

**VIIMEISTELYHARJOITTELUN KUORMITTAVUUDEN
MITTAAMINEN SEERUMIN HORMONIPITOISUUKSIEN JA
ORTOSTAATTISEN KOKEEN AVULLA SUOMALAISILLA
HUIPPUPAINIJOILLA**

Juha Virtanen

Liikuntafysiologian
pro gradu -tutkielma
Kevät 2000
Liikuntabiologian laitos
Jyväskylän yliopisto

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli mitata painin viimeistelyharjoittelun kuormittavuutta eritasoisilla huippupainijoilla. Mittausmenetelminä pitkittäis-tutkimuksessa käytettiin seerumin hormonipitoisuuksia (vapaa testosteroni, testosteroni, SHBG) ja autonomisen hermoston toimintaa kuvaavaa ortostaattista mittausta. Lisäksi lajinomaiset testit (nukketesti, rullaussimulaattori) sekä subjektiivisten tuntemusten selvittäminen olivat osana mittausmenetelmiä. Koehenkilöinä oli kahdeksan ($n = 8$) maajoukkue-tason painijaa. Painijat jaettiin kahteen ryhmään kilpailumenestyksen ja leirityksessä oloajan perusteella. Ryhmiä tarkasteltiin sekä kokonaisena joukkona että kahtena erillisenä ryhmänä (kokeneet ja uudet). EM-kilpailuihin valmistavien leirien yhteydessä oli kuukauden aikana viisi mittauskertaa. Laitteiden testaus ja lähtötasomittaukset suoritettiin ensimmäisellä mittauskerralla. Toisella ja kolmannella kerralla mitattiin intensiivisen leirin ja viimeisillä mittauksilla kontrollioitteluleirin vaikutuksia koehenkilöihin.

Tutkimuksen tulokset osoittivat, että kokeneemmat olivat uusia painijoita keskimäärin 4.5 vuotta vanhempia ($p < 0.05$). Verinäyttemuuttujista kreatiinikinaasi nousi koko testausjakson aikana koko joukolla ($p < 0.01$) sekä molemmilla ryhmillä ($p < 0.001$) intensiivisen leirin aikana. S-urea nousi ($p < 0.05$) kokeneiden ryhmässä intensiivisellä leirillä. Koko joukolla tapahtui tutkimusjaksolla nousua kreatiniinissa ($p < 0.05$). Hormonimuuttujissa ei tapahtunut tilastollisia muutoksia. Seisomasyke nousi koko joukolla ($p < 0.05$), ja siinä tuli myös ryhmien välille tutkimuksen aikana ero ($p < 0.05$). Subjektiivisissa tuntemuksissa pitkä leiri aiheutti kuntotuntemuksessa ryhmien välille eron ($p < 0.05$). Koko ryhmällä laski myös palautunut muuttuja ($p < 0.05$). Kevennyshyppy ei muuttunut tilastollisesti edes melkein merkitsevästi. Nukketestissä oli eroja ryhmien välillä ensimmäisten tehojaksojen keskiarvossa ($p < 0.05$), koska kokeneemmat suoriutuivat alkutestauksessa keskimäärin 2.6 sekuntia uusia painijoita nopeammin. Tutkimuksessa käytettyjen muuttujien avulla ei havaittu viimeistelyharjoittelun olevan liian kuormittavaa. Testosteronin, kreatiinikinaasin ja ortostaattisen mittauksen avulla voidaan arvioida urheilijan rasi-tustasoa. Tätä tutkimusta olisi hyvä jatkaa seuraamalla eri harjoituskausilla tapahtuvia hermostollisia ja hormonaalisia muutoksia.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

1. JOHDANTO

2. LAJISUORITUKSEEN VAIKUTTAVAT FYSIOLOGISET TEKIJÄT ...	2
2.1 Voima	2
2.1.1 Voima ja painonpudotus.....	4
2.1.2 Lajivoimalaitteet.....	7
2.2 Nopeus	9
2.3 Kestävyys	10
2.4 Otteluanalyysi fysiologisten ominaisuuksien kannalta	13

3. PAINIHARJOITTELUN VAIKUTUS ELIMISTÖN

SÄÄTELYJÄRJESTELMÄÄN	16
3.1 Hormonaalinen säätely	16
3.1.1 Testosteroni/kortisoli ja aineenvaihdunta	17
3.1.2 Painiharjoituksesta palautuminen	20
3.2 Hermostollinen säätely	23
3.2.1 Autonomisen hermoston fysiologia ja anatomia	23
3.2.2 Sydämen sympaattinen ja parasympaattinen hermotus	23
3.2.3 Ortostaattinen koe	24
3.2.3.1 Ortostaattisen kokeen tekeminen	25
3.2.3.2 Tulosten analysointi	26
3.2.3.2.1 Parasympaattinen aktiviteetti	26
3.2.3.2.2 Sympaattinen aktiviteetti	26
3.2.3.3 Urheilijoiden seuranta ja ylläpitäminen	27
3.2.3.3.1 Leposyke ja sykevaihtelu	28
3.2.3.3.2 Rasitus- ja palautussyke	28

4. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA ONGELMAT	30
---	-----------

5. TUTKIMUSMENETELMÄT	31
5.1 Koehenkilöt ja mittausajat	31
5.2 Mittausmenetelmät	35
5.2.1 Antropometriset muuttujat	35
5.2.2 Verinäytemuuttujat	36
5.2.3 Ortostaattinen koe	36
5.2.4 Painijoiden omat tuntemukset	37
5.2.5 Kevennyshyppytesti	37
5.2.6 Nopeusvoimakestävyysheittotesti paininukella	37
5.2.7 Rullaussimulaattori	39
5.3 Tilastolliset menetelmät	40
6. TULOKSET	41
6.1 Ikä ja antropometriset muuttujat	41
6.1.1 Korrelatiiviset yhteydet	41
6.1.2 Korrelatiiviset yhteydet muihin muuttujiin	42
6.1.3 Ryhmien väliset erot tutkimuksen aikana	42
6.2 Verinäytemuuttujat	43
6.2.1 Korrelatiiviset yhteydet	44
6.2.2 Korrelatiiviset yhteydet muihin muuttujiin	44
6.2.3 Ryhmien väliset erot tutkimuksen aikana	44
6.3 Ortostaattisen kokeen muuttujat	48
6.3.1 Korrelatiiviset yhteydet	48
6.3.2 Korrelatiiviset yhteydet muihin muuttujiin	49
6.3.3 Ryhmien väliset erot tutkimuksen aikana	49
6.4 Painijoiden subjektiiviset tuntemukset	50
6.4.1 Korrelatiiviset yhteydet	50
6.4.2 Ryhmien väliset erot tutkimuksen aikana	51
6.5 Kevennyshyppytesti ja lajinomaisten testien muuttujat	53
6.5.1 Kevennyshypyn ja lajinomaisten muuttujien väliset korrelatiiviset yhteydet sekä yhteydet muihin muuttujiin.....	55
7. POHDINTA	56

LÄHTEET

LITTEET

1. JOHDANTO

Autonomisen hermoston ja umpieritysrauhasten erittämät hormonit säätelevät ja kontrolloivat kehon sisä- ja ulkopuolisten olosuhteiden mukaan elimistön toimintoja jokapäiväisessä elämässä. Näiden kahden säätelijän välistä työnjakoa on vaikea tarkasti eritellä. Ne vuorovaikuttavat liikunnan ja aineenvaihdunnan säätelijänä, nestetasapainon ylläpitäjänä ja elektrolyyttivirtauksien tasapainottajana (Shephard-Åstrand 1992).

Intensiivinen ja pitkäkestoinen harjoittelu aiheuttaa muutoksia autonomisen hermoston toiminnassa ja tasapainossa. Mm. leposykkeen on todettu laskevan ja sykevaihtelun lisääntyvän (Seals ja Chase 1989). Rasittavat harjoitusjaksot voivat sympatovagaalisessa tasapainossa saada aikaan stressitilaa muistuttavia muutoksia: parasympaattinen aktivaatio laskee ja sympaattinen aktivaatio lisääntyy. Jos tällaista tilaa ei huomata ajoissa, urheilija saattaa ajautua ylirasitustilaan. Ylirasitukseen viittaavat oireet tulisi pyrkiä huomaamaan tarpeeksi ajoissa seuraamalla harjoittelua ja oman elimistön tilaa. Ortostaattista koetta on käytetty laajalti kestävyysurheilijoiden harjoittelun ja ylirasitustilan seurannassa (mm. Ekblom ym. 1973; Ryan 1983; Rusko 1989; Uusitalo ym. 1995). Rusko ym. (1995) uskovat, että kenttäoloissa tehdyillä ortostaattisilla kokeilla on mahdollista ennakoida ylirasitustilaa. Uusitalon ym. (1995) mukaan ylirasitusta mahdollisesti osoittavat muutokset kardiiovaskulaarisessa refleksissä saattavat tapahtua ennen hormonaalisia muutoksia. Tutkimuksia autonomisen hermoston toiminnasta kamppailulajeissa ei Suomessa ole aikaisemmin tehty

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli mitata painin viimeistelyharjoittelun kuormittavuutta eritasoisilla huippupainijoilla. Mittausmenetelminä pitkittäis- tutkimuksessa käytettiin seerumin hormonipitoisuuksia ja autonomisen hermoston toimintaa kuvaavaa ortostaattista mittausta

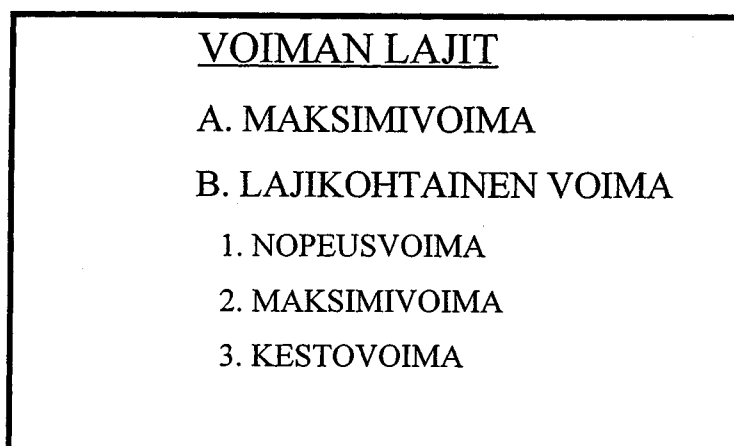
2. LAJISUORITUKSEEN VAIKUTTAVAT FYSIOLOGISET TEKIJÄT

Paini on tyypillinen kaksinkamppailu-urheilumuoto, jossa pyritään voittamaan vastustaja kaikin sääntöjen sallimin keinoin. Monivivahteisuutensa takia painissa vaaditaan useita eri ominaisuuksia, jotta maksimaalinen suoritus olisi mahdollinen. Yleisesti suuren yleisön keskuudessa luullaan painin olevan ensisijaisesti voimalaji, jossa hikiset miehet työntävät ja murjovat toisiaan raa'alla voimalla. Todellisuudessa kysymys on vaativasta tekniikkalajista, jossa voimalla tosin on kuitenkin tärkeä merkitys (mm. Salimäki 1987). Kamppailu-urheilumuotona paini on fyysisesti monipuolisesti eri lihasryhmiä kehittävä. Lisäksi painijalta vaaditaan nopeutta, notkeutta, ketteryyttä ja kestävyyttä sekä hyvää hallinta- ja koordinaatiokykyä (mm. Heinonen 2000). Näiden fyysisten ominaisuuksien lisäksi painijalta vaaditaan yhtä paljon henkisiä ominaisuuksia, kuten terävää teknistä älyä, harkitsevaa, taktista älyä, henkistä kestävyyttä pitkäaikaiseen harjoitteluun ja kilpailemiseen, jatkuvaa tarkkaavaisuutta sekä tarvittaessa "häjyä" luontoa (Salimäki 1987). Paini vaatii pitkäaikaista, nuorena aloitettua, monipuolista harjoittelua.

2.1 Voima

Maksimivoima voidaan yleisesti selittää maksimaalisena kykynä kehittää voimaa riippumatta ajasta ja liikelaajuudesta (Komi 1991). Se on riippuvainen hermoston kyvystä rekrytoida motorisia yksiköitä, lihaksen kyvystä käyttää hyväksi energiaa anaerobisesti (ATP-KP) lihassupistuksissa ja lihassyiden poikittaispinta-ala määrästä. Motorisia yksiköitä on ihmisellä eri lihaksissa eri määriä vaihdellen muutamista kymmenistä yli tuhanteen. Motoriset yksiköt luokitellaan kolmeen eri ryhmään: (1) nopea ja väsyvä, (2) nopea ja väsymystä sietävä ja (3) hidas ja väsymystä hyvin sietävä (Lieber 1992). Lihassoluja kuuluu yhtä motorista yksikköä kohti muutamasta solusta useampaan tuhanteen soluun. Lihassolutyyppien selvittämisen lähtökohtana on ollut Bergströmin (1962) menetelmäkehittely ja ensimmäiset tulokset urheilijoilla (Gollnickin ym 1972) ja harjoittelemattomilla (Johnson ym. 1973, Polgar ym. 1973). Lihassolutyypit ovat hidas (I) ja nopea (II), joista jälkimmäisellä on kolme alatyyppeä IIA, IIB ja IIC.

Urheiluvalmennuksessa yleisesti käytössä oleva jaottelu voiman lajeista on nähtävissä kuvasta 1. Painissa voiman osa-alueet saavat perustansa juniori-iässä ja myöhemminkin hankitusta voimasta (monipuolisesta liikkumisesta). Lajin kannalta tärkeimmäksi voiman hankintatavaksi tulee lajikohtainen voima, joka on yksi tärkeimmistä painisuoritukseen vaikuttava tekijä (mm. Tünnemann 1996). Sitä tarkastellaan useasti suhteessa kestävyyteen ja nopeuteen. Voima jaetaan yleensä maksimi-, nopeus- ja kestovoimaan. Näistä nopeusvoima voidaan vielä jossain kirjallisuudessa jakaa räjähtävään ja pikavoimaan (Helin ym. 1979).



KUVA 1. Voiman lajit (Helin ym. 1979)

Paini kuuluu niihin lajiryhmiin, joissa maksimivoima näyttelee huomattavaa roolia (Gain ym. 1980; Martin ja Margherita 1999). Lähes kaikki heittosuoritukset perustuvat siihen, miten nopeasti ja oikein ajoitetusti voimaa käytetään. Pelkkä painitekniikka ei riitä painimenestykseen (mm. Salimäki 1987; Heinonen 2000). Painissa tarvittava voima on kestovoiman ja nopeusvoiman yhteisvaikutusta (mm. Petrov, 1987). Kuitenkin myös maksimivoimalla on suuri merkitys, sillä otteluajanajan lyheneminen on tuonut painiin yhä enemmän aggressiivisempaa ottelukäyttäytymistä, mikä taas vaatii pisteiden saavuttamiseksi kansainvälisellä tasolla yhä enemmän mm. maksimivoimaa (mm. Horswill 1992).

Voima jaetaan voiman ja painon välisten suhteiden perusteella absoluuttiseen - ja suhteelliseen voimaan. Edellinen tarkoittaa urheilijan maksimaalista voimantuottokapasiteettia. Suhteellinen voima on urheilijan tuottama voima

suhteessa hänen painoonsa (mm. Harre 1975; Heinonen 2000). Painijoille, kuten muillekin painoluokkaurheilijoille, juuri suhteellinen voima on tärkeämpi. Pyritään tuottamaan mahdollisimman suuria voimia mahdollisimman kevyenä (Roemmich ja Sinning 1997).

2.1.1 Voima ja painonpudotus

Suhteellisen voiman sekä eräiden muiden etujen lisäyksen toivossa painijat yrittävät pudottaa normaalipainoaan (maksimissaan noin 15 %) tärkeisiin kilpailuihin eri aikaväleillä (mm. Horswill 1992;Heinonen 2000). Sarkkisen ja Virtasen (1997) mukaan yksittäiset painijat ovat pudottaneet painoa jopa 20 % normaalipainostaan. Fyysisesti hyväkuntoiset painijat käyttävät ajan suhteen kahta eri periaatetta: painon alentaminen pitkällä ja lyhyellä ajanjaksolla. Pitkällä ajanjaksolla painon alentaminen toteutetaan muutamien viikkojen aikana (30-35 päivää ennen kilpailuja, jos täytyy pudottaa yli viisi kiloa) (mm. Petrov 1987). Tarkoituksena on seurata aterioiden kalorimäärää vähentämällä rasvan ja hiilihydraattien määrää sekä lisäämällä valkuaisaineiden osuutta (Mourier ym. 1997; Roemmich ja Sinning 1997). Lyhyen ajanjakson painonpudotus voidaan toteuttaa kahdella tavalla: subakuutisti (kolmesta kuuteen vuorokauteen) tai akuutisti (yhdestä kahteen vuorokautta). Subakuutisti painon alentaminen tapahtuu lämpöhikoilun ja ruokavalion avulla (Rankin ym. 1996). Akuutisti painonpudotus tapahtuu eri lämpöhikoilukeinoja (mm. juoksua, jumppaamista, painia ,saunomista) yhdistämällä (mm. Heinonen 1994).

Tämänhetkiset tutkimukset ovat keskittyneet tutkimaan painonpudotuksen vaikutusta maksimaaliseen voimaan, anaerobiseen kapasiteettiin ja maksimaaliseen hapenottokykyyn sekä painonpudotuksesta kilpailuun palautumiseen (mm. Webster ym. 1990; Martin ja Margherita 1999). Painonpudotuksen vaikutusta painikykyyn vaikuttaviin fyysisiin tekijöihin on tutkittu valtavasti (taulukko 1 katso seuraava sivu). Taulukkoon on pyritty kokoamaan kattava kuva eri keinoilla ja eri ajanjaksoilla tehdyistä painonpudotuksista. Taulukossa olevat tutkimukset antavat erilaisia tuloksia painonpudotuksen vaikutuksesta edellä mainittuihin fysiologisiin muuttujiin. Tämä johtuu erilaisista testausjärjestelyistä, sillä painonpudotukseen

käytetty aika vaihteli sekä jotkut tutkimukset käyttivät diureetteja, saunaa, kalorien tarkkailua, harjoittelua hikipuvussa tai ilman ja/tai edellä mainittujen keinojen yhdistelmiä (Horswill 1992). Punnitussääntöjen muututtua vuonna 1992 (punnitus kilpailua edeltävänä iltana) tutkimukset ovat keskittyneet selvittämään keinoja, millä tavoin parhaiten palaututtaisiin painonpudotuksesta (mm. Oopik ym. 1996). Rajoituksen näille tutkimuksille tekee se, että niissä ei ole tutkittu varsinaista painisuoritusta.

TAULUKKO 1. Painonpudotuksen vaikutukset suorituskykyyn
(mukailtu lähteestä Horswill 1992)

TASO	MÄÄRÄ	PUDOTUS (%)	TEHTY SUORITUS	VAIKUTUS	LÄHDE
JUNIORIT	104	4.0	KÄDEN PURIST.VOIMA	VOIMA LISÄYS	FREISSCHLAG (1984)
JUNIORIT	15	5.0	KÄDEN TEHO	EI MUUTOSTA	PARK YM. (1990)
KOLLEGE	10	0.4-3.85	MAKSIMI- HAPENOTTO	EI MUUTOSTA	BOCK YM. (1967)
KOLLEGE	4	3.0	MAKSIMI- HAPENOTTO	EI MUUTOSTA	KELLY YM. (1978)
KOLLEGE	12	3.2	JALAN TEHO	EI MUUTOSTA	MCMURRAY YM.(1991)
KOLLEGE	46*	3.5-4.2	MAKS. HAPENOTTO	EI MUUTOSTA	CALDWELL YM.(1984)
KOLLEGE	8	4,8	PWC (SYKE 170)	ALENTUNUT	HERBERT & RIBISI (1972)
KOLLEGE	7	4.9	ISOKINEETTINEN VOIMA	ALENTUNUT	WEBSTER YM. (1990)
KOLLEGE	11	2.0-5.0	JALAN TEHO	EI MUUTOSTA	JACOBS (1990)
KOLLEGE	8	5.0	KIERTOHARJOITUS.	EI MUUTOSTA	KLINZING & KARPOWICZ (1986)
KOLLEGE	11	5.0	ISOMETRINEN VOIMA	EI MUUTOSTA	SERFASS YM. (1984)
KOLLEGE	10	7.1	ISOMETRINEN VOIMA	EI MUUTOSTA	SINGER & WEISS (1968)
MIHET	32	EI	ISOMETRINEN VOIMA	EI MUUTOSTA	AHLMANN & KARVONEN (1961)
		LISTATTU			
MIHET	1	8.0	ISOKINEETTINEN VOIMA	EI MUUTOSTA	WIDERMAN & HOGAN (1982)
MIHET	4	8.0	ISOKINEETTINEN VOIMA	VOIMAN LASKU	HOUSTON YM. (1981)

*MYÖS MUITA URHEILJOITA TUTKIMUKSESSA

SELITYKSET: JUNIORI= KOULUPAINITASO; MIHET= KANSALLINEN TASOI; PWC 170= TYÖTASO; KÄSI- JA JALKATESTIT TEHTIIN WINGATE TESTILLÄ

Paini on pääosiltaan dynaamista työtä. Painin aikana lihas jatkuvasti lyhenee tai pitenee .Staattisen lihastyönmerkitys on painissa vähentynyt tehtyjen sääntömuutosten vuoksi. Tietyissä tilanteissa kuitenkin tarvitaan vielä staattista voimaa, kuten esimerkiksi väännöissä ja rullauksen puolustamisessa (mm. Heinonen 2000; Sarkkinen ja Virtanen 1997). Tutkimuksissa on selvitetty, että dynaamisella voimantuottotavalla on huomattava yhteys painimenestykseen (mm. Cisar ym. 1987).

Painijan voimaharjoittelun tulisi näin olla pääasiassa dynaamista. Mikäli painijalla ei ole esim. loukkaantumisen vuoksi mahdollisuutta täysipainoiseen harjoitteluun, niin hän voi täydentää harjoitteluaan staattisilla harjoitteilla. Voimatutkimusten valinnassa eri aikoina on selvästi seurattu painin vaatimuksia. 1970-luvulla tutkimukset keskittyivät staattisen voiman mittaamiseen, kun ottelussa oli valtavasti sitomisia ja vääntöjä. Taulukossa 2 on esitetty eri vuosikymmeninä tehtyjä staattisen voiman mittauksia. Staattisella voimantuotolla on merkitystä painissa nykyäänkin huolimatta painissa vallitsevasta dynaamisesta voimantuotosta. Suomalaisille junioripainijoille on suoritettu Kuortaneen urheiluopistolla vuosittain staattisia voimamittauksia (Linja ym. 1999). Saadut tulokset ovat olleet samansuuntaisia Horswillin (1992) tutkimusten kanssa.

TAULUKKO 2. Staattisen voiman mittaukset painijoilla
(kg/painokilo) (mukailtu lähteestä Horswill 1992).

RYHMÄ JA KH. LUKUMÄÄRÄ	KÄDEN PURISTUS	POLVEN 90° KOUKISTUS	VARTALO OJENNUS	REIDEN NOSTO	SELÄN NOSTO	LÄHDE
15 PAINI IKÄRYHMÄ				5.2	2.1	
13 KONTROLLI				4.1	1.9	SADY YM. (1984)
104 PAINIJUNIORIA	0.56					
73 KONTROLLI	0.56					FREISCHLAG (1984)
8 VALITTU JUN. MM	0.60					
7 KARSIT. JUN. MM	0.69					SILVA YM. (1981)
21 KOLLEGE	0.76			2.2	2.2	
32 USA MIES	0.70			3.0	2.3	RASCH YM.(1967)
11 JAPANI	0.92			2.2	2.8	
5 KANADA	0.70			4.3	2.6	TAYLOR YM. (1979)
15 KANADA MIEHET	0.75	0.37	0.66			SONG (1980)
19 JAPANI MIEHET	0.73	0.40	0.68			
3 VALITTUA OK USA	0.76					NAGLE YM. (1975)
18 KARSIT. OK USA	0.79					

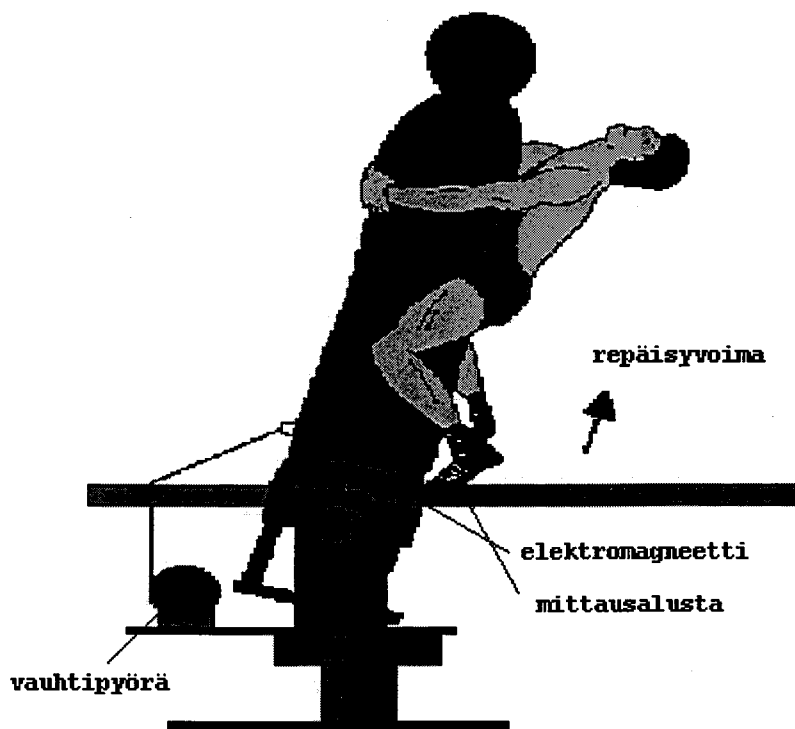
80- luvulla keskityttiin painijoiden dynaamisen voiman (isokineettisen, konsentrisen tai eksentrisen) mittaamiseen. Esimerkkejä dynaamisen voimamittauksen tuloksista esitetään seuraavan sivun taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Dynaaminen voima koukistuksessa ja ojennuksessa (J/kehon painokiloa kohden) cybex -laitteella (mukailtu lähteestä Horswill 1992).

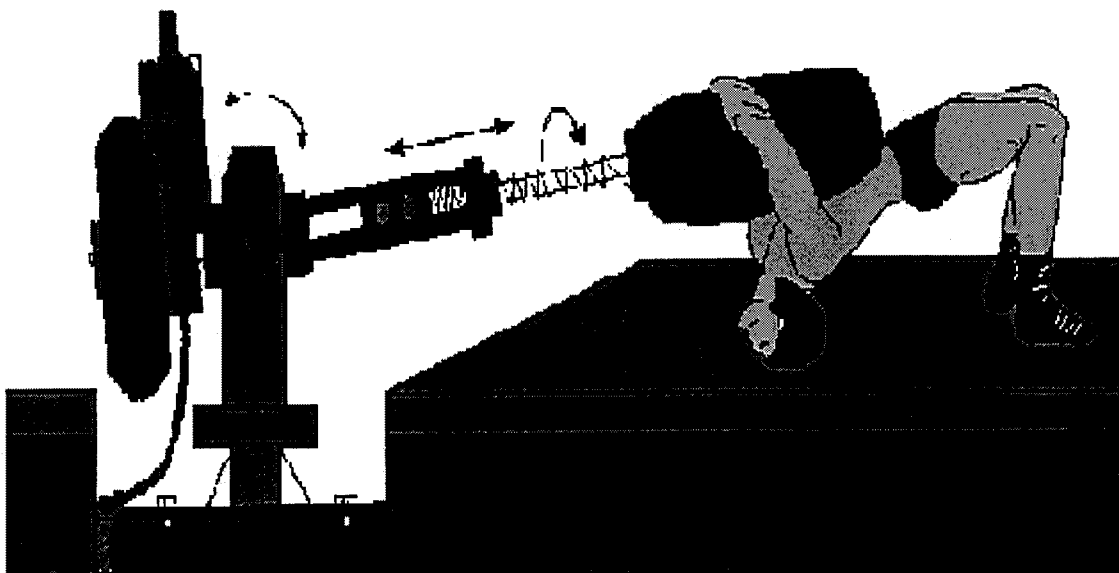
TASO	KÄDEN (FLEX/EXT)	SÄÄRI (FLEX/EXT)	OLKAPÄÄ (FLEX/EXT)	LONKKA (FLEX)	LÄHDE
195 JUNIORIA					
30°/MIN	0.81/0.95	1.58/3.04			HOUSH YM. (1989)
180°/MIN	0.53/0.53	1.05/1.66			
300°/MIN	0.38/0.40	0.77/1.04			
122 JUNIORIA					
30°/MIN			0.97/1.71		HOUSH YM. (1990)
180°/MIN			0.84/1.31		
300°/MIN			0.73/1.17		
13 KOLLEGE					
180°/MIN		0.99/1.44		1.29	KELLY YM. (1978)
KANADA MIEHET					
180°/MIN	0.86/0.85	1.41/1.81			
240°/MIN	0.72/0.73	1.16/1.35			

2.1.2 Lajivoimalaitteet

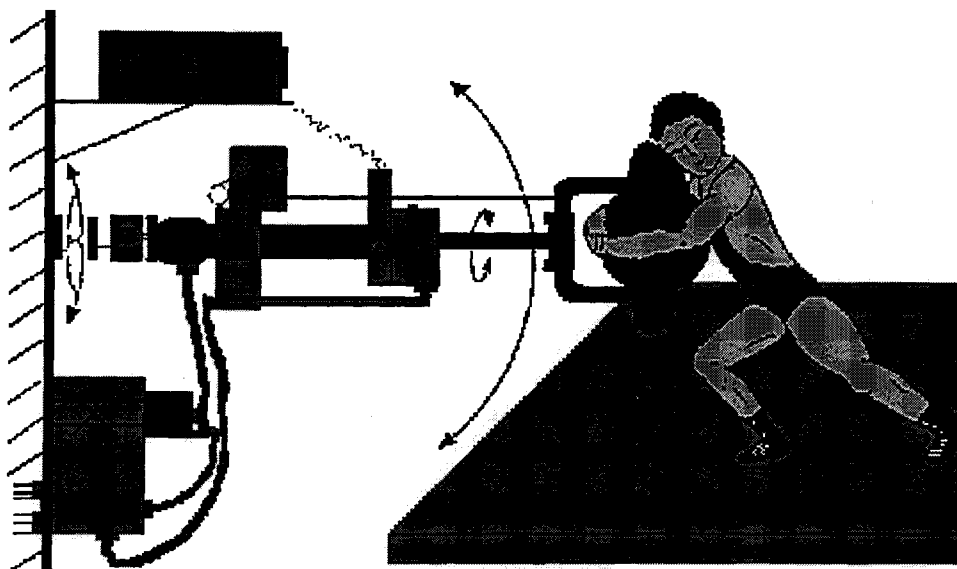
90-luvulla ja nykyisinkin voimatutkimukset ovat keskittyneet lajinomaisten ominaisuuksien mittaamiseen erityisillä lajispesifisillä simulaattoreilla. Tavoitteena on saada tietoa valituista lajispesifisistä voimaparametreista lähes kilpailun omaisissa olosuhteissa (Tünnemann 1996). Painiin tarkoitetuista lajispesifisistä simulaattoreista on esimerkkinä seuraavilla sivuilla esitettävät yliheittosimulaattori (kuva 2), vyörytyssimulaattori (kuva 3) ja elektrohydraulinen ottelurobotti (kuva 4). Yliheitto- ja vyörytyssimulaattori mittaavat pysty- ja mattopainin räjähtäviä ominaisuuksia. Elektrohydraulinen ottelurobotti testaa painijan nopeusvoimakestävyysominaisuuksia. Robotti voidaan säätää halutulle intensiteettitasolle painijan kykyjen mukaan.



KUVA 2. Painin heittosimulaattori (Tünnemann 1996)



KUVA 3. Vyörytyssimulaattori (Tünnemann 1996)



KUVA 4. Elektrohydraulinen ottelusimulaattori (Tünnemann 1996)

2.2 Nopeus

Nopeutta voidaan määritellä monin eri tavoin. Sen voidaan sanoa olevan lihassupistuksen ja rentoutumisen maksimaalisen nopeaa vuorottelua. Se voi olla kykyä suorittaa motorisia toimintoja mahdollisimman lyhyessä ajassa. Se on myös voimaa, jota taito hallitsee. Yleisin käsitys on, että nopeus on kykyä liikkua eteenpäin mahdollisimman nopeasti. Mikään edellä olevista määritelmistä ei anna tyhjentävää kuvaa nopeudesta, mutta jokainen valottaa nopeuden käsitettä omalla tavallaan (Harre 1975).

Painissa tarvittavia eri nopeuden muotoja ovat reaktionopeus, räjähtävä nopeus ja tärkeimpänä liikenoisuus (mm. Heinonen 1990). Nopeus ilmenee painiliikkeiden oikea aikaisuutena sekä liikkumis-, suoritus- ja heittonopeutena (Heinonen 2000). Reaktionopeudella tarkoitetaan aikaa, joka jää ärsykkeen ja lihaksen toiminnan väliin. Kun ärsyke (esimerkiksi vastustajan liikkeen tunteminen) tulee, siihen reagoimiseen menee tietty aika, joka vaihtelee hieman (mm. Helin ym., 1982). Reaktionopeuden muodoista painissa tulee esille selvimmän monimutkaiset reaktiot. Kuitenkin useissa tutkimuksissa on tullut esille, että reaktionopeus ei ratkaisevasti vaikuta menestymiseen painissa. Kroll (1958) raportoi, että reaktioajoissa ei ole eroja

menestyneillä ja epäonnistuneilla yliopisto-painijoilla. Erityisesti painia varten on kehitetty reaktioaikaa testaava testisarja. Testit eivät pelkästään mittaa stimuluksesta johtuvaa liikenopeutta, vaan myös tehdyn liikkeen teknistä onnistumista (Taylor ym. 1979). Räjähävää nopeutta painija tarvitsee yksittäisen liikkeen maksimaaliseen suorittamiseen (Peukert ym. 1992). Sharratin (1984) tutkimuksen mukaan Painija, jolla on erityisesti räjähtävää nopeutta tulisi suorittaa ottelussa maksimissaan noin 12 sekuntia kestäviä intensiivisiä liikesarjoja. Peukertin ym. (1992) pitkäaikaisissa tutkimuksissa huippupainijat tekivät ottelussa keskimäärin 5 - 8 noin 10 sekuntia kestäviä maksimaalisia spurteja. Liikenopeuden alaosista painissa tärkeämpi on suhteellinen nopeus. Tämä tarkoittaa nopeuden ja voitettavan vastuksen (vastustajan painon, matkan ja ajan) välistä suhdetta (Heinonen 1990).

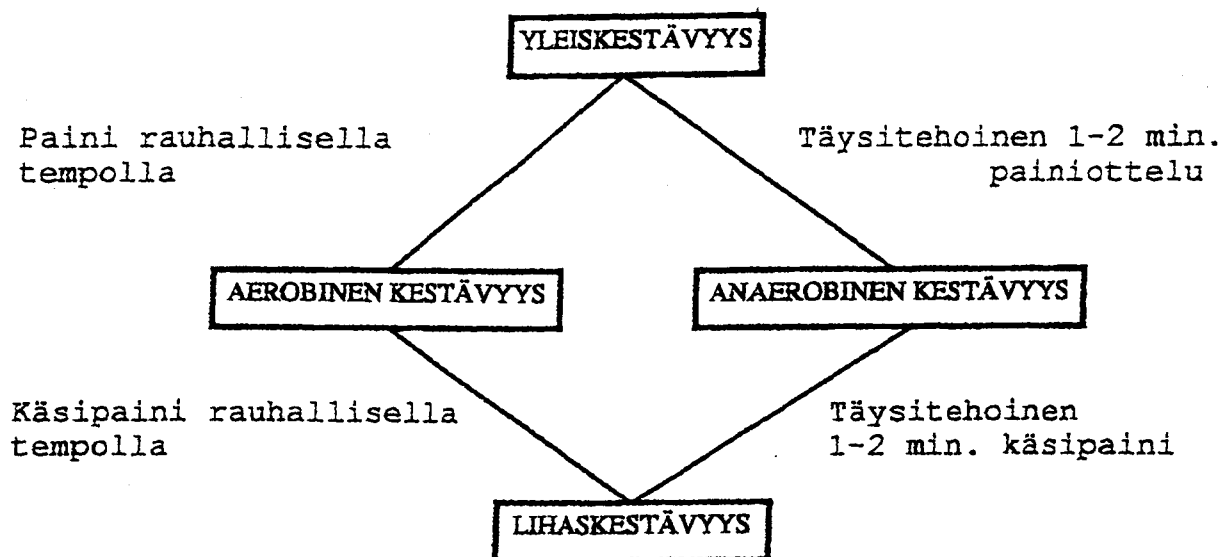
2.3 Kestävyys

Kestävyydellä on tärkeä merkitys urheilussa muissakin lajeissa kuin varsinaisissa kestävyyslajeissa. Se on tärkeää varsinaisessa kilpailusuorituksessa, sillä ilman tiettyä peruskestävyyttä ei nopeuden, voiman ja tekniikan tason säilyttäminen varsinkin pitkäkestoisessa kilpailusuorituksessa onnistu (TUL:n koulutusaineisto 1987).

Kestävyydellä tarkoitetaan urheilijan psykofyysistä kykyä vastustaa väsymystä (Weineck 1982). Tämä tarkoittaa painiottelussa verenkierron ja keuhkojen sekä lihaksiston kykyä pystyä väsymystä vastustaen painimaan muutamasta sekunnista useampaan minuuttiin asti kestävä ottelut. Lisäksi on pystyttävä painimaan useita otteluita perätysten samanlaisin tehoin (mm. Heinonen 2000; Sady ym. 1984; Sharratt ym. 1986; Stine ym. 1979).

Kestävyys voidaan lajiominaisuuden mukaan jakaa yleis- tai erikoiskestävyteen, toimivien lihasten määrän mukaan yleiseen ja paikalliseen lihaskestävyteen ja lihasten energian muodostamistavan mukaan aerobiseen ja anaerobiseen kestävyteen (TUL:n koulutusaineisto 1987).

painissa yllä olevat asiat tulevat kaikki kysymykseen, kun puhutaan painikestävydestä. seuraava kuvio selventää esimerkkeineen kestävyuden jakoa painiharjoittelussa.



KUVA 2. Kestävyyden lajit ja esimerkit painiharjoitteluun
(Salimäki 1987)

Painijoille tehdyissä lihaskestävyystutkimuksissa on suoritettu tiettyä liikettä tietyllä lihasryhmällä ja painolla 30 sekunnista kahteen minuuttiin. Tällaisia mittauksia on mm. maksimi toistomäärä penkkipunnerruksessa 23 kg:n painolla (Nagle ym. 1975; Silva ym. 1981), juoksumatolla suoritettu uupumusjuoksut (kaksi sarjaa/4 min lepo, 12,8 km/h, 20 %:n nousulla) (Sharrat ym. 1986), käsipyörällä suoritettut intensiiviset käsipainia jäljittelevät testit (mm. Hickner ym. 1991; Horswill ym. 1990; Oopik ym. 1996). Lajinomaista kestävyyttä kehittäviä testejä ovat mm. erilaiset paininuken heitot sarjoissa (20 sekuntia mahdollisimman monta heittoa / 40 sekuntia aktiivista palautumista/toteutetaan 5 – 8 sarjaa), lajinomainen nopeusketteryystesti (kuusi painimisessa tärkeää lihasryhmää suoritetaan kuntopiirityyppisesti kahdessa jaksossa) ja erityiset lajikuntopiirit sekä esimerkiksi elektrohydraulinen ottelusimulaattori (Heinonen 1990b; Heinonen 2000; Klinzing ja Karpowicz 1986; Tünnemann 1996). Lisäksi tietoa lajikestävydestä saadaan arvioimalla testikilpailuissa itse painisuorituksen eri osa-alueita (taistelutahtoa, liikkuvuutta,

tekniikkaa, taktiikkaa, nopeutta, voimaa, kestävyyttä). Arvioijana voi olla joko painija tai valmentaja, jotka arvioivat osa-alueet käyttämällä tiettyä numeroarviointia yhdestä viiteen (Heinonen 1994).

Kirjallisuudessa yleisimmin esiteltyjä painijoiden aerobisen kestävyuden mittausmenetelmiä ovat juoksumatto- ja polkupyöräergometritestit, joissa on pyritty selvittämään pääasiassa maksimaalinen hapenotto (ml/kg/min). Painijoilla tämä arvo vaihtelee tutkimuksissa 50 - 60 ml/kg/min (taulukko 4). Heinonen (2000) on saanut tutkimuksissaan maksimaaliseksi hapenottoarvoksi juoksumatolla suomalaisille edustuspainijoille keskimäärin 60 - 63 ml/kg/min. Alemmissa painoluokissa on saatu jopa 70 ml/kg/min arvoja. Maksimaalisen aerobisen tehon on ajateltu olevan tärkeä fysiologisesti, koska painija joutuu usein painimaan jopa viisi ottelua päivässä. Tutkimusten perusteella näiden ominaisuuksien puute ei ole katsottu olevan suurin este menestykseen, koska ottelun luonne on muuttunut vuosikymmenien aikana yhä enemmän anaerobiseksi (Horswill ym., 1989; Nagle ym., 1975; Stine ym., 1979). Savranbasin ym. (1994) mukaan 70 - 90 % painiottelun energia-aineenvaihdunnasta tulee anaerobisen toiminnan kautta. Vapaa- ja kreikkalais-roomalaisen painin harrastajilla on havaittu olevan eroja maksimaalisessa hapenotossa (Gale & Flynn, 1974; Nagle ym. 1975; Sharrat ym. 1986; Taylor ym. 1979). Vapaapainijoiden suurempien maksimaalisten hapenottoarvojen on todettu johtuvan ensisijaisesti enemmästä jalkalihasten käytöstä sekä erilaisesta (kuluttavammasta) peruspainiasennosta (Stine ym. 1979). Maksimaalisen hapenoton lisäksi näillä testeillä on pyritty selvittämään myös eri harjoitustasoja (mm. Heinonen 2000).

TAULUKKO 4. Maksimaalinen hapenotto (ml/kg/min) painijoilla

Juoksumatolla (mukailtu lähteestä Horswill 1992)

PAINIJARYHMÄ JA KOKO	MAX V _{O₂}	LÄHDE
23 PAINIPOIKAA	51.5	CLARK YM., 1984 *
22 KONTROLLIRYHMÄ	48.0	
ESIPUBERTEETTIKÄ		
15 IKÄHUIPPUA	54.0	SADY YM., 1984
13 LIIKUNTAHARRASTAMATTOMAT	45.6	
18 HUIPPUJUNIORIA	52.6	
18 EI-HUIPPUA	51.5	HORSWILL YM., 1989

(Jatkuu)

TAULUKKO 4. (Jatkuu)

18 USA:N JUNIORITEAM	55.0	SHARRAT, 1984
10 KOLLEGEPAINIJAA	62.4	SEALS & MULLIN, 1982
12 KOLLEGEPAINIJAA	53.0	HORSWILL YM., 1990
5 USA:N PARASTA KOLLEGE	61.1	
6 KESKIVERTO KOLLEGE	59.9	STINE YM., 1979
8 EI MENESTYSTÄ KOLLEGE	55.3	
8 MENESTYJÄÄ USA OLYMPIA VP ¹	60.9	
18 EI-MENEST. USA OLYMPIA VP ¹	55.9	NAGLE YM., 1975
9 MENESTYJÄ USA OLYMPIA VP+KR ²	54.3	
18 EI-MENEST. USA OLYMPIA VP+KR ²	54.8	GALE & FLYNN, 1974
49 MAAJOUKKUE KANADA VP ¹	61.8	SHARRATT YM., 1986
10 MIESTÄ RUOTSI	57.0	SALTIN & ÅSTRAND, 1967
7 KANADA MIESPAINIJAT KR ²	50.4	TAYLOR YM., 1979

* painijoiden ikä 8.5 vuotta; kontrolliryhmän ikä 8.4 vuotta

¹ vapaapaini

² kreikkalais-roomalainen paini

2.4 Otteluanalyysi fysiologisten ominaisuuksien kannalta

Painiottelun kesto on muuttunut viime vuosien aikana ja näin myös fysiologisissa vaatimuksissa on tullut muutoksia. Vuoteen 1976 painiottelu oli yhdeksän minuutin pituinen, ja tuolloin painotettiin enemmän aerobisen tehon merkitystä (mm. Hellickson 1977). Otteluaajan lyheneminen ensin viiteen minuuttiin ja sitten vuonna 1998 kahteen kolmen minuutin erään (puolen minuutin tauko välissä) on johtanut aggressiivisempaan painityyliin, minkä vuoksi voimasta, anaerobisesta tehosta ja anaerobisesta kapasiteetista on tullut hallitsevia ominaisuuksia kansainvälisellä tasolla (mm. Horswill 1992; Martin ja Margherita 1999; Sarkkinen ja Virtanen 1997; Savranbashi ym. 1994). Pitkäaikaisten ottelukäyttötutkimusten mukaan on selvinnyt, että ottelussa on keskimäärin 50-60 kontaktitilannetta vastustajan kanssa, otetaan 500 – 600 askelta ja tällaisessa ottelussa yksi onnistunut liike on vaatinut harjoittelussa noin 1500 ottelunomaisen liikeyrityksen tekemistä (Tünnemann 1995). Aerobisen kestävyuden merkitystä voidaan tarkastella lähinnä palautumisen nopeutumisenä ottelujen välillä sekä ns. turnauskestävyyden taustalta.

Sekä laktisen että alaktisen happivelan takaisinmaksu runsasenergistien fosfageeni-varastojen kautta perustuu suuresti aerobisen energiantuoton tehoon. Wilmore &

Costillin (1988) mukaan painissa energiaa kuluu noin 13-14 kcal/min, mistä luultavasti suurin osa anaerobisessa prosessissa. Tätä todistaa mm. Houstonin ym. (1983) raportti. Glykogeeni-pitoisuus laski 21,5 % vastus lateralis -lihaksessa, veren laktaattipitoisuus nousi lähes kymmenkertaiseksi ja veren pH laski kuuden minuutin painiottelun jälkeen. Savranbasin ym. (1994) mukaan 70 - 90 % painiottelun energia-aineenvaihdunnasta tulee anaerobisen toiminnan kautta. Lisäksi ollaan havaittu virtsan pH- arvon alenemista (mm. Rasch ym. 1961; Zambraski ym. 1975), mikä kuvaa painin anaerobista luonnetta.

Huippupainijoilla maksimaalinen hapenotto vaihtelee 60-70 ml/kg/min välillä (Heinonen 2000). Sykelukemat vaihtelevat täystehoisessa ottelussa 180-210 krt/min. Tosin nämä luvut ovat hetkellisiä, sillä sykehuiput kestävät vain noin 20 sekuntia. Loppuaika minuutista on ns. aktiivista passiivisuutta, jolloin pyritään keräämään voimaa seuraavaan hyökkäykseen (Heinonen 1994). Painiottelun intensiivinen lihastyö käyttää energianlähteinään lihaksen fosfageenivarastoja (ATP ja KP) sekä anaerobisen glykolyysin kautta tuotettua ATP:tä (mm. Heinonen 2000; Horswill 1992; Petrov 1987). Maitohappoa muodostuu ottelusta riippuen 10 - 24 mmol/l, ja se on kolmannessa ottelussa korkeimmillaan. Tällaisten arvojen saamisen edellytyksenä on kova aktiivinen toiminta (Heinonen 1990). Korkeimmat arvot saadaan painijoilta, jotka ovat olleet juuri ennen loppua kovassa puristustilanteessa. Maitohappomäärät jäävät vähäisiksi, jos ottelut ovat passiivisia, taktiikka on varovainen ja jos painijoiden anaerobinen suorituskyky ja irtiottokyky ovat heikot (mm. Heinonen 2000; Houston ym. 1983; Salimäki 1987; Sharrat ym. 1986).

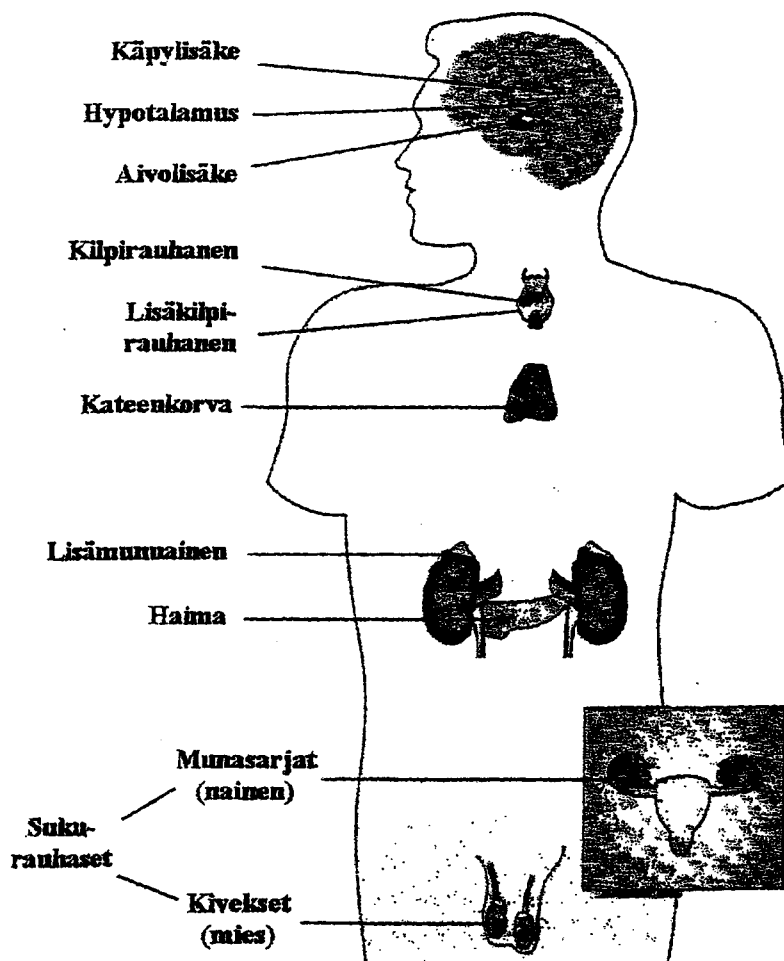
Yksittäiset liikkeet ottelussa ovat dynaamista työtä ja vaativat onnistuakseen räjähtävää voimaa. Staattisen työn osuus ja staattinen voima tulevat esille, kun on kysymyksessä esimerkiksi vääntötilanne matossa tai rullauksen puolustaminen. Heittotilanteisiin pääsemiseksi vaaditaan hyvää maksimivoimaa (Sarkkinen ja Virtanen 1997). Sitä tarvitaan myös taistelutilanteiden voittamiseksi. Koordinatiivinen kyky on ottelussa tärkeä, sillä siten pystyy löytämään nopeat ratkaisut ennakkoon odottamattomissa tilanteissa (Heinonen 2000). Psykologiset tekijät ovat tulleet ottelussa yhä tärkeämmiksi, sillä tasavertaisista painijoista voittaa useimmin enemmän voittoon uskova (mm. Halvari 1981 ; Silva ym. 1981). Tasaisissa otteluissa painijan on pystyttävä tekemään väsyneenäkin nopeita,

järkiperäisiä ratkaisuja ja saavuttamaan otteluvoitto. Turnausluonteisissa kilpailuissa painijalta edellytetään henkistä kestävyyttä sekä kykyä rentoutua otteluiden välillä ja latautua seuraavaan otteluun optimaalisesti (Heinonen 2000).

3. PAINIHARJOITTELUN VAIKUTUS ELIMISTÖN SÄÄTELYJÄRJESTELMÄÄN

3.1 Hormonaalinen säätely

Hormonaalinen säätely on yhdessä hermostosäätelyn kanssa tärkein elimistön toimintaa ja tasapainoa ylläpitävä säätelyjärjestelmä. Erityisesti voiman ja energian tuottamisessa hormonaalisella säätelyllä on huomattava rooli. Sisäeriterauhaset (Kuva 5.) erittävät useita sääteleviä hormoneja.



KUVA 5. Hormoneja tuottavien sisäeriterauhasten sijainti (mukailtu lähteestä
McArdle ym. 1996)

Sisäeritejärjestelmä käsittää sisäeriterauhasen, veressä kuljetettavan aineen – hormonin - ja vastaanottavan elimen (reseptorielin). Hormonit ovat joko steroideja tai aminohappo- (polypeptidi-) yhdistelmiä. Hormonien tärkein tehtävä on muuttaa solureaktioiden nopeutta. Se onnistuu joko lisäämällä tai vähentämällä entsyymitoimintaa reseptorielimessä. Veren hormonipitoisuuteen vaikuttavat a) syntetisoitava hormonimäärä, b) vapautettava määrä, c) kohde-elimen ottama määrä ja d) hormonin poistumisnopeus verestä (maksat ja munuaiset) (esim. McArdle ym. 1996).

3.1.1 Testosteroni/kortisoli ja aineenvaihdunta

Kaksi ensisijaista hormonia, jotka liittyvät voimaharjoittelun vaikutusmekanismeihin, ovat testosteroni ja kasvuhormoni (Kraemer ym. 1991; Kraemer 1992). Painiharjoittelussa voima näyttelee suurta osaa, joten oikeat harjoitusmenetelmät saavat aikaan havaittavia muutoksia testosteroni- ja kasvuhormoniarvoissa. Kamppailulajissa tehdyssä tutkimuksessa on havaittu selvä yhteys korkeiden testosteroniarvojen ja aggressiivisen ottelukäyttäytymisen välillä (Salvadora ym. 1999). Lisäksi Karila (2000) on julkaisemattomissa tutkimuksissaan havainnut, että painimienestymisellä ja korkealla testosteronipitoisuudella on jotain keskinäistä yhteyttä.

Hormonituotanto ja aineenvaihdunta ovat vuorovaikutuksessa keskenään. Hormonaaliset ja metaboliset muutokset urheilusuorituksen aikana ja sen jälkeen ovat voimakkaasti riippuvaisia harjoituksen määrästä ja intensiteetistä (mm. Mero ym. 1997). Lisäksi urheilijoilla on pienempi hormonaalinen vaste (= muutos) kuin harjoittelemattomilla samalla kuormituksella (McArdle ym. 1996).

Sisäsyntyisten hormonien arvot veressä kuvaavat kehon fysiologisia reaktioita ja adaptaatiota fyysisen rasituksen aikana sekä kertovat palautumisasteesta anabolisissa ja katabolisissa reaktioissa. Testosteronilla ja kortisolilla on suuri merkitys sekä proteiinien että hiilihydraattien aineenvaihdunnassa. Testosteronin ja kortisolin suhde kuvaa hyvin kehon fyysistä rasitustilaa ja etenkin anabolia/katabolia –suhdetta. Testosteroni ja kortisoli ovat kilpailevia vaikutusaineita lihassolun aineen-

vaihdunnassa ja niiden suhde laskee suhteessa intensiteettiin ja palautusjakson pituuteen verrattuna (Urhausen ym. 1995).

Levon aikana 97 - 99 % kiertävästä testosteronista on sidoksissa joko sukupuolihormonia sitovaan veren globuliiniin (SHGB) tai albumiiniin. Vain 1-3 % on ns. aineenvaihdunnallisesti aktiivista eli vapaata testosteronia (Hedge ym. 1987; Martin ym. 1985). Seerumin testosteroni käyttäytyy periaatteessa kahdella tavalla fyysisen kuormituksen yhteydessä: lyhyen harjoitusjakson jälkeen testosteronin määrä kasvaa suhteessa intensiteettiin, harjoitusmäärään ja harjoitukseen osallistuneeseen lihasmassaan verrattuna (Alen ym. 1988; Häkkinen 1989; Häkkinen ja Pakarinen 1991; Lehmann ym. 1981; Lipsett ym. 1978; Florini 1985; Cadoux-Hudson ym. 1985). Testosteronipitoisuus – verrattuna lepoarvoon – nousi vielä kolme tuntia kestäneiden kestävyystyyppisten harjoitusten vaikutuksesta, mutta kuusi tuntia kestäneen ultramaratonin jälkeen arvot laskivat jopa alle lepoarvon (Guglielmini ym. 1984). Yhden viikon mittainen intensiivinen kaksi harjoitusta päivässä sisältänyt maksimivoimaharjoittelu aiheutti erityisesti seerumin testosteronipitoisuuden tasaisen alenemisen, mutta jo yhden päivän lepo palautti testosteronin ja vapaan testosteronin arvot lepotasolle. Tämä osoittaa maksimivoimaharjoittelun aiheuttamaa fysiologista stressitilaa (Häkkinen ym. 1988). Samansuuntaisen hormonaalisen vasteen sai aikaan Fryn ym. (1993) tekemä yhden viikon mittainen tutkimus korkeatehoisesta painonnostoharjoittelusta. Akuutti seerumin testosteronipitoisuuden muutos muutaman päivän aikana ei kuitenkaan Häkkisen ym. (1988) mukaan välttämättä vaikuta suorituskykyyn.

Kilpailun jälkeen (1,5 h) painijoiden kortisoliarvot putosivat perustasolle samalla kun testosteroniarvot nousivat huomattavasti, mikä taas aiheuttaen korkean testosteroni ja kortisoli -suhteen (Passelergue ja Lac 1999). Palautusjakson aikana testosteroniarvot yleensä laskevat, mutta Passelergue ja Lac (1999) havaitsivat painijoilla vielä viisi päivää kilpailujen jälkeen normaalia korkeampia testosteroniarvoja.

Testosteronipitoisuuden nousuun vaikuttavat harjoitusmuoto, -intensiteetti ja palautuksien pituudet. Voimaharjoittelun pitkäaikaisvaikutuksina sekä testosteronin että kasvuhormonin lepoarvot hieman nousevat, mikä luo siten suotuisan hormonaalisen ympäristön voiman kasvulle (mm. Kraemer ym. 1998).

Painijoilta mitattiin hormonitasoja ennen kilpailuun valmistavaa kautta, välittömästi sen jälkeen ja kolmen kuukauden päästä kilpailukaudesta. Roemmich ja Sinning (1997) havaitsivat kasvuhormonin ja SHBG:n osalta huomattavaa nousua ja laskua testosteroniarvoissa vertailtaessa ennen kilpailukautta saatuja arvoja välittömästi kilpailukauden jälkeen saatuihin arvoihin. Kolmen kuukauden päästä tulokset kääntyivät päinvastaisiksi. Kuitenkin vain painijoiden kilpailukauden lopulla saadut vapaan testosteronin pitoisuudet olivat ”normaalien” arvojen ulkopuolella ja nekin arvot palautuivat nopeasti normaaleiksi (Roemmich ja Sinning 1997). Liiallinen ja usein toistuva painonpudotus kuitenkin vaikuttaa alentavasti seerumin testosteronipitoisuuteen (mm. Strauss ym. 1985). Lisäksi Strauss ym. (1985) löysivät yhtäläisyyksiä alhaisen kehon rasvaprosentin, suuren määrän kehon rasvan pudottamisen ja alhaisen seerumin testosteronin välille.

Testosteronin vähenemisen vaikutuksesta energia-aineenvaihduntaan ei ole tarkkaa tietoa. Testosteronilla voi olla merkittävä rooli lihaksen aineenvaihdunnassa palautuksen aikana. Se ei koske ainoastaan proteiinisynteesiä (Siegethler 1987), sillä se näyttäisi myös auttavan lihasta täydentämään glykogeenivarastoja, jotka kuluvat fyysisen suorituksen aikana (Bergamini ym. 1969; Gillespie ym. 1970).

Kortisolilla on todettu olevan katabolisia vaikutuksia elimistöön (Hedge ym. 1987; Martin ym. 1985) sekä korkeaintensiivisessä harjoituksessa että raskaassa voimaharjoituksessa (Häkkinen ym. 1985; Maresh ym. 1988; Schwartz & Kinderman 1990). Harjoittelusta johtuva kortisolipitoisuuden nousu on riippuvainen harjoittelun kestosta ja intensiteetistä (Galbo ym. 1983; Dessypris ym. 1976; Farrell ym. 1983; Weiker ym. 1985). Hyvin merkittävän veren kortisolitason kohoaminen vaatii yleensä yli 20 minuutin suorituksen vähintään 60 %:n teholla maksimaalisesta hapenotosta. Tämä johtuu etupäässä suuremmasta vaadittavasta aineenvaihduntasosta harjoituksen aikana (Cashmore ym. 1977; Davies ym. 1973). Harjoituksen jälkeen tai palautumisen aikana kortisolipitoisuus yleensä laskee nopeasti ja saavuttaa perustasonsa muutaman tunnin kuluessa (Kuoppasalmi ym. 1976; Urhaisen ym. 1987). Samanlaisia tuloksia löysivät Passalergue ja Lac (1999) sekä Panossian ym. (1999) painijoilla tehdyissä tutkimuksissa. Harjoittelu tai muut fyysiset tai psyykkiset rasitukset (mm. ennen suoritusta oleva stressitila) vaikuttavat

elimistöön. Kamppailulajien edustajilla kyseessä voi olla erityisesti painonpudotus, joka nostaa kortisoliarvoja (Suay ym. 1999).

3.1.2 Painiharjoituksesta palautuminen

Elimistö palautuu normaalitilaan nopeasti kevyestä kuormituksesta. Kovan kuormituksen jälkeen tarvitaan riittävästi lepoa. Nopeimmin, jo muutamassa tunnissa hetkellisestä rasituksesta, palautuvat lihaksen välittömät energianlähteet: ATP ja KP sekä lihaksen ja veren maitohappopitoisuudet ja stressihormonipitoisuudet. Jos elimistöä rasitetaan jatkuvasti siten, että tapahtuu harjoitusstressin pitkäaikaista kasautumista (esim. leiriolosuhteet painissa), siitä voi seurata monia fysiologisia muutoksia elimistöön. Kasautuvaan väsymykseen liittyy lihaksen glykogeeni-pitoisuuden ja stressihormonitasojen nousu. Nousu vaikuttaa pysyvästi autonomisen hermoston säätelyyn. Siitä seuraa myös hormonaalisia ja fysiologisia muutoksia: mm. testosteroni/kortisoli-suhde laskee, eivätkä lihakset pysty reagoimaan positiivisesti stressireaktioon (McArdle ym. 1996).

Supistukseen lihas saa energiaa ATP:n pilkkomisesta. Painiharjoittelun intensiivinen lihastyö käyttää energianlähteinään lihaksen fosfageenivarastoja (ATP ja KP) sekä anaerobisen glykolyysin kautta tuotettua ATP:tä (mm. Heinonen 2000). Maitohappoa muodostuu harjoituksesta riippuen palauttavista harjoitusotteluiden alle 2 mmol/l arvoista aina yli 20 mmol/l tuottaviin tehointervalliharjoituksiin (katso liite 1).

Muutokset hermoston ja hormonien välisessä toiminnassa riippuvat lihasten ulkopuolisten energianlähteiden uudelleenmuodostuksesta. Lihasten sisäiset energiavarastot ovat lihassupistuksessa käytössä välittömästi, mutta niitä on myös lisätty neuroendogriinisen vaikutuksen kautta. Tätä oletusta tukee myös Sephard-Åstrand (1992), sillä heidän mukaansa liikehermoston aktiviteetti aiheuttaa välittömästi endogriinisiä muutoksia. Harjoituksen aikana sympaattisen hermotuksen aktiviteetti nousee ja samalla plasman vastavaikuttajahormonien erityis lisääntyy. (Galbo 1983; Galbo 1985; Galbo 1986). Energianmuodostus lisääntyy harjoituksen aikana tasapainossa sitä vastaavien energiantuottomekanismien kanssa. Energiapiikin

jälkeen takaisinkytkentä alkaa välittömästi rajoittamaan energian muodostusta (Shephard-Åstrand 1992).

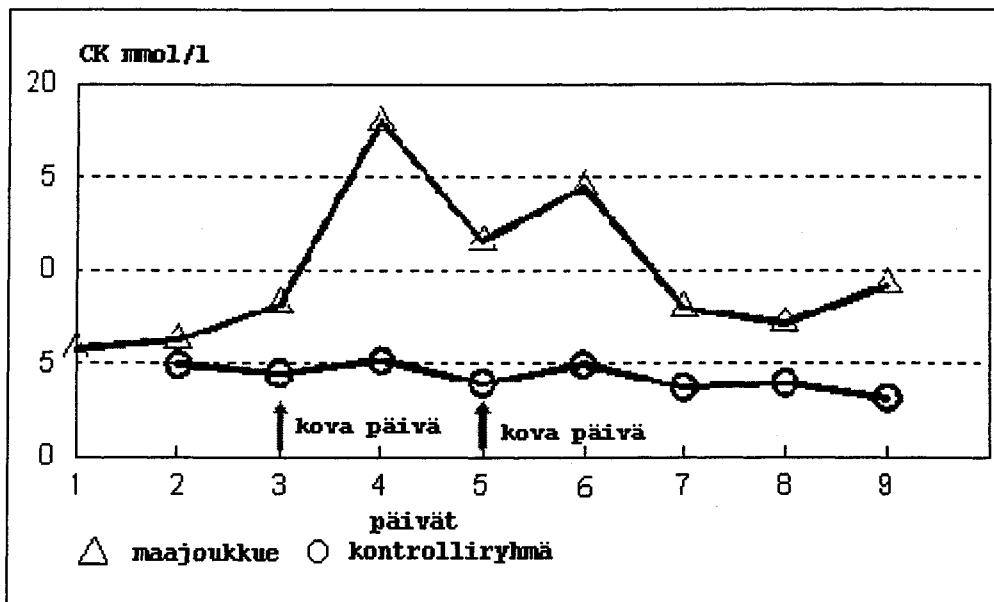
Hermoston ja hormonien vuorovaikutusta energiamuodostuksessa on tutkittu lääketieteessä mm. salpaamalla hormonien reseptoreita kohdesoluissa. Näissä tutkimuksissa on todettu melko varmasti, että sympaattisen hermoston ja lisämunuaisen ytimen aktiviteetin nousu on erityisen tärkeää lihaksen sisäisten ja ulkoisten energiavarastojen toiminnassa (mm. Galbo 1985).

Kreatiinikinaasi (CK) on lihasentsyymi, jota tarvitaan energianmuodostuksessa (McArdle ym. 1996). CK:a voidaan käyttää lihasvaurioiden määrittämiseen fyysisen rasituksen jälkeen. Erityisesti leiriolosuhteissa ennen arvokilpailuja harjoittelu on erittäin intensiivistä. Harjoittelussa pitää arvioida päiväkohtaisesti levon ja rasituksen suhdetta. Judoharjoittelun aiheuttamia lihasvaurioita on pyritty seuraamaan mittaamalla CK:n määrän vaihteluja harjoitustehollisesti ja -määrällisesti erilaisten päivien aikana. (kuva 6, seuraavalla sivulla.) (Tünnemann 1996). Tutkimusraportissa ei selvitetty erikseen harjoitusten sisältöä. Seuraavalla sivulla olevasta kuvasta 6 havaitsemme, että olympialaisiin valmistautuvien judokoiden lihasvauriot ovat mittauksissa keskimäärin suurempia kuin heidän harjoitusvastustajiensa samaan aikaan saadut arvot. Kuvasta on myös havaittavissa, että yhden päivän kevyempi judoharjoittelu ei riittänyt korjaamaan intensiivisistä harjoituksista aiheutuneita lihasvaurioita.

Hartmannin ym. (2000) (tutkittiin satoja eri lajien urheilijoita) mukaan CK:n ja seerumin urean mittaukset ovat päteviä keinoja saada selville harjoittelun aiheuttamia lihasvaurioita. Mittaukset tulisi hänen mukaansa tehdä kovan harjoitusjakson jälkeen standardoiduissa olosuhteissa noin kolmen päivän välein.

Hartmannin ym. (2000) tutkimuksissa seerumin urean viitearvot harjoittelun aikana miehillä (N = 717, näytteitä 6981 kappaletta) olivat 80- prosenttisesti 5-7 mmol x L(-1) välillä. Yliharjoittelua kuvaavana tasona seerumin urean osalta Hartmann (2000) pitää 8.3 mmol x L(-1) arvoa. CK:n osalta vastaavasti miesten (N = 497, näytteitä 2790 kappaletta) arvot vaihtelivat harjoituksesta johtuen 100 ja jopa 3000 U x L (-1)

välillä. Molemmissa muuttujissa koehenkilöiden henkilökohtainen vaihtelevuus oli suuri.



KUVA 6. Saksalaisten miesjudokoiden CK-arvot harjoitusleirillä
(muokattu lähteestä Tünnemann 1996)

Seerumin kreatiniini on munuaisten toiminnan funktio. Kreatiinipitoisuus suurenee munuaisten toiminnan heiketessä. Kilpailukaudella painiharjoittelussa painijat pudottavat painojaan ja tämä vaikuttaa heikentävästi munuaisten toimintaan. Erityisesti tämä tulee esille paljon käytetyssä nopeassa painonpudotustavassa. Yhdestä kolmeen päivää kestävä painonpudotus vaikuttaa negatiivisesti glomerulussuodoksen määrään (Karila 2000). Seerumin kreatiinipitoisuus riippuu myös lihasmassasta ja on suurempi miehillä kuin naisilla (Arppe 2000), joten painijoiden suhteellisen suuri lihasmassa voi nostaa myös kreatiniiniarvoja.

3.2 Hermostollinen säätely

3.2.1 Autonomisen hermoston fysiologia ja anatomia

Autonomisen hermoston tehtävänä on hormonien ohella ylläpitää elimistön adaptiivisia toimintoja eli ylläpitää homeostaasia muuttuvissa olosuhteissa. Autonominen hermosto vaikuttaa sileän lihaksiston ja sydänlihaksen tahdosta riippumattomiin toimintoihin sekä erilaisten rauhasen eritykseen (Nienstedt ym. 1987).

Autonominen hermosto koostuu afferenteista ja efferenteistä hermoradoista ja jakautuu sympaattiseen ja parasympattiseen hermostoon. Eri elimiin tulee yleensä sekä sympaattisia että parasympattisia hermosyitä, jotka saavat aikaan vastakkaisia toimintoja. Elimen käyttäytyminen riippuu aktivoivien käskyjen suhteellisesta voimakkuudesta (Nienstedt ym. 1987). Sympaattinen ärsytys aiheuttaa yleensä elimistön toimintojen kiihtymisen ja parasympaattinen ärsytys palautumisen ja elpymisen (Antila ja Länsimies 1994).

3.2.2 Sydämen sympaattinen ja parasympaattinen hermotus

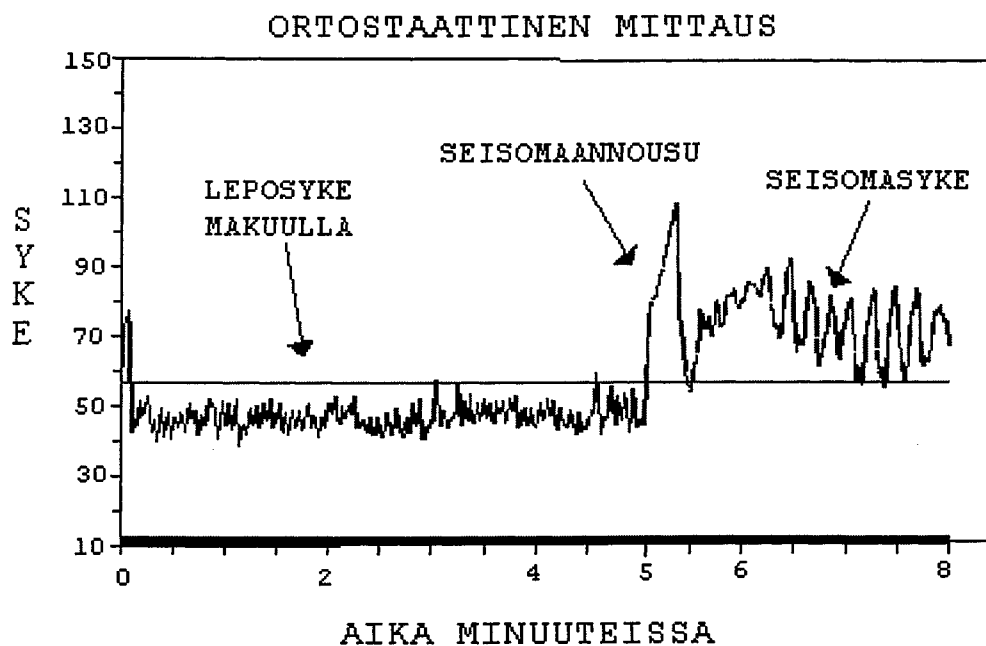
Keskushermoston ydinjatkoksessa sijaitsee kardioinhibitorinen keskus. Tämä keskus osallistuu sydämen syketaajuuden ja eteisten supistuvuuden säätelyyn vaikuttamalla sydämeen kohdistuvan parasympaattisen (vagaalisen) hermotuksen määrään (Antila ja Länsimies 1994).

Sympaattisia hermosäikeitä on runsaasti sydämen eteisissä ja eteiskammiosolmukkeen ympäristössä, ja niillä on tärkeä tehtävä sydämen supistumistiheyden ja -voimakkuuden säätelyssä. Sydän saa parasympaattisen hermotuksensa kiertäjäherron (vagushermon) kautta, josta lähtee kolme haaraa sydänpunokseen. Parasympaattiset hermosäikeet ovat kolinergisiä, ja niitä on erityisesti sinussolmukkeen, eteis-kammiosolmukkeen ja hisin kimpun alueella (Antila ja Länsimies 1994). Vagaalinen stimulaation vaikutus sydämeen riippuu sillä hetkellä

vaikuttavan sympaattisen aktiviteetin voimakkuudesta, mutta on periaatteessa sydämen toimintaa hidastava (Green 1990).

3.2.3 Ortostaattinen koe

Huomattava verimäärä siirtyy ylävartalosta alaraajoihin ortostaattisessa kokeessa ihmisen noustessa makuulta pystyasentoon. Sen takia sydämen eteisen täyttöpaine, laskimopaine sekä minuuttitulavuus laskevat. Jos elimistön kompensoitumekanismit (barorefleksit) toimivat normaalisti, korjaavat ääreisverisuonten supistuminen ja sykkeen nousu nopeasti ylösnousun aiheuttamat reaktiot (Ewing ym. 1978). Pystyyn nousun aiheuttamat välittömät reaktiot ovat parasympaattisen ja sitä seuraavat sympaattisen hermoston säätelemiä (Piha 1994). Kuvassa 7 näemme erään painijan ortostaattisen kokeen sykekuvion, jossa on selvästi havaittavissa ylösnousun aiheuttamat reaktiot.



KUVA 7. Esimerkki painijan ortostaattisen kokeen sykevaihtelusta

Sykevaihtelulla tarkoitetaan yksittäisten sydämenlyöntien heilahtelua keskiarvosykkeen ympärillä. Tämä vaihtelu johtuu jatkuvasta sympaattisen ja parasympaattisen hermoston toiminnan vuorovaikutuksesta. Ylösnousussa nähdään

yleensä kaksivaiheinen sykereaktio, jossa voimakasta takykardiavaihetta seuraa relatiivisen bradykardian vaihe, jonka jälkeen syke nousee vähitellen. Tämän kaksivaiheisen sykereaktion uskotaan olevan lähinnä parasympaattisen hermoston kontrolloima refleksi, jonka toistettavuus on hyvä yksilön sisällä ja yksilöiden välillä (Ewing ym. 1980). Parasympaattinen hermosto vaikuttaa sykkeeseen hyvin nopeasti, jopa 1-3 lyönnin aikana. Sympaattisen hermoston vaikutus sykkeeseen on hitaampaa. Se havaitaan esimerkiksi sykkeen jatkuvana nousuna kymmenien sekuntien aikana (Akselrod ym. 1981; Berger ym. 1989). Borst ym. (1980) väittää kuitenkin, että välittömän sykkeen nousun aiheuttaa sympaattinen ja parasympaattinen hermosto yhdessä. Usean minuutin seisomisen jälkeen syke on edelleen 15-30 % korkeampi kuin makuulla (Gauer ja Thron 1965). Urheilijoilla kuitenkin yli 20 % sykkeen nousua pidetään mahdollisena yliharjoitustilan merkinä (Uusitalo 1996).

3.2.3.1 Ortostaattisen kokeen tekeminen

Lepovaiheen pituus eri tutkimuksissa on vaihdellut kahdesta kymmeneen minuuttiin (Ewing ym 1985; Piha 1988; Piha 1994). Mittauksen aikana tulee hengittää mahdollisimman normaalia lepo hengitystä, koska hengitysrytmin muutokset vaikuttavat syketaajuuteen ja saattavat vaikuttaa sykereaktioon (Piha 1988). Hayanon ym. (1991) ja Tulppo ym. (1996) mukaan sisäänhengityksen aikana syke kiihtyy ja uloshengityksen aikana se hidastuu, joten se voi aiheuttaa voimakkaan sykevaihtelun. Ylös nousu tapahtuu nopeasti, ja sen jälkeen tutkittava seisoo pystyasennossa määrätyn ajan. Yleensä tämä aika on yhden ja viiden minuutin välillä, tällöin seurataan välitöntä ja aikaista reaktiota ylös nousuun (mm. Ewing ym. 1985). Koko ortostaattisen kokeen aikana sykettä voidaan seurata EKG-käyrältä (Piha 1988) tai sitä varten erityisesti kehitetyllä sydämen lyöntien R-R- intervallien taltioimista tekevällä sykemittarilla ja tietokoneeseen soveltuvalla analysointi-ohjelmalla (<http://www.syke.polar.fi>).

3.2.3.2 Tulosten analysointi

Ortostaattisessa kokeessa tarkastellaan useita sykeindeksejä. Lineaaristen menetelmien, kuten aikakenttä- ja taajuusmenetelmien, käyttö sykevaihtelun analyysissä ovat perinteisimpiä ja yleisimmin käytettyjä mittausmenetelmiä sydämen autonomista toimintaa analysoitaessa (Dixon ym. 1992; Marks ja Lightfoot 1999; Puig ym. 1993; Sacknoff ym. 1993). Näiden arviointimenetelmien kyky reagoida sydämen nopeisiin muutoksiin on huonompi kuin epälineaarisilla metodeilla mm. Kanters ym. 1996). Kuitenkin Wieling ym. (1988) pitävät lineaarista menetelmää herkkänä ilmaisemaan jopa lieviä vagaalisia säätelyhäiriöitä. Välittömään sykereaktioon perustuvat indeksit mittaavat parasympaattista aktiiviteettiä (ensimmäiset 30 sekuntia ylös nousun jälkeen), kun taas sykereaktiot pidemmällä aikavälillä kertovat sympaattisesta aktiiviteetistä (Borst ym. 1982; Hilsted 1983).

3.2.3.2.1 Parasympaattinen aktiiviteetti

Nykyisin käytetään parasympaattisen aktiiviteetin ilmauksessa maksimi- minimi – suhdetta, joka huomioi maksimi- ja minimisykkeen ylös nousua seuraavan 30 sekunnin aikana (Borst ym. 1981). Suurin hetkellinen syketaajuus 15 sekunnin kuluessa noususta mittaa välitöntä sykkeen kasvua (instant increase of heart rate, IIHR). Suurimmasta sykearvosta vähennetään nousua edeltänyt leposyke, jolloin saadaan sykkeen hetkellinen kasvu. Lisäksi parasympaattista aktiiviteettiä voidaan mitata peräkkäisten lyöntien välisten erotusten keskihajonnalla. Tämä laskentatapa kuvaa hyvin sykkeen nopeaa vaihtelevuutta (Yamamoto ym. 1991).

3.2.3.2.2 Sympaattinen aktiiviteetti

Sykereaktio pidempään jatkuvassa seisonnassa kuvaa sympaattista aktiiviteettiä. Viiden minuutin seisomisen jälkeen syke on vähintään 10 lyöntiä lepovaihetta korkeampi. Sykkeen nousu on yleensä sitä voimakkaampaa mitä matalampi on makuulta mitattu syke. Sympaattisessa vajaatoiminnassa syke nousee alle 10 lyöntiä minuutissa (Piha 1989). Taajuusmenetelmämittauksissa LF/HF –suhdetta on käytetty

sympaattisen aktivaation mittarina (Kamath ym. 1993; Marks ja Lightfoot 1999). Korkeataajuuksinen komponentti (HF) kuvaa parasympaattisen hermotuksen aktiivisuutta. Matalataajuuksinen frekvenssi (LF) kuvaa sekä parasympaattisen että sympaattisen hermotuksen vaihtelua.

3.2.3.3 Urheilijoiden seuranta ja ylirasitustila

Pitkäaikaisen urheilun ja harjoittelun tiedetään aiheuttavan tiettyjä muutoksia sykkeessä (mm. Al-Ani ym. 1996; Rusko 1989). Autonomisen hermoston tiedetään myös horjuvan myös erilaisissa stressitiloissa (Selye 1974), joita fyysinen harjoittelu voi aiheuttaa. Urheilijoilla tällaista stressitilaa kutsutaan ylirasitustilaksi. Ryan (1983) on todennut, että urheilijan aamulla mitattu leposyke on ylirasitustilassa normaalia korkeampi. Tämä muutos saattaa johtua lisääntyneestä sympaattisesta aktivaatiosta. Sykkeen nousu 15-25 lyönnillä minuutissa seisomaan nousun jälkeen useamman päivän aikana verrattuna normaaliin saattaa olla merkki ylirasituksesta (Rusko ym. 1989). Lehmannin ym. (1998) mukaan ylirasitustila voidaan jakaa parasympaattiseksi ja sympaattiseksi ylirasitussyndroomaksi. Parasympaattisessa ylirasitussyndroomassa harjoittelun määrä suhteessa lepoon on liian suuri yhdessä muiden enemmän tai vähemmän vaikuttavien stressitekijöiden kanssa. Sympaattinen ylirasitussyndrooma on taasen yhdistetty liian kovaan ja intensiiviseen harjoitusjaksoon. Kuitenkaan näin yksisuuntainen jako ei ole aivan näin selvä, sillä Fry (1998) ei havainnut sympaattisen ylirasitussyndrooman piirteitä korkeaintensiteetisessä voimaharjoittelussa. Samanlaisia päätelmiä löysivät Uusitalo ym. (1998) naiskestävyysurheilijoilla tehdyssä tutkimuksessa. Myöskään Callister ym. (1990) ei havainnut judokoilla merkittäviä ylirasitusoireita 10 viikkoa kestäneen intensiivisen harjoitusjakson jälkeen. Tämän vuoksi sympaattinen ylirasitustila saattaa olla ennemminkin seuraus psyko-emotionaalista stressiä aiheuttavista tekijöistä, kuten liiallisesta kilpailemisesta tai muista kuin harjoittelusta johtuvista stressitekijöistä (esimerkiksi taloudellisesta, sosiaalisesta ja ravitsemuksellisesta stressistä) (Lehmann ym. 1998). Sykevaihtelun on todettu vähenevän ylirasitustilassa (Uusitalo ym. 1995), mutta tästä on varsin vähän tutkimustuloksia.

Painijoilla ei ole paljon tehty autonomisen hermoston tutkimuksia. Kuitenkin painijoiden dynaamisen harjoittelun on todettu vaikuttavan leposykkeen laskuun (Jost ym. 1989). Isayev ym. (1997) ovat todenneet tutkimuksessaan, että noninvasiivisista tutkimusmetodeista on hyötyä arvioitaessa painijoiden stressitilaa sekä sydämen ja hengityselinten toimintaa. Eri lajien urheilijoita (melonta, pyöräily, yleisurheilu, jalkapallo, uinti ja lentopallo) on verrattu ortostaattisen kokeen osalta keskenään (Puig ym. 1993). Tutkimuksissa todettiin urheilijoilla olevan samansuuntaisia sydämen sykkeen vaihteluja. Urheilijat erosivat kuitenkin monissa muuttujissa verrattuna terveeseen kontrolliryhmään. Voimaharjoittelun volyymin nostaminen saa aikaan samanlaisia neuroendogrinologisia muutoksia kuin aerobinen ylläpitoharjoittelu (Fry ja Kraemer 1997). Painiharjoittelussa voimalla on erityistä merkitystä, joten samansuuntaisia autonomisen hermoston reaktioita voi luultavasti esiintyä intensiivisen painiharjoitusjakson jälkeen.

3.2.3.3.1 Leposyke ja sykevaihtelu

Fyysinen harjoittelu laskee leposykettä. Leposykkeen laskun (bradykardia) syinä voivat olla alentunut sympaattinen toiminta, lisääntynyt parasympaattinen toiminta tai näiden yhdistelmä (Ekblom ym. 1973) tai urheilijan alentunut ”luontainen syke” (intrinsic heart rate). Luontaisen sykkeen lasku johtuu fyysisen harjoittelun aikaansaamista sydämen rakenteellisista muutoksista (Lewis ym. 1980).

Hengityksen tahdissa tapahtuvan sykevaihtelun määrä on hyvä osoitin sydämen parasympaattisesta säätelystä, ja sitä on tutkittu urheilijoilla (Ahmed ym. 1983; Al-Ani ym. 1996; Marks ja Lightfoot 1999). Sykevaihtelu näyttää lisääntyvän harjoittelun myötä (Davy ym. 1996; Gregoire ym. 1996).

3.2.3.3.2 Rasitus- ja palautussyke

Fyysisen harjoituksen jälkeen syke palautuu nopeammin lepotasolle. Rasituksen ja palautumisen aikaista sykkeen tarkkailua pidetään hyvänä keinona seurata harjoitustilaa ja harjoittelun vaikutuksia elimistössä (Israel 1976). Yksilölliset erot

sykkeessä ja sen vaihtelussa (lepo-, rasitus- tai palautumissyke) ovat kuitenkin varsin suuria. Tästä syystä urheilijan on hyvä tuntea oma ”normaali” sykeprofiilinsa, jotta hän voi hyödyntää syke seurannasta saatua tietoa (Fry ym. 1991)

4. TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA ONGELMAT

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on mitata painin viimeistelyharjoittelun kuormittavuutta eritasoisilla huippupainijoilla. Mittausmenetelminä pitkittäis-tutkimuksessa käytetään seerumin hormonipitoisuuksia ja autonomisen hermoston toimintaa kuvaavaa ortostaattista mittausta.

Tutkimuksen ongelmat:

- 1) Kartoittaa maajoukkuepainijoiden fysiologisia ja autonomisen hermoston ominaisuuksia sekä koehenkilöiden subjektiivisia tuntemuksia leiriolosuhteissa.
- 2) Miten fysiologiset, autonomisen hermoston ominaisuudet ja koehenkilöiden subjektiiviset tuntemukset muuttuvat viimeistelyharjoittelun aikana. Lisäksi arvioidaan viimeistelyn aiheuttamaa kuormittavuutta.
- 3) Selvittää ortostaattisen mittauksen toimivuus ja hyväksikäyttö anaerobisessa kamppailulajissa.

5. TUTKIMUSMENETELMÄT

5.1 Koehenkilöt ja mittausajat

Koehenkilönä tutkimuksessa oli kahdeksan suomalaista huippupainijaa. Painijat jaettiin kahteen ryhmään saavutusten perusteella (numerot 1-4 huiput (kokeneet) ja 5-8 ei-huiput (uudet)). Huippuryhmän edustajat olivat olleet maajoukkueleirityksessä mukana vähintään seitsemän vuotta (9.0 ± 1.8 vuotta). Ei-huiput olivat vasta päässeet maajoukkueeseen tai olleet mukana korkeintaan kaksi vuotta (1.0 ± 0.8 vuotta). Kaikilla tutkimuksessa mukana olleilla oli useiden vuosien lajikohtainen harjoitustausta (kokeneet 20.5 ± 1.3 vs. uudet 14.8 ± 2.1 vuotta) (taulukko 5).

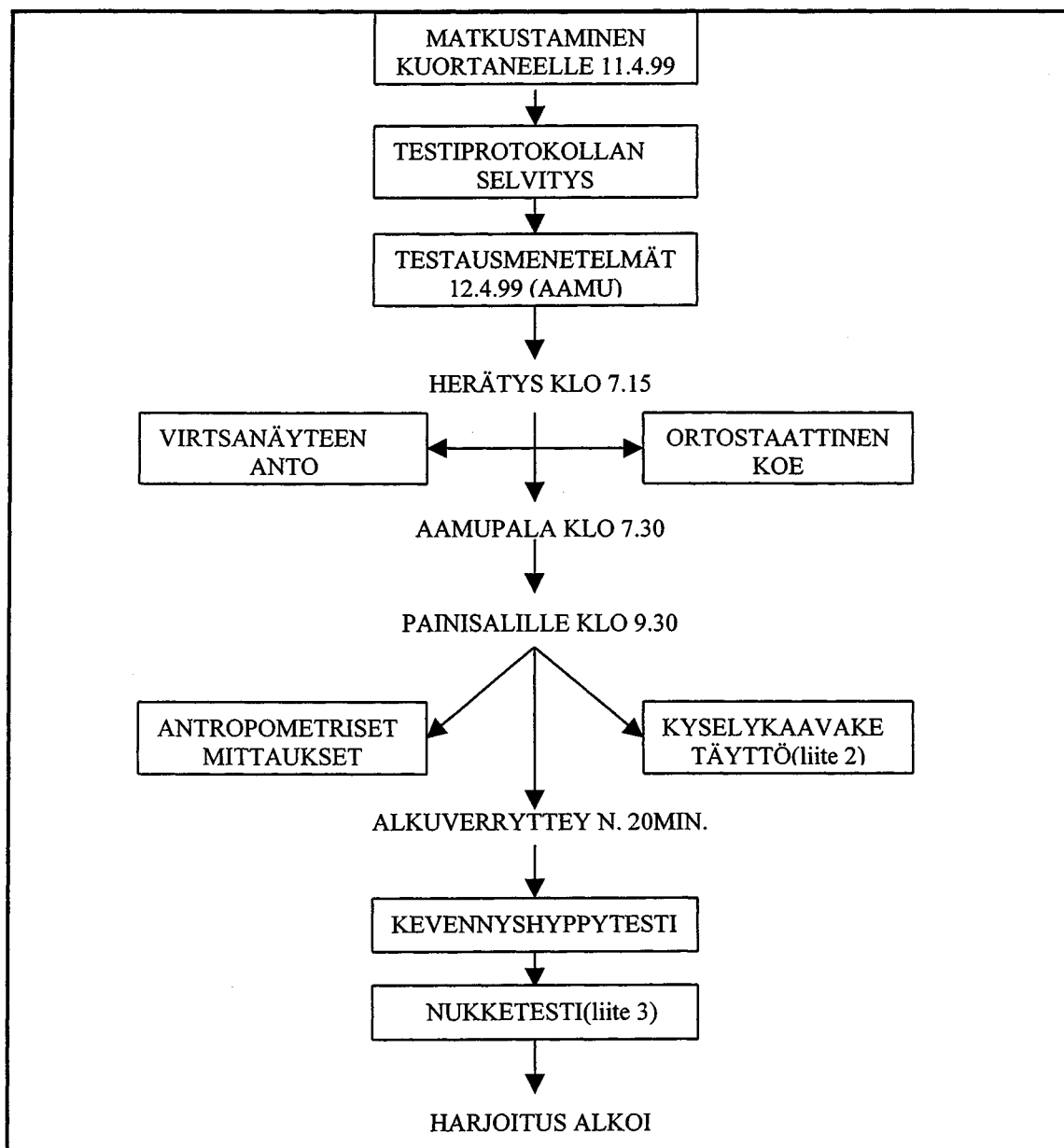
TAULUKKO 5. Painijoiden ikä, painikokemus ja antropometriset muuttujat tutkimuksen alussa

KOE-HENK.	IKÄ (v)	HARJOITTELU VUODET	MJ** KOKEMUS	PITUUS (cm)	PAINO (kg)	RASVA (%)	RASPA (kg)*
1. AH	27	20	8	175	75,1	9,8	67,6
2. TK	27	21	11	160	59,3	6,9	55,2
3. ML	29	22	10	165	69,7	8,7	63,6
4. MYH	25	19	7	170	81,9	10,3	73,5
KA 1-4	27,0	20,5	9,0	175,0	75,1	9,8	67,6
KH 1-4	1,6	1,3	1,8	6,5	9,5	1,5	7,7
5. TR	25	17	2	176	89,5	12,3	78,5
6. JAH	19	12	1	162	61,1	7,8	56,2
7. TM	22	15	1	173	80,0	12,1	70,3
8. MI	24	15	0	165	63,0	9,6	57,0
KA 5-8	22,5	14,8	1	169	73,4	10,45	65,5
KH 5-8	2,6	2,1	0,8	6,6	13,7	2,2	10,8
KA 1-8	23,9	17,6	5,0	168,7	75,1	10,3	64,6
KH 1-8	3,20	6,9	4,2	7,05	15,2	2,66	8,35

* rasvaton paino, ** maajoukkuekokemus vuosina

Mittaukset tehtiin EM-kilpailuihin valmistavilla viimeistelyleireillä Kuortaneen urheiluopistolla ja Pajulahden liikuntakeskuksessa 11.4.-5.5.1999. Leirien harjoitusohjelma on esitetty liitteessä 4. Harjoitusohjelmat olivat kaikilla leireillä molemmille ryhmille samanlaiset lukuun ottamatta 22.4. klo 16.00 ja 23.4. klo 10.00 olleita harjoituksia. Näiden harjoitusten tilalla uudet maajoukkuepainijat suorittivat samanlaisen painiharjoituksen, mitä ohjelmassa oli 25.4 klo 10.00 (liite 4.).

Kuortaneen leirin mittausprotokolla on esitetty kuvassa 8. Laitteiden testaus, koehenkilöiden opastaminen testien suorittamiseen ja pilottitutkimus näillä laitteilla sekä lähtötasomittaukset eräiden muuttujien osalta suoritettiin Kuortaneella 11. - 14.4 1999 (testauskerta 1)



KUVA 8. Kuortaneen aloitusleirin mittausprotokolla

Painijat matkustivat Kuortaneelle 11.4., jolloin heille opetettiin illalla ortostaattisen kokeen suoritus. Samassa yhteydessä heille jaettiin virtsanäyteasiat ja annettiin ohjeet seuraavaa aamua (12.4.) varten. Koehenkilöt eivät saaneet syödä klo 24:n

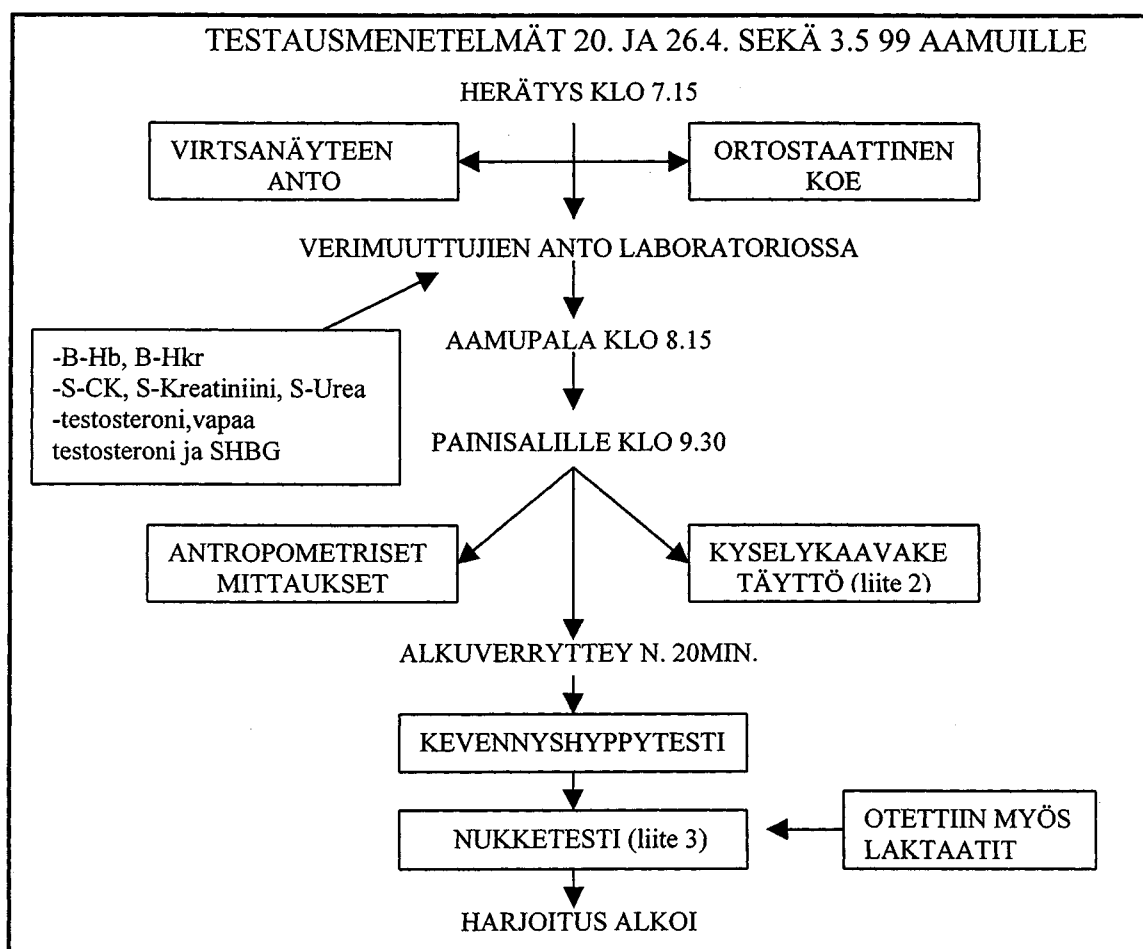
jälkeen ja alkoholin, unilääkkeiden sekä relaksoivien lääkkeiden käyttö oli edellisenä iltana kielletty.

Aamulla 12.4. herätys oli klo 7.15 ja annettiin virtsanäyte. Tämän jälkeen menttiin takaisin sänkyyn ja tehtiin ortostaattinen koe. Virtsanäytteet vietiin ortostaattisen kokeen jälkeen opiston laboratorioon analysoitaviksi. Ennen harjoitusta painijat kävivät aamupalalla. Antropometriset mittaukset suoritettiin ennen muiden testien alkua. Noin klo 9 alkoi harjoituksiin valmistautuminen, ja painisalilla piti olla viimeistään 9.30, jolloin täytettiin subjektiivisen tuntemuksen kyselykaavake (Liite 2). Painijat suorittivat noin 20 minuutin omatoimisen alkulämmittelyn, jonka jälkeen oli kevennyshyppytesti. Testauskerran viimeisenä testinä oli lajinomainen nopeusvoimakestävyystesti nukella.

Toinen testauskerta suoritettiin ennen Pajulahdessa 20.4. alkanutta leiriä. Testauksella pyrittiin kuvaamaan viimeistelyharjoittelun aikaisia lepoarvoja. Välittömästi testauksen jälkeen painijat aloittivat viimeistelyvaiheen intensiivisen leirin, mikä päättyi 26.4. aamulla suoritettuun kolmanteen testauskertaan (Kuva 9 seuraavalla sivulla). Molemmat testauskerrat olivat samanlaisia. Leirillä oli kaksi kolmen päivän mittaista intensiivistä kaksi painiharjoitusta päivässä sisältävää jaksoa. Jaksojen välissä oli aerobisia harjoituksia sisältänyt palautuspäivä (katso liite 4).

Aamulla 20.4. ja 26.4. herätys oli klo 7.15 ja annettiin virtsanäyte. Tämän jälkeen menttiin takaisin sänkyyn ja tehtiin ortostaattinen koe. Verinäyte otettiin kyynärlaskimosta, josta analysoitiin laboratoriossa (B-Hb, B-Hkr, S-CK, S-Kreatiniini, S-Urea, vapaa testosteroni, testosteroni, sukupuolihormonia sitova globuliini (SHBG)). Aamiainen oli molempina aamuina noin klo 8.15. Noin klo 9.00 alkoi harjoituksiin valmistautuminen ja painisalilla piti olla viimeistään klo 9.30, jolloin täytettiin kyselykaavake. Painijat suorittivat noin 20 minuutin omatoimisen alkuverryttelyn, jonka jälkeen oli kevennyshyppytesti. Mittauskerran viimeisenä testinä oli lajinomainen nopeusvoimakestävyystesti nukella, minkä yhteydessä otettiin laktaattiarvoja (ennen ja jälkeen).

Tutkimuksen viimeiset mittaukset tehtiin Kuortaneella ennen 3.5. alkanutta leiriä (testauskerta 4) sekä leirin jälkeen 5.5. (testauskerta 5). Aamulla (3.5.) testaus tehtiin saman protokollan mukaan kuin 20.4. ja 26.4. tehdyt mittaukset (kuva 9.) Testauksen jälkeen (3.5.) painijat aloittivat välittömästi kontrollioitteluleirin, missä jokaiselle tuli kolmen päivän aikana viisi täysiaikaista painiottelua. Lisäksi leirillä oli tekniikka- ja palautusharjoitteita (liite 4). Viimeisen leiripäivän aamuna (5.5.) klo 7.15 otettiin vain verinäyte kyynärlaskimosta, josta analysoitiin laboratoriossa (B-Hb, B-Hkr, S-CK, S-Kreatiniini, S-Urea, vapaa testosteroni, testosteroni, sukupuolihormonia sitova globuliini (SHBG)). (Ortostaattisia mittauksia tehtiin melkein joka aamu koko testijakson ajan.



KUVA 9. Testausten mittausprotokolla 20. - 26.4. ja 3. - 5.5. suoritettujen leirien yhteydessä. 20.4. (Pajulahti) ja 3.5. (Kuortane) testaukset oli ennen leirejä. 26.4. testaus oli Pajulahden leirin viimeisenä aamuna.

5.2 Mittausmenetelmät

Kartoitettiin maajoukkuepainijoiden ominaisuuksia ja mitattiin fyysisten ominaisuuksien muutoksia viimeistelyharjoitteissa. Leirin kuormittavuutta arvioitiin mittaamalla ennen leiriä (a, b, d, e, ja f), leirin aikana (b ja c) ja leirin jälkeen (a, b, c, d, e, f ja g) seuraavilla testeillä tai muuttujilla:

- a) **Verinäytteistä** analysoitiin hemoglobiini (hb), hematokriitti (hkr), s-kreatiinikinaasi (CK), s-kreatiniini, s-urea, testosteroni, vapaa testosteroni ja SHBG). Nukketestin yhteydessä mitattiin lisäksi laktaattiarvot,
- b) **Ortostaattinen koe,**
- c) **Painijoiden omat tuntemukset,**
- d) **Kevennyshyppytesti,**
- e) Lajinomaisena harjoitteena **nopeusvoimakestävyysheittotesti paininukella,**
- f) **Maksimaalinen rullaustesti rullaussimulaattorilla,**
- g) Lisäksi jokaiselta painijalta mitattiin ennen leiriä **antropometriset muuttujat** (paino, pituus, rasvaprosentti, rasvaton paino),

Autonomisen hermoston tilaa mitattiin koko tutkimuksen ajan aamuisin suoritettavalla ortostaattisella kokeella (R-R -väliä mittaava sykemittari ja analyysiohjelma).

Tutkimuksessa kaikki mittaukset tehtiin aamupäivällä. Oleellista testipatterin kehittyessä oli se, että se kyettäisiin tekemään kaikissa harjoittelun vaiheissa ja millä leirillä tahansa ilman, että leiriohjelma siitä kärsisi. Testiaamupäivä vastasi hyvää anaerobista harjoitusta. Painijat saivat aina hyvissä ajoin tietää tapahtumasta.

5.2.1 Antropometriset muuttujat

Antropometrisistä muuttujista mitattiin (1) pituus ± 1 cm:n tarkkuudella, (2) paino digitaalivaa'alla ± 100 grammaa, (3) rasvaprosentti standardimenetelmän mukaan neljän ihopoimun summalla vasemmalta ja oikealta puolelta (subscapula, triceps,

biceps ja iliaca) (LIITE ry:n testauskansio 1997), (4) rasvaton paino (LBM) laskettiin matemaattisesti varsinaisesta painosta rasvaprosentin avulla.

5.2.2 Verinäyttemuuttajat

Koehenkilöiltä otettiin paastoverinäytteet aamulla heti heräämisen ja ortostaattisen kokeen jälkeen. Verta otettiin jokaiselta koehenkilöltä testiaamuina kaksi 5 ml hepariiniputkellista myöhäisempää analysointia varten. Näytteiden seerumista analysoitiin Kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksessa Shimadzu- merkkisellä spektrofotometrillä kreatinikinaasi, seerumin urea ja kreatiniini. Jokaisen koehenkilön veriä (4-5 ml) lähetettiin hyvin pakastettuna Helsinkiin kansanterveyslaitoksen laboratorioon. Plasmasta analysoitiin radioimmunologisella analysointilaitteella (RIA) testosteroni. Vapaa testosteroni laskettiin samasta näytteestä saadun testosteroni- ja SHBG -pitoisuuden avulla käyttäen Andersonin kaavaa (Arppe 2000). Laktaatinäytteet (20 mikrogrammaa/näyte) analysoitiin Eppendorf Esat 6661-laitteella Kuortaneella ja Pajulahdessa.

5.2.3 Ortostaattinen koe

Kokeet tehtiin Polar Vantage NV –sykemittarilla, jossa ominaisuutena on sydämen RR -intervallin eli kahden peräkkäisen R -piikin välisen ajan mittaamismahdollisuus. Tiedot siirrettiin sykemittarien muistista tietokoneelle Polar Advantage Interface –liitäntälaitteella. Syketiedot analysoitiin Polar Precision Performance -ohjelmalla. Syketiedoista selvitettiin keskimääräinen leposyke (HR_{SUPINE}) yhden minuutin ja noin neljän minuutin väliltä. Viiden minuutin kohdalla tapahtuneesta seisomaan noususta analysoitiin välitön maksimisyke (HR_{PEAK}) ja sen jälkeinen minimisyke (MIN) sekä näiden välinen suhde (SUHDE). Lisäksi analysoitiin ylösnoyusta aiheutunut välitön sykkeen kasvu verrattuna leposykkeeseen (instant increase of heart rate, IIHR). Keskimääräinen seisomasyke (HR_{STAND}) analysoitiin kuuden ja kahdeksan minuutin väliltä. Sydämen RR –välien keskihajonnat (RR_{SD}) analysoitiin sekä makuulta ($RR_{SUP_{SD}}$) että seisomisesta ($RR_{STAND_{SD}}$) Lisäksi yhtenä

muuttujana oli keskimääräinen perättäisten RR –välien erotusten toisten potenssien neliöjuuri (RMSSD).

5.2.4 Painijoiden omat tuntemukset

Painijoiden omilla tuntemuksilla (subjektiivinen kuva) pyrittiin saamaan esille henkisen väsymyksen osallisuutta harjoittelussa. Tuntemuksien muuttujat olivat nonparametrisiä suureita. Pyrittiin vertaamaan psyykkisen toimintakyvyn yhteyttä fyysiseen toimintakykyyn. Jokaista testiä ennen täytettiin sama kyselykaavake, jossa kysyttiin senhetkisiä tuntemuksia omasta suorituskyvystä (Liite 2). Asteikkona oli luvut yhdestä kymmeneen, siten että luku yksi oli huonoin ja luku kymmenen paras tila.

5.2.5 Kevennyshyppytesti

Kevennyshyppytesti suoritettiin Digitest- mittauslaitteella ja kontaktimatolla. Jokainen koehenkilö sai tehdä viisi suoritusta, ja suoritusten välillä sai pitää pienen tauon. Suoritusten välissä kerrottiin koehenkilölle saatu tulos, millä pyrittiin motivoimaan koehenkilöä parempaan suoritukseen. Viidestä hypystä poistettiin paras ja huonoin ja laskettiin jäljellejääneiden keski-arvo ($JUMP_{AVE}$) sekä keskihajonta ($JUMP_{SD}$).

5.2.6 Nopeusvoimakestävyysheittotesti paininukella

Testi mittasi aikaeroja useasti toistetuissa (kahdeksan kertaa) ottelunomaisissa maksimaalisissa työskentelyjaksoissa. Työskentelyjaksot jakaantuivat tasaisesti kahteen erään siten, että molemmissa erissä suoritettiin neljä maksimaalista työskentelyjaksoa (katso taulukko 6.). Nämä jaksot kuvaavat normaaliottelussa tulevia noin 10-20 sekuntia kestäviä hyökkäysjaksoja. Jaksojen välissä painijan oli vielä suoritettava kaksi tekniikkaheittoa, jotka kuvasivat hyökkäysjaksojen välissä

olevia palautumisjaksoja. Tekniikkaheittoina sallittiin eri heitot, mutta toinen heitto oli suoritettava maton pinnassa.

Testin kuvaus: (Testi on mukailtu lähteestä Peukert ym. 1992)

- a) työskentelyjakso: Nukke oli keskellä mattoa. Painija oli polvillaan nukken edessä kädet nukken päällä. Testi alkoi pillin vihellyksestä. Nukke nostettiin ylös ja suoritettiin yliheitto, mitä seurasi välittömästi rullaus oikealle. Kaikki liikkeet tehtiin kaksi kertaa. Työskentelyjakso päättyi viimeisen rullin loputtua. Työskentelyjaksot suoritettiin tietyn ennalta määräytyin ajanjaksoin (Taulukko 6 seuraavalla sivulla). Ensimmäisen ja toisen erän ajoista laskettiin keskiarvot (NVK_{1AVE}) ja (NVK_{2AVE}) sekä keskihajonnat (NVK_{1SD}) ja (NVK_{2SD}).Kaikista kahdeksasta jaksosta laskettiin koko testi keskiarvo (NVK_{AVE}) ja keskihajonta (NVK_{SD}).

TAULUKKO 6. Työskentelyjaksojen ajat

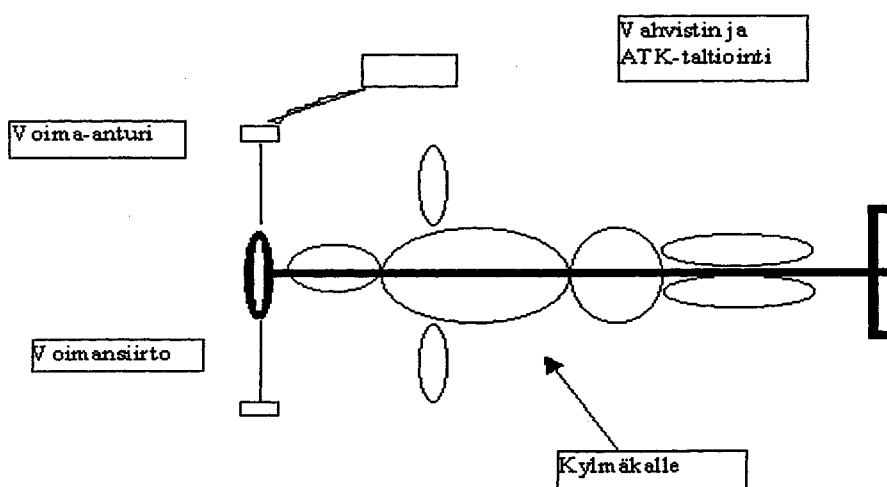
ERÄT	ENSIMMÄINEN ERÄ				Tauko 30s.	TOINEN ERÄ			
JAKSOT	1.	2.	3.	4.		5.	6.	7.	8.
MINUUTIT	0:00	0:45	1:45	2:30		3:30	4:15	5:00	5:45

- b) Laatu (NVK_{PROS}): tekniset ja koordinaatiiviset virheet kirjattiin ylös. Virheitä, joita työskentelyjaksoissa tarkkailtiin, olivat seuraavat: a) liike suoritettiin ottelualueelta ulos, b) hartiarullaus, c) jaloilla nostettiin nukkea rullauksessa, d) yliheitto kierteellä. Jokaisesta tapahtuneesta virheestä vähennettiin maksimi prosenttimäärästä (100 %) viisi prosenttia.
- c) Nukke: nukken paino määräytyi koehenkilön painon mukaan. Nukken paino oli keskimäärin 40 prosenttia koehenkilön painosta.
- d) Laktaatti: laktaatit otettiin ennen testiä (LAK_{PRE}) sekä kuuden (LAK_6) ja 20 minuutin (LAK_{20}) kohdalla testin päättymisestä.
- e) Tulosten arviointi: saatuja tuloksia arvioitiin kolmella tavalla: a) anaerobisella tehoprocentilla ($NVK_{KERROIN}$), joka laskettiin kaavan avulla (Liite 3). Kaavaan

merkittiin työskentelyjaksojen huonoin aika (t_{\min}), paras aika (t_{\max}), koko sarjan keskimääräinen aika (t), laatuprosentti (Q), huippupainijoiden testien perusteella arvioitu sarjakohtainen aika ($t_{\max\text{norm}}$) ja kahdeksan jakson keskimääräinen sarjakohtainen ajan vaihtelu (t_{norm}) b) Anaerobisen tehon reservillä (NVK_{RES}) kuvattiin aikaeroa kahdeksan työskentelyjakson välillä c) poistoprosentilla ($\text{LAK}_{\text{POISTO}}$) kuvattiin laktaatin vähenemistä koehenkilön elimistöstä. Lisäksi testin tekniikkakertoimella korjattiin saavutettu keskimääräinen jaksoaika \rightarrow aika $\times (100/\text{NVK}_{\text{pros}})$. Näin saatiin selville huonosti tehtyjen liikkeiden vaikutus jaksoaikoihin ($\text{NVK}_{\text{AVEPROS}}$).

5.2.7 Rullaussimulaattori

Vyörytyslaitteen anturit ja voimamittaus perustuvat isometriseen voiman mittausmenetelmään. Painissa käytettävään apuvastustajaan, "kylmäkalleen", kytkettiin erillisillä ketjuilla voima-anturit molempia vyörytyssuuntia varten. Kylmäkallen sisälle rakennettiin metallivahvistus. siihen oli hitsattu kiinni pitkittäisakseli, joka puolestaan oli kiinnitetty molemmista päistä tukevasti alustaan kiinni. Kylmäkalle oli ns. puolustusasennossa matossa, josta painija pyrki maksimaalisella teholla suorittamaan vyörytystä vuorotellen molempiin suuntiin. Voima-anturit antoivat tulokset vahvistimien kautta suoraan tuotettuina voimina (RULLI). Kuvassa 10 on esitetty kaavakuva tästä simulaattorista.



KUVA 10. Vyörytyssimulaattorin kaavakuva (Levola 1998).

5.3 Tilastolliset menetelmät

Tilastollisesti tuloksista laskettiin muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat. Eri mittauskertojen keskiarvojen erojen merkitsevyyttä koko ryhmän osalta ja huippujen ja ei-huippujen välillä myös muuttujakohtaisesti testattiin riippumattomien keskiarvojen merkitsevyydestä käytettävällä Studentin t-testillä. Kaikkien muuttujien keskinäisen suhteen selvittämiseksi eri mittauskertojen osalta käytettiin Pearsonin ja Spearmanin korrelaatioanalyysia. Kruskal-Wallisin yksisuuntaisella varianssianalyysillä selvitettiin nonparametristen muuttujien eroja eri mittauskertojen osalta. Durbin-Watsonin lineaarisella regressioanalyysillä pyrittiin selvittämään muuttujien välistä riippuvuutta selityskertoimen avulla. Tilastollinen tietojenkäsittely tehtiin Systat 9 -tilasto-ohjelmalla. Tulokset esitetään loogisessa järjestyksessä suhteessa tutkimuksen ongelmiin. Tilastolliseksi merkitsevyystasoksi on valittu $p < 0.05$, $**p < 0.01$ tai $***p < 0.001$.

6. TULOKSET

Tutkimuksen tulososassa käsitellään tutkittuja koehenkilöitä ($n = 8$) sekä kokonaisena joukkona että kahteen jaettuna ryhmänä. Koehenkilöt yhdestä neljään (1-4) ovat kokeneita huippupainijoita ja numerot viidestä kahdeksaan (5-8) uusia maajoukkuepainijoita.

6.1 Ikä ja antropometriset muuttujat

Kokeneet ja uudet maajoukkuepainijat olivat tutkimuksen aikana tilastollisesti samanlaisia pituudeltaan, painoltaan rasvaprosenttiltaan ja rasvattomalta painoltaan (taulukko 5 sivulla 31). Kokeneemmat olivat kuitenkin hieman pidempiä ja rasvattomampia, mutta eivät kuitenkaan tilastollisesti merkitsevästi.

6.1.1 Korrelatiiviset yhteydet

Antropometrisistä muuttujista erittäin merkitsevää riippuvuutta ($p < 0.001$) löydettiin painolla rasvattoman painon $(.99)^{***}$ ja pituuden $(.92)^{***}$ kanssa. Lisäksi pituus korreloi erittäin merkitsevästi rasvaprosentin $(.91)^{***}$ kanssa. Merkitsevää yhteyttä ($p < 0.01$) löydettiin pituuden ja painon $(.89)^{**}$ välillä sekä pituuden ja rasvattoman painon $(.87)^{**}$ välillä. Tilastollisesti merkitsevä korrelointi löytyi myös painon ja rasvaprosentin $(.89)^{**}$ välille.

6.1.2 Korrelatiiviset yhteydet muihin muuttujiin

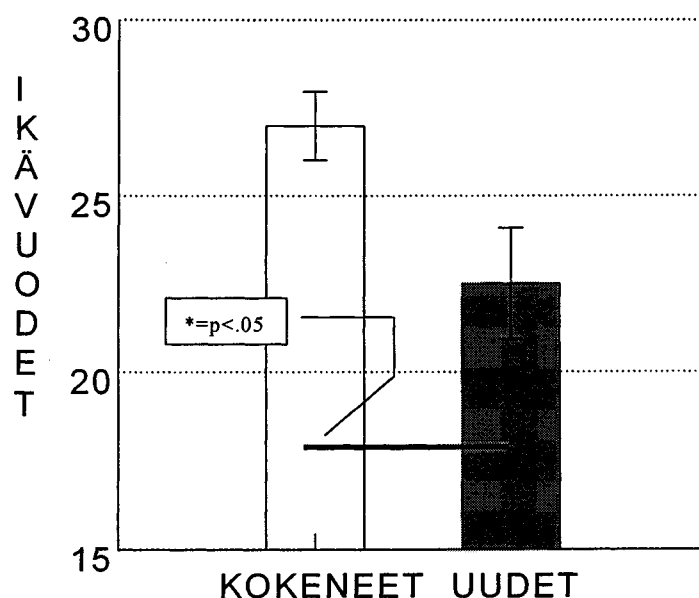
Erittäin merkitsevää riippuvuutta ei löytynyt minkään muun tutkimukseen kuuluneen muuttujan välille. Pituus $(.85)^{**}$, paino $(.90)^{**}$, rasvaton paino $(.90)^{**}$ korreloivat merkitsevästi rullaussimulaattoritulosten kanssa. Lisäksi rullauksen kanssa korreloi melkein merkitsevästi rasvaprosentti $(.81)^*$. Suurella todennäköisyydellä painavampi, rasvattomampi ja pidempi henkilö saa paremman tuloksen

rullaussimulaattorissa kuin kevyempi suuremman rasvaprosentin omaava ja lyhyempi henkilö. Rasvaton paino ja paino korreloivat samalla tavalla merkitsevästi testosteronin (.90)** ja vapaan testosteronin (.90)** kanssa.

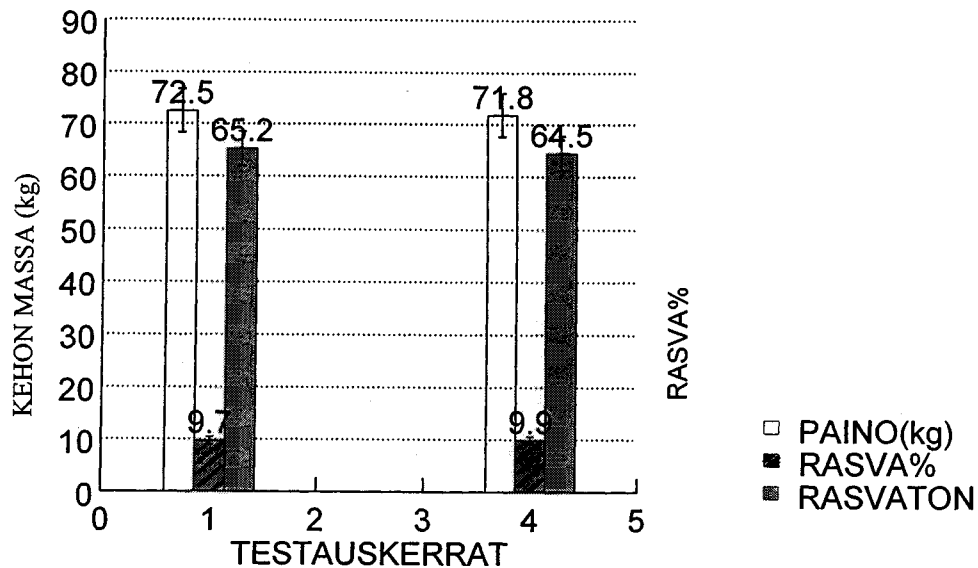
6.1.3 Ryhmien väliset erot tutkimuksen aikana

Ryhmien välillä oli tutkimuksen aikana tilastollisesti melkein merkitsevä ero keskimääräisessä iässä (kokeneet 27.0 ± 1.6 vs. uudet 22.5 ± 2.7 , $p < 0.05^*$), mikä näkyy kuvassa 11. Odotetusti kauemmin maajoukkue-leirityksessä olleiden kokeneiden ryhmä oli keskimääräisesti 4.5 vuotta vanhempi kuin uusien maajoukkuepainijoiden ryhmä.

Paino laski hieman koko ryhmällä tutkimusjakson aikana. Rasvaprosentti ja rasvaton paino pysyi lähes samana. Painon lasku johtui erityisesti kokeneemmasta ryhmästä, mikä oli aloittanut kehon nestemäärän pienentämisen EM- kilpailuja varten. Seuraavalla sivulla olevasta kuvasta 2 huomataan, että kuitenkin koko joukolla ei tutkimuksen aikana havaittu antropometrisissa muuttujissa tilastollisia eroja.



KUVA 11. Iän keskiarvojen vertaileminen ryhmien välillä.



KUVA 12. Koko joukon keskiarvojen muutokset kehon painon, rasvaprosentin ja rasvattoman painon osalta tutkimusjakson aikana (1 = 12.4.99; 4= 3.5.99).

6.2 Verinäytemuuttujat

Verinäytemuuttujissa lähtöarvoiksi otettiin Kuortaneella ennen ensimmäistä leiriä tai Pajulahdessa ennen toista leiriä otetut verinäytteet. Kokeneiden ja uusien maajoukkuepainijoiden lähtöarvot olivat tilastollisesti lähes samanlaisia kaikissa verinäytemuuttujissa (taulukko 6).

TAULUKKO 6. Verinäytemuuttujien lähtöarvot

MUUTTUJAT	KOKENEET(n = 4)	UUDET (n = 4)
Hemoglobiini (g/l)	155.3 ± 3.5	151 ± 7.8
Hematokriitti	0.46 ± 0.012	0.46 ± 0.006
S-kreatiinikinaasi (μ/l)	146.3 ± 10.7	169.3 ± 120.3
S-kreatiniini (μmol/l)	108.7 ± 4.2	116.5 ± 7.3
S-urea (mmol/l)	4.73 ± 1.274	4.38 ± 1.024
Testosteroni (nmol/l)	18.1 ± 3.6	16.6 ± 4.9
SHBG (nmol/l)	33.8 ± 9.7	30.8 ± 7.7
Vapaa testosteroni (pmol/l)	280.4 ± 29.9	273.4 ± 93.7

6.2.1 Korrelatiiviset yhteydet

Tilastollisesti erittäin merkitsevää yhteyttä löydettiin testosteronin ja vapaan testosteronin välille (.98)^{***}. Lineaarinen regressiokerroinprosentti näiden kahden muuttujan välillä oli 94.6. Tilastollisesti merkitsevästi keskenään korreloivat CK ja S-urea (.81)^{**}. Lineaarinen regressiokerroinprosentti näiden kahden muuttujan välillä oli 63.0.

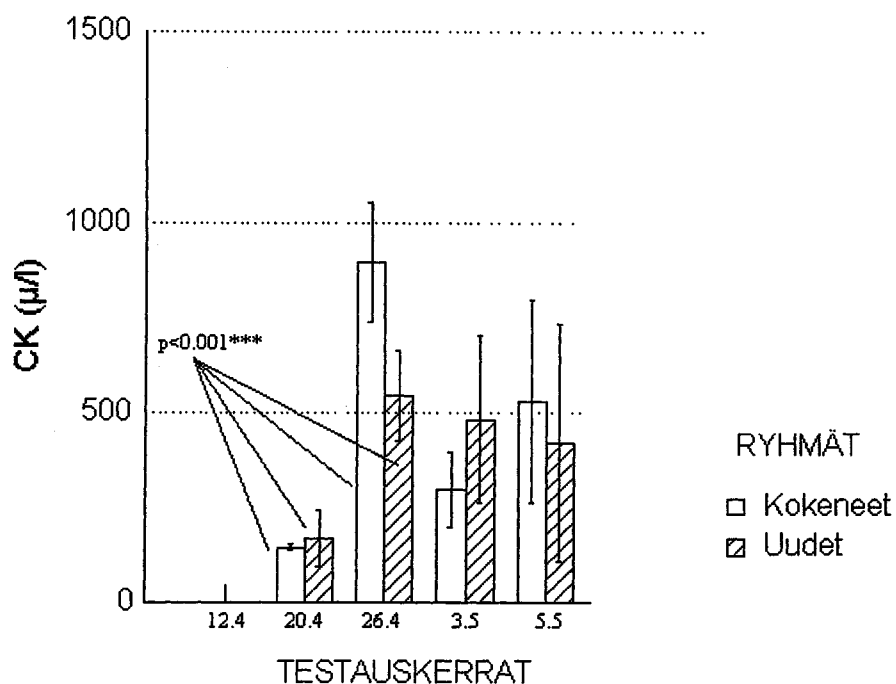
6.2.2 Korrelatiiviset yhteydet muihin muuttujiin

Tilastolliset merkitsevyydet iän ja antropometrinen muuttujien kanssa on esitetty niitä koskevassa kohdassa. Merkitsevää korrelaatiota oli vyörytyksellä testosteronin (.90)^{**} ja vapaa testosteronin välillä (.85)^{**}.

6.2.3 Ryhmien väliset erot tutkimuksen aikana

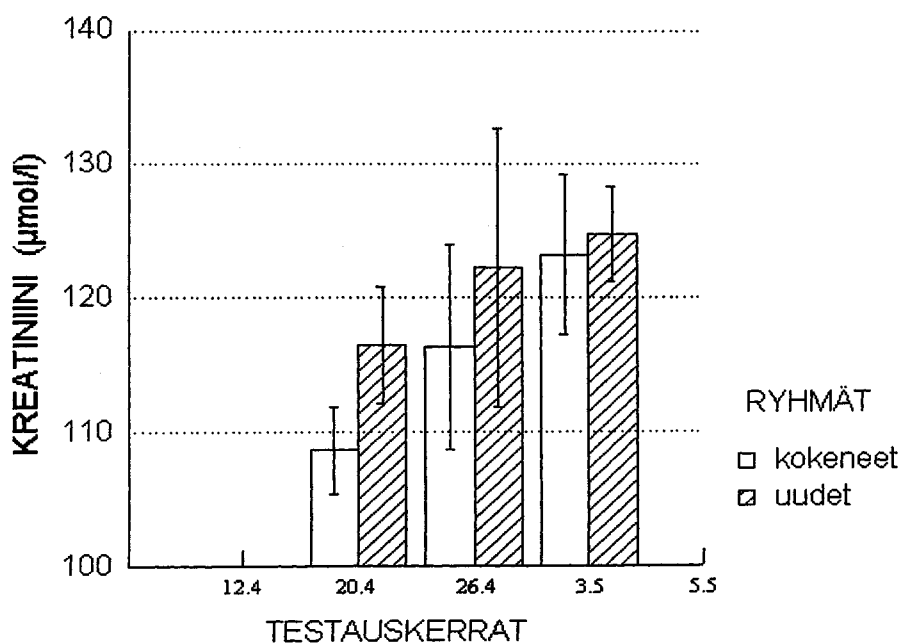
Tutkimusjakson aikana ryhmät eivät eronneet verinäyttemuuttujien muutoksissa toisistaan tilastollisesti, vaikka eroja ryhmien välille ajan kanssa syntyikin. Tutkimusjakson aikana (20.4.-3.5.) koko joukolla verimuuttujista tilastollisesti merkitsevästi nousi seerumin kreatiinikinaasi (159.5 ± 86.2 vs. 389.8 ± 279.6 μl , $p < 0.01^{**}$), kreatiniini (113.1 ± 7.1 vs. 124.0 ± 7.6 $\mu\text{mol/l}$, $p < 0.05^*$) ja seerumin urea (4.5 ± 1.1 vs. 6.0 ± 1.4 mmol/l , $p < 0.05^*$). Testosteronin ja vapaan testosteronin arvoissa oli lievää laskua, mutta muutos ei ollut tilastollisesti edes melkein merkitsevää. SHBG:n arvot pysyivät lähes lähtöarvoissaan.

Kreatiinikinaasiarvo nousi lähtöarvoista eli ennen kovaa leiriä (20.4.) mitatuista arvoista kokeneella ryhmällä 80.4 prosenttia (146.3 ± 10.7 vs. 893.3 ± 207.0 μl) ja uudella vastaavasti 54.9 prosenttia (169.4 ± 120.3 vs. 544.7 ± 153.7 μl) verrattuna kovan leirin jälkeen otettuihin arvoihin (26.4.). Nämä muutokset olivat molemmilla ryhmillä tilastollisesti erittäin merkitseviä ($p < 0.001^*$, kuva 13 seuraavalla sivulla).



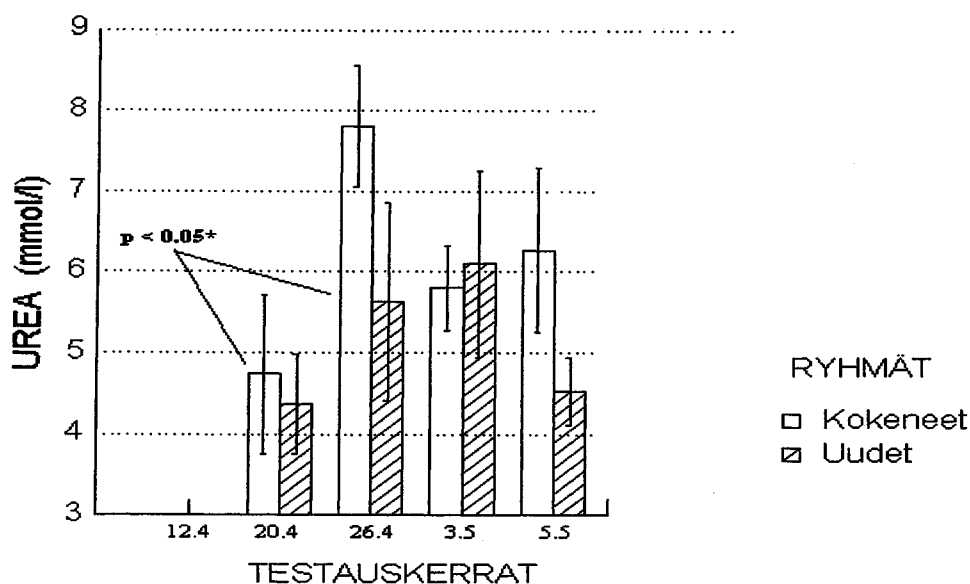
KUVA 13. Kreatiinikinaasi ($\mu\text{l/l}$) koko tutkimusjakson aikana.

Kreatiniini nousi koko tutkimusjakson ajan (20.4. – 3.5.) sekä kokoneilla (108.2 ± 4.2 vs. 116.3 ± 10.1 $\mu\text{mol/l}$) että uusilla maajoukkuepainijoilla (116.5 ± 7.3 vs. 122.3 ± 13.7 $\mu\text{mol/l}$), mutta ryhmien välillä muutoksissa ei ollut tilastollisia eroja. Pitkällä ja kovalla leirillä (20.4. – 26.4.) saatiin vastaavanlaisia muutoksia (kuva 14).



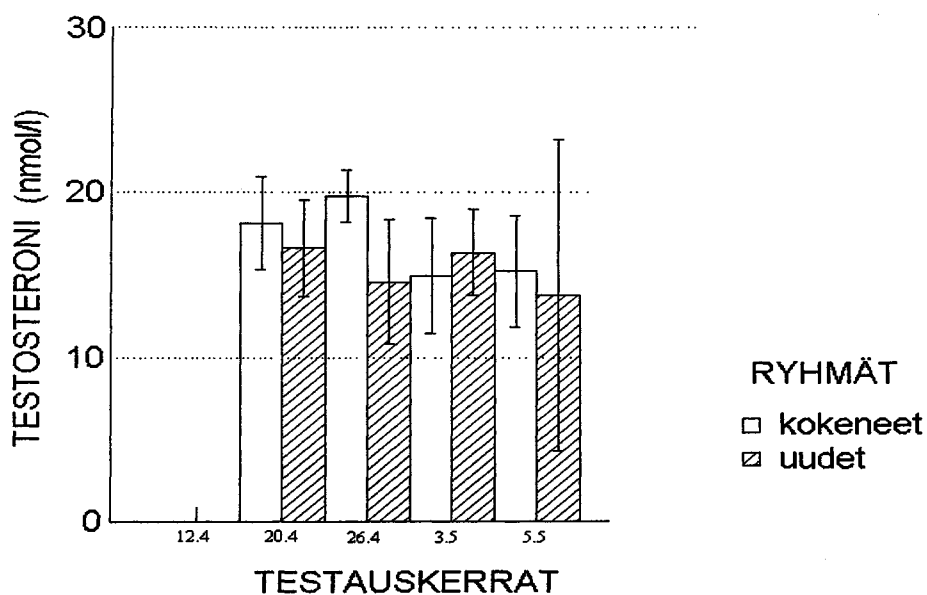
KUVA 14. Kreatiniini ($\mu\text{mol/l}$) koko tutkimusjakson aikana.

Kovan ja pitkän leirin (20.4 – 26.4.) vaikutuksesta kokeneiden ryhmän S-urea lisääntyi tilastollisesti melkein merkitsevästi (4.7 ± 1.3 vs. 7.8 ± 1.0 , $p < 0.05^*$, kuva 15).



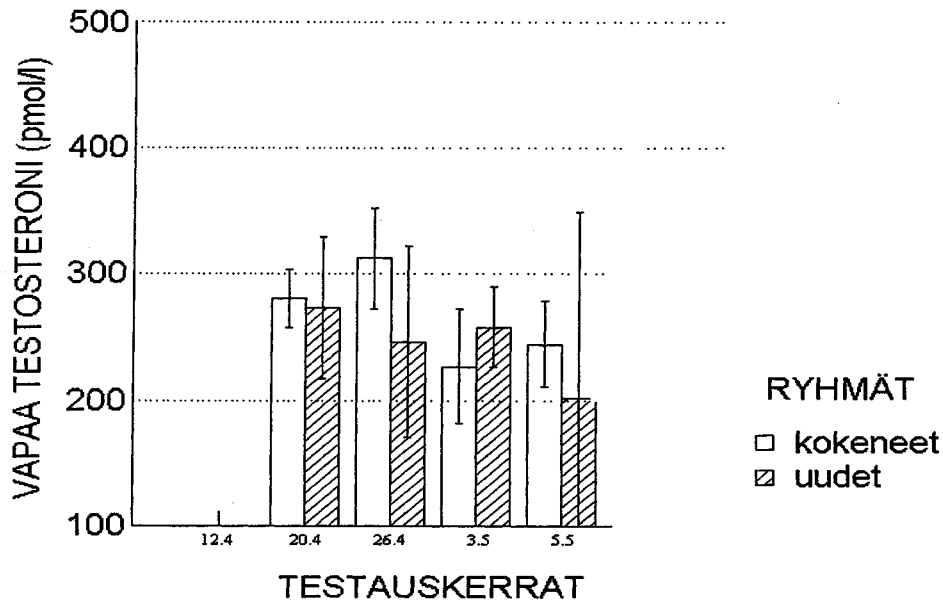
KUVA 15. Seerumin urea koko tutkimusjakson aikana.

Testosteroni (kuva 16) nousi kokeneella ryhmällä lievästi kovan leirin aikana (18.1 ± 1.3 vs. 19.8 ± 2.1 nmol/l) ja laski hieman uudella ryhmällä (16.5 ± 4.9 vs. 14.6 ± 5.0 nmol/l).



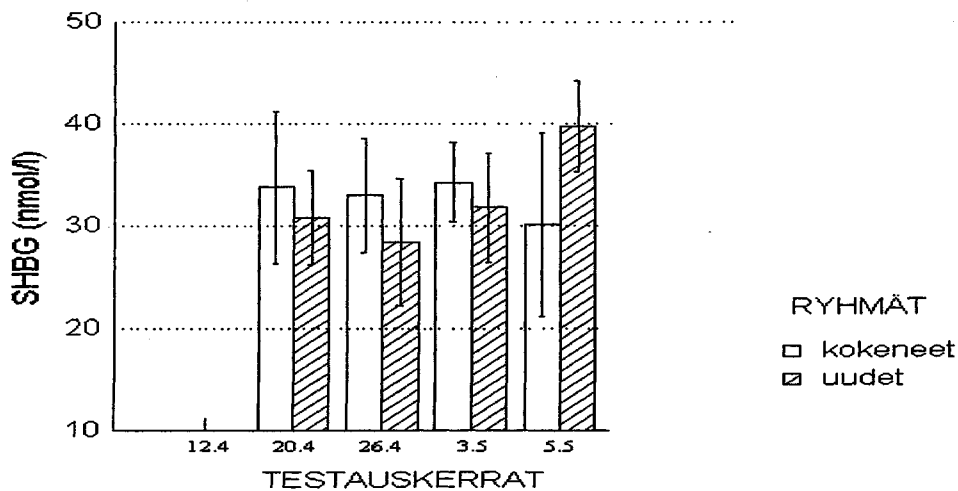
KUVA 16. Testosteroni koko tutkimusjakson aikana.

Vapaassa testosteronissa muutokset olivat molemmilla ryhmillä samansuuntaisia (kuva 17). Yksilölliset erot muutoksissa testosteronin ja vapaa testosteronin arvoissa olivat suuria.



KUVA 17. Vapaan testosteroni koko tutkimusjakson aikana.

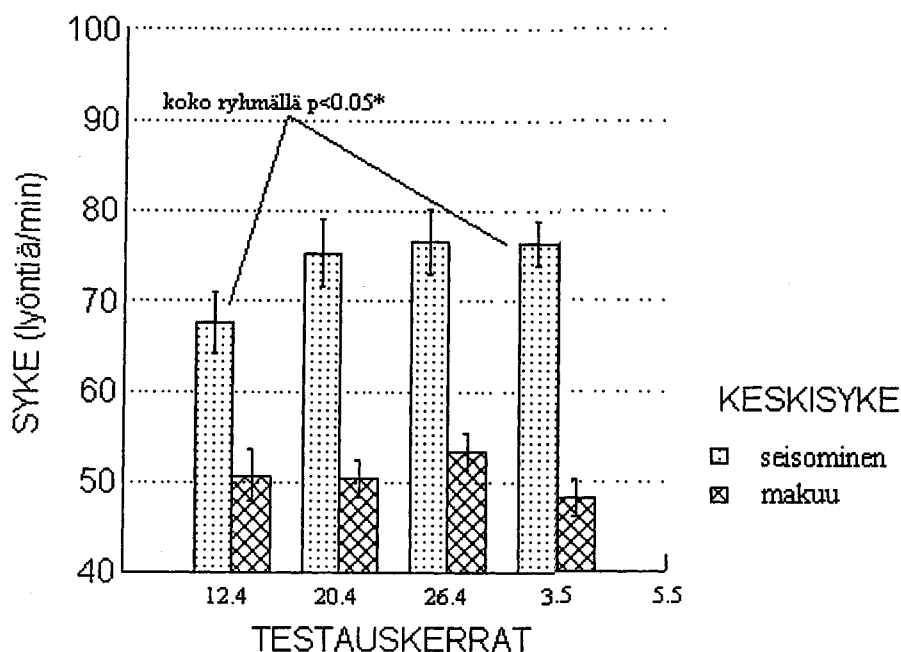
SHBG:n arvot molemmilla ryhmillä pysyivät lähes samanlaisina koko tutkimuksen ajan. Kuitenkin uusien ryhmässä oli vallitsevana hieman nousevat arvot, kun taas kokeneilla arvot pysyivät lähes lähtötasossa (kuva 18). Hemoglobiini ja hematokriitti pysyivät molemmilla ryhmillä ennallaan niin koko tutkimusjakson kuin kovan leirinkin aikana.



KUVA 18. SHBG (nmol/l) koko tutkimusjakson aikana.

6.3 Ortostaattisen kokeen muuttujat

Koehenkilöiden kilpailukauden perustasoksi määriteltiin Kuortaneella ennen ensimmäistä leiriä (12.4.) saadut ortostaattisen kokeen tulokset. Kokeneiden ja uusien maajoukkuepainijoiden lähtöarvot olivat tilastollisesti lähes samanlaisia kaikissa ortostaattisen kokeen muuttujissa. Kokeneemmilla painijoilla oli hieman uusia maajoukkuepainijoita matalampi leposyke, seisomasyke, IIHR, RRSTAND_{SD}, HR_{PEAK} ja SUHDE. Kokeneemmilla oli myös hieman suurempi RRSUP_{SD} ja RMSSD. Tutkimuksen aikana koko ryhmälle tuli tilastollisesti melkein merkitsevä nousu seisomasykkeessä ($p < 0.05^*$, kuva 19).



KUVA 19. Koko joukon keskiarvoiset makuu- ja seisontasykkeet koko tutkimusjakson aikana.

6.3.1 Korrelatiiviset yhteydet

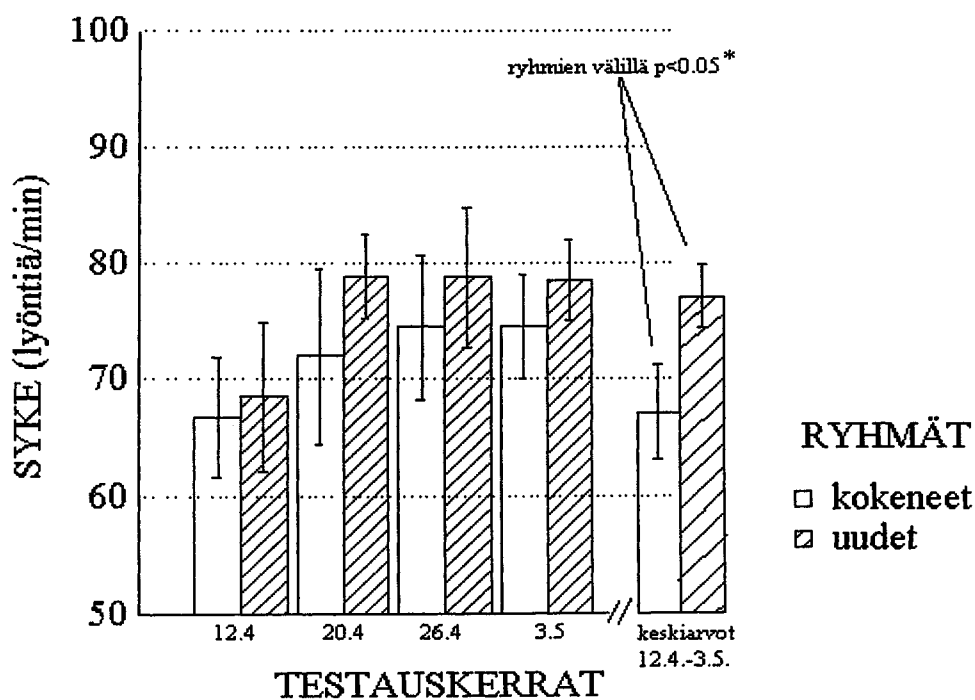
Erittäin merkitsevää riippuvuutta ei löytynyt minkään ortostaattisen muuttujan välille. Tilastollisesti merkitsevää yhteyttä oli leposykkeellä ja seisomasykkeellä $(.72)^{**}$, ylösnoususta aiheutuneella välittömällä sykkeen kasvulla (IIHR) ja HR_{PEAK}:lla $(.73)^{**}$ ja RMSSD:n ja RRSUP_{SD}:n $(.77)^{**}$ välillä.

6.3.2 Korrelatiiviset yhteydet muihin muuttujiin

Tilastolliset merkitsevyydet iän ja antropometristen muuttujien sekä verimuuttujien kanssa on esitetty niitä koskevissa kohdissa. Erittäin merkitsevää riippuvuutta ei löytynyt minkään muun tutkimukseen kuuluneen muuttujan välille. Merkitsevää positiivista yhteyttä löytyi makuusykkeen ja subjektiivisissa muuttujissa olevan nopeuden välille (.80)**.

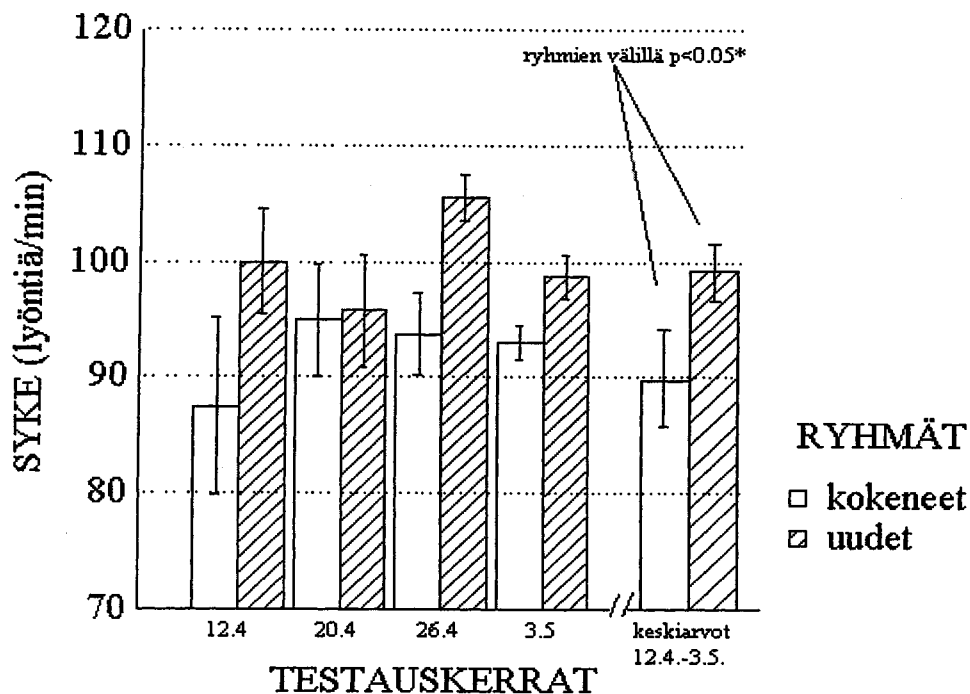
6.3.3 Ryhmien väliset erot tutkimuksen aikana

Tutkimusjakson aikana suoritetuilla testauskerroilla (12.4.-3.5.) ryhmät erosivat ortostaattisten muuttujien osalta toisistaan tilastollisesti melkein merkitsevästi seisomasykkeen osalta (kokeneet 67.6 ± 9.0 vs. uudet 76.5 ± 6.5 lyöntiä/min, $p < 0.05^*$, kuva 20).



KUVA 20. Seisomasyke (lyöntiä/min) tutkimusjakson aikana suoritetuilla testauskerroilla (12.4.-3.5.).

Ryhmien välille syntyi myös tilastollisesti melkein merkitsevä ero testijakson aikana seisomaan noususta johtuvassa välittömässä maksimisykkeessä (HR_{PEAK}) (kokeneet 90.3 ± 9.1 vs. uudet 99.4 ± 5.4 , $p < 0.05^*$, kuva 21).



KUVA 21. Seisomaan noususta johtuva välitön sykkeen nousu (lyöntiä/min) tutkimusjakson aikana suoritetuilla testauskerroilla (12.4.-3.5.).

6.4 Painijoiden subjektiiviset tunteukset

Koehenkilöiden kilpailukauden perustasoksi määriteltiin Kuortaneella ennen ensimmäistä leiriä (12.4.) saadut tulokset. Kokeneiden ja uusien maajoukkuepainijoiden lähtöarvot olivat tilastollisesti lähes samanlaisia kaikissa subjektiivisissa tunteuksissa.

6.4.1 Korrelatiiviset yhteydet

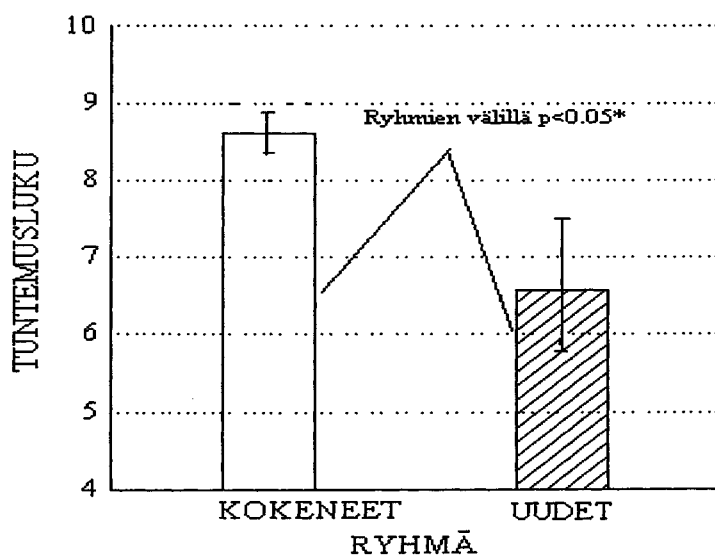
Erittäin merkitsevää riippuvuutta löytyi irtiottotuntemuksen ja psyyketuntemuksen välille (.91)***. Tilastollisesti merkitsevää yhteyttä oli nopeustuntemuksella

liikeherkkyys- (.81)** ja irtiottotuntemuksen kanssa (.83)**. Samaa tilastollista merkitsevyytensä oli myös psyykemuuttujalla kunto- (.79)** ja palautunut (.79)** muuttujien kanssa. Tilastollisesti lähes kaikki tuntemusmuuttujat korreloituivat keskenään positiivisesti vähintään melkein merkitsevästi.

Tuntemusmuuttujista nopeus oli ainoa muuttuja, mikä korreloi tilastollisesti merkitsevästi muun tutkimuksessa olleen muuttujan kanssa (makuusyke) (.80)*. Muut korreloinnit olivat melkein merkitseviä ortostaattisten muuttujien kanssa. Nämä korrelatiiviset yhteydet on selitetty ortostaattisten muuttujien yhteydessä.

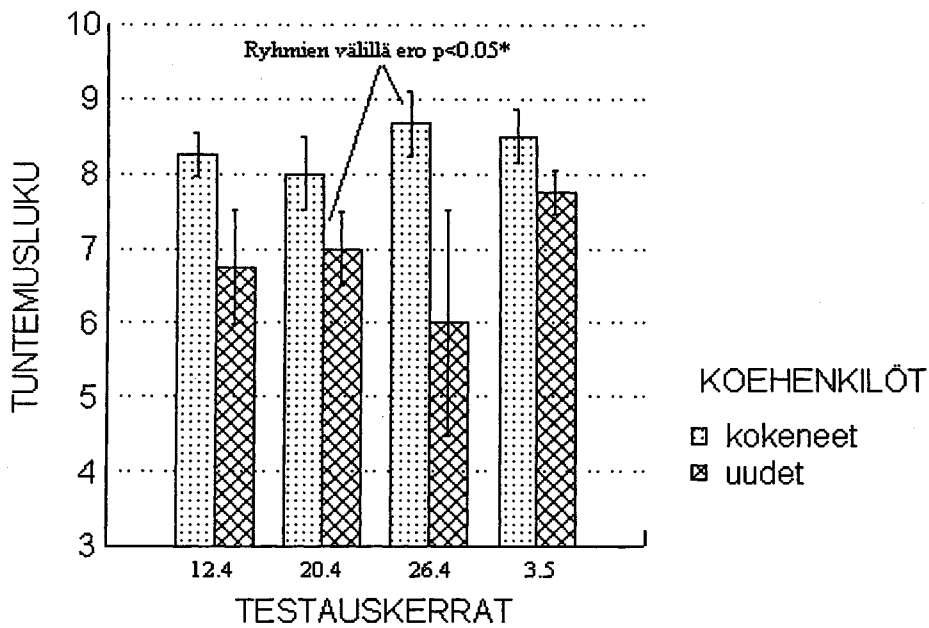
6.4.2 Ryhmien väliset erot tutkimuksen aikana

Sekä koko tutkimusjakson (Kuva 22) että kovan ja pitkän leirin (kuva 23) aikana ryhmät erosivat toisistaan kuntotuntemuksen osalta tilastollisesti melkein merkitsevästi ($P < 0.05$)*.



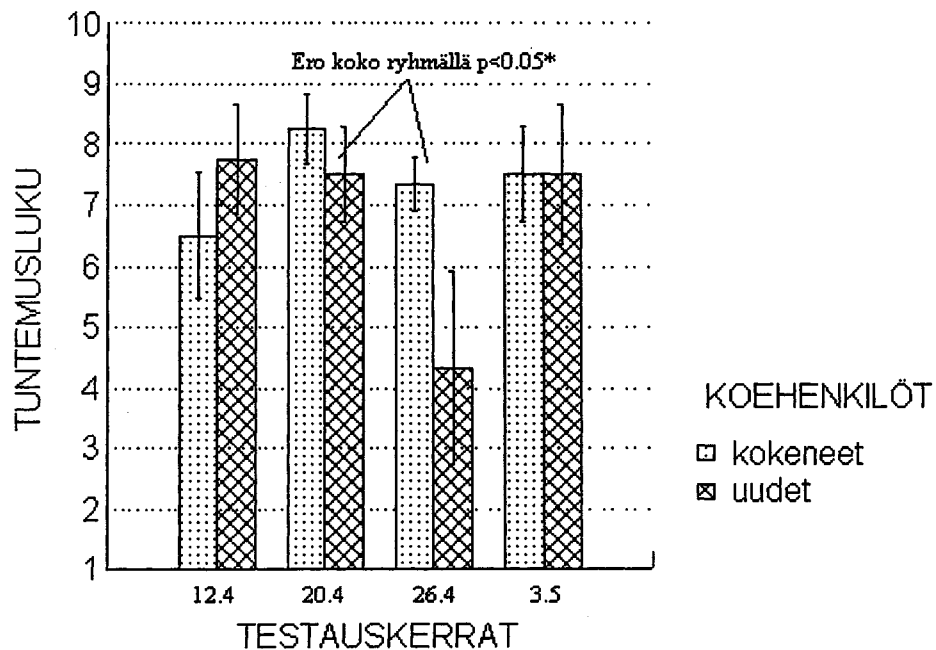
KUVA 22. Ryhmien välinen ero tutkimuksen aikana subjektiivisessa kuntomuuttujassa.

Kokeneemmilla kuntotuntemus säilyi samana koko tutkimuksen ajan. Uusilla erityisesti kova ja pitkä leiri vaikutti kuntotuntemukseen negatiivisesti.

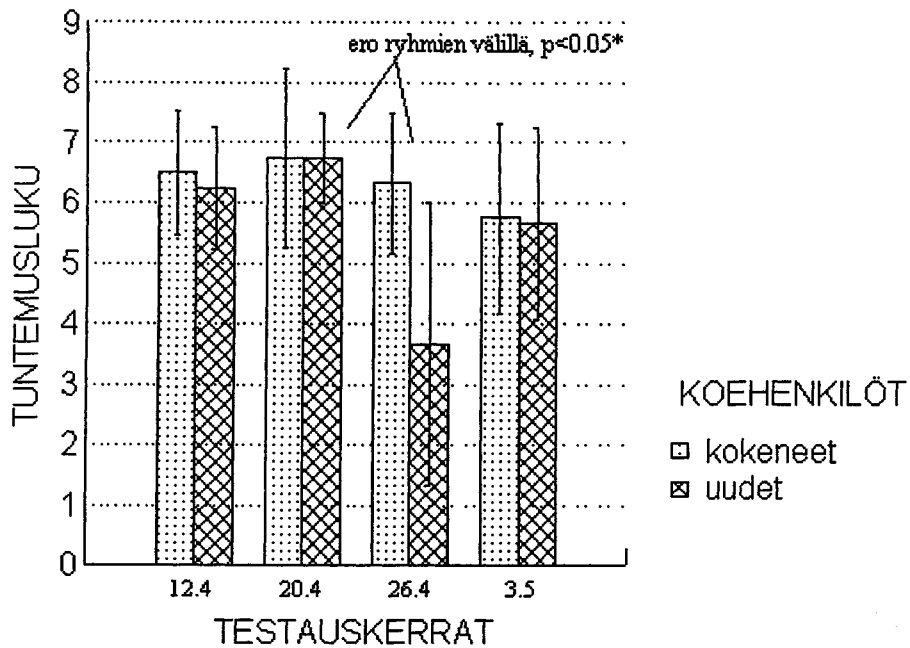


KUVA 23. Kuntotuntemus koko tutkimusjakson aikana.

Kovan ja pitkän leirin vaikutuksesta koko ryhmän palautunut tuntemus laski tilastollisesti melkein merkitsevästi ($p < 0.05$, kuva 24). Lisäksi löytyi tilastollisesti melkein merkitsevä ero liikeherkkyysmuuttujassa ($p < 0.05^*$, seuraava sivu kuva 25).



KUVIA 24. Palautunut muuttujan vaihtelut ryhmien välillä tutkimuksen aikana.



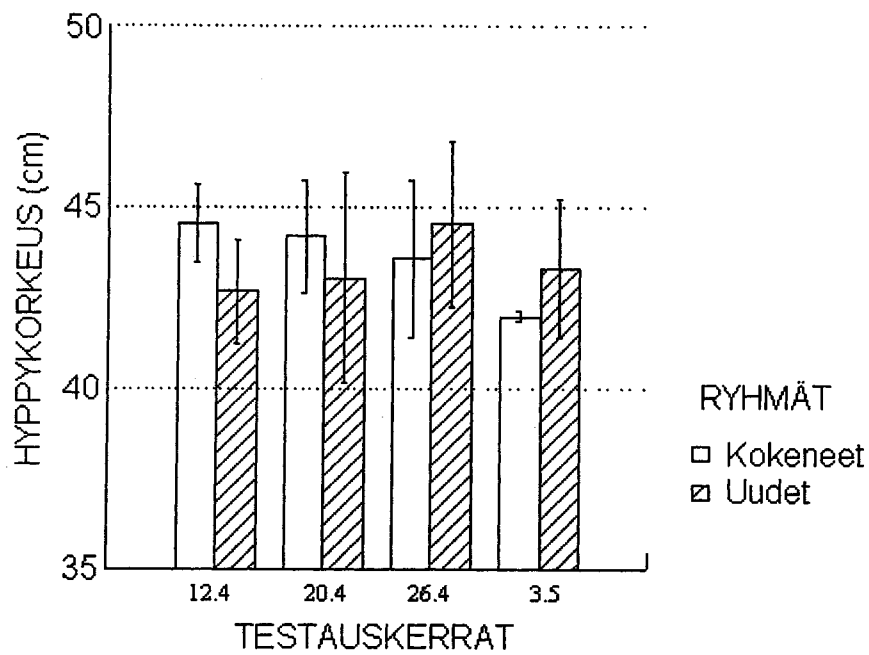
KUVA 25. Liikeherkkyystuntemuksessa tapahtuneet muutokset ryhmien välillä tutkimuksen aikana.

6.5 Kevennyshyppytesti ja lajinomaisten testien muuttujat

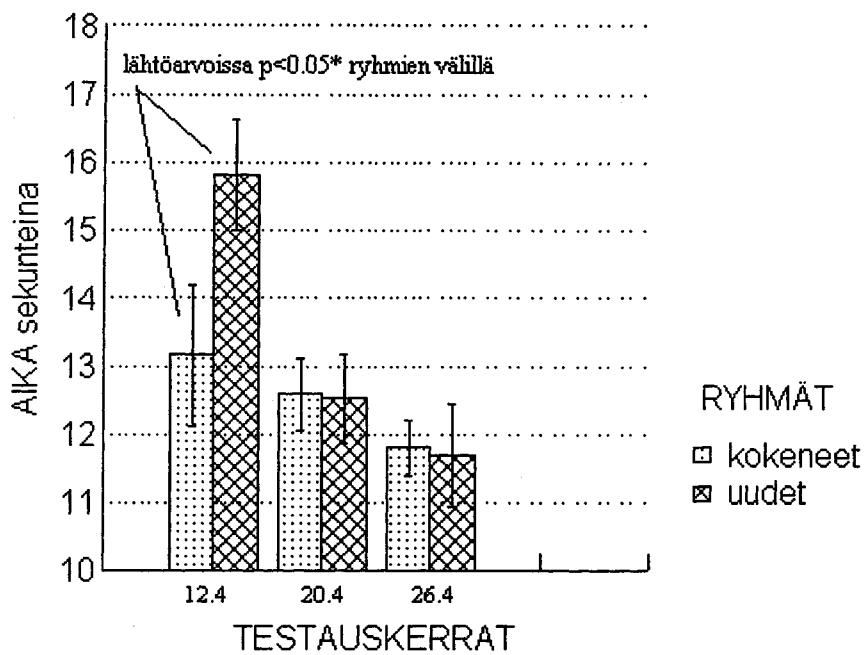
Koehenkilöiden kilpailukauden perustasoksi määriteltiin niin kevennyshyppy- kuin lajinomaisten testimuuttujien kohdalla Kuortaneella ennen ensimmäistä leiriä (12.4.) saadut tulokset. Nukketestin laktaattiarvot otettiin vain kovalta ja pitkältä leiriltä (20.4. – 26.4.).

Kokeneiden ja uusien maajoukkuepainijoiden lähtöarvot olivat tilastollisesti lähes samanlaisia kevennyshypyn osalta (kokeneet 44.6 ± 1.8 vs. uudet 42.6 ± 2.4 cm) Kevennyshyppytulokset eivät muuttuneet tilastollisesti tutkimusjakson aikana. Koko joukon tai ryhmien välille ei syntynyt tilastollisia eroja edes kovalla ja pitkällä leirillä (kuva 26 seuraavalla sivulla).

Tutkimuksen alkutesteissä kokeneemmat saivat keskiarvoisesti uusia painijoita tilastollisesti melkein merkitsevästi paremmat ajat nukketestin ensimmäisen erän tehojaksoilla (NVK_{1AVE}) (kokeneet 13.2 ± 1.7 vs. uudet 15.8 ± 1.4 sekuntia, $p < 0.05^*$, kuva 27, seuraavalla sivulla).



KUVA 26. Kevennyshyppy tutkimusjakson aikana.



KUVA 27. (NVK_{IAVE}) tutkimusjakson aikana.

6.5.1 Kevennyshypyn ja lajinomaisten muuttujien väliset korrelatiiviset yhteydet sekä yhteydet muihin muuttujiin.

Tilastollisesti nukketestissä olleet kaikki erien tehojaksojen keskiarvot ja lähes kaikki keskihajonnat korreloituivat keskenään vähintään melkein merkitsevästi. Korrelaatiokerroin vaihteli positiivisesti (.60)* ja (.99)*** välillä. Nukketestin arviointimuuttujista reservi korreloi kokonais-, (.96)***, toisen erän, (.97)*** ja ensimmäisen erän keski-arvon (.78)* sekä anaerobisen tehokertoimen (-.88)** kanssa. Kertoimella oli yhtäläisyyksiä negatiivisesti toisen erän keskiarvon (-.85)** ja keskihajonnan (-.84)** sekä kokonaiskeskiarvon (-.83) ja -keskihajonnan (-.66)* kanssa.

Tilastolliset merkitsevyydet iän ja antropometristen muuttujien, verimuuttujien, ortostaattisen kokeen muuttujien sekä painijoiden subjektiivisten tuntemusten kanssa on esitetty niitä koskevissa kohdissa.

7. POHDINTA

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa maajoukkuepainijoiden fysiologisia ja autonomisen hermoston ominaisuuksia sekä koehenkilöiden subjektiivisia tuntemuksia leiri-olosuhteissa. Mitattiin fysiologisten, autonomisen hermoston ominaisuuksien ja koehenkilöiden subjektiivisten tuntemusten muutoksia viimeistelyharjoittelun aikana sekä arvioitiin viimeistelyn aiheuttamaa kuormittavuutta. Lisäksi selvitettiin ortostaattisen mittauksen toimivuus ja hyväksikäyttö anaerobisessa kamppailulajissa.

Painisaavutus on vaikeasti ennustettavissa lajin monimuotoisuuden takia. Kuitenkin antropometristen, ortostaattisten, lajinomaisten (nukkeheitto ja rullaussimulaattori), subjektiivisten tuntemus muuttujien ja verinäytemuuttujien (B-Hb, B-Hkr, S-CK, S-Kreatiniini, S-Urea, vapaa testosteroni, testosteroni, sukupuolihormonia sitova globuliini (SHBG)) paremmilla tuloksilla ja pidempiaikaisella harjoittelutaustalla sekä kilpailuissa pärjäämisellä, on tämän tutkimuksen perusteella selvästi havaittavaa yhteyttä. Tietyn rajoituksen tälle tutkimukselle tekee suhteellisen pieni koehenkilömäärä ($n = 8$).

Tämän tutkimuksen perusteella voidaan päätellä, että antropometrisillä muuttujilla ja harjoitteluvuosien määrällä on vaikutusta painimenestykseen. Epäsuorasti arvioidun rasvaprosentin perusteella kokeneimmilla oli enemmän lihasmassaa suhteessa omaan painoon, mikä näkyy myös suurempana tehona esim. lajinomaisissa testeissä. Rullaussimulaattorin tuloksissa näkyy, että painolla, ja rasvattomalla painolla on vaikutusta lajinomaisessa suorituksessa. Lisäksi kehon vähärasvaisuudella näytti tässä tutkimuksessa olevan selvä korrelatiivinen yhteys veren testosteronimäärään (.90)**. Epäsuorasti mitatun rasvaprosentin perusteella pienempi rasvaprosenttiarvo voi merkitä korkeampaa testosteroniarvoa. Aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittu vastakkaisia päätelmiä mm. Strauss ym. (1985). Tosin niissä tutkimuksissa painonpudotus on ollut huomattavampaa. Paremmat antropometriset tekijät antavat samassa painoluokassa otteleville paremmat lähtökohdat menestymiselle. Tässä tutkimuksessa antropometrisissä muuttujissa ei kuitenkaan ollut ryhmien välillä edes tilastollisesti melkein merkitsevää eroa.

Painon tarkkailu on yleistä huippupainijoilla kilpailukaudella, jota mm. Straussin ym. (1985), Martinin & Margheritan (1999) tutkimukset osoittavat. Painonpudotus vaikuttaa fyysisiin ja fysiologisiin tekijöihin. Tämän tutkimuksen aikana kokeneemmat olivat jo aloittaneet painon tarkkailun kuukauden päästä olevia EM-kilpailuja varten, mutta tämä ei kuitenkaan tutkimuksen aikana johtanut painon osalta tilastollisesti merkitsevään muutokseen. Tällä saattoi kuitenkin olla yhteys siihen, miksi kokeneilla seerumin ureapitoisuus nousi kovan leirin aikana tilastollisesti melkein merkitsevästi. Urean arvot reagoivat tutkimuksen aikana tilastollisesti merkitsevästi kreatiinikinaasin kanssa (.81)**. Näin ollen kokeneiden korkeat arvot tässä muuttujassa saattoivat johtua myös lievästä painonpudotuksesta. Urean lisääntyminen veressä voi johtua myös elimistön vilkkaasta valkuaisaineiden hajoamisesta (Arppe 2000). Tällainen tila voi syntyä esimerkiksi ylirasitustilassa.

Kokeneiden ja uusien maajoukkuepainijoiden lähtöarvot olivat tilastollisesti lähes samanlaisia kaikissa verinäytemuuttujissa (B-Hb, B-Hkr, S-CK, S-Kreatiniini, S-Urea, vapaa testosteroni, testosteroni, sukupuolihormonia sitova globuliini (SHBG)) (taulukko 6 sivulla 43). Tutkimusjakson aikana ryhmät eivät eronneet verinäytemuuttujien muutoksissa toisistaan tilastollisesti, vaikka pieniä eroja ryhmien välille ajan kanssa syntyikin. Näiden tulosten perusteella voidaan sanoa, että painiryhmät olivat tutkimuksen alussa lähes samanlaisessa fysiologisessa tilassa. Lisäksi viimeistelyleirit olivat fyysisesti yhtä rasittavia molemmille ryhmille, koska hormonaalisten muuttujien tasoissa ei tapahtunut ryhmien välillä merkitseviä muutoksia.

Kreatiinikinaasia voidaan käyttää lihasvaurioiden indikaattorina fyysisen rasituksen jälkeen. Sen määrä nousee veressä fyysisen aktiivisuuden seurauksena. Verimuuttujista se olikin ainoa, jonka vaihtelussa tuli tilastollisia eroja ryhmien välille. Tulokset näyttivät, että kovasta leiristä johtuen kilpailuihin valmistautuvilla painijoilla kreatiinikinaasiarvot nousivat tilastollisesti harjoitusvastustajiaan korkeammaksi. Kreatiinikinaasiarvo nousi lähtöarvoista eli ennen kovaa leiriä (20.4.) mitatuista arvoista kokeneella ryhmällä 80.4 prosenttia (146.3 ± 10.7 vs. $893.3 \pm 207.0 \mu/l$) ja uudella vastaavasti 54.9 prosenttia (169.4 ± 120.3 vs. $544.7 \pm 153.7 \mu/l$) verrattuna kovan leirin jälkeen otettuihin arvoihin (26.4.). Uusien maajoukkuepainijoiden lähtöarvoista saadun hajonnan perusteella voi päätellä, että

ryhmä ei kokonaisuudessaan ollut välttämättä normaalissa lepotilassa. Tünnemann ym. (1996) saivat tutkimuksessaan samanpituiselta leiriltä vastaavia tuloksia (katso kuva 6 sivulla 22). Tünnemannin ym. (1996) perusteella yksi päivä kovan harjoituspäivän jälkeen ei riitä palauttamaan lihaksistoa lepoarvoihin. Tämä on huomioitava pