal



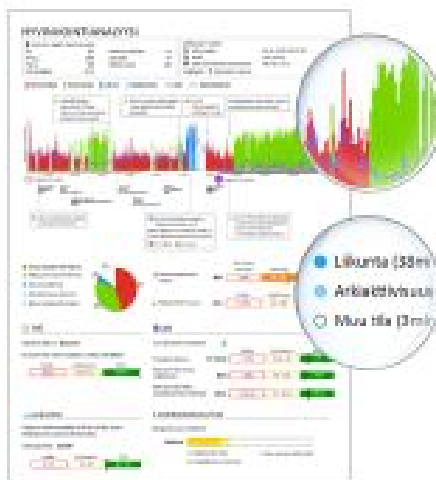
MITÄ HYVINVOINTIANALYYSI KERTOO?



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

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

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



STRESSIREAKTIO tarkoittaa väsymystilan 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 unijaksen aikana tai puuttavaa sykeketkoa.



Harjoitusvaikutus kertoo yksittäisen liikuntasuorituksen vaikutuksen kunnan 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



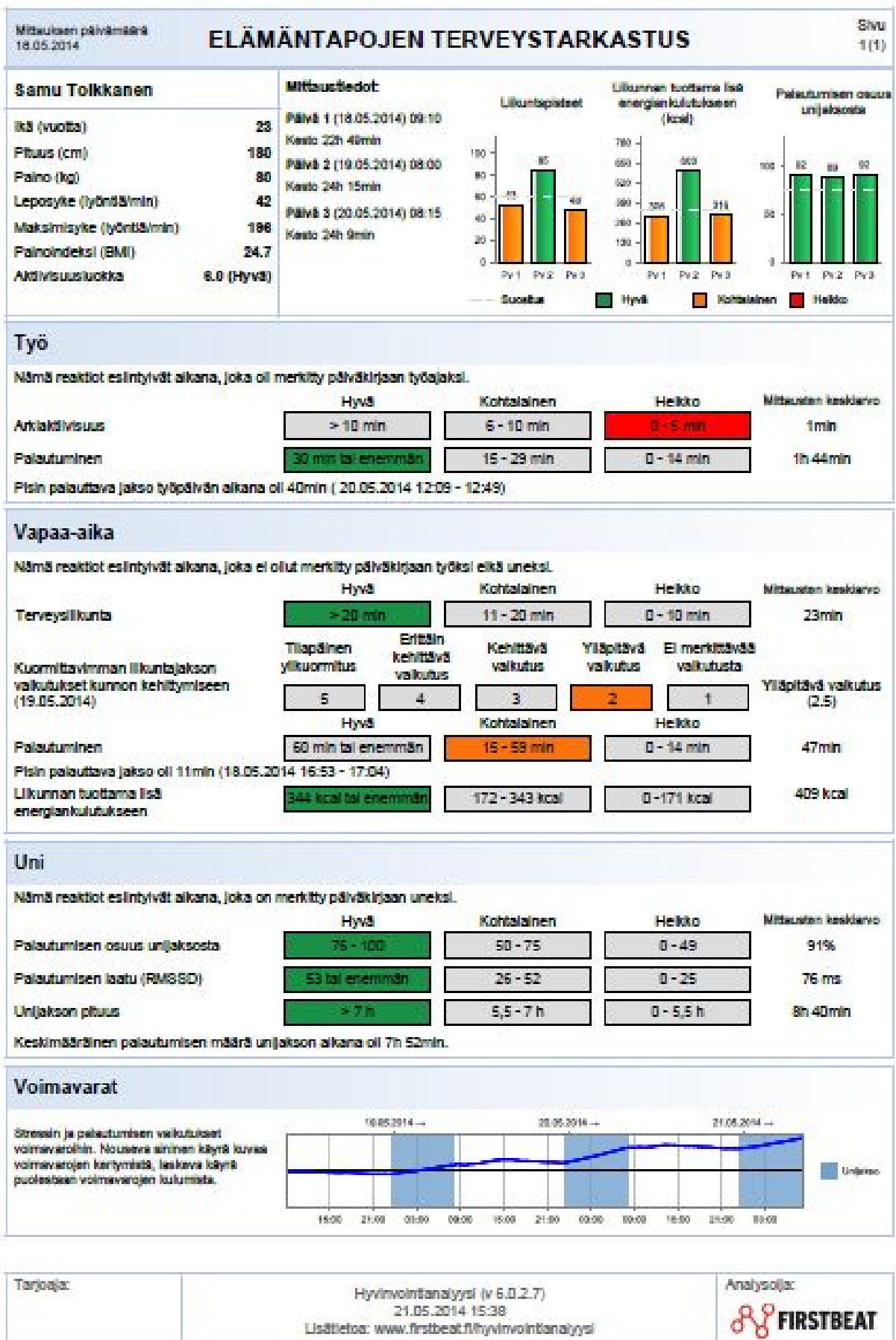
Liikuntapisteet summaavat liikunnan vaikutukset terveyteen päivän ajalta. Pisteet kertyvät keston ja tehon perusteella siten, että matalatehoista liikuntaa vaaditaan ajallisesti enemmän kuin kovatehoista. Hyvän tuloksen (60 p.) saavuttaaksesi sinun tulisi liikkua esimerkiksi 30min reippaasti. Keskimäärin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

