

**INFRAPUNAPUSSIN VAIKUTUS URHEILIJAN
PALAUTUMISEEN YÖSYKEANALYYSIEN PERUSTEELLA**

Jussi Simula

Valmennus- ja testausoppi
Kandidaatintutkielma
VTEA006
Liikuntabiologian laitos
Jyväskylän yliopisto
2012
Ohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Simula, Jussi. Valmennus- ja testausopin kandidaatintutkielma. 2012. Infrapunapussin vaikutus urheilijan palautumiseen yösykeanalyysien perusteella. 30 sivua.

Johdanto. Palautuminen kovasta harjoittelusta ja erityisesti palautumisen tehostaminen on tärkeässä osassa huippu-urheilua. Infrapunasäteily on yksi uusimmista keinoista palautumisen tehostamisessa. Infrapunasäteilyn lämpövaikutukset ulottuvat syvemmälle lihaksiin verrattuna muihin lämpöterapiamuotoihin. (Beever 2009.) Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää infrapunapussin (FIR 65° Energy Blanket) käytön hyötyjä urheilijoiden palautumisen edistämässä yösykeanalyysien perusteella.

Menetelmät. Koehenkilöinä (n=8) oli yleisurheilua, pesäpalloa ja telinevoimistelua harrastavia urheilijoita (ikä $21,1 \pm 2,3$ vuotta, pituus $178,1 \pm 6,6$ cm ja paino $76,8 \pm 10$ kg). Harjoittelu suunniteltiin mukana olevien urheilijoiden ja valmentajien kanssa yhdessä. Koehenkilö toisti saman valmennusohjelman sekä infrapunapussijaksolla että ilman sitä. Harjoittelun keskeinen sisältö oli voimaharjoittelua ja oman lajin lajiharjoittelua. Kuormitukseltaan viiden vuorokauden jakso (maanantai-perjantai) suunniteltiin kovaksi. Harjoituksista palautumiseen urheilijat käyttivät infrapunapussia iltaisin kello 20 – 21 40 minuutin ajan 50°C lämpötilassa. Infrapunapussi on lämpömakuupussi, jonka sisälle tuotetaan infrapunalämpöä. Pussin sisällä olevat kuidut säteilevät infrapunalämpöä ulkoisen virtalähteen syöttämän virran avulla. Pussia käytettiin neljänä iltana (ma - to) ja yösykkeitä mitattiin Polar RS800- mittareilla ennen pussikäytön aloittamista (su - ma), keskellä testijaksoa (ma - ke) ja viimeisen pussikäytön jälkeisenä yönä (to - pe). Yösykkeistä analysoitiin neljän alkuyön tunnin ajalta parasympaattisen hermoston toimintaa hyvin kuvaavat muuttujat RMSSD (toisiaan seuraavien sykeväliä neliöiden keskiarvon neliöjuuri) ja HF (korkeataajuuksinen sykevaihtelu 0,15–0,4 Hz). (Nienstedt ym. 1999; Malik ym. 1996; Martinmäki 2002.) Ryhmä toimi omana kontrollinaan suorittaen samanlaisen tutkimusviikon ilman infrapunapussin käyttöä ja infrapunapussin kanssa 2- 4 viikon välein.

Tulokset. Koehenkilöiden leposykkeet olivat keskimäärin yömittauksissa 43 ± 3 krt/min. Yösykkeissä ei tapahtunut viikkojen välillä tilastollisesti merkitseviä muutoksia.

Infrapunapussiviikon ja kontrolliviikon RMSSD -keskiarvot olivat: pre 84 ms ja 98 ms, mid 71 ms ja 90 ms ja post 82 ms ja 82 ms. Infrapunapussiviikon ja kontrolliviikon HF -keskiarvot: pre 5633 ms² ja 7097 ms², mid 3984 ms² ja 6407 ms² ja post 5291 ms² ja 5789 ms². Pre on yösykemittaus ennen pussikäytön aloittamista (su-ma), mid on keskellä testijaksoa (ma-ke) ja post on viimeisen pussikäytön jälkeisen yön yösykemittaus (to-pe). HF ja RMSSD korreloivat keskenään merkitsevästi jokaisessa mittausajankohdassa. Pussiviikon RMSSD:n ja HF:n korrelaatiot olivat seuraavat: pre (r=0,95, p<0,01), mid (r=0,98, p<0,01) ja post (r=0,94, p<0,01). Kontrolliviikon RMSSD:n ja HF:n korrelaatiot olivat vastaavasti: pre (r=0,73, p<0,05), mid (r=0,71, p<0,05) ja post (r=0,94, p<0,01).

Pohdinta. Vaikka tulokset eivät olleetkaan tilastollisesti merkitseviä, oli infrapunapussin käytöllä havaittavissa vaikutus yösykkeisiin. Tuloksista huomataan, että infrapunapussiviikon RMSSD - ja HF -arvot pysyvät pre - ja post -tilanteessa lähestulkoon samalla tasolla, kun taasen kontrolliviikon vastaavat arvot tippuvat post -tilanteeseen noin 20% alemmas kuin pre -tilanteessa. Infrapunapussiviikolla yösykearvot (HF ja RMSSD) laskevat pre -tilanteesta mid -tilanteeseen jyrkästi, mutta post -tilanteeseen arvot nousevat samaan kuin pre -tilanteessa viitaten palautumisen paranemiseen. Kuortane Testing Labin vuonna 2010 tekemässä tutkimuksessa havaittiin samanlainen trendi. Kuortane Testing Labin tutkijat tulivat siihen lopputulokseen että, pussin käytön aloittaminen loi stressireaktion, mutta jo muutaman päivän käytön jälkeen tilanne kääntyy päinvastaiseksi palautumisen tehostuessa. Vastaavat kontrolliviikon yösykearvot tippuvat joka tilanteessa alemmas viitaten heikompaan palautumiseen. Toki muutokset olivat huomattavan yksilöllisiä. Karkeasti jaoteltuna voidaankin todeta palautumisen olleen kolmella koehenkilöllä positiivista, kolmella neutraalia ja kahdella negatiivista.

Avainsanat: infrapunapussi, sykevälivaihtelu, palautuminen, lämpöterapia, infrapunasaiteily.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

JOHDANTO	5
1 SYDÄN JA SEN TOIMINTA.....	6
1.1 Rakenne.....	6
1.2 Sykevälivaihtelu.....	7
2 INFRAPUNALÄMPÖ.....	11
2.1 Infrapunasäteily.....	11
2.2 Lämpöterapia.....	12
2.3 Infrapunalämpö.....	13
3 TUTKIMUSONGELMA.....	16
4 TUTKIMUSMENETELMÄT.....	17
4.1 Koehenkilöt.....	17
4.2 Koeasetelma.....	17
4.3 Aineiston keräys.....	19
4.4 Aineiston analysointi.....	20
4.5 Tilastolliset menetelmät.....	21
5 TULOKSET.....	22
6 POHDINTA.....	25
7 LÄHTEET.....	28

JOHDANTO

Nykymuotoinen huippu-urheilu vaatii harrastajaltaan erittäin kovaa harjoittelua lajissa kuin lajissa. Urheilijoiden pitää harjoitella useita kertoja päivässä, jotta saadaan tarpeeksi harjoitusvastetta elimistölle. Mutta kovan harjoittelun ongelma piilee palautumisessa. Elimistön pitäisi olla mahdollisimman palautuneessa tilassa, jotta seuraava harjoitus saadaan vietyä onnistuneesti läpi. Ja toisaalta harjoituksen tekeminen kuormittuneena ajaa elimistöä yhä pahempaan ylikuormitustilaan. Tästä johtuen on palautumisen tehostaminen noussut tärkeäksi osaksi huippu-urheilijan arkea. (esim. Mero ym. 2007.)

Ruuan ja juoman osuus on tietenkin tärkeä energiavarastojen täydentämisessä harjoittelun tyhjennettyä varastoja. Hermosto kaipaa lepoa palautuakseen, lihaksiston mikrovauriot pitää korjata ja lihaksissa olevat kuona-aineet pitäisi saada pois. (esim. Mero ym. 2007.) Lihasten hoitamiseen ja palautumisen edistämiseen onkin aikojen saatossa kehittynyt monenlaisia keinoja. Perinteiset urheiluhieronnat ja kylmä- ja kuumahoidot ovat kaikille urheilijoille tuttuja keinoja. Suomalaiseen perinteeseen on kuulunut hyvin vahvasti saunan hyödyntäminen. Lämpöterapia onkin lihaksistolle erinomaista hoitoa. (Bompa & Haff 2009; Kallio 2008.)

Infrapunasäteily on sähkömagneettista säteilyä ja se tunnetaan myös nimellä lämpösäteily. Infrapunasäteilyä käytetään niin tietokoneiden välisessä tiedonsiirrossa kuin sydänpotilaidenkin hoidossa. (Ahola ym. 2000; Beever 2009.) Lisäksi infrapunasäteilyn vaikutuksia on tutkittu voimaharjoittelusta palautumiseen infrapunasauan avulla (Tornberg 2010; Mäntykoski 2010). Lämpöterapian avulla infrapunapussikin yrittää saada urheilijoiden lihaksistoa palautumaan. Far Infrared (FIR) 65° Energy Blanket infrapunapussia (You Two Innovation Oy, Oulu) on tutkittu urheilijoilla ja palautumisen edistämässä vain Kuortane Testing Labin toimesta vuonna 2010. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on jatkaa tuotteen tutkimista Kuortane Testing Labin tutkimuksen pohjalta ja saada selville lisää tietoa tuotteen vaikutuksista urheilijoiden palautumiseen.

1 SYDÄN JA SEN TOIMINTA

1.1 Rakenne

Sydän on ontto lihas, jonka tehtävänä on pumpata verta verisuonistoon. Siinä on kaksi puolisko, joista molemmat jakaantuvat eteiseen ja kammioon. Molemmat puoliskot toimivat pumppuina, joista toinen pumppaa verta pieneen verenkiertoon (keuhkoverenkierto) ja toinen isoon verenkiertoon (systeminen verenkierto). Sydämessä on erikoistuneista sydänlihassyistä muodostunut johtoratajärjestelmä, jossa sydämen aktiopotentiaali syntyy ja siirtyy sydämen eri osiin aiheuttaen sydänlihaksen supistumisen ja näin veren pumppauksen verenkiertoon. (Guyton & Hall 2006.) Sydämen toimintakierto alkaa, kun oikean eteisen yläosassa sijaitseva sinussolmuke saa aikaan käynnistävän impulssin. Impulssi leviää eteisjohtoratojen kautta eteisiin, jolloin ne supistuvat ja täyttävät kammiot verellä. Kammioiden puolelle supistumiskäskeä etenee eteis-kammiosolmukkeen ja ns. Hisin kimpun kautta. Ennen kammioiden siirtymistään impulssi hidastuu noin 0,1 sekuntia, mikä mahdollistaa eteisten supistumisen ennen kammioita. Kammioiden supistumista seuraa kammioiden repolarisaatio ja veltostuminen. (Nienstedt ym. 1999.)

Sinussolmukeen ansiosta sydän sykkii myös ilman hermostollista tai hormonaalista säätelyä. Sydämen syke onkin ilman hermostollista säätelyä n. 100 lyöntiä/min. Sydämen täytyy kuitenkin pystyä mukautumaan erilaisiin muutoksiin. Tätä mukautumista ohjaa pääasiassa autonominen hermosto. (Guyton & Hall 2006; Mero ym. 2007.)

Autonominen hermosto jaetaan toiminnallisesti kahteen osaan, sympaattiseen ja parasympaattiseen hermostoon. Autonominen hermosto on tahdosta riippumaton hermoston osa, jonka toimintaa ohjaa pääasiassa selkäydin, aivorunko ja hypotalamus. Autonominen hermosto ohjaa ja valvoo elimistön aktiivisuutta ja sen tehtävänä on säädellä ja ylläpitää homeostaasia eli elimistön tasapainotilaa. Asioita, jotka vaikuttavat autonomisen hermoston toimintaan ovat mm. lämmönsäätely, hormonit, fyysinen aktiivisuus, stressi, nukkuminen/valveillaolo. Sympaattisella hermostolla on elimistöä kiihdyttävä vaikutus ja parasympaattisella rauhoittava, ja jo tämän perusteella niitä pidetään toistensa vastavaikuttajina eli antagonisteina. (Guyton & Hall 2006.) Niillä on kuitenkin

samansuuntaisiakin toimintoja, minkä takia hermosten vuorovaikutus on hyvin monimuotoista ja näin ollen vaikeasti tulkittavaa (Laitio ym. 2001).

Tyypillisesti samaa kohde-elintä hermottaa sekä sympaattisia että parasympaattisia hermosyitä (Guyton & Hall 2006; Nienstedt ym. 1999). Sydämen kohdalla autonomisen hermoston sympaattinen ärsytys lisää syketiheyttä ja –voimaa sekä nopeuttaa hermoimpulssin johtumista koko sydämen johtoratajärjestelmässä. Vastaavasti parasympaattinen ärsytys hidastaa sykettä, vähentää sydämen sykevoimaa, lisää hermoimpulssin johtumisnopeutta eteisten johtoratajärjestelmässä, mutta hidastaa sitä eteis-kammiosolmukkeessa sekä kammioiden johtoratajärjestelmässä. (Guyton & Hall 2006; McArdle ym. 2001.)

Parasympaattisen ja sympaattisen säätelyn nopeudessa nimenomaan sykkeen suhteen on huomattavia eroja. Syke reagoi parasympaattiseen ärsytykseen noin sekunnissa, mutta sympaattisen ärsytykseen vasta muutaman sekunnin kuluttua. Erot selittyvät pääasiassa parasympaattisen ja sympaattisen hermoston välittäjäaineiden erilaisilla ominaisuuksilla ja toiminnalla. (Huikuri ym. 1995.)

1.2 Sykevälivaihtelu

Sydämen peräkkäisten lyöntien aikojen muutokset ovat mielenkiinnon kohteena tutkittaessa sykevälivaihtelua (Laitio ym. 2001). Sykevälivaihteluanalyysin avulla voidaan arvioida sydämen terveyttä ja autonomisen hermoston tilaa, joka ohjaa sydämen aktiivisuutta (Acharya ym. 2006). Sykevälivaihtelu aiheutuu siis sympaattisen ja parasympaattisen hermoston vuorovaikutuksesta, jolla elimistö pyrkii pääsemään muuttuvissa olosuhteissa tasapainotilaan. Sykevälivaihtelu voidaan jakaa kolmeen osaan: respiratoriseen komponenttiin, verenpaine Komponenttiin sekä matalataajuiseen komponenttiin.

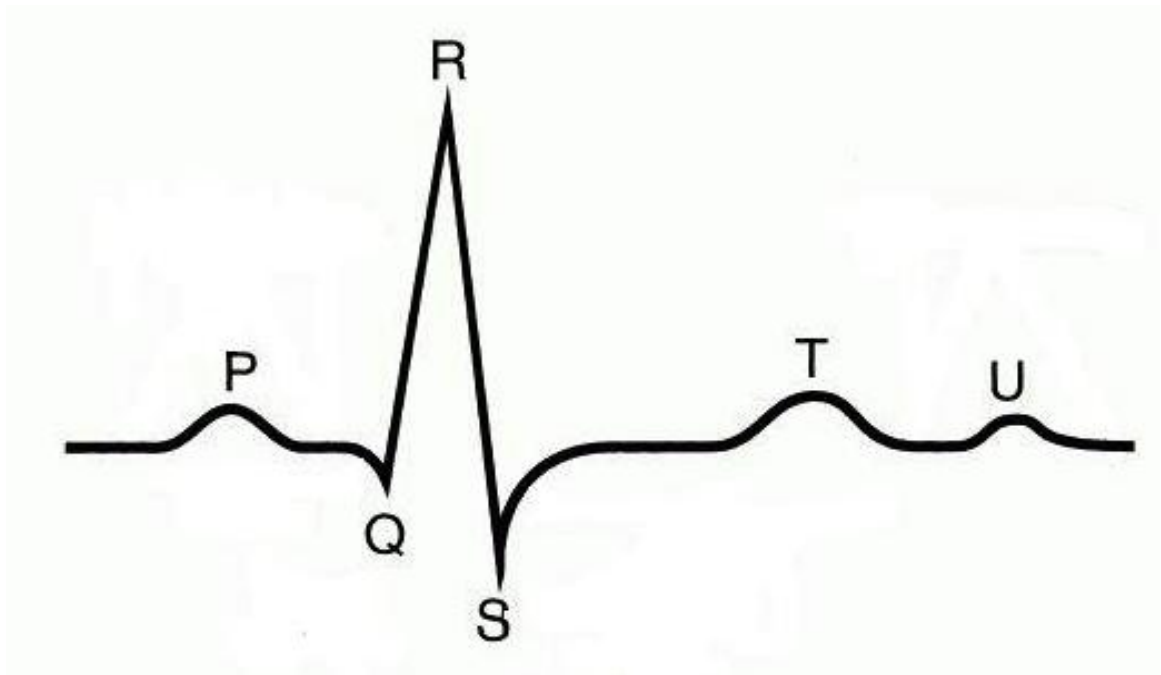
Respiratorinen komponentti. Varsinkin nuorilla ihmisillä on havaittavissa respiratoriseksi arytmiaksi tai sinusarytmiaksi kutsuttu sykevälin vaihtelu, joka liittyy hengitysrytmiin. Siinä sydämen syke nopeutuu (eli sykeväli lyhenee) sisäänhengityksen aikana hidastuakseen jälleen uloshengityksessä. Respiratorisen arytmiän aiheuttaa parasympaattisen her-

moston toiminnan muuttuminen hengitysvaiheen mukaan. (Nienstedt ym. 1999.) Respiratorinen arytmia näkyy korkeataajuisena (HF: high frequency: 0,15–0,4 Hz) sykevälivaihteluna (Huikuri ym. 1995).

Verenpainekomponentti. Suurten valtimoiden verenpainetta aistivien ns. baroreseptoreiden lähettämien afferenttien impulssien vaikutuksesta autonominen hermosto säätelee verenpainetta. Tämä voidaan havaita sykkeessä 0,1 Hz matalataajuisena (LF: low frequency) sykevälivaihteluna. Tätä mekanismia kutsutaan barorefleksiksi. Barorefleksi pyrkii vastustamaan valtimoverenpaineen liiallista laskua. (Huikuri ym. 1995; Guyton & Hall, 2006.)

