

**INFRAPUNASAUNOMISEN VAIKUTUS
KESTÄVYYSSUORITUKSESTA PALAUTUMISEEN NUORILLA
KUNTOILIJAMIEHILLÄ**

Mari Mäntykoski

Liikuntafysiologia

Kandidaatintutkielma

LFYA005

Syksy 2010

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Mari Kristiina Mäntykoski. Liikuntafysiologian kandidaatintutkielma. Syksy 2010. Infrapunasaunomisen vaikutus kestävyysuoritukselta palautumiseen nuorilla kuntoilijamiehillä. 51s.

Tausta. Raskas kestävyyskuormitus on elimistölle stressitekijä, joka järkyttää hengitys- ja verenkiertoelimistön, hermolihasjärjestelmän ja hormonaalisen kokonaisuuden tasapainotilaa. Tasapainon palauttamista eli palautumista pyritään nopeuttamaan monin keinoin. Eräs menetelmä on saunominen eri muotoineen. Infrapunasaunomisen vaikutusten (lämpö- ja säteilyenergian) on esitetty vastaavan hengitys- ja verenkiertoelimistön osalta kevyen aerobisen liikkumisen palautumisvaikutuksia. Säteilyenergia kulkee jopa 4-5 cm:n syvyyteen kudoksiin. Hermolihasjärjestelmän ja hormonaalisten vaikutusten osalta tutkimustulokset ovat kuitenkin suppeita ja ristiriitaisia. Tämän työn tarkoituksena oli selvittää kestävyyskuormitukseen liittyvien muuttujien avulla infrapunasaunomisen vaikutuksia sekä lepotilaan että kestävyysuoritukselta palautumiseen.

Menetelmät. Tutkimukseen osallistui 10 nuorta ($25,3 \pm 8,4$ vuotta) kuntoilijamiestä, jotka suorittivat kuusi testiosiota. Ensimmäinen ja viimeinen testiosio (kontrollimittaukset) sisälsivät 30 minuutin saunassa istumisen ja 30 minuutin lepoistunnan niin, että ensimmäisellä kerralla saunottiin infrapunasaunassa (Harvia Oy:n Radiant Infrasauna SGC1210BR) ja viimeisellä tavallisessa saunassa. Kontrollimittauksissa koehenkilöiltä mitattiin sykettä (Polar RS800, Kempele, Finland) koko osion ajan, paino ennen ja jälkeen saunomisen, verenpaine (Omron M1, Normomedical Oy, Helsinki, Finland) 10 minuutin välein, ja otettiin verinäytteet kyynärlaskimosta (perusverenkuva, pH, elektrolyytit, hemoglobiini, hematokriitti, kortisoli, testosteroni) ennen, puolivälissä ja jälkeen saunomisen sekä lepoistunnan jälkeen. Lisäksi koehenkilöt täyttivät saunakyselyn lepoistunnan aikana. Kaksi muuta mittausosiota olivat kestävyyskuormitusosioita, jotka sisälsivät juoksumattokuormituksen saunomis- tai kontrollipalautuksella (istuminen huoneenlämmössä) sekä lepoistunnan. Näissä osioissa koehenkilöiltä mitattiin sykettä koko osion ajan, hapenkulutusta (Oxygen Pro, Carefusion, CA, USA) juoksun ja lepoistunnan aikana ja ennen juoksua verenpaine, paino, kevennyshypyt (Newtest, Oulu, Finland), verinäyte otettiin laktaatin määrittystä (Biosen C-line, Fennolab, Vantaa, Finland) varten ja räsitusntemus (RPE). Juoksun aikana kerätystä aineistosta mitattiin laktaatti ja RPE joka kuormalla. Heti juoksun jälkeen mitattiin RPE, laktaatti, kevennyshypyt, verenpaine ja paino. Saunomisessa tai kontrolli-istunnassa koehenkilöiltä kerätystä aineistosta mitattiin laktaatti 5, 10 ja 30 minuutin kohdalla ja verenpaine sekä palautumistuntemus 10 minuutin välein. Osion aikana koehenkilöiden piti nauttia viisi desilitraa vettä ja osion jälkeen he suorittivat kevennyshypyt. Lepoistunnassa saunallisen kuormitusosion jälkeen koehenkilöt täyttivät saunakyselyn, ja heiltä mitattiin verenpaine, palautumistuntemus ja laktaatti istunnan puolesta välissä ja lopussa. Kuormitusosioissa kyynärlaskimoverinäytteet (perusverenkuva, pH, elektrolyytit, hemoglobiini, hematokriitti, kortisoli,

testosteroni) otettiin ennen ja jälkeen juoksun, saunan/kontrollin puolella välissä ja lopussa sekä lepoistunnan jälkeen. Tilastollisina menetelminä olivat ANOVA, t-testi ja Wilcoxonin testi.

Tulokset. Kontrolliosiot. Verrattaessa infrapunasaunomisen (lämpötila 35-50 °C, kosteus 25-35%) ja tavallisen saunomisen (lämpötila 39-45 °C, kosteus 70-90%) kontrolliosioita, syke-arvot olivat normaalisaunomisessa (75±9 ja 88±18) 20 ja 30 minuutin kohdalla infrapunasaunomista korkeampia (70±8 ja 71±7) ja ero oli tilastollisesti merkitsevä (p=0,04 ja p=0,05). Saunakyselyiden perusteella koehenkilöt kokivat infrapunasaunan miedon lämmön ja ilmankosteuden pääosin miellyttäväksi ja rentouttavaksi.

Kestävyyskuormitukset. Kestävyyskuormituksessa koehenkilöt kokivat viimeisen kuorman molemmilla mittauskerroilla maksimaalisen rasittavaksi (RPE 19-20). Kevennyshypyn korkeudessa infrapunasaunomisen jälkeiset arvot olivat keskimäärin 2,3 ± 2,4 senttimetriä parempia, mikä oli tilastollisesti merkitsevä ero (p=0,014). Sen sijaan infrapunasaunomisen jälkeinen palautuminen ei eronnut merkitsevästi kontrolli-istuntopalautumisesta verenpaineen, laktaatin, hikoilun (=painon muutos), hapenkulutuksen, pH:n, elektrolyyttien, hemoglobiinin, hematokriitin, kortisolin tai testosteronin osalta. Palautumistuntemukset eivät myöskään eronneet toisistaan infrapunasaunomisen tai istuntopalautuksen aikana. Koehenkilöt täyttivät saunallisessa kuormitusosiossa saunakyselyn, jossa heiltä kyseltiin saunomisen mahdollisista rentouttavista, virkistävästä ja kipua lievittävästä tuntemuksista. Heitä pyydettiin myös vertailemaan infrapunasaunomista normaalisaunomiseen. Pääosin koehenkilöt kokivat infrapunasaunomisen rentouttavaksi sen normaalisaunomista miedomman lämmön ja ilmankosteuden vuoksi. Muutama koki myös, että infrapunasaunominen virkisti ja lievitti kipuja. Joissakin vastauksissa taas koettiin, että normaalisaunomiseen tottuneena infrapunasaunomisen mieto lämpö ja sitä kautta vähäisempi hikoilun tunne, sekä vähäinen ilmankosteus, tuntuivat hieman epämiellyttäviltä ja saunominen tehottomalta.

Johtopäätös. Johtopäätöksenä on, että infrapunasaunomisen syvällistä säteilyenergiaa (4-5 cm:n syvyyteen kudoksiin), mieto lämpötilaa (35 - 50 °C) ja vähäistä kosteutta (25 - 35 %) voidaan pitää hermolihaskäytön voimantuoton tehokkuuden ja vireystilan kannalta positiivisena tekijänä kestävyysuorituksista palautumisen aikana.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	5
2 KIRJALLISUUS	6
2.1 Palautuminen kestävyysuoritukselta.....	6
2.1.1 Hengitys- ja verenkiertoelimistö sekä aineenvaihdunta	7
2.1.2 Hormonit	9
2.1.3 Autonominen hermosto.....	13
2.1.4 Hermolihasjärjestelmä	13
2.2 Saunomisen vaikutukset ihmiskehoon.....	14
2.2.1 Tavallinen sauna	14
2.3 Infrapunasauna.....	17
2.4 Lämmön ja infrapunasaunon käyttö palautumismenetelmänä.....	17
3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA HYPOTEESI	19
4 MENETELMÄT	20
4.1 Koehenkilöt.....	20
4.2 Koeasetelma.....	20
4.3 Aineiston keräys ja analysointi	23
4.4 Tilastollinen käsittely.....	25
5 TULOKSET	25
5.1 Infrapunasaunominen levossa.....	25
5.2 Normaalisaunominen levossa	27
5.3 Infrapunasaunomisen ja normaalisaunomisen erot.....	28
5.4 Kestävyyskuormitus ja infrapunasaunominen	29
6 POHDINTA	36
7 LÄHTEET	39
LIITTEET	42

1 JOHDANTO

Raskas kestävyysuoritus on niin hengitys- ja verenkiertoelimistölle kuin hermolihasryhmille stressitekijä, joka järkyttää tasapainoa, homeostaasia, monin eri tavoin. Tasapainon uudelleen saavuttaminen eli palautuminen kestää minuuteista tunteihin ja jopa vuorokausiin riippuen kuinka laajasti elimistön eri systeemejä on kuormitettu. Urheilijoilla aktiivisessa palautumisessa syke, verenpaine, laktaatti, pH ja välittömät energiavarastot (adenosiinitrifosfaatti ja kreatiini-fosfaatti) palautuvat yleensä noin tunnissa. Sen sijaan lihaksiston glykogeenivarastot, hormonitasapaino ja hermostolliset tekijät voivat taas vaatia palautumiseen aikaa tunneista vuorokausiin riippuen henkilön kokonaisrasitustilasta. Palautumista pyritään nopeuttamaan monin eri tavoin, muun muassa kevyen liikunnan eli aktiivisen palautumisen kautta. (Bompa, 95-117).

Saunomisen aiheuttamaa lämpövaikutusta kehoon on käytetty urheilijoidenkin parissa yhtenä palautumismenetelmänä. Ajatuksena on, että sen verenkiertoa vilkastuttava vaikutus vastaisi kevyen liikunnan ja siis aktiivisen palautumisen vaikutuksia. Tutkimuksissa onkin todettu, että sekä tavallisessa että infrapunasaunassa verenkierto lisääntyy, erityisesti ihon alueelle. Myös kiputunteiden on raportoitu hellittävän. (Hannuksela & Ellahham, 2001, Beaver 2009).

Infrapunasaunomisen vaikutuksien uskotaan johtuvan lämmön sijasta infrapunasäteiden kyvystä läpäistä ihmiskudos 2-3 senttimetriä syvemmälle kuin tavallinen lämpösäteily, sillä infrapunasaunassa lämpötila on hyvin mieto, vain 40-60 ° Celsius-astetta (Beaver 2009).

Infrapunasaunomisen vaikutus fyysisen suorituksen palautumisvaiheeseen on kuitenkin edelleen vailla tieteellistä näyttöä.

Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää infrapunasaunomisen vaikutuksia kestävyysuorituksen kannalta oleellisten, laktaatin, hapenkulutuksen, verenpaineen, sykkeen, pH:n, elektrolyyttien ja hormonitasojen palautumiseen. Infrapunasaunomisen vaikutuksia vertailtiin myös lepotason mittauksissa tavallisen saunomisen vaikutuksiin.

2 KIRJALLISUUS

2.1 Palautuminen kestävyysuoritukselta

Kehoon kohdistettu kuormitus aiheuttaa akuutisti ja pitkällä aikavälillä kehossa vaurioita ja väsymystä. Jotta liikkuja pystyisi vastaanottamaan uuden kuormituksen, täytyy kehon olla ainakin osittain palautunut, sillä kehon ollessa väsynyt koordinaatio, lihassupistusteho ja -nopeus laskevat. Väsymys voi johtaa myös alentuneeseen koordinaatio- ja keskittymiskyvyn (alentunut liikekontrolli) kautta helpommin tapaturmiin. Kestävyysuorituksen palautumisessa on huomioitava, että kestävyysuorituskykyä määrittävät hengitys- ja verenkiertoelimistön toiminta (VO_{2max}), lihasten aerobinen ja anaerobinen aineenvaihdunta sekä hermolihasjärjestelmän toiminta (voimantuottokyky), joiden kaikkien on palautettava, jotta seuraava harjoitus olisi kehittävä. Erilaiset palautumismenetelmät ovat käytettyjä erityisesti urheilijoiden keskuudessa, koska ne vähentävät väsymystä ja edistävät palautumisnopeutta, superkompensaatiota sekä kasvavien harjoitustehojen käyttöä. (Bompa 1999, 95-117)

Palautuminen itsessään on multidimensionaalinen prosessi, johon vaikuttavat liikkujan sisäiset ja ulkoiset tekijät. Liikkujan ikä vaikuttaa siten, että 18-25-vuotiaana palautuminen on nopeinta, tätä nuoremmilla ja vanhemmilla palautuminen on hitaampaa (Nudel 1989; Rowland 1990). Harjoituskokemus edistää palautumisnopeutta nopeamman fysiologisen adaptaation ja mahdollisesti taloudellisemmän liikkumistavan vuoksi (Noakes 1991). Paljon harjoitelleilla on myös usein tehokkaampi ravinnon metabolisointi ja kuona-aineiden poisto verenkiertoelimistön hyvän kunnon vuoksi, jolloin palautuminenkin on tehokkaampaa (Fox 1984, Noakes 1991). Naisilla palautuminen on miehiä hitaampaa lähinnä endokrinologisista syistä, erityisesti testosteronin matalamman pitoisuuden vuoksi (Nudel 1989; Rowland 1990). Ympäristötekijöistä korkea ilmanala (erityisesti yli 3000m), erittäin kylmä sää ja 3-10 tunnin tai tätä pidemmät aikaerot hidastavat palautumista. Myös kuormituksessa käytetty lihassolutyypin ja energiasysteemin vaikutukset palautumiseen: nopeat lihassolut väsyvät ja palautuvat hitaampia nopeammin ja erityisesti kestävyysuorituksessa anaerobisen systeemin palautumisaste on aerobista matalampi (Noakes 1991). Akuutti paikallinen vaurio tai liiallinen harjoittelu saavat aikaan katabolisten hormonien (mm. kortisoli) ja ammonia-tason nousun, mikä hidastaa palautumista (Berg 1994). Psykologiset tekijät vaikuttavat nekin vahvasti palautumiseen. Negatiiviset tunteet ja stressi voivat laukaista kortisolin ja muiden stressihormonien erityksen, mikä hidastaa lihaskasvua ja -korjaantumista,

laskee immuuni- ja tulehdusvastetta, kasvattaa lihasjännitystä ja vaikuttaa neuromuskulaariseen koordinaatioon (Bompa 1999, 95-117).

2.1.1 Hengitys- ja verenkiertoelimistö sekä aineenvaihdunta

Yksittäisestä harjoituksesta palautuminen tapahtuu kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa 30 minuutin-6 tunnin jälkeen harjoituksesta palautuu noin 70% biologisista parametreista. Erityisesti lihaksen oleelliset energiavarastot täyttyvät. Toisessa vaiheessa 6-24 tunnin jälkeen kuormituksen päättymisestä palautuu koko kehon polttoainevarastot, mikä vastaa 20% osuutta koko kehon palautuvista parametreista. Vasta vuorokauden kuluttua tai sen jälkeen palautuu loput 10% elimistöstä: neuraalinen systeemi ja loput ensimmäisen ja toisen vaiheen parametreista. Yksittäisten biologisten parametrien, sykkeen, verenpaineen ja eri energiaravintoaineiden, palautuminen tapahtuu siis myös asteittain niin, että syke ja verenpaine palautuvat jo 20-60 minuuttia harjoituksen jälkeen, kun taas glykogeenivarastojen täyttö kestää 5-24 tuntia anaerobisen ja 10-48 tuntia aerobisen työn jälkeen. Proteiinien korjaantuminen ja palautuminen kestää 12-24 tuntia ja rasvojen, vitamiinien sekä entsyymien yli 24 tuntia. Siirtyminen ensimmäisestä vaiheesta kolmanteen harvoin kuitenkaan noudattaa näin kaavamaista aikataulua. Kokonaispalautumisaikaan, joka voi vaihdella minuuteista kuukausiin, vaikuttaa se, mitä energiasysteemiä on käytetty ja palautuuko liikkuja lyhytaikaisesta väsymyksestä vai pitkäaikaisesta ylikunnosta, johon liittyy myös endokriinisen systeemin väsymys. (Bompa 1999, 95-117).

Taulukossa 1 (Bompa 1999, 116) on esitelty eri energiasysteemien palautuminen. Näistä erityisesti neljä viimeistä koskevat kestävyysuorituksista. Rasittavan kestävyysuorituksen palautumiseen liittyy lisäksi veren laktaattitason lasku, mikä riippuu paitsi elimistön kyvystä siirtää laktaattia pois lihaksista myös kyvystä siirtää sitä pois verestä. Laktaatin palautumiseen lepotason arvoihin vaikuttaa erityisesti palautumisvaiheen aktiivisuus siten, että kevyt aktiivisuus nopeuttaa palautumista. Karkeasti arvioiden kovan kestävyyskuormituksen jälkeen passiivisessa palautumisessa lepotason saavuttaminen kestää noin kaksi tuntia, kun se aktiivisella palautumismenetelmällä voi kestää jopa tunnin vähemmän (Bompa 1999, 95-117).

Taulukko 1. Keskimääräiset palautumisajat raskaan kuormituksen jälkeen (Bompa 1999)

Recovery process	Minimum	Maximum
Restoration of muscle phosphagen (ATP and PC)	2 min	3-5 min
Repayment of the alacticid O ₂ debt	3 min	5 min
Restoration of O ₂ -myoglobin	1 min	2 min
Repayment of the lacticid O ₂ debt	30 min	1 hr
Restoration of muscle glycogen		
a. After intermittent activity	2 hr to restore 40% 5 hr to restore 55% 24 hr to restore 100%	
b. After prolonged, nonstop activity	10 hr to restore 60% 48 hr to restore 100%	
Removal of lactic acid from the muscles and blood	10 min to remove 25% 20-25 min to remove 50% 1 hr-1:15 hr to remove 95%	

Laktaattipitoisuuden on osoitettu korreloivan myös vahvasti elimistön happamuustilan eli H⁺-ionikonsentraation kanssa, jota kuvaa pH-luku. Levossa veren ja solun ulkoisten nesteiden pH on noin 7,4 eli hieman alkalottinen. Kovassa harjoituksessa H⁺-ionien konsentraatio kasvaa, jolloin veren pH voi tippua jopa hieman alle 7:n ja asidoosinen tila muodostuu. Vastaavasti lihaksissa lepotilan pH on noin 7,0 ja raskaan anaerobisen harjoituksen jälkeen se laskee noin 6,5:een. Asidoosi heikentää lihasten supistumiskykyä, joten keho tarvitsee tehokkaita puskurijärjestelmiä H⁺-onien kasaantumisen ehkäisemiseksi. Yksi tehokkaimmista puskureista on bikarbonaatti-ioni (HCO₃⁻), joka reaktion $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ kautta pystyy sitomaan ylimääräisiä vetyioneja. (Maughan 2002, 393-404)

Vety- ja bikarbonaatti-ionien lisäksi homeostaasin säilymiseen liittyvät elimistön elektrolyyttien, natrium-, kalium-, kalsium-, magnesium-, kloridi-, fosfaatti- ja sulfaatti-ionien, konsentraation säilyttäminen normaalipitoisena. Erityisesti natrium- (Na⁺), kalium- (K⁺) ja kalsium- (Ca²⁺) ionipitoisuus on oleellinen lihassupistuksen ja impulssien johtumisen kannalta. Taulukossa kaksi on esitetty plasman ja solun normaali elektrolyyttipitoisuuksia. (Maughan 2002, 226-240).

Taulukko 2. Plasman ja solun elektrolyyttipitoisuuksia (mmol/l) levossa.

	plasma	solu
Natrium	130-155	10
Kalium	3,2-5,5	150
Kalsium	2,1-2,9	0
Bikarbonaatti	23-28	10
Magnesium	0,7-1,5	15
Kloridi	96-110	8
Fosfaatti	0,7-1,6	65
Sulfaatti	0,3-0,9	10

2.1.2 Hormonit

Hormonit ja aineenvaihdunta ovat vahvasti vuorovaikutuksissa keskenään ja niiden muutokset riippuvat voimakkaasti harjoituksen intensiteetistä (Näveri ym. 1985). Testosteronin ja kortisolin suhde kuvaa hyvin kehon fyysistä rasitustilaa ja erityisesti anabolia/katabolia-suhdetta.

Palautumisvaiheessa tämä suhdeluku nousee suhteessa intensiteetin laskuun ja palautusjakson pituuteen verrattuna (Urhausen ym. 1995). Lyhytkestoisen rasituksen jälkeen lihaksen välittömät energianlähteet ATP ja kreatiinifosfaatti sekä lihaksen ja veren laktaattipitoisuudet yhdessä stressihormonipitoisuuksien kanssa palautuvat noin tunnissa. Pitkäaikaisessa rasituksessa lihasten glykogeenipitoisuus ja stressihormonipitoisuudet nousevat kasvavan väsymyksen myötä, mistä seuraa vaikutuksia autonomisen hermoston säätelyyn ja muita fysiologisia ja hormonaalisia muutoksia, mm. testosteroni/kortisoli-suhteen lasku ja lihasten kyvyttömyys reagoida stressitilanteeseen positiivisesti. Testosteronin lisäksi muita anabolisia harjoitukseen liittyviä hormoneja ovat insuliini, kasvuhormoni ja IGF-1 (insulin-like growth factor). (Consitt ym. 2002).

Insuliini ja vastavaikuttajat. Insuliinia voidaan pitää anabolisena hormonina, sillä se edistää aminohappojen sisäänottoa lihaksiin ja muihin kudoksiin. Harjoituksen aikana insuliinin vastavaikuttajahormonien (mm. adrenaliini, glukagoni, kortisoli, kasvuhormoni ja kortikotropiini) erityis lisääntyy, sillä ne edistävät glukoosin, glykogeenin ja vapaiden rasvahappojen tuottoa lihasten käyttöön. Tällöin vastaavasti plasman insuliinin erityis ja pitoisuus laskevat (Hedge & Goodman 1987).

IGF-1. Lepotilassa maksassa syntetisoitava ja kasvuhormonin stimuloinnin kautta erittyvä IGF-1 näyttää olevan kuormituksessa riippumaton kasvuhormoni-pitoisuuksista. 10 minuutin pyöräily on osoitettu stimuloivan IGF-1 eritystä, mutta kovalla teholla pidempään jatkuva harjoitus on osoittautunut laskevan IGF-1-pitoisuuksia lepotasoon. Myös kenttäolosuhteissa suoritetussa tutkimuksessa (Suikkari ym. 1989) pitkäkestoisen 75 km:n hiihtosuorituksen osoitettu laskevan IGF-1-arvoja. IGF-1 vaikutus on myös anabolinen: se aktivoi DNA- ja proteiinisynteesiä. (Consitt ym 2002).

Testosteroni. Kiertävästä testosteronista on levossa sidottu 97-99% joko veren globuliiniin (SHBG) tai albumiiniin, jolloin vain 1-3% on aineenvaihdunnallisesti aktiivista eli vapaata muotoa (Hedge & Goodman 1987). Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että seerumin testosteroni nousee lyhytaikaisessa kestävyysuorituksessa. Akuutit nousut näyttävät kuitenkin olevan lyhytaikaisia ja niiden on osoitettu palautuvan lepoarvoihin yleensä noin tunnissa harjoituksen loppumisesta (Consitt ym. 2002). Testosteroniarvojen palautumiseen vaikuttaa harjoituksen keston ja intensiteetin lisäksi ruokavalio, ikä, verenottoajat ja jopa geneettiset tekijät, joten monenlaisia tutkimustuloksia on olemassa. Eräässä tutkimuksessa (Guglielmini 1984) testosteroniarvot nousivat vielä noin kolme tuntia hyvin rasittavan harjoituksen päättymisen jälkeen, kun taas Kuoppasalmi ym (1980) tutkimuksessa plasman testosteroniarvot laskivat rajusti heti 45 minuutin raskaan juoksusuorituksen jälkeen ja jo 30 minuutin kuluttua ne olivat alkuarvoja alhaisemmat ja kolmen tunnin jälkeen 41% alhaisemmat kuin alussa. Testosteronin rooli lihasten aineenvaihdunnalle palautumisen aikana on paitsi proteiinisynteesin edistäjänä myös proteiinikatabolian ehkäisijänä (Hedge & Goodman 1987).

Kasvuhormoni (GH). Kestävyyskuormituksen tiedetään olevan stimulantti kasvuhormonin eritykselle. Nousun suuruuden on osoitettu olevan lineaarisessa suhteessa sekä harjoituksen intensiteettiin että keston (Consitt ym. 2002). VanHelder ym. (1986) totesi GH-pitoisuuden olevan suurimmillaan kahdeksan minuuttia suorituksen alkamisen jälkeen. Näveri ym. (1985) tutkimuksessa GH-pitoisuuden nousu oli 5,8-kertainen 45-minuutin kovan juoksuharjoituksen jälkeen. Laukaisevaa tekijää tuotannolle ei varmuudella tunneta, mutta happiniukkuus, verensokerin lasku ja laktaattipitoisuuden nousu voivat olla mahdollisia vaikuttajia (VanHelder ym. 1986). Myös hermostolliset tekijät vaikuttavat eritykseen (McArdle ym. 1991). Kasvuhormonin merkitys on suuri, sillä se lisää luun, side-, rasva- ja lihaskudoksen kasvua ja kehitystä (Consitt ym. 2002). Tämä tapahtuu solujakautumisen ja solujen lisääntymisen sekä RNA-synteesin ja solujen

ribosomien proteiinisynteesiaktivoitumisen edistämisen kautta kaikkialla elimistössä. Se myös vähentää hiilihydraattien käyttöä energianlähteeksi, mikä mobilisoi rasvojen hyödyntämistä energiaksi. (McArdle ym. 1991).

Kortisoli. Myös kortisolin on todettu nousevan kuormituksessa suhteessa harjoituksen intensiteettiin ja keston (Consitt ym. 2002). Merkittävä veren kortisolipitoisuuden nousu vaatii yleensä yli 20 minuutin kuormituksen vähintään 60% VO_{2max} -teholla (Cashmore ym 1977). Harjoituksen jälkeen tai palautuksen aikana kortisolipitoisuus laskee yleensä nopeasti ja saavuttaa perustasonsa muutaman tunnin kuluessa (Kuoppasalmi ym. 1980, Consitt ym. 2002). Kortosoli toimii katabolisesti soluproteiineja hajottaen. (Consitt ym. 2002).

Hormonitasojen vaihtelut ovat hyvin herkkiä erilaisille ärsykeille, ja ne vaihtelevat suurestikin mm. vuorokauden ajan mukaan. Hormonien mittauksessa onkin oleellista huomioida koehenkilöön, ympäristöön, mittaustilanteeseen ja harjoitukseen liittyvät tekijät, jotka kaikki vaikuttavat mitattaviin arvoihin. Taulukossa kolme (Consitt ym. 2002) on muutamia vaikuttavia tekijöitä ja niiden vaikutuksen määrä. Lisäksi harjoituksen yhteydessä on otettava huomioon, että keho menettää usein nestettä, jolloin veren plasmatilavuus laskee ja siten hormonien erityis voi näyttäytyä todellisuutta suurempana. (Cadoux-Hudson ym. 1985).

Taulukko 3. Hormonien mittauksiin vaikuttavia tekijöitä.

<i>Species</i>	+
<i>Gender</i>	++
<i>Age and maturation status</i>	+++
<i>Racial background</i>	+
<i>Pregnancy</i>	+
<i>Body composition</i>	+
<i>Mental health</i>	+
<i>Disease, surgery, medications</i>	+++
<i>Standardised conditions</i>	
<i>Temperature and humidity</i>	+
<i>Altitude and hypoxia</i>	+
<i>Substance use</i>	+
<i>Nutritional status</i>	+
<i>Hydration</i>	+
<i>Acid/base balance</i>	+
<i>Emotional stress</i>	+
<i>Sleep deprivation</i>	+
<i>Menstrual cycle</i>	+
<i>Previous activity</i>	+++
<i>Specimen collection</i>	
<i>Posture</i>	+
<i>Rhythmical variations</i>	+++
<i>Specimen collection</i>	+
<i>Specimen storage</i>	+
<i>Choice of specimen</i>	+
<i>Haemolysis</i>	+
<i>Experimental intrusion</i>	+
<i>Analytical procedure</i>	
<i>Assay type</i>	+
<i>Specificity and cross reactivity</i>	+++
<i>Exercise variables</i>	
<i>Exercise intensity</i>	+++
<i>Exercise duration</i>	+++
<i>Exercise volume</i>	+
<i>Exercise type</i>	+
<i>Initial training status</i>	+
<i>Overtraining</i>	+
<i>Length of training intervention</i>	+

+ = hieman vaikutusta, ++ = selvä vaikutus, +++ = erittäin paljon vaikutusta

2.1.3 Autonominen hermosto

Autonominen hermosto eli ei-tahdonalainen hermostosysteemimme jakautuu kahteen osaan: parasympaattiseen ja sympaattiseen. Parasympaattinen eli ns. lepotonus laskee sykettä ja elimistön stressitilaa sekä lisää sykevälivaihtelua ja sisäelinten aktiivisuutta (mm. ruuansulatuselimet). Sympaattinen tonus taas nostaa sykettä, verenpainetta ja kehon vireystilaa, sekä vähentää sykevälivaihtelua ja sisäelinten toimintaa. Useimmiten nämä hermoston osat ovat siis toistensa vastavaikuttajia, mutta ne voivat toimia myös yhteistyössä. Molemmat lähettävät koko ajan elimistöön signaaleja, mutta vaihtelevalla aktiivisuudella: se kumpi hermoston osista kunakin hetkenä on aktiivisempi vaikuttaa siihen, millaisia reaktioita autonominen hermosto saa elimistössä aikaan. (Silverthorn 2007).

Syke ja sykevälivaihtelu eli peräkkäisten sydämenlyöntien välisen ajan vaihtelu kuvaa autonomisen hermoston tilaa. Mitä matalampi syke ja mitä suurempaa yksilötasolla verraten sykevälivaihtelu on, sitä voimakkaammin elimistössä vaikuttaa parasympaattinen tonus. Rasituksessa sykkeen ollessa korkea sykevaihtelu on siis vähäisempää (sympaattinen hermosto vallitsevana) kuin levossa ja se vaimenee edelleen rasituksen intensiteettiä nostettaessa. Kuormituksen päätyttyä sykevaihtelu alkaa hiljalleen kasvaa ja syke laskea, mikä kuvaa autonomisen hermoston palautumista kohti lepotasoa. (Silverthorn 2007).

2.1.4 Hermolihasjärjestelmä

Hermolihasjärjestelmän osuus kestävyysuorituskyvyn merkittävänä osatekijänä, erityisesti huippu-urheilijoita vertailtaessa, on vahvistettu viime vuosikymmenien tutkimuksissa. Usein saman aerobisen kapasiteetin (VO_{2max}) omaavilla urheilijoilla juuri hermolihasjärjestelmä suorituskyky saattaa tehdä lopullisen jaon kilpailijoiden välillä. Hermolihasjärjestelmän suorituskykyä eli lihasten ”voimatasoa” kuvaavia muuttujia ovat mm. lihasten voimantuotto, sprinttijuoksun aika, maakontaktivoima- ja aika (askelluslajit) sekä työskentelevien lihasten EMG-aktiivisuus. Nämä muuttujat kuvaavat hyvin lihasten kykyä varastoida ja vapauttaa elastista energiaa kestävyysuorituksessa lukemattomia kertoja toistuvien lihasten pitenemis-lyhenemissykliä aikana. (Paavolainen ym. 1999).

Hermolihasjärjestelmän väsymistä kestävyysuorituksen yhteydessä on tutkittu suhteellisen vähän. Nicol ym. tutkimuksessa (1991) maratonjuoksun todettiin heikentäneen koehenkilöiden sprinttijuoksun aikaa ja kontaktivoimia sekä kasvattaneen jalan kontaktiaikaa alustassa verrattuna juuri ennen juoksua mitattuihin tuloksiin. Myös toisessa tutkimuksessa (Paavolainen ym. 1999) 10 kilometrin juoksun jälkeiset hermo-lihasjärjestelmän suorituskykytuottajat, 20m pikajuoksun aika, kontaktivoima ja jalkalihasten EMG -aktiivisuus, laskivat. Useissa tutkimuksissa hermo-lihasjärjestelmän on siis voitu osoittaa väsyvän rasittavassa kestävyysuorituksessa, mutta Paavolainen ym. (1999) tutkimuksessa väsymys ei ollut riittävää tehdäkseen eroa korkea- ja matalatasoisten kestävyysurheilijoiden välillä.

2.2 Saunomisen vaikutukset ihmiskehoon

2.2.1 Tavallinen sauna

Saunatyypit. Tyypillinen tutkimuksissa käytetty sauna on tilavuudeltaan vähintään 3 m², jolloin lämpö, kosteus sekä ilmanvaihto pysyvät tasapainossa. Lämpötila on saunojan kasvojen tasolla 80-100 °C ja lattiatasolla 30°C. Kosteus normaalisaunassa on 10-20%, mikä vastaa 40-70g vesihöyryä kilogrammassa ilmaa. Kunnan ilmanvaihto on myös oleellista: ilma vaihtuu 3-8 kertaa tunnissa. (Hannuksela & Ellahham, 2001).

Saunominen ja sydän- ja verenkiertoelimistö. Saunassa ihon lämpötila nousee nopeasti noin 40 asteeseen, hikoilu alkaa myös pian ja saavuttaa maksiminsa noin 15 minuutissa; keskimääräinen hieneritys koehenkilöillä 0,5 litraa tunnissa. Ihon verenkierto lisääntyy 5-10% käsittäen näin 50-70% minuuttitilavuudesta. Verenkierto sisäelimiin ja lihaksiin sen sijaan laskee, mutta kokonaisminuuttitilavuus kuitenkin kasvaa 60-70% (suorassa suhteessa sykkeen nousuun: iskutilavuus ei nouse). Saunomisen vaikutuksesta verenpaineeseen on saatu ristiriitaisia todisteita. Säännöllinen saunominen parantaa kuumuuden sietoa ja pienentää edellä mainittujen muutosten suuruutta. (Hannuksela & Ellahham, 2001).

Saunominen ja keuhkot. Saunominen nostaa akuutisti keuhkojen vitaalikapasiteettia, kertahengitystilavuutta, minuuttiventilaatiota ja FEV-arvoa (uloshengitystilavuus). Se myös laskee

keuhkostaasia (keuhkoverisuonitungos), ja astma- sekä bronchitis cronica -potilaat ovat raportoineet saunan helpottavan heidän hengittämistään. (Hannuksela & Ellahham, 2001).

Saunominen ja hormonaaliset muutokset. Saunominen aktivoi autonomisen hermoston sympaattista hermosysteemiä, renin-angiotensiini-aldosteroni- sekä hypotalamus-hypofyysisysteemiä. Tämä näkyy useissa tutkimuksissa (taulukko 3) autonomisen hermoston toimintaan liittyvän noradrenaliinin sekä nesteen eritystä säätelevien reniinin, angiotensiini 2:n ja aldosteronin lisääntyneenä erityksenä. Myös hypotalamus-hypofyysisysteemin kautta erittyvän kasvuhormonin erityksen on voitu osoittaa nousevan saunottaessa. Sen sijaan palautumisen kannalta oleellisten hormonien, testosteronin, kortisolin ja insuliinin erittymisestä saunomisessa on hyvin ristiriitaista tietoa. (taulukko 4; Hannuksela & Ellahham, 2001).

Taulukko 4. Akuutit hormonimuutokset saunomisessa

<i>Hormone</i>	<i>Change</i>
Adrenocorticotropic hormone	Unchanged
	Increased 2- to 5-fold
Aldosterone	Increased 3- to 6-fold
Angiotensin II	Increased 3-fold
Arginine vasopressin	Increased 1.5- to 2-fold
Atrial natriuretic peptide	Increased 1.5- to 3-fold
Beta-endorphin	Increased 2- to 3-fold
Cortisol	Unchanged
	Increased 1.5- 3-fold
	Decreased by 10% to 40%
Epinephrine	Unchanged
	Increased 2- to 3-fold

Follicle-stimulating hormone	Unchanged
Glucose	Unchanged
	Increased by 5%
Growth hormone	Increased 2- to 5-fold
Growth hormone releasing hormone	Increased 4-fold
Insulin	Unchanged
Luteinizing hormone	Unchanged
Norepinephrine	Increased 2- to 4-fold
Prolactin	Increased 2- to 10-fold
Renin activity	Increased 1.5- to 2-fold
Testosterone	Unchanged
Thyroid hormone	Unchanged
	Increased 1.2-fold
Thyroid-stimulating hormone	Unchanged
	Increased 1.2- to 1.8-fold

2.3 Infrapunasauna

Infrapunasaunojen toiminta perustuu infrapunälämpöön. Se on säteilylämpöä, jota silmä ei havaitse. Ensimmäiset infrapunasaunat tulivat Suomeen vuoden 2006 alussa, mutta infrapunälämmittimiä on käytetty sairaaloissa (mm. keskoskaapeissa) jo pitkään ennen tätä. Infrapunasaiteiden aallonpituus on 0,5 – 1000 mikrometriä ja se voidaan jakaa aallonpituudeltaan kolmeen osaan; lähi-infrapunasaiteily (aallonpituus 0,5 – 1,7 mikronia), keskipitkäinfrapunasaiteily (1,7 – 4 mikronia) ja pitkäaaltoinen infrapunasaiteily (4 – 1000 mikronia). (Wilson 2006) Infrapunasaunojen käyttämä aallonpituus on yleensä 10 mikrometrin luokkaa, joten se on tyypiltään pitkäaaltoista infrapunasaiteilyä. Infrapunasaunojen lämpö perustuu putki- tai laattalämmittimiin, jotka säteilevät pitkäaaltoisia infrapunasaiteita. Ne lämmittävät ihmiskehoa säteilyenergialla jopa 4-5 cm:n syvyyteen. Tavallisissa suomalaisissa saunoissa lämpötila on 80-100 Celsius -asteen luokkaa, mutta infrapunasaunoissa vain 40-60 astetta. Infrapunasaunomisen kuormitus sydän – ja verenkiertoelimistön lämmönsäätelyyn (hikoilu, vasodilaatio, sykkeen nousu ja sydämen työmäärän kasvu) vastaa kevyen liikkumisen tasoa. (Beever 2009)

Infrapunasaunomisen terveyshyödyistä on julkaistu vain rajoitettu määrä näyttöön perustuvia tutkimuksia. Kuitenkin on olemassa korkealaatuisia tutkimuksia, jotka tukevat infrapunasaunaterapian hyötyjä sydän- ja verisuonielimistösairauksien hoidossa muun muassa korkean systolisen verenpaineen ja kroonisen kivun hoitamisessa. Näissä tutkimuksissa infrapunasaunaterapia koostui kahden viikon jaksosta, jossa saunomiskertoja oli yhteensä 10 ja yksittäinen saunominen kesti 15 minuuttia (Beever 2009).

Sen sijaan infrapunasaunomisen positiivisista vaikutuksista painon pudotukseen, diastoliseen verenpaineeseen ja veren glukoositasoihin on ristiriitaista tutkimustulosta eikä myöskään infrapunasaunomisen hyödyistä kolesterolitasojen parantamiseen ole selkeää tutkittua näyttöä (Beever 2009).

2.4 Lämmön ja infrapunasaiteilyn käyttö palautumismenetelmänä

Kehon ulkopuolinen lämpö vaikuttaa kehon pintaosiin, mikä aiheuttaa noradrenaliinin vapautumisen (sympaattiset vasokonstriktiset hermosyyt) ja siten aktivoi ihon pinnassa olevia verisuonia. Kehon ydinosista pois päin pyrkivä lämpö taas saa aikaan sympaattisten signaalien määrän vähenemisen siirtyessään ylempiin kudoksetuksiin, mikä aiheuttaa vasodilataatiota.

Verisuonten laajeneminen mahdollistaa lämpimän veren virtauksen edelleen ympäristöönsä. Tämä prosessi edistää lämmön johtumista pois kehosta ja kasvattaa verenkierron noin kaksinkertaiseksi. (Prentice 1990).

Termoterapiaa eli lämmön käyttöä palautumismenetelmänä hyödynnetään monissa eri muodoissa: saunat, lämpölamput, kuumakylvyt ja kosteat lämpöpakkaukset ovat esimerkkejä tästä.

Lämpölamppujen ja -pakkausten paikallinen lämpö vaikuttaa usein syvien kudosten sijaan vain ihossa, jolloin iho helposti ylikuumentuu ennen kuin lämmön vaikutus pääsee siirtymään lihaksiin asti. Sen sijaan kuumakylpyjen ja saunomisen on osoitettu vaikuttavan hermostoon ja hormonaalisiin toimintoihin, sekä paikallisesti syvissä elimissä ja kudoksissa (Zalesky 1977). Suora 8-10 minuutin kuumahoito rentouttaa lihaksia ja lisää paikallista ja yleistä verenkiertoa. Lämpö myös ”lämmittää” hermosysteemiä, mikä helpottaa hermosignaalien siirtymistä lihaksessa ja fasiltoi tehokkaampaa kommunikaatiota lihasten ja aivojen välillä. (Prentice 1990).

Matalan taajuuden lämpösäteilysaunoissa (mm. infrapuna sauna) ihon läpäisevyys on noin neljä senttimetriä, mikä stimuloi tehokkaasti hienerityksen ilman epämiellyttäviä tuntemuksia. Kehon ja saunan infrapunaemission välille aiheutuu värähtelyresonanssi. Mahdollisesti juuri tämä resonanssi, eikä niinkään lämpö, aiheuttaa infrapunasauvomiseen yhdistettyjä etuja. Näitä etuja ovat mm. unenlaadun paraneminen, neuroottisten kohtausten todennäköisyyden lasku ja metabolisten reaktioiden normalisoituminen, mikä edistää myrkköjen (kadmium, lyijy, sinkki, nikkeli, rikki, rikkihappo, kolesteroli) poiseritystä hikirauhasten vasodilataation kautta. (Prentice 1990).

3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA HYPOTEESI

Tutkimuksessa selvitettiin infrapunasaunomisen vaikutuksia liikuntasuorituksesta palautumiseen. Tutkimuksen tavoitteena oli tuoda tieteellistä näyttöä infrapunasaunomisen vaikutuksista ihmiskehoon, ja mahdollisesti vahvistaa infrapunasaunomisen asema yhtenä kuntoilijoiden käyttämänä palautumis- ja rentoutumismenetelmänä. Oletuksena oli, että infrapunasaunominen edistää tavallisen saunomisen tapaan sekä subjektiivisia palautumistunteja että hengitys- ja verenkiertoelimistön toimintaa. Tutkimuksessa pyritään myös vertailemaan tavallisen saunomisen ja infrapunasaunomisen välisiä eroja lepotilan fysiologisiin muuttujiin. Aikaisempien tutkimusten ja ihmisen fysiologian pohjalta voidaan asettaa seuraavia tutkimuskysymyksiä:

1. Palautuuko kestävyyskuormituksessa korkeaksi noussut veren laktaattipitoisuus nopeammin, jos kuormituksen jälkeen suoritetaan 30 minuutin infrapunasaunominen?
2. Palautuuko kestävyyskuormituksessa kohonnut systolinen verenpaine nopeammin, jos kuormituksen jälkeen suoritetaan 30 minuutin infrapunasaunominen?
3. Vaikuttaako kestävyyskuormituksen jälkeinen infrapunasaunominen subjektiivisiin palautumistunteihin?
4. Näkyykö infrapunasaunomisen vaikutus sykkeessä?
5. Eroavatko lepotilan hormonipitoisuudet, elektrolyyttipitoisuudet, pH, verenpaine, hikoilu tai syketiedot lämpötilaltaan samanlaisessa infrapunasaunomisessa ja tavallisessa saunomisessa?

4 MENETELMÄT

4.1 Koehenkilöt

Koehenkilöinä oli 10 nuorta kuntoilijamiestä (taulukko 5).

Taulukko 5. Koehenkilötiedot

Lukumäärä	Ikä (v)	Pituus (cm)	Paino (kg)
10	25,3±8,4	177,6 ± 7,0	79,6 ± 7,5

Koehenkilöt olivat tottuneet juoksemiseen ja heidät todettiin terveiksi terveystarkastuksen perusteella (liite 1). Kaikki koehenkilöt osallistuivat tutkimukseen vapaaehtoisesti ja ollen tietoisia tutkimuksen sisällöstä, tarkoituksesta ja vaatimuksista. He sitoutuivat noudattamaan tutkimuksen vaatimaa liikunta- ja ruokavalio-ohjeistusta koko tutkimuksen ajan allekirjoittamalla suostumuslomakkeen. Tutkimukseen oli saatu Jyväskylän yliopiston Eettisen toimikunnan lausunto (liite 2).

Koehenkilöiden tuli säilyttää ruokavalionsa tutkimuksen ajan mahdollisimman samanlaisena kuin normaalitilassa, kuitenkin niin, että mittausaamun aamupala oli kaikilla vakioitu. Myös liikuntaohjeistuksessa normaali harjoittelu oli sallittavaa, mutta maksimaaliset tai pitkää palautusta vaativat harjoitukset oli tutkimuksen ajan kielletty. Koehenkilöitä ohjeistettiin myös tulemaan jokaiseen mittaustilanteeseen mahdollisimman samanlaisella edellisten päivien valmistautumisella (edellinen päivä lepoa liikunnasta tai kevyttä harjoittelua).

4.2 Koeasetelma

Koehenkilöt suorittivat jokainen kuusi mittausosiota, joista esimittauksen lisäksi kaksi oli lepomittauksia: infrapunasauomisella (Harvia Oy:n Radiant Infrasauna SGC1210BR) ja toinen tavallisella saunomisella. Neljä mittausosiota sisälsi fyysistä kuormitusta: kaksi kestävyysuurtusta uupumukseen (saunalla ja ilman saunaa) ja kaksi hypertrofista voimaharjoitusta.

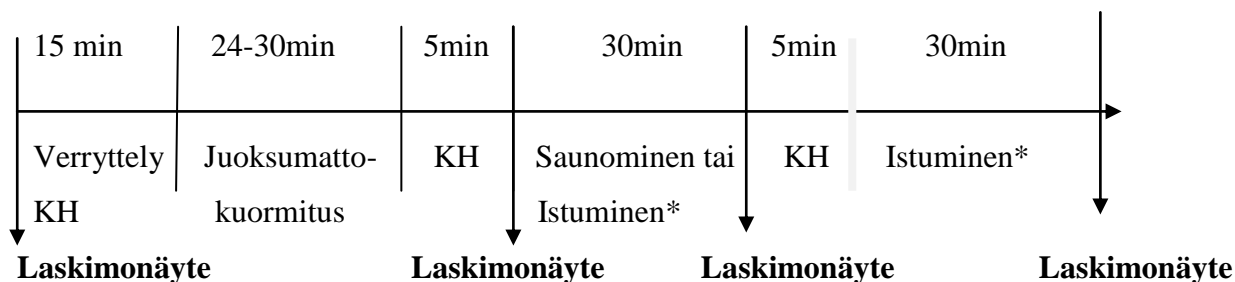
Infrapunasauominen lepotilassa ja esimittaus olivat kaikilla koehenkilöillä ensimmäiset mittausosiot, joiden jälkeen kuormitusmittausuurtuskerrat arvottiin satunnaisesti. Viimeisenä osiona kaikki suorittivat tavallisen saunomisen kontrollimittauksen (n=6). Tutkimus toteutettiin yhteistyössä liik.yo. Jaakko Tornbergin liikuntafysiologian kandidaattitutkielman

”Infrapunasaunomisen vaikutukset hypertrofisesta voimaharjoituksesta palautumiseen nuorilla kuntoilijamiehillä” kanssa. Koehenkilöjoukko oli sama ja kontrollimittausten tulokset analysoitiin yhdessä.

Infrapunasaunominen levossa. Infrapunasaunominen levossa suoritettiin ensimmäisenä mittaussosiona aamupäivällä. Koehenkilöt tulivat 2-4 tuntia ennen varsinaista mittaussosiota aamuverinäytteeseen kello 8 yön paastoamisen jälkeen. Infrapunasaunominen levossa sisälsi 30 minuutin infrapunasaunomisen 40 asteisessa ja kosteudeltaan 25-35 %:ssa infrapunasaunassa ja 30 minuutin lepoistunnan. Ennen saunomista koehenkilöt palauttivat suostumuslomakkeen allekirjoitettuna, jonka jälkeen heiltä mitattiin paino ja lepoverenpaine sekä otettiin lepoverinäyte. Tämän jälkeen koehenkilöille asetettiin sykettä koko kontrollimittauksen ajan rekisteröivä sykepanta. Saunomisen aikana koehenkilöiltä mitattiin verenpainetta 10 minuutin välein ja verinäytteet otettiin saunomisen puolivälissä ja lopussa. Saunonnan aikana koehenkilöiden piti juoda vettä tasaisin väliajoin yhteensä viisi desilitraa. Kehonpaino mitattiin saunomisen päätyttyä. Lepoistunnassa verenpainetta mitattiin puolivälissä (15 minuutin kohdalla) sekä lopussa, jolloin otettiin myös viimeinen verinäyte. Lepoistunnan aikana koehenkilöt täyttivät saunakyselyn (liite 3), jossa he arvioivat saunomisen aikana kokemiaan subjektiivisia tuntemuksiaan. Myös terveystarkastus täytettiin lepoistunnan aikana.

Esimittaus. Esimittaus suoritettiin ensimmäisellä mittauskerralla, heti infrapunasaunomisen jälkeen. Esimittauksessa mitattiin koehenkilöiden pituus ja kehonpaino. Koehenkilöt saivat myös kokeilla juoksumaton toimintaa muutamalla kuormalla (3min 8km/h ja 3min 9km/h) suorittamista. Lisäksi kokeiltiin kevennyshypyn oikeanlaista suorittamista.

Mittaukset kestävyyskuormitusosiossa. Koehenkilöt suorittivat kahdella eri palautumistavalla kestävyyskuormitusmittauksia: infrapunasaunomisella ja ilman saunomista. Molemmissa mittauksissa kuitenkin aikataulu ja mittausprotokolla olivat samanlaisia: ensin suoritettiin 24-30 minuutin uupumukseen johtava juoksumattokuormitus, tämän jälkeen 30 minuutin infrapunasaunominen tai ilman saunomista ja lopuksi 30 minuutin lepoistunta (kuvio 1).



Kuvio 1. Koeasetelma. KH= kevennyshyppy. Laskimoverinäyte kyynärvarresta osoitettu nuolella, sormenpäverinäytteiden ottokohdat esitetty menetelmäosiossa. * lämpötila 21°C, ilmankosteus 25-30%

Koehenkilöt tulivat rasisuosioon vakioidun aamupalan nauttimisen jälkeen aamupäivällä. Ennen juoksumattosuoritusta koehenkilöiltä mitattiin kehonpaino, lepoverenpaine ja lepolaktaatti. Koehenkilöt lämmittelivät viisi minuuttia polkupyöräergometrillä kevyellä vastuksella ja suorittivat ohjeiden mukaiset lyhyet venytykset suurimmille jalkalihaksille. Tämän jälkeen he suorittivat ohjeistuksen mukaiset kolme maksimaalista kevennyshyppysuoritusta. Juoksumatolle siirryttäessä heille asetettiin sykepanta ja hapenkulutusta mittaavaan laitteeseen yhdistetty kaasumaski ja mittausanturi päälle. Syketietoja tallennettiin koko kestävyysosion ajan ja hapenkulutustietoja juoksumattosuorituksessa ja 30 minuutin lepoistunnassa. Juoksumattosuoritus alkoi kevyellä hölkkävauhtia vastaavalla kuormalla, jota juostiin kolme minuuttia yhden asteen mattokulmalla. Jokaisen kuorman aikana koehenkilön sykettä tarkkailtiin ja subjektiivista tuntemusta kysyttiin jokaisen kuorman 2. minuutilla vauhdin sopivuuden arvioimiseksi. Kuorman päätyttyä matto pysäytettiin sormenpästä otettavan verinäytteen (laktaattimittaus) mittauksen ajaksi (10-30 sekuntia), ja tämä aika laskettiin kuluneeksi seuraavasta kuormasta, joka oli 1km/h nopeampi kuin edellinen ja taas kolme minuuttia kestoiltaan. Tätä asetelmaa jatkettiin aina 1 km/h kolmen minuutin välein vauhtia nostaen kunnes hapenkulutussarvot eivät enää nousseet tai koehenkilö ei itse enää jaksanut jatkaa. Heti kuormituksen päätyttyä koehenkilöiltä otettiin verinäyte laktaatin määrittämistä varten ja mitattiin verenpaine, ja heidän hermo-lihasjärjestelmän suorituskykyä arvioitiin kolmella maksimaalisella kevennyshypyllä. Tämän jälkeen koehenkilöt suorittivat joko 30 minuutin saunomisen tai kontrolli-istumisosan, joiden alussa, puolessa välissä ja lopussa heiltä otettiin verinäytteet. Palautumisen aikana otettiin verinäytteitä laktaatin määrittämiseksi 5, 10 ja 30 minuutin kohdalla ja mitattiin verenpainetta sekä palautumistuntemusta asteikolla 1-5 (ks. palautumistaulukko, liite 4) 10 minuutin välein. Saunomisen aikana koehenkilöiden piti juoda vettä tasaisin väliajoin yhteensä 5 desilitraa. Tämän jälkeen koehenkilöt suorittivat kolme

kevennyshyppyä ja 30 minuutin lepoistunnan, johon heille asetettiin uudelleen hapenkulutusta rekisteröivä happikaasumaski kasvoille. Lepoistunnassa heiltä mitattiin verenpaine, palautumistuntemus ja otettiin verinäyte (laktaattimittaus) puolessa välissä ja lopussa. Saunomispalautuksen jälkeen koehenkilöt täyttivät saunakyselyn. Koko mittausosion lopussa heiltä otettiin vielä verinäyte kyynärlaskimosta.

Tavallinen saunominen levossa. Tavallisen saunomisen lepomittaus suoritettiin kuten infrapunasaunomisenkin mittausosio: ensin 30 minuutin saunassa istuminen ja sitten 30 minuutin lepoistunta. Syketietoja rekisteröitiin koko ajan, kyynärlaskimon verinäytteet otettiin alussa, saunomisen puolessa välissä ja lopussa, paino mitattiin osion alussa ja lopussa ja verenpaine alussa, 10 minuutin välein saunassa ja lepoistunnan puolessa välissä ja lopussa. Koehenkilöt joivat saunomisen aikana viisi desilitraa vettä.

4.3 Aineiston keräys ja analysointi

Aineisto kerättiin ja analysoitiin liikuntabiologian laitoksella Vivecalla, jossa kaikki tutkimusosiot suoritettiin.

Perusverenkuva ja laktaatti. Kokenut laboratoriomestari otti koehenkilöiden laskimo- ja sormenpääverinäytteet perusverenkuva varten. Sormenpäästä otetut näytteet, pH ja elektrolyytit, määritettiin heti näytteenoton jälkeen, kun taas valtimoverinäytteet asetettiin -80°C-asteeseen odottamaan myöhempää analysointia. Perusveren kuvasta analysoitiin hemoglobiini, hematokriitti, pH, elektrolyytit, glukoosi, testosteroni ja kortisoli Jyväskylän liikuntabiologian laboratoriossa. Hemoglobiini ja hematokriitti määritettiin KX-21N-automaattianalysointilaitteella (Sysmex, USA) ja pH, glukoosi sekä elektrolyytit Nova PhOx Plus L-automaattianalysointilaitteella (Biomedical, USA) kokoverestä. Hormonipitoisuudet ja rasvat määritettiin seerumista Immulite 1000-analysointilaitteella (Siemens Medical Solutions Diagnostics, LA, USA). Menetelmä on kemiluminometrinen. Verinäytteet laktaatin analysoimiseksi otettiin sormenpäästä hepariiniputkeen, joita säilytettiin eppendorf -putkissa analysointiin asti, joka suoritettiin Biosen C_line-analysointilaitteella (Fennolab, Vantaa, Finland).

Antropometria ja verenpaine. Pituus mitattiin seinään kiinnitetystä pituusmittarista, josta arvo saatiin 0,5 senttimetrin tarkkuudella. Paino punnittiin elektronisella vaa'alla 100 gramman tarkkuudella. Molemmat mittaukset suoritettiin ilman kenkiä. Verenpainetta mitattiin kahdella eri Omron -mittarilla, pääosin Omron M1, mutta tavallisessa saunonnassa myös Omron Hem-705C oli käytössä. (Normomedical Oy, Helsinki, Finland)

Kevennyshyppy. Jalkojen ojentajalihasten ponnistusvoimaa mittaavat kevennyshyppy suoritettiin kontaktimaton päällä (Newtest, Oulu, Finland). Koehenkilöt ohjeistettiin hyppäämään kädet lanteilla, noin 90° asteen kulmaan keventäen ja mahdollisimman maksimaalisesti ponnistaen. Hyppyistä saatiin kontaktimattoon yhdistetystä kellosta lentoaika. Kolmen hypyn lentoajan keskiarvo laskettiin ja se muutettiin lentokorkeudeksi kaavalla $h = g * t^2 * 8^{-1}$, missä h on lentokorkeus (m), g on gravitaatiovakio (9,81m/s²) ja t on lentoaika (s). (Keskinen ym. 2004, 153).

Juoksumattotesti ja hapenkulutus. Juoksumattotesti suoritettiin fysiologian laboratorion juoksumatolla, jonka yhteydessä oli myös hapenkulutusta rekisteröivä OxygonPro -mittauslaite (CareFusion, Kalifornia, USA). Hapenkulutustiedot analysoitiin siten, että maksimaalinen hapenkulutus (VO_{2max}) laskettiin kahden suurimman peräkkäisen hapenkulutusravon (30 sekunnin keskiarvo) keskiarvona ja 30 minuutin lepoistunnan arvot viiden minuutin keskiarvoina. ”Lepo 10”-merkintä tarkoittaa siis lepoistunnan 5-10 minuutin keskiarvoista hapenkulutusta.

Syketiedot. Sykemittari (Polar RS800, Kempele, Finland) asetettiin koehenkilöille kunkin osion alussa ja niihin tallennettiin koko osion syketiedot. Syketiedot analysointiin PolarProTrainer -ohjelmalla kontrolli- ja kuormitusosioiden palautusjaksoilta 10 minuutin keskiarvoina, jolloin esimerkiksi ”Sauna 10”-merkintä tarkoittaa 0-10 minuutin keskimääräistä sykearvoa saunassa. Kestävyyskuormituksen maksimaalinen sykearvo poimittiin kuvaajan suurimpia arvoja kursiivilla tutkien. Sykevälivaihtelu jätettiin analysoimatta sykedataan vaikuttaneen suuren häiriön takia.

RPE ja palautumistuntemukset. RPE (Rated Perceived Exertion) eli koettu räsitusntuma (asteikko 6-20) mitattiin juoksumattotestin yhteydessä seinään kiinnitetyn räsitusntaulukon avulla. Luku 6 kuvasi alinta mahdollista räsitusntuntemusta (hyvin kevyt) ja 20 vastaavasti maksimaalista räsitusntuntemusta. Palautumistuntemukset kysyttiin koehenkilöiltä kuormituksen jälkeen säännöllisin väliajoin 5-asteikkoisen palautumistaulukon (liite 4) avulla.

4.4 Tilastollinen käsittely

Tuloksista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Jatkokäsittelyssä tulokset analysoitiin SPSS -ohjelmalla siten, että normaalisti jakautuneen arvot käsiteltiin ANOVA toistomittauksella ja vertailuryhmien sisällä erikseen t-testillä. Nonparametriset muuttujat taas analysoitiin Wilcoxonin testillä, joka vertailee suoraan jokaista ajanhetkeä erikseen. Merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0,05$. Jos tulos on merkitsevä, sen perässä on ** -merkintä.

5 TULOKSET

5.1 Infrapunasauonominen levossa

Ennen lepotilan infrapunasauonamista koehenkilöt tulivat kahdeksalta aamulla paastoverinäytteisiin (taulukko 6). Muutama tunti tämän jälkeen koehenkilöt suorittivat lepotilan infrapunasauonamisen (taulukko 7).

Taulukko 6. Paastoverinäytearvot (keskiarvo \pm keskihajonta)

Hb (g/l)	Hkr (%)	Kortisoli (nmol/l)	Testo (nmol/l)	Glukoosi (mmol/l)	Kol (mmol/l)	HDL (mmol/l)	LDL (mmol/l)	TriG (mmol/l)
160 \pm	0,46 \pm	610 \pm 106	23,0 \pm 5,6	5,3 \pm 0,5	4,8 \pm	1,5 \pm	2,9 \pm	0,9 \pm
10	0,02				0,8	0,4	0,8	0,2

HB=hemoglobiini, HKR=hematokriitti, Testo=testosteroni, Kol=kokonaiskolesteroli, HDL= hyvä kolesteroli, LDL= huono kolesteroli, TriG=triglyseridit

Taulukko 7. Infrapunasaunomisen kontrolliarvot

	Ennen S	S 10	S 20	S 30	Muutos sauna ssa	L10	L15	L20	L30	Muutos alusta
Paino (kg)	79,7 ±7,1			79,4 ±7,5	- 0,3 ±0,2 ^					
Verenpaine (mmHg)	138/83 ± 13/15	128 /78 ± 14/13	126 /68 ± 14/26	129 /77 ± 11/211	-11/15 ±7/22 ^^		127/ 76 ± 11/10		129/ 78 ± 12/10	-9/5 ± 1/5
Syke (krt/min)		72 ±8,6	70 ±7,7	71 ±6,8		68 ±7		64 ±7	64 ±7	

S=sauna, L=lepo

^ Huomioitu koehenkilöiden nauttima 5dl vettä vähentämällä vaakalukemasta 0,5kg.

^^ Sauna20-arvoja vertailtu ennen saunomista arvoihin

Koehenkilöiden verenkuvasta analysoitiin pH ja elektrolyytit (natrium-, kalium-, kalsium- ja bikarbonaatti-ioni), joissa ei tapahtunut muutoksia infrapunasaunomisen kontrolliosion aikana. Verenkuvasta analysoitiin myös hemoglobiini, hematokriitti, testosteroni- ja kortisolihormoni. (taulukko 8)

Taulukko 8. Infrapunasaunomisen kontrolliarvot

	Ennen S	S15	S30	L30
pH	7,4 ± 0,03	7,4 ± 0,02	7,4 ± 0,02	7,4 ± 0,02
Na⁺ (mmol/l)	142 ± 2,0	142 ± 2,0	142 ± 1,5	141 ± 2,25
K⁺ (mmol/l)	4,7 ± 0,3	4,6 ± 0,2	4,7 ± 0,5	4,5 ± 0,4
HCO₃⁻ (mmol/l)	26 ± 1,5	26 ± 1,3	26 ± 0,9	26 ± 1,0
Ca²⁺ (mmol/l)	1,17 ± 0,02	1,17 ± 0,02	1,17 ± 0,03	1,19 ± 0,02
Hemoglobiini (g/l)	159 ± 10	157 ± 10	157 ± 9	156 ± 9
Hematokriitti (%)	0,46 ± 0,03	0,46 ± 0,02	0,46 ± 0,02	0,46 ± 0,02
Testosteroni (nmol/l)	20 ± 5,1	19 ± 5,2	19 ± 4,7	20 ± 5,8
Kortisoli (nmol/l)	431 ± 107	409 ± 140	379 ± 130	340 ± 99

S=sauna, L=lepo

5.2 Normaalisaunominen levossa

Normaalisaunan kontrolliosio suoritettiin mahdollisimman samanlaisena kuin infrapunasaunomisen kontrollikin. Ensin koehenkilöt saunoivat 30 minuuttia 39-45° celsius-asteisessa normaalisaunassa 75-85 % ilmankosteudessa, jonka jälkeen he istuivat 30 minuuttia normaalissa huoneenilmassa ja – kosteudessa. Osion aikana koehenkilöiltä mitattiin verinäytteiden lisäksi paino, verenpaine ja syke. Näiden muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat alla olevassa taulukossa 9.

Taulukko 9. Normaalisaunomisen kontrolliarvot

	Ennen S	S 10	S 20	S 30	Muutos saunassa	L10	L15	L20	L30	Muutos alusta
Paino (kg)	80,6 ± 8,6			80,6 ± 8,6	- 0,5 ± 0 ^					
Verenpaine (mmHg)	133/76	129/74	134/70	133/75	-0,1/5 ± 13/7 ^^		126/78 ± 11,8		127/82 ± 10,1	6/-6 ± 5/7
Syke(krt/min)		79 ± 9	83 ± 10	92 ± 13		78 ± 11		66 ± 10	68 ± 9	

S=sauna, L=lepo

^ Huomioitu koehenkilöiden nauttima 5dl vettä vähentämällä vaakalukemasta 0,5kg.

^^ Sauna20-arvoja vertailtu ennen saunomista arvoihin

Koehenkilöiden verenkuvasta analysoitiin pH ja elektrolyytit (natrium-, kalium-, kalsium- ja bikarbonaatti-ioni), hemoglobiini ja hematokriitti sekä testosteroni- ja kortisoli-hormoni, joiden arvot löytyvät alla olevasta taulukosta 10.

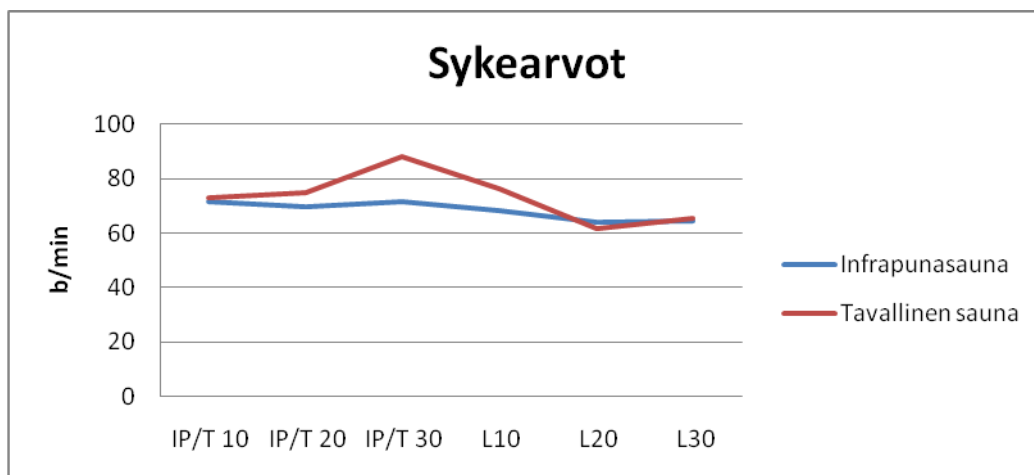
Taulukko 10 . Normaalisaunomisen kontrolliarvot

	Ennen S	S15	S30	L30
pH	7,4 ± 9*10 ⁻¹⁶	7,4 ± 0,04	7,4 ± 0,04	7,4 ± 9*10 ⁻¹⁶
Na⁺ (mmol/l)	138 ± 2,7	139 ± 2,5	139 ± 1,5	139 ± 1,9
K⁺ (mmol/l)	4,6 ± 0,4	4,5 ± 0,3	4,7 ± 0,3	4,5 ± 0,3
HCO₃⁻ (mmol/l)	26 ± 2,3	27 ± 1,7	26 ± 1,1	27 ± 1,3
Ca²⁺ (mmol/l)	1,14 ± 0,04	1,15 ± 0,02	1,16 ± 0,03	1,17 ± 0,03
Hemoglobiini (g/l)	158 ± 8	160 ± 8	160 ± 9	159 ± 8
Hematokriitti (%)	0,47 ± 0,03	0,48 ± 0,02	0,48 ± 0,03	0,47 ± 0,03
Testosteroni (nmol/l)	19 ± 5,4	18 ± 3,4	20 ± 6,4	18 ± 5,4
Kortisoli (nmol/l)	528 ± 106	427 ± 86	377 ± 88	354 ± 102

S=sauna, L=lepo

5.3 Infrapunasauomisen ja normaalisaunomisen erot

Paino, syketiedot ja verenpaine. Verrattaessa infrapunasauomisen ja tavallisen saunomisen kontrolliosioita, paino- ja verenpaine arvot eivät eronneet merkitsevästi toisistaan. Alla olevassa kuviossa 2 on esitetty saunomisosioiden sykearvot. Sykearvot olivat normaalisaunonnassa (75±9 ja 88±18) 20 ja 30 minuutin kohdalla infrapunasauomista korkeampia (70±8 ja 71±7) ja ero oli tilastollisesti merkitsevä (p=0,044 ja p=0,05).



Kuvio 2. Sykkeet kontrollisaunonnoissa.

IP/T10= infrapunasauunan/tavallisen saunan 0-10 minuutin keskiarvo (IP/T20 ja IP/T30 vastaavasti), L10= lepoistunnan 0-10 minuutin keskiarvo (L20 ja L30 vastaavasti)

Verimuuttujat. ANOVA -analyysissä verimuuttujien (pH, elektrolyytit, hemoglobiini, hematokriitti ja hormonit) erot infrapunasaunomisen ja tavallisen saunomisen välillä eivät olleet merkitseviä ($p > 0,05$), lukuun ottamatta Na^+ -ionipitoisuutta, jossa erot löytyivät saunomisen 30 minuutin arvoista. Kuitenkin jokaista ajanhetkeä erikseen vertaamalla (parillinen t-testi), myös HCO_3^- -, pH- ja testosteroniarvoista löytyi tilastollisesti merkitseviä tai merkitsevyyttä lähestyviä eroja. HCO_3^- -arvoista eroja löytyi saunomisen puolivälissä ($p = 0,045$) otetusta verinäytteestä, kun taas pH-arvot saunomisen jälkeen ($p = 0,058$) ja testosteroniarvot saunomisen puolella välissä ja osion lopussa ($p = 0,058$ ja $p = 0,064$) lähenivät tilastollisesti merkitsevää eroa.

Saunakysely. Koehenkilöt kokivat, että infrapunasaunassa hikoilu tai rentoutumisen tunne eivät olleet tavallista saunaa suurempia. Infrapunasaunan alhaisempi ilmankosteus ja lämpötila koettiin vähemmän ahdistavaksi, mutta myös joissain vastauksissa ei yhtä rentouttavaksi kuin tavallisessa saunassa.

5.4 Kestävyyskuormitus ja infrapunasaunominen

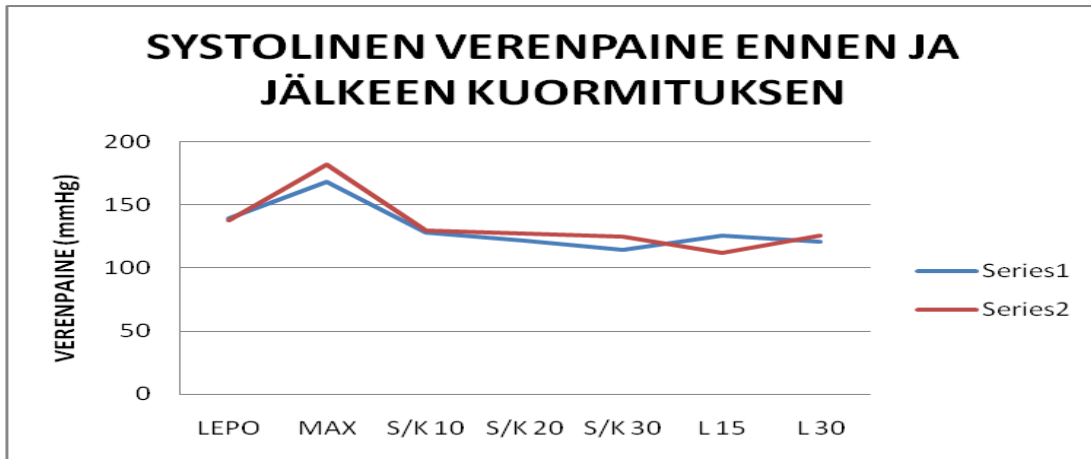
Koehenkilöt suorittivat kaksi portaittaista maksimaaliseen hapenkulutukseen johtavaa kestävyyskuormitusta: toisen saunapalautuksella ja toisen istumalla vastaavan ajan huoneenlämmössä. Koehenkilöiden hengitys- ja verenkiertoelimistön ja lihaksiston toimintaa sekä palautumista arvioitiin sykkeen, hapenkulutuksen, laktaattiarvojen, verenpaineen ja verimuuttujien avulla, ja hermolihasiston suorituskykyä kevennyshyppykorkeuden kautta. Koska tutkielma keskittyy kestävyysuoritukselta palautumiseen, on tuloksissa huomioitu kestävyysuoritukselta vain ennen suoritusta mitatut lepoarvot ja suorituksen lopulla maksimaaliset arvot, joihin palautumisjakson arvoja vertaillaan.

Syke ja verenpaine. Alla on taulukoitu (taulukko 11) koehenkilöiden sykkeet ja verenpaineet ja niiden erot sekä saunallisessa (S) että saunattomassa (K) kestävyysosiossa. Verenpainearvoissa, systolisessa (kuviokuva 3) tai diastolisessa, ei ollut tilastollisesti merkittävää eroa. Sykkeet olivat infrapunasaunassa 10, 20 ja 30 minuutin arvoissa merkitsevästi korkeammat kuin saunattoman kontrolli-istunnon aikana ($p = 0,003$, $p = 0,008$, $p = 0,042$).

Taulukko 11. Syke- ja verenpainearvot levossa ja juoksumattokuormituksen lopussa (maksimi) sekä palautumisjakson aikana.

	Lepo	Maksi-	S/K	S/K	S/K	L	L	L	L
		mi	10	20	30	10	15	20	30
Syke (krt/min)	75 ±	201 ±	115 ±	105 ±	99 ±	89 ± 12		85 ± 12	80 ± 11
saunallinen (S)	8	11	9	10	9				
Syke (krt/min)	75±	200 ±	102 ±	97 ±	93 ±	82 ± 12		80 ± 13	79,4 ±
saunaton	10	10	13	10	11				14
kontrolli (K)									
Syke-	0	+1	+11	+7	+5	+5		+2	+0
keskiarvoero	± 7	± 3	± 9	± 5	± 6	± 11		± 3	± 3
(krt/min)			**	**	**				
S vs K									
Verenpaine	139/	168/	128/	122/	114/		126/		121/
(mmHg)	80	80	75	72	73		74		72
saunallinen	±	±	±	±	±		±		±
	12/10	30/12	18/9	9/5	11/10		9/6		8/6
Verenpaine	138/	182/	130/	127/	125/		112/		126/
(mmHg)	78	86	78	74	74		75		75
saunaton	±	±	±	±	±		±		±
kontrolli	12/10	17/17	18/10	9/6	12/10		9/6		8/6
Verenpaine-ero	1/2	- 13/5	- 1/2	- 8/5	- 13/1		26/7		-5/3
(mmHg)	±	±	±	±	±		±		±
S vs K	8/3	28/19	15/10	12/7	38/10		46/24		7/13

S=sauna. L=lepo, **= Tilastollisesti merkitsevä ero (katso teksti)



Kuvio 3. Systolinen verenpaine kuormitusosioissa.

Series1=infrapunasauallinen osio, Series2=kontrolliosio (ei saunaa), LEPO=ennen kuormitusta, MAX=kuormituksen lopussa, S/K10=infrapunasaua-/kontrolliosion 10 minuutin ajanhetkellä mitattu arvo (20 ja 30 vastaavasti), L15=lepoistunna 15 minuutin ajanhetkellä mitattu arvo (L30 vastaavasti)

Laktaatti ja palautumistuntemus. Kestävyyskuormitusosioiden laktaattiarvoissa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja, kuten ei myöskään subjektiivisessa palautumistuntemuksessa. Taulukossa 12 on esitetty saunallisen (S) ja saunattoman kontrolli (K) kestävyyskuormitusosion laktaattiarvojen keskiarvot ja -hajonnat ja niiden ero. Samat arvot löytyvät myös kuvioista 4. Taulukossa 13 löytyy vastaavasti palautumistuntemusten keskiarvot ja -hajonnat.

Taulukko 12. Laktaattiarvot ennen ja jälkeen kuormituksen sekä palautumisjakson aikana.

	Ennen juoksua	Juoksun lopussa	S/K5	S/K 10	S/K 30	L 15	L 30
Laktaatti (mmol/l) saunallinen	2,0 ± 1,0	12,0 ± 2,7	9,7 ± 3,5	7,0 ± 3,0	4,4 ± 2,3	2,9 ± 1,2	2,1 ± 0,4
Laktaatti (mmol/l) saunaton	1,8 ± 0,6	12,9 ± 4,1	10,2 ± 4,8	6,9 ± 3,1	4,4 ± 2,1	2,6 ± 1,1	2,3 ± 0,8
kontrolli							
Laktaatti-keskiarvoero (mmol/l)	+ 0,2 ± 0,7	-0,8 ± 3,0	- 0,5 ± 3,5	+ 0,2 ± 3,4	-0,04 ± 1,3	+ 0,3 ± 1,3	-0,1 ± 0,6



Kuvio 4. Laktaattipitoisuus kuormitusosioissa

Series1=infrapunasaunallinen osio, Series2=kontrolliosio (ei saunaa), PRE=ennen kuormitusta, POST=heti kuormituksen jälkeen, S/K5=infrapunasauna-/kontrolliosion 5 minuutin ajanhetkellä mitattu arvo (10 ja 30 vastaavasti), L15= lepoistunnan 15 minuutin ajanhetkellä mitattu arvo (L30 vastaavasti)

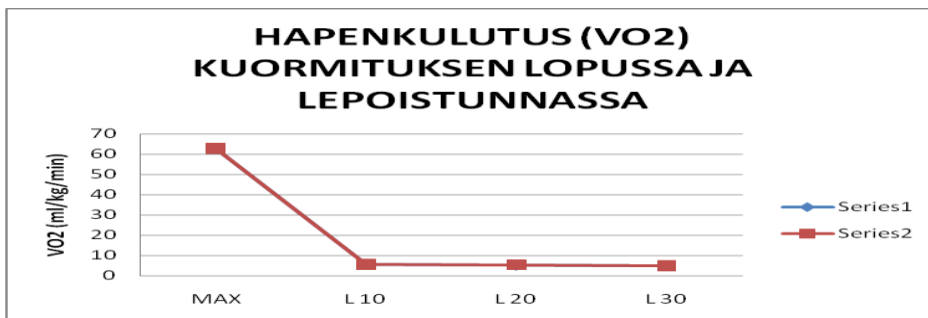
Taulukko 13. Rasitustuntemus (RPE, 6-20) kuormituksen lopussa ja palautumistuntemus (1-5) palautumisjakson aikana (5=täysin palautunut)

	RPE	S/K	S/K	S/K	L	L
Juoksu	10	20	30	15	30	
n						
lopussa						
Palautumistuntemus saunallinen (S)	19,3 ± 0,7	3,0 ± 0,8	3,7 ± 0,8	4,0 ± 0,7	4,7 ± 0,5	4,8 ± 0,4
Palautumistuntemus saunaton kontrolli (K)	19,6 ± 0,7	3 ± 0,7	3,8 ± 0,6	4,1 ± 0,6	4,4 ± 0,5	4,7 ± 0,5
Keskiarvoero S vs K	- 0,3 ± 0,9	0 ± 1,2	- 0,1 ± 1,2	- 0,1 ± 0,9	+ 0,3 ± 0,5	+ 0,1 ± 0,3

Hapenkulutus. Hapenkulutusta mitattiin kuormituksen aikana sekä saunan/kontrollin jälkeisessä 30 minuutin lepoistunnassa. Taulukosta 14 ja kuviosta 5 on havaittavissa, että hapenkulutuksessa ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja.

Taulukko 14. Kestävyyskuormituksen hapenkulutuksen maksimi ja lepoistunnan 10, 20 ja 30 minuutin keskiarvot.

	Maksimi	L10	L20	L30
VO₂ (ml/kg/min) saunallinen	62,7 ± 4,2	5,7 ± 0,9	5,3 ± 0,8	4,9 ± 0,6
VO₂ (ml/kg/min) saunaton kontrolli	62,9 ± 3,5	5,7 ± 0,7	5,4 ± 0,9	5,0 ± 0,6



Kuvio 5. Hapenkulutus kuormitusosioissa- huomioi. että käyrät ovat päällekkäin.

Series1=infrapunasauallinen osio, Series2=kontrolliosio (ei saunaa), MAX=kuormituksen lopussa, L10=lepoistunnan 0-10 minuutin keskiarvo (L20 ja L30 vastaavasti).

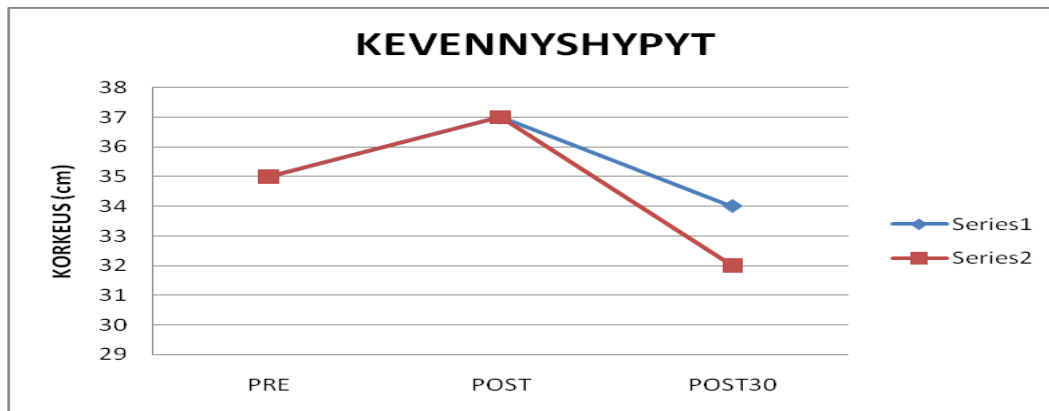
Paino ja kevennyshyppy. Taulukossa 15 on esitetty koehenkilöiden painon ja kevennyshyppyjen keskiarvot ja keskihajonnat. Kevennyshyppykorkeudessa (kuvio 6) infrapunasauomisen jälkeiset arvot olivat keskimäärin 2,3 ± 2,4 senttimetriä korkeampia, mikä oli tilastollisesti merkitsevä ero (p=0,014). Painon muutoksissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukko 15. Paino ja kevennyshyppykorkeus eri kuormitusosioissa.

	Ennen juoksua	Juoksun jälkeen	Saunan/kontrolli-istunnan jälkeen
Paino (kg) saunallinen	79,8 ± 7,6	79,4 ± 7,4	78,9 ± 7,4 ^
Paino (kg) saunaton kontrolli	79,6 ± 7,6	79,1 ± 7,5	78,9 ± 7,5 ^
Painoero (kg)	+ 0,2 ± 0,8	+ 0,4 ± 0,9	- 0,04 ± 0,9
Kevennyshyppy (cm) saunallinen	35,0 ± 8,2	37,0 ± 9,6	34,0 ± 9,0
Kevennyshyppy (cm) Saunaton kontrolli	35,0 ± 8,1	37,0 ± 8,5	32,0 ± 8,3
Kevennyshyppyero (cm)	+ 0,8 ± 2,5	+ 0,9 ± 2,3	+ 2,3 ± 2,4 **

^ Huomioitu koehenkilöiden nauttima 5dl vettä vähentämällä vaakalukemasta 0,5kg.

**= Tilastollisesti merkittävä ero



Kuvio 6. Kevennyshyppykorkeudet kuormitusosioissa.

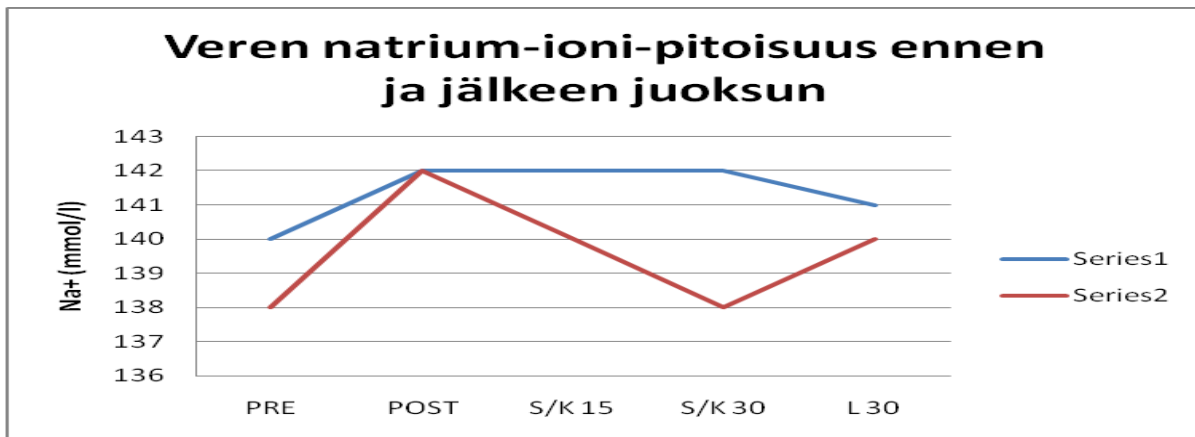
Series1=infrapunasäunallinen osion, Series2=kontrolliosio (ei saunaa), PRE=ennen kuormitusta, POST= heti kuormituksen jälkeen, POST30= saunan/kontrollin jälkeen

Verimuuttujat. Taulukossa 16 on saunallisen (S) ja saunattoman (K) kuormitusosion verinäytteistä analysoidut pH, elektrolyytit, hemoglobiini ja hematokriitti, ja niiden erot. Näissä arvoissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa eri palautumismetodien välillä, lukuun ottamatta Na⁺ -ero ennen juoksua (p=0,017) ja saunan/kontrollin jälkeen (p=0,041) (kuvio 7).

Taulukko 16. Saunallisen (S) ja saunattoman (K) kestävyyskuormitusosion veren pH-, K⁺, Na⁺-, Ca²⁺, HCO₃⁻ arvot sekä hemoglobiini ja hematokriitti

		Ennen juoksua	Juoksun jälkeen	S/K 15	S/K 30	L30
pH	S	7,4 ± 9*10 ⁻¹⁶	7,3 ± 0,1	7,4 ± 0,1	7,4 ± 9*10 ⁻¹⁶	7,4 ± 9*10 ⁻¹⁶
pH	K	7,4 ± 0,04	7,3 ± 0,1	7,4 ± 0,1	7,4 ± 0,04	7,4 ± 0,01
ERO (S vs K)		-0,01 ± 0,03	+ 0,06 ± 0,1	+ 0,03 ± 0,07	0	0
K⁺	S	4,1 ± 0,3	4,1 ± 0,4	4,3 ± 0,4	4,6 ± 0,4	4,7 ± 0,4
K⁺	K	4,5 ± 0,3	4,5 ± 0,5	4,1 ± 0,3	4,4 ± 0,7	4,7 ± 0,4
ERO (S vs K)		-0,05 ± 0,03	-0,2 ± 0,05	0,13 ± 0,05	0,12 ± 0,05	0,02 ± 0,03
Na⁺	S	<u>140 ± 2</u>	<u>142 ± 2</u>	142 ± 1,9	142 ± 2,4	141 ± 2,5
Na⁺	K	<u>138 ± 1</u>	<u>142 ± 2</u>	140 ± 2,4	138 ± 5,5	140 ± 2,2
ERO (S vs K)		1,8 ± 2,1**	-0,4 ± 1,1	1,1 ± 2,8	3,1 ± 4,7 **	2,3 ± 3,2
Ca²⁺	S	1,17 ± 0,03	1,17 ± 0,03	1,17 ± 0,04	1,17 ± 0,04	1,25 ± 0,14
Ca²⁺	K	1,17 ± 0,04	1,19 ± 0,04	1,15 ± 0,03	1,16 ± 0,03	1,2 ± 0,05
ERO (S vs K)		0,01 ± 0,04	-0,01 ± 0,04	0,02 ± 0,04	0,03 ± 0,05	0,2 ± 0,04
HCO₃⁻	S	26,7 ± 1,8	15,8 ± 4,4	21,8 ± 3,8	24 ± 2,6	26,3 ± 1,7
HCO₃⁻	K	27,4 ± 1,7	15,9 ± 4,7	21,3 ± 4,2	23,8 ± 2,9	26,7 ± 1,1
ERO (S vs K)		-0,4 ± 1,7	1,2 ± 4,3	1,4 ± 3,9	0,1 ± 1,9	-0,6 ± 1,5
Hemoglobiini	S	159 ± 11	167 ± 10	164 ± 11	161 ± 9	160 ± 10
Hemoglobiini	K	158 ± 9	166 ± 12	163 ± 10	158 ± 9	158 ± 8
ERO (S vs K)		-1,1 ± 7,8	0,1 ± 2,3	0,6 ± 2,2	1,1 ± 3,4	0,5 ± 4,4
Hematokriitti	S	0,46 ± 0,03	0,49 ± 0,02	0,47 ± 0,02	0,47 ± 0,02	0,46 ± 0,03
Hematokriitti	K	0,47 ± 0,02	0,47 ± 0,03	0,47 ± 0,03	0,46 ± 0,02	0,46 ± 0,02
ERO (S vs K)		-0,01 ± 0,02	0,005 ± 0,01	0	0,006 ± 0,01	0,003 ± 0,01

**= Tilastollisesti merkittävä ero



Kuvio 7. Natrium-ioni -pitoisuus kuormitusosioissa. Merkitsevä ero ennen kuormitusta ($p=0,017$) ja saunomisen/kontrolli-istunnan jälkeen 30 min ($p=0,041$).

Series1=infrapunasauallinen osion, Series2=kontrolliosio (ei saunaa), PRE=ennen kuormitusta, POST=heti kuormituksen jälkeen, S/K15= saunomisen/kontrolli-istunnan puolella välissä, S/K30= saunomisen/kontrolli-istunnan jälkeen, L30= lepoistunnan jälkeen

Taulukossa 17 on esitetty kestävyyskuormitusosioiden kortisoli- ja testosteronipitoisuudet ennen ja jälkeen kestävyyskuormituksen ja palautuksen aikana. Pitoisuuksissa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Taulukko 17. Saunallisen (S) ja saunattoman kontrolli- (K) kestävyyskuormitusosion veren seerumin hormonipitoisuudet (nmol/l) kuormitusosioissa.

	Ennen juoksua	Juoksun lopussa	S/K 15	S/K 30	L 30
Kortisoli					
saunallinen	531 ± 151	640 ± 132	667 ± 122	601 ± 121	491 ± 132
kontrolli	519 ± 117	639 ± 112	671 ± 176	616 ± 196	609 ± 211
Testosteroni					
saunallinen	18,8 ± 3,9	23,6 ± 5,1	21,6 ± 5,1	20,6 ± 5,1	20,4 ± 5,5
kontrolli	18,5 ± 4,4	23,5 ± 6,4	22,2 ± 7,7	19,5 ± 6,7	18,0 ± 4,7

Saunakysely. Koehenkilöt täyttivät saunallisessa kuormitusosioissa saunakyselyn (liite 3), jossa heiltä kyseltiin saunonnan mahdollisista rentouttavista, virkistävästä ja kipua lievittävästä tunteuksista. Heitä pyydettiin myös vertailemaan infrapunasauuntaa normaalisaunontaan. Pääosin koehenkilöt kokivat infrapunasauonnan rentouttavaksi sen normaalisaunontaa miedomman lämmön ja ilmankosteuden vuoksi. Muutama koki myös, että infrapunasauominen virkisti ja lievitti kipuja. Joissakin vastauksissa taas koettiin, että normaalisaunomiseen tottuneena

infrapunasaunomisen mieto lämpö ja vähäinen ilmankosteus, ja sitä kautta hikoilun tunne, tuntuivat epämiellyttäviltä ja saunominen tehottomalta.

6 POHDINTA

Päätulokset. Kestävyyssuorituksen jälkeisessä kevennyshyppykorkeudessa infrapunasaunomisen jälkeiset arvot olivat keskimäärin $2,3 \pm 2,4$ senttimetriä parempia kuin kontrollissa, mikä oli tilastollisesti merkitsevä ero. Sen sijaan infrapunasaunomisen jälkeinen palautuminen ei eronnut merkitsevästi kontrolli-istuntopalautumisesta verenpaineen, laktaatin, hikoilun (=painon muutos), hapenkulutuksen, pH:n, elektrolyyttien, hemoglobiinin, hematokriitin, kortisolin tai testosteronin osalta. Palautumistuntemukset eivät myöskään eronneet toisistaan infrapunasaunomisen tai istuntopalautuksen aikana. Koehenkilöt täyttivät saunallisessa kuormitusosiossa saunakyselyn, jossa heiltä kyseltiin saunomisen mahdollisista rentouttavista, virkistävästä ja kipua lievittävästä tuntemuksista. Heitä pyydettiin myös vertailemaan infrapunasaunomista normaalisaunomiseen. Pääosin koehenkilöt kokivat infrapunasaunomisen rentouttavaksi sen normaalisaunomista miedomman lämmön ja ilmankosteuden vuoksi. Muutama koki myös, että infrapunasaunominen virkisti ja lievitti kipuja. Joissakin vastauksissa taas koettiin, että normaalisaunomiseen tottuneena infrapunasaunomisen mieto lämpö ja vähäinen ilmankosteus, ja sitä kautta hikoilun tunne, tuntuivat hieman epämiellyttäviltä ja saunominen tehottomalta.

Kontrollimittausosiot. Saunominen aktivoi kehon lämmönsäätelysystemiä, jolloin sydän- ja verenkiertoelimistö joutuu työskentelemään lepotilannetta tehokkaammin. Ihon lämpötila voi nosta saunottaessa jopa yli 40-asteiseksi, mutta kehon syvimpien kudosten lämpötila pyritään säilyttämään homeostaasin mukaisena, 37-asteessa. Saunottaessa ihmisen syke nousee aerobisen liikuntasuorituksen tasolle ja verisuonet laajenevat tehostaakseen lämmön kuljetusta pois päin kehosta. Tätä kautta koko kehon verenkierto ja hikoilu lisääntyy. Myös keuhkojen toiminta tehostuu akuutisti vitaalikapasiteetin, kertahengitystilavuuden ja minuuttiventilaation nousun kautta. Näiden vaikutuksien ansiosta saunomista pidetään yleisesti terveellisenä menetelmänä ja sitä on käytetty positiivisin tuloksin myös kliinisen puolen tutkimuksissa muun muassa kroonisista kiputiloista ja keuhkosairauksista kärsivien potilaiden hoidossa. (Hannuksela & Ellahham, 2001). Saunomista on käytetty myös fyysisen suorituksen jälkeisenä palautumismenetelmänä, mutta sen vaikutuksista lihastasolla ei ole tieteellistä näyttöä. Tavallisen saunan lämpösäteily vaikuttaa vain ihon pintatasolla, mikä on siirtänyt mielenkiinnon infrapunasaunomisen suuntaan. Infrapunasaunomisen

pystyy tunkeutumaan ihmiskehoon 3-4 cm syvemmälle kuin tavallinen lämpösäteily, syvälle lihas- ja hermokudokseen. (Beever 2009). Tässä tutkimuksessa paino-, verenpaine-, pH-, hemoglobiini-, hematokriitti-, kortisoni- ja testosteroniarvot eivät eronneet merkitsevästi toisistaan kun vertailtiin lämpötiloiltaan samanlaisia infrapunasaunomista ja normaalisaunomista. Tutkituista elektrolyyteistä (natrium, kalium, kalsium ja bikarbonaatti) vain natriumin pitoisuudet erosivat hieman saunamittausten välillä. Tämän eron merkitsevyyttä pienentää kuitenkin se, että arvot erosivat jo ennen saunaa otetuissa verinäytteissä. Sykearvot olivat merkitsevästi korkeammat normaalisaunonnan aikana 10, 20 ja 30 minuutin kohdalla, mikä johtunee pääosin normaalisaunan korkeammasta ilmankosteudesta, sillä lämpötilat infrapuna- ja normaalisaunakontrollimitauksissa olivat yhtenevät.

Kuormitusosiot. Aikaisemmissa saunatutkimuksissa (Hannuksela & Ellahham, 2001) on todettu verenkierron lisääntyminen saunassa. Se oli todettavissa tässäkin tutkimuksessa merkitsevästi korkeampina sykearvoina saunallisessa kuormitusosiossa. Verenpaine- ja sykearvot olivat saunassa aavistuksen kontrollipalautusistuntaa matalammat, mikä viittaisi verisuonten laajempaan avautumiseen eli vasodilataatioon. Luultavasti juuri vilkkaamman verenkierron ja korkeamman kehon lämpötilan vuoksi myös kevennyshyppysuoritukset olivat kestävyyskuormitusosiossa merkitsevästi muutamia sienttejä korkeammat infrapunapalautuksen jälkeen verrattuna huoneenlämmössä istumiseen. Infrapunasaunomisen syvämmämpi vaikutus hermolihaskäytännön toimintaan on mahdollista, vaikka tämän tutkimuksen osalta infrapunasäteiden vaikuttavuutta lihastasolla asti ei voitu todistaa, sillä mitatuista muuttujista ainakaan elektrolyytti- ja laktaattiarvoista ei löytynyt merkitseviä tai palautumiseen liittyviä eroja. Infrapunasaunonnan on raportoitu (Beever 2009) aiheuttavan myös voimakasta hikoilua ja tätä kautta kuona-aineiden ja mahdollisesti elektrolyyttien selvää menetystä. Tässä tutkimuksessa ei runsasta hikoilua kuitenkaan havaittu vähäisten painonmuutosten perusteella ja elektrolyyttikonsentraatiot pysyivät päinvastoin aavistuksen korkeammalla tasolla saunallisessa palautuksessa. Myöskään kehon painossa, koehenkilöiden kokemassa palautumistunteuksessa tai hormoniarvoissa (kortisoli, testosteroni) ei tapahtunut merkitseviä muutoksia saunonnan aikana.

Virhelähteet. Saunan lämpötilan vakioimiseen liittyy mahdollisia virhetekijöitä tutkimuksessamme. Infrasaunan mittari asetettiin 50 Celsius-asteeseen, mutta jatkuva oven avaaminen näytteiden ottoa varten laski lämpötilaa aina hetkellisesti. Erillisellä mittarilla mitattu lämpötila oli koehenkilön istumapaikalla tuolilla keskimäärin 35-40 Celsius-astetta. Tiheään

toistuva näytteiden otto saattoi vaikuttaa myös koehenkilön rentoutuneisuuden tunteisiin, mutta samat näytteet otettiin myös kontrolli-istunnan aikana, joten näitä arvoja voi pitää vertailtavina.

Koehenkilöt ohjeistettiin tulemaan jokaiseen mittaukseen mahdollisimman samanlaisista lähtökohdista, mutta joidenkin koehenkilöiden kohdalla fyysinen ja psyykkinen vireystaso olivat kahdella eri mittaukserällä mahdollisesti erilaiset. Kaikki koehenkilöt eivät pystyneet juoksemaan juoksumattotestissä yhtä pitkään molemmilla kerroilla ja vireystaso saattoi olla jo palautumisen alkaessa toisella kertaa hyvin rauhallinen ja toisella kertaa vähemmän rauhallinen. Toisaalta jokaisella koehenkilöllä on tietysti pientä vuorokautista vaihtelua elimistönsä toiminnassa. Saunomistilanteen rauhoittaminen, näytteiden oton ja muiden saunan lämpötilaa ja koehenkilön rentoutumistilaa häiritsevien tekijöiden siirtäminen vain saunomisen loppuun, olisi voinut tehostaa infrapunasaunan vaikutuksia. Silloin kuitenkin mittaustulosten määrä olisi jäänyt pienemmäksi.

Jatkotutkimus.

Tulevissa tutkimuksissa olisi hyvä tutkia infrapunasaunomisen vaikutuksia kuormituksesta palautumiseen pitkällä aikavälillä, niin, että saunominen toteutettaisiin säännöllisesti (esimerkiksi kolme kertaa viikossa harjoitusohjelman yhteydessä).

Johtopäätös. Johtopäätöksenä on, että infrapunasaunomisen syvästä säteilyenergiasta (4-5 cm:n syvyyteen kudoksiin), mieto lämpötilaa (35 - 50 °C) ja vähäistä kosteutta (25 – 35 %) voidaan pitää hermolihasjärjestelmän voimantuoton tehokkuuden ja vireystilan kannalta positiivisena tekijänä kestävyysuorituksista palautumisen aikana.

7 LÄHTEET

- Beever R. 2009. Far-infrared saunas for treatment of cardiovascular risk factors. *Can Fam Physician* 55:691-6
- Berg, A. 1994. The cytokine response to strenuous exercise. *International Journal of Sports Medicine* 15: 516-518.
- Bompa, T. O. 1999. *Periodization: theory and methodology of training*. 4th ed. Champaign (IL): Human Kinetics
- Cadoux-Hudson, T., Few, J. & Imms, 1985. The effects of exercise on the clearance of testosterone in well-trained young men. *European Journal of Applied Physiology* 54: 321-325
- Cashmore, G., Davies, C. & Few, J. 1977. Relationship between plasma cortisol Concentration and rate of cortisol secretion during exercise in men. *Journal of Endocrinology* 72: 109-110
- Consitt, L., Copeland, J. & Trembley, M. 2002. Endogenous Anabolic Hormone Responses to Endurance Versus Resistance Exercise and Training in Women. *Sports Medicine* 32 (1): 1-22
- Guglielmini, C., Paolini, A. & Conconi, F. 1984. Variations of serum testosterone levels after physical exercises of different durations. *International of Sports Medicine* 5:246-249
- Hannuksela, M. L. MD, Samer Ellahham, MD. Benefits and Risks of Sauna Bathing. *The American Journal of Medicine*. 2001; 110: 118-126
- Hedge, G., Colby, H. & Goodman, R. 1987. *Clinical Endocrine Physiology*. Saunders, W. B. Co. Philadelphia
- Kuoppasalmi, K, Näveri, H, Härkönen, M. & Aldercreutz, H. 1980. Plasma cortisol, androstenedione, testosterone and lutenizing hormone in running exercises of different intensities. *Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation* 40: 403-409
- Shephard, R. J., Åstrand, P. O. 1992. Endurance in Sport: Vol 2 *Encyclopedia of the Sports Medicine*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. S. 117-125, 192-193
- Maughan, R. J. 2002. *Nutrition in Sport*. Blackwell Publishing Company, Massachusetts, USA.
- McArdle, W. Katch, F & Katch, V. 1991. *Exercise Physiology: Energy, Nutrition and*

Human Performance. Third Edition. Philadelphia/London. S. 105, 211-213, 686-692

Noakes, T. 1991. Lore of running. Champaign, IL: Leisure Press.

Nudel, D. 1989. Pediatric sports medicine. New York, PMA.

Näveri, H., Kuoppasalmi, K. & Härkönen, M. 1985. Metabolic and hormonal changes in moderate and intense long-term running exercises. International Journal of Sports Exercise 6: 276-281

Paavolainen, L., Nummela, A., Rusko, H & Häkkinen K. 1999. Neuromuscular Characteristics and Fatigue During 10km Running. International Journal of Sports Medicine 20: 516-521

Prentice, J. 1990. Therapeutic modalities. Sports Medicine. 2nd ed. St Louise: Times Mirror/Mosby College

Rowland, T. 1990. Developmental aspects of physiological function relating to aerobic exercise in Children. Sports Medicine 10 (4): 253-266.

Silverthorn, D.U. 2007. Human Physiology: an integrated approach. 4th ed. San Fransico: Benjamin Cummings

Suikkari, A., Sare, T., Seppala, M. et al. 1989. Prolonged exercise increases serum insulin-like growth factor-binding protein concewntration. Journal of Clinical Endocrinological Metabolia 68: 141-144

Urhausen, A., Gabriel, H., Kinderman, W. 1995. Blood hormones as markers of training stress and overtraining. Sports Medicine 20 (4): 251-276

VanHelder, W., Casey, K., Goode, R., Radowski, W. 1986. Growth hormone regulation in two types of exercise of equal oxygen uptake. European Journal of Applied Physiology 55: 236-239

Wilson L. 2006. Sauna therapy for detoxification and healing. USA

Zalessky, M. 1977. Coaching, medico-biological and psychological means of recovery. Legkaya Atletika 7: 20-22.

LIITTEET

LIITE 1

TERVEYSKYSELYLOMAKE

Tutkimuksen turvallisuuden kannalta on tärkeää, että tiedämme mahdollisista sairauksistasi, oireistasi, elintavoistasi ja liikuntatottumuksistasi ennen kuin testaamme Sinut.

Nimi: _____ **Synt.aika:** _____

Osoite: _____

Puhelin: _____

Ole hyvä ja vastaa seuraaviin kysymyksiin huolellisesti!

Kuntoliikunnan harrastus:

ei lainkaan satunnaisesti keskim. 1-2 krt/vko keskim. 2-3 krt/vko yli 4 krt/vko

Tavallisimmat liikuntalajini: _____

Oma kuntoarvio: heikko välttävä keskitasoinen hyvä erinomainen

Oireet viimeisen 6 kk aikana:	kyllä	ei	en osaa sanoa
--------------------------------------	--------------	-----------	------------------------------

1. Onko Sinulla ollut rintakipuja?	-----	-----	-----
------------------------------------	-------	-------	-------

2. Onko Sinulla ollut rasitukseen liittyvä poikkeavaa hengenahdistusta?	-----	-----	-----
---	-------	-------	-------

3. Onko Sinulla ollut huimausoireita?	-----	-----	-----
---------------------------------------	-------	-------	-------

4. Onko Sinulla ollut rytmihäiriötuntemuksia?	-----	-----	-----
---	-------	-------	-------

5. Onko Sinulla toistuvia, liikkumista haittaavia selkäkipuja?	-----	-----	-----
--	-------	-------	-------

6. Onko Sinulla toistuvia niska-hartiaseudun kipuja?	-----	-----	-----
--	-------	-------	-------

7. Onko Sinulla toistuvia liikkumista haittaavia nivelkipuja?	-----	-----	-----
---	-------	-------	-------

8. Missä nivelissä? _____

9. Oletko tuntenut poikkeavan voimakasta uupumusta

liikkuessasi? (esim. jalat ovat valahtaneet voimattomiksi.) _____

10. Aiheuttaako fyysinen rasitus Sinulle usein päänsärkyä? ____

11. Onko lähisuvussasi veritulpan saaneita? ____

Kuka ja missä iässä ensimmäinen kohtaus on ilmennyt? _____

Lääkäriin toteamat sairaudet: Onko Sinulla tai onko Sinulla ollut jokin/joitakin seuraavista? Rastita!

- sepelvaltimotauti sydäninfarkti kohonnut verenpaine sydänlappävika
- aivohalvaus aivoverenkierron häiriöitä sydämen rytmihäiriö sydämen tahdistin
- katkokävely sydänlihassairaus syvä laskimotukos muu verisuonisairaus
- kr. keuhkoputkentulehdus keuhkolaajentuma astma muu keuhkosairaus
- allergia kilpirauhasen toim. häiriö diabetes anemia
- korkea veren kolesteroli korkea veren sokeri nivelreuma nivelrikko, -kuluma
- krooninen selkäsairaus mahahaava pallea-, nivus-, tai napatyrä
 ruokatorven tulehdus
- mielenterveyden ongelma kasvain tai syöpä leikkaus äskettäin tapaturma äskettäin
- matala veren kalium- tai magnesiumpitoisuus kohonnut silmänpaine näön tai kuulon heikkous
- muita sairauksia tai oireita, mitä? _____

Lisätietoja: _____

Säännöllisesti käyttämäni lääkkeet ja annostus: _____

Tupakointi: Ei Kyllä Satunnaisesti, määrä: _____

Alkoholin käyttö viimeisen 48 tunnin aikana: Ei Kyllä

Kuumetta, flunssaista oloa tai muuten poikkeavaa väsymystä

viimeisen viikon aikana ennen testiä:

Ei

Kyllä

LIITE 2

INFRAPUNASAUNOMISEN VAIKUTUKSET FYYSISESTÄ KUORMITUKSESTA PALAUTUMISEEN NUORILLA KUNTOILIJAMIEHILLÄ

KOEHENKILÖTIEDOTE JA SUOSTUMUSLOMAKE

TIEDOTE TUTKITTAVILLE JA SUOSTUMUS TUTKIMUKSEEN OSALLISTUMISESTA

Tutkijoiden yhteystiedot

Vastuullinen tutkija:

Antti Mero, liikuntafysiologian professori, dosentti, Liikuntabiologian laitos.
Rautpohjankatu 8, Viveca 232
014-2602077, 040-5408704, antti.a.mero@jyu.fi

Muut tutkijat:

Risto Puurtinen, Erikoislaboratoriomestari
040-2602080, risto.puurtinen@sport.jyu.fi

Mari Mäntykoski, liik.yo. Liikuntabiologian laitos
050-3210632, mari.mantkoski@jyu.fi

Jaakko Tornberg, liik.yo. Liikuntabiologian laitos.
044-3221583, jaakko.tornberg@jyu.fi

Tutkimuksen taustatiedot

Tutkimuksen toteutus: Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos.

Tutkimus alkaa maaliskuussa 2010 ja valmistuu keväällä 2010. Tutkimuksesta valmistuu kaksi liikuntafysiologian kandidaatintutkielmaa (Mari Mäntykoski ja Jaakko Tornberg) ja vähintään yksi kansainvälinen tutkimusraportti.

Tutkimusaineiston säilyttäminen

Tutkimuksen vastuullinen tutkija vastaa tutkimusaineiston turvallisesta säilyttämisestä siten, etteivät tiedot tutkimuksesta ja yksittäisistä tutkittavista joudu ulkopuolisten käsiin. Eettisen toimikunnan lausuntoa haettaessa on täytetty rekisteriseloste. Tutkimuksessa kerätty manuaalinen aineisto säilytetään liikuntabiologian laitoksen tiloissa ja ATK:lla oleva aineisto on tutkijoiden omilla tietokoneilla ja poltettuna CD-levyille tutkimuksen ajan. Koehenkilöiden tietoja sisältävät CD-levyt arkistoidaan lukittuun kaappiin liikuntabiologian laitoksen tiloissa ja säilytetään ilman tunnistetietoja.

Mikä infrapunasäuna on?

Vuonna 2005 maailmalla myytiin vuodessa n. 200 000 infrapunasäunaa. Suomeen saunat saapuivat ensimmäisen kerran vuoden 2006 alussa. Suomessakin infrapunalämmittimiä on jo pitkään käytetty sairaaloissa. Esimerkiksi keskoskaapeista lämmittimet löytyvät, joten tämä jo osaltaan kertoo, kuinka turvallisesta tuotteesta on kyse. Infrapunasäunojen toiminta perustuu infrapunalämpöön. Se on säteilylämpöä, jota silmä ei havaitse. Esimerkiksi auringosta maan ilmakehään saapuvasta lyhytaaltoisesta säteilystä yli puolet on infrapunasäteilyä (53 % kokonaisenergiasta),

ultraviolettisäteilyä 8 % ja näkyvää valoa 39 %. Infrapunasaäteiden aallonpituus on 0,5 – 1000 mikrometriä ja se voidaan jakaa aallonpituudeltaan kolmeen osaan; lähi-infrapunasaäteily (aallonpituus 0,5 – 1,7 mikronia), keskipitkäinfrapunasaäteily (1,7 – 4 mikronia) ja pitkäaaltoinen infrapunasaäteily (4 – 1000 mikronia). Infrapunasaunojen käyttämä aallonpituus on yleensä 10 mikrometrin luokkaa, joten se on tyypiltään pitkäaaltoista infrapunasaäteilyä. Infrapunasaunojen lämpö perustuu putki- tai laattalämmittimiin, jotka säteilevät pitkäaaltoisia infrapunasaäteitä. Ne lämmittävät ihmiskehoa säteilyenergialla jopa 4-5 cm syvyyteen. Tavallisissa suomalaisissa saunoissa lämpötila on 70-90 asteen luokkaa, mutta infrapunasaunoissa vain 40-60 astetta. Infrapunasaunomisen kuormitus sydän – ja verenkiertoelimistön lämmönsäätelyyn (hikoilu, verisuonten laajeneminen eli vasodilaatio, sykkeen nousu ja sydämen työmäärän kasvu) vastaa kevyen liikkumisen tasoa.

Tutkimuksen tarkoitus, tavoite ja merkitys

Tutkimuksessa selvitetään 30 minuutin infrapunasaunomisen (ip-saunominen) vaikutuksia liikuntasuorituksesta palautumiseen. Kuntoiluun tottuneet koehenkilöt suorittavat viisi eri koeosiota, johon sisältyy kaksi maksimaalista voimaharjoitusta, kaksi maksimaalista kestävyysharjoitusta ja yksi kontrollitesti. Tutkimuksen tavoitteena on tuoda tieteellistä näyttöä ip-saunomisen vaikutuksista ihmiskehoon, ja mahdollisesti vahvistaa ip-saunomisen asema yhtenä kuntoilijoiden ja urheilijoiden käyttämänä palautumismenetelmistä.

Menettelyt, joiden kohteeksi tutkittavat joutuvat

Koeasetelma. Koehenkilöinä on nuoria, kuntoiluun tottuneita miehiä, jotka kaikki suorittavat kuusi koeosiota satunnaisessa järjestyksessä noin viikon välein. Koeosiot ovat seuraavanlaiset:

Voimaharjoitus:

1. Hypertrofinen 30 minuutin voimaharjoitus (sisältää 5 x 10 toistomaksimin (10RM) penkkipunnerrusta ja jalkaprässiä kahden minuutin palautuksella) + ip-saunominen 30min + lepo 30min
2. Hypertrofinen 30 minuutin voimaharjoitus (sama sisältö kuin edellä) + 30 min istuen + lepo 30 min

Kestävyysharjoitus:

3. 20-30 minuutin kestoinen maksimihapenkulutukseen ja uupumukseen johtava portaittainen kestävyyskuormitus juoksumatolla + ip-saunominen 30 min + lepo 30 min
4. 20-30 min maksimihapenkulutukseen ja uupumukseen johtava portaittainen kestävyyskuormitus juoksumatolla + 30 min istuen + lepo 30 min

Kontrolli:

5. 30 min ip-saunominen + 30 min lepo
6. 30 min normaali saunominen + 30 min lepo

Mittaukset

Esi- ja kontrollimittaus. Esimittauksessa koehenkilöiltä mitataan paino, pituus ja koehenkilöille tehdään terveystarkastus. Lisäksi koehenkilöt tutustuvat mittauksissa suoritettaviin voimaliikkeisiin ja heille määritellään voimatestien avulla voimaharjoituksissa käytettävät painot (10 toiston maksimit = 10RM). Kontrollimittauksessa koehenkilöiltä mitataan sykettä, sykevälivaihtelua koko jakson ajan. Verinäyte otetaan ja verenpaine sekä subjektiivinen tuntemus mitataan osion alussa, 15 min saunomisen jälkeen, heti saunomisen jälkeen ja 30min saunomisen jälkeen.

Mitattavat muuttujat kuormituksissa. Kaikissa kuormitusosioissa koehenkilöiltä mitataan Polarin sykemittarilla sykettä, sykevälivaihtelua ja kannettavalla analysaattorilla hapenkulutusta (vain kestävyyskuormituksessa) koko osion ajan (kuormitus, sauna/istumistila ja lepo). Verenpainetta ja subjektiivista tuntemusta (RPE ja palautumisasteikko) mitataan ennen kuormitusta, heti kuormituksen jälkeen sekä 10 min välein tämän jälkeen. Verinäytteitä kyynärlaskimosta ja sormenpästä otetaan ennen harjoitusta, harjoituksen aikana kolmen minuutin välein kestävyyskuormituksessa ja voimaharjoituksessa sen puolivälissä ja harjoituksen jälkeen seuraavasti: heti, 5 min, 15 min, 30 min ja 60 min. Verinäytteistä määritetään perusverenkuva (hemoglobiini, hematokriitti, valkosolut, lasko), laktaatti, glukoosi, lipidit, elektrolyytit sekä seerumin testosteroni-, kortisoli ja SHBG (sukupuolihormonia sitova globuliini) -pitoisuudet. Analyysit suoritetaan liikuntabiologian laitoksen laitteilla. Nesteen (veden) nauttiminen vakioidaan samanlaiseksi jokaiselle koeosiolle. Koehenkilöiden paino mitataan ennen ip-saunaan menemistä ja heti saunasta ulos tullessa. Lisäksi voimaharjoituksessa mitataan suorituskykyä kolmella tavalla; isometristä maksimaalista jalkojen ja käsien ojennusvoimaa sekä hermolihasarjostelmän voimantuotonopeutta (nopeusvoimaa) kevennyshypyllä kontaktimatolla. Kestävyysuorituksessa irtiottokykyä testataan ennen kuormitusta, kuormituksen ja ip-saunomisen jälkeen sekä osion lopussa mitattavalla kevennyshypyllä. Nämä mittaukset tehdään ennen harjoitusta, heti harjoituksen jälkeen, ip-saunomisen jälkeen ja osion lopussa. Kaikki mittaukset suoritetaan Jyväskylän yliopiston liikuntabiologian laitoksen laboratoriossa Vivecalla.

Analysointi

Biokemialliset analyysit. Verinäytteistä määritetään perusverenkuva (hemoglobiini, hematokriitti, valkosolut, lasko), laktaatti, glukoosi, lipidit, elektrolyytit sekä seerumin testosteroni-, kortisoli ja SHBG (sukupuolihormonia sitova globuliini) -pitoisuudet. Analyysit suoritetaan liikuntabiologian laitoksen laitteilla.

Sykkeeseen ja sykevälivaihtelun sekä verenpaineen ja subjektiivisen tuntemuksen analyysit.

Analyysit tehdään liikuntabiologian laitoksen normaaleilla menetelmillä.

Liikunta- ja ruokapäiväkirjat analysoidaan joka jaksolla ja jaksojen liikunta ja ravinto ohjataan jokaisella koehenkilöllä samanlaiseksi viidellä eri jaksolla

Aineiston säilyttäminen. Manuaalinen aineisto säilytetään liikuntabiologian laitoksella lukituissa tiloissa ja sähköinen tieto on tutkijoiden tietokoneilla.

Tilastollinen analyysi suoritetaan SPSS- ja EXCEL -ohjelmilla, joiden avulla lasketaan keskiarvot, keskihajonnat ja testataan kahden ryhmän välisiä eroja. Lisäksi lasketaan muuttujien välisiä korrelaatioita Pearsonin korrelaatiomenetelmällä.

Tutkimuksen hyödyt tutkittaville

Koehenkilöt saavat tietoa infrapunasaunomisen vaikutuksista sekä omasta voima- ja kestävyysuorituskyvystään, ravinnosta, terveysmuuttujista (veriarvot) ja palautumiskyvystään.

Tutkimukseen liittyvät riskit ja mahdolliset haitat

Infrapunasaunomiseen ei liity terveystarpeita, sillä se on maailmalla 13 vuotta käytetty saunomisen muoto. Maksimaalisissa lihasvoima- ja kestävyystesteissä on pieni tapaturmariski. Kestävyystesti suoritetaan kuitenkin hyvin matalilla tehoilla aloittaen ja porras portaalta tehoa nostaan, mikä valmistaa kehoa vähitellen kohti maksimisuoritusta. Näin esimerkiksi lihasvenähdyksen ja -revähdyksen riski pienenee. Verinäytteet ottaa kyynärlaskimosta ja sormenpästä siihen koulutettu henkilö ja otossa voi tulla pieniä mustelmia kyynärvarteeseen / sormenpäähän ja näytteen oton kohta voi olla arka muutaman päivän.

Miten ja mihin tutkimustuloksia aiotaan käyttää

Tutkimustuloksia käytetään tutkijoiden kandidaatintutkielmissa ja niistä julkaistaan vähintään yksi kansanvälinen tutkimusraportti.

Tutkittavien oikeudet

Osallistuminen tutkimukseen on täysin vapaaehtoista. Tutkittavilla on tutkimuksen aikana oikeus kieltäytyä mittauksista ja keskeyttää testit ilman, että siitä aiheutuu mitään seuraamuksia.

Tutkimuksen järjestelyt ja tulosten raportointi ovat luottamuksellisia. Tutkimuksesta saatavat tiedot tulevat ainoastaan tutkittavan ja tutkijaryhmän käyttöön ja tulokset julkaistaan tutkimusraporteissa siten, ettei yksittäistä tutkittavaa voi tunnistaa. Tutkittavilla on oikeus saada lisätietoa tutkimuksesta tutkijaryhmän jäseniltä missä vaiheessa tahansa.

Vakuutukset

Tutkittavat on vakuutettu tutkimuksen ajan ulkoisen syyn aiheuttamien tapaturmien, vahinkojen ja vammojen varalta. Tapaturmavakuutus on voimassa mittauksissa. Vakuutusyhtiöt eivät kuitenkaan korvaa äkillisen ponnistuksen aiheuttamaa lihas- tai jännerevähdystä, ellei siihen liity ulkoista syytä. Tapaturmien ja sairastapausten välittömään ensiapuun mittauksissa on varauduttu tutkimusyksikössä. Laboratoriossa on ensiapuvälineet ja varusteet, joiden käyttöön henkilökunta on perehtynyt. Tutkittavalla olisi hyvä olla oma henkilökohtainen tapaturma/sairaus- ja henkivakuutus, koska tutkimusprojekteja varten vakuutusyhtiöt eivät myönnä täysin kattavaa vakuutusturvaa esim. sairauskohtauksien varalta.

INFRAPUNASAUNOMISEN VAIKUTUKSET FYYSISESTÄ KUORMITUKSESTA PALAUTUMISEEN NUORILLA KUNTOILIJAMIEHILLÄ

Koehenkilötiedote ja suostumuslomake
Antti Mero ja tutkimusryhmä

Tutkittavan suostumus tutkimukseen osallistumisesta

Olen perehtynyt tämän tutkimuksen tarkoitukseen ja sisältöön, tutkittaville aiheutuviin mahdollisiin haittoihin sekä tutkittavien oikeuksiin ja vakuutusturvaan. Suostun osallistumaan mittauksiin ja toimenpiteisiin annettujen ohjeiden mukaisesti. En osallistu mittauksiin flunssaisena, kuumeisena, toipilaana tai muuten huonovointisena. Voin halutessani peruuttaa tai keskeyttää osallistumiseni tai kieltäytyä mittauksista missä vaiheessa tahansa. Tutkimustuloksiani saa käyttää tieteelliseen raportointiin (esim. julkaisuihin) sellaisessa muodossa, jossa yksittäistä tutkittavaa ei voi tunnistaa.

Päiväys

Tutkittavan allekirjoitus

Päiväys

Tutkijan allekirjoitus

LIITE 3

SAUNAKYSELY

Vastaa kysymyksiin saunomisen aiheuttamien tuntemusten pohjalta ympyröimällä parhaiten tuntemustasi kuvaava numero

(1=täysin samaa mieltä, 2=lähes samaa mieltä, 3=en osaa sanoa, 4=hieman eri mieltä, 5=täysin eri mieltä)

Kuormitus jonka tein (ympyröi):	juoksu	voima					
1. Saunomisen edetessä tunsin oloni rentoutuvan			1	2	3	4	5
2. Saunoessa tunsin (mahdollisten) kipujeni hellittävän			1	2	3	4	5
3. Saunomisen edetessä lihakseni eivät tuntuneet enää niin jäykiltä kuin saunaan tullessa (kuormituksen jälkeen)			1	2	3	4	5
4. Saunoessa mieleni virkistyi			1	2	3	4	5
5. Saunoessa koin hyvänolon tunteita			1	2	3	4	5
6. Infrapunasaunassa hikoilin enemmän kuin tavallisessa saunassa			1	2	3	4	5
7. Infrapunasaunominen oli rentouttavampaa kuin tavallinen saunominen			1	2	3	4	5
8. Infrapunasaunassa tuntemukset olivat merkittävästi erilaiset kuin tavallisessa saunassa			1	2	3	4	5

-jos vastasit 1 tai 2, millä tavalla tuntemukset erosivat?

LIITE 4

PALAUTUMISTILA

-Millaiseksi koet olotilasi tällä hetkellä?

- 1 ei yhtään palautunut**
- 2 hyvin vähän palautunut**
- 3 en osaa sanoa**
- 4 hyvin palautunut**
- 5 täysin palautunut**