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



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

Hyvä yöuni koostuu ajallisesti riittävästä pitkästä ja laadullisesti palauttavasta unijaksosta.



TAVOITTEET

Valitse henkilökohtaiset tavoitteet, joiden avulla pyrit edistämään hyvinvointiasi.

Työ

- Pidän kiinni tavoitistani enkä hoida työasioita samaan aikaan.
- Muistan syödä ja juoda säännöllisesti, myös kiireen keskellä.
- Muokkaan aikatauluni / kalenterini realistiseksi, ja jätän tilaa myös aikataulujen verryttelylle.
- Rytmään työtähtäviä päivän aikana (helpot vs. haastavat)
- Pidän kiinni vapaa-ajastani: asetan itselleni tekemisen, jolloin lähdän töistä kotiin.
- Töistä lähdettyäni pyrin irtottamaan ajatukseni työasioista itselläni miellyttävillä asioilla.

Vapaa-aika

- Pyrin palaamaan säännöllisesti hyviksi havaitsemilleni tavalle (esimerkiksi rentoutushetki, TV:n katselu, lukeminen).
- Etsin itselleni sopivan keinon irtottautua ajon kiireestä.
- Opettelen sanomaan "EI".
- Pidän kiinni omista harrastuksistani, sillä mukavat elämykset edistävät hyvinvointiani.
- Lisään arkiliikunnan määrää, esimerkiksi vaihdan portaat hissien sijaan ja pyrin kävelemään lyhyet välimatkat.
- Pidän kiinni säännöllisestä ateriaritmistä (2-3 ateriala + 1-3 välipalaa).
- Kiinnitän huomiota ravinnon laatuun; vältän runsaasti rasvaa, sokeria ja suolaista sisältäviä tuotteita.
- Vähennän alkoholin käyttöä.
- Lopetan tupakanpolton / nuuskan käytön.
- Pyrin harrastamaan liikuntaa vähintään 4 kertaa viikossa.
- Pudotan painoni _____ kiloa.

Yö ja nukkuminen

- Vältän kovatehoista fyysistä liikuntaa myöhään illalla.
- Vältän raskaita aterioita juuri ennen nukkumaanmenoa.
- En tee stressaavia asioita ennen nukkumaanmenoa (esimerkiksi työt / sähköposti).
- Pyrin käymään ajoissa nukkumaan, jotta ehdin nukkua riittävästi (n. 7-8 h).
- Hyödynnän uusia saamassani hyvätavoittemilleni keinoja rentoutua (esim. lukeminen, musiikin kuuntelu, rauhallinen verryttely)

Omat tavoitteet

Tarjoaja:

Hyvinvointianalyysi (v 6.0.2.7)
21.05.2014 15:38
Lisätietoja: www.firstbeat.fi/hyvinvointianalyysi

Analyysoija:

