



**SUBJEKTIIVISEN LIIKUNNAN YHTEYS  
SYKEVAIHTELUUN NUORILLA MIEHILLÄ**

Helmiina Urponen

Kandidaatin tutkielma

Hyvinvointitekniikan tutkinto-ohjelma

Lääketieteen tekniikka

Oulun yliopisto

2018

**Urponen Helmiina (2018), Relation of subjective physical activity and heart rate variability among young men, Faculty of Medicine, University of Oulu, Bachelor thesis, 23 pages.**

## **Abstract**

**Objective:** The aim of this study was to find out whether self-defined physical activity is related to heart rate variability in young men.

**Methods:** The 2013 MOPO study was used as a material. The participants were men, aged 17-22 (N=620). The subjects replied to questions regarding their weekly light and moderate to vigorous physical activity.

The PolarRS800- heart rate monitor was used to define RR-intervals. Each person's heart rate was measured for five minutes and the last four minutes were included in the analysis. All the necessary time and frequency parameters were calculated from the RR-intervals, such as heart rate, the root mean square of the successive RR-interval differences (RMSSD), and the high (HF) and low-frequency (LF) range.

**Results:** The main result is that there is a difference in heart rate variability and pulse between activity classes formed from physical activity. From activity classes formed from light and moderate to vigorous physical activity, the inactive group's median heart rate variability (RMSSD) was 41,97 ms and active group's was 48,24 ms. The average heart rate was 76,7 beats per minute in the inactive group and 71,3 bpm in the active group. So, the heart rate variability increased as physical activity increased and the heart rate decreased.

In activity classes that were formed only from the activity of light physical activity, the median heart rate variability (RMSSD) of the inactive group was 43 ms. In moderately active group it was 49,8 ms, in the active group it was 45,2 ms, and in the highly active group it was 49,6 ms. These differences were not statistically significant. The median heart rate in the inactive group was 73 beats per minute, in the moderately active group 72,8 bpm, in the active group 73,8 bpm and in the highly active group 70,4 bpm. The difference in heart rate was statistically significant between an active and highly active group. The heart rate was lower in the highly active group.

Among the activity classes formed from moderate to vigorous activity, the median heart rate variability (RMSSD) in the inactive group was 37,6 ms, in the moderately active group 47,1 ms, in the active group 52,6 ms and in the highly active group 49,5 ms. There was a statistically significant difference between the inactive group and other groups. The heart rate of the inactive group also differed from other groups. The heart rate in the inactive group was 77,7 beats per minute, in the moderately active group 71,5 bpm, in the active group 70,0 bpm and in the highly active group 66,0 bpm. The values of the heart rate variability increased as the physical activity increased, and the heart rate decreased.

**Conclusion:** There is a connection between self-evaluated physical activity and heart rate variability. Physically more active people had higher values in heart rate variability than inactive. All in all, the heart rate variability differed between inactive and highly active activity group. The results correspond to the results of previous studies.

**Keywords:** Heart rate variability, physical activity, young men, heart rate

**Urponen Helmiina (2018), Subjekttiivisen liikunnan yhteys sykevaihteluun nuorilla miehillä, Lääketieteellinen tiedekunta, Oulun yliopisto, Kandidaatin tutkielma, 23 sivua.**

## **Tiivistelmä**

**Työtarkoitus:** Työn tarkoituksena oli selvittää, onko itsearvioidulla liikkumisella yhteyttä sykevaihteluun nuorilla miehillä.

**Menetelmät:** Työssä käytettiin materiaalina Oulun kutsunnoissa vuonna 2013 suoritettua MOPO-tutkimusta. Tutkittavat olivat 17-22 vuotiaita miehiä (N=620). Tutkittavat vastasivat kysymyksiin liittyen viikoittaiseen kevyen liikunnan ja ripeän liikunnan harrastamiseen.

RR-intervallien määrittämiseen käytettiin PolarRS800-sykemittaria (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Kunkin henkilön sykettä mitattiin 5 minuuttia, josta viimeiset neljä minuuttia otettiin mukaan analyysiin. RR-intervalleista laskettiin tarvittavat aika- ja taajuusalueen muuttujat, kuten syke, peräkkäisten RR-intervallien keskimääräisten erotusten neliöjuuri (RMSSD), sekä korkea (HF) ja matalataajuinen (LF) -taajuusalue.

**Tulokset:** Tutkimuksen keskeisimpänä tuloksena on se, että sykevaihtelussa sekä sykkeessä on eroa fyysisestä aktiivisuudesta muodostettujen aktiivisuusluokkien välillä. Kevyestä ja ripeästä fyysisestä aktiivisuudesta muodostetuista aktiivisuusluokista inaktiivisen ryhmän sykevaihtelun (RMSSD) mediaani oli 41,97 ms ja aktiivisen ryhmän 48,24 ms. Sykkeen keskiarvo oli inaktiivisessa ryhmässä 76,7 lyöntiä minuutissa ja aktiivisessa ryhmässä 71,3 lyöntiä minuutissa. Sykevaihtelu siis kasvoi fyysisen aktiivisuuden lisääntyessä ja syke puolestaan laski.

Pelkästä kevyen liikunnan harrastamisesta muodostuvista aktiivisuusluokista inaktiivisen ryhmän sykevaihtelun (RMSSD) mediaani oli 43 ms, kohtalaisen aktiivisen ryhmän 49,8 ms, aktiivisen ryhmän 45,2 ms ja erittäin aktiivisen ryhmän 49,6 ms. Erot eivät olleet tilastollisesti merkittäviä. Sykkeen mediaani inaktiivisessa ryhmässä oli 73 lyöntiä minuutissa, kohtalaisesti aktiivisessa ryhmässä 72,8 lnt/min, aktiivisessa ryhmässä 73,8 lnt/min ja erittäin aktiivisessa ryhmässä 70,4 lnt/min. Sykkeet erosivat

tilastollisesti merkittävästi toisistaan aktiivisen ja erittäin aktiivisen ryhmän välillä. Syke oli pienempi erittäin aktiivisessa ryhmässä.

Ripeästä liikunnasta muodostuvista aktiivisuusluokista inaktiivisen ryhmän sykevaihtelun (RMSSD) mediaani oli 37,6 ms, kohtalaisen aktiivisen ryhmän 47,1 ms, aktiivisen ryhmän 52,6 ms ja erittäin aktiivisen ryhmän 49,5 ms. Inaktiivinen ryhmä eroaa tilastollisesti merkittävästi muista ryhmistä. Myös inaktiivisen ryhmän syke erosi muista ryhmistä. Sykkeen mediaani inaktiivisessa ryhmässä oli 77,7 lnt/min, kohtalaisen aktiivisessa ryhmässä 71,5 lnt/min, aktiivisessa ryhmässä 70,0 lnt/min ja erittäin aktiivisessa ryhmässä 66,0 lnt/min. Sykevaihtelun arvot kasvoivat aktiivisuuden lisääntyessä ja syke laski.

**Johtopäätökset:** Itsearvioidun fyysisen aktiivisuuden ja sykevaihtelun välillä on yhteys. Fyysisesti aktiivisemmilla oli korkeampi eli ns. parempi sykevaihtelu kuin inaktiivisemmilla. Sykevaihtelu erosi etenkin inaktiivisen ja erittäin aktiivisen aktiivisuusryhmän välillä. Tulokset vastaavat aikaisempien samankaltaisten tutkimusten tuloksia.

**Avainsanat:** Sykevaihtelu, fyysinen aktiivisuus, nuoret miehet, syke

## Lyhenteet

RMSSD (ms)	Peräkkäisten RR-intervallien keskimääräisten erotusten neliöjuurta kuvaava muuttuja
VLf (ms <sup>2</sup> )	Erittäin matalataajuinen sykevaihtelu, taajuusalue 0,0033-0,04 Hz
LF (ms <sup>2</sup> )	Matalataajuinen sykevaihtelu, taajuusalue 0,04-0,15 Hz
HF (ms <sup>2</sup> )	Korkeataajuinen sykevaihtelu, taajuusalue 0,15-0,4 Hz
MET	Yksikkö, joka kuvaa fyysisen aktiivisuuden aikaisen energiankulutuksen ja lepotilan energiankulutuksen välistä suhdetta
METmin	Fyysisen aktiivisuuden kuormittavuuden ja ajan tulo, kuvaa liikunnan intensiteettiä
EKG	Elektrokardiografia eli sydänfilmi

# Sisällysluettelo

Abstract

Tiivistelmä

Lyhenteet

Sisällysluettelo

1	Johdanto .....	1
2	Sydämen toiminnan säätely.....	3
2.1	Sydämen toimintakierto .....	3
2.2	Autonominen hermosto .....	4
3	Sykevaihtelu.....	5
3.1	Fysiologinen tausta.....	5
3.2	Sykevaihtelun mittauksessa käytettävät menetelmät.....	6
3.2.1	Aikakenttäanalyysi.....	8
3.2.2	Taajuuskenttäanalyysi.....	9
4	Fyysinen aktiivisuus ja inaktiivisuus .....	10
4.1	Fyysisen aktiivisuuden arviointi.....	10
4.2	Terveydelliset vaikutukset.....	12
5	Tutkimuksen tavoitteet.....	13
6	Materiaalit ja menetelmät.....	14
6.1	Mittaukset.....	14
6.2	Kysely.....	15
6.3	Tilastollinen analyysi .....	16
7	Tulokset.....	17
7.1	Keuyen ja ripeän liikunnan muodostama summa METmin .....	18
7.2	Keuyen liikunnan METmin.....	19
7.3	Ripeän liikunnan METmin.....	20
8	Pohdinta ja johtopäätökset .....	22
9	Lähteet.....	23

# 1 Johdanto

Samalla, kun fyysinen inaktiivisuus on viimeisten vuosikymmenten aikana yleistynyt, ovat myös sen tuomat negatiiviset vaikutukset väestön terveyteen lisääntyneet. (Rennie ym. 2003). Nuoret viettävät yhä enemmän aikaa istuen tietokoneruutujen ja television edessä, jopa yli kolme neljäsosaa valveillaoloajastaan, minkä seurauksena liikkumiseen käytetty aika on vähentynyt. Esimerkiksi lihavuus ja erilaiset sydän- ja verisuonielimistön ongelmat on voitu osoittaa olevan seurausta tästä lisääntyneestä istumisesta. (Tammelin ym. 2007, UKK-instituutti, Terveysliikunnan suositukset - Liikkumattomuus). Fyysisen aktiivisuuden on puolestaan todistettu liittyvän terveydentilan kohentumiseen. (Bakrania ym. 2016). Liikkumisen avulla voidaan saavuttaa merkittäviä terveydellisiä hyötyjä aina lapsuudesta vanhuuteen. Positiivisia vaikutuksia on havaittu niin elämänlaadun, kuin kehon koostumuksen ja fyysisen kunnonkin paranemisena. Fyysisesti aktiivisen elämäntavan on todistettu myös vähentävän riskiä sydän- ja verisuonitauteihin sekä erilaisiin metabolisiin sairauksiin, kuten tyyppin 2 diabetekseen. (Ahola ym. 2013, Vuori ym. 2010).

Liikkumisen lisäämiseksi ja istumisen vähentämiseksi on kehitelty liikuntasuosituksia. Esimerkiksi 18-vuotiaiden nuorten ja sitä vanhempien tulisi harrastaa kohtuullisen kuormittavaa liikuntaa useampana päivänä viikossa, yhteensä 2 tuntia 30 minuuttia. Vaihtoehtoisesti rasittavaa liikuntaa tulisi harrastaa ainakin 1 tuntia 15 minuuttia viikossa. Lihaskuntoa ja liikehallintaa ei tulisi myöskään unohtaa, vaan niitä tulisi harjoitella ainakin kahtena päivänä viikossa. (UKK-instituutti, Terveysliikunnan suositukset). Useinkaan nuoret eivät näitä suosituksia noudata, vaan arvioiden mukaan vain kolmasosa nuorista täyttää fyysisen aktiivisuuden suositukset. Määrässä on kuitenkin vaihteluita niin iän, sukupuolen kuin maidenkin välillä, ja joidenkin tutkimusten mukaan jopa 82 % pojista noudattaa suosituksia. (Tammelin ym. 2007).

Fyysisen aktiivisuuden vaikutuksia elimistöön ja terveyteen on tutkittu jo pitkään, ja erilaisten mittaustekniikoiden kehittymisen myötä voidaan tehdä myös yhä enemmän toisistaan poikkeavia tutkimuksia. Mittaustekniikoiden kehittyminen on antanut uusia keinoja mitata myös sydämen sykevaihteluita. Sykevälivaihtelulla tarkoitetaan vaihteluita sydämen lyöntien välisessä ajassa. (Laitio ym. 2001, Gutin ym. 2005).



Esimerkiksi fyysisen aktiivisuuden yhteyttä sykevaihteluun on tutkittu aikuisilla, ja tutkimusten mukaan fyysinen aktiivisuus on yhteydessä suurempaan sykevaihteluun. (Rennie ym. 2003, Gutin ym. 2005). Lisäksi tutkimusten mukaan sykevaihtelua on mahdollista kasvattaa harjoittelun avulla. (Gutin ym. 2005). Fyysisen inaktiivisuuden ja sykevaihtelun yhteyksiä sen sijaan on vähemmän tutkittu.

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia, onko subjektiivisesti arvioidulla fyysisellä aktiivisuudella yhteyttä sykevaihteluun nuorilla miehillä.

## 2 Sydämen toiminnan säätely

Sydämessä on sydämen aktiopotentialin synnyttävä ja sitä ohjaava impulssinjohtojärjestelmä, johon kuuluu sinussolmuke, eteisradat, eteis-kammiosolmuke, eteis-kammiokimppu sekä sen haarat. Ilman hermostovaikutusta sydän supistuu automaattisesti sinussolmukkeella säädellyn rytmin mukaisesti. Sydämessä on neljä onteloa: oikea ja vasen eteinen sekä oikea ja vasen kammiio. Lisäksi sydämessä on läppiiä, jotka estävät verta kulkeutumasta väärään suuntaan. (Nienstedt ym. 2009).

### 2.1 Sydämen toimintakierto

Sydämen toimintakierto muodostuu kahdesta vaiheesta: diastolesta, jonka aikana sydän on veltostunut ja täyttyy verellä, sekä systolesta eli kammioiden supistumisvaiheesta. (Berntson ym. 2007). Kammioiden supistuessa niiden paine kasvaa niin korkeaksi, että eteis-kammioläpät sulkeutuvat, ja veri alkaa virrata yleiseen verenkiertoon läppien läpi. Sydämen oikea puoli pumppaa veren niin kutsuttuun pieneen verenkiertoon, eli keuhkoverenkiertoon. Vasen puolisko puolestaan pumppaa veren suureen verenkiertoon, eli systeemiseen verenkiertoon. (Berntson ym. 2007, Nienstedt ym. 2009).

Sydämen pumpatessa sydänlihaksessa syntyy sähköisiä potentiaaliaroja, joita voidaan mitata ihon pinnalta. Yksi yleinen sydämen toimintaa mittaava menetelmä on elektrokardiografia (EKG). (Nienstedt ym. 2009). Toimintakierto alkaa sinussolmukkeen depolarisoituessa ja käynnistäessä impulssin oikeassa eteisessä diastolen loppupuolella. Impulssi etenee eteisjohtoratoja pitkin sydämen eteisiin aiheuttaen näin eteisten depolarisaation ja supistumisen. Tämä voidaan nähdä EKG:ssä P-aaltona. (Berntson ym. 2007).

Kammioille supistumiskäskey kulkee oikean eteisen alaosaassa sijaitsevan eteis-kammiio solmukkeen kautta, josta se etenee kammioiden puolella olevaan eteis-kammiokimppuun (ns. Hisin kimppu). Tämän siirtymisen aikana aktiopotentiali hidastuu noin 0,1 sekuntia, minkä ansiosta eteiset ehtivät supistua ennen kammioita.

Signaali leviää kohti sydämen kärkeä, josta johtoratajärjestelmän ohuet haarat vievät sen takaisin eteisiin. EKG:ssä kammioiden supistuminen voidaan havaita niin kutsutusta QRS-kompleksista. (Berntson ym. 2007, Niensted ym. 2009). Kammioiden supistumisen loppuvaiheessa kammiot repolarisoituvat, mikä voidaan havaita EKG:ssä T-aaltona. Se käynnistää kammioiden veltostumisvaiheen eli diastolen. (Bernstson ym. 2007).

## **2.2           Autonominen hermosto**

Ihmisen hermosto koostuu keskushermostosta ja ääreishermostosta. Ääreishermosto voidaan jakaa vielä tahdosta riippuvaiseen eli somaattiseen hermostoon sekä tahdosta riippumattomaan autonomiseen hermostoon. Somaattinen hermosto säätelee pääasiassa liikettä ja aistihavaintoja. (Niensted ym. 2009) Autonominen hermosto (ANS, autonomic nervous system) puolestaan osallistuu sellaisiin kehon toimintoihin, joihin emme voi itse tietoisesti vaikuttaa, säätelemällä esimerkiksi sisäelimiä ympäröiviä sileitä lihaksia, sekä sydän- ja verisuonijärjestelmää. (Niensted ym. 2009, Taralov ym. 2015).

Autonominen hermosto jaetaan sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon, jotka eroavat toisistaan niin anatomialtaan kuin toiminnaltaankin. Sympaattinen hermosto esimerkiksi vastaa fysiologisista puolustusmekanismeista liiallisiin ärsykkeisiin ja olosuhteisiin, kuten pelkoon, hapenpuutteeseen, fyysiseen aktiivisuuteen ja stressiin. Näitä puolustusmekanismeja ovat esimerkiksi sykkeen kiihtyminen, verenpaineen kohoaminen, verisuonten supistuminen, pupillien laajentuminen ja keuhkoputkien laajentuminen. (Taralov ym. 2015).

Parasympaattisen hermoston vaikutukset sen sijaan ovat paikallisia ja niihin yleensä liittyy palauttavien ja energiaa säästävien toimintojen ylläpitäminen, kuten esimerkiksi sykkeen hidastuminen, matala verenpaine tai keuhkoputkien kouristelu. Parasympaattinen hermosto aktivoituu pääasiassa levossa. (Niensted ym. 2009, Taralov ym. 2015).

Tavallisesti sympaattiset ja parasympaattiset toiminnot ovat dynaamisessa tasapainossa keskenään. Niiden toimintoja voidaan kuitenkin muuttaa nopeastikin, kun muuttuva ympäristö sitä vaatii. Epätasapainosta, jossa joko sympaattinen tai parasympaattinen hermosto on hallitsevampi, voi aiheutua esimerkiksi erilaisia terveydellisiä ongelmia. (Thayer ym. 2010).

### **3 Sykevaihtelu**

Sydämen syklien kesto ei ole tasaista, vaan vaihtelee sydämen lyönnistä toiseen. Tähän viittaakin siis termi sykevaihtelu (HRV = heart rate variability). (Schäfer & Vagedes 2013). Sen avulla voidaan arvioida autonomisen hermoston toimintaa, eli sympaattisen ja parasympaattisen hermoston välistä vuorovaikutusta. (Migliaro ym. 2001).

#### **3.1 Fysiologinen tausta**

Muutokset iässä, tunteissa tai jopa mittauksen ajankohdassa voivat aiheuttaa muutoksia sykevaihteluun. Sykevaihtelun avulla on voitu osoittaa muun muassa se, että sympaattinen hermosto aktivoituu hätätilanteessa, kun samaan aikaan parasympaattisen hermoston toiminta hidastuu. (Migliaro ym. 2001).

Sykevaihtelu voidaan jakaa kolmeen eri taajuuskomponenttiin, jotka ovat erittäin matalataajuinen taajuusalue (VLF, very low frequency), matalataajuinen taajuusalue (LF, low frequency) ja korkeataajuuksinen taajuusalue (HF, high frequency). (Circulation 1996, Laitio ym. 2003).

Korkeataajuisella alueella (0,15-0,4 Hz) syke vaihtelee jaksoissa, jotka ovat 2.5 sekunnista 7 sekuntiin. Tällä alueella havaitaan hengityksestä aiheutuvaa sinusarythmiaa, jolla voidaan mitata spesifisesti parasympaattisen hermoston toimintaa. (Laitio ym. 2003, Rennie ym. 2003). Matalataajuisella taajuusalueella (0,04-0,15 Hz) syke vaihtelee pidemmissä 7-25 sekunnin jaksoissa. Tällä alueella nähdään niin sympaattisen kuin parasympaattisenkin hermoston vaikutus sykevaihteluun. (Laitio ym. 2003, Rennie ym. 2003). Esimerkiksi pystyasennossa matalataajuisen taajuusalueen voimaan on huomattu vaikuttavan sympaattinen hermosto, kun taas levossa ja

makuuasennossa parasympaattisen hermoston on todettu hallitsevan tätä aluetta. (Laitio ym. 2003). Matalataajuisten ja korkeataajuisten tehon ja keskitaajuuden jakaantuminen voi siis vaihdella suhteessa sydämen autonomisiin toimintoihin sekä jaksoihin. (Circulation 1996).

Fysiologista selitystä erittäin matalataajuiselle taajuusalueelle (0,0033-0,04 Hz) ei ole vielä tarkalleen selvitetty, mutta esimerkiksi reniini-angiotensiini -järjestelmällä ja lämmönsäätelyllä uskotaan olevan siihen vaikutusta. (Circulation 1996, Laitio ym. 2003).

Viime vuosikymmenien aikana sykevaihtelusta on tullut hyödyllinen apu kliinisessä diagnostiikassa (Schäfer & Vagedes 2013). Parasympaattisen hermoston aktiivisuus ja sykevaihtelu on liitetty esimerkiksi immuunihäiriöihin ja tulehduksiin, joihin on liittynyt monenlaisia sairauksia, kuten esimerkiksi diabetes, osteoporoosi, niveltulehdus sekä Alzheimerin tauti. (Thayer ym. 2010). Pieni sykevaihtelu voi viitata erilaisiin sydänsairauksiin, kuten sydäninfarktiin ja kongestiiviseen sydämen vajaatoimintaan. Hyvä fyysinen kunto puolestaan liittyy sekä parempaan (korkeampaan) sykevaihtelun arvoon että vähentyneeseen sydänsairauksien riskiin. Sykevaihtelua pidetäänkin luotettavana ja hyödyllisenä työkaluna, jonka avulla voidaan tutkia sydän- ja verisuonitautien lisäksi myös autonomista terveyttä sekä yleistä psyykkistä ja somaattista kuntoa. (Schäfer & Vagedes 2013).

## **3.2 Sykevaihtelun mittauksessa käytettävät menetelmät**

Sykevaihtelun analysoimiseen voidaan käyttää joko pidempiaikaista seuranta (esim. 24h) tai lyhyempää, esimerkiksi muutaman minuutin mittaista mittausta. (Migliaro ym. 2001). Sykevaihtelun määrittämiseen ja havainnointiin käytetään tavallisimmin EKG:aa, jonka signaalin R-piikit sopivat hyvin sydämen syklien analysointiin. Tietokonealgoritmien avulla voidaan määrittää esimerkiksi peräkkäisten RR-piikkien aikavälit. Sykevaihtelun määrittämiseen käytetään ainoastaan säännöllisiä lyöntejä, eikä esimerkiksi rytmihäiriöitä huomioida. Tämän vuoksi puhutaankin usein myös NN-intervalleista (normal to normal). Sykevaihtelun analysointi käsittää useiden merkittävien parametrien laskemista RR-intervalleista. Näitä parametreja kutsutaan

sykevaihtelumuuttujiksi. (Schäfer & Vagedes 2013). Sykevaihtelun tutkimiseen käytetään pääasiassa aika- ja taajuusanalyyseistä saatavia muuttujia. (Circulation 1996).

### 3.2.1 Aikakenttäanalyysi

Aikakenttäanalyysin avulla saadaan yksinkertainen tilastollinen analyysi sykevaihtelusta. (Laitio ym. 2003). Analyysit voidaan jakaa kahteen luokkaan: niihin, jotka saadaan suoraan RR-intervalleista ja niihin, jotka johdetaan RR-intervallien eroista. (Circulation 1996, Laitio ym. 2003). Muuttujat voivat olla peräisin kokonaisesta pitkästä EKG-tallennuksesta tai ne voidaan laskea käyttäen lyhyempiä mittausjaksoja. Jälkimmäinen menetelmä mahdollistaa sykevaihtelun vertailun esimerkiksi nukkumisen ja levon aikana. (Circulation 1996).

Tavallisimmin aikakenttäanalyysin avulla lasketaan RR-intervallien keskiarvo ja keskihajonta (SDNN, varianssin neliöjuuri), jotka siis mallintavat autonomisen hermoston aiheuttamaa modulaatiota sykevaihtelussa. (Laitio ym. 2003). Varianssi on matemaattisesti yhtä suuri spektrianalyysin kokonaistehon kanssa, joten SDNN kuvastaa kaikkia syklisiä komponentteja, jotka aiheuttavat vaihteluita tallennusjaksoilla. Useimmiten SDNN lasketaan 24 tunnin mittausjaksolta, ja se kattaa siten sekä lyhytaikaiset korkean taajuuden (HF) vaihtelut että matalan taajuuden komponentit. Mittausjakson lyhentyessä SDNN:llä voidaan arvioida myös lyhyempien syklien pituuksia. Sykevaihtelun kokonaisvarienssi kuitenkin kasvaa analysoitavan tallenteen pituuden kasvaessa, minkä vuoksi satunnaisesti valittujen EKG-signaalien osalta SDNN ei ole hyvin määritelty tilastollinen suure. (Circulation 1996).

Kaikista yleisimpiä mitattavia muuttujia ovat RMSSD, eli peräkkäisten RR-intervallien keskimääräisten erotusten neliöjuuri, sekä NN50, mikä tarkoittaa yli 50 ms toisistaan poikkeavien peräkkäisten RR-välien lukumäärää. Nämä lyhytaikaisen vaihtelun mittaukset ennustavat parasympaattisen hermoston aktiivisuutta eli suurten taajuuksien vaihteluita sykkeessä. (Circulation 1996, Laitio ym. 2003). Lisäksi ne mittaavat sykevaihtelua, joka aiheutuu hengityksestä. (Laitio ym. 2003).

### 3.2.2 Taajuuskenttäanalyysi

Tehospektri -analyysillä saadaan perustietoa siitä, miten teho jakautuu taajuuden funktiona. (Circulation 1996). Se voidaan suorittaa niin lyhyille kuin pitkillekin analoogisille ja digitaalisille EKG-talennuksille. (Laitio ym. 2003).

Tehospektritiheyden laskentamenetelmät on useimmiten jaoteltu parametrisiksi tai ei parametrisiksi. Useimmissa tapauksissa molemmat menetelmät tarjoavat vertailukelpoisia tuloksia. Parametrittomien menetelmien etuja ovat muun muassa käytetyn algoritmin yksinkertaisuus (useimmissa tapauksissa käytetään nopeaa Fourier muunnosta) ja nopea käsittely. Parametristen menetelmien eduksi taas luetaan esimerkiksi sen tasaisemmat spektrikomponentit, jotka voidaan erottaa riippumatta ennalta valituista taajuuskaistoista, sekä taajuuden helppo käsittely jälkikäteen niin matalan kuin korkeankin taajuuden komponenteilla. Parametristen menetelmien avulla voidaan myös estimoida tarkasti tehospektritiheys vain pienellä määrällä näytteitä. (Circulation 1996).

VLF, LF ja HF mitataan yleensä tehon absoluuttisina arvoina, millisekuntien neliönä. LF ja HF voidaan lisäksi mitata myös normalisoidussa yksikössä. LF:n ja HF:n normalisoitujen arvojen avulla voidaan tarkastella sympaattisen ja parasympaattisen hermoston hallittua ja tasapainoista käyttäytymistä. Normalisoinnin avulla pyritään myös minimoimaan kokonaisvoiman muutosten vaikutukset LF ja HF -komponentteihin. Normalisoidut arvot tulisikin siis aina esittää LF:n ja HF:n absoluuttisten arvojen kanssa, koska silloin tehon jakauma spektrikomponentissa voidaan selittää täysin. (Circulation 1996).

Lyhytaikaisten tallenteiden analyyseissä esiintyy enemmän teoreettista tietoa taajuusalueen mittausten fysiologisesta tulkinnasta, verrattuna samaan tallenteeseen perustuviin aika-alueen mittauksiin. (Circulation 1996). Taajuuskenttäanalyysin avulla voidaankin erottaa parasympaattisen ja sympaattisen hermoston aktiivisuuksista aiheutuvat sykevaihtelut paremmin, verrattuna aikakenttäanalyysiin. (Laitio ym. 2003).



## **4 Fyysinen aktiivisuus ja inaktiivisuus**

Fyysisellä aktiivisuudella tarkoitetaan kaikkea lihasten tahdonalaista ja energiaa kuluttavaa toimintaa. Toisin kuin liikunta, fyysisen aktiivisuuden käsite kattaa ainoastaan fyysiset ja fysiologiset tapahtumat eikä se vaikuta lainkaan psyykkisiin tunteuksiin tai sosiaalisiin seurauksiin. Liikunnan voidaankin siis ajatella olevan osa fyysistä aktiivisuutta. (Vuori ym. 2010).

On kuitenkin tärkeää huomata, että fyysinen aktiivisuus ja energiankulutus ovat kaksi eri asiaa. Fyysisellä aktiivisuudella tarkoitetaan toimintaa, joka saa aikaan energiankulutuksen ja se ilmaistaan tavallisimmin taajuutena ja kestona. Energiankulutuksella puolestaan tarkoitetaan fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä tai energiakustannusta. Se on suora vaste kaikille metabolisille prosesseille, jotka liittyvät jollain tavalla energian vaihtoon, jota tarvitaan tukemaan luustolihas- supistumista fyysisessä aktiivisuudessa. Monet eri asiat vaikuttavat energiankulutukseen, kuten esimerkiksi ikä, kehon koostumus ja kunto. (Lamonte & Ainsworth 2001).

Fyysinen inaktiivisuus on vastakohta fyysiselle aktiivisuudelle. (Vuori ym. 2010). Tarkalleen ottaen sillä tarkoitetaan kaikkea hereillä tapahtuvaa aktiivisuutta, jonka energiankulutus on < 1,5 MET, eli käytännössä istumista ja makaamista. (Maddison ym. 2015).

### **4.1 Fyysisen aktiivisuuden arviointi**

Fyysisen aktiivisuuden arviointi jaetaan subjektiivisiin sekä objektiivisiin menetelmiin. Subjektiivisilla menetelmillä tarkoitetaan omaa arviota, jota kartoitetaan esimerkiksi kyselyiden tai päiväkirjan avulla. Objektiivisillä menetelmillä tarkoitetaan puolestaan erilaisilla laitteilla tapahtuvia mittauksia. (Vuori ym. 2010).

Fyysistä aktiivisuutta ja energiankulutusta voidaan arvioida objektiivisesti sekä suorilla että epäsuorilla menetelmillä. (Lamonte & Ainsworth 2001). Esimerkiksi hapenkulutuksen tai sykkeen avulla voidaan arvioida energiankulutusta epäsuorasti. Sykkeen ja hapenkulutuksen välillä onkin lähes aina voimakas lineaarinen suhde. Matalan ja erittäin korkean intensiteetin aikana tämä suhde ei kuitenkaan päde. Tästä

syystä tavalliset sykemittarit eivät välttämättä anna tarkkaa kuvaa esimerkiksi päivittäisestä aktiivisuudesta, jos aktiviteetit on suoritettu esimerkiksi matalalla intensiteetillä. Myös useiden sykkeeseen vaikuttavien tekijöiden (kuten esimerkiksi stressi ja lääkkeet) vuoksi sykkeen mittaus ei Lamonte & Ainsworthin mukaan ole yksistään sopiva fyysisen aktiivisuuden mittariksi. Siitä voi kuitenkin olla hyötyä esimerkiksi osana monialaista väestöön perustuvaa tutkimusta. (Lamonte & Ainsworth 2001). Nykypäivänä kuluttajat voivat arvioida omaa päivittäistä aktiivisuuttaan myös erilaisten aktiivisuusmittareiden avulla. Laitteet seuraavat esimerkiksi liikkumista, unta ja muita käyttäytymismalleja, minkä perusteella ne voivat antaa käyttäjilleen palautetta ja kehottaa esimerkiksi liikkumaan enemmän. (Evenson ym. 2015).

Usein fyysisen aktiivisuuden arviointiin käytetään myös erilaisia kyselyitä. (Lamonte & Ainsworth 2001, Vuori ym. 2010). Kyselyt voidaan jakaa globaaleihin, lomakkeisiin sekä kvantitatiivisiin niiden aihepiirin ja yksityiskohtaisuuden perusteella. Globaalit kyselyt ovat muutaman kysymyksen mittaisia, ja ne kuvaavat fyysistä aktiivisuutta vain hyvin yleisellä tasolla. Lomakkeet koostuvat jopa muutamasta kymmenestä kysymyksestä, ja niiden avulla saadaan jo melko tarkka arvio fyysisen aktiivisuuden erityispiirteistä, kuten taajuudesta ja kestosta. Ne voivat olla hieman monimutkaisempia verrattuna globaaleihin kyselyihin, mutta niiden avulla saadaan paljon yksityiskohtaisempia tuloksia. Kvantitatiivisten kyselyt ovat taas todella yksityiskohtaisia ja niiden avulla saadaan tarkka arvio kevyen, kohtalaisen ja raskaan fyysisen aktiivisuuden annos-vaste -suhteista. (Lamonte & Ainsworth 2001).

Jokaisen menetelmän avulla pyritään saamaan jonkinlainen arvio liikunnan kuormittavuudesta ja siihen käytetystä ajasta. Kyselyiden ja mittausten tuloksista voidaan tehdä erilaisia luokituksia ja päätelmiä liittyen esimerkiksi fyysisen aktiivisuuden riittävyyteen. Jaottelu on yleensä kevyt, kohtalainen, raskas ja erittäin raskas. Liikuntamuodosta ja siihen käytetystä ajasta voidaan muodostaa kokonaiskuormittavuusindeksi tai vaihtoehtoisesti voidaan kuvata energiankulutusta. (Vuori ym. 2010).

Fyysisen aktiivisuuden määrää ja energiankulutusta tutkitaan useimmiten MET-lukujen avulla. MET-luku tarkoittaa fyysisen aktiivisuuden aikaisen energiankulutuksen ja perusaineenvaihdunnan eli lepotilan energiankulutuksen välistä suhdetta. Sillä kuvataan

siis liikunnan kuormittavuutta. Toisin sanoen MET-luvulla ilmaistaan kuinka monin kertaiseksi fyysinen aktiivisuus lisää energiankulutusta. METmin tai METh on puolestaan kuormittavuuden (MET) ja ajan tulo. Myös niiden avulla voidaan arvioida fyysistä aktiivisuutta. (Vuori ym. 2010).

## **4.2 Terveydelliset vaikutukset**

Fyysisellä aktiivisuudella, on paljon erilaisia terveyshyötyjä. Pääasiassa ne liittyvät aineenvaihdunnallisiin ja elintoimintojen muutoksiin. Fyysisellä aktiivisuudella voidaan parantaa esimerkiksi sydän- ja verenkiertoelimistön terveyttä. Sillä on todistettusti myönteinen vaikutus myös akateemiseen suorituskyykyyn. (Tammelin ym. 2007). Lisäksi liikkumisen tiedetään ylläpitävän elimistön rakenteellista terveyttä ehkäisemällä tuki- ja liikuntaelinten sairauksia. Liikunnalla voidaan vaikuttaa positiivisesti myös elimistön rasvatasapainoon ja kolesteroliin. Sen avulla seerumin hyvän HDL-kolesterolin määrää voidaan lisätä ja huonon LDL-kolesterolin sekä triglyseridien määrää laskea. Myönteiset vaikutukset liittyvät myös elimistön kroonisiin matalasteisiin tulehduksiin sekä insuliiniresistenssiin. Yksi tärkeä liikunnan terveyshyöty on myös sen positiivinen vaikutus elämänlaatuun. (Vuori ym. 2010).

Fyysinen inaktiivisuus puolestaan voi aiheuttaa lihavuutta, huonontaa kuntoa, nostaa verenpainetta sekä huonontaa glukoosinsietokykyä ja insuliiniherkkyyttä. Inaktiivisuus voi johtaa siis lopulta edellä mainittujen seikkojen takia esimerkiksi sepelvaltimotautiin. (Rennie ym. 2003). Tutkimukset ovat osoittaneet, että fyysisen inaktiivisuuden määrä korreloi sairastuvuuden kanssa, vaikka fyysisen aktiivisuuden määrä ei vähenisi. Terveiden kannalta esimerkiksi istuminen tulisi siis minimoida ja lisäksi olla fyysisesti aktiivinen. Koska liikunnan vaikutukset eivät ole pysyviä, tulisi liikkumisen olla säännöllistä. Siten voidaan estää tärkeiden rakenteiden kulumisen ja toimintakyvyn heikkeneminen. (Vuori ym. 2010).

## 5 Tutkimuksen tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Oulun kutsunnoissa vuonna 2013 suoritettua MOPO tutkimuksen avulla, onko itse arvioitun liikkumisen määrällä yhteyttä sykevaihteluun. Yhteyttä tarkasteltiin kolmella eri tavalla, jotka on esitetty alla.

- 1) Onko kevyen ja ripeän liikunnan muodostaman summa MET minuutin ja sykevaihtelun sekä sykkeen välillä yhteys?
- 2) Onko itsearvioitulla kevyellä liikunnalla yhteys sykevaihteluun ja sykkeeseen?
- 3) Onko itsearvioitulla ripeällä liikunnalla yhteys sykevaihteluun ja sykkeeseen?

## 6 Materiaalit ja menetelmät

Tutkimus on tehty osana laajempaa MOPO –tutkimusta, joka toteutettiin vuosina 2009 – 2014 Oulun kutsunnoissa. (Ahola ym. 2013). Kutsunnat järjestetään vuosittain kaikille 18-vuotiaille miehille Suomessa ja niiden perusteella arvioidaan soveltuvuus asepalvelukseen. Tässä tutkimuksessa kysely – ja mittausaineisto on kerätty vuonna 2013 Oulun kutsuntoihin osallistuneista. Silloin kutsuntoihin osallistui 1265 henkilöä, jotka kaikki kutsuttiin osallistumaan myös MOPO-tutkimukseen. Mittauksiin osallistui 825 miestä, joista tähän tutkimukseen päätyi loppujen lopuksi 620. (Leinonen ym. 2017). Itsearvioidun fyysisen aktiivisuuden perusteella muodostettiin eri aktiivisuusluokkia, joita verrattiin mitattuun sykkeeseen ja sykevaihteluun.

### 6.1 Mittaukset

RR-intervallien mittaukseen käytettiin sykemittaria (PolarRS800; Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Mittaukset kestivät 5 minuuttia, jonka aikana koe-henkilöiden tuli hengittää spontaanisti. Mittaukset suoritettiin rauhallisissa olosuhteissa, ja henkilöitä kehoitettiin lepäämään ja rentoutumaan kolme minuuttia ennen mittausten aloittamista.

Analyyseihin käytettiin tallennetun datan neljää viimeistä minuuttia. Dataa muokattiin myös poistamalla siitä artefaktoja ja ektooppisia lyöntejä. Sykevaihtelun arviointiin käytettiin useita aika- ja taajuusalueen analyysejä, ja analyysit suoritettiin noudattaen Task Force of the European Society of Cardiology ja North American Society of Pacing and Electrophysiology ohjeistuksia.

Laskettuihin aika-alueen muuttujiin kuului keskimääräinen syke (HR), RR-intervallien keskiarvo, RR-intervallien keskihajonta (SDNN) ja peräkkäisten RR-intervallien keskimääräisten erotusten neliöjuuri (RMSSD). Taajuusalueen muuttujat olivat matalataajuinen taajuusalue (LF; 0,04-0,15 Hz) ja korkeataajuinen taajuusalue (HF; 0,15-0,4 Hz), sekä LF ja HF voimien suhde (LF/HF).

## 6.2 Kysely

Kyselylomake koostui pääasiassa terveyteen, ruokavalioon sekä hyvinvointiin liittyvistä kysymyksistä (Ahola ym. 2013). Kysymysten ”Kuinka usein harrastat vapaa-aikanasi kevyttä liikuntaa?” ja ”Kuinka usein harrastat vapaa-aikanasi ripeää liikuntaa?” vastaukset (1) Kerran kuukaudessa tai harvemmin, (2) 2-3 kertaa kuukaudessa, (3) Kerran viikossa, (4) 2-3 kertaa viikossa, (5) 4-6 kertaa viikossa, (6) Päivittäin sekä ”Kuinka kauan kerralla harrastat kevyttä liikuntaa?” ja ”Kuinka kauan kerralla harrastat ripeää liikuntaa?” (Vastaukset: (1) En lainkaan, (2) Alle 20 minuuttia, (3) 20-39 minuuttia, (4) 40-59 minuuttia, (5) 1-1,5 tuntia, (6) Yli 1,5 tuntia) muutettiin METminuuteiksi.

Liikunnan määrä viikoittain (minuuttia/viikko) on taajuus (liikunta/vko) kerrottuna liikuntaan kulutetulla ajalla (min/harjoitus). METminuutit muodostettiin valmiiksi laaditun kaavan perusteella. Ensiksi liikunnan taajuus muutettiin arvoksi taulukon 1 mukaan:

*Taulukko 1. Kertoimet, joilla liikunnan määrän vastaukset muutetaan arvoiksi liikunnan taajuudeksi.*

<u>Vastaus:</u>	<u>Kerroin (liikunta/viikko)</u>
Kerran kuukaudessa tai harvemmin	0
2-3 kertaa kuukaudessa	0,5
Kerran viikossa	1
2-3 kertaa viikossa	2,5
4-6 kertaa viikossa	5
Päivittäin	7

Liikunnan kesto (min/harjoitus) muutettiin kertoimeksi seuraavasti taulukon 2 mukaan:

*Taulukko 2. Kertoimet, joilla vastaukset liikunnan keston muutetaan arvoiksi.*

<u>Vastaus</u>	<u>Kerroin (min/harjoitus)</u>
Ei lainkaan	0
Alle 20 minuuttia	10
10-39 minuuttia	30
40-59 minuuttia	45

1-1,5 tuntia	75
Yli 1,5 tuntia	90

Liikunnan intensiteetti eli METmin/viikossa saadaan lopulta kertomalla liikunnan määrä 3 MET, jos kyseessä on kevyt liikunta, ja 5 MET, jos kyseessä on ripeä liikunta.

METminuuttien avulla vastaajat voitiin jakaa erilaisiin aktiivisuusluokkiin. Summa METmin muodostuu sekä kevyen liikunnan että ripeän liikunnan itsearvioidusta määrästä. Aktiivisuusluokkia muodostettiin jakamalla summa METmin kahteen, ja kevyt ja ripeä liikunta neljään prosentuaalisesti lähes yhtä suureen ryhmään, joita vertailtiin keskenään.

### **6.3 Tilastollinen analyysi**

Tilastolliseen analyysiin käytettiin IBM SPSS Statistics 25 -ohjelmaa. Normaalijakautuneisuutta arvioitiin Kolmogorov-Smirnovin testillä. Verrattaessa pelkästään fyysiseltä aktiivisuudelta aktiivista ja inaktiivista ryhmää, analysointiin käytettiin Mann-Whitney -testiä tai t-testiä. Kun tutkittiin neljää aktiivisuusluokkaa, käytettiin analysointiin Kruskal-Wallis testin testiä. P-arvoa <0,05 pidettiin tilastollisesti merkittävänä.

## 7 Tulokset

Taulukossa 3 on esitettyä tutkimukseen osallistuneiden miesten demografiset tiedot. Tutkittavien keskimääräinen ikä oli noin 18 vuotta (vaihteluväli 17-22). Painoindeksin keskiarvo oli 23, ylipainoisia oli 151 (24,1 prosenttia). Tupakoivia oli 113 (18 prosenttia).

*Taulukko 3. Tutkimukseen osallistuneiden demografisia tietoja.*

	Tutkimusjoukko (N=620)
<b>Ikä (SD), vuotta</b>	17,8 (0,6)
<b>Pituus (SD), cm</b>	177,7 (6,5)
<b>Paino (SD), kg</b>	72,7 (13,7)
<b>Painoindeksi (SD), kg/m<sup>2</sup></b>	23 (4,1)
<b>Ylipainoisia, painoindeksi &gt; 25, n (%)</b>	151 (24,1)
<b>Tupakoi, n (%)</b>	113 (18)

Taulukossa 4 esitettyjen vastausmäärien perusteella kyselyyn vastanneista suurin osa, eli 199 (31,7%), kertoi harrastavansa kevyttä liikuntaa päivittäin. Vain yksi (0,2%) vastasi harrastavansa kerran kuukaudessa tai harvemmin. Kevyttä liikuntaa harrastettiin eniten 20-39 minuuttia, 203 vastaajista (32,4%). Ripeää liikuntaa harrastettiin eniten 2-3 kertana viikossa (36,5%). Kestoltaan ripeää liikuntaa harrastetaan eniten 1-1,5 tuntia kerrallaan, jopa 249 (39,7%) vastaajista. Liikunnan kestoon liittyvien kysymysten vastausten jakaumat on esitetty taulukossa 5.

*Taulukko 4. Liikunnan määrän jakaumat kyselyn vastausten perusteella*

	Kevyttä liikuntaa, n (%)	Ripeää liikuntaa, n (%)
<b>Kerran kuukaudessa tai harvemmin</b>	1 (0,2)	46 (7,3)
<b>2-3 kertaa kuukaudessa</b>	24 (3,8)	46 (7,3)
<b>Kerran viikossa</b>	54 (8,6)	82 (13,2)
<b>2-3 kertaa viikossa</b>	154 (24,6)	229 (36,5)
<b>4-6 kertaa viikossa</b>	130 (20,7)	167 (26,6)
<b>Päivittäin</b>	199 (31,7)	31 (4,9)



Taulukko 5. Liikunnan keston jakaumat kyselyn vastausten perusteella

	Kevyttä liikuntaa, n (%)	Ripeää liikuntaa, n (%)
En lainkaan	1 (0,2)	17 (2,7)
Alle 20 minuuttia	99 (15,8)	50 (8,0)
20-39 minuuttia	203 (32,4)	90 (14,4)
40-59 minuuttia	104 (16,6)	111 (17,7)
1-1,5 tuntia	95 (15,2)	249 (39,7)
Yli 1,5 tuntia	55 (8,8)	82 (13,1)

Sykevaihtelun keskiarvo oli 50,6 ms (28,5 ms) ja sykkeen 74 lyöntiä minuutissa (13,2 lnt/min). Tutkittavat arvioivat istuvansa päivässä keskimäärin 8 tuntia 33 minuuttia (vaihteluväli 300-700 minuuttia, N=608).

## 7.1 Kevyen ja ripeän liikunnan muodostama summa METmin

Alin laskettu METmin oli 15 METmin/vko ja suurin 5040 METmin/vko. Mediaani oli 1192,5 METmin/vko. Itsearvioidusta kevyestä ja ripeästä liikkumisesta muodostettu summa METmin jaettiin kahteen aktiivisuusryhmään siten, että inaktiiviseen ryhmään kuuluvat ne, jotka harrastivat kevyttä ja ripeää liikuntaa yhteensä  $\leq 1192,5$  METmin/vko, ja aktiiviseen ryhmään ne, jotka harrastivat liikuntaa yhteensä  $> 1192,5$  METmin/vko.

Sykevaihteluun verrattuna muuttuja ei ollut normaalisti jakautunut, joten tarkasteltiin mediaaneja. Alla olevassa taulukossa 6 on esitetty kahden aktiivisuusryhmän sykevaihteluiden mediaanit.

Taulukko 6. Sykevaihtelun mediaanit ja sykkeen keskiarvot kahdessa eri aktiivisuusluokassa.

	N	Mediaanit (min-max)				Syke (SD)
		RMSSD (ms)	VLF (ms <sup>2</sup> )	LF (ms <sup>2</sup> )	HF (ms <sup>2</sup> )	
<b>Kaikki</b>	620	45,87 (2,33-156,56)	57,80 (1,15-3936,38)	808,53 (7,98-15554,39)	928,55 (3,90-9748,96)	73,99 (13,18)
<b>Inaktiivinen</b>	315	41,97 (2,33-156,56)	55,60 (1,15-3937,53)	716,269 (8,05-11288,90)	834,627 (3,90-9748,96)	76,7 (13,8)
<b>Aktiivinen</b>	305	48,24 (7,03-147,46)	60,10 (2,23-580,75)	929,732 (7,98-15554,39)	1019,092 (11,49-7409,10)	71,3 (11,9)
<b>p-arvo</b>		< 0,001*	0,500*	< 0,001*	0,006*	< 0,001**

Tilastolliset analyysit inaktiiviset vs. aktiiviset\*Mann-Whitney, \*\*t-testi

Sykevaihteluissa oli tilastollisesti merkittäviä eroja eri aktiivisuusryhmissä. (p-arvo < 0,05). Sama tulos saatiin sekä RMSSD, LF että HF -muuttujien arvoilla. VLF mukaan eroja ei ollut. Tuloksista voidaan huomata, että sykevaihteluiden arvot ovat suuremmat fyysisesti aktiivisemmassa aktiivisuusluokassa verrattuna inaktiiviseen.

Sykkeet eri aktiivisuusluokissa on esitetty yllä olevassa taulukossa 6. Sykkeiden keskiarvot erosivat tilastollisesti merkittävästi toisistaan eri aktiivisuusryhmissä (p-arvo <0,05). Syke on alhaisempi aktiivisemmassa aktiivisuusluokassa.

## 7.2 Kevyen liikunnan METmin

Alin laskettu kevyen liikunnan METmin oli 0 ja suurin 1890,00 METmin/vko. Mediaani oli 337,50 METmin/vko. Kevyttä liikuntaa harrastavat jaettiin METminuuttien perusteella neljään ryhmään siten, että inaktiiviseen ryhmään kuuluivat ne, jotka harrastivat kevyttä liikuntaa  $\leq 135,0$  METmin/vko, kohtalaisen aktiiviseen ryhmään ne, jotka harrastivat  $> 135$  METmin/vko, mutta  $\leq 337,5$  METmin/vko. Aktiiviseen ryhmään kuuluivat ne, jotka harrastivat kevyttä liikuntaa  $> 337,5$  METmin/vko, mutta  $\leq 675,0$  METmin/vko. Erittäin aktiiviseen ryhmään kuuluivat ne, jotka arvioivat harrastavansa kevyttä liikuntaa  $> 675,00$  METmin/vko.

Muuttujat eivät noudattaneet normaalijakaumaa, joten tarkasteltiin mediaaneja. Taulukossa 7 on esitettyä sykevaihteluiden ja sykkeiden mediaanit neljässä aktiivisuusryhmässä.

Taulukko 7. Kevyen liikunnan sykevaihtelut ja syke METminuuteista muodostetuissa aktiivisuusluokissa

	N	Mediaanit (min-max)				
		RMSSD (ms)	VLF (ms <sup>2</sup> )	LF (ms <sup>2</sup> )	HF (ms <sup>2</sup> )	Syke (lnt/min)
<b>Kaikki</b>	620	45,8715 (2,33-156,56)	57,7860 (1,15-3937,53)	808,5316 (7,98-15554,39)	928,5461 (3,90-9748,96)	72,4927 (44,21-122,52)
<b>Inaktiivinen</b>	159	43,0330 (3,52-156,56)	61,7097 (2,22-1694,79)	707,7089 (19,10-11288,90)	842,0234 (5,36-9748,96)	72,9644 (48,51-116,13)
<b>Kohtalaisen aktiivinen</b>	156	49,7851 (2,57-147,46)	64,5357 (2,23-580,75)	814,8103 (8,05-6714,11)	1093,5002 (3,90-9154,83)	72,7747 (46,46-120,51)
<b>Aktiivinen</b>	175	45,1722 (2,33-138,27)	51,4794 (1,15-3937,53)	836,4197 (21,73-13337,39)	935,7983 (4,40-6002,86)	73,7555 (45,55-122,52)
<b>Erittäin aktiivinen</b>	130	49,5904 (7,03-128,71)	57,4646 (4,63-376,82)	1007,8 (7,98-15554,39)	956,0214 (14,12-7409,10)	70,4183 (44,21-113,46)
<b>p-arvo</b>		0,131*	0,813*	0,241*	0,266*	0,041*

Tilastolliset analyysit \*Kruskal-Wallis

Sykevaihtelussa ei ole tilastollisesti merkittävää eroa eri aktiivisuusryhmien välillä. Sama tulos saatiin RMSSD, VLF, HF ja LF -muuttujille. Sykkeessä puolestaan on eroa (p-arvo < 0,05). Pairwise Comparisons ikkunasta nähtiin, että aktiivisen ja erittäin aktiivisen ryhmän välillä on tilastollisesti merkittävä ero (p-arvo = 0,45). Tuloksista nähdään, että syke on pienempi erittäin aktiivisessa aktiivisuusluokassa.

### 7.3 Ripeän liikunnan METmin

Alin laskettu ripeän liikunnan METminuuttien arvo oli 0 METmin/vko ja suurin 3150 METmin/vko. Mediaani oli 937,50 METmin/vko. Ripeän liikunnan itsearvioitu harrastaminen jaettiin neljään aktiivisuusryhmään siten, että inaktiiviseen ryhmään kuuluivat ne, jotka arvioivat harrastavansa ripeää liikuntaa  $\leq 187,5$  METmin/vko ja kohtalaisesti aktiiviseen ryhmään kuuluivat ne, jotka harrastivat ripeää liikuntaa  $>187,5$  METmin/vko, mutta  $\leq 937,5$  METmin/vko. Aktiiviseen ryhmään lukeutuivat ne, jotka arvioivat harrastavansa ripeää liikuntaa  $> 937,5$  METmin/vko, mutta  $\leq 1875,00$  METmin/vko ja erittäin aktiiviseen ryhmään ne, jotka harrastivat  $> 1875,00$  METmin/vko.

Tässäkään tapauksessa muuttujat eivät noudattaneet normaalijakaumaa, joten tarkasteltiin mediaaneja. Alla olevassa taulukossa 8 on esitettyä sykevaihteluiden sekä sykkeen mediaanit neljässä ripeän liikunnan METminuuttien muodostamassa aktiivisuusryhmässä.

*Taulukko 8. Sykevaihtelut ja syke ripeän liikunnan METminuuteista muodostetuissa aktiivisuusryhmissä*

	N	RMSSD (ms)	VLF (ms <sup>2</sup> )	LF (ms <sup>2</sup> )	HF (ms <sup>2</sup> )	Syke (lnt/min)
<b>Kaikki</b>	620	45,8715 (2,33-156,56)	57,7860 (1,15-3937,53)	808,5316 (7,98-15554,39)	928,5461 (3,90-9748,96)	72,4927 (44,21-122,52)
<b>Inaktiivinen</b>	158	37,5902 (2,33-134,19)	55,3969 (1,15-3937,53)	606,0932 (21,73-6714,11)	576,4991 (4,40-9154,83)	77,7129 (54,56-122,52)
<b>Kohtalaisen aktiivinen</b>	255	47,0988 (2,57-156,56)	54,2632 (2,95-375,29)	865,3893 (7,98-11288,90)	982,4870 (3,90-9748,96)	71,4906 (45,55-120,51)
<b>Aktiivinen</b>	146	52,6393 (7,23-147,46)	64,5754 (2,23-489,05)	1030,0813 (19,10-15554,39)	1008,3551 (11,49-7109,11)	70,0458 (47,83-111,71)
<b>Erittäin aktiivinen</b>	61	49,4750 (10,78-127,09)	72,1878 (4,05-580,75)	812,2831 (77,25-3722,24)	1138,4987 (129,84-7395,47)	65,9795 (44,21-100,67)
<b>p-arvo</b>		<0,001*	0,363*	<0,001*	<0,001*	<0,001*

Tilastolliset analyysit \*Kruskal-Wallis

VLF ei eroa eri aktiivisuusryhmien välillä. Muissa muuttujissa (RMSSD, LF, HF, syke) eroja sen sijaan on. Pairwise Comparisons -näkökulmasta nähdään, että sykevaihtelun (RMSSD) inaktiivinen ryhmä eroaa tilastollisesti merkittävästi muista aktiivisuusryhmistä (P-arvo < 0,001). Sama tulos saatiin myös LF ja HF -muuttujille. Myös inaktiivisen ryhmän syke eroaa muista ryhmistä (P-arvo < 0,001). Lisäksi kohtalaisen aktiivisen ryhmän syke eroaa erittäin aktiivisesta ryhmästä (P-arvo = 0,026). Tuloksista voidaan huomata, että sykevaihtelun arvot ovat suurempia mitä aktiivisemmasta ryhmästä on kyse. Syke puolestaan laskee itsearvioidun fyysisen aktiivisuuden kasvaessa.

## 8 Pohdinta ja johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, onko kyselyn avulla mitatun fyysisen aktiivisuuden sekä mitatun sykevaihtelun välillä yhteyttä. Keskeisimpänä tuloksena on se, että sykevaihteluissa on eroja riippuen subjektiivisesti määritellystä fyysisestä aktiivisuudesta. Etenkin inaktiivisen ja erittäin aktiivisen ryhmän sykevaihtelut erosivat toisistaan, niin summa METmin kuin ripeän liikunnan muodostaman METmin tapauksessakin. Sykevaihtelu kasvoi fyysisen aktiivisuuden lisääntyessä ja syke oli alhaisempi fyysisesti aktiivisemmilla kuin inaktiivisilla.

Pelkän kevyen liikunnan tapauksessa sykevaihteluissa ei kuitenkaan ollut eroja eri aktiivisuusryhmissä. Erot ripeän ja kevyen liikunnan tapauksissa voivat johtua esimerkiksi siitä, että usein ripeän liikunnan harrastamista on helpompi arvioida itse. Kevyt liikunta on hieman häilyvämpi käsite, minkä vuoksi arviot saattavat heitellä enemmän.

Rennie ym. (2003) ovat saaneet vastaavan tuloksen tutkiessaan laajassa väestötason tutkimuksessa, missä määrin kohtalainen ja voimakas fyysinen aktiivisuus liittyvät korkeaan sykevaihteluun ja sitä kautta myös sykevaihtelun yhteyttä erilaisiin tauteihin. Tutkimus on suoritettu 45-68 -vuotiaille virkamiehille, ja myös siinä saatujen tulosten mukaan kohtuullinen sekä voimakas fyysinen aktiivisuus liittyivät korkeampaan sykevaihtelun arvoon ja matalampaan sykkeeseen. Koska korkeampi sykevaihtelun arvo on liitetty pienempään sepelvaltimotaudin riskiin, voidaan siis tulosten perusteella olettaa myös se, että fyysisen aktiivisuuden avulla voidaan pienentää sepelvaltimotautiriskiä. (Rennie ym. 2003).

Myös Gutin ym. (2005) ovat päätyneet tutkimuksessaan tulokseen, jonka mukaan nuorten objektiivisesti mitattu korkeampi fyysinen aktiivisuus on yhteydessä parempaan sykevaihtelun arvoon; iästä, rodusta ja sukupuolestakin riippumatta. (Gutin ym. 2005).

## 9 Lähteet

Ahola R, Pyky R, Jämsä T, Mäntysaari M, Koskimäki H ym. Gamified physical activation of young men - a Multidisciplinary Population-Based Randomized Controlled Trial (MOPO study). *BMC Public Health* 2013; 13:32.

Bakrania K, Edwardson CL, Bodicoat DH, Esliger DW, Gill JMR ym. Associations of mutually exclusive categories of physical activity and sedentary time with markers of cardiometabolic health in English adults: a cross-sectional analysis of the Health Survey for England. *BMC Public Health* 2016; 16:25.

Berntson GG, Quigley KS & Lozano D. *Handbook of Psychophysiology*. Cambridge University Press 2007. Online:  
<https://www.hse.ru/data/2011/06/29/1216147786/Handbook%20of%20Psychophysiology.pdf> (Luettu 27.6.2018).

Evenson KR, Goto MM & Furberg RD. Systematic review of the validity and reliability of consumer-wearable activity trackers. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2015; 12:159.

Gutin B, Howe C, Johnson MH, Humphries MC, Snieder H ym. Heart Rate Variability in Adolescents: Relations to Physical Activity, Fitness, and Adiposity. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2005; 37(11): 1856-1863.

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

Lamonte MJ & Ainsworth BE. Quantifying energy expenditure and physical activity in the context of dose response. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2001;33(6): 370-378.

Leinonen A-M, Pyky R, Ahola R, Kangas M, Siirtola P, ym. Feasibility of Gamified Mobile Service Aimed at Physical Activation in Young Men: Population-Based Randomized Controlled Study (MOPO). *JMIR mHealth and uHealth* 2017;5(10).

Maddison R, Jiang Y, Foley L, Scragg R, Direito A ym. The Association between the activity profile and cardiovascular risk. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2015; 19(2016): 605-610.

Migliaro ER, Contreras P, Bech S, Etxagibel A, Castro M, ym. Relative influence of age, resting heart rate and sedentary lifestyle in short-term analysis of heart rate variability. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 2001; 34: 493-500.

Niensted W, Hänninen O, Arstila A & Björkqvist S-E. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. Werner Söderström Oy. Helsinki 1999.

Pyky R, Koivumaa-Honkanen H, Leinonen A-M, Ahola R, Hirvonen N, ym. Effect of tailored, gamified, mobile physical activity intervention on life satisfaction and self-

rated health in young adolescent men: A population-based, randomized controlled trial (MOPO study). *Computers in Human Behavior* 2017;27: 13-22.

Rennie KL, Hemingway H, Kumari M, Brunner E, Malik M ym. Effects of Moderate and Vigorous Physical Activity on Heart Rate Variability in a British Study of Civil Servants. *American Journal of Epidemiology* 2003; 158(2): 135-143.

Schäfer A & Vagedes J. How accurate is pulse rate variability as an estimate of heart rate variability?: A review on studies comparing photoplethysmographic technology with an electrocardiogram. *International Journal of Cardiology* 2013; 166(1): 15-29.

Tammelin T, Ekelund U, Remes J & Näyhä S. Physical Activity and Sedentary Behaviors among Finnish Youth. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2007; 39(7): 1067-1074.

Taralov ZK, Terziyski KV & Kostianev SS. Heart rate variability as a method for assesment of the autonomic nervous system and the adaptations to different physiological and pathological conditions. *Folia Medica* 2015; 57(3&4): 173-180.

Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart rate Variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 1996;93(5): 1043-1065.

Thayer JF, Yamoto SS & Brosschot JF. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *International Journal of Cardiology* 2010; 141(2): 122-31.

UKK-instituutti. Terveysliikunnan suositukset - Liikkumattomuus – Liiallisen istumisen haittoja. Online:  
[http://www.ukkinstituutti.fi/tietoa\\_terveysliikunnasta/liikkumattomuus/liiallisen-istumisen-haittoja](http://www.ukkinstituutti.fi/tietoa_terveysliikunnasta/liikkumattomuus/liiallisen-istumisen-haittoja). Luettu: 22.7.2018.

UKK-instituutti. Terveysliikunnan suositukset – Liikuntapiirakka aikuisille. Online:  
<http://www.ukkinstituutti.fi/liikuntapiirakka/liikuntapiirakka-aikuisille>. Luettu: 22.7.2018).

Vuori I, Taimela S & Kujala U (toim.). *Liikuntalääketiede*, 3.-8. painos. Kustannus Oy Duodecim. Hansaprint Oy. Helsinki 2010.