

**NOPEAN PAINONPUDOTUKSEN VAIKUTUKSET KEHON KOOSTUMUKSEEN SEKÄ
NESTE- JA HORMONITASAPAINOON KANSALLISEN HUIPPUTASON PAINIJOILLA**

Pasi Sarkkinen

Pro Gradu –tutkielma

Syksy 2007

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaajat:

Heikki Kainulainen

Tuomo Karila

Antti Mero

TIIVISTELMÄ

Sarkkinen, Pasi 2007. Nopean painonpudotuksen vaikutukset kehon koostumukseen sekä neste- ja hormonitasapainoon kansallisen huipputasoisten painijoilla. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto. Pro Gradu –tutkielma.

Nopean ja suuren painonpudotuksen vaikutuksia urheilijan elimistöön on tutkittu verrattain vähän ja mahdollisia terveydellisiä riskejä ei ole juurikaan tiedostettu. Nopea painonpudotus on hyvin yleisesti käytetty menetelmä painoluokkalajeissa, kun normaalipaino ylittää kilpailusarjan. Painijoiden painon pudotus ala- ja keskisarjoissa on useimmiten 5-8 kg eli 8-12 % kehonpainosta.

18 tervettä suomalaista painijaa osallistui kreikkalais-roomalaisen tyylin SM-kilpailuihin (2004). Heidän kehon koostumus (DXA –menetelmä), kehon paino, eräät verimuuttujat (Hb, Hkr, Krea) sekä seerumin hormonitasot (testosteroni, LH, SHBG, IGF-1) mitattiin kolme viikkoa ennen kilpailua. Koehenkilöt alensivat painoaan 2 – 3 viikon ajan vähentämällä ravintoa ja nestettä, sekä hikoilemalla. Toinen vastaava mittaus tehtiin juuri ennen SM-kisojen punnitusta. Koehenkilöt punnittiin vielä seuraavana aamuna ennen kilpailun alkua, noin 15 tunnin vapaan neste- ja ravintotankkauksen jälkeen.

Tutkittavien paino laski keskimäärin 5.7 ± 1.5 kg eli 8.2 ± 2.3 %. Suurin yksittäinen painonpudotus oli 8.3 kg ja suurin suhteellinen pudotus 12.0 %. Kehon rasvan määrä väheni nopean painonpudotuksen jälkeen keskimäärin 0.9 ± 0.4 kg (16.0 ± 6.9 %, $p \leq 0.001$) ja rasvattoman kehon paino 4.8 ± 1.3 kg (7.9 ± 2.5 %). Rasvaprosentti laski 0.7 ± 0.5 %. Suoritettu painonpudotus ei vaikuttanut luuston massaan tai tiheyteen. Ensimmäisessä mittauksessa keskimääräinen paino oli 69.8 ± 7.1 kg, toisessa mittauksessa 64.2 ± 7.2 kg ja kolmannessa mittauksessa 68.3 ± 7.2 kg. Kehon paino nousi toisen ja kolmannen mittauksen välillä 4.1 ± 1.3 kg (6.0 ± 1.9 %).

Hemoglobiinipitoisuus nousi 12.0 ± 8.6 g / l (7.8 ± 5.9 %, $p \leq 0.001$), hematokriitti 4.9 ± 2.9 % (11.3 ± 6.8 %, $p \leq 0.001$) ja kreatiniini 31 ± 21 μ mol / l (35 ± 23 %, $p \leq 0.001$). Elektrolyyttipitoisuuksissa tapahtui myös tilastollisesti merkitseviä muutoksia, mutta viitearvojen rajoissa. Seerumin testosteronipitoisuus laski merkitsevästi 25.0 ± 9.5 nmol / l arvosta 9.7 ± 7.3 nmol / l arvoon ($p \leq 0.001$). S-LH -pitoisuus laski $3.3 (\pm 1.3)$ U / l arvosta $1.5 (\pm 1.2)$ U / l arvoon. Muutos oli myös tilastollisesti merkitsevä (54 ± 47 %, $p \leq 0.001$). Sukupuolihormoneja sitovan proteiinin (SHBG) pitoisuus kasvoi tilastollisesti merkittävästi ($p \leq 0.001$) 29.2 ± 7.9 nmol / l arvosta 40.8 ± 9.3 nmol / l arvoon. S-IGF-1 -pitoisuus nousi 231 ± 61 ng / ml arvosta 237 ± 82 ng / ml arvoon.

Elimistössä tapahtui nopean painonpudotuksen seurauksena merkittäviä muutoksia sekä kehon koostumuksessa että hormonipitoisuuksissa. Kehon painon lasku johtui suurelta osin rasvattoman painon alenemisesta, joka puolestaan johtui suurelta osin nesteen menettämisestä. Selvä aleneminen tapahtui myös rasvakudoksen määrässä. Seerumin testosteronipitoisuuden laskua voidaan pitää vajaaeritystilan kaltaisena arvona.

Avainsanat: Painonpudotus, paini, DXA, kuivuma, hormonitasot

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

| | | |
|----|-------------------------------------------|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 3 |
| 2 | KEHON KOOSTUMUKSEN MITTAAMINEN..... | 5 |
| | 2.1. DXA –menetelmä..... | 5 |
| 3 | NESTE- JA ELEKTROLYYTTITASAPAINO..... | 6 |
| 4 | TESTOSTERONI, SHBG, LH JA IGF-1..... | 7 |
| | 4.1. Testosteroni..... | 7 |
| | 4.2. SHBG..... | 7 |
| | 4.3. LH..... | 8 |
| | 4.4. IGF-1..... | 8 |
| 5 | TUTKIMUSONGELMAT JA –HYPOTEESIT..... | 9 |
| 6 | KOEHENKILÖT JA MENETELMÄT..... | 10 |
| | 6.1. Koehenkilöt..... | 10 |
| | 6.2. Tutkimusasetelma..... | 11 |
| | 6.3. Menetelmät..... | 12 |
| | 6.4. Tilastomenetelmät..... | 12 |
| | 6.5. Tutkimuksen eettinen hyväksyntä..... | 12 |
| 7 | TULOKSET..... | 13 |
| 8 | POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET..... | 18 |
| 9 | LÄHTEET..... | 23 |
| 10 | LIITE 1. TUTKITTAVAN TIEDOTE..... | 26 |
| 11 | LIITE 2. SUOSTUMUS..... | 27 |

1 JOHDANTO

Nopean ja suuren painonpudotuksen vaikutuksia urheilijan elimistöön on tutkittu verrattain vähän ja mahdollisia terveydellisiä riskejä ei ole juurikaan tiedostettu. Vuonna 1997 kolmen nuoren amerikkalaisen yliopistopainijan kuolemantapaukset käynnistivät tutkimukset mahdollisista painonpudotusmenetelmien terveydellisistä riskeistä. Kuolemaan johtaneissa tapauksissa nuoret painijat olivat toteuttaneet nopean painonpudotuksen menetelmää, jossa painoa pudotetaan vähentämällä merkittävästi nautittavan ravinnon ja nesteen määrää sekä haihduttamalla elimistön nesteitä hikoilemalla. Terveiden nuorten miesten kuolinsyy oli artikkelin mukaan selitettävissä painonpudotuksen kuormittaman elimistön joutumisella hypertermiaan (Editorial 1998).

Nopea painon pudottaminen on hyvin yleisesti käytetty menetelmä painissa, kun normaalipaino ylittää kilpailusarjan painorajan. Suomessa ei painita USA:n tapaan viikoittain toistuvaa sarjaa, mutta painijat voivat pudottaa painoa jopa 10-12 kilpailuun vuoden aikana. Vuonna 1993 alusta voimaan tulleiden Kansainvälisen Painiliiton (FILA) sääntöjen mukaan punnitus tapahtuu edellisenä iltana ennen kilpailujen alkua. Punnituksen jälkeen urheilijat voivat tankata nestettä ja ravintoa vapaasti, joten säännöt mahdollistavat kohtuullisen suuren painonpudottamisen. Vuoden 2002 alusta voimaan tulleiden sääntöjen mukaan miesten olympiatyyeissä (kreikkalais-roomalainen ja vapaapaini) painitaan seitsemässä painoluokassa (55, 60, 66, 74, 84, 96 ja 120 kg).

Urheilijoiden tavoitteena on saavuttaa kilpailupaino siten, että lihasmassaa menetettäisiin mahdollisimman vähän, suhteellinen voimataso nousisi ja suorituskyky palautuisi mahdollisimman nopeasti. Tällä hetkellä Suomessa yleinen trendi on, että painopudotus aloitetaan muuttamalla ravinto valkuaisainepitoiseksi ja pudottamalla hiilihydraattien sekä rasvojen osuus minimiin. Mourier ym. (1997) tutkimuksen mukaan ravintona nautitut haaraketjuiset aminohapot auttavat säilyttämään lihasmassan ja suorituskyvyn keskipitkän (19 vrk) painonpudotuksen aikana.

Yleisen käytännön mukaan kahden viimeisen vuorokauden aikana myös nesteen määrää säännöstellään voimakkaasti ja haihduttamalla pudotetaan viimeiset 2-3 kg kehon painosta. Hidasta painonpudotusta käytetään yleensä silloin, kun urheilijan normaali paino ylittää runsaasti (yli 10 %) kilpailupainon tai urheilija ei halua kokea liian kovana viimeisten pudotuspäivien psyykkistä ja fyysistä stressiä.

Nopeaa ja hidasta painonpudotusta on aiemmin tutkittu ja vertailtu vaikutukseltaan (Fogelholm ym. 1993), mutta koeasetelmien eroavaisuuksien vuoksi tutkimuksen antamat tulokset eivät ole verrannollisia painissa vallitsevaan käytäntöön. Aiemmin julkaistussa tutkimuksessa pudotetun painon määrä oli niin pieni, että merkittäviä vaikutuksia kehon koostumukseen ei havaittu ja siinä hitaana painonpudotuksena käsitelty menetelmä tunnetaan painijoiden keskuudessa nopeana menetelmänä. Hitaalla menetelmällä painissa tarkoitetaan yleensä yli kuukauden (5-10 viikkoa) kestävä painonpudotusta.

2 KEHON KOOSTUMUKSEN MITTAAMINEN

Urheilijoiden kehon koostumusta on mitattu käyttäen hyväksi mm. vedenalaisia mittauksia, ihopoimiumittauksia ja biosähkö impedanssi-analyysiä (BIA). Eniten tutkimuksissa on paneuduttu kilpailukauden usean painonpudotuksen vaikutuksiin kehon koostumuksessa ja suorituskyvyssä. (Roemmich & Sinning 1997) mukaan painijoiden rasvattoman painon määrä sekä maksimivoimatasot tippuivat kilpailukauden aikana. Utter ym. (1998) tutkimuksen mukaan painijolla, joiden painon vaihtelu oli suurinta kilpailukauden aikana, laski myös kehon rasvattoman painon määrä eniten. Painijoilla joiden paino tippui vain 3 % kilpailukauden aikana, ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia rasvaprosentissa, rasvan määrässä tai rasvattomassa kehon painossa. Gutierrez ym. (2003) käyttivät tutkimuksissaan Futrex-5000 infrapuna-mittausmenetelmää ja havaitsivat, että saunassa tiputetun nopean painonpudotuksen aiheuttamat muutokset kehon koostumuksessa johtuvat lähinnä nestehukasta joka voidaan korvata nopeasti nestetankkauksella. Samaista metodia käyttäen Gutierrez ym. (2001) havaitsivat, että kolmen päivän paaston seurauksena sekä kehon rasvan massan väheni että kehon rasvaton paino laski.

2.1 DXA -menetelmä

Dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) -menetelmä on kehitetty mittamaan ulkoisesti luun massaa ja tiheyttä. Menetelmänä se on hyväksytty tutkijoiden ja tutkimuskeskusten piirissä nopeana, toistettavana ja halpana menetelmänä diagnosoitaessa mm. osteoporoosia ja seurattessa osteoporoosissa käytettyjen hoitojen tehokkuutta potilailla. ”Full body” -ohjelman avulla DXA -laitteella voidaan määrittää koehenkilön kehon koostumus 0.2 mm^2 tarkkuudella. Ohjelma määrittää kudoksen luu- ja rasvapitoisuuden sekä laskennallisesti rasvattoman painon osuuden (Mazess ym. 2000). DXA -menetelmän tilastolliseksi virheeksi on raportoitu 1.8 % poikkeama luun mineraalitiheydessä, vähemmän kuin 1.5 % poikkeama rasvamassan määrässä ja 1.5 % poikkeama rasvattoman kudoksen määrässä (Dill & Costill 1974; Mazess ym. 1990). DXA -laitteella voidaan mitata ulkoisesti ja nopeasti kehon koostumusta käyttäen hyväksi vain vähäistä säteilyä (0,04 mrem), joka vastaa samaa altistusta, minkä ihminen saa tunnin lentomatkan aikana. Kehon koostumusta mitattaessa DXA -laitteen virhemarginaali on tutkimusten mukaan n. 1 – 4 %. Kehon koostumuksen mittaamisessa DXA on osoittautunut olevan sopiva väline, kun tarvitaan tietoa suhteellisen lyhyessä ajassa tapahtuvien muutosten todentamiseen (Siervogel ym. 2003).

3 NESTE- JA ELEKTROLYYTTITASAPAINO

Aikuisen ihmisen kehon painosta 40-70 % on vettä riippuen mm. sukupuolesta, kehon koostumuksesta ja iästä. Lihaskudoksen painosta 65-70 % ja rasvakudoksen painosta noin 10 % on vettä. Noin 62 % kehon kokonaisvesimäärästä on solunsisäistä nestettä ja loput noin 38 % solun ulkopuolista nestettä. Veriplasma kuuluu solun ulkopuoliseen nesteeseen ja sen määrä on noin kolme litraa (Greenleaf 1992). Kivennäisaineita, jotka aikaansaavat sähköisen jännitteen elimistön nesteissä kutsutaan elektrolyyteiksi (Nienstedt ym. 2004). Kivennäisaineiden määrä kehon kokonaispainosta on noin 4 %. Ne voivat olla entsyymien, hormonien ja vitamiinien osia, yhdistyneinä muihin kemikaaleihin, kuten kalsiumfosfaatti luussa ja rauta hemin kanssa hemoglobiinissa tai yksinään, kuten vapaa kalsium kehon nesteissä (Mero ym. 2004).

Hikoilussa keho menettää vettä ja elektrolyyttejä, jolloin niiden tasapaino rikkoutuu (Galloway & Maughan 2000). Hikoilemalla tapahtuva nesteen ja elektrolyyttien menetys vaikuttaa plasman osmolariteettiin nopeasti, sillä jo 3 % painonpudotuksessa havaitaan muutoksia ja 5 % nesteen menetyksessä muutosten vaikutus on merkittävä (Popowski ym. 2001). Kehon kuivumaa voidaan todentaa veriarvojen muutoksilla, sillä tällöin hemoglobiiniarvot ja punasolujen tilavuusosuus kasvavat ja elektrolyyttien määrät muuttuvat (Mero ym. 2004). Kuivuman seurauksena seerumin suhteellinen hemoglobiinipitoisuus ja hematokriitin prosenttiosuus nousee (Popowski ym. 2001). Plasman elektrolyyttikoostumuksessa tapahtuvat muutokset kuvastavat myös muiden nestetilojen muutoksia, sillä nestetilat vaikuttavat toisiinsa (Nienstedt ym. 2004). Yleisenä käytäntönä painoa pudottavilla painijoilla on pyrkä korvaamaan ennakoitujen kuivuman aiheuttamat elektrolyyttimuutokset. Elektrolyyttilisänä käytetään yleensä ainakin viimeisen viikon aikana magnesiumia, kaliumia ja kalsiumia.

Kreatiniinia syntyy jatkuvasti lihasaineenvaihdunnassa kreatiinista ja sitä onkin aina verenkierrossa. Kreatiniinin pitoisuudella veressä voidaan yksinkertaisesti mitata puhdistumaa (clearance) esimerkiksi urean ja muiden kuona-aineiden osalta, joten sitä käytetään yksinkertaisena munuaisten filtraatiotoiminnan mittarina. Kreatiniinipitoisuuden nousua pidetään myös merkinä kehon kuivumasta (Nienstedt ym. 2004).

4 TESTOSTERONI, SHBG, LH JA IGF1

Monet hormonit vaikuttavat yleiseen aineenvaihduntaan anabolisesti eli energiavarastoja rakentavasti. Anabolisia hormoneja ovat mm. insuliini ja sukupuolihormonit, erityisesti mieshormonit. Ne lisäävät kudospoteiinien synteesiä mikä näkyy positiivisena typpitasapainona (Nienstedt ym. 2004).

4.1 Testosteroni

Testosteroni on 95 prosenttisesti kivesten Leydigin solujen tuottama miessukupuolihormoni. Lisämunuaiskuori tuottaa loput 5 % testosteronista (Tyler ym. 1973). Miehen normaali testosteronituotanto on 2,5-11 mg vuorokaudessa. Testosteronin erityksen määrä on yksilöllistä ja osaksi perinnöllisistä tekijöistä riippuvainen (Meikle ym. 1988). Montanini ym. (1988) mukaan testosteronin erityksessä on myös havaittu päivittäinen vuorokausirytm, joten nuorten miesten testosteronin erityks on suurimmillaan aamuyöstä ja aamulla sekä pienimmillään keskiyön aikoihin. Hyväkuntoisilla urheilijoilla akuutti raskaskaan fyysinen harjoitus ei vaikuta merkittävästi testosteronipitoisuuteen (Kraemer ym. 2001).

4.2 Sukupuolihormoneja sitova proteiini (SHBG)

Suurin osa seerumin testosteronista on sitoutuneena proteiineihin (SHBG ja albumiini). Vapaan, biologisesti aktiivisen testosteronin osuus on naisilla noin 1 % ja miehillä 2-3 % kokonaistestosteronista. Vapaan testosteronin vuorokausirytm vastaa testosteronin kokonaistuotannon arvoja (Montanini ym. 1988). Tärkein vapaan testosteronin määrään vaikuttava tekijä on sukupuolihormoneja sitova proteiini (SHBG), jonka taso nousee esimerkiksi kilpirauhasen liikatoiminnassa ja laskee puolestaan kilpirauhasen vajaatoiminnassa (Ruukonen 2003; Vilpo 2003). SHBG -pitoisuuden kohoaminen elimistössä merkitsee sukupuolihormonien pitoisuuksien alenemista (Vermeulen 2004). Vaikutukset ovat hitaita, joten kohonnut SHBG -pitoisuus ei näy välittömästi esimerkiksi alentuneena seerumin testosteronipitoisuutena. (Longcope ym. 2000) havaitsivat, että niukasti proteiineja sisältävä ruokavalio saa aikaan SHBG -pitoisuuden kohoamisen, mutta ruokavalion kokonaisenergiämäärällä ei näyttäisi olevan vastaavia vaikutuksia. Vastakohtaisesti jatkuva ylensyönti näyttäisi johtavan alentuneeseen SHBG -pitoisuuteen (Pritchard ym. 1998).

4.3 Lutenisoiva hormoni (LH)

Lutenisoiva hormoni (LH) on aivolisäkkeen etulohkon tuottama glykoproteiinihormoni, joka säätelee sukupuolirauhasten toimintaa. Sitä kutsutaan FSH:n (Follikkeliä stimuloiva hormoni) kanssa yhteisnimellä gonadotropiini, koska ne molemmat vaikuttavat sukupuolirauhasiin eli gonadeihin (Nienstedt ym. 2004). Testosteronin erityys näyttää noudattelevan LH:n eritystä (Lamberg ym. 1992). Miehellä LH -pitoisuus säätelee kiveksen androgeenin tuotantoa. Lapsen seerumin LH-pitoisuudet ovat lähes aikuisen tasolla ensimmäisen 4-6 elinkuukauden aikana kunnes ne laskevat lähes mittaamattomiin ennen murrosikää. Murrosiän edetessä LH -pitoisuus nousee vähitellen ja saavuttaa 20-21 -vuotiaana aikuisen tason (Lamberg ym. 1992; Price & Bennett 1995).

4.4 Insuliinin kaltainen kasvutekijä-1 (IGF-1)

Insuliinin kaltainen kasvutekijä-1 (IGF-1, somatomeidiini-C) on pienehkö peptidi, joka syntyy pääasiallisesti maksassa. Kasvuhormoni kiihdyttää IGF-1:n synteesiä ja erittymistä. On ilmeistä, että IGF-1 puolestaan jarruttaa negatiivisen palautejärjestelmän kautta kasvuhormonin eritystä. IGF-1:n kasvua kiihdyttävä vaikutus perustuu sen kykyyn stimuloida ruston DNA-, RNA- ja kollageenisynteesiä. Verenkierrrossa IGF 1 on kantajaproteiineihin sitoutuneena. Seerumin IGF-1:n -pitoisuus on pieni varhaislapsuudessa, saavuttaa huippunsa murrosiässä ja pienenee iän myötä. Akuutti stressi ei juuri vaikuta seerumin IGF-1 -pitoisuuteen (Lamberg ym. 1992). Maccario ym. (2000) raportoimassa tutkimuksessa lyhytaikainen (36 h) paasto ei vaikuttanut IGF-1 -pitoisuuteen. Toisaalta tutkimuksen mukaan seerumin IGF-1 -pitoisuus laskee pitkittyneen aliravitsemuksen seurauksena (Underwood 1996). Thissen ym. (1994) päättelivät tutkimuksessaan, että seerumin IGF-1 voi toimia myös yleisenä ravitsemuksellisen tilan kuvaajana.

5 TUTKIMUSONGELMAT JA HYPOTEEESIT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää käytännössä nopean painonpudotuksen vaikutus kehon koostumukseen, neste- ja elektrolyyttitasapainoon sekä hormonitoimintaan. Tutkimus toteutettiin aidossa kilpailutilanteessa, sillä mittaukset tehtiin valmistauduttaessa SM -kisojen punnitukseen. Lisätiedon saamiseksi painijat punnittiin seuraavana aamuna 30 minuuttia ennen ensimmäisen ottelutapahtuman alkua, koska haluttiin selvittää kehon painon muutosta yön yli kestäneen neste- ja ravintotankkauksen jälkeen. Samalla selvitettiin miten tutkimuksessa käytetty DXA -laite soveltuu tämän kaltaisiin mittauksiin. Määritettyjen parametrien perusteella pyrittiin myös selvittämään nopean painonpudotuksen vaikutukset terveyteen.

Tutkimuksen ongelmat:

1. Mitkä ovat nopean painonpudotuksen vaikutukset painijoiden kehon koostumukseen?
2. Mitkä ovat nopean painonpudotuksen vaikutukset neste- ja elektrolyyttitasapainoon?
3. Mitkä ovat nopean painonpudotuksen vaikutukset seerumin testosteronipitoisuuteen, sukupuolihormonia sitovan proteiinin (SHBG) pitoisuuteen, lutenisoivan hormonin (LH) pitoisuuteen ja insuliinin kaltainen kasvutekijä 1 (IGF-1) pitoisuuteen?
4. Kuinka paljon kehon paino palautuu punnituksen ja kilpailun välisenä aikana?
5. Voidaanko painonpudotuksen vaikutuksia elimistön toimintaan ja mahdollisia terveydellisiä riskejä arvioida tutkimuksen tuloksista?

Hypoteesit:

1. Nopea ja suhteellisen suuri painonpudotus aiheuttaa elimistössä lähinnä nesteen ja lihasmassan suhteellisen osuuden vähenemisen.
2. Painonpudotus aiheuttaa elimistön kuivuman, joka ilmenee neste- ja elektrolyyttitasapainon selvinä muutoksina.
3. Painonpudotus aiheuttaa pieniä pitoisuuksien muutoksia edellä mainittuihin hormoneihin (testosteroni, SHBG, LH ja IGF-1).
4. Nopea painonpudotus ei vaikuta rasvakudoksen määrään.
5. Menetetty rasvaton kehonpaino pystytään korvaamaan lähes täysin punnituksen ja kilpailun alkamisen välisenä aikana.

6 KOEHENKILÖT JA MENETELMÄT

6.1 Koehenkilöt

Tutkimuksen koehenkilönä oli 20 tervettä kansallisen ja kansainvälisen tason painijaa, jotka osallistuivat kreikkalais-roomalaisen tyylin SM-kilpailuihin (2004). Kaksi tutkittavaa keskeytti tutkimuksen, sillä toinen sairastui flunssaan kilpailua edeltävällä viikolla ja toisella murtui kylkiluu viimeistelyharjoituksissa. Keskeyttäneet poistettiin kaikista analysoiduista tuloksista.

Tutkittavien (n=18) keski-ikä oli 21.9 vuotta (17.8 – 31.7) ja he kuuluivat tutkimusaikana Suomen Painiliiton valmennusryhmiin. SM-kilpailut olivat heidän kauden pääkilpailut ja osalle koehenkilöistä myös tärkein näyttökilpailu kansainvälisiin arvokilpailuihin. Koehenkilöt oli etukäteen tehdyllä valinnalla rajattu painoluokkien 55-84 kg:n välille (taulukko 1), koska isompikokoisesta koehenkilöstä olisi voinut osa jäädä DXA -mittauslaitteen ulkopuolelle ja tulosten luotettavuus olisi kärsinyt.

TAULUKKO 1. Koehenkilöiden ikä, antropometriset tiedot, painoindeksi ja painoluokka

| Koehenkilö | ikä (vuotta) | pituus (cm) | lähtöpaino (kg) | painoindeksi (kg/m ²) | painoluokka (kg) |
|------------|-----------------|----------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|
| 1. | 20 | 179 | 81,6 | 25,5 | 74 |
| 2. | 19 | 163 | 62,5 | 23,5 | 60 |
| 3. | 22 | 175 | 66,9 | 21,8 | 60 |
| 4. | 19 | 164 | 60,9 | 22,6 | 55 |
| 5. | 18 | 165 | 65,8 | 24,2 | 60 |
| 6. | 26 | 172 | 77,5 | 26,2 | 74 |
| 7. | 21 | 163 | 64,0 | 24,1 | 60 |
| 8. | 22 | 169 | 73,6 | 25,8 | 66 |
| 9. | 22 | 165 | 60,8 | 22,3 | 55 |
| 10. | 26 | 160 | 59,4 | 23,2 | 55 |
| 11. | 20 | 170 | 65,4 | 22,6 | 60 |
| 12. | 20 | 172 | 69,6 | 23,4 | 66 |
| 13. | 19 | 170 | 61,2 | 21,3 | 55 |
| 14. | 21 | 174 | 77,7 | 25,7 | 74 |
| 15. | 21 | 173 | 72,7 | 24,3 | 66 |
| 16. | 22 | 174 | 79,2 | 26,2 | 74 |
| 17. | 25 | 172 | 74,5 | 25,3 | 66 |
| 18. | 32 | 180 | 89,7 | 27,7 | 84 |

6.2 Tutkimusasetelma

Lähtötason mittaus suoritettiin Sairaala Ortonissa kolme viikkoa ennen SM-kisojen punnitusta. Tutkimus aloitettiin klo 10.00 kokoontumisella, johon tutkittavat saapuivat ravinnotta. Siihen kuului henkilötietojen kerääminen, pituuden ja painon mittaaminen, paastoverinäytteen ottaminen ja DXA-laitteella kehon koostumuksen mittaaminen. Koehenkilöt saivat välittömästi mittauksen jälkeen ensimmäisen palautteen laitteen antamista tuloksista. Koehenkilöitä kehoitettiin noudattamaan Suomen Painiliiton maajoukkuaryhmälle suositettua ohjeistusta panonpudotukseen.

Koehenkilöt tiputtivat painoaan 2-3 viikon ajan vähentämällä syömistään sekä juotavan nesteen määrää ja tehostamalla energian kulutusta hikoilemalla. Ensimmäisen kahden ja puolen viikon ajan painonpudotusta toteutettiin pääasiassa vähentämällä nautittujen hiilihydraattien ja rasvan määrää. Proteiinien vuorokausiannokseksi sen sijaan suositeltiin 2 g / painokiloa kohden. Päivittäin nautitun energian määrä supistettiin 800 – 2000 kilokaloriin. Viimeisen 2-3 vuorokauden aikana ennen virallista punnitusta kalorien määrää vähennettiin 500 – 1000 kcal / päivä ja painon pudotusta tehostettiin vähentämällä nesteen nauttimista ja haihduttamalla nestettä joko fyysisen liikkumisen avulla tai hikoilemalla saunassa. Mahdollisen elektrolyyttihukan ehkäisemiseksi painijoita ohjeistettiin nauttimaan painonpudotuksen aikana elektrolyyttejä korvaavia lisäravinteita. Painonpudotusta koskevien ohjeiden noudattamista ei kontrolloitu.

SM-kilpailujen punnituspäivänä koehenkilöt kokoontuivat Sairaala Ortoniin klo 10.00 tasaamaan painonsa kilpailusarjaansa. Menetelmänä koehenkilöt käyttivät vapaavalintaisesti saunaa ja / tai lämmittelyjumppaa. Kun koehenkilön paino oli sarjan vaatimalla tasolla, suoritettiin hänelle vastaavat mittaukset kuin kolme viikkoa aikaisemmin. Sen jälkeen koehenkilöt odottivat varsinaisen punnitustilaisuuden alkamista. Sarjaansa hyväksymisen jälkeen tutkittavat saivat tankata nestettä ja ravintoa henkilökohtaisen mieltymyksensä mukaisesti.

Lisäarvona tutkimuksessa haluttiin selvittää yön yli tapahtuneen energiatankkauksen vaikutusta kehon painoon ja koehenkilöt punnittiin ensimmäisen kilpailupäivän aamuna 30 minuuttia ennen SM-kilpailun alkua (klo 8.30). Koehenkilöt olivat nauttineet normaalin kilpailupäivän aamupalan. Tässä yhteydessä ei suoritettu muita mittauksia.

6.3 Menetelmät

Kehon koostumuksen mittaukset suoritettiin DXA -laitteella (Lunar Prodigy densiometer, GE Lunar Corporation, Madison, WI, USA), joka mittaa kokonaismassan, rasvan massan ja luun massan. Pehmytkudosmassan laite laskee vähentämällä kokonaismassasta rasvan sekä luun massan.

Koehenkilöiden erilliset painon mittaukset suoritettiin käyttäen jokaisella mittaukerralla samaa elektronista digitaalivaakaa (Seca Delta Model 707), joka toimi 0,1 kg tarkkuudella. Suomen Painiliiton nimeämä punnituksen valvojan tarkasti ja hyväksyi vaa'an.

Tutkittavilta otettiin kyynärtaipeen laskimosta paastoverinäytteet molempina varsinaisina mittauspäivinä. Näytteistä analysoitiin veren hemoglobiini (Hb) ja hematokriitti (Hcr), seerumin elektrolyyteistä kalium (K), natrium (Na), magnesium (Mg) ja kreatiniini (Cr) nestevajauksen määrittämiseksi. Tutkittavien verinäytteiden seerumi erotettiin ja varastoitettiin -20 °C:een jatkoanalyysijä varten. Käsittelemättömästä seerumista analysoitiin testosteronipitoisuus elektrokemiluminenssi -menetelmällä (ECLIA). Seerumin luteinisoivan hormonin (LH), insuliinin kaltaisen kasvutekijän (IGF-1, Cat No L2KGF2) ja sukupuolihormoneja sitovan proteiinin (SHBG, Cat No L2KSH2) pitoisuuksia analysoitiin ILMA -menetelmällä (immunoluminometric assay). Analyysit suoritettiin Yhtyneissä Laboratorioissa.

6.4 Tilastomenetelmät

Tilastollisten merkitsevyyksien määrittämiseksi käytettiin Student'n T-testiä ja Pearsonin korrelaatiota. Seerumin testosteronipitoisuuden oletettua laskua analysoitiin askeltavaa regressioanalyysiä hyväksi käyttäen. Tilastollisesti merkittävänä erona pidettiin P:n arvoa 0.05. Analyysit suoritettiin Systad for Windows-ohjelmalla (Statistics, version 9, Evanston, IL, USA 1992) ja tulokset on esitetty keskiarvoina sekä keskihajontoina (\pm SD).

6.5 Tutkimuksen eettinen hyväksyntä

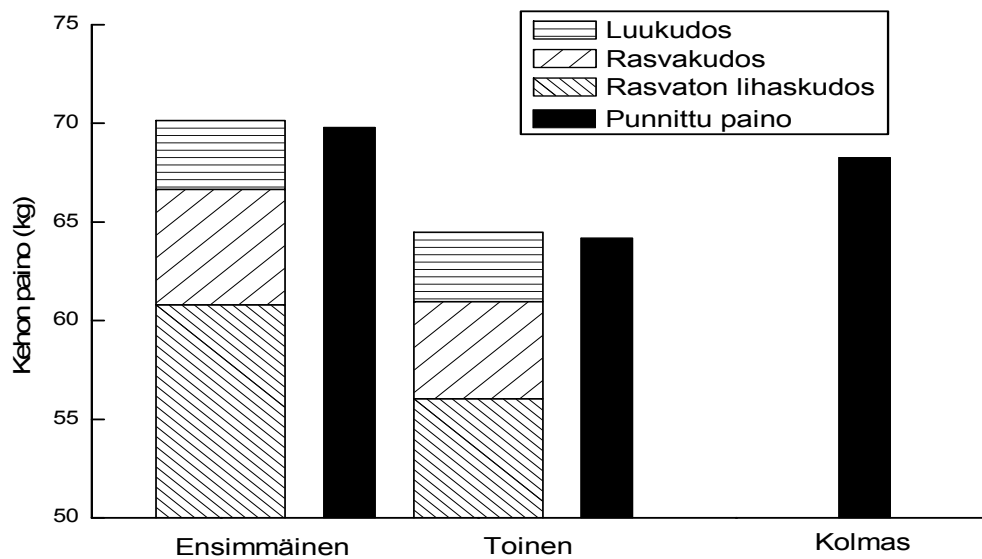
Tutkimus oli Helsingin Yliopiston eettisen toimikunnan hyväksymä. Koehenkilöille selitettiin mitä tutkimus pitää sisällä ja heillä kaikilla oli kokemusta useista vastaavista painonpudotuksista. Koehenkilöt allekirjoittivat myös suostumuslomakkeen, jolla he varmistivat tutkimukseen osallistumisensa.

7 TULOKSET

Kehon koostumuksessa tapahtuneet muutokset on esitetty koehenkilökohtaisesti taulukossa 2. ja keskiarvoina kuvassa 1. Tilastollisesti merkitseviä muutoksia tapahtui painon, rasvattoman kehon painon, rasvan määrän ja rasvaprosentin muutoksissa. Tutkittavien paino laski keskimäärin 5.7 ± 1.5 kg eli 8.2 ± 2.3 % nopean painonpudotuksen seurauksena. Suurin yksittäinen painonpudotus oli 8.3 kg ja suurin suhteellinen pudotus 12.0 %. Kehon rasvan määrä väheni nopean painonpudotuksen jälkeen keskimäärin 0.9 ± 0.4 kg (16.0 ± 6.9 %) ja rasvattoman kehon paino 4.8 ± 1.3 kg (7.9 ± 2.5 %). Rasvaprosentti laski 0.7 ± 0.5 %:a. Suoritettu painonpudotus ei vaikuttanut luuston massa- tai tiheyteen tilastollisesti merkitsevästi.

TAULUKKO 2. DXA –laitteella mitattu koehenkilöiden kehon koostumus ennen ja jälkeen nopean painonpudotuksen. Laite mittaa rasvan painon, luun painon sekä kehon kokonaispainon, joten rasvaton paino on laskennallinen.

| Koehenkilö | Rasvaton paino (kg) | | Rasvan paino (kg) | | Luun paino (kg) | |
|------------|---------------------|---------|-------------------|---------|-----------------|---------|
| | ennen | jälkeen | ennen | jälkeen | ennen | jälkeen |
| 1. | 71,0 | 65,4 | 6,2 | 4,7 | 4,4 | 4,4 |
| 2. | 52,0 | 45,5 | 7,7 | 6,5 | 2,9 | 2,9 |
| 3. | 59,7 | 53,9 | 3,6 | 2,6 | 3,6 | 3,5 |
| 4. | 52,8 | 47,6 | 5,0 | 4,3 | 3,1 | 3,1 |
| 5. | 57,8 | 52,9 | 4,9 | 4,3 | 3,2 | 3,2 |
| 6. | 67,5 | 65,0 | 6,0 | 5,2 | 3,9 | 3,9 |
| 7. | 56,0 | 52,9 | 4,9 | 3,8 | 3,1 | 3,1 |
| 8. | 64,4 | 58,0 | 5,6 | 4,3 | 3,6 | 3,6 |
| 9. | 53,9 | 48,8 | 3,6 | 3,1 | 3,3 | 3,3 |
| 10. | 52,3 | 48,7 | 4,0 | 3,2 | 3,1 | 3,1 |
| 11. | 55,4 | 50,8 | 6,7 | 6,0 | 3,2 | 3,2 |
| 12. | 59,4 | 56,1 | 6,4 | 6,2 | 3,7 | 3,8 |
| 13. | 53,3 | 47,7 | 4,9 | 3,8 | 3,1 | 3,1 |
| 14. | 67,9 | 64,9 | 6,2 | 5,8 | 3,6 | 3,6 |
| 15. | 64,9 | 59,5 | 4,1 | 3,4 | 3,7 | 3,7 |
| 16. | 66,1 | 61,9 | 9,1 | 7,9 | 4,0 | 3,9 |
| 17. | 66,7 | 59,5 | 4,5 | 3,3 | 3,4 | 3,4 |
| 18. | 73,3 | 69,9 | 12,1 | 10,2 | 4,3 | 4,3 |



KUVA 1. Muutokset koehenkilöiden kehon koostumuksessa ja painossa. Ensimmäinen mittaus suoritettiin kolme viikkoa ennen SM-kisojen punnitusta, toinen mittaus punnituksen yhteydessä ja kolmas (painon mittaus) punnitusta seuraavana aamuna ennen varsinaisen kilpailun alkua.

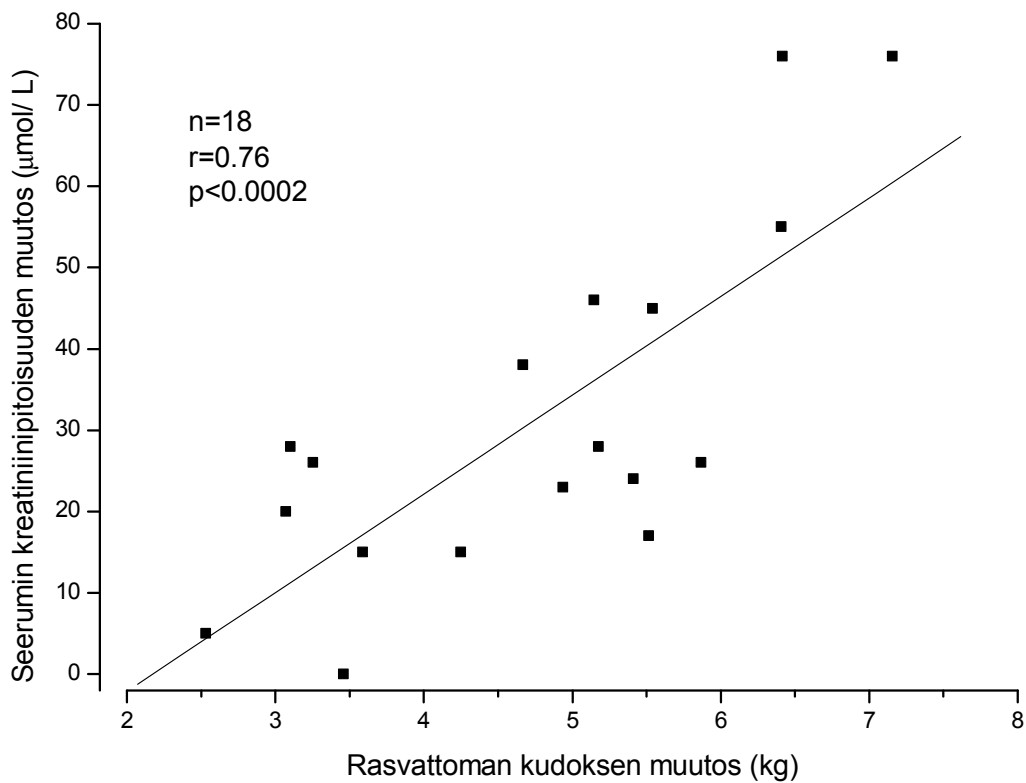
Kehon painossa tapahtuneet muutokset tankkausjakson aikana olivat myös merkitseviä. Ensimmäisessä mittauksessa paino oli 69.8 ± 7.1 kg, toisessa mittauksessa 64.2 ± 7.2 kg ja kolmannessa mittauksessa 68.3 ± 7.2 kg. Kehon paino nousi toisen ja kolmannen mittauksen välillä 4.1 ± 1.3 kg (6.0 ± 1.9 %). Ensimmäisen painonmittauksen ja kolmannen kilpailupäivän aamuna suoritettujen mittauksen välillä eroa painossa oli vain 1.5 ± 1.2 kg (2.0 ± 1.8 %).

Tilastollisesti merkitseviä muutoksia oli tapahtunut veren hemoglobiini- ja hematokriittipitoisuuksissa ja seerumin kreatiniinipitoisuuksissa. Hemoglobiinipitoisuus nousi 12 ± 8.6 g / l (7.8 ± 5.9 %), hematokriitti 4.9 ± 2.9 % (11.3 ± 6.8 %) ja kreatiniini 31 ± 21 μ mol / l (35 ± 23 %). Muissa mitatuissa elektrolyyttipitoisuuksissa tapahtui myös tilastollisesti merkitseviä muutoksia, mutta ne pysyivät normaalien laboratoriomittausten viitearvojen rajoissa. Keskeiset tiedot koehenkilöistä ja tuloksista on koottu taulukkoon 3.

TAULUKKO 3. Kehonkoostumus ja veriarvot ennen ja jälkeen nopean painonpudotuksen: veriarvojen parametrit, seerumin elektrolyyttien parametrit ja seerumin endokrinologiset parametrit, keskiarvo \pm keskihajonta (SD), vaihteluväli ja viitearvo. BMI = kehon painoindeksi, SHBG = sukupuolihormoniin kiinnittynyt globuliini, LH = lutenisoiva hormoni, IGF1 = insuliinin kaltainen kasvutekijä 1, Viitearvo = laboratorion antama normaalivaihtelu. * = $p \leq 0.05$; † = $p \leq 0.01$.

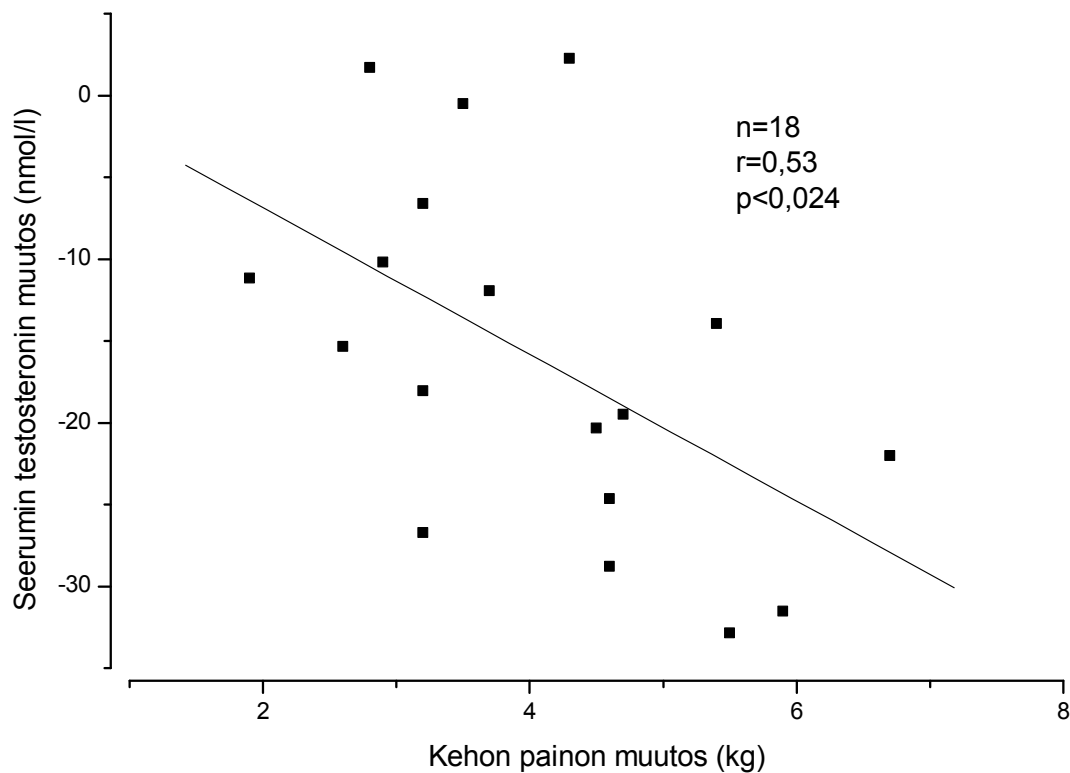
| | Ensimmäinen mittaus | | Toinen mittaus | | Muutos | Viitearvo |
|------------------------------|---------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------------|-----------|
| | ka \pm SD | vaihteluväli | ka \pm SD | vaihteluväli | % | |
| Ikä (vuosi) | 21 \pm 3 | 17-31 | | | | |
| Pituus (cm) | 170 \pm 6 | 160-180 | | | | |
| BMI (kg/m ²) | 24 \pm 2 | 22-28 | | | | |
| Kehon paino (kg) | 70.2 \pm 8.6 | 59.4-89.7 | 64.5 \pm 8.8 | 54.7-84.4 | -8 % [†] | |
| Rasvaton paino (kg) | 60.8 \pm 7.0 | 52.0-73.3 | 56.0 \pm 7.3 | 45.5-69.9 | -8 % [†] | |
| Rasvan paino (kg) | 5.9 \pm 2.1 | 3.6-12.1 | 4.9 \pm 1.9 | 2.6-10.2 | -16 % [†] | |
| Rasvaprosentti (%) | 8.7 \pm 2.4 | 5.7-14.1 | 7.0 \pm 2.5 | 4.6-12.8 | -8 % [†] | |
| Luun paino (kg) | 3.5 \pm 4.4 | 2.9-4.4 | 3.5 \pm 4.4 | 2.9-4.4 | 0 % | |
| B-hemoglobiini (g/L) | 152 \pm 6 | 145-169 | 164 \pm 9 | 143-183 | 7.8% [†] | 134-167 |
| B-hematokriitti (%) | 44 \pm 2 | 41-47 | 49 \pm 3 | 43-55 | 11.3% [†] | 39-50 |
| S-kreatiniini (μ mol/L) | 89 \pm 12 | 68-114 | 120 \pm 25 | 93-190 | 35% [†] | 60-100 |
| S-natrium (mmol/L) | 140 \pm 2 | 138-143 | 143 \pm 2 | 139-147 | 2.2% [†] | 137-145 |
| S-kalium (mmol/L) | 4.1 \pm 0.3 | 3.8-4.8 | 3.9 \pm 0.3 | 3.6-4.4 | -5.6%* | 3.5-4.9 |
| S-magnesium (mmol/L) | 0.90 \pm 0.05 | 0.79-1.06 | 0.96 \pm 0.09 | 0.76-1.13 | 6.8 %* | 0.71-0.94 |
| S-testosteroni (nmol/L) | 25.8 \pm 9.5 | 7.2-38.6 | 9.7 \pm 7.3 | 1.2-29 | -63% [†] | 9.9-27.8 |
| S-SHBG (nmol/L) | 29 \pm 8 | 17-46 | 41 \pm 9 | 27-61 | 40% [†] | 13-71 |
| S-LH (IU/L) | 3.3 \pm 1.3 | 1.6-5.6 | 1.5 \pm 1.2 | 0.3-4.2 | -54% [†] | 0.8-7.6 |
| S-IGF-1 (ng/ml) | 231 \pm 61 | 147-367 | 237 \pm 82 | 108-382 | 2.4% | 135-510 |

Esimerkiksi painonpudotus ja kaliumpitoisuuden muutos korreloi tilastollisesti merkitsevästi ($r = 0.61$, $p \leq 0.01$). Hemoglobiini- ja hematokriittipitoisuuden muutos korreloi niin ikään painon laskun kanssa ($r = 0.47$, $p \leq 0.05$, $r = 0.47$, $p \leq 0.05$). Seerumin kreatiniinipitoisuuden ja painonlaskun korrelaatio $r = 0.70$, $p \leq 0.001$ oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Korrelaatio löytyi kreatiniinipitoisuuden ja rasvattoman painon muutosten välillä ($r = 0.76$, $p \leq 0.002$, kuva 2), joten painonpudotuksen jälkeinen kudosten kuivuma oli ilmeinen.



KUVA 2. Korrelaatio alentuneen rasvattoman painon (kg) ja seerumin kreatiniinipitoisuuden muutoksen välillä ($\mu\text{mol/L}$). Koehenkilöiden määrä (n), Pearsonin korrelaatiokerroin (r) ja p-arvo (p).

Painonpudotuksen jälkeisessä mittauksessa tutkittavien seerumin testosteronipitoisuus laski merkitsevästi 25.0 ± 9.5 nmol / l arvosta 9.69 ± 7.3 nmol / l arvoon ($p \leq 0.001$) ja seerumin LH -pitoisuus laski $3.3 (\pm 1.3)$ U / l arvosta $1.5 (\pm 1.2)$ U / l arvoon. Sukupuolihormoneja sitovan proteiinin (SHBG) pitoisuus kasvoi tilastollisesti merkittävästi ($p \leq 0.001$) 29.2 ± 7.9 nmol / l arvosta painon pudotuksen jälkeiseen 40.8 ± 9.3 nmol / l arvoon. Seerumin IGF-1 pitoisuus nousi 231 ± 61 ng / ml arvosta 237 ± 82 ng / ml arvoon. Ainoastaan S-IGF-1 pitoisuuden muutos ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Painonpudotuksen määrä korreloi tilastollisesti merkitsevästi testosteronipitoisuuden laskun kanssa ($r = 0.53$, $p \leq 0.024$; kuva 3). Seerumin testosteronipitoisuuden ja SHBG -pitoisuuden välillä ei ollut merkitsevää korrelaatiota. Taulukossa 4. on esitetty muuttujien muutosten välinen korrelaatio.



KUVA 3. Korrelaatio alentuneen kehon painon (kg) ja seerumin testosteronipitoisuuden (nmol/L) muutoksen välillä. Koehenkilöiden määrä (n), Pearsonin korrelaatiokerroin (r) ja p-arvo (p).

TAULUKKO 4. Korrelaatiotaulukko muuttujien muutoksien välillä. S- = seerumin, SHBG = sukupuolihormoneja sitova globuliini, Δ = muutos, IGF-I = insuliinin kaltainen kasvutekijä. * = $p \leq 0.05$; $\dagger \leq 0.01$; n.s. = tilastollisesti ei merkitsevä.

| | S-testosteroni nmol/L | S-SHBG nmol/L | S-kreatiniini $\mu\text{mol/L}$ | B-hemoglobiini g/L |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|
| S-testosteroni (nmol/L) | 1 | -0.44 ^{n.s.} | -0.39 ^{n.s.} | -0.47* |
| S-SHBG (nmol/L) | -0.44 ^{n.s.} | 1 | 0.48 ^{n.s.} | 0.39 |
| S-kreatiniini ($\mu\text{mol/L}$) | -0.39 ^{n.s.} | 0.48 ^{n.s.} | 1 | 0.43 ^{n.s.} |
| B-hemoglobiini (g/L) | -0.47* | 0.39 | 0.43 ^{n.s.} | 1 |
| Pudotettu paino (kg) | 0.53* | -0.20 | -0.49* | -0.47* |
| Rasvaton kudoksen Δ (kg) | 0.30 | -0.39 | -0.76 [†] | -0.29 |
| Rasvakudoksen Δ (kg) | -0.07 | 0.39 | -0.14 | 0.28 |
| S-kalium (mmol/L) | -0.26 | -0.08 | 0.19 | 0.33 |
| S-IGF-I (ng/ml) | -0.05 | 0.27 | -0.07 | 0.31 |

8 POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän tutkimuksen mukaan elimistössä tapahtui nopean painonpudotuksen seurauksena merkittäviä muutoksia sekä kehon koostumuksessa että hormonipitoisuuksissa. Kahden mittauskerran välillä tapahtunut kehon painon lasku johtui suurelta osin rasvattoman painon alenemisesta. Rasvattoman painon aleneminen puolestaan johtui suurelta osin nesteen menettämisestä, jonka johdosta seerumin kreatiniinipitoisuuden ja kehon rasvattoman painon laskun välillä on merkittävä korrelaatio. Voidaan silti olettaa, että myös lihasmassa väheni kolme viikkoa kestäneen painonpudotuksen seurauksena.

Kehon koostumuksen mittauksissa selvisi, että suhteellisesti suurin muutos ei tapahtunut odotusten mukaisesti rasvattomassa kudoksessa. Nopea painonpudotus sai yllättäen aikaan selvän muutoksen rasvakudoksen määrässä, joka väheni merkitsevästi ($16.0 \pm 6.9 \%$). Rasvakudoksen määrän laskua ei voida selittää rasvattoman kudoksen määrän laskun tavoin kehon kuivumisella, sillä rasvakudos sisältää vain hyvin vähän nestettä (Greenleaf 1992). Tulosten mukaan on perusteltua päätellä, että tutkimuksessa käytetyllä ”painijoille tyypillisellä” nopealla painonpudotuksella voidaan tehokkaasti alentaa kehon rasvavarastoja. Jatkotutkimuksissa onkin syytä selvittää dieetin vaikutuksia rasvakudoksen määrään ilman viimeisten vuorokausien tiukentunutta painonpudotusta.

Kehon kuivuman suuruutta voidaan laskea käyttämällä kaavaa, jossa verrataan verimuuttujien muutosta (Dill & Costill 1974). Kyseinen kaava soveltuu kuitenkin vain, jos kyseessä on elimistön akuutti dehydraatio. Kaavan oletuksena on, ettei hemoglobiinin eikä hematokriitin totaaliarvo muutu vaan konsentroituu dehydraation myötä. Tässä tutkimuksessa alkumittaus on tehty kolme viikkoa aikaisemmin ja sen jälkeen koehenkilöiden painoon on vaikuttanut dehydraatio, mutta myös fyysinen kuormitus, aliravitsemus yms. tekijät. Hemoglobiini- ja hematokriittiarvot ovat suurella todennäköisyydellä muuttuneet, joten kaava ei ole sovellettavissa. Myös kreatiniiniarvon käyttämistä kuivuman todentajana on syytä arvioida kriittisesti. Vaikka kreatiniinin määrä kuvaa kuivumaa, niin siihen vaikuttaa myös lihasmassan määrä, joka kolmen viikon laihdutuksen aikana on alentunut. Toisaalta alentunut lihasmassan määrä vaikuttaisi alentavasti myös kreatiniinin määrään, joten pitoisuuden nousu selittyy vain kuivumalla.

Painonpudotuksen yhdistettynä voimakkaaseen fyysiseen stressiin on todettu alentavan testosteronitasoa (Nindl ym. 1997). Lisäksi Pritchard ym. (1999) huomasivat, että pitkäkestoinen elimistön rasvavarastoja kuluttava kuormitus johtaa testosteronitason alenemiseen. Tässä

tutkimuksessa koehenkilöiden seerumin testosteronipitoisuus laski nopean painonpudotuksen aikana keskimäärin 9.7 nmol / l ja toisen mittauksen tuloksia voidaan pitää normaaleihin viitearvoihin nähden sukupuolihormonien vajaeritystilan kaltaisina arvoina. Pudotetun painon määrän ja testosteronipitoisuuden laskun korreloidessa vahvasti keskenään voidaan päätellä kyseisen testosteronipitoisuuden vajaeritystilan johtuneen painonpudotuksesta. Vajaeritystilan aiheuttavaa mekanismia elimistössä ei ole tiedetä varmuudella.

Painijat kärsivät painonpudotuksen aikana nälän tunteesta ja viimeisen 2-3 vuorokauden aikana myös voimakkaasta janon tunteesta. Aikaisemman tutkimuksen (Hall & Lane 2001) mukaan painonpudotus on aiheuttanut tutkittaville lisääntynyttä hermostuneisuutta, väsymystä ja kireyttä, jonka seurauksena on havaittu hyvin usein myös unen laadun heikkenemistä tai jopa unettomuutta. Edellä mainitut oireet, varsinkin unettomuus, voivat selittää osaltaan testosteronin vajaerityksen. Testosteronipitoisuuden laskun ja rasvattoman kehon painon laskun välillä ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Tästä voidaan päätellä, että kehon kuivuminen ei selitä testosteronipitoisuuden laskua. Aiheuttaja on todennäköisesti painonpudotukseen kuulunut tilapäinen aliravitsemustila ja elimistön kokonaisvaltainen stressitila.

Yhteys merkitsevästi alentuneeseen testosteronipitoisuuteen vaikuttaneista taustoista voidaan löytää alentuneesta kehon painosta ja kohonneesta SHBG –pitoisuudesta. Ne laskennallisesti selittävät 53 % ja 34 % testosteronipitoisuuden muutoksista. Myös seerumin SHBG –pitoisuuden merkitsevä nousu tukee edellä mainittua havaintoa. Joka tapauksessa alentunut sukupuolihormonien tuotanto ja kohonneet SHBG arvot, sekä näitä seuraava alentunut vapaan testosteronin määrä on syventänyt syntynyttä vajaatuotantotilaa.

Tässä tutkimuksessa havaittiin sekä seerumin testosteronin että LH:n pitoisuuden lasku ja vastaavaa laskua on havaittu tapahtuvan myös joissain aikaisemmissa tutkimuksissa (Schnorr ym. 2001). Fry ym. (1998) havaitsivat, että lihaksistoa kuormittava yliharjoittelu ei aiheuta elimistössä niin voimakasta testosteronipitoisuuden laskua kuin vastaava kestävyystyyppinen harjoittelu. Myös Lucia ym. (2001) havaitsivat, että kolmen viikon erityisen kuormittavan fyysisen stressin (pyöräily) seurauksena seerumin testosteroni laski merkitsevästi, mutta ei aiheuttanut merkitseviä muutoksia gonadotropiiniinien pitoisuuksissa tai kehon painossa (1,6 % painonlasku). Raskaan painikauden aikana tehdyssä tutkimuksessa ei havaittu LH –pitoisuuksissa merkitseviä muutoksia (Roemmich & Sinning 1997), mutta tässä tutkimuksessa seerumin LH –pitoisuuden aleneminen oli merkitsevä ja se voi osaltaan selittää jopa romahdusmaisen testosteronipitoisuuden vähenemisen.

Akuutin stressin tai lyhytkestoisen uupumuksen ei pitäisi vaikuttaa seerumin IGF-1 pitoisuuteen (Sane 2000). Kroonisen aliravitsemustilan seurauksena on havaittu, että seerumin IGF-1 pitoisuudet ovat laskeneet (Roemmich & Sinning 1997). Ilmeisimmin tämän tutkimuksen painonpudotus ei ollut niin pitkäkestoinen tai suuri, että se olisi aiheuttanut kroonisiksi luokiteltavia muutoksia seerumin IGF-1 pitoisuuksissa. McMurray ym. (1991) havaitsivat seitsemän päivää kestäneen kuormituksen jälkeen merkitseviä muutoksia seerumin IGF-1 pitoisuuksissa, mutta tässä tutkimuksessa vastaavia löydöksiä ei tehty. Tämän tutkimuksen kanssa yhteneviä tuloksia saivat Maccario ym. (2000), kun he tutkivat IGF-1 muutoksia 36 tunnin kuormituksessa. Joka tapauksessa tarvitaan jatkotutkimuksia selvittämään miksi tämän tutkimuksen asetelma ei aiheuttanut muutoksia seerumin IGF-1 pitoisuudessa. Fyysinen kuormitus itsessään näyttää nostavan IGF-1 pitoisuutta (Eliakim ym. 1998), kun taas Nemet ym. (2004) havaitsivat, että kuormitus yhdistettynä matalakaloriseen ruokavalioon alentaa IGF-1 pitoisuutta.

Osa hormonaalisista muutoksista voidaan selittää todetun kuivuman vaikutuksista. Kohonnut seerumin SHBG pitoisuus on sidoksissa seerumin kreatiniinipitoisuuden nousuun. Toisaalta seerumin testosteronipitoisuuden aleneminen olisi voinut olla jopa vieläkin suurempi. Regressioanalyysin mukaan testosteronipitoisuuden lasku on enimmäkseen selitettävissä kehon painon alenemisella, mutta siltä osin kuivuman vaikutus ei näyttäisi olevan niin suuri. Tämän tutkimuksen mukaan nopea painonpudotus vaikuttaa merkittävästi kehon koostumukseen, elektrolyyttipitoisuuksiin ja endokriiniseen toimintaan. Kyseisten vaikutusten vuoksi tämän kaltaista painon pudottamista ei voi suositella kasvavassa iässä oleville lapsille tai nuorille. Jopa aikuisten ja kansainvälisellä tasolla olevien urheilijoiden pitäisi suhtautua liian suureen tai liian usein toistuvaan painonpudottamiseen varauksella, sillä se altistaa elimistön valtavaan stressitilaan.

Krotkiewski ym. (2000) mukaan viikon kestävä hyvin vähän kaloreita sisältävä ruokavalio aiheutti merkitsevän laskun lihasten glykogeenipitoisuudessa sekä kaliumpitoisuudessa. Myös tässä tutkimuksessa havaittiin seerumin kaliumpitoisuudessa laskevia arvoja, mutta ne eivät olleet merkitseviä. Tämä johtui mahdollisesti elektrolyyttitankkauksesta, jota koehenkilöt ohjeiden mukaisesti käyttivät. Joka tapauksessa painonpudotuksella ja kaliumpitoisuuden alenemisella on havaittavissa selvä yhteys ja käytännön kokemukset ovat osoittaneet, että elektrolyyttitankkaus vähentää krampeja ja edistää suorituskyvyn palautumista.

Painijoita ohjataan käyttämään tankkausvaiheessa paljon nestemäisiä energianlähteitä, koska mahdolliset kuivuman aiheuttamat muutokset soluaineenvaihduntaan ovat suuri uhka suorituskyvyn palautumiselle. Tässä tutkimuksessa koehenkilöillä on mahdollisuus tankata vapaasti nestettä sekä ravintoa punnituksen jälkeen ja ainakin kehon painon muutosta seuraamalla voidaan arvioida tankkauksen onnistumista. Ensimmäisen ja kolmannen punnituksen välillä oli vain 1.5 kg:n ero. Kun huomioidaan rasvamassan aleneminen, havaitaan painonpudotuksen seurauksena rasvattomassa painossa vain 0.6 kg:n menetys. Se ei kuitenkaan tarkoita, että elimistö olisi täydellisesti palautunut painonpudotuksesta ja energiavarastot olisivat täynnä. Tarnopolsky ym. (1996) havaitsivat, että huippupainijoilla viiden prosentin painonpudotus sai aikaan 54 % alenemisen lihasten glykogeenipitoisuudessa, mutta palautuminen tapahtui nopeasti. Tähän tutkimukseen ei kuulunut suorituskyvyn mittaamista, joten painonpudotuksen tai tankkauksen vaikutuksia fyysiseen suorituskykyyn voidaan vain arvioida. Palautuminen, lihasten energiavarastojen täydentyminen ja elektrolyyttitankkauksen vaikutukset suorituskyvyn palautumiseen vaativat lisätutkimuksia.

Roemmich & Sinning (1997) havaitsivat tutkimuksessaan, että painikauden aikana tehdyt useat painonpudotukset aikaansaavat kasvavilla nuorilla pituuskasvun häiriintymistä (jopa pysähtymistä) ja lihaskudoksen vähenemistä. Hormonaalisella puolella he havaitsivat alentuneen seerumin testosteronipitoisuuden, vaikkakin LH –pitoisuus pysyi normaalina. He tulivat siihen tulokseen, että liian vähän proteiinia sisältänyt ruokavalio aiheutti hypotalamuksen, aivolisäkkeen ja sukupuolirauhasten yhteistoiminnan heikkenemisen. Tämä vakava terveydellinen riski on huomioitava, kun kasvavassa iässä olevat urheilijat kilpailevat. Ongelma ei ole yksin painissa tai painoluokkaurheilussa, vaan vastaavia huomioita on tehty myös mm. voimistelulajeissa, yleisurheilussa ja mäkihypyssä.

Painonpudotukseen liittyy terveydellisiä riskejä, jos painoa pudotetaan liian paljon tai se toistuu liian usein. Aliravitsemus ja aineenvaihdunnan pitkäaikainen katabolinen tila on psyykkisesti erittäin raskasta, hidastaa palautumista ja kudosten uusiutumista. Myös urheilijan vastustuskyky sairauksille heikkenee ja loukkaantumiseriski kasvaa. Nestetasapainon liian suuri tai liian pitkäaikainen järkyttäminen voi aiheuttaa elimistössä vaurioita, jotka eivät korjaudu. Nestevajauksen aikana on erityisen suuri riski kehon hypertermiaan, mikäli vielä painonpudotusta tehostetaan esimerkiksi saunomalla hengittämättömät vaatteet päällä. Myös valmennuksellisesti on erittäin tärkeää tietää painonpudotuksen vaikutukset elimistön toimintaan. Tämän tutkimuksen tulosten myötä on arvioitava uudelleen vallitsevaa harjoittelun rytmitystä, sillä nykyään pyritään

aloittamaan valmennusleiri heti harjoituskilpailun jälkeen. Mikäli urheilijat ovat pudottaneet painoa kilpailuun, ei se yhdistettynä kilpailun aiheuttamaan kuormitukseen varmasti edesauta elimistön kykyä ottaa vastaan harjoitusärsykettä.

Tämän tutkimuksen johtopäätökset ovat seuraavat:

- painonpudotuksen aiheuttamat muutokset elimistössä ja stressitila ovat yllättävän suuria
- liian suuret ja usein toistuvat painonpudotukset voivat olla vaarallisia terveydelle ja hidastaa urheilijan kehitystä
- lasten ja nuorten tulisi pidättäytyä paria (2-3 %) prosenttia suuremmista painonpudotuksista
- valmennuksellisesti on huomioitava painonpudotuksen aiheuttama stressi elimistölle (harjoittelun kuormittavuus ennen ja jälkeen kilpailun)
- painonpudotuksen vaikutukset suorituskyykyyn ja erilaiset pudotusmenetelmät vaativat lisätutkimuksia

Kiitokset

Kiitän seuraavia tahoja tutkimuksen mahdollistamisesta: Sairaala Orton, Kansanterveyslaitos, Suomen Painiliitto, Suomen Olympiakomitea ja Jyväskylän Yliopisto.

LÄHTEET

- Dill, D. B. & D. L. Costill 1974. "Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma, and red cells in dehydration." *Journal of Applied Physiology* Vol. 37(No 2).
- Editorial 1998. "From the Centers for Disease Control and Prevention. Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers--North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997." *Jama* 279(11): 824-5.
- Eliakim, A., J. A. Brasel, S. Mohan, W. L. Wong & D. M. Cooper 1998. "Increased physical activity and the growth hormone-IGF-I axis in adolescent males." *Am J Physiol* 275(1 Pt 2): R308-14.
- Fogelholm, G. M., R. Koskinen, J. Laakso, T. Rankinen & I. Ruokonen 1993. "Gradual and rapid weight loss: effects on nutrition and performance in male athletes." *Med Sci Sports Exerc* 25(3): 371-7.
- Fry, A. C., W. J. Kraemer & L. T. Ramsey 1998. "Pituitary-adrenal-gonadal responses to high-intensity resistance exercise overtraining." *J Appl Physiol* 85(6): 2352-9.
- Galloway, S. D. & R. J. Maughan 2000. "The effects of substrate and fluid provision on thermoregulatory and metabolic responses to prolonged exercise in a hot environment." *J Sports Sci* 18(5): 339-51.
- Greenleaf, J. E. 1992. "Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration." *Med Sci Sports Exerc* 24(6): 645-56.
- Gutierrez, A., M. Gonzalez-Gross, M. Delgado & M. J. Castillo 2001. "Three days fast in sportsmen decreases physical work capacity but not strength or perception-reaction time." *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 11(4): 420-9.
- Gutierrez, A., J. L. Mesa, J. R. Ruiz, L. J. Chiroso & M. J. Castillo 2003. "Sauna-induced rapid weight loss decreases explosive power in women but not in men." *Int J Sports Med* 24(7): 518-22.
- Hall, C. J. & A. M. Lane 2001. "Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers." *Br J Sports Med* 35(6): 390-5.
- Kraemer, W. J., C. C. Loebel, J. S. Volek, N. A. Ratamess, R. U. Newton, R. B. Wickham, L. A. Gotshalk, N. D. Duncan, S. A. Mazzetti, A. L. Gomez, M. R. Rubin, B. C. Nindl & K. Hakkinen 2001. "The effect of heavy resistance exercise on the circadian rhythm of salivary testosterone in men." *Eur J Appl Physiol* 84(1-2): 13-8.
- Krotkiewski, M., K. Landin, D. Mellstrom & J. Tolli 2000. "Loss of total body potassium during rapid weight loss does not depend on the decrease of potassium concentration in muscles. Different methods to evaluate body composition during a low energy diet." *Int J Obes Relat Metab Disord* 24(1): 101-7.
- Lamberg, B.-A., V. Koivisto & R. Pelkonen 1992. *Kliininen endokrinologia, Duodecim*.
- Longcope, C., H. A. Feldman, J. B. McKinlay & A. B. Araujo 2000. "Diet and sex hormone-binding globulin." *J Clin Endocrinol Metab* 85(1): 293-6.
- Lucia, A., B. Diaz, J. Hoyos, C. Fernandez, G. Villa, F. Bandres & J. L. Chicharro 2001. "Hormone levels of world class cyclists during the Tour of Spain stage race." *Br J Sports Med* 35(6): 424-30.
- Maccario, M., G. Aimaretti, G. Corneli, C. Gauna, S. Grottoli, M. Bidlingmaier, C. J. Strasburger, C. Dieguez, F. F. Casanueva & E. Ghigo 2000. "Short-term fasting abolishes the sex-related difference in GH and leptin secretion in humans." *Am J Physiol Endocrinol Metab* 279(2): E411-6.

- Mazess, R. B., H. S. Barden, J. P. Bisek & J. A. Hanson 1990. "Dual-energy x-ray absorptrometry for total body and regional bone-mineral and soft tissue composition." *Am J Clin Nutr* 51: 1106-1112.
- Mazess, R. B., J. A. Hanson, R. Payne, R. Nord & M. Wilson 2000. "Axial and total-body bone densitometry using a narrow-angle fan-beam." *Osteoporos Int* 11(2): 158-66.
- McMurray, R. G., C. R. Proctor & W. L. Wilson 1991. "Effect of caloric deficit and dietary manipulation on aerobic and anaerobic exercise." *Int J Sports Med* 12(2): 167-72.
- Meikle, A. W., J. D. Stringham, D. T. Bishop & D. W. West 1988. "Quantitating genetic and nongenetic factors influencing androgen production and clearance rates in men." *J Clin Endocrinol Metab* 67(1): 104-9.
- Mero, A., A. Nummela, K. Keskinen & K. Häkkinen 2004. *Urheiluvallmennus*, VK-kustannus Oy.
- Montanini, V., M. Simoni, G. Chiossi, G. F. Baraghini, A. Velardo, E. Baraldi & P. Marrama 1988. "Age-related changes in plasma dehydroepiandrosterone sulphate, cortisol, testosterone and free testosterone circadian rhythms in adult men." *Horm Res* 29(1): 1-6.
- Mourier, A., A. X. Bigard, E. de Kerviler, B. Roger, H. Legrand & C. Y. Guezennec 1997. "Combined effects of caloric restriction and branched-chain amino acid supplementation on body composition and exercise performance in elite wrestlers." *Int J Sports Med* 18(1): 47-55.
- Nemet, D., P. H. Connolly, A. M. Pontello-Pescatello, C. Rose-Gottron, J. K. Larson, P. Galassetti & D. M. Cooper 2004. "Negative energy balance plays a major role in the IGF-I response to exercise training." *J Appl Physiol* 96(1): 276-82.
- Nienstedt, W., O. Hänninen, A. Arstila & S.-E. Björkqvist 2004. *Ihmisen fysiologia ja anatomia*. Turku, WSOY.
- Nindl, B. C., K. E. Friedl, P. N. Frykman, L. J. Marchitelli, R. L. Shippee & J. F. Patton 1997. "Physical performance and metabolic recovery among lean, healthy men following a prolonged energy deficit." *Int J Sports Med* 18(5): 317-24.
- Popowski, L. A., R. A. Oppliger, G. Patrick Lambert, R. F. Johnson, A. Kim Johnson & C. V. Gisolf 2001. "Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration." *Med Sci Sports Exerc* 33(5): 747-53.
- Price, A. & K. Bennett 1995. "The measurement of lutropin and follitropin on the ACS:180." *Clin Chem Enzym Comms*(6): 345-358.
- Pritchard, J., J. P. Despres, J. Gagnon, A. Tchernof, A. Nadeau, A. Tremblay & C. Bouchard 1998. "Plasma adrenal, gonadal, and conjugated steroids before and after long-term overfeeding in identical twins." *J Clin Endocrinol Metab* 83(9): 3277-84.
- Pritchard, J., J. P. Despres, J. Gagnon, A. Tchernof, A. Nadeau, A. Tremblay & C. Bouchard 1999. "Plasma adrenal, gonadal, and conjugated steroids following long-term exercise-induced negative energy balance in identical twins." *Metabolism* 48(9): 1120-7.
- Roemmich, J. N. & W. E. Sinning (1997). Weight loss and wrestling training: effects on growth-related hormones. *J Appl Physiol*. **82**: 1760-4.
- Ruokonen, A. 2003. *Hormonitutkimukset*. Jyväskylä, Kandidaattikustannus Oy.
- Sane, T. 2000. *Hypotalamus, aivolisäkkeen etulohko ja käpylisäke*. Hämeenlinna, Kustannus Oy Duodecim.
- Schnorr, J. A., M. J. Bray & J. D. Veldhuis 2001. "Aromatization mediates testosterone's short-term feedback restraint of 24-hour endogenously driven and acute exogenous gonadotropin-releasing hormone-stimulated luteinizing hormone and follicle-stimulating hormone secretion in young men." *J Clin Endocrinol Metab* 86(6): 2600-6.
- Siervogel, R. M., E. W. Demerath, C. Schubert, K. E. Remsberg, W. C. Chumlea, S. Sun, S. A. Czerwinski & B. Towne 2003. "Puberty and body composition." *Horm Res* 60(Suppl 1): 36-45.

- Tarnopolsky, M. A., N. Cipriano, C. Woodcroft, W. J. Pulkkinen, D. C. Robinson, J. M. Henderson & J. D. MacDougall 1996. "Effects of rapid weight loss and wrestling on muscle glycogen concentration." *Clin J Sport Med* 6(2): 78-84.
- Thissen, J. P., J. M. Ketelslegers & L. E. Underwood 1994. "Nutritional regulation of the insulin-like growth factors." *Endocr Rev* 15(1): 80-101.
- Tyler, J. P., J. F. Hennam, J. R. Newton & W. P. Collins 1973. "Radioimmunoassay of plasma testosterone without chromatography: a comparison of four antisera, and the evaluation of a novel approach to liquid scintillation counting." *Steroids* 22(6): 871-89.
- Underwood, L. E. 1996. "Nutritional regulation of IGF-I and IGF-BPs." *J Pediatr Endocrinol Metab* 9 Suppl 3: 303-12.
- Utter, A., M. Stone, H. O'Bryant, R. Summinksi & B. Ward 1998. "Sport-seasonal changes in body composition, strength and power of college wrestlers." *J Strength and Conditioning Research* 12(4): 266-271.
- Vermeulen, A. 2004. "Reflections concerning biochemical parameters of androgenicity." *Aging Male* 7(4): 280-9.
- Vilpo, J. 2003. *Laboratoriolääketiede. Kliininen kemia ja hematologia*. Jyväskylä, Kandidaattikustannus Oy.

LIITE 1. TUTKITTAVAN TIEDOTE

Versio 18.11.03, tunnistete mtm11/2003

PAINIJOIDEN NOPEAN LAHDUTTAMISEN VAIKUTUS KEHON KOOSTUMUKSEEN
Liikuntalääketieteellinen tutkimus

TUTKITTAVAN TIEDOTE

Tutkimus Sairaala ORTONissa Helsingissä

Tieteellinen tutkimus ORTON, Sairaala ORTON, Suomen painiliitto ry ja UKK-instituutti järjestävät yhteistyössä tutkimuksen, johon kutsutaan Suomen huippupainijoita.

Osallistujien valinta ja tutkimuksen tarkoitus

Osallistujiksi kutsutaan 20 suomenmestaruuskisoihin osallistuvaa painijaa.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää ottelupainoon tähtäävän nopean painon pudotuksen vaikutusta kehon koostumukseen. Tutkimuksesta saadaan tietoa kehon rasva-, lihas- ja luumassasta ja näiden suhteellisista määristä sekä muutoksista nopean painon pudotuksen aikana.

Mahdollisuus osallistua tutkimukseen

Tiedustelemme haluanne ja mahdollisuuttanne osallistua vapaaehtoiseen tutkimukseemme.

Yhteydenpito Suomen painiliiton puolelta tapahtuu päävalmentaja Pasi Sarkkisen kautta.

Teillä on oikeus olla osallistumatta tutkimukseen, oikeus peruuttaa suostumuksenne ja luopua osallistumisestanne.

Tutkimusohjelma

Tutkimus käsittää kaksi DEXA-mittausta. Ensimmäinen mittaus tapahtuu kolme viikkoa ennen kisoja (14.-16. tammikuuta) ja toinen mittaus kisoja edeltävänä päivänä virallisen punnituksen yhteydessä (6. helmikuuta). Mittaukset tapahtuvat Sairaala ORTONin tiloissa Helsingissä.

DEXA-mittaus tapahtuu kahdeksassa minuutissa laitteessa selällään maaten. Tutkimukseen liittyy häviävän pieni säteilyrasitus (0,02 mRem), joka vastaa Helsingistä Kuopioon tapahtuvan lennon aiheuttamaa taustäsäteilylisää. Tutkimuksen yhteydessä tehdään vielä bioimpedanssimääritys.

Tutkimuksen yhteydessä saatte välitöntä tietoa kehon lihas-, rasva- ja luumassasta, rasvaprosentista ja luuston tiheydestä.

Sairaalassa tapahtuva tutkimus DEXA-mittauksineen on teille maksuton. Matkojen järjestelyistä ja korvauksista voi neuvotella lajiliittojen kanssa. Rajallisten resurssien vuoksi tutkimukseen liittyvää mahdollista ansionmenetystä ei voida korvata. Sairaala ORTONissa tapahtuvien käyntien ja tutkimusten osalta tutkittavat ovat vakuutettuja Sairaala ORTONin potilasvakuutuksessa.

Tutkimustietojen käsittely

Tutkimukseen liittyvät tutkimustulokset säilytetään Sairaala ORTONin potilasrekisterissä ja tiedot ovat salassapitovelvollisuuden alaisia. Tutkimuksen yhteydessä tiedot koodataan ja tutkittavan henkilöllisyys ei paljastu. Tutkimustulosten analysointi ja raportointi tapahtuvat nimettöminä.

Tervetuloa tutkimukseen Sairaala ORTONiin

Markku Marttinen, LL
Osastonlääkäri
Sairaala ORTON, rtg

Kaj Tallroth, dos
Ylilääkäri
Sairaala ORTON, rtg

LIITE 2. SUOSTUMUS

Versio 18.11.03, tunniste mtm11/2003

PAINIJOIDEN NOPEAN LAIHDUTTAMISEN VAIKUTUS KEHON KOOSTUMUKSEEN
Liikuntalääketieteellinen tutkimus

SUOSTUMUS

Olen saanut lääkäriltä kirjallista tietoa tutkimuksen kulusta, olen tutustunut tutkimusta koskevaan tutkittavan tiedotteeseen ja olen tietoinen tutkimuksen tarkoituksesta, sisällöstä ja tutkimukseen liittyvistä eduista ja haitoista.

Suostun huippupainijoille tehtävään liikuntalääketieteelliseen tutkimukseen Sairaala ORTONissa ja annan luvan siihen, että tutkimuksessa saatavia potilastietojani voidaan antaa tutkijoiden käyttöön tutkimuksen vaatimassa laajuudessa. Suostumukseni on vapaaehtoinen ja tiedän, että minulla on oikeus peruuttaa suostumukseni ja luopua osallistumisesta myöhemmässä vaiheessa. Sairaala ORTONissa tapahtuvien tutkimusten ja käyntien osalta tutkittavat ovat vakuutettu Sairaala ORTONin potilasvakuutuksessa.

Allekirjoitus: _____ Henkilötunnus: _____

Nimenselvennys: _____ Päiväys: _____

Suostujan osoite: _____

Suostumuksen vastaanottaja: _____

Päiväys, jolloin otettu vastaan: _____
