

**INFRAPUNASAUNOMISEN VAIKUTUKSET
HYPERTROFISESTA VOIMAHARJOITUKSESTA
PALAUTUMISEEN NUORILLA KUNTOILIJAMIEHILLÄ**

Jaakko Tornberg

Liikuntafysiologia

Kandidaatintutkielma

Syksy 2010

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaaja: Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Jaakko Paavo Tornberg. Liikuntafysiologian kandidaatintutkielma. Syksy 2010. Infrapunasauomisen vaikutukset hypertrofisesta voimaharjoituksesta palautumiseen nuorilla kuntoilijamiehillä. 66s.

Tausta. Hypertrofisen voimaharjoituksen tarkoitus on aiheuttaa lihaksessa ylikuormitus-tila, joka näkyy akuuttina hermolihaskäytännön suorituskyvyn laskuna ja muuttuneena hormonivasteena. Tästä palautuminen on monimutkainen prosessi, jonka nopeuttamiseksi voidaan käyttää aktiivisia palautusmetodeja. Nämä perustuvat ennen kaikkea tehostettuun laktaatin poistamiseen verestä ja pH:n nopeampaan palautumiseen. Infrapunasauomista on käytetty palautuksen nopeuttamiseksi, mutta sen tehokkuudesta ei ole vielä tieteellistä näyttöä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää infrapunasauomisen vaikutusta hypertrofisesta voimaharjoituksesta palautumiseen sekä tutkia infrapunasauomisen ja tavallisen saunomisen eroja lepotilassa.

Menetelmät. Tutkimukseen osallistui 10 nuorta ($25,3 \pm 8,4$ vuotta) kuntoilijamiestä, jotka suorittivat neljä mittausosiota, joista kaksi keskimmäistä mittausosiota sisälsivät varsinaiset hypertrofiset voimakuormitukset. Ensimmäinen ja viimeinen mittausosio (kontrollimittaukset) sisälsivät 30 minuutin saunomisen ja 30 minuutin lepoistunnan, joista ensimmäinen saunominen oli infrapunasauussa (Harvia Oy:n Radiant Infrasauna SGC1210BR) ja toinen saunominen tavallisessa saunassa. Näissä mittauksissa koehenkilöiltä mitattiin sykettä (Polar RS800, Kempele, Finland), painon muutosta, verenpaine (Omron M1, Normomedical Oy, Helsinki, Finland) 10 minuutin välein ja verimuuttujia (perusverenkuva, pH, elektrolyytit, hemoglobiini, hematokriitti ja hormoneista kortisoli, testosteroni sekä kasvuhormoni) ennen, saunonnan puolivälissä ja heti sekä 30min jälkeen saunomisen. Lisäksi koehenkilöt täyttivät saunomisen palautekyselyn. Ensimmäisen mittausosion lopuksi koehenkilöt tutustuivat myös voimakuormitukseen määrittämällä heidän ykköstoistomaksiminsa (1RM) voimakuormituksen liikkeissä: penkkipunnerruksessa ja jalkaprässissä. Näiden perusteella arvioitiin 10 RM painot, joita käytettiin voimakuormituksissa. Varsinaiset kuormitusosiot olivat kaksi samanlaista voimakuormitusta, joista toisen jälkeen suoritettiin 30 min infrapunasauominen ja toisen jälkeen 30 min lepoistunta huoneen lämmössä. Voimakuormitukset sisälsivät viisi sarjaa kymmenen toiston penkkipunnerrusta ja viisi sarjaa kymmenen toiston jalkaprässää. Sarjojen välillä oli kahden minuutin palautus ja harjoitusliikkeiden välillä viiden minuutin palautus. Ennen, heti jälkeen ja 30 min kuormituksen jälkeen koehenkilöt suorittivat kolme maksimaalista suoritusta isometrisessä jalkaprässissä ja penkkipunnerruksessa sekä kolme kevennyshyppyä. Sykettä mitattiin koko osion ajalta. Verenpainetta, laktaattia ja kuormituksen tuntemusta (RPE) mitattiin penkkipunnerruksen ja jalkaprässin jälkeen sekä palautumistuntemusta 5, 15, 30 ja 60 min kuormituksen jälkeen. Kynnärlaskimoverinäytteet otettiin ennen, heti jälkeen, 15 min, 30 min ja 60 min jälkeen kuormituksen ja niistä analysoitiin samat muuttujat kuin kontrollisaunomisissa. Tilastolliseen analysointiin käytettiin SPSS -ohjelmaa ja käytetyt menetelmät olivat keskiarvo, keskihajonta, ANOVA -toistomittaus, parillinen t-testi ja Wilcoxonin testi. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0,05$.

Tulokset. Kontrolliosiot. Verrattaessa infrapunasauomisen (lämpötila 35-50 °C, kosteus 25-35%) ja tavallisen saunomisen (lämpötila 39-45 °C, kosteus 70-90%) kontrolliosioita infrapunasauomisen ja tavallinen saunomisen tulokset erosivat merkitsevästi vain sykkeen ja pH:n osalta. Syke- ja pH -arvot olivat tavallisessa saunomisessa korkeampia

($p=0,017$ ja $p=0,020$) kuin infrapunasaunomisessa. Emäksisyys lisääntyi molemmissa saunomisissa, mutta merkitsevästi vain tavallisessa saunomisessa. Muissa muuttujissa ei ollut merkitseviä eroja saunomisten välillä. Molemmat saunomiset saivat aikaan samanlaisen hormonivasteen kortisoli- ja kasvuhormonipitoisuuksissa. Kortisolipitoisuus oli saunomisen jälkeen tilastollisesti merkitsevästi (ip-saunominen $p=0,05$ ja tavallinen saunominen $p=0,01$) alhaisempi kuin ennen saunomista ja kasvuhormonipitoisuus puolestaan korkeampi (ip-saunominen $p=0,043$ ja tavallinen saunominen $p=0,025$) kuin ennen saunomista.

Voimakuormitusosiot. Voimakuormituksen RPE:n (keskiarvo $17,1 \pm 1,6$), laktaattipitoisuuden ($13,5 \pm 1,6$ mmol/l), suorituskyvyn laskun ja hormonivasteiden perusteella kyseessä oli erittäin kova voimaharjoitus. Tästä palautuminen ei palautumismetodien välillä tilastollisesti merkitsevästi eronnut kuin sykkeen perusteella: infrapunasaunomisessa sykkeet olivat merkitsevästi korkeammat ($p=0,018$) kuin palautumisessa ilman saunaa. Suorituskyvyn, laktaattipitoisuuden, hormonivasteiden, pH:n, verenpaineen ja elektrolyyttien tuloksissa ei ollut merkitseviä eroja palautumismetodien välillä, vaikka keskiarvoina tulokset olivat hieman parempia infrapunasaunomisen jälkeen kaikissa suorituskyvyn mittauksissa. Jalkojen ojentajalihasten hermolihasjärjestelmän nopeusvoimaa mittaava kevennyshyppysuoritus oli suuntaa antavasti ($p=0,109$) parempi infrapunasaunomisen jälkeen.

Johtopäätös. Infrapunasaunomisella välittömästi voimakuormituksen jälkeen ei tämän tutkimuksen perusteella voida nopeuttaa akuuttia palautumista kovasta hypertrofisesta voimaharjoituksesta. Suuntaa-antavasti kuitenkin lihasten nopea voimantuotto hyppysuorituksessa oli kuitenkin hieman parempi infrapunasaunomisen jälkeen, mikä tukee infrapunasaunomisen parantavaa vaikutusta hermolihasjärjestelmään voimantuottoon kestävyysharjoituksesta palautumisessa (Mäntykoski 2010). Infrapunasaunominen lepotilanteissa saa aikaan kehossa palautumisen kannalta suotuisia vasteita kuten sekä anabolisen hormonivasteen eli kasvuhormonipitoisuuden kasvun ja hajottavan kortisolipitoisuuden laskun että veren vähäisen emäksisyyden lisääntymisen.

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	5
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	6
2.1 Saunomisen vaikutukset ihmiskehoon	6
2.1.1 Tavallinen saunominen	6
2.1.2 Infrapunasaunominen	6
2.1.3 Lämmön vaikutus palautumiseen	8
2.2. Hypertrofisen voimaharjoituksen vasteet ja palautuminen	9
2.2.1 Hypertrofinen voimaharjoitus	9
2.2.2 Voimaharjoituksen välittömät vaikutukset ja palautuminen	10
2.2.3 Hormonivasteet	15
2.2.4 Palautumisen nopeuttaminen	20
3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	22
4 MENETELMÄT	23
4.1. Koehenkilöt	23
4.2. Koeasetelma	23
4.3. Mittausten kulku ja suoritustekniikat	24
4.3.1. Esi- ja kontrollimittaus	24
4.3.2. Voimakuormitusosiot	25
4.3.3. Mittaukset tavallisessa saunassa	26
4.4. Aineiston keräys ja analysointi	27
4.5. Tilastolliset menetelmät	28
5 TULOKSET	29
5.1. Kontrollimittaukset	29
5.1.1. Infrapunasaunominen levossa	29
5.1.2. Normaali saunominen levossa	31
5.1.3. Saunomisten erot	33
5.2. Voimakuormitus ja infrapunasaunominen	35
5.2.1 Voimakuormitus, syke ja verenpaine	35
5.2.2 Hermolihajärjestelmän suorituskyky	38
5.2.3 Hormonit	40
5.2.4 Laktaattipitoisuus ja tuntemukset	43
5.2.5 pH ja elektrolyytit	45
6 POHDINTA	48
7 LÄHTEET	53
LIITTEET	58

1 JOHDANTO

Hypertrofinen voimaharjoittelu perustuu ylikuormitusperiaatteeseen. Kova hypertrofinen voimaharjoitus aiheuttaa toimiville lihaksille väsymysreaktion, joka johtaa tilapäiseen hermolihasjärjestelmän suorituskyvyn alenemiseen ja muuttuneeseen hormonivasteeseen. Hermolihasjärjestelmän täydellinen palautuminen erittäin kovasta voimaharjoituksesta voi viedä jopa vuorokausia (Zatsiorsky ym. 1995). Siten palautumisen selkeää nopeuttaminen mahdollistaisi seuraavan harjoituksen tekemisen aikaisemmin ilman yllirasittumisen vaaraa. Palautumisen nopeuttamiseksi on kehitetty monta erilaista keinoa ja useimpien aktiivisten palautumiskeinojen edut perustuvat lihasten verenkierron aktivoimisen ansiosta tapahtuvaan tehostettuun laktaatin poistumiseen verestä ja nopeampaan pH:n palautumiseen lähtötasolle. (Bogdanis ym.1996)

Infrapunasaunomisen vasteet sydän- ja verenkiertoelimistölle ovat kevyen liikkumisen kaltaisia ja sen lisäksi infrapunasaunomisesta on raportoitu positiivisia vaikutuksia mm. kipujen lievittämisessä, verenpaineeseen ja sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksien hoidossa (Beever 2009). Infrapunasaunomista on mainostettu myös palautumisen edistäjänä urheilijoilla, josta tosin ei ole tutkittua näyttöä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää välittömästi kuormituksen jälkeisen infrapunasaunomisen vaikutuksia kovasta voimakuormituksesta palautumiseen. Sen lisäksi lepotilassa infrapunasaunomisen vasteita verrattiin tavallisen saunomisen vasteisiin.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Saunomisen vaikutukset ihmiskehoon

2.1.1 Tavallinen saunominen

Tyypillinen tutkimuksissa käytetty sauna on tilavuudeltaan vähintään 3 m², jolloin lämpö, kosteus sekä ilmanvaihto pysyvät tasapainossa. Lämpötila saunojan kasvojen tasolla on 80-100 °C ja lattiatasolla 30°C. Kosteus normaalisaunassa on 10-20%, mikä vastaa 40-70 g vesihöyryä kilogrammassa ilmaa. (Hannuksela 2001).

Vaikutukset elimistöön. Saunassa ihon lämpötila nousee nopeasti noin 40 asteeseen, hiikoilu alkaa myös pian ja saavuttaa maksiminsa noin 15 minuutissa; keskimääräinen hieneryitys koehenkilöillä on 0,5 kg 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 lämpömuutosten suuruutta. (Hannuksela 2001).

Saunominen nostaa akuutisti keuhkojen vitaalikapasiteettia, kertahengitystilavuutta, minuuttiventilaatiota ja FEV₁-arvoa (uloshengitystilavuus). Se myös laskee keuhkostaasia (keuhkoverisuonitungos), ja astma- sekä bronchitis cronica- potilaat ovat raportoineet saunomisen helpottavan heidän hengittämistään. (Hannuksela 2001).

2.1.2 Infrapunasaunominen

Vuonna 2005 maailmalla myytiin vuodessa n. 200 000 infrapunasaunaa. Suomeen saunat saapuivat ensimmäisen kerran vuoden 2006 alussa. Suomessakin infrapunalämmittimiä on jo pitkään käytetty sairaaloissa esimerkiksi keskoskaapeissa.

Infrapunalämpö. Infrapunasaunojen toiminta perustuu infrapunalämpöön. Se on säteilylämpöä, jota silmä ei havaitse. Esimerkiksi auringosta maan ilmakehään saapuvasta ly-

hytaaltoisesta säteilystä yli puolet on infrapunasaateilyä (53 % kokonaisenergiasta), ultraviolettisäteilystä 8 % ja näkyvää valoa 39 %. Infrapunasaateiden aallonpituus on 0,5 – 1000 mikrometriä ja se voidaan jakaa aallonpituudeltaan kolmeen osaan; lähi-infrapunasaateily (aallonpituus 0,5 – 1,7 mikronia), keskipitkäinfrapunasaateily (1,7 – 4 mikronia) ja pitkäaaltoinen infrapunasaateily (4 – 1000 mikronia). (Wilson 2006). Infrapunasaunojen käytämä aallonpituus on yleensä 10 mikrometrin luokkaa, joten se on tyypiltään pitkäaaltoista infrapunasaateilyä. Infrapunasaunojen lämpö tulee putki- tai laattalämmittimistä, jotka säteilevät pitkäaaltoisia infrapunasaateita. Ne lämmittävät ihmiskehon kudoksia 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, vasodilaatio, sykkeen nousu ja sydämen työmäärän kasvu) vastaa kevyen liikkumisen tasoa. (Beever 2009).

Terveysvaikutukset. Infrapunasaunomisen terveyshyödyistä on julkaistu vain rajoitettu määrä näyttöön perustuvia tutkimuksia. Kuitenkin on olemassa korkealaatuisia tutkimuksia, jotka tukevat infrapunasaunaterapian hyötyjä sydän- ja verisuonielimistösairauksien hoidossa mm. NYHA -luokituksen (New York Heart Association) parantamisessa, systolisen hypertension hoitamisessa 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 ja infrapunasaunomisen hyödyistä kolesterolitasojen parantamiseen ei ole selkeää tutkittua näyttöä (Beever 2009).

2.1.3 Lämmön vaikutus palautumiseen

Kehon ulkopuolinen lämpö vaikuttaa kehon pintaosiin, mikä aiheuttaa noradrenaliinin vapautumisen (sympaattiset vasokonstriktiset hermosyyt) ja siten aktivoi ihon pinnassa olevia verisuonia. Kehon ydinosista poispäin pyrkivä lämpö taas saa aikaan sympaattisten signaalien määrän vähenemisen siirtyessään ylempiin kudosteroksiin, mikä aiheuttaa vasodilataatiota eli verisuonten laajenemista. Verisuonten laajeneminen mahdollistaa lämpimän veren virtauksen edelleen ympäristöönsä. Tämä prosessi edistää lämmön johtumista pois kehosta ja kasvattaa verenkierron 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 ylikuumenee ennen kuin lämmön vaikutus pääsee siirtymään lihaksiin asti. Sen sijaan kuumakylpyjen ja saunomisen on osoitettu vaikuttavan hermojärjestelmään ja endokriinisiin systeemeihin, sekä paikallisesti syvissä elimissä ja kudoksissa asti (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. (Bompa 1999).

Matalan taajuuden lämpösäteilysaunoilla (mm. infrapunasäuna) ihon läpäisyvyvyys 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 infrapunasäunomiseen yhdistettyjä etuja. Näitä etuja ovat mm. unenlaadun paraneminen, neuroottisten kohtausten todennäköisyyden lasku ja metabolisten reaktioiden normalisoituminen, mikä edistää myrkkujen (kadmium, lyijy, sinkki, nikkeli, rikki, rikkihappo, kolesteroli) poiseritystä hikirauhasten vasodilataation kautta. (Prentice 1990).

2.2. Hypertrofisen voimaharjoituksen vasteet ja palautuminen

2.2.1 Hypertrofinen voimaharjoitus

Voimaharjoittelu voidaan jakaa tavoitteiden mukaan kolmeen osa-alueeseen. Näitä ovat nopeus-, maksimi- ja kestovoimaharjoittelu. Maksimivoimaharjoittelu voidaan taas jakaa kahteen osa-alueeseen: hermostolliseen ja hypertrofiseen maksimivoimaharjoitteluun riippuen siitä, kohdistuuko harjoittelu lihaksen hermostollisiin ohjausmekanismeihin tai lihaksen rakenteellisiin ominaisuuksiin. (Häkkinen 1990, 203).

Hypertrofisen maksimivoimaharjoittelun tavoitteena on lihasvoiman lisääminen lihaksen poikkipinta-alaa kasvattamalla. (Häkkinen 1990, 71). Hypertrofia tarkoittaa voimaharjoittelun vaikutuksesta tapahtuvaa lihasmassan kasvua eli lihassolun supistuvan valkuaisen määrän lisääntymistä. Hypertrofinen voimaharjoittelu perustuu positiiviseen proteiiniaineenvaihduntaan eli proteiinisynteesiä tapahtuu enemmän kuin proteiinin hajoamista. Tämän ansiosta lihassolujen koko kasvaa ja näin myös koko lihaksen poikkipinta-ala kasvaa. (Komi 2003, 253).

Hypertrofisessa voimaharjoituksessa sarjat tehdään submaksimaalisella kuormalla, joka on 60-80%:n tasolla treenattavien lihasten maksimivoimasta. Sarjat tehdään maksimitoitoperiaatteen mukaisesti niin, että toistoja tulee 6-12. Maksimitoitoperiaate tarkoittaa, että sarjassa toistot tehdään uupumukseen asti. (Häkkinen 1990, 71). Palautumisaika sarjojen välissä pidetään lyhyenä eli 1-2 minuutissa ja sarjoja tehdään 2-6 kertaa riippuen tekijöistä, kuten harjoittelutaustasta ja harjoittelun tavoitteista. (Häkkinen 1990, 203) Voimaharjoitus aiheuttaa lihaksistolle ylikuormitustilanteen, joka saadaan aikaan lisäämällä joko harjoituksen intensiteettiä tai volyymia. Volyyymi eli harjoitustyömäärä tarkoittaa käytetyn kuorman, toistojen ja sarjojen määrän tuloa. Yleisesti voidaan sanoa, että suuremmilla harjoitusvolyyymilla harjoittelevat kehonrakentajat kasvattavat myös suuremmat lihakset. (Fleck & Kraemer 1997).

Tavallisten hypertrofisten toistosarjojen lisäksi kova uupumus voidaan saavuttaa ns. pakkotoistomenetelmän avulla. Etenkin kehonrakentajien suosimassa pakkotoistomenetelmässä avustetaan nostoa konsentrisessa vaiheessa, kun henkilö ei omin avuin enää pysty tekemään nostoa. Tällöin korostuu voimaliikkeen eksentrisen vaiheen, jossa avustusta ei ole. Pakkotoistokuormituksessa kuormittavuus lisääntyy ja myös maitohapon tuotto nousee hieman korkeammaksi verrattuna tavalliseen hypertrofiseen voimaharjoitteluun. (Ah-tiainen ym. 2003).

2.2.2 Voimaharjoituksen välittömät vaikutukset ja palautuminen

Ylikuormitusperiaatteen mukaisesti voimaharjoitus aiheuttaa väsymysreaktion, joka johtaa tilapäiseen hermolihasjärjestelmän suorituskyvyn alenemiseen ja muuttuneeseen hormonivasteeseen. Lihäsväsymistä ja suorituskyvyn alenemistä voidaankin pitää akuutin harjoitusvaikutuksen osoittimena. (Häkkinen 1990, 50).

Palautuminen kovasta fyysisestä kuormituksesta on monimutkainen prosessi. Se voidaan jakaa kahteen päävaiheeseen; välittömään nopean palautumisen vaiheeseen ja myöhemmän hitaan palautumisen vaiheeseen. Nopea palautumisen vaihe alkaa välittömästi kuormituksen jälkeen ja se kestää kymmenestä sekunnista muutamaan minuuttiin. Tämän jälkeen alkaa hitaan palautumisen vaihe, joka kestää useita tunteja jopa vuorokausia. (Tomlin & Wenger 2001).

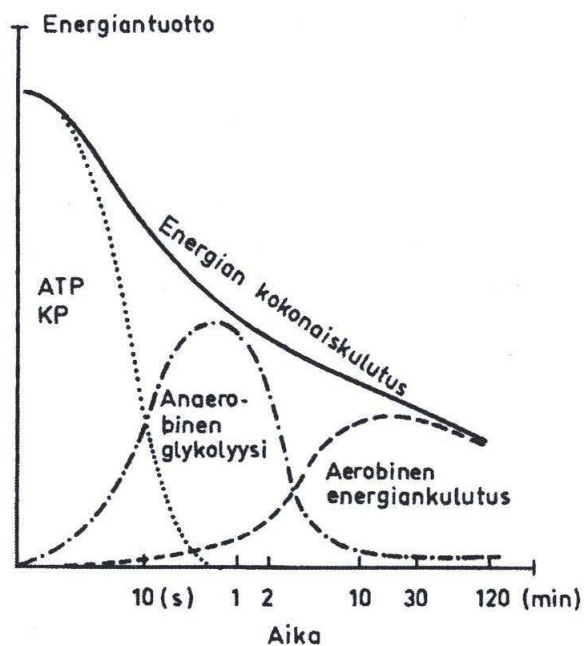
2.2.2.1 Energialähteet ja laktaatti

Lihaksen suorituskykyyn vaikuttaa merkittävästi hermostollisen ohjauksen lisäksi energianlähteiden riittävyys. Hypertrofiaan tähtäävässä voimaharjoittelussa sarjojen kestot ovat 20-60 sekuntia, joten energialähteinä käytetään pääosin välittömiä energianlähteitä ja lihaksen glykogeenia. (Guyton & Hall 2000). Lihaksen välittömiä energialähteitä ovat adenosiinitrifosfaatti eli ATP ja kreatiinifosfaatti eli KP, joista energiaa saadaan nopeasti, mutta jotka riittävät vain muutaman sekunnin lihastyöhön. Välittömien energianlähteiden merkitys elimistön energiantuottonopeuteen on suuri, sillä kreatiinifosfaatin avulla

ATP:n tuotto on noin neljä kertaa nopeampaa kuin hapen avulla tuotettu. (Guyton & Hall 2000, 970)

Intensiivisen suorituksen jatkuessa pitempään myös muiden energiantuottotapojen tarve kasvaa. ATP:tä voidaan muodostaa kreatiinifosfaatin lisäksi anaerobisen glykolyysin avulla lihasten glykokeenistä. Siinä maitohappoa muodostuu glykolyysin lopputuotteesta pyruvaatista, kun energiaa tarvitaan lihaksessa paljon ja nopeasti ja happea ei ole saatavilla. Syntynyt maitohappo dissosioituu sitten laktaatiksi ja vetyioneiksi. (Sjodin ym.1982). Tällaista energiantuottoa kutsutaankin anaerobiseksi maitohapolliseksi energiantuottotavaksi. Anaerobinen glykolyysi tuottaa ATP:tä hitaammin kuin kreatiinifosfaatista, mutta kuitenkin 2,5 kertaa nopeammin kuin aerobinen energiantuotto. (Guyton & Hall 2000, 970).

Eri energiantuottotavat toimivat limittäin (kuva 1) ja siksi ennen kaikkea voimaharjoituksen intensiteetti ja kesto määräävät, mikä energiantuottotavoista on kuormituksessa merkittävin. Hypertrofisessa voimaharjoituksessa, jossa intensiteetti on korkea ja sarjojen kesto on alle minuutin, korostuu anaerobisen glykolyysin käyttö energian lähteenä (Häkkinen 1990, 20).



KUVA 1. Energianlähteet intensiivisen lihastyön aikana (Keul ym. 1969 teoksessa Häkkinen 1990, 20).

Anaerobisen glykolyysin ollessa merkittävin energiantuottotapa, myös maitohapon tuotto on suurta. Maitohappo dissosioituu laktaatti- ja vetyioneiksi. (Tesch ym.1986) Näistä vetyionit aiheuttavat lihaksen pH:n laskun eli happamuuden ja sitä kautta myös väsymyksen. Happamuus vaikuttaa lihasten toimintaan häiritsevästi heikentämällä energiantuotannon ja lihaksen supistumisen soluprosesseja (McArdle 2007).

Hypertrofisessa voimaharjoituksessa uupumukseen asti tehtyjen sarjojen jälkeen veren laktaattitasot ovat hyvin korkeita, jopa 10-25mmol/l (Fleck & Kraemer 1997). Lihassolujakauma vaikuttaa suuresti energiantuoton nopeuteen. Henkilö, joka omaa paljon nopeita lihassoluja, pystyy tuottamaan energiaa tehokkaasti anaerobisen glykolysiin avulla ja samalla myös maitohapon tuotto on suurta. (Nummela 1997, 120).

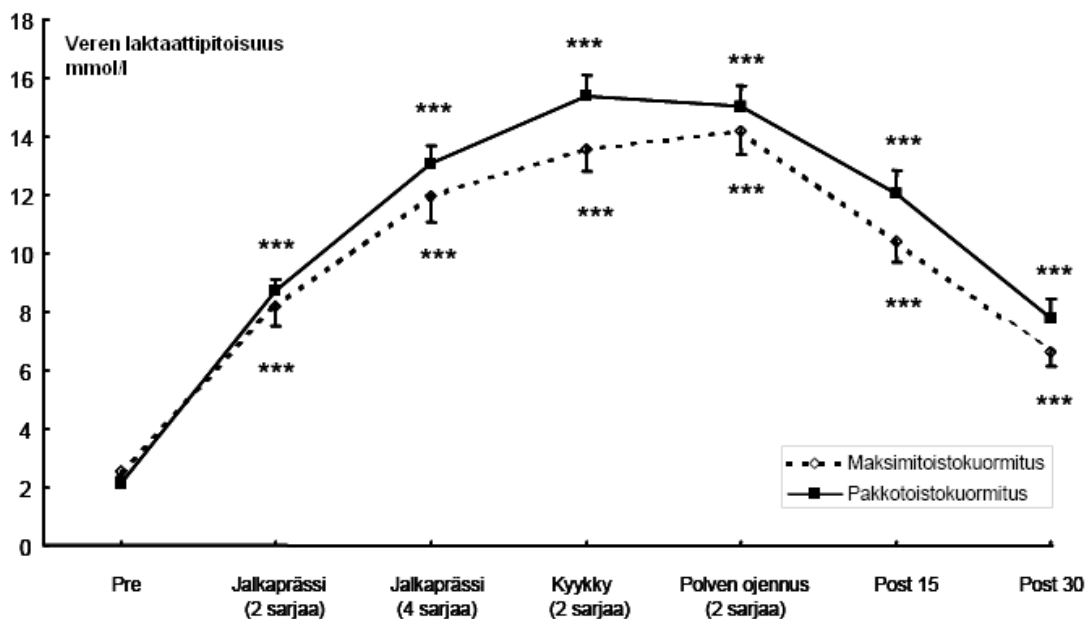
Hypertrofinen voimaharjoittelu sisältää suhteellisen pitkäkestoisia, intensiivisiä kuormituksia ja harjoitussarjojen väliset palautukset ovat lyhyitä. Nämä syyt johtavat verenkierron heikkenemiseen työskentelevissä lihaksissa. Tällöin saattaa ilmetä lihasten välittömien energiavarojen riittämättömyyden palautumista runsaan maitohapon muodostuksen vuoksi ja väsymysvaikutukset ilmenevät nopeasti. Tätä kutsutaan ns. lihastason väsymykseksi. (Häkkinen 1990, 46.)

Hypertrofisessa voimaharjoittelussa sarjat tehdään toistomaksimiin asti, mikä tyhjentää tehokkaasti elimistön välittömien energianlähteiden varastot. Harjoituksen lopussa ATP-varastot ovat pienentyneet 30-40 % lähtötasosta ja kreatiinifosfaattivarastot miltei tyhjiksi. Näiden palautuminen on kuitenkin nopeaa ja jo 30-60 sekunnin palautumisen jälkeen KP-varastot saavuttavat puolet lepotasosta. Lepotasolle pääseminen vaatii 10-30 minuutin palautumisen. (Guyton & Hall 2000, 971)

Lihaksen glykogeenipitoisuus laskee noin 40 % kovan hypertrofisen voimaharjoituksen vaikutuksesta. (Tesch ym. 1986) Glykogeenitasojen palautuminen lepotasoon vie yleensä korkeintaan 24 tuntia, mikäli hiilihydraattien saanti harjoituksen jälkeen on riittävää ja lihasvauriot eivät ole liian suuria. (Nummela 1997, 119-123.)

Kova hypertrofinen voimaharjoituksen vaikutuksesta lihaksen maitohapon tuotto on suurta ja mitä enemmän lihas tuottaa maitohappoa ja sitä kautta myös laktaattia, niin sitä suurempi on myös laktaatin poistonopeus vereen. (Fleck & Kraemer 1997, 95) Kovate-

hoisen hypertrofisen voimaharjoituksen jälkeen lihasten laktaattipitoisuus voi nousta jopa lähelle 20 mmol/kg (märkäpaino) ja veren laktaattipitoisuus 10-25 mmol/l (Tesch ym 1986, Fleck & Kraemer 1997). Lisäksi hypertrofinen voimaharjoitus, joka sisältää pakkoistoja voi nostaa laktaattitasot korkeammalle kuin tavallinen hypertrofinen voimaharjoitus (Ahtiainen ym. 2003). Ahtiaisen ym. 2001 tutkimuksessa (kuva 2) veren laktaattipitoisuudet nousivat harjoituksen aikana pakkotoistoja sisältävässä harjoituksissa korkeammalla kuin tavallisessa hypertrofisessa voimaharjoituksessa ja myös pysyivät korkeammalla 15 minuuttia ja 30 minuuttia harjoitusten jälkeen.



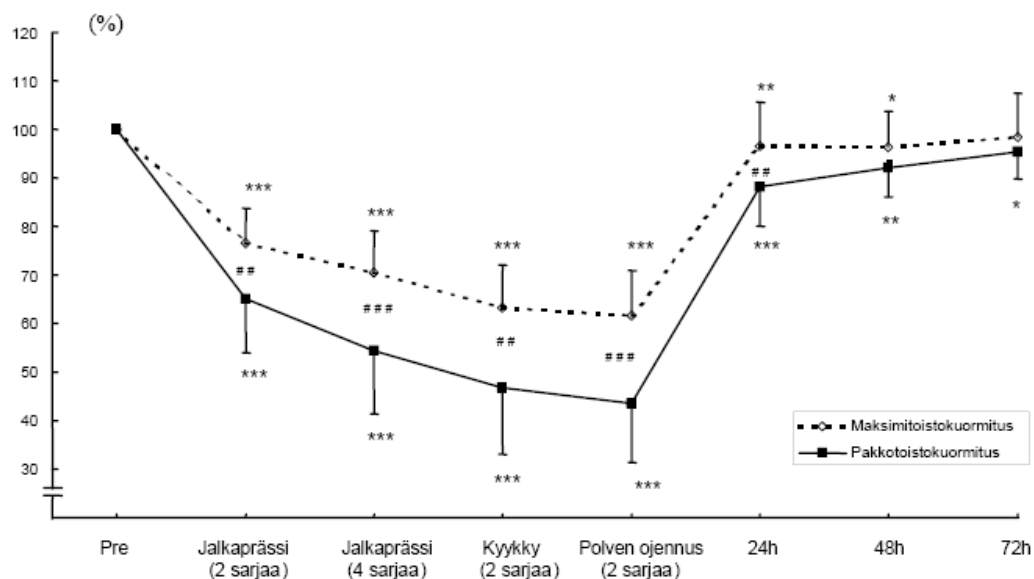
KUVA 2. Maksimi- ja pakkotoistokuormituksen vaikutukset veren laktaattipitoisuuksiin voimaurheilijoilla. (Ahtiainen ym. 2001)

Palautumisen aikana laktaattia muutetaan myös energiaksi. Sarjojen välisen palautumisaian pituudesta riippuu kuinka suuri osa välittömistä energianlähteistä on palautunut. Tämä vaikuttaa myös siihen kuinka korkeaksi lihaksen ja veren laktaattipitoisuudet tulevien sarjojen vaikutuksesta nousevat. (Fleck & Kraemer 1997, 95-97) Jo 30-60 sekunnin palautumisen jälkeen KP -varastot saavuttavat puolet lepotasosta. (Guyton & Hall 2000, 971)

2.2.2.2 Suorituskyvyn palautuminen

Voimaharjoituksessa väsyminen tarkoittaa väliaikaista lihasten voimantuoton heikkene- mistä. Lihäsväsymyksen kaikkia tekijöitä ei tarkkaan tiedetä. Väsymykseen vaikuttaa mm. energiavarastojen riittävyys, hermoston väsyminen, lihaksen solujakauma, lihaksen pH:n lasku ja häiriöt lihassupistuksessa. Kova voimaharjoitus aiheuttaa lihasarkuutta, jonka takia hermoston ja lihasvaurioiden palautuminen on kuormituksesta hitaampaa kuin energiavarastojen täydentyminen. Hermoston ja lihasvaurioiden palautuminen mää- räävätkin milloin seuraava kova voimaharjoitus voidaan suorittaa. (Siff 2000). Yleisesti oletetaan, että mitä suurempi lihasmassa ja maksimivoima yhdistettynä nopeisiin lihas- soluihin, sitä nopeammin lihas väsyä maksimivoimantuotossa (Nummela 1997, 119).

Raskaasta voimaharjoituksesta täydellinen palautuminen voi Zatsiorskyn (1995) mukaan viedä 48-72 tuntia ja erittäin raskaasta voimaharjoituksesta palautuminen yli 72 tuntia. Ahtiainen ym. 2001 tutkimuksessa (kuva 3) pakkotoistoja sisältävästä hypertrofisesta harjoituksesta maksimaalisen isometrisen voimantuoton täydellinen palautuminen vei 72 tuntia, mutta normaalista hypertrofisesta harjoituksesta palautuminen oli miltei täydellis- tä jo 24 tuntia suoritukseen jälkeen. Jos palautuminen harjoitusten välissä on liian vä- häistä, riski ylikuntoilan kehittymiseen kasvaa suuresti. Riski kasvaa myös, jos harjoi- tuksissa on toistuvasti liian kova intensiteetti ja kokonaisvolyymi. (Ahtiainen ym. 2003).



KUVA 3. Maksimaalisen isometrisen voimantuoton aleneminen ja palautuminen maksimitoisto – ja pakkotoistokuormituksista. (Ahtiainen ym. 2001)

Suorituskyvyn palautumiseen vaikuttaa myös urheilijan kunto: välitön palautuminen kovasta kuormituksesta on nopeampaa parempikuntoisilla henkilöillä (Bompa 1999). Lisäksi lihastyötapa vaikuttaa palautumiseen. Isometrisesti mitattu maksimivoima palautui huomattavasti nopeammin konsentrisen voimaharjoituksen jälkeen verrattuna eksentrisiin, vaikka absoluuttinen kuorma oli harjoituksissa sama. (Gibala ym. 1995). Mahdollisesti suurin syy eksentrisen harjoituksen jälkeisen voimantuoton heikkenemiseen ovat lihasten ylivenyneet ja vaurioituneet sarkomeerit (Morgan & Allen 1999).

2.2.3 Hormonivasteet

Voimaharjoituksen aiheuttamaan hermo-lihasjärjestelmän kuormittumiseen vaikuttaa hermostollisen vasteen lisäksi harjoituksen aiheuttama välitön hormonaalinen vaste. (Häkkinen 1990 s.43) Verenkiertoon erittyy endokriinisen järjestelmän avulla anabolisia hormoneja kuten kasvuhormoni ja testosteroni sekä katabolisia hormoneja, kuten esimerkiksi kortisoli. Näiden anabolisten ja katabolisten hormonien välinen tasapaino ja vuorovaikutus säätelevät mm. proteiiniaineenvaihdunnan tehokkuutta ja sitä kautta myös lihaksen kasvua. (Kraemer ym. 1999)

Hormonaalinen vaste on huomattavasti suurempi ja vasteen kesto pitempi hypertrofisessa voimaharjoituksessa kuin muissa voimaharjoitustyypeissä. (Linnamo ym. 2005) Hormonivasteen suuruus voimaharjoitukseen riippuu voimaharjoitustyypin lisäksi henkilön iästä ja sukupuolesta sekä voimaharjoituksen palautumisajoista, kokonaisvolyymista ja aktivoitujen lihasten määrästä. (Häkkinen 1990) Naisilla ja iäkkäimmällä henkilöillä hormonivasteet ovat pienempiä. (Häkkinen & Pakarinen 1995)

2.2.3.1 Kasvuhormoni

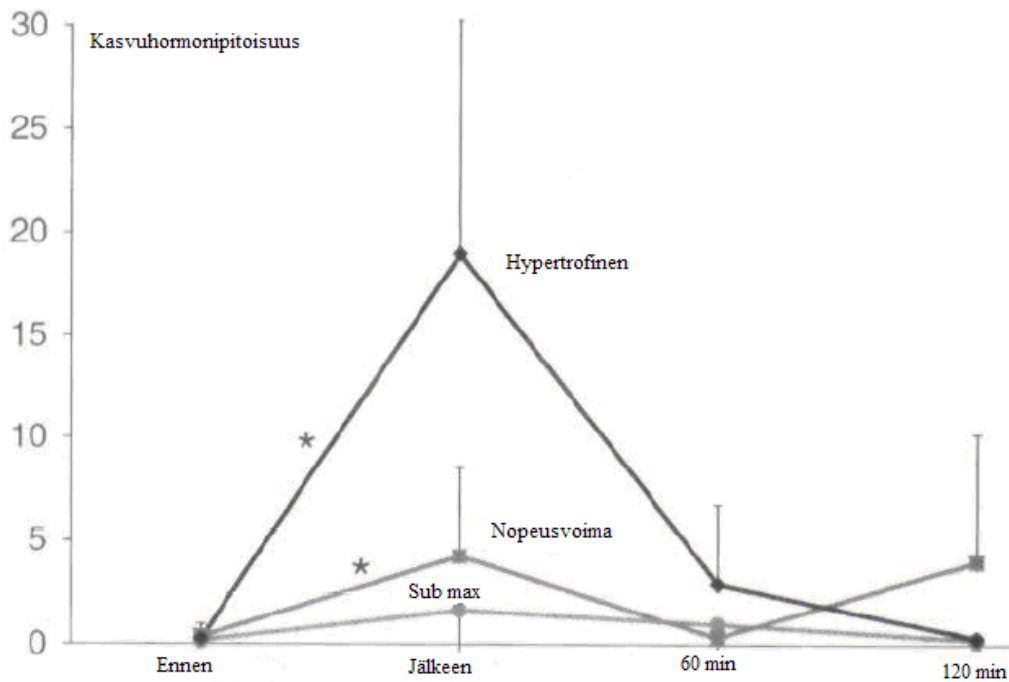
Kasvuhormoni vaikuttaa koko elimistössä. Sen vaikutus solujen kasvuun on suuri lähes kaikissa kudoksissa, jotka pystyvät kasvamaan. Se kasvattaa soluja vaikuttamalla proteiini-

nien muodostamiseen ja se myös lisää solujen lukumäärää sekä saa aikaan solujen erilais-
tumista. (Guyton & Hall 1996, 936).

Kasvuhormoni vaikuttaa stimuloimalla aminohappojen kuljetusta solujen sisään ja lisää-
mällä proteiinisynteesiä. Aminohappojen lisääntyminen solun sisällä on osatekijä prote-
iinisynteesin lisääntymiseen, mutta kasvuhormoni lisää RNA translaatiota jopa ilman
aminohappopitoisuuden kasvua solussa. Kasvuhormoni vähentää samalla myös prote-
iinikataboliaa vähentämällä proteiinien pilkkoutumista ja säästää niitä mobilisoidulla va-
paita rasvahappoja rasvakudoksesta. Lisäksi kasvuhormoni lisää rasvahappojen käyttöä
energianlähteenä. (Guyton & Hall 1996, 932 ja 937).

Hypertrofinen voimaharjoitus saa aikaan voimakkaan vasteen kasvuhormonipitoisuuksis-
sa. Harjoituksen jälkeinen vaste ylittää reilusti normaalin vaihtelevan erityksen tasot.
(Kraemer ym. 1998a) Kasvuhormonin erityksen stimuloimiseen riittää kevyempi kuormi-
tus kuin kortisolin vastaavaan. (Virtanen 1992).

Seerumin kasvuhormonipitoisuus on suurinta heti voimaharjoituksen jälkeen ja laskee
tämän jälkeen yleensä niin, että yleensä noin tunnin jälkeen taso on lähellä normaalita-
soa. Kuvassa 2 on tyypillinen miesten kasvuhormonivaste kolmeen erilaiseen voimahar-
joitukseen; hypertrofiseen (heavy), nopeusvoimatyypiseen (explosive) ja kevyempään
maksimivoimaharjoitukseen (submax). (Linnamo ym. 2005).



KUVA 4. Seerumin kasvuhormonipitoisuuden muutokset erilaisten voimaharjoitusten vaikutuksesta. (mukailtu lähteestä Linnamo ym. 2005)

On tärkeää huomioida, että hormonipitoisuuksien muutoksiin vaikuttaa myös kuormituksen aikainen ja sen jälkeinen veriplasman siirtyminen lihaksiin. Tämä aiheuttaa plasmatilavuuden laskun, joka jo sinällään vaikuttaa nostavasti hormonien pitoisuuteen. Harjoituksen aikana nautitulla nesteellä on selkeä vaikutus plasman tilavuuteen ja siten hormonipitoisuuteen veressä. (Pullinen ym. 2002).

2.2.3.2 Testosteroni

Testosteroni on kasvuhormonin ohella tärkein kohdesolun lihaskasvuun vaikuttava anabolinen hormoni. Testosteronin ja kasvuhormonin vaikutukset ovat harjoituksessa synergistisiä ja testosteroni vaikuttaakin lihaskasvuun suurilta osin epäsuorasti mm. lisäämällä kasvuhormonin eritystä. (Kraemer 1992).

Voimaharjoittelun alussa testosteroni vaikuttaa paljolti neuroaalisesti mm. lisäämällä neurotransmittereiden synteesiä ja lihassolun rakenteeseen mm. vaikuttamalla solutyypin ja myosiiniraskasketjujen esiintymiseen. Testosteronin anabolisen vaikutuksen käynnistyminen vie aikaa, joten vasta myöhemmin vaikutus kohdistuu enemmän proteiinisynteesin

lisääntyvästi. (Staron ym. 1994). Testosteroni vaikuttaa lihashypertrofiaan myös satelliittisolujen avulla; aktivoimalla niitä ja yhdistämällä niitä lihassoluihin (Joubert & Tobin 1995). Testosteroni edelleen vähentää kortisolin katabolista vaikutusta sitoutumalla glukokortikoidireseptoreihin (Danhaive & Rousseau 1988). Testosteronin avulla lihasten voimantuottokyky lisääntyy ja glykogeenin aineenvaihdunta tehostuu. Näiden johdosta veren laktaatti- ja glukoosipitoisuus nousevat entisestään. (Kraemer ym. 1998b).

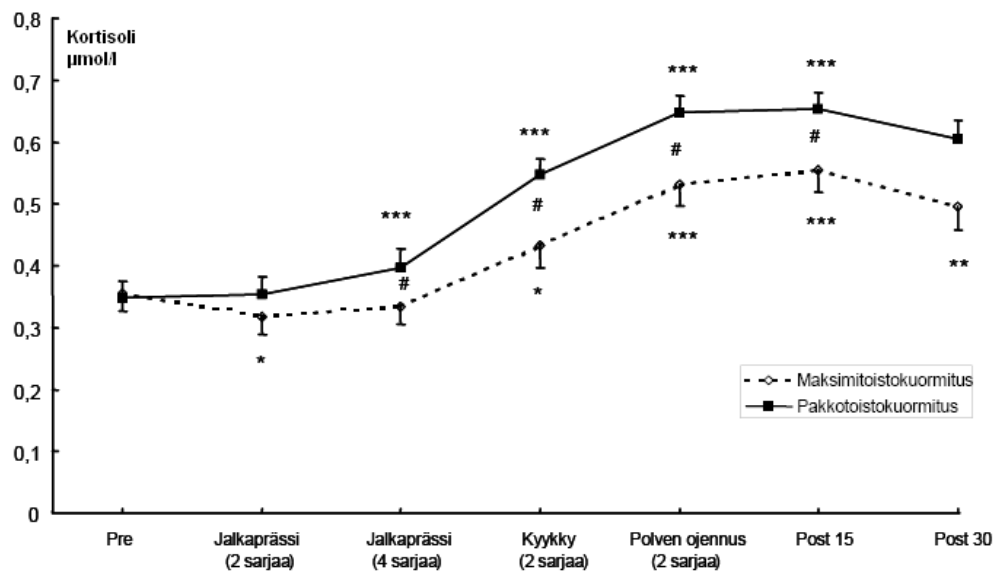
Testosteronin erityksen lisääntymisen aikaansaaminen vaatii tietyn volyymikynnyksen ylittämisen. Kun tämä kynnyks on ylitetty, testosteronipitoisuus nousee välittömästi 20-30%. (Häkkinen 1990, 50) Testosteronin akuutin vasteen suuruus riippuu mm. henkilön iästä, sukupuolesta, harjoitustaustasta sekä harjoitustyypistä (palautukset, volyymi ja lihasmassan suuruus) (Kraemer ym. 1998a). Lisäksi testosteronipitoisuus vaihtelee suuresti yksilöllisesti ja vuorokauden ajan suhteen (Häkkinen 1990).

2.2.3.3 Kortisoli

Kortisoli on merkittävin proteiinin hajoittamista kiihdyttävä eli katabolinen hormoni. Kortisolipitoisuuden nousu voimaharjoituksen vaikutuksesta kertoo mm. kuormituksen glykolyttisistä vaatimuksista ja katekoliamiinien stimuloitumisesta. (Ahtiainen ym.2003). Kortisoli vaikuttaa voimakkaasti proteiiniaineenvaihduntaan. Se lisää solun proteiinikataboliaa ja vapaiden aminohappojen määrää. Kortisoli myös aktivoi maksan toimintaa ja maksan glukoneogeneesi kasvaa 6-10 kertaiseksi kortisolin vaikutuksesta, jolloin myös veren glukoosipitoisuus kasvaa. Kortisoli vaikuttaa myös rasva-aineenvaihduntaan aktivoimalla lipolyysiä, minkä johdosta vapaiden rasvahappojen määrä nousee. (Guyton & Hall 1996, 962-963)

Kortisolipitoisuuden nousu johtuu joko psyykkisestä kovasta stressireaktiosta tai korkeatehoisesta harjoituksesta tai niiden yhdistelmästä. Vasteeseen vaikuttaa myös kortisolipitoisuuden vuorokautinen vaihtelu. Aamulla kortisolipitoisuuden ollessa korkealla, harjoituksen aiheuttama vaste ei ole suuri. Taso laskee päivän mittaan ja iltapäivän harjoituksen taas antaa suuremman vasteen, koska ilman sitä kortisolipitoisuus olisi luontaisesti alhainen. (Scheen ym. 1998). Kortisolivasteeseen vaikuttaa mm. harjoituksen kuormitustapa, kesto ja intensiivisyys (Viru ym. 1999). Voimaharjoitustyypeistä kortisolivaste on suu-

rimmillaan hypertrofistyyppisessä harjoituksessa, jossa volyymi on suuri ja palautukset lyhyitä (Kraemer ym. 1993). Lisäksi kortisolivasteen suuruuteen vaikuttaa harjoitustaus- ta, lämpötila, ilmanpaine, ruokavalio, tunteet, väsymys ja sukupuoli (Viru ym. 1999). Ahtiainen ym, 2001 tutkimuksessa seerumin kortisolipitoisuuden kasvu oli suurempaa pakkotoistoja sisältävässä hypertrofissa voimaharjoituksessa kuin normaalissa hypertrofi- sessa voimaharjoituksessa (Kuva 5).



KUVA 5. Kortisolin muutokset seerumissa voimaharjoituksen vaikutuksesta. (Ahtiainen ym. 2001)

2.2.3.4 Muut hormonit

Lihasten anabolisen tilaan vaikuttavat myös monet muut hormonit. Anabolista tilaa mahdollistavat insuliini, kilpirauhashormonit ja insuliininkaltaiset kasvutekijät (IGF). (Pullinen ym. 2002) Näiden lisäksi sidekudossolukasvutekijät ja katekoliaamiinit eli adrenaliini, noradrenaliini ja dopamiini mahdollisesti myötävaikuttavat lihasten kasvussa. (Kraemer 1992).

Insuliini ja insuliinin kaltaiset kasvutekijät (IGF). Insuliini lisää proteiinin ja rasvan synteesiä ja varastointia sekä glukoosin ottoa, varastointia ja käyttöä. (Guyton & Hall 2000, 886-889). IGF-1 on erittäin merkittävä lihaksen kasvun edistäjä, sillä kasvuhormonin

monet vaikutukset kudosten kasvuun toimivat IGF-1:n avulla. Näiden lisäksi insuliini ja IGF-1 estävät proteiinikataboliaa vaikuttamalla mm. kortisolin toimintaan. (Kraemer 1992).

Katekoliamiinit ja kilpirauhashormonit. Katekoliamiinit (adrenaliini ja noradrenaliini) lisäävät aineenvaihduntaa, parantavat energian saatavuutta ja lisäävät testosteronin eritystä. (Guyton & Hall 2000, 703-704). Kilpirauhashormonien vaikutus on lisääntyneessä aineenvaihdunnassa lihaksissa ja muissa kudoksissa (Kraemer 1992).

2.2.4 Palautumisen nopeuttaminen

Palautuminen suorituksen jälkeen voi olla aktiivista tai passiivista. Aktiivinen palautumistavan eli suorituksen jälkeisen matalatehoisen liikkumisen suurimmat edut liittyvät tehostettuun laktaatin poistumiseen verestä ja nopeampaan pH:n nousuun (happamuuden vähentämiseen) lähtötasolle verrattuna passiivisiin palautumiseen (esim. istuen). Aktiivisen palautumisen hyödyt johtuvat todennäköisesti lihasaktiivisuuden aikaan saamasta verenkierron lisäyksestä kuormitetuissa lihaksissa. (Bogdanis ym. 1996). Korkeaintensiivisen kuormituksen jälkeen aktiivisella palautumisella on korkeampi myoglobiinin uudelleen hapettaminen ja kreatiinifosfaatin synteesi kuin passiivisella palautumisella. (Dupont ym. 2004).

Lihäsväsymys on vahvasti yhteydessä laktaatin kertymiseen (ja todelliseen väsymyksen aiheuttajaan pH:n) elimistössä ja aktiivinen palautuminen tehostaa laktaatin poistumista. Aktiivisen palautumisen ja suorituskyvyn välinen yhteys ei tutkimustulosten mukaan kuitenkaan ole niin selkeä kuin aktiivisen palautumisen ja laktaatin poistonopeuden. Laktaattipitoisuus ja pH korreloivat keskenään negatiivisesti ja voimakkaasti. Madonin ym. (2002) tutkimuksessa 30 sekunnin sprintistä suorituskyvyn palautumisessa ei ollut eroa aktiivisessa ja passiivisessa palautumisessa vaikkakin aktiivinen palautuminen tehosti laktaatinpoistoa passiivista palautumista paremmin.

Eri palautumistapojen vaikutusta raskaasta voimaharjoituksesta palautumiseen on vähemmän tutkimuksia kuin kestävyystyypisistä kuormituksista palautumistutkimuksia.

Corderin ym:n (2000) tutkimuksessa tutkittiin passiivisen ja aktiivisen palautumistavan vaikutusta hypertrofisessa voimaharjoituksessa. Tutkimuksessa tehtiin kuusi sarjaa 10 toiston syväkyykyä ja sarjojen väliset kahden minuutin palautumiset tehtiin joko passiivisesti istuen tai aktiivisesti polkupyöraergometrillä polkien. Tässä tutkimuksessa aktiivinen palautuminen lisäsi laktaatin poistopeuden lisäksi suorituskykyä toistomaksimitestissä verrattuna passiiviseen palautumiseen.

3 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tutkia infrapunasaunomisen vaikutuksia akuuttiin palautumiseen hypertrofisesta voimaharjoituksesta vertaamalla infrapunasaunomista ja istumista ilman saunomista palautumisen aikana. Palautumista vertaillaessa kuntoiluun tottuneet mieskoehenkilöt suorittavat kaksi samanlaista voimaharjoitusta, joista toista seurasi 30 min infrapunasaunominen ja toista 30 min istuminen ilman saunomista. Palautumista verrattiin hormonaalisten ja neuromuskulaaristen tekijöiden sekä tuntemusten perusteella. Näiden lisäksi infrapunasaunomisen vasteita lepotilanteessa verrattiin tavalliseen saunomisen vasteisiin lepotilanteessa.

Tutkimusongelmat:

1. Onko hypertrofista voimaharjoitusta seuranneella palautumisella infrapunasaunassa tai palautumisella ilman saunomista eroa harjoituksen jälkeisiin hormonivasteisiin ja laktaattipitoisuuteen?
2. Onko hypertrofista voimaharjoitusta seuranneella palautumisella infrapunasaunassa tai palautumisella ilman saunomista eroa harjoituksen jälkeiseen maksimaaliseen isometriseen ojentajalihasten voimantuottoon tai vertikaalihyppysuoritukseen?
3. Onko hypertrofista voimaharjoitusta seuranneella palautumisella infrapunasaunassa tai palautumisella ilman saunomista eroa palautumistuntemuksissa?
4. Onko tavallisen saunomisen ja infrapunasaunomisen välillä eroa hormonaalisissa ja neuromuskulaarisissa vasteissa?

4 MENETELMÄT

Tutkimus toteutettiin yhteistyössä Mari Mäntykosken liikuntafysiologian kandidaattitutkielman ”Infrapunasaunomisen vaikutus kestävyysuoritukselta palautumiseen nuorilla kuntoilijamiehillä” kanssa. Koehenkilöjoukko oli sama ja kaikki koehenkilöt tekivät samat mittaukset.

4.1. Koehenkilöt

Koehenkilöinä oli 10 nuorta miestä, joilla oli liikunnallinen tausta, mutta eivät olleet tehneet säännöllistä voimaharjoittelua viimeiseen kolmeen kuukauteen. Taulukossa 1 on esitetty koehenkilöiden taustatiedot.

Taulukko 1. Koehenkilöiden taustatiedot (keskiarvo ja keskihajonta)

	koehenkilöt (n=10)
Ikä (v)	25,3 ± 8,4
Pituus (cm)	177,6 ± 7,0
Paino (kg)	79,6 ± 7,5
Penkkipunnerrus (pp) 1RM (kg)	82,3 ± 16,5
Jalkaprässi yhd. jal. 1RM (kg)	110,0 ± 19,0
Isom. pp maksimi (kg)	96,9 ± 14,8
Isom. 2-jalan jalkaprässi maksimi (kg)	426,0 ± 70,6

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

4.2. Koeasetelma

Kaikki koehenkilöt suorittivat kuusi mittausosiota (esi- ja kontrollimittaus, voimaharjoitus + infrapunasaunominen, voimaharjoitus + lepo, kestävyysuoritus + infrapunasaunominen).

nominen ja kestävyys harjoitus + lepo sekä kontrollisaunominen tavallisessa saunassa), joista neljä sisälsi varsinaisen kuormitusosion. Ensimmäisenä mittausosiona kaikilla oli esi- ja kontrollimittaus, jonka jälkeen kuormitusmittausosioiden järjestys arvottiin satunnaisesti. Viimeisenä osiona kaikki suorittivat tavallisen saunan kontrollimittauksen. Näistä osioista kestävyyskuormitusmittaukset eivät kuuluneet tutkimukseeni. Mittausten järjestys on esitelty liitteessä 3. Lämpötila ja kosteus olivat seuraavat: infrapunasaunominen (lämpötila 35-50 °C, kosteus 25-35%) ja tavallinen saunominen (lämpötila 39-45 °C, kosteus 70-90%).

4.3. Mittausten kulku ja suoritustekniikat

4.3.1. Esi- ja kontrollimittaus

Kontrollimittaus suoritettiin esi- ja kontrollimittausosiossa ensimmäisenä, ja se sisälsi 30 minuutin infrapunasaunomisen ja 30 minuutin lepoistunnan. Ennen saunomista koehenkilöt palauttivat koehenkilötiedotteen allekirjoitettuna, jonka jälkeen heiltä mitattiin paino ja verenpaine levossa sekä otettiin verinäyte levossa. Tämän jälkeen koehenkilöille asetettiin sykettä koko kontrollimittauksen ajan rekisteröivä sykepanta.

Koehenkilöiden vaatetus saunassa oli vakioitu (lyhyet shortsit). Saunomisen aikana koehenkilöiltä mitattiin verenpainetta 10 minuutin välein ja verinäytteet otettiin saunomisen puolivälissä ja lopussa. Saunonnan aikana koehenkilöiden piti juoda vettä tasaisin väliajoin yhteensä 5 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 4), jossa he arvioivat saunomisen aikana kokemiaan subjektiivisia tuntemuksiaan.

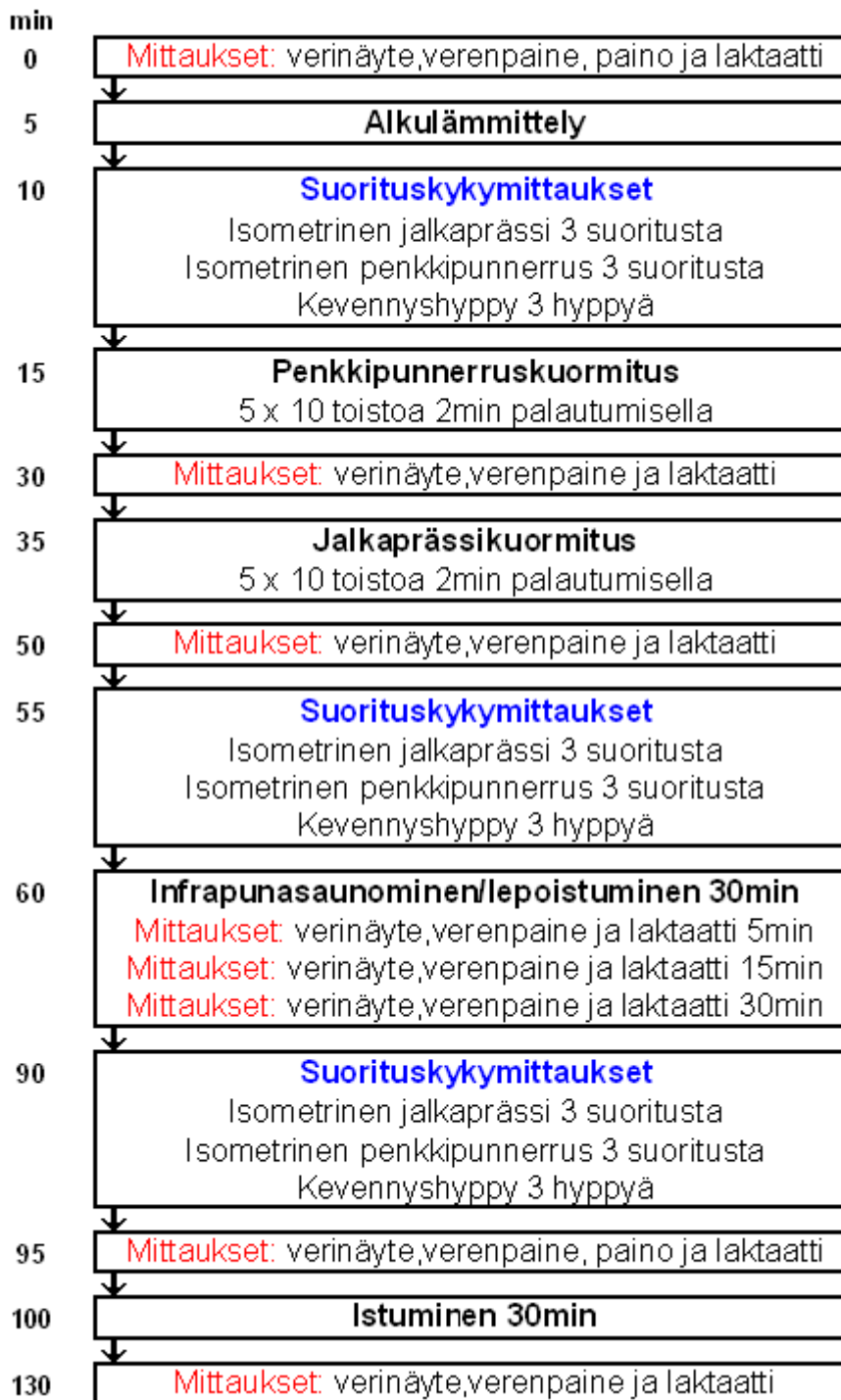
Esimitoituksessa määritettiin myös koehenkilöiden 10 toiston maksimit (10RM; 10 repetitions maximum) painot voimaharjoituksen dynaamiseen penkkipunnerrukseen ja jalkaprässiin. 10RM:n määrityksissä lämmittely- ja lähestymissarjojen jälkeen koehenkilöt suorittivat 3-5 ykköstoistomaksimiyritystä penkkipunnerruksessa ja jalkaprässissä. Tämän perusteella arvioitiin koehenkilöiden 10RM painot ja näillä painoilla suoritettiin toistomaksimitesti molemmilla liikkeillä.

4.3.2. Voimakuormitusosiot

Koehenkilöt suorittivat kaksi samanlaista voimaharjoitusta kahdella erilaisella palautumisella: 30 min infrapunasaunomisella ja 30 min istumisella normaalissa huoneen lämmössä. Voimaharjoituksissa käytettiin samoja absoluuttisia kuormia molemmilla kerroilla. Valmistautuminen kuormitukseen oli samanlainen ja kuormitukset olivat aina aamupäivällä (klo 9-11) niin, että koehenkilö teki molemmat kuormituksensa samaan kelloaikaan.

Ennen kuormitusta koehenkilöiltä mitattiin paino, verenpaine ja laktaatti sekä kiinnitettiin sykepanta. Koehenkilöt polkivat lämmittelynä viisi minuuttia polkupyöräergometrillä kevyellä kuormalla, jonka jälkeen he suorittivat omatoimisen viiden minuutin venyttelyn. Tämän jälkeen koehenkilöt suorittivat jokaiselle koehenkilölle vakioidut lämmittelysarjat jalkaprässillä ja penkkipunnertaen. Lämmittelyn jälkeen koehenkilöt tekivät kolme maksimaalista suoritusta kevennyshyppyjä sekä isometristä penkkipunnerrusta ja jalkaprässäsiä.

Varsinainen voimakuormitusosio (kuva 6) alkoi 5 x 10 toiston sarjalla penkkipunnerrusta kahden minuutin palautuksella. Penkkipunnerruskuormituksen jälkeen oli viiden minuutin palautumisaika, jolloin koehenkilöltä mitattiin verenpaine, laktaatti ja RPE-tuntemukset (rate of perceived exertion; RPE -taulukko liitteenä 6). Palautumisajan jälkeen koehenkilö teki 5 x 10 toistoa jalkaprässissä kahden minuutin palautuksella. Molemmissa voimakuormituksissa koehenkilö pyrki tekemään aina täydet kymmenen toistoa, mutta tarvittaessa tutkija avusti toistot loppuun. Mikäli koehenkilö ei pystynyt itse suorittamaan kymmentä puhdasta toistoa, niin seuraavaan sarjaan laskettiin painoja tutkijan arvion mukaan, jotta 10 toistoon päästäisiin. Jalkaprässisarjojen jälkeen koehenkilöltä mitattiin verenpaine, laktaatti ja RPE, jonka jälkeen koehenkilö suoritti samanlaiset isometriset voimamittaukset ja kevennyshypyt kuin ennen kuormitusta. Näiden jälkeen koehenkilö meni 30 min palautumisajaksi infrapunasaunaan tai huonetilaan istumaan. Tämän palautumisajan aikana koehenkilöltä mitattiin 5 min, 15 min ja 30 min kohdalla verenpaine, laktaatti ja palautumistuntemukset. Tämän jälkeen koehenkilöt suorittivat jälleen isometriset voimatestit ja kevennyshypyt. Lopuksi koehenkilöt istuivat 30 min, jonka päätteeksi koehenkilöiltä mitattiin verenpaine, laktaatti ja palautumistuntemukset.



KUVA 6. Voimakuormitusosio.

4.3.3. Mittaukset tavallisessa saunassa

Tavallisen saunomisen mittausosio oli samanlainen kuin infrapunasaunomisen kontrollisaunominen. Se sisälsi 30 minuutin saunomisen ja 30 minuutin lepoistunnan. Syketieto- ja rekisteröitiin koko ajan, kyynärlaskimoverinäytteet otettiin alussa, saunonnan puolella välissä ja lopussa, paino mitattiin osion alussa ja lopussa ja verenpaine alussa, 10 minuu-

tin välein saunassa ja lepoistunnan puolessa välissä ja lopussa. Koehenkilöt joivat saunonnan aikana viisi desilitraa vettä. Saunan lämpötila pidettiin löylyjen heiton avulla samana kuin infrapunasaunassa koko saunomisen ajan kosteuden ollessa erilainen (tavallinen saunomisen lämpötila 39-45 °C, kosteus 70-90% ja infrapunasaunomisessa lämpötila 35-50 °C, kosteus 25-35%).

4.4. Aineiston keräys ja analysointi

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

Verinäytteet. Verinäytteet otti laboratoriomestari, joka vastasi myös näytteiden jatkokäsittelystä. Kuormitusmittauksen aikana otettiin samanaikaisesti viisi näytettä: käsivarren iholaskimosta 2*10ml verta seerumiputkiin ja sormenpästä 25 µl kapillaariputkiin. Sormenpästä 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 sormenpästä 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 mittarilla (Omron M1 ja Omron Hem-705C) (Normomedical Oy, Helsinki, Finland)

Kevennyshyppy. Alaraajojen ojentajalihasten räjähtävää voimantuottoa kuvaavat kevennyshyppy suoritettiin kontaktimaton päällä (Newtest, Oulu, Finland). Koehenkilöitä ohjeistettiin hyppäämään kädet lanteilla, noin 90° asteen kulmaan keventäen ja mahdollisimman maksimaalisesti ponnistaen. Hyppyistä saatiin kontaktimaton 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). (esim. Keskinen ym. 2004, 153).

Syketiedot. Sykemittarit (Polar RS800, Kempele, Finland) asetettiin koehenkilöille kunkin mittausosion alussa ja niihin tallennettiin koko osion syketiedot. Sykedata analysoitiin PolarProTrainer-ohjelmalla. Syketietoja analysoitiin 10 minuutin keskiarvoina.

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

Isometriset voimamittaukset. Alaraajojen ojentajalihasten maksimaalista isometristä voimantuottoa mitattiin jalkadynamometrillä polvinivelkulman ollessa 107°. Yläraajojen ojentajalihasten maksimaalista isometristä voimantuottoa mitattiin isometrisellä penkipunnerruspenkillä 90° kyynärnivelkulmalla.

4.5. Tilastolliset menetelmät

Tilastolliseen analysointiin käytettiin SPSS –ohjelmaa. Käytetyt tilastolliset menetelmät olivat keskiarvo, keskihajonta, ANOVA -toistomittaus, parillinen t-testi ja Wilcoxonin testi. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin $p < 0,05$ ja tilastollinen merkitsevyys on merkitty #-merkillä, kun tilastollinen merkitsevyys on eri palautusmetodien välillä ja *-merkillä, kun tilastollinen merkitsevyys on samalla ryhmällä ennen -arvoon verrattuna.

5 TULOKSET

5.1. Kontrollimittaukset

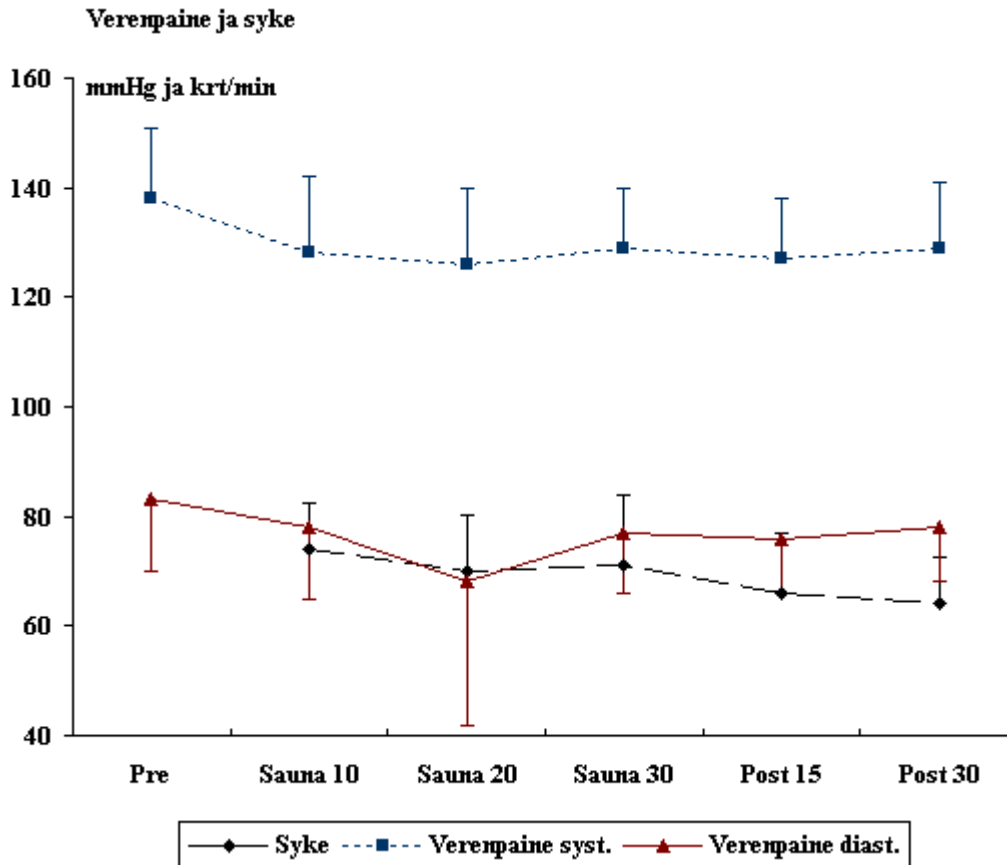
Koehenkilöt kävivät paastoverinäytteissä ennen ensimmäisiä mittauksia. Taulukossa 2 on esitetty tulokset paastoverinäytteestä.

Taulukko 2. Paastoverinäyte (keskiarvot ja keskihajonta)

	Koehenkilöt (n=10)
Hemoglobiini (g/l)	160 ± 10
Hematokriitti (%)	0,46 ± 0,02
Kortisoli (nmol/l)	610 ± 106
Testosteroni (nmol/l)	23,0 ± 5,6
Glukoosi (mmol/l)	5,3 ± 0,5
Kolesteroli (mmol/l)	4,8 ± 0,8
HDL (mmol/l)	1,5 ± 0,4
LDL (mmol/l)	2,9 ± 0,8
TriG (mmol/l)	0,9 ± 0,2

5.1.1. Infrapunasaunominen levossa

Koehenkilöiden paino ennen saunomista oli 79,7±7,1 kg ja saunomisen jälkeen 79,6±7,1 kg. Jälkimmäisestä tuloksesta on vähennetty 0,5kg, koska saunomisen aikana koehenkilöt nauttivat vettä 5dl. Kuvassa 7 on esitetty infrapunasaunomisen kontrollitulokset sykkeen ja verenpaineen osalta, joissa ei ollut eroja.



Kuva 7. 30 minuutin infrapunasaunomisen vaikutus sykkeeseen ja verenpaineeseen.

Taulukossa 3 on esitetty infrapunasaunomisen kontrollitulokset veren kuvasta, josta analysoitiin pH, elektrolyytit (natrium, kalium, bikarbonaatti ja kalsium), hemoglobiini, hematokriitti ja hormoneista testosteroni, kortisoli ja kasvuhormoni (GH). Bikarbonaatin (HCO_3) saunomisen puolivälin (sauna 15) arvo oli merkitsevästi ($p=0,036$) matalampi kuin ennen – arvo. Saunomisen jälkeen 30min kortisolipitoisuus oli merkitsevästi ($p=0,050$) alhaisempi ja heti saunomisen jälkeen kasvuhormonipitoisuus merkitsevästi korkeampi ($p=0,043$) kuin ennen – arvot. Myös vielä 30min saunomisen jälkeen kasvuhormonipitoisuuden korkeampi arvo ennen – arvoon verrattuna oli hyvin lähellä tilastollista merkitsevyyttä ($p=0,063$).

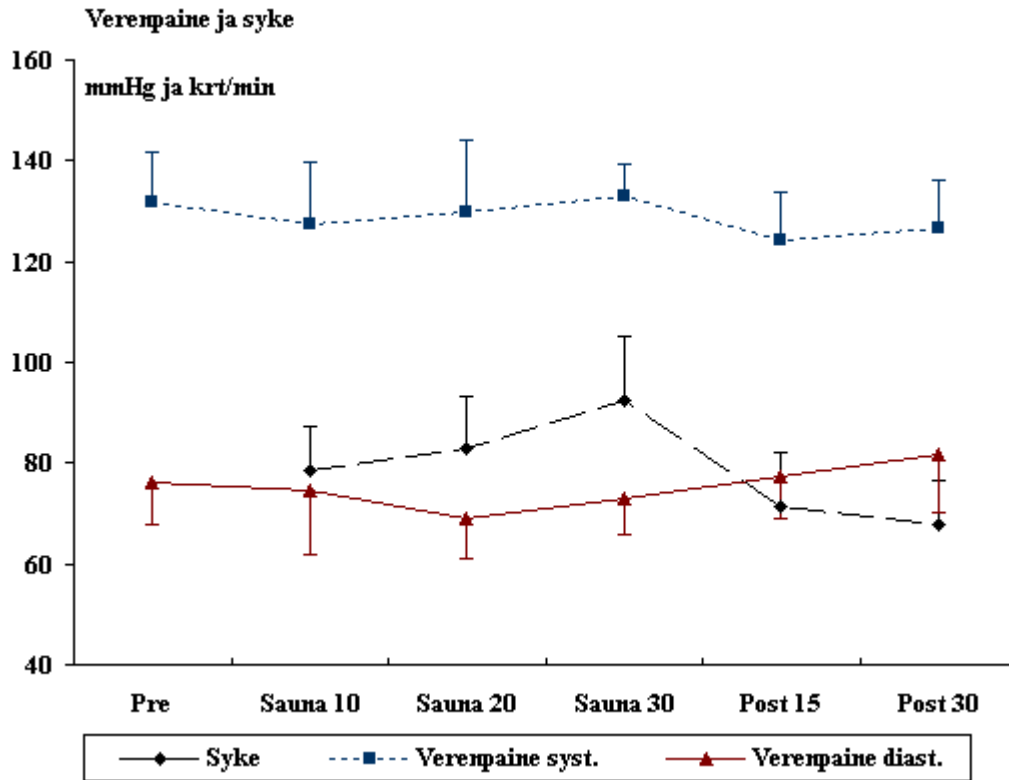
Taulukko 3. 30min infrapunasaunomisen vaikutukset pH:n, elektrolyytteihin (Na⁺, K⁺, HCO₃ ja Ca²⁺), hemoglobiiniin ja hematokriittiin sekä hormoneihin (testosteroni, kortisoli ja kasvuhormoni)

	Ennen	Sauna 15	Sauna 30	Lepo 30
pH	7,40 ± 0,03	7,42 ± 0,02	7,41 ± 0,02	7,40 ± 0,02
Na⁺ (mmol/l)	143 ± 2	142 ± 2	141 ± 2	142 ± 2
K⁺ (mmol/l)	4,7 ± 0,3	4,6 ± 0,2	4,6 ± 0,5	4,5 ± 0,4
HCO₃⁻ (mmol/l)	26,6 ± 1,1	26,1 ± 1,3*	26,3 ± 1,0	25,9 ± 1,1
Ca²⁺ (mmol/l)	1,17 ± 0,03	1,17 ± 0,02	1,17 ± 0,03	1,18 ± 0,02
Hemoglobiini (g/l)	158 ± 10	155 ± 10	155 ± 8	154 ± 8
Hematokriitti (%)	0,46 ± 0,03	0,45 ± 0,03	0,45 ± 0,02	0,45 ± 0,02
Testosteroni (nmol/l)	18,8 ± 4,7	18,3 ± 5,3	17,9 ± 5,1	18,9 ± 6,3
Kortisoli (nmol/l)	399 ± 88	367 ± 122	354 ± 133	329 ± 109*
Kasvuhormoni (µg/l)	0,7 ± 1,3	5,2 ± 12,6	5,4 ± 5,1*	11,2 ± 11,5

(* = tilastollinen merkitsevä ero (p<0,05) ennen - arvoon verrattuna)

5.1.2. Normaali saunominen levossa

Normaalisaunomisen mittaukset olivat samat kuin infrapunasaunomisessa. Kuvassa 8 on sykkeen ja verenpaineen tulokset normaalisaunomisen osalta. Paino ennen tavallisesta saunomisesta oli 79,0±9,1kg ja saunomisen jälkeen 79,0±9,0kg. Jälkimmäisestä tuloksesta on vähennetty 0,5kg, koska saunomisen aikana koehenkilöt nauttivat vettä 5dl.



Kuva 8. Sykkeen ja verenpaineen käyttäytyminen normaalisaunonnassa.

Taulukossa 4 on normaalisaunonnan tulokset pH:n, elektrolyyttien (natrium, kalium, bikarbonaatti ja kalsium), hemoglobiinin, hematokriitin ja hormonien (testosteroni, kortisoli ja kasvuhormoni) osalta. Tilastollinen merkitsevyys ennen -arvoihin verrattuna löytyi pH:n saunomisen puolivälistä ($p=0,004$) ja lopusta ($p=0,028$) sekä hormoneista kortisolin saunomisen puolivälistä ($p=0,042$), lopusta ($p=0,002$) ja 30 minuuttia ($p=0,001$) saunomisen jälkeen arvoista ja kasvuhormonin saunomisen lopusta ($p=0,025$) ja saunomisen jälkeen 30min ($p=0,050$).

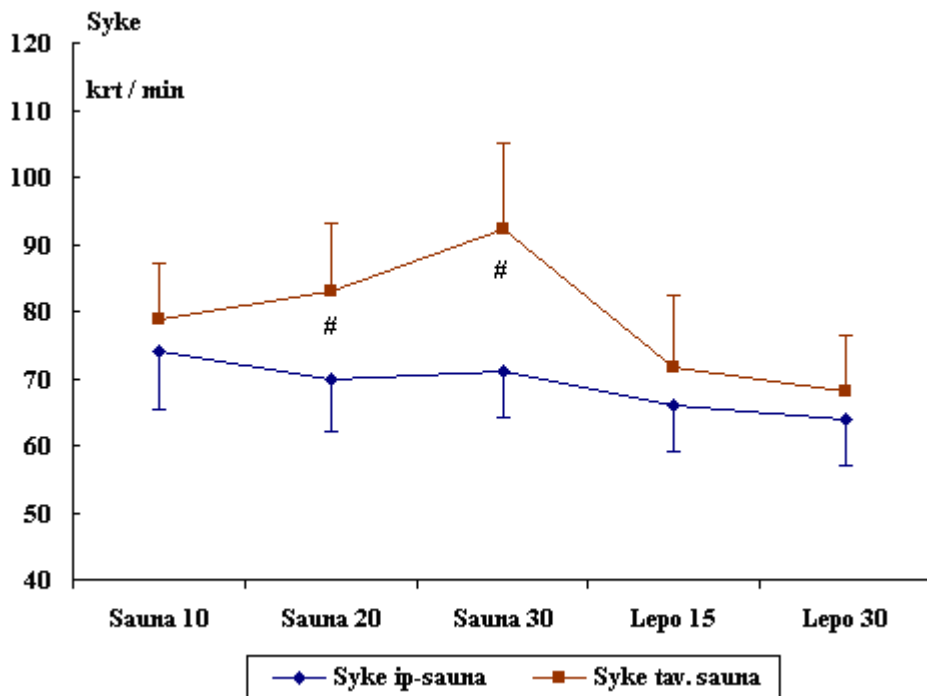
Taulukko 4. 30min normaalisaunomisen vaikutukset pH:n, elektrolyytteihin (Na^+ , K^+ , HCO_3^- ja Ca^{2+}), hemoglobiiniin ja hematokriittiin sekä hormoneihin (testosteroni, kortisoli ja kasvuhormoni)

	Ennen	Sauna 15	Sauna 30	Lepo 30
pH	7,41 ± 0,02	7,43 ± 0,02*	7,44 ± 0,03*	7,42 ± 0,02
Na⁺ (mmol/l)	138 ± 3	139 ± 2	139 ± 1	139 ± 2
K⁺ (mmol/l)	4,5 ± 0,4	4,5 ± 0,3	4,6 ± 0,3	4,4 ± 0,3
HCO₃⁻ (mmol/l)	26,2 ± 2,3	26,1 ± 2,2	26,0 ± 1,4	26,6 ± 1,3
Ca²⁺ (mmol/l)	1,15 ± 0,04	1,16 ± 0,03	1,16 ± 0,03	1,18 ± 0,03
Hemoglobiini (g/l)	158 ± 8	160 ± 7	159 ± 9	157 ± 8
Hematokriitti (%)	0,47 ± 0,03	0,48 ± 0,02	0,47 ± 0,03	0,46 ± 0,03
Testosteroni (nmol/l)	20,0 ± 5,3	18,7 ± 3,5	21,0 ± 5,6	19,8 ± 5,5
Kortisoli (nmol/l)	546 ± 122	467 ± 143*	409 ± 117*	380 ± 127*
Kasvuhormoni (µg/l)	0,6 ± 0,6	6,9 ± 8,7	19,4 ± 26,1*	11,9 ± 20,0*

(*= tilastollinen merkitsevä ero ($p < 0,05$) ennen - arvoon verrattuna)

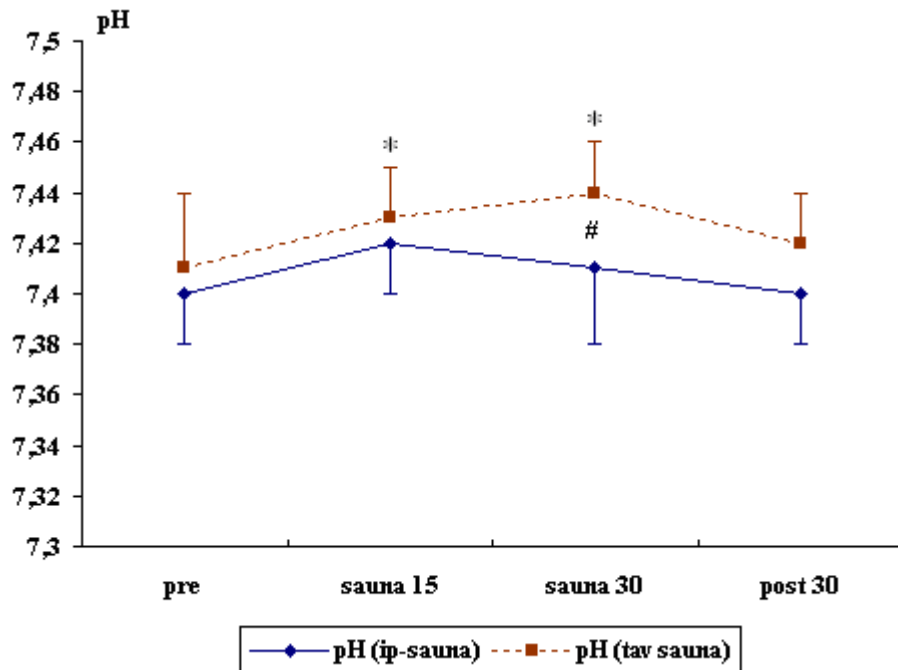
5.1.3. Saunomisten erot

Syke, verenpaine ja paino. Infrapunasauomisen ja tavallisen saunomisen tulokset eivät verenpaineen ja painon muutoksen osalta eronneet merkitsevästi toisistaan. Sen sijaan sykearvot oli merkitsevästi korkeammat tavallisessa saunonnassa (kuva 9) 20 minuutin ($p=0,017$) ja 30 minuutin ($p=0,017$) kohdalla.



Kuva 9. Sykearvot infrapunasaunomisessa ja tavallisessa saunomisessa. (# = tilastollinen merkitsevä ero saunomisten välillä).

Verimuuttujat. Tilastollista merkitsevyyttä infrapunasaunomisen ja tavallisen saunomisen välillä ei löytynyt hormonien (kortisoli, testosteroni ja kasvuhormoni) ja elektrolyyttien (natrium, kalium, bikarbonaatti ja kalsium) sekä hemoglobiinin ja hematokriitin osalta. Veren pH arvo oli merkitsevästi suurempi ($p=0,020$) tavallisessa saunomisessa saunomisen lopussa (kuva 10). Muissa ajankohdissa tilastollista merkitsevyyttä ei ollut.



Kuva 10. Veren pH:n muutokset infrapunasaunomisessa ja tavallisessa saunomisessa. (# = tilastollinen merkitsevä ero saunomisten välillä ja * = tilastollinen merkitsevä ero ($p=0,020$) pre-arvoon verrattuna).

Saunakysely. Koehenkilöiden tuntemukset vaihtelivat suuresti. Joidenkin mielestä infrapunasaunan alhainen lämpötila ja ilmankosteus saivat aikaan rentoutuneemman olon kuin saunominen tavallisessa saunassa. Toisten mielestä taas infrapunasaunomisessa ei saanut samanlaista mielihyvää kuin tavallisessa saunassa.

5.2. Voimakuormitus ja infrapunasaunominen

5.2.1 Voimakuormitus, syke ja verenpaine

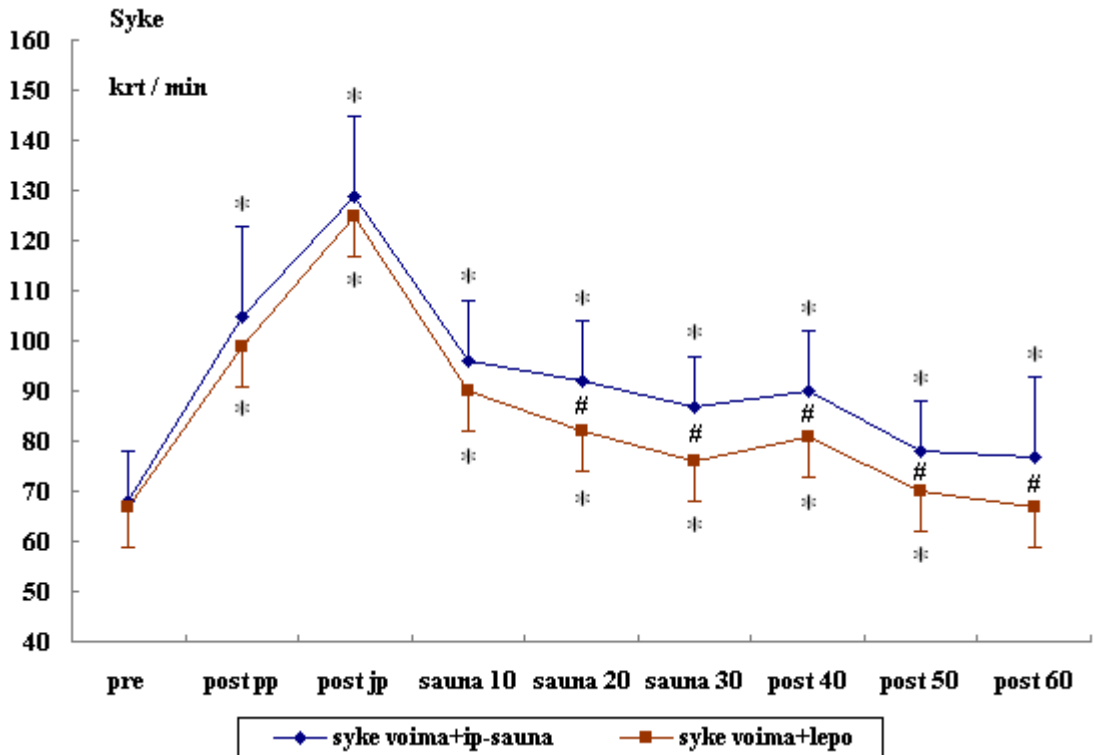
Koehenkilöiden harjoitusvolyymi (kuorma x sarjat x toistot) oli penkkipunnerruksessa 2505 ± 346 kg ja jalkaprässissä 7583 ± 998 kg. Taulukossa 5 on esitetty käytetyt kuormien painot ja avustusten määrä sarjoissa.

Taulukko 5. Käytetyt kuormat ja suoritettut sarjat voimaharjoituksissa.

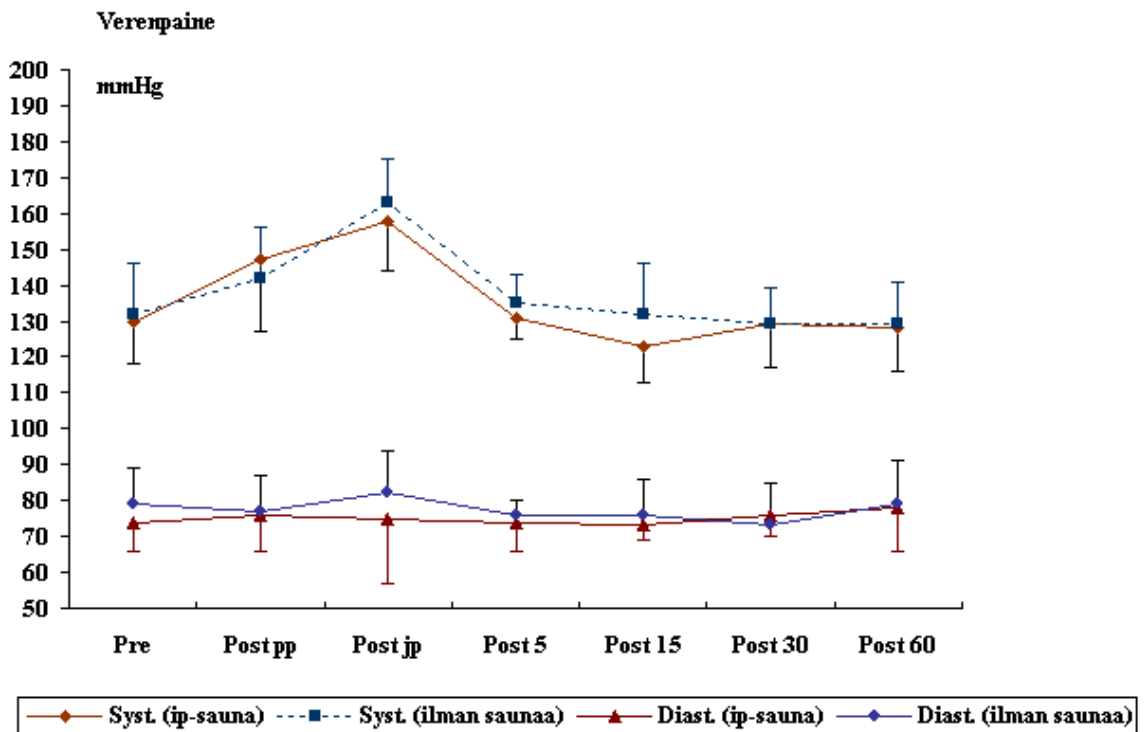
	Penkkipunnerrus					Jalkaprässi				
	1. sarja	2. sarja	3. sarja	4. sarja	5. sarja	1. sarja	2. sarja	3. sarja	4. sarja	5. sarja
Kuorma (kg)	64,2± 12,2	61,7± 11,4	59,7± 10,9	56,9± 9,8	53,6± 9,7	191,7± 22,1	191,1± 20,9	188,3± 19,0	187,2± 20,3	187,2± 21,7
Toistot	10	9,9±0,3	8,2±2,3	7,2±2,5	7,0±1,9	9,9±0,3	9,6±1,3	9,8±0,4	9,9±0,3	9,9±0,3
Avustetut	0	0,1±0,3	1,0±1,2	1,1±0,9	1,9±1,3	0,1±0,3	0,4±1,3	0,2±0,4	0,1±0,3	0,1±0,3
Kuorma (kg)	64,2± 12,2	61,7± 11,4	59,7± 10,9	56,9± 9,8	53,6± 9,7	191,7± 22,1	191,1± 20,9	188,3± 19,0	187,2± 20,3	187,2± 21,7
Toistot	9,9±0,3	9,6±1,3	8,7±2,2	7,7±2,6	7,2±2,3	9,3±2,0	9,6±1,0	9,7±1,0	10	9,6±1,0
Avustetut	0,1±0,3	0,1±0,3	0,7±1,1	1,2±1,3	1,3±1,2	0,7±2,0	0,4±1,0	0,3±1,0	0	0,2±0,4

Vaaleammalla pohjalla (ylempänä) voimakuormitus ennen infrapunasauvomista ja tummemmalla pohjalla (alempänä) voimakuormitus ennen lepoistumista

Syke ja verenpaine. Sykearvot (kuva 11) olivat korkeampia palautumisen aikana infrapunasauomispalautuksella verrattuna palautumiseen ilman saunomista. Tilastollisesti merkitsevä ero löytyy mittausajankohdista: 10-20min ($p=0,018$) ja 20-30min kuormituksen jälkeen (eli saunomisen aikana, $p=0,003$) sekä 30-40min ($p=0,049$), 40-50min ($p=0,017$) ja 50-60min ($p=0,028$) kuormituksen jälkeen. 60 minuuttia kuormituksen jälkeen sykearvot olivat saunattomassa palautumisessa palautuneet ennen -arvon tasolle, kun taas infrapunasauonnallisessa palautumisessa sykearvot olivat edelleen merkitsevästi korkeampia ($p=0,000$) kuin ennen kuormitusta. Verenpainearvoissa (diastolinen ja systolinen verenpaine) ei ollut tilastollista merkitsevyyttä kuormituksen jälkeisen infrapunasauomisen ja levon välillä millään mittausajankohdalla (kuva 12).



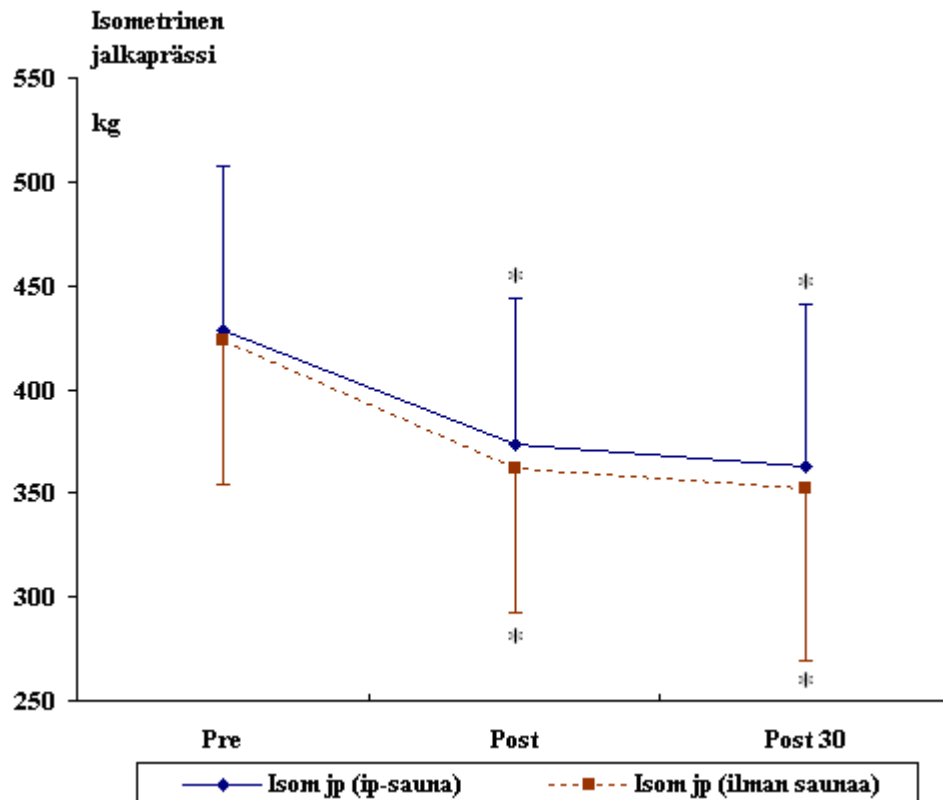
Kuva 11. Sykearvot voimakuormituksissa ja palautumisen aikana. (# = tilastollinen merkitsevä ero kuormitusten välillä ja * = tilastollinen merkitsevä ero ennen -arvoon verrattuna). Pre=ennen, post pp= penkkipunnerrussarjojen jälkeen, post jp= jalkaprässisarjojen jälkeen, sauna 10 = 0-10minuutin keskiarvo kuormitusosion jälkeen, sauna 20 = 10-20 minuutin keskiarvo kuormitusosien jälkeen jne.



Kuva 12. Verenpaineet (systolinen ja diastolinen) voimakuormituksissa ja palautumisen aikana infrapunasauanomisen kanssa (ip-sauna) ja ilman saunomista.

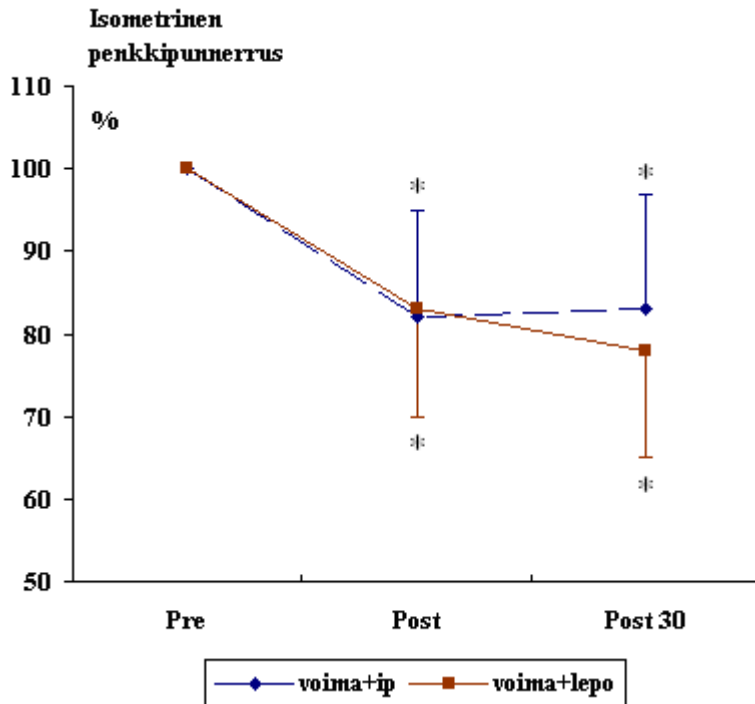
5.2.2 Hermolihasjärjestelmän suorituskyky

Isometrinen jalkaprässi. Maksimaalisessa isometrisessä jalkojen ojennuksessa tulos laski merkitsevästi molemmissa kuormituksissa ennen -arvoon verrattuna (ip-sauna $p<0,001$ ja ilman saunaa $p<0,001$) ja 30min kuormituksen jälkeen mitattu arvo oli molemmissa tapauksissa merkitsevästi ennen -arvoa alhaisempi (kuva 13). Kuormitusten välillä ei ollut merkitsevää eroa absoluuttisina tuloksina eikä suhteellisina tuloksina.



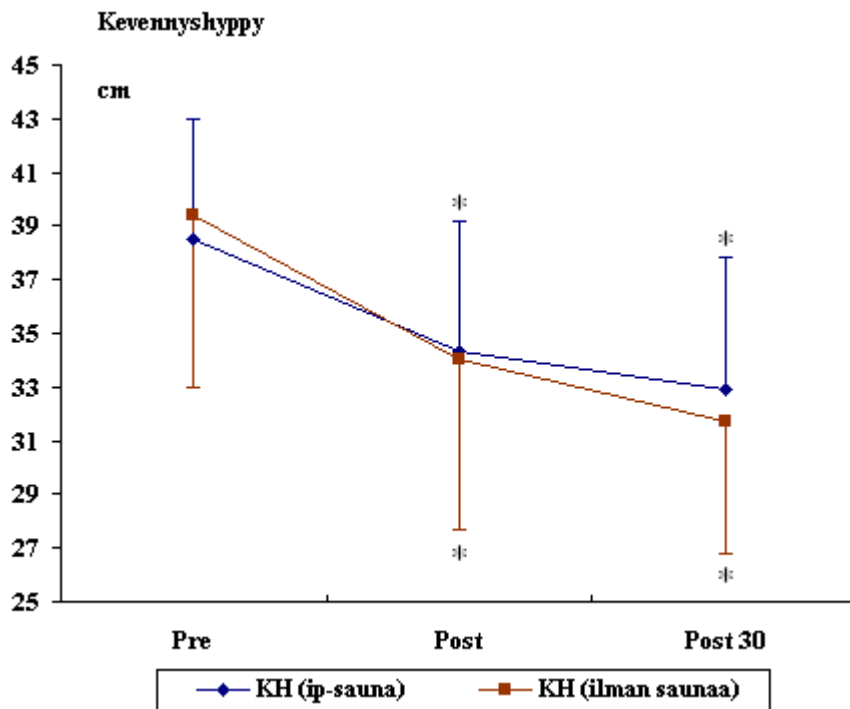
Kuva 13. Isometrisen jalkaprässin tulokset ennen (pre), heti jälkeen kuormituksen (post) ja heti jälkeen saunomisen/saunattoman palautumisen (post 30). * = tilastollinen merkitsevä ($p<0,05$) ero pre-arvoon verrattuna.

Isometrinen penkkipunnerrus. Maksimaalisen isometrisen käsien ojennustulos laski merkitsevästi molemmissa kuormituksissa (ip-sauna $p<0,001$ ja ilman saunaa $p<0,001$) ja myös 30 minuuttia kuormituksen jälkeen tulos oli molemmissa tapauksissa ennen -arvoa merkitsevästi alempi (ip-sauna $p<0,001$ ja ilman saunaa $p<0,001$) (kuva 14). Tilastollisesti merkitsevää eroa kuormitusten välillä ei ollut, kun verrattiin absoluuttisina kiloina tuloksia eikä myöskään suhteellisesti verrattuina tuloksina.



Kuva 14. Isometrisen penkkipunnerruksen tulokset ennen (pre), heti jälkeen kuormituksen (post) ja heti jälkeen saunomisen/saunattoman palautumisen (post 30). * = tilastollinen merkitsevä ero ($p < 0,001$) pre-arvoon verrattuna.

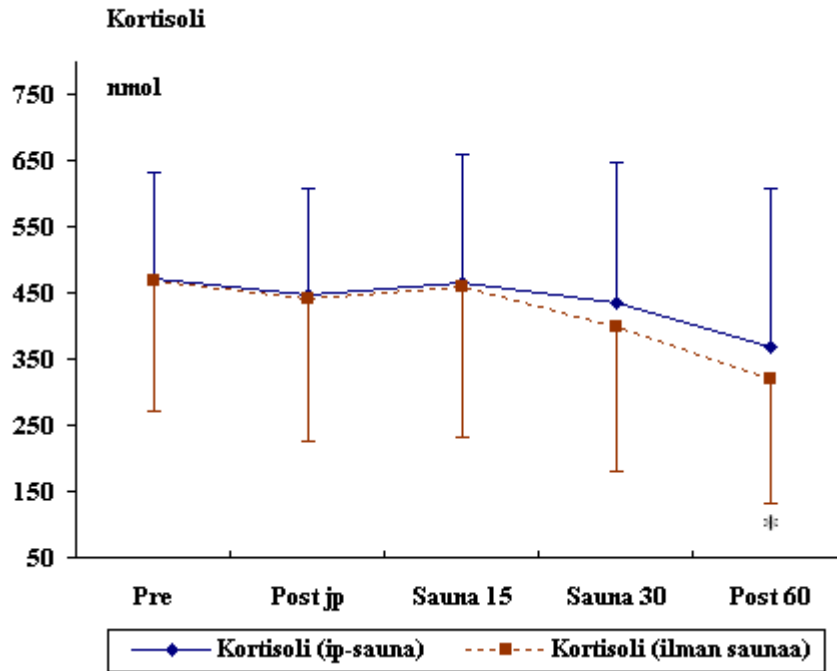
Kevennyshyppy. Jalkojen ojentajalihasten nopeusvoimaa kuvaava kevennyshyppytulokset (kuva 15) oli merkitsevästi alhaisempi molemmissa kuormituksissa ennen -arvoon verrattuna heti kuormituksen jälkeen (ip-sauna $p < 0,001$ ja ilman saunaa $p < 0,001$) ja myös 30min kuormituksen jälkeen (ip-sauna $p < 0,001$ ja ilman saunaa $p < 0,001$). Tilastollisesti merkitsevää eroa ei ollut kuormitusten välillä millään mittausajankohdalla absoluuttisina tuloksina ($p = 0,498$) eikä myöskään suhteellisesti verrattuina tuloksina ($p = 0,109$).



Kuva 15. Kevennyshypyn tulokset ennen (pre), heti jälkeen kuormituksen (post) ja 30 min jälkeen saunomisen/saunattoman palautumisen (post 30). * = tilastollinen merkitsevä ero ($p < 0,001$) pre -arvoon verrattuna.

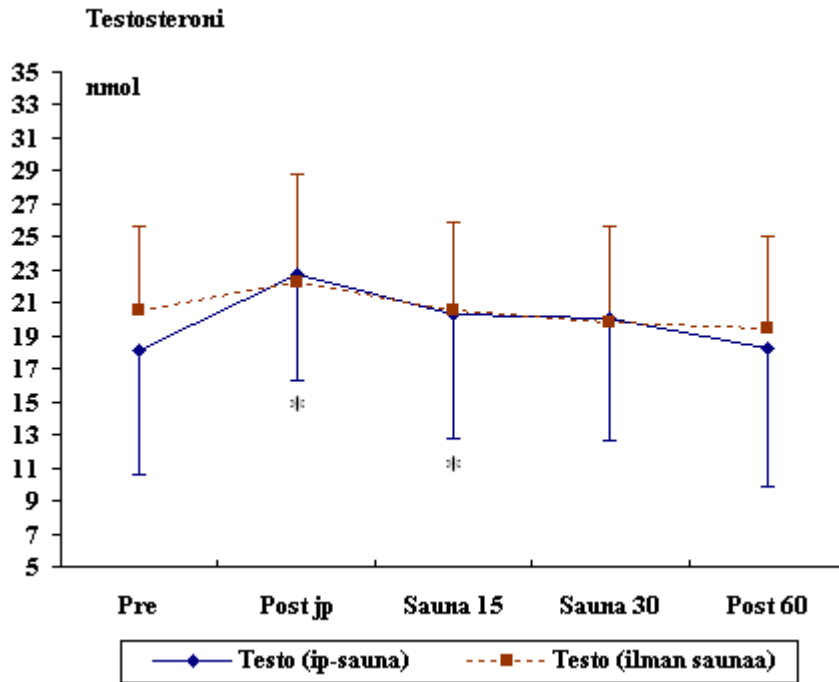
5.2.3 Hormonit

Kortisoli. Kortisolipitoisuudessa ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia kuormituksen vaikutuksesta (kuva 16) eikä palautumisen aikana. Saunattoman palautumisen 60 minuuttia kuormituksen jälkeinen arvo (320 ± 188 nmol) oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi alhaisempi kuin ennen -arvo (468 ± 197 nmol). Kuormitusten välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.



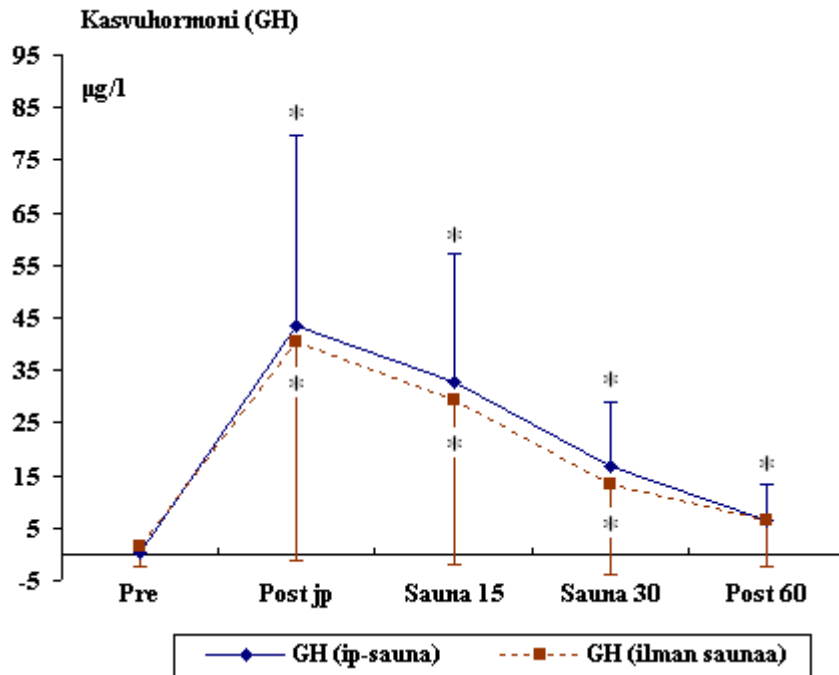
Kuva 16. Seerumin kortisolipitoisuudet ennen (pre), kuormituksen jälkeen (post jp), infrapunasaunomisen/saunattoman palautumisen 15 min kohdalla (sauna 15), infrapunasaunomisen/saunattoman palautumisen 30 min kohdalla ja 60 min kuormituksen jälkeen (post 60). * = tilastollinen merkitsevä ($p < 0,05$) ero pre-arvoon verrattuna.

Testosteroni. Voimakuormitus sai aikaan testosteronipitoisuuden kasvun, joka on tilastollisesti merkitsevä ($p = 0,000$) vain infrapunasaunomista edeltävillä voimakuormituksilla (kuva 17). Kuitenkaan palautusmetodien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.



Kuva 17. Seerumin testosteronipitoisuudet ennen (pre), kuormituksen jälkeen (post jp), infrapunasauonimisen/saunattoman palautumisen 15min kohdalla (sauna 15), infrapunasauonimisen/saunattoman palautumisen 30min kohdalla ja 60min kuormituksen jälkeen (post 60). * = tilastollinen merkitsevä ($p < 0,05$) ero pre-arvoon verrattuna.

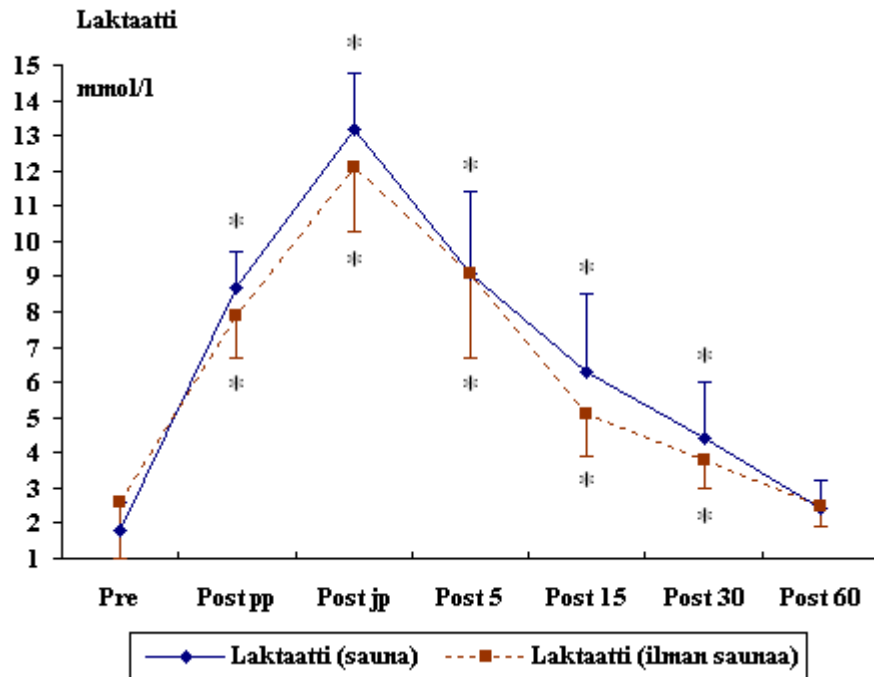
Kasvuhormoni. Seerumin kasvuhormonipitoisuus nousi tilastollisesti merkitsevästi ($p=0,008$ ja $p=0,018$) voimakuormituksen vaikutuksesta (kuva 18) ja pysyi lepotasoa korkeammalla seuranneen tunnin ajan. Palautumismetodien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa millään mittausajankohdalla.



Kuva 18. Seerumin kasvuhormonipitoisuudet ennen (pre), kuormituksen jälkeen (post jp), infrapunasaunomisen/saunattoman palautumisen 15min kohdalla (sauna 15), infrapunasaunomisen/saunattoman palautumisen 30min kohdalla ja 60min kuormituksen jälkeen (post 60). * = tilastollinen merkitsevä ($p < 0,05$) ero pre-arvoon verrattuna.

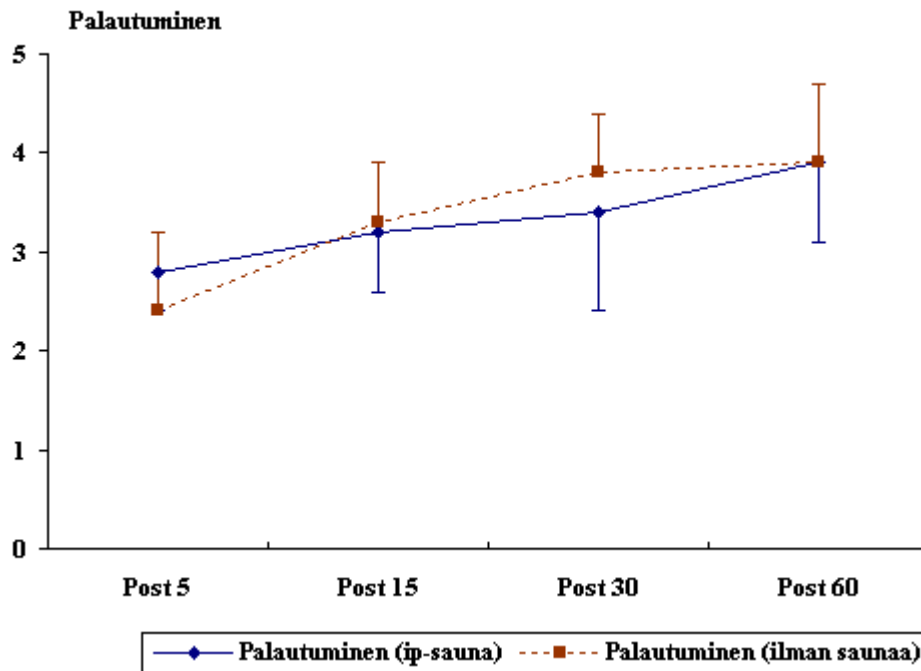
5.2.4 Laktaattipitoisuus ja tuntemukset

Laktaattipitoisuus. Laktaattipitoisuus oli korkeimmillaan heti jalkaprässisarjojen jälkeen ja laski tämän jälkeen lepotasolle seuranneen tunnin aikana. Palautumismetodien välillä ei ollut laktaattipitoisuuksissa merkitseviä eroja millään mittausajankohdalla (kuva 19).



Kuva 19. Laktaattipitoisuudet voimakuormitusosioissa. Pre = ennen, Post=jälkeen (Post 5, Post 15 ja Post 30 ovat mittauksia infrapunasaunomisen tai saunattoman palautumisen aikana.) * = tilastollinen merkitsevä ($p < 0,05$) ero pre-arvoon verrattuna.

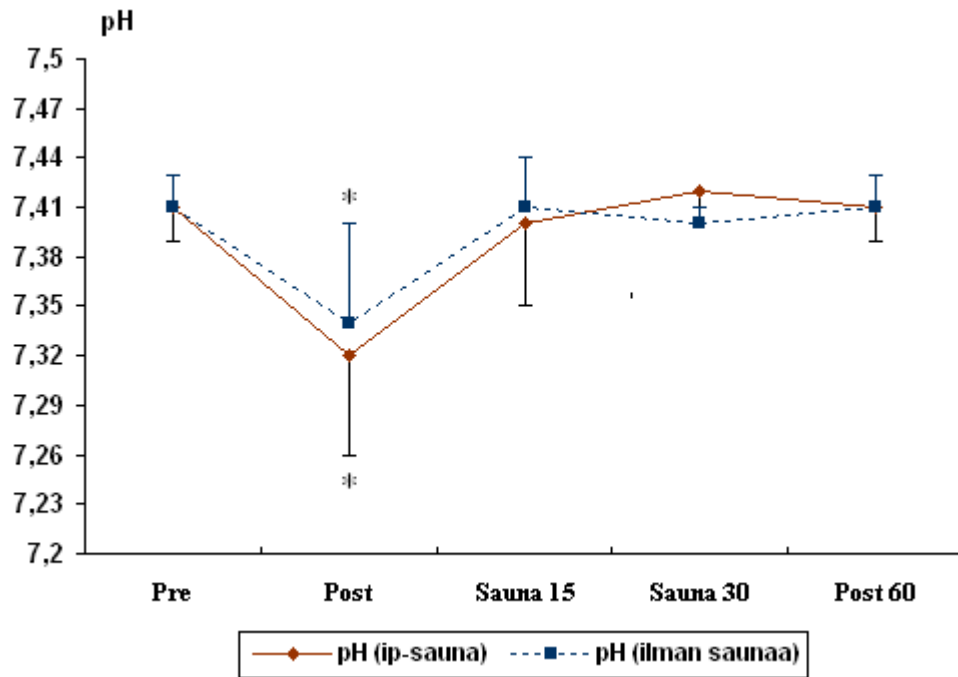
Tuntemukset. RPE (asteikko 6-20) oli kaikki suoritukset huomioiden penkkipunnerruksessa $14,7 \pm 2,0$ ja jalkaprässissä $17,1 \pm 1,6$, joten tämän perusteella kyseessä oli erittäin rasittava voimaharjoitus. Palautumistuntemukset (asteikko 1-5) eivät eronneet merkitsevästi eri palautumismetodien välillä (kuva 20).



Kuva 20. Palautumistuntemukset. Kuormituksen jälkeistä palautumistuntemusta mitattiin asteikolla 1-5:een: 1= ei yhtään palautunut, 2=vähän palautunut, 3=melko palautunut, 4=hyvin palautunut ja 5=täysin palautunut.

5.2.5 pH ja elektrolyytit

Veren pH laski voimakuormituksen vaikutuksesta merkitsevästi ($p=0,001$ ja $p=0,011$) (kuva 21), mutta palautui ennen - tasolle jo 15 minuutin jälkeen. Palautumismetodien välillä ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja.



Kuva 21. Veren pH voimakuormitusosioissa ja palautumisen aikana. Sauna 15 ja Sauna 30 ovat mittauksia infrapunasaunomisen tai saunattoman palautumisen aikana. * = tilastollinen merkitsevä ($p < 0,05$) ero pre-arvoon verrattuna.

Taulukossa 6 on elektrolyyttien (Na^+ , K^+ ja Ca^{2+}) sekä hemoglobiinin ja hematokriittien tulokset voimaharjoituksissa ja palautumisten aikana. Palautumismetodien välillä ei ollut näissä muuttujissa tilastollisesti merkitseviä eroja, vaikka joitakin tilastollisesti merkitseviä eroja ennen -arvoon verrattuna löytyikin.

Taulukko 6. Natriumin, kaliumin ja kalsiumin sekä hemoglobiinin ja hematokriitin muutokset voimaharjoituksen vaikutuksesta ja palautumisen aikana.

	Pre	Post	Sauna 15	Sauna 30	Post 60
<u>Na⁺ (mmol/l)</u>	<u>139 ± 2</u>	<u>141 ± 2*</u>	<u>140 ± 3</u>	<u>139 ± 2</u>	<u>139 ± 2</u>
Na⁺ (mmol/l)	139 ± 1	140 ± 3	139 ± 2	137 ± 5	139 ± 3
<u>K⁺ (mmol/l)</u>	<u>4,5 ± 0,2</u>	<u>4,7 ± 0,5*</u>	<u>4,9 ± 0,3*</u>	<u>5,3 ± 0,3*</u>	<u>4,8 ± 0,3</u>
K⁺ (mmol/l)	4,8 ± 0,3	4,5 ± 0,3	4,7 ± 0,2	5,1 ± 0,5	5,0 ± 0,5
<u>Ca²⁺ (mmol/l)</u>	<u>1,17 ± 0,03</u>	<u>1,17 ± 0,03</u>	<u>1,16 ± 0,04</u>	<u>1,18 ± 0,04</u>	<u>1,21 ± 0,04*</u>
Ca²⁺ (mmol/l)	1,17 ± 0,04	1,17 ± 0,04	1,16 ± 0,03	1,19 ± 0,04	1,22 ± 0,05*
<u>Hemoglobiini (g/l)</u>	<u>159 ± 12</u>	<u>166 ± 11*</u>	<u>158 ± 12</u>	<u>161 ± 10</u>	<u>155 ± 8</u>
Hemoglobiini (g/l)	160 ± 13	162 ± 11	159 ± 10	158 ± 11	155 ± 10
<u>Hematokriitti (%)</u>	<u>0,47 ± 0,04</u>	<u>0,49 ± 0,03*</u>	<u>0,48 ± 0,03</u>	<u>0,47 ± 0,03</u>	<u>0,45 ± 0,02</u>
Hematokriitti (%)	0,47 ± 0,03	0,48 ± 0,03	0,46 ± 0,03*	0,46 ± 0,03*	0,45 ± 0,02*

Alleiviivatut ja ylempänä olevat tulokset ovat infrapunasaunapalautumisen sisältäneestä kuormituksesta ja alempana olevat tulokset ovat saunattoman palautumisen kuormituksesta. * = tilastollinen merkitsevä (p<0,05) ero pre-arvoon verrattuna.

6 POHDINTA

Päätulokset. Tilastollisesti merkitseviä eroja voimakuormituksen palautumismetodien välillä ei löytynyt hermolihasjärjestelmän suorituskyvyn mittauksista, hormonivasteista, pH:sta, laktaatista, elektrolyyteistä, verenpaineesta ja palautumistuntemuksista. Isometrisissä voimamittauksissa ja kevennyshypyssä tulokset olivat tosin keskiarvoiltaan parempia infrapunasaunomisen jälkeen verrattuna palautumisen ilman saunaa, mutta tilastollisesti merkitseviä eroja ei ollut. Mäntykosken (2010) tutkimuksessa infrapunasaunominen edisti suorituskyvyn palautumista kestävyysuurnituksen jälkeisissä kevennyshypyissä. Tämän tutkimuksen tulokset antavat samansuuntaisia viitteitä, vaikka tilastollisia eroja ei ollut niin absoluuttisissa tuloksissa kuin suhteellisissa tuloksissakaan. Yksilölliset erot kevennyshyppytuloksissa olivat tässä tutkimuksessa tosin suurempia kuin Mäntykosken tutkimuksessa, mikä johtunee voimakuormituksen aiheuttamasta suuremmasta vaikutuksesta suorituskykyyn. Suorituskyky kaikissa voimamittauksissa oli tässä tutkimuksessa vielä tunti kuormituksen jälkeen merkitsevästi lähtötasoa alhaisempi, kun taas Mäntykosken mittauksessa suorituskyky oli tunnin jälkeen jopa lähtötasoa korkeampi.

Kuormitus: Hypertrofiset voimakuormitukset olivat erittäin kovia, mistä kertovat kuormituksen RPE (kuormituksen jälkeen keskimäärin $17,1 \pm 1,6$), laktaattipitoisuuden nousu (kuormituksen jälkeen keskimäärin $13,5 \pm 1,6$ mmol/l) ja suorituskyvyn aleneminen isometrisessä voimamittauksissa ja kevennyshypyissä. Kovatehoisessa hypertrofisessa voimaharjoituksessa veren laktaattipitoisuuden on raportoitu nousevan jopa 10-25 mmol/l tasolle. (Tesch ym. 1986 ja Fleck & Kraemer 1997) Tällaisesta kuormituksesta täydellinen palautuminen voi viedä jopa useita vuorokausia (Ahtiainen ym. 2002 ja Zatsiorsky ym. 1995). Tässä tutkimuksessa suorituskyky voimamittauksissa oli alempi 30 minuuttia suorituksen jälkeen verrattuna mittauksiin välittömästi suorituksen jälkeen kaikissa muissa voimamittauksissa paitsi käsien ojentajalihasten isometrisessä voimamittauksessa. Näidenkin tulosten perusteella voidaan todeta, että kyseessä oli hyvin kova hypertrofinen voimaharjoitus, joka aiheuttaa lihasvaurioita ja –arkuutta ja josta hermoston ja lihasvaurioiden täydellinen palautuminen vie aikaa. (Stiff 2000) Tunti kuormituksen jälkeen kaikki verimuuttajat olivat palautuneet lähtötasolle, vaikka suorituskyky oli edelleen merkitsevästi alkuarvoa alhaisempi. Tämä viittaisi lihasvaurioiden syntyyn ja, koska palautumista ei seurattu pitemmälle kuin tunti kuormituksen jälkeen, on mahdotonta sa-

noa, vaikuttaako infrapunasaunominen positiivisesti hermolihaskäytännön suorituskykyyn palautumisen myöhäisemmässä vaiheessa. Tällöin suorituskyky palautuisi lähtötasolle nopeammin infrapunasaunomisen avulla kuin ilman.

Laktaatti ja pH. Aktiivisten palautumismetodien hyödyt liittyvät ennen kaikkea tehostettuun laktaatin poistoon verestä ja pH:n nopeampaan nousuun alkutasolle. Tämä tapahtuu lihasaktiivisuuden aikaan saamasta verenkierron lisääntymisestä lihaksissa (Bogdanis ym. 1996). Tässä tutkimuksessa laktaatin poistumisnopeudessa ja pH:n palautumisessa ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja palautumismetodien välillä, vaikka sykkeen tilastollisesti korkeammat arvot infrapunasaunomisen aikana osoittavat verenkierron lisääntyneen elimistössä. Kuitenkin laktaatti oli molemmissa tapauksissa palautunut lepotasolle vasta tunnin kuluttua suorituksesta ja pH alkutasolle molemmissa tapauksissa 15 minuuttia kuormituksen jälkeen. Korkeammat sykearvot infrapunasaunomispalautuksen aikana verrattuna palautumiseen ilman saunomista eivät tämän perusteella kuitenkaan tehostaneet lihasten verenkierron kautta palautumista vaan koko elimistön lämmönsäätelyä.

Hormonit. Hormonipitoisuuksista ei löytynyt tilastollisesti merkitseviä eroja palautumismetodien välillä. Voimakuormitus sai aikaan suuren kasvun seerumin kasvuhormonipitoisuudessa, joka palautui 60 minuutissa lähtötasolle. Sen sijaan kortisolipitoisuudessa kuormitus ei aiheuttanut suurta pitoisuuden nousua, mutta palautumisen edetessä kortisolipitoisuus laski alkutasoa alhaisemmaksi. Kortisolivasteen vähäisyys johtunee kuormituksen ajankohdasta, sillä voimakuormitus tehtiin aamupäivällä. Kortisolivaste harjoitukseen on aamuisin muuta ajankohtaa vähäisempi, koska tällöin kortisolipitoisuus on muutenkin korkealla (Scheen ym. 1998). Testosteronipitoisuus verrattuna alkuarvoon nousi merkitsevästi vain infrapunasaunomista edeltäneessä kuormituksessa. Ero johtunee ilman saunaa palautumista edeltäneen kuormituksen alkuarvon suuruudesta. Heti suorituksen jälkeen ja palautumisen aikana arvot olivat samansuuruiset. Kasvuhormonipitoisuus nousi merkitsevästi kuormituksen vaikutuksesta ja palautumismetodien välillä ei ollut merkitseviä eroja missään mittausajankohdassa. Kuitenkin infrapunasaunomisen sisältäneessä palautumisessa tunnin jälkeen arvo oli vielä merkitsevästi ennen – arvoa korkeampi, kun taas saunattomassa palautumisessa tunnin jälkeen arvo ei ollut ennen – arvoa suurempi. Tämä viittaisi infrapunasaunomisen nostavan kasvuhormonipitoisuutta ja siten anabolista vastetta vaikkakin palautumismetodien välillä eroa ei ollut. Kasvu-

hormonipitoisuuksien mittauksiin vaikuttaa suuresti kasvuhormonin erityksen suuri vaihtelu lyhyessä ajassa. (Kraemer 1998a)

Palautumisen tuntemukset. Saunomisen palautumisen tuntemuksia arvioitiin asteikolla yhdestä viiteen. Palautumisen tuntemuksissakaan ei ollut tilastollisesti merkitseviä eroja palautumismetodien välillä, vaan tuntemusten mukaan koehenkilöt olivat tunnin jälkeen jo hyvin palautuneet. Palautumisen tuntemusten arviointiin vaikutti kuitenkin koehenkilöiden istuminen, jonka takia heidän oli vaikea arvioida lihasten palautumista.

Infrapunasaunomisen vasteet lepotilassa ja niiden erot tavalliseen saunomiseen.

Infrapunasaunan säteilyenergia lämmittää ihmiskehoa jopa 4-5cm syvyyteen, joka saa aikaan lisääntyneen verenkierron, pintaverisuonten laajenemisen ja voimakkaan hikoilun ylimääräisen lämmön poisjohtamiseksi. (Beever 2009). Tässä tutkimuksessa 30 minuutin saunominen infrapunasaunassa nosti sykettä lepotasoa korkeammalle ja hikoilu (=painon muutos) oli keskimäärin 0,8 litraa. Yksilölliset erot hikoilussa olivat kuitenkin suuria. Toisilla koehenkilöillä voimakas hikoilu alkoi jo viiden minuutin saunomisen jälkeen ja toisilla voimakasta hikoilua ei tullut ollenkaan. Systolinen ja diastolinen verenpaine lasivat saunomisen aikana, mikä johtunee lämmön aiheuttamasta verisuonten laajenemisesta. Hormonipitoisuuksissa ei tapahtunut muutoksia saunomisen aikana, mutta saunomisen jälkeen kortisolipitoisuus oli merkitsevästi alhaisempi ja kasvuhormonipitoisuus merkitsevästi korkeampi kuin pitoisuudet ennen saunomista. Tämän perusteella infrapunasaunominen saa aikaan kasvun kannalta positiivisen anabolisen eli rakentavan hormonivasteen.

Infrapunasaunomisen ja tavallisen saunomisen tuloksia verrattaessa tilastollisia merkitseviä eroja löytyi sykkeen ja pH:n tuloksista. Tavallisessa saunassa syke nousi korkeammalle kuin infrapunasaunassa. Tämä ero johtunee tavallisen saunan suuremmasta ilmakehän kosteudesta, jonka vaikutuksesta tavallisessa saunomisessa elimistön lämmönsäätely ja sen myötä verenkierto joutuu toimimaan aktiivisemmin kuin infrapunasaunonnassa. Tavallisen saunonnan korkeampi pH- arvo on mielenkiintoinen tulos, sillä happoemästasapainoon suuresti vaikuttavassa verenkierron puskurissa bikarbonaatissa ei ollut eroja saunomisten välillä. Muissa mitatuissa muuttujissa saunomisen vasteet eivät tilastollisesti merkitsevästi eronneet toisistaan. Myös tavallinen saunominen aiheutti hormonivasteen, jossa kortisolipitoisuus laski ja kasvuhormonipitoisuus kohosi saunonnan vaikutuksesta.

Aiempien tutkimusten mukaan tavallisen saunomisen vaikutukset kortisoli-, kasvuhormoni- ja testosteronipitoisuuksiin ovat olleet ristiriitaiset. (Hannuksela 2001)

Virhelähteet: Kokonaisuudessaan mittaukset onnistuivat hyvin. Seuraavassa pohdin kuitenkin joitakin mahdollisista virhelähteistä. Voimaharjoituksissa käytettiin absoluuttisesti samoja kuormia ja sarjat pyrittiin tekemään aina kymmeneen toistoon asti joko itse tai avustuksen avulla. Näin koehenkilön voimakuormitukset olivat kuormittavuudeltaan hyvin identtisiä keskenään. Tästä huolimatta voimakuormituksen jälkeiset akuutit tunteukset saattoivat erota toisistaan huomattavasti. Kehon palautuminen kuormituksesta saattoi lähteä hyvin eri lähtökohdista. Esimerkiksi kahdelle koehenkilölle jalkaprässisarjojen tekeminen aiheutti toisella kerralla erityisen heikon olon ja huimausta, jota ei ilmaantunut samanlaisessa kuormituksessa aiemmin. Myös voimaharjoituksen kovuus yllätti monet koehenkilöt ja se saattoi vaikuttaa psyykkisesti seuraavaan kuormituskertaan. Esimittauksessa koehenkilöt totutettiin voimaharjoitukseen tekemällä toistomaksimitestit niin penkkipunnertamalla kuin jalkaprässissä, mutta silti voimakuormituksen kovuus yllätti. Näiden lisäksi, vaikka koehenkilöiden valmistautuminen mittauksiin pyrittiin vakioimaan, tulivat koehenkilöt mittauksiin todennäköisesti vähän eri vireyslähdekohdista sekä fyysisesti että psyykkisesti, mikä toisaalta on luonnollista vuorokausivaihtelua.

Infrapunasaunomiseen liittyviä ongelmia olivat infrapunasaunan lämpötilan vakioiminen ja infrapunasaunomistilanteen rauhoittaminen. Infrapunasaunan lämpötila säädettiin 50 celcius -asteeseen, mutta verinäytteiden ja muiden mittausten takia saunan ovea jouduttiin pitämään auki aina mittaukseen tarvittava aika. Näin saunan lämpötila hieman laski ja myös koehenkilöiden rentoutuminen infrapunasaunonnassa vaikeutui. Samat mittaukset tehtiin yhtä tiheään myös ilman saunomista tapahtuvassa palautumisessa, joten tältä osin tuloksia voidaan verrata. Kuitenkin tämä tiheä näytteenotto saattoi vaikuttaa koehenkilöiden infrapunasaunomisen tuntemuksiin ja myös ehkä joihinkin muihin palautumismuuttujiin, jos vertaisi tilanteeseen, jossa näytteitä otettaisiin vain ennen ja jälkeen saunomisen ja ovi olisi kiinni koko ajan.

Jatkotutkimuksia. Infrapunasaunomisen vaikutusta palautumiseen olisi mielenkiintoista tutkia asetelmalla, jossa infrapunasaunomista käytettäisiin palautumisen tehostajana useiden kertojen hoitajaksoina. Infrapunasaunomista on käytetty terapiahoitona, jossa

hoitajakso on koostunut 10 saunomiskerrasta kahden viikon aikana. Terapialla on saatu positiivisia tuloksia mm. kohonneen verenpaineen ja erilaisten kroonisten kipujen hoidossa (Beever 2009). Tämän tyyppisen käsittelyn vaikutuksia palautumiseen olisi hyvä tutkia.

Johtopäätös: Infrapunasaunomisella välittömästi kovan voimakuormituksen jälkeen ei tämän tutkimuksen perusteella voida nopeuttaa akuuttia palautumista erittäin raskaasta voimaharjoituksesta. Suuntaa antavasti kuitenkin lihasten nopea voimantuotto hyppysuorituksessa oli kuitenkin hieman parempi infrapunasaunomisen jälkeen, mikä tukee infrapunasaunomisen parantavaa vaikutusta kestävyysharjoituksesta palautumiseen (Mäntykoski 2010). Infrapunasaunominen lepotilassa saa aikaan positiivisen anabolisen hormonivasteen eli kasvuhormonipitoisuuden kasvun ja hajottavan kortisolipitoisuuden laskun ja lisäksi veren pienen emäksisyyden lisääntymisen.

7 LÄHTEET

Ahtiainen, J.P., Pakarinen, A., Kraemer, W.J. & Häkkinen, K. 2003. Acute hormonal and neuromuscular responses and recovery to forced vs. maximum repetitions multiple resistance exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 24 (6), 410-418.

Ahtiainen, J. 2001. Akuutti hormonaalinen ja neuromuskulaarinen vaste maksimi- ja pakkotoistokuormituksessa. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro Gradu tutkielma.

Beever R. 2009. Far-infrared saunas for treatment of cardiovascular risk factors. *Can Fam Physician* 2009;55:691-6

Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Lakomy, H. K. A., Graham. C. M. & Louis, G. 1996. Effects of active recovery on power output during repeated maximal sprint cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 74, 461-469.

Bompa, T. O. 1999. *Periodization: theory and methodology of training*. 4th ed. Champaign (IL): Human Kinetics

Corder, K., Potteiger, J., Nau, K., Figoni, S. & Hershberger, S. 2000. Effects of active and passive recovery conditions on blood lactate, rating of perceived exertion, and performance during resistance exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research* 14, 2, 151-156

Danhaive PA, Rousseau GG. Evidence for sex-dependent anabolic response to androgenic steroids mediated by muscle glucocorticoid receptors in the rat. *J Steroid Biochem*. 1988 Jun;29(6):575-81

Dupont, G., Moalla, W., Guinhouya, C., Ahmaidi, S. & Berthoin, S. 2004. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercise. *Medical Science of Sports Exercise*, 36 (2), 302-308.

Gibala, M.J., MacDougall, J.D., Tarnopolsky, M.A., Stauber, W.T. & Elorriaga, A.

1995. Changes in human skeletal muscle ultrastructure and force production after acute resistance exercise. *J Appl Physiol* 78, 2, 702 – 708.

Guyton, A. C. & Hall, J.E. 2000. *Textbook of Medical Physiology*. Philadelphia. W. B. Saunders Company, 1 - 1064.

Fleck, S.J. & Kraemer W.J. 1997. *Designing resistance training programs*, 2nd ed. Human Kinetics, Champaign, Illinois.

Hannuksela, M. L. MD, Samer Ellahham, MD. Benefits and Risks of Sauna Bathing. *The American Journal of Medicine*. 2001; 110: 118-126.

Häkkinen, K. 1990. *Voimaharjoittelun perusteet, vaikutusmekanismit, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi*. Gummerus kirjapaino OY, Jyväskylä, 5 - 244.

Häkkinen K, Pakarinen A. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in men and women at different ages. *Int J Sports Med* 1995 Nov;16(8):507-13

Joubert Y, Tobin C. Testosterone treatment results in quiescent satellite cells being activated and recruited into cell cycle in rat levator ani muscle. *Dev Biol*. 1995 May;169(1):286-94

Kraemer WJ, Häkkinen K, Newton RU, Nindl BC, Volek JS, McCormick M, Gotshalk LA, Gordon SE, Fleck SJ, Campbell WW, Putukian M, Evans WJ. Effects of heavy-resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. *J Appl Physiol*. 1999 Sep;87(3):982-92

Kraemer, W.J., Häkkinen, K., Newton, R.U., McCormick, M., Nindl, B.C., Volek, J.S., Gotshalk, L.A., Fleck, S.J., Campbell, W.W., Gordon, S.E., Farrell, P.A. & Evans, W.J. 1998a. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in younger and older men. *Eur J Appl Phys* 77, 3, 206 - 211.

Kraemer, W.J., Staron, R.S., Hagerman, F.C., Hikida, R.S., Fry, A.C., Gordon, S.E.,

Nindl, B.C., Gothshalk, L.A., Volek, J.S., Marx, J.O., Newton, R.U. & Häkkinen, K. 1998b. The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *Eur J Appl Phys* 78, 1, 69 - 76.

Kraemer, W.J. 1992. Hormonal mechanism related to the expression of muscular strength and power. Teoksessa Komi P.V. (toim.) *Strength and Power in Sport*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 64 - 76.

Komi, P. V. 2003. *Strength and power in sport*. Blackwell Science Ltd, Osney Mead, Oxford OX2 0EL, UK.

Linnamo, V, Pakarinen A, Komi PV, Kraemer WJ, Häkkinen K. 2005. Acute hormonal responses to submaximal and maximal heavy resistance and explosive exercises in men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005, 19(3), 566-571

Madon, M. S., Bishop, D. & Fournier, P.A. 2002. Recovery from a sprint: Impact of active recovery. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 5 (4 suppl.), 44.

Maughan, R. & Gleeson, M. 2004. *The biochemical basis of sport performance*. Oxford University press.

McArdle et al 2007. *Exercise physiology, Energy, Nutrition and Human Performance*. Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore, ML USA.

Morgan, D.L. & Allen, D.G. 1999. Early events in stretch-induced muscle damage. *J Appl Physiol* 87, 6, 2007 - 2015. Review.

Mäntykoski, M 2010. Infrapunasaunomisen vaikutukset kestävyyskuormituksesta palautumiseen nuorilla kuntoilijamiehillä. Kandidaatintutkielma, Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.

Nummela, A. 1997. Energia-aineenvaihdunta. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. & Keskinen, K. (toim.) *Nykyaikainen urheiluvalmennus*. Mero Oy, Jyväskylä, 119 - 126.

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

Pullinen, T., Mero, A., Huttunen, P., Pakarinen, A. & Komi, P.V. 2002. Hormonal responses to a resistance exercise performed under the influence of delayed onset muscle soreness. J Strength Cond Res 16, 3, 383-389.

Scheen AJ, Buxton OM, Jison M, Van Reeth O, Leproult R, L'Hermite-Baleriaux M, Van Cauter E. Effects of exercise on neuroendocrine secretions and glucose regulation at different times of day. Am J Physiol. 1998 Jun;274(6 Pt 1):E1040-9

Sjödin, B., Schele, R. & Karlsson, J. 1982. The physiological background of onset of blood lactate accumulation (OBLA). Teoksessa Komi P.V. (toim.) Exercise and Sport Biology 12. Human Kinetics Publishers Champaign, Illinois, 43 - 56.

Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, Fry AC, Gordon SE, Falkel JE, Hagerman FC, Hikida RS. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. J Appl Physiol. 1994 Mar;76(3):1247-55

Siff, M. 2000. Biomechanical foundations of strength and power training. Teoksessa Zatsiorsky, V. (toim.) Biomechanics in Sport: Performance Enhancement and Injury Prevention Blackwell Scientific Publications, Cambridge University Press, 103 - 139.

Tesch, P.A., Colliander, E.B. & Kaiser, P. 1986. Muscle Metabolism during intense, heavy-resistance exercise. Eur J Appl Physiol 55, 362 - 366.

Tomlin D.L & Wenger H.A.2001. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. Sports Med 31, 1, 1 - 11. Review.

Viru A, Viru M, Bosco C. Cortisol in training monitoring, Proceedings of 4th Annual Congress of the European College of Sport Science, 1999, s.185

Viru A. Plasma hormones and physical exercise. *Int J Sports Med.* 1992 Apr;13(3):201-9. Review.

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

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

Zatsiorsky, V. 1995. *Science and practice of strength training.* Human Kinetics, USA.

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 häiritseviä selkäkipuja?	___	___	___
6. Onko Sinulla toistuvia niska-hartiaseudun kipuja?	___	___	___
7. Onko Sinulla toistuvia liikkumista häiritseviä nivelkipuja? Missä nivelissä? _____	___	___	___
9. Oletko tuntenut poikkeavan voimakasta uupumusta liikkuessasi? (esim. jalat ovat valahtaneet voimattomiksi.)	___	___	___
10. Aiheuttaako fyysinen rasitus Sinulle usein päänsärkyä?	___	___	___
11. Onko lähisuvussasi veritulpaa saaneita?	___	___	___

Kuka ja missä iässä ensimmäinen kohtaus on ilmennyt? _____

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

- | | | | |
|---|---|---|---|
| <input type="checkbox"/> sepelvaltimotauti | <input type="checkbox"/> sydäninfarkti | <input type="checkbox"/> koronariivierapalle | <input type="checkbox"/> sydäntappo |
| <input type="checkbox"/> aivokalvontauti | <input type="checkbox"/> aivoverenvuoto/iskelmä | <input type="checkbox"/> sydämen rytmihäiriö | <input type="checkbox"/> sydämen taikauti |
| <input type="checkbox"/> kardiokävely | <input type="checkbox"/> sydänlaskosairaus | <input type="checkbox"/> sydämlaskimotukos | <input type="checkbox"/> munuaissairaus |
| <input type="checkbox"/> koronariivierapalle | <input type="checkbox"/> keuhkokuume | <input type="checkbox"/> astma | <input type="checkbox"/> munuaissairaus |
| <input type="checkbox"/> allergia | <input type="checkbox"/> kilpirauhasen toimintahäiriö | <input type="checkbox"/> diabetes | <input type="checkbox"/> anemia |
| <input type="checkbox"/> korkea veren kolesterolitaso | <input type="checkbox"/> korkea veren suola | <input type="checkbox"/> tuberkuloosi | <input type="checkbox"/> tuberkuloosi |
| <input type="checkbox"/> krooninen selkäsairaus | <input type="checkbox"/> makalaava | <input type="checkbox"/> palka-, ulkus-, tai haavatauti | <input type="checkbox"/> ruokatorvitulehdus |
| <input type="checkbox"/> mielellinen työtyytyväisyys | <input type="checkbox"/> kasvainten syöpä | <input type="checkbox"/> leikkaukset | <input type="checkbox"/> tapaturma- tai leikkaukset |
| <input type="checkbox"/> matala veren kalsium- tai magnesiumitaso | <input type="checkbox"/> koronariivierapalle | <input type="checkbox"/> aivo- tai keuhkokuume | |

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.
Rautopohjankatu 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 infrapunasauna on?

Vuonna 2005 maailmalla myytiin vuodessa n. 200 000 infrapunasaunaa. Suomeen saunat saapuivat ensimmäisen kerran vuoden 2006 alussa. Suomessakin infrapunalämmittämiä on jo pitkään käytetty sairaaloissa. Esimerkiksi keskoskaapeista lämmittimet löytyvät,

joten tämä jo osaltaan kertoo, kuinka turvallisesta tuotteesta on kyse. Infrapunasaunojen toiminta perustuu infrapunalämpöön. Se on säteilylämpöä, jota silmä ei havaitse. Esimerkiksi auringosta maan ilmakehään saapuvasta lyhytaaltoisesta säteilystä yli puolet on infrapunäsäteilyä (53 % kokonaisenergiasta), ultraviolettisäteilyä 8 % ja näkyvää valoa 39 %. Infrapunäsäteiden aallonpituus on 0,5 – 1000 mikrometriä ja se voidaan jakaa aallonpituudeltaan kolmeen osaan; lähi-infrapunäsäteily (aallonpituus 0,5 – 1,7 mikronia), keskipitkäinfrapunäsäteily (1,7 – 4 mikronia) ja pitkäaaltoinen infrapunäsäteily (4 – 1000 mikronia). Infrapunasaunojen käyttämä aallonpituus on yleensä 10 mikrometrin luokkaa, joten se on tyypiltään pitkäaaltoista infrapunäsäteilyä. Infrapunasaunojen lämpö perustuu putki- tai laattalämmittimiin, jotka säteilevät pitkäaaltoisia infrapunäsäteitä. Ne lämmitävät 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 suoritetta-

viin 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 palautumisas-teikko) mitataan ennen kuormitusta, heti kuormituksen jälkeen sekä 10 min välein tämän jälkeen. Verinäytteitä kyynärlaskimosta ja sormenpäästä 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 suorituskkyä kolmella tavalla; isometristä maksimaalista jalkojen ja käsien ojennusvoimaa sekä hermolihasjärjestelmän voimantuottonopeutta (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.

Sykkeen 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 infrapunasäunomisen vaikutuksista sekä omasta voima- ja kestävyysuorituskyvystään, ravinnosta, terveystuuttujista (veriarvot) ja palautumiskyvystään.

Tutkimukseen liittyvät riskit ja mahdolliset haitat

Infrapunasaunomiseen ei liity terveystorjuntaa, sillä se on maailmalla 13 vuotta käytetty saunomisen muoto. Maksimaalisissa lihasvoima- ja kestävyystesteissä on pieni tapaturmariski. Kestävyystesti suoritetaan kuitenkin hyvin matalilla tehoilla aloittaen ja porrastamalla tehoa nostaen, mikä valmistaa kehoa vähitellen kohti maksimisuoritusta. Näin esimerkiksi lihasvenähdysten ja -revähdyksen riski pienenee. Verinäytteet ottaa kyynärlaskimosta ja sormenpäältä 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 kansainvälinen 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 jännerevähdyttä, 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

Taulukko: Mittausten järjestys.

	E	V+S	V+L	K+S	K+L	T
kh 1	1	5	2	3	4	6
kh 2	1	5	2	4	3	x
kh 3	1	5	2	4	3	6
kh 4	1	3	5	2	4	6
kh 5	1	3	5	2	4	6
kh 6	1	3	4	2	5	6
kh 7	1	2	4	3	5	6
kh 8	1	5	3	4	2	6
kh 9	1	5	4	2	3	6
kh 10	1	2	5	4	3	x

kh = koehenkilö

E = esi- ja kontrollimittaus

V+S = voimaharjoitus + infrapunasaunominen

V+L = voimaharjoitus + lepo

K+S = kestävyysharjoitus + infrapunasaunominen

K+L = kestävyysharjoitus + lepo

x = ei osallistunut mittaukseen

LIITE 4

SAUNAKYSELY

Vastaa kysymyksiin saunomisen aiheuttamien tunteiden pohjalta ympäröimällä

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: kestävyys ___ voima ___ kontrolli ___
Sauna: infrapuna ___ tavallinen ___

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. Infrapunasauunassa hikoilin enemmän kuin tavallisessa saunassa	1	2	3	4	5
7. Infrapunasauominen oli rentouttavampaa kuin tavallinen sauminen	1	2	3	4	5
8. Infrapunasauunassa tuntemukset olivat merkittävästi erilaiset kuin tavallisessa saunassa	1	2	3	4	5

Jos vastasit 1 tai 2, millä tavalla tuntemukset erosivat?

9. Jos olit stressaantunut, tunsitko saunomisen jälkeen stressin vähentyneen?	1	2	3	4	5
10. Saunomisen jälkeen iho tuntui kimmoisammalta	1	2	3	4	5
11. Sauminen helpotti (mahdollista) päänsärkyäni	1	2	3	4	5

LIITE 5

RPE-TAULUKKO

Miltä rasitus tuntuu?

6	
7	erittäin kevyt
8	
9	hyvin kevyt
10	
11	kevyt
12	
13	hieman rasittava
14	
15	rasittava
16	
17	hyvin rasittava
18	
19	erittäin rasittava
20	en jaksa enää