Matalataajuinen komponentti. Matalataajuisella sykevälivaihtelulla tarkoitetaan vaihtelua, jonka taajuus on $<0,04$ Hz. Matalataajuisen komponentin fysiologinen tausta on suhteellisen epäselvä. (Laitio ym. 1995.)

EKG (Elektrokardiogrammi) – signaalia käytetään sykevaihtelun määrittämiseen. EKG -signaalilla mitataan sydämen sähköistä toimintaa. Normaali EKG-signaali muodostuu kolmesta pääkomponentista. Ensimmäisenä havaitaan P-aalto, joka kertoo sydämen eteisen toiminnasta. Tämän jälkeen seuraa QRS-kompleksi, joka ilmentää kammioaktivaation leviämistä. T-aalto taas syntyy kammioiden lepojännitteen palautumisesta.



KUVA 1. Normaali elektrokardiogrammi. (mukaeltu lähteestä medical.dictionary.thefreedictionary.com)

Sykeväli määritellään elektrokardiogrammista määritetyksi kahden peräkkäisen R-aallon väliseksi ajalliseksi etäisyydeksi, jonka yksikkönä on millisekunti (ms, 1/1000 s). R-aaltojen välinen aika on helpoin tapa mitata sykevälin aikaa. R-aalto on sydämen toimintakierron voimakkain jännite ja näin ollen erilaisille mittareille helpoin havaita ja erottaa muista sydämen toimintakierron vaiheista. (Malik ym. 1996; Nienstedt ym. 1999.)

Sykevälivaihteluanalyysija. Sykevälivaihteluanalyysien avulla saadaan tarkkaa tietoa autonomisen hermoston vaikutuksista sydämen toimintaan. Sykevälivaihtelua käytetään esimerkiksi erilaisissa kliinisissä tilanteissa, kuten diabeteksen, korkean verenpaineen, sepelvaltimotaudin jne. hoidossa. Analyysien avulla voidaan löytää merkkejä juurikin erilaisista sydäntaudeista, mutta analyysit eivät ole vielä tarpeeksi luotettavia tullakseen jokapäiväisiksi kliiniseksi työkaluiksi. (Sztajzel ym. 2004.) Urheilijoilla analyysien avulla voidaan arvioida rasituksesta palautumisen tilaa. Harjoittelun ja levon suhteen pitää tällöin olla oikeassa tasapainossa, jotta harjoittelu tuottaa tulosta eikä ajauduta ylirasitustilaan. Jos palautumista laiminlyödään pitkään, voi ylirasitustila pahentua ja johtaa ns. ylikuntotilaan, josta toipuminen voi kestää useita kuukausia. Autonomisen hermoston toimintahäiriö ja epätasapaino ovat yksi merkki ja oire ylikuntotilasta. Tämän

tilan tutkimisessa sykevälivaihteluanalyysit ovat osoittaneet toimivuutensa (Hynynen ym. 2006; Pichot ym. 2000.)

Aikakenttäanalyysi kuvaa sekä sykevaihdelun määrää että syketasoa. Yleisesti käytetyin menetelmä on sykevälien keskihajonta ja varianssin neliöjuuri. Sykevälien keskihajonta (SDANN) kuvaa sykevälivaihtelun määrää kokonaisuudessaan, mutta sen avulla ei voida arvioida sykkeestä sykkeeseen tapahtuvaa sykevälivaihtelua. Sykkeestä sykkeeseen tapahtuvan sykevälivaihtelun arvioimiseen käytetään usein peräkkäisten sykähdysten välien erotusten keskihajontaa (SDsd). Lisäksi voidaan laskea toisiaan seuraavien sykevälien neliöiden keskiarvon neliöjuuri (RMSSD). (Malik ym. 1996.) Juuri parasymptaattisen vaikutuksen kuvaamisessa RMSSD on erittäin luotettava menetelmä (Martinmäki. 2002). Aikakenttäanalyysien ongelmana on se, että ne ovat herkkiä häiriöille. Niinpä niitä voidaan käyttää vain suodatetulle sykedatalle, josta on poistettu häiriöt ja normaalista poikkeavat sykähdykset. (Laitio ym. 2001.)

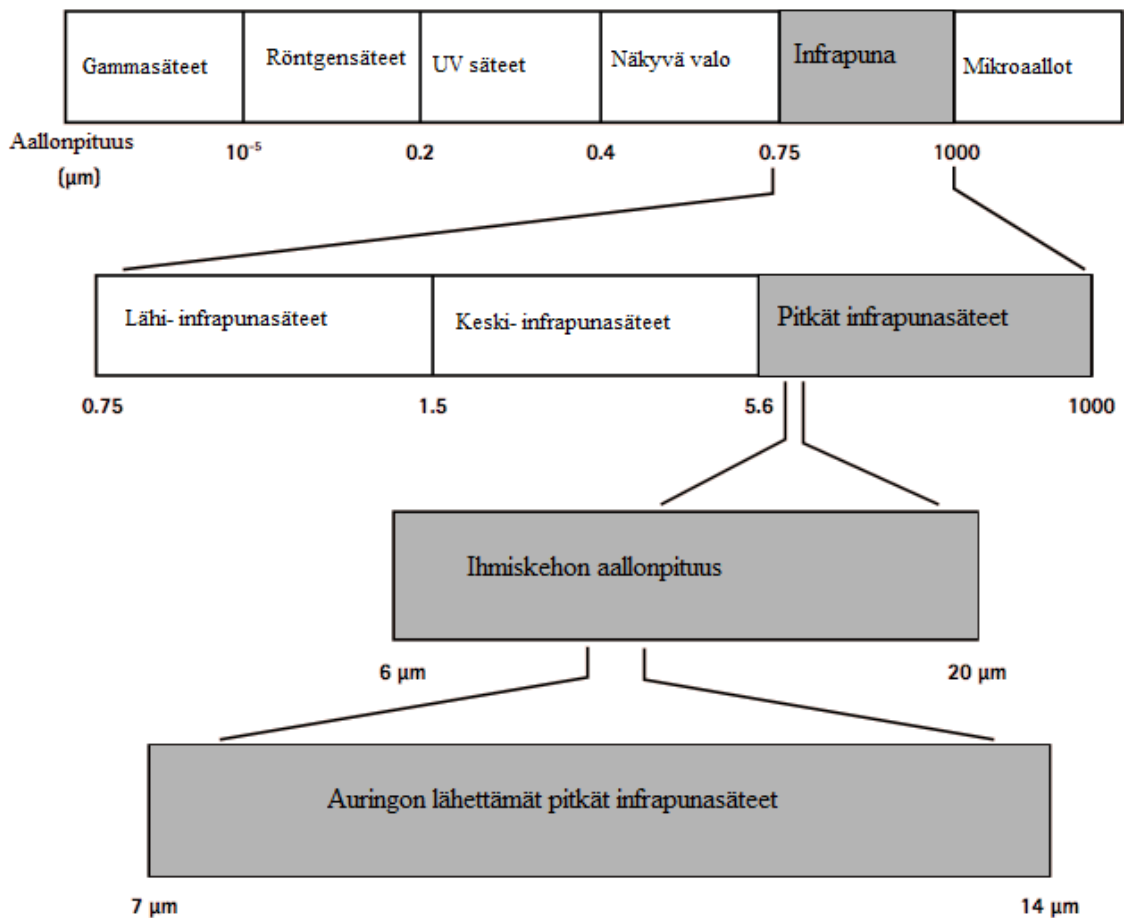
Taajuuskenttäanalyysissa kuvataan taajuusvaihtelun määrää eri frekvenssialueilla. Sykevaihdelussa voidaan erottaa kolme eri frekvenssialuetta: korkeataajuuksinen (HF, *high frequency*, 0,15–0,4 Hz), matalataajuuksinen (LF, *low frequency*, 0,04–0,15 Hz) ja erittäin matalataajuuksinen (VLF, *very low frequency*, 0,004–0,04 Hz). Taajuuskenttäanalyysissa sykevaihdelun eri taajuuksien määrä mitataan, minkä jälkeen vaihtelun voima laskeetaan kullekin taajuusalueelle. Taajuuskenttäanalyysi kykenee aikakenttäanalyysia paremmin erottamaan parasymptaattisen ja symptaattisen aktivaation aiheuttaman sykevälivaihtelun toisistaan. (Huikuri ym. 1995; Laitio ym. 2001.) HF- muuttuja on taajuuskenttäanalyysien luotettavin ja tarkin muuttuja kuvaamaan parasymptaattista vaikutusta. (Martinmäki 2002.)

2 INFRAPUNALÄMPÖ

2.1 Infrapunasäteily

Sähkömagneettinen säteily, jota on kaikkialla ympärillämme, voidaan jakaa eri osiin sen aallonpituuden mukaan. Esimerkiksi näkyvä valo on aallonpituudeltaan n. 0,4 – 0,75 mikrometrin välillä. Infrapunasäteilyn, jota kutsutaan myös lämpösäteilyksi, aallonpituus on näkyvää valoa suurempaa, välillä 0,75 – 1000 mikrometriä. (Ahola ym. 2000.) Infrapunasäteily voidaan jakaa vielä lyhyeen (0,75 – 1,5 μ m), keskipitkään (1,5 – 5,6 μ m) ja pitkään (5,6 – 1000 μ m) säteilyyn sen aallonpituuden mukaan.

Ihmiskehon ominainen värähtelytaajuus on aallonpituudeltaan 6–20 mikrometrin säteilyvälillä. Infrapunapussi on suunniteltu niin, että se säteilee kyseisiä ihmiselle ominaisia 6–20 mikrometrin aallonpituuksia. Tällöin syntyy niin sanottu värähtelyresonanssi. Värähtelyresonanssi on tapahtuma, jossa värähtelytaajuus ihmiskehon molekyylissä on samansuuruinen infrapunasäteilyn värähtelytaajuuden kanssa. Tällöin säteily imeytyy ihmiskehoon tehokkaasti. (Lin ym. 2004; Beever 2009.)
Katso kuva 2.



KUVA 2. Infrapunasauoissa käytetyn infrapunasäteilyn aallonpituus. (mukaeltu Beaver 2009)

2.2 Lämpöterapia

Yleisesti lämpöterapian uskotaan lisäävän ihon pintakerrosten verenkiertoa lisääntyneestä sydämen työmäärästä ja vähentyneestä verenkierron vastuksesta johtuen. Lisääntynyt verenkierto lisää solujen, imusuonten ja hiusverisuonten läpäisevyyttä, millä voi olla vaikutusta mm. aineenvaihduntaan ja haitallisten aineenvaihduntatuotteiden poistumiseen kehosta. On kuitenkin epätodennäköistä, että vaikutukset ulottuisivat syvempiin kudoksiin asti. Tämä johtuu lämpöterapiatekniikoiden kuten lämpimän veden, saunan ja kuumapussien paikallisesta vaikutuksesta ihon pintakerrokseen. (Bompa & Haff 2009.) Tässä kohtaa infrapunalämpö tekee poikkeuksen verrattuna muihin lämpöterapiamuotoihin. Infrapunalämpö pystyy värähtelytaajuutensa ansiosta

tunkeutumaan syvemmälle ihmiskehoon (Beever 2009; Lin ym. 2004). Infrapunalämpöä on käsitelty tarkemmin seuraavassa kappaleessa 2.3.

Lämpöterapialla on ennakoitu olevan myös muita suotuisia vaikutuksia elimistön toimintaan kuten hermostoon ja nivelten liikkuvuuteen. Sen on epäilty vaikuttavan myös palautumiseen, mutta tieteellinen näyttö tästä on olematonta. Kuitenkin on raportoitu, että 30 minuutin saunominen 90 asteen lämpötilassa välittömästi harjoituksen päätyttyä paransi kestävyys suorituskykyä saunomisen jälkeisessä viiden kilometrin juoksussa noin kaksi prosenttia ja kestävyystestissä juoksuaika ennen uupumista nousi 32 prosenttia. Tutkijat epäilivät parannuksen johtuneen lisääntyneestä veren määrästä ja suosittelivat saunan käyttöä kahdesti viikossa palautumisen apuvälineenä. (Bomba & Haff 2009.) Muutamia tutkimuksia ovat osoittaneet saunan käytön myös parantavan unenlaatua ja nukahtamista (Urponen ym. 1988). Putkosen ja Elomaan (1974) mukaan tämä selittyy elimistön lämpötilan muutoksilla. Saunominen nostaa selvästi elimistön lämpötilaa ja saunomisen päätyttyä lämpötila lähtee laskuun. Noin kahden tunnin kuluttua saunomisen jälkeen koehenkilöitä alkoi nukkuttamaan.

2.3 Infrapunalämpö

Infrapunapussia on tutkittu vielä hyvin vähän, joten suurin osa infrapunaa hyödyistä lämpöterapiakäytössä on tutkittu infrapunasaunojen avulla. Poikkeuksena Kuortane Testing Lab (2010), joka tutki yhdellä kestävyyskoehenkilöllä infrapunapussin vaikutuksia palautumisen edistämiseksi. Tutkimuksessa koehenkilö käytti pussia iltaisin 45min ajan 60°C lämpötilassa ja aamulla mitattiin aamusykkeet, joista analysoitiin sykeväli vaihtelumuuttujia. Ensimmäiset seitsemän mittauspäivää olivat kontrollimittauksia ilman pussin käyttöä ja seuraavina 13 päivänä pussia käytettiin. Huomattavin muutos aamusykkeissä näkyi heti ensimmäisen pussikäytön jälkeisenä aamuna, jolloin sykeväli vaihtelu laski koehenkilön perustasosta selkeästi matalemmalle tasolle. Tämä viittaisi pussikäytön aloittamisen aiheuttavan huomattavan stressireaktion. Seuraavina päivinä tilanne kuitenkin kääntyi päinvastaiseksi ja sykeväli vaihtelu lisääntyi kontrollimittauksiakin korkeammalle tasolle. Näin ollen tutkijat tulivat lopputulokseen, että pussikäyttö edistää palautumista.

Infrapunasaunan hyötyjä on tutkittu kliinisellä puolella mm. sydän- ja niveltautien hoidossa. Oosterveld ym. (2009) tutkivat nivel- ja selkärankareumasta kärsiviä potilaita (N = 34). Potilaat käyttivät infrapunasaunaa kaksi kertaa viikossa neljän viikon ajan. Tulokset olivat lupaavia. Kivut vähenivät 40-60 % ja nivelten jäykkyys 50-60 %. Kyselylomakkeiden perusteella 88,2 % potilaista piti infrapunasaunaa miellyttävänä tai erittäin miellyttävänä niin saunassa olon aikana kuin puoli tuntia saunan jälkeenkin. Syitä infrapunasaunan hyötyihin tutkijat vain veikkailivat ja esittivät tarpeen suorittaa jatkotutkimuksia.

Kihara ym. (2004) tutkivat infrapunasaunan hyötyjä sydämen vajaatoiminnasta kärsivillä potilailla. 30 potilasta käytti saunaa viitenä päivänä viikossa kahden viikon ajan. Potilailta mitattiin sykettä 24 tunnin yhtäjaksoisilla mittauksilla. Lisälyönnit ja rytmihäiriöt vähenivät jopa 80 % kahden viikon aikana, kun kontrolliryhmällä ei tapahtunut minkäänlaisia muutoksia. Myös sykevälivaihtelua analysoitiin. Sykevälivaihtelu lisääntyi yli 25 %, kun vastaavasti kontrolliryhmällä ei tapahtunut muutoksia. Tutkijoiden mielestä infrapunasaunahoidoilla on positiivinen vaikutus autonomiseen hermostoon ja täten sydämen toimintaan. Sympaattinen aktivaatio saadaan hoidon avulla vähenemään, jonka ansiosta rytmihäiriöiden riski pienenee merkittävästi. Lisäksi koehenkilöiltä kerättiin tietoja kyselylomakkeilla. 17 20:stä potilaasta totesi tilansa parantuneen seuraavien oireiden kohdalla: unettomuus, ruoka- haluttomuus, turvotus, ummetus ja väsymys.

Mäntykoski (2010) tutki infrapunasaunomisen akuutteja vaikutuksia kestävyysuorituksista palautumiseen ja Tornberg (2010) tutki infrapunasaunan akuutteja vaikutuksia hypertrofisesta voimaharjoituksesta palautumiseen. Molempiin tutkimuksiin osallistui 10 nuorta kuntoilijamiestä ja saunassa istuttiin 30 min. Kestävyyskuormituksen jälkeisen infrapunasaunomisen jälkeen mitattu kevennyshyppy erosi merkitsevästi kontrolliryhmän tuloksesta. Kontrolliryhmä istui pelkän lepoistunnan saunomisen sijaan. Kevennyshyppy oli $2,3 \pm 2,4$ senttimetriä parempi infrapunasaunojilla. Johtopäätöksenä oli infrapunasaunomisen positiivinen vaikutus hermolihasjärjestelmän tehokkuuteen syvällisen vaikutuksen, vähäisen kosteuden ja miedon lämpötilan avulla. Muita merkitseviä eroja ei Mäntykosken tutkimuksessa havaittu. Tornbergin tutkimuksen johtopäätöksenä oli, että infrapunasaunomisella ei voida nopeuttaa akuuttia voimaharjoituksesta palautumista. Lepotilassa infrapunasaunomisen jälkeen mitattiin merkitsevästi matalampia kor-

tisolipitoisuuksia ja merkitsevästi korkeampia kasvuhormonipitoisuuksia kuin verrattuna ennen saunomista mitattuihin arvoihin. Tämän perusteella infrapunasaunominen saa aikaan kasvun kannalta positiivisen rakentavan hormonivaikutuksen. Lisäksi kyselylomakkeiden perusteella koehenkilöt kokivat infrapunasaunomisen miellyttäväksi ja rentouttavaksi.

Hausswirth ym. (2011) tutkivat cryoterapian, infrapunahoidon ja passiivisen palautumisen eroja kovasta maastajuoksusuorituksesta palautumisessa yhdeksän hyvätasoisien juoksijan avulla. Cryoterapiassa koehenkilöt kävivät -110°C - 140°C huoneessa 3-4 minuutin ajan. 48 minuuttia kestäneet juoksut suoritettiin juoksumatolla. Juoksusta saatiin maastajuoksumainen vaihtelemalla rajuja ylä- ja alamäkiä sekä myös tasaisia osuuksia. Alamäet olivat jyrkkyydeltään jopa -15%. Tämän tarkoituksena oli tuottaa mahdollisimman kovat DOMS:it eli viivästyneet lihaskivut. Seuraavien kahden päivän aikana koehenkilöt käyttivät yhtä palautumismetodia (cryoterapia, infrapunahoito ja passiivinen palautus) kolme kertaa ja heiltä mitattiin lihaskipuun liittyviä muuttujia (plasman kreatiinikinaasi, isometrinen lihasvoima ja tuntemuksia). Cryoterapian avulla isometrinen lihasvoima ja tuntemukset palautuivat normaaleiksi yhdessä tunnissa, infrapunan avulla 24 tunnin kuluttua ja passiivisessa palautumisessa viimeisessä mittauksessa 48 tunnin kuluttua oli vielä merkkejä DOMS:sta. Plasman kreatiinikinaasissa ei ollut merkitseviä eroja.

3 TUTKIMUSONGELMA

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää onko infrapunälämmöllä vaikutusta urheilijan harjoittelusta palautumiseen sykevälivaihtelun perusteella harjoittelujakson aikana. Seuraavassa on esitettyä tutkimusongelma ja hypoteesi.

Tutkimusongelma: Onko infrapunapussin käytöllä vaikutusta urheilijoiden palautumiseen sykevälivaihtelun perusteella?

Hypoteesi. Infrapunan syvälliset vaikutukset nopeuttavat lihaksiston palautumista ja tämä voidaan havaita myös yösykkeissä sykevälivaihtelun lisääntymisenä (Beever 2009; Kuortane Testing Lab 2010; Lin ym. 2004).

4 TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1 Koehenkilöt

Koehenkilöt (n=8) rekrytoitiin Jyväskylän Urheiluakatemiaan ja paikallisten urheiluseurojen kautta ja kaikki heistä edustavat teholajien urheilijoita ja oman lajinsa hyvää kansallista tasoa. Koehenkilöt (ikä $21,1 \pm 2,3$ vuotta, pituus $178,1 \pm 6,6$ cm ja paino $76,8 \pm 10$ kg) ovat kilpaurheilijoita monesta eri lajista (pesäpallo, pikajuoksu, aitajuoksu, telinevoimistelu ja 10 -ottelu). Tutkimukseen on saatu Jyväskylän yliopiston eettisen toimikunnan lausunto.

4.2 Koeasetelma

Mittaukset toteutettiin Jyväskylän liikuntabiologian laitoksen tiloissa Vivecalla välillä marraskuu 2011 – helmikuu 2012. Jokainen koehenkilö suoritti kaksi tutkimusjaksoa: kontrollijakson ja infrapunapussijakson. Erona jaksoilla oli ainoastaan se, että kontrollijaksolla ei käytetty infrapunapussia. Koeasetelma on esitetty taulukossa 1. Mittausjaksot suoritettiin kunkin koehenkilön kohdalla 2 - 4 viikon välein. Mittausjaksot suoritettiin ristiin eli puolet koehenkilöistä suoritti ensin kontrollijakson toisen puoliskon tehdessä infrapunapussijakson.

Sykemittaukset suoritettiin ensimmäisenä yönä (su-ma: myöhemmin nimetty pre), toisena yönä (ma-ti: myöhemmin nimetty mid) sekä viimeisenä yönä (to-pe: myöhemmin nimetty post). Tarvittaessa mittauksia tehtiin myös muina öinä (ti-ke tai ke-to), jos muut sykekeräykset eivät onnistuneet. Sykemittaukset, joista analysoidaan palautumisen tilaa, on totuttu suorittamaan yöunien aikana, jolloin fyysisen aktiivisuuden ja ympäristön vaikutukset ovat vähäiset. Näin saadaan mahdollisimman luotettavaa tietoa autonomisen hermoston tilasta (Pichot ym. 2000).

Toisena, kolmantena ja neljäntenä päivänä urheilijoille pidettiin ohjatut harjoitukset iltapäivällä klo 14 – 16. Urheilijat harjoittelivat oman harjoitusohjelmansa mukaisesti ensimmäisellä mittausviikolla ja täyttivät harjoittelustaan harjoituspäiväkirjaa. Toisella

mittausviikolla ensimmäisen harjoitusviikon harjoitusohjelma toistettiin. Harjoittelun keskeinen sisältö oli voimaharjoittelua ja oman lajin lajiharjoittelua. Kuormitukseltaan viiden vuorokauden jakso (maanantai-perjantai) suunniteltiin kovaksi harjoitusjaksoksi. Harjoituksista palautumiseen urheilijat käyttivät joka ilta kello 20 – 21 infrapunapussia 40 minuuttia pussin lämpötilan ollessa 50° C.

Tämä tutkimus on osa laajempaa tutkimusta liittyen infrapunapussin vaikutuksiin. Muut mitatut muuttujat taulukossa 1 (verinäytteet, kyselylomakkeet ja suorituskykytestit) raportoidaan Perttu Noposen pro gradu -tutkimuksessa.

Taulukko 1 Koeasetelma.

	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai
Kello 8-9	Edellisen yön sykekeräyksen purku, verinäytteet, kyselylomake	Edellisen yön sykekeräyksen purku, verinäytteet, kyselylomake	Mahd. edellisen yön sykekeräyksen purku, verinäytteet, kyselylomake		Edellisen yön sykekeräyksen purku, verinäytteet, kyselylomake
Kello 14	Suorituskykytestit: kevennyshyppy, isometrinen jalkaprässi, Wingate 30sek. testi.	Harjoitus	Harjoitus	Harjoitus	Suorituskykytestit: kevennyshyppy, isometrinen jalkaprässi, Wingate 30sek. testi.
Illalla Kello 20-21	Infrapunapussin käyttö 40min/50°C	Infrapunapussin käyttö 40min/50°C	Infrapunapussin käyttö 40min/50°C	Infrapunapussin käyttö 40min/50°C	

Infrapunapussin käyttö. Infrapunapussi koostuu lämpömakeupussista, jonka sisällä olevat kuidut säteilevät infrapunälämpöä. Ulkopuolinen virtalähde syöttää järjestelmään virran. Laitetta käytetään ohjainyksikön avulla, josta voidaan valita lämpötila ja käyttöaika. Urheilijat käyttivät infrapunapussia (FIR 65 Energy Blanket, U2i/ You Two Innovation Oy/ You Two Import Ltd., Oulu; kuva 3) koejakson jokaisena iltana klo 20 – 21 välisenä aikana. Viidentenä iltana pussia ei kuitenkaan käytetty, sillä koejakso päättyi jo aiemmin iltapäivällä. Urheilijat joivat lasin vettä ennen pussiin menoa ja välittömästi käytön jälkeen. Ruokaa ei saanut syödä puoli tuntia pussin käytön molemmin puolin. Virtajohto laitettiin pistorasiaan ja urheilijat menivät pussiin alusvaatteissa. Pussin tarrakiinnitykset

kiristettiin olkapäiden kohdalta ja ohjausyksikkö sekä virtalähde asetettiin pussin vasemmalle puolelle yläkulmaan. Virtalähde napsautettiin päälle ja pussin lämpötilaksi ja ajaksi säädettiin ohjausyksiköstä 50 °C ja 40 minuuttia. Pussin vetoketju vedettiin kiinni ja edellä mainittu lämpötila pidettiin koko pussin käytön ajan. Pussista tultiin pois äänimerkin jälkeen. Käytön jälkeen laitteisto sammutettiin ja pussi pyyhittiin kostealla pyyhkeellä sisältä, jonka jälkeen sen annettiin kuivua tunnin verran. Kontrollijakson aikana urheilijat eivät käyttäneet pussia. Infrapunapussin lämpötila ja kosteus tarkastettiin erillisellä mittarilla. Lämpötilat pussissa olivat käytön aikana 47- 52°C.



KUVA 3. Infrapunapussi FIR 65 Energy Blanket (saunakeskus.fi)

4.3 Aineiston keräys

Sykemittauksiin käytettiin Polarin RS800 sykemittareita (Polar Electro Oy, Kempele). Mittarin asetukset laitettiin kuntoon ja mittarien vanhat mittaukset poistettiin etukäteen tutkijoiden toimesta. Tallennusväliksi asetettiin RR -tallennus. Koehenkilöt ohjeistettiin kostuttamaan sykepannat hyvin ennen nukkumaanmenoa hyvän kontaktin varmistamiseksi ja asettamaan sykemittarin kello viereiselle yöpöydälle yön ajaksi virhepainallusten välttämiseksi nukuttaessa. Sykemittari tuli laittaa päälle nukkumaan mentäessä ja sammuttaa aamulla herätessä. Mittari tuli toimittaa aamun verinäytteiden

ottoon purkua varten. Näin pystyttiin heti varmistamaan onnistuneet ja epäonnistuneet mittaukset sekä ohjeistamaan mahdolliset lisämittaukset.

Koehenkilöiltä kerättiin ensimmäisen mittausjakson aikana ruokapäiväkirjaa viiden vuorokauden ajalta. Tällä haluttiin varmistaa ravinnonsaannin samankaltaisuus kummallekin tutkimusjaksolle (kontrollijakso ja infrapunapussijakso), koska ravinnolla on hyvin suuri merkitys palautumisprosessissa (esim. Mero ym. 2007.) Koehenkilöt täyttivät kaikki syömisensä ja juomisensa ruokapäiväkirjaan mahdollisimman tarkasti.

Toteutunut harjoittelu tarkastettiin harjoituspäiväkirjoista ja painotettiin samanlaisen harjoitusohjelman noudattamista toisellakin mittausjaksolla.

4.4 Aineiston analyysi

Sykedata purettiin Polarin RS800 -mittareista tietokoneelle Polarin Pro Trainer 5 -ohjelman avulla. Sykedata ladattiin tämän jälkeen Firstbeatin Hyvinvointianalyysi -ohjelmaan (versio 3.1 Firstbeat Technologies Oy, Jyväskylä), joka suodatti datasta häiriöt ja normaalista poikkeavat sykehdykset automaattisesti pois. Tämä varmistettiin vielä silmämääräisesti. Yösykekeräyksistä analysoitiin alkuyön neljän ensimmäisen tunnin sykevälivaihtelumuuttujat, kuten monessa tutkimuksessa aiemmin. (Hynynen ym. 2006; Hynynen ym. 2011; Pichot ym. 2000.) Firstbeatin ohjelma laski sykevälivaihtelumuuttujat valmiiksi. Seuraavat sykevälivaihtelumuuttujat analysoitiin: aikakenttämuuttujat: RMSSD ja taajuuskenttämuuttujat: HF. Lisäksi yön aikainen leposyke kirjattiin ylös.

Ensimmäisen tutkimusjakson ruokapäiväkirjat analysoitiin NutriFlow -verkko-ohjelmalla (www.nutriflow.fi). Analyysin tulokset annettiin koehenkilöille palautteiden kera. Lisäksi ensimmäisen mittausjakson ruokapäiväkirja annettiin takaisin koehenkilöille, jotta he voisivat tarkkailla syövänsä mahdollisimman samalla tavalla toisella tutkimusjaksolla kuin ensimmäisen tutkimusjakson aikana.

Toteutunutta harjoittelua ei analysoitu muuten kuin, että verrattiin eri mittausjaksojen harjoittelun yhdenmukaisuutta, mikä todettiin hyväksi.

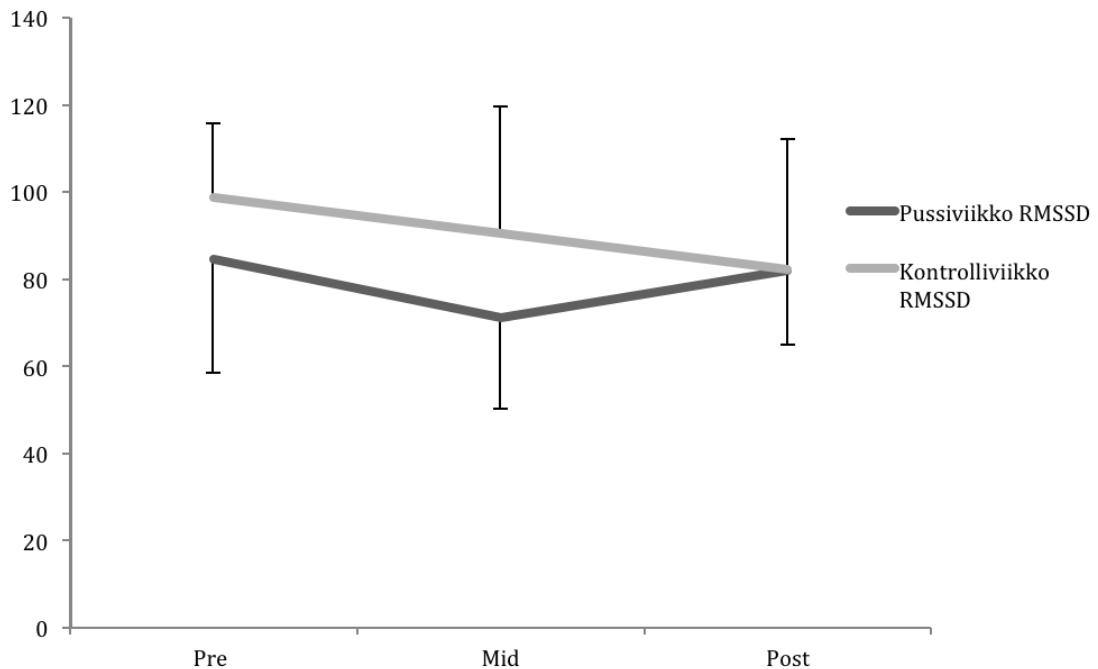
4.5 Tilastolliset menetelmät

Tilastolliset analyysit suoritettiin SPSS for Windows -ohjelmalla (versio 19.0) ja Microsoft Excel – ohjelmalla (versio 14.2.3). Tutkimuksessa käytettiin nonparametrisiä testejä, kuten Friedmanin testiä, Wilcoxonin testiä ja Spearmanin korrelaatiota sekä keskiarvoa ja keskihajontaa. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0,05$. Kuvaajat tehtiin Microsoft Excel – ohjelmalla (versio 14.2.3).

5 TULOKSET

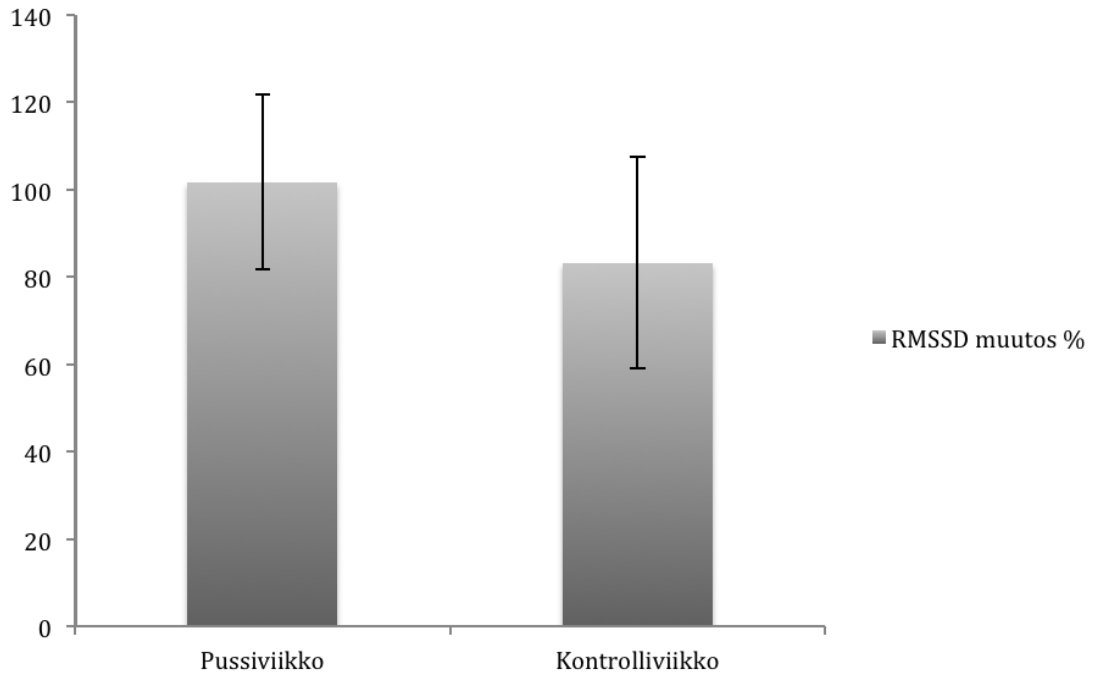
Leposyke. Koehenkilöiden leposykkeet olivat keskimäärin 43 ± 3 krt/min ja testiviikkojen välillä ei ollut tilastollisia eroja.

RMSSD. Kuvassa 4 on RMSSD:n arvot kontrolli- ja pussiviikoilla pre-, mid- ja post - tilanteissa (pre: su - ma, mid: ma - ti ja post: to - pe). Tilastollisesti merkitseviä eroja ei ollut pussi- ja kontrolliviikon välillä.



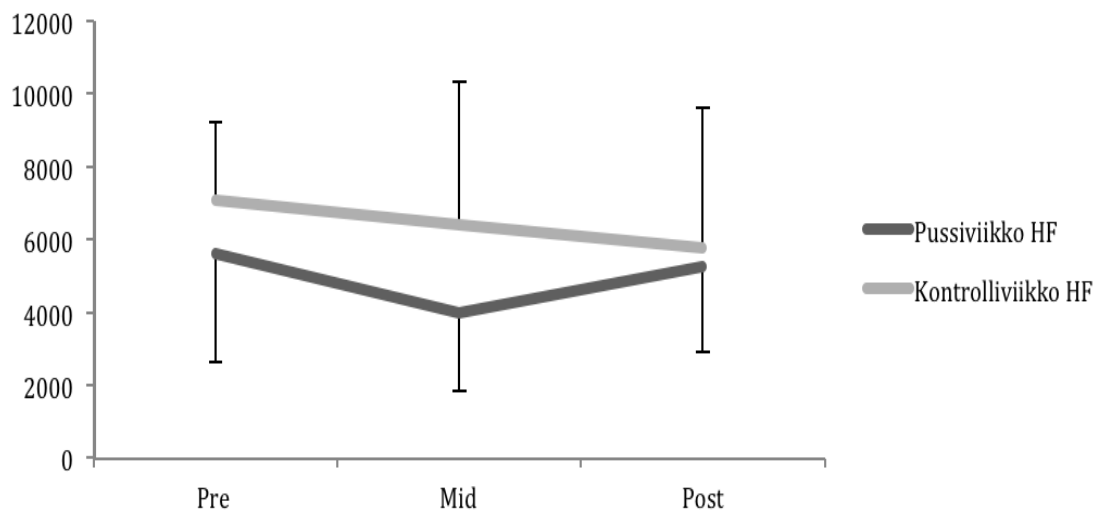
KUVA 4. RMSSD mittausviikon aikana (keskiarvo \pm keskihajonta). Pysty akselin yksikö on ms.

Kuvassa 5 on esitetty RMSSD:n mittausviikkojen prosentuaaliset muutokset. Viikon lähtöarvo (pre) on asetettu 100 %:iin ja sitä on verrattu viikon lopputilanteeseen (post). Pussiviikon muutosprosentti on 101,8% ja kontrolliviikon 83,3% (ns).



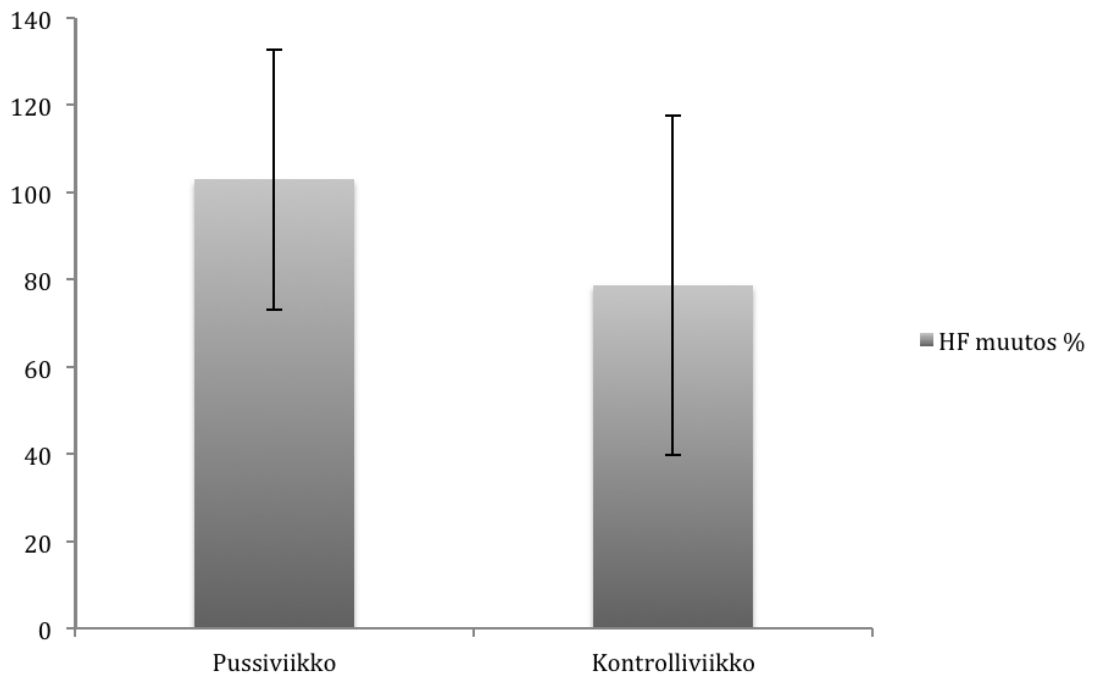
KUVA 5. RMSSD:n %- muutos mittausviikkojen alkutilanteesta viikon lopputilanteeseen.

HF. Kuvassa 6 HF:n (yksikkö ms^2) arvot kontrolli - ja pussiviikoilla pre-, mid- ja post-tilanteissa. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei ollut pussi - ja kontrolliviikon välillä.



KUVA 6. HF mittausviikon aikana (keskiarvo \pm keskihajonta). Pysty akselin yksikkö on ms^2 .

Kuvassa 7 on esitetty HF:n mittausviikkojen prosentuaaliset muutokset. Viikon lähtöarvo (pre) on asetettu 100 %:iin ja sitä on verrattu viikon lopputilanteeseen (post). Pussiviikon muutosprosentti on 103,0% ja kontrolliviikon 78,8% (ns).



KUVA 7. HF:n %- muutos mittausviikkojen alkutilanteesta viikon lopputilanteeseen.

Korrelaatiot. HF ja RMSSD korreloivat keskenään merkitsevästi jokaisessa mittausajankohdassa. Pussiviikon RMSSD:n ja HF:n korrelaatiot: pre ($r=0,95$, $p<0,01$), mid ($r=0,98$, $p<0,01$) ja post ($r=0,94$, $p<0,01$). Kontrolliviikon RMSSD:n ja HF:n korrelaatiot: pre ($r=0,73$, $p<0,05$), mid ($r=0,71$, $p<0,05$) ja post ($r=0,94$, $p<0,01$).

6 POHDINTA

Päätulos. Hypoteesin mukaan sykevälivaihtelun olisi pitänyt lisääntyä merkitsevästi infrapunapussin käytön vaikutuksesta yösykemittauksissa. Näin ei kuitenkaan käynyt. Mitään tilastollisesti merkitseviä eroja ei saatu kontrollin ja infrapunapussin käytön välille. HF:n ja RMSSD:n korrelaatiot olivat ainoat tilastollisesti merkitsevät löydökset.

Tulosten tarkempi tarkastelu kuitenkin antaa lieviä positiivisia viitteitä infrapunapussin käytön hyödyistä palautumisen suhteen sykevälivaihtelumuuttujien mukaan. Tulososion kuvien 4 ja 6 perusteella on nähtävissä selkeä suunta mittausviikkojen ajalta niin HF:n kuin RMSSD:nkin ryhmäkeskiarvojen suhteen. Kontrolliviikon sykevälivaihteluarvot ovat laskusuunnassa koko viikon ajan, kun taas infrapunapussiviikon arvot lähtevät mid - tilanteesta post -tilanteeseen nousuun viitaten palautumisen tehostumiseen. Kontrolliviikon palautuminen näyttäisi siis olevan vaillinaista yösykkeiden perusteella. Infrapunapussiviikon sykevälivaihtelumuuttujien arvojen jyrkkä lasku pre -tilanteesta mid -tilanteeseen oli odotettavissa, koska pussin käytön aloittaminen aiheuttaa elimistölle stressitilanteen. Infrapunapussin aiheuttama stressireaktio on kuitenkin lyhytaikainen ja pussiviikon loppua kohti mentäessä sykevälivaihtelumuuttujat lähtevät nousuun. (Kuortane Testing Lab 2010.)

Mittausviikkojen prosentuaalinen muutostarkastelu kertoo sykevälivaihtelumuuttujien arvojen muutoksesta verrattaessa lähtötilannetta (pre) lopputilanteeseen (post). Tulososion kuvista 5 ja 7 voidaan havaita pussiviikon sykevälivaihtelumuuttujien prosentuaalinen muutos jopa lievästi viikon alkutilannetta ylemmäs (HF:n kohdalla 103,0% ja RMSSD:n kohdalla 101,8%), vaikka takana on kova harjoitusviikko. Kontrolliviikon aikana sykevälivaihtelumuuttujien prosentuaalinen muutos tippuu noin 20 % (HF:n kohdalla 78,8% ja RMSSD:n kohdalla 83,3%) lähtötilannetta alemmas.

Edellä mainittu noin 20 %:n ero sykevälivaihtelumuuttujien arvoissa verrattaessa kontrolliviikon lähtö - ja lopputilannetta on iso. Mutta kuten kuvista 5 ja 7 havaitaan, on keskihajonta ryhmissä hyvin suurta, jonka vuoksi tilastollisesti merkitseviä eroja ei tutkimuksessa saatukaan. Tämä kertoo isoista yksilöllisistä eroista tutkimuksessa. Tämä

tulee myös selkeästi esille, kun tarkastelee sykevälivaihtelumuuttujia yksilötasolla. Yksilötasolla tarkasteltuna ja karkeasti jaoteltuna kolmella koehenkilöllä niin RMSSD:n kuin HF:nkin arvot ovat selkeästi noususuunnassa verrattaessa kontrolli - ja infrapunapussiviikon arvoja. Kolmella koehenkilöllä muutokset olivat melko neutraaleja ja kahdella koehenkilöllä sykevälivaihteluarvot ovat laskusuunnassa.

HF:n ja RMSSD:n korrelaatio jokaisessa mittausajankohdassa oli odotettu tulos, koska niiden on havaittu useissa tutkimuksissa korreloivan hyvin keskenään. Niitä pidetään hyvin luotettavina parasympaattisen hermoston toiminnan kuvaajina (Martinmäki 2002; Malik ym. 1996.)

Koehenkilöiden ravinnon nauttiminen pyrittiin vakioimaan kummallekin tutkimusjaksolle samanlaisiksi. Ravinnon suhteen koehenkilöiden ruokapäiväkirjat auttoivat heitä noudattamaan mahdollisimman samanlaista ruokarytmiä ja ruuan sisältöä. Suurin osa koehenkilöistä totesikin onnistuneensa toisella tutkimusjaksolla toistamaan ensimmäisen jakson ruokailuja. Ainoaksi hankaluudeksi nousi työpaikka- ja opiskelijaruokaloissa nautittujen lounaiden samanlaisuus. Mutta tarjolla oli kuitenkin hyvin samantyyppistä ruokaa kuin ensimmäisellä tutkimusjaksolla, joten määrien pysyessä samoina energiasisältö ei eroa viikkojen välillä juuri lainkaan. Palautumisen kannalta ravinnolla on hyvin tärkeä osa palautumisprosessissa (esim. Mero ym. 2007.) Tästä johtuen ravinnon vakiointi molemmille tutkimusviikoille oli tärkeää ja siinä onnistuttiin hyvin.

Myös harjoittelu pyrittiin vakioimaan molemmille tutkimusjaksoille hyvin tarkasti samanlaiseksi. Tutkimusjaksojen harjoituspäiväkirjoja verrattaessa suuria eroja koehenkilöiden harjoittelussa ei tapahtunut. Muutaman koehenkilön kohdalla harjoittelun sisältö oli hieman muuttunut, mutta kokonaisuoritus oli silti molemmilla tutkimusjaksoilla erittäin samanlainen.

Virhelähteet. Sykevälivaihtelumuuttujien lähtötilanteiden ero kontrolli - ja pussiviikon välillä on yksi mahdollinen virhelähde. Tavoite oli, että urheilijoiden tila olisi hyvin samalla tasolla molemmille viikoille lähdettäessä. Näin ollen viikkojen aikana tulleet muutokset olisivat olleet erittäin tarkasti verrattavissa yhteen. Samaan lähtötilanteeseen pääseminen on kuitenkin erittäin hankalaa puhuttaessa sykevälivaihtelumuuttujista.

Urheilijoita ohjeistettiin ottamaan edeltävä viikonloppu kevyesti, jotta tutkimusviikolle lähdetäisiin hyvin palautuneessa tilassa. Tämä ei kuitenkaan onnistunut kaikkien kohdalla hyvin mm. pakollisten maajoukkueleirien takia. Mikäli yksittäisellä urheilijalla oli ennen toista mittausviikkoa leiritykset tiedossa pyrittiin joka tapauksessa toisenkin mittausviikon ohjelma mittausviikkoa edeltävinä päivinä saamaan rasiustason ja treenien osalta samankaltaiseksi kuin leiritysviikolla. Lentomatkat yms. eivät tietysti ole mahdollisia vakioita.

Tutkimuksen suunnitteluvaiheessa päätimme olla puuttumatta koehenkilöiden henkilökohtaiseen unirytmiiin, koska jokaisella on oma päivärytmensä nukkumaanmeno- ja heräämisaikoiineen ja tähän puuttuminen saattaisi aiheuttaa turhaa stressiä koehenkilöissä. Tutkimuksessa mukana olleet koehenkilöt olivat tavoitteellisesti harjoittelevia urheilijoita ja oletimme heidän unirytmensä olevan säännöllistä ja riittävää. Näin ollen emme suullisen ohjeistuksen lisäksi painottaneet unirytmiiin säännöllisyyden tärkeyttä kirjallisessa ohjeistuksessa. Tutkimuksen edetessä kuitenkin huolestuimme hieman joidenkin koehenkilöiden unirytmiiistä ja tämän vaikutuksista tuloksiin. Erityisesti lyhyiden yöunien vaikutuksia yösykkeisiin ja sitä myötä tuloksiin on kuitenkin vaikea arvioida. Toki pidemmällä aikavälillä syntyy varmasti univajetta, joka ei voi olla vaikuttamatta urheilijan harjoitteluun ja palautumiseen.

Johtopäätös. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että infrapunapussin käytön ei havaittu tilastollisesti merkitsevästi edistävän palautumista yösykkeiden perusteella. Yösykkeissä oli kuitenkin havaittavissa kontrolliryhmästä poikkeavia muutoksia tutkimusviikon aikana, jotka antavat suuntaviivaa infrapunapussin mahdollisesta positiivisesta vaikutuksesta palautumiseen. Aihetta on kuitenkin syytä tutkia lisää, jotta selkeämmät vaikutukset saataisiin esille.

7 LÄHTEET

- Acharya U. R., Joseph K. P., Kannathal N., Lim C. M. & Suri J. S. 2006. Heart rate variability: a review. *Medical & biological engineering & computing* 44, 1031-1051.
- Ahola V., Kuhlman I. & Luotio J. 2000. *Tietojätti 2000*. Gummerus.
- Beever R. 2009. Far- infrared saunas for treatment of cardiovascular risk factors. *Canadian family physician* 55.
- Bompa T. O. & Haff G. G. 2009. *Periodization: theory and methodology of training*. Human kinetics.
- Guyton A. C. & Hall J. E. 2006. *Textbook of medical physiology*. Elsevier science.
- Hauswirth C., Louis J., Bieuzen F., Pournot H., Fournier J., Filliard J- R. & Brisswalter J. 2011. Effects of Whole-Body Cryotherapy vs. Far-Infrared vs. Passive Modalities on Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage in Highly-Trained Runners. *PloS ONE* 6(12): e27749.
- Huikuri H., Valkama J., Niemelä M. & Airaksinen J. 1995. Sydämen sykevaihtelun mittaaminen ja merkitys. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim* 111(4): 307.
- Hynynen E., Uusitalo A., Konttinen N. & Rusko H. 2006. Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. *Official journal of the american college of sports medicine* 38:2, 313- 317.
- Hynynen E., Konttinen N., Kinnunen U., Kyröläinen H. & Rusko H. 2011. The incidence of stress symptoms and heart rate variability and orthostatic test. *European journal of applied physiology* 111: 733-741.
- Kallio T. 2008. *Kuntoilijan itsehoito- opas*. Docendo.
- Kihara T., Biro S., Ikeda Y., Fukudome T., Shinsato T., Masuda A., Miyata M., Hamasaki S., Otsuji Y., Minagoe S., Akiba S. & Tei C. 2004. Effects of repeated sauna treatment on ventricular arrhythmias in patients with chronic heart failure. *Circulation journal*: 68, 1146- 1151.
- Kuortane Testing Lab. 2010. FIR 65° - Energy blanket model: Active- tuotteen käytön vaikutus kilpaurheilijan palautumiseen. Seinäjoen teknologiakeskus Oy, Kuortane testing lab.
- Laitio T., Scheinin H., Kuusela T., Mäenpää M. & Jalonen J. 2001. Mitä sydämen

sykevaihtelu kertoo? Finnannest 34:3.

- Lin C. D., Huang C. C., Chen C. H., Wong T. W. & Young M. S. 2004. Far- infrared rays penetrate deeper into mammary tissue and induce a higher skin blood flow in comparison to infrared irradiation. *IEEE*.
- Malik M., Camm A. J., Bigger J. T. Jr., Breithardt G., Cerutti S., Cohen R. J., Coumel P., Fallen E. L., Kennedy H. L., Kleiger R. E., Lombardi F., Malliani A., Moss A. J., Rottman J. N., Schmidt G., Schwartz P. J. & Singer D. H. 1996. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *European heart journal* 17: 354-381.
- Martinmäki K. 2002. Sydämen parasympaattisen vaihtelun arvioiminen sykevaihtelun avulla – Autonomisen hermoston salpaustutkimus. Pro Gradu – tutkielma. Jyväskylän yliopisto.
- McArdle W. D., Katch F. I. & Katch V. L. 2001. *Exercise physiology: Energy, nutrition and human performance*. Lippincott, Williams & Wilkins.
- Mero A., Nummela A., Keskinen K. L. & Häkkinen K. 2007. *Urheiluvalmennus*. VK-kustannus Oy.
- Mäntykoski M. 2010. Infrapunasaunomisen vaikutus kestävyysuoritukselta palautumiseen nuorilla kuntoilijamiehillä. Kandidaatintutkielma. Jyväskylän yliopisto.
- Nienstedt W., Hänninen O., Arstila A. & Björkqvist S. E. 1999. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. Werner Söderström osakeyhtiö.
- Oosterveld F. G. J., Rasker J. J., Floors M., Landkroon R., van Rennes B., Zwijnenberg J., van de Laar M. A. F. J. & Koel G. J. 2009. Infrared sauna in patients with rheumatoid arthritis and ankylosing spondylitis. *Clinical rheumatology* 28, 29-34.
- Pichot V., Roche F., Gaspoz J. M., Enjolras F., Antoniadis A., Minini P., Costes F., Busso T., Lacour J. R. & Barthelemy J. C. 2000. Relation between heart rate variability and training in middle distance runners. *Official journal of the american college of sports medicine* 32:10, 1729- 1736.
- Putkonen P. & Elomaa E. 1974. Sauna ja uni. Esitys kansainvälisessä sauna kongressissa.
- Sztajzel J. 2004. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Swiss medical weekly* 134, 514- 522.
- Tornberg J. 2010. Infrapunasaunomisen vaikutukset hypertrofisesta

voimaharjoituksesta palautumiseen nuorilla kuntoilijamiehillä.

Kandidaatintutkielma. Jyväskylän yliopisto.

Urponen H., Vuori I., Hasan J. & Partinen M. 1988. Self- evaluations of factors promoting and disturbing sleep: an epidemiological survey in Finland. *Social science & medicine* 26:4, 443- 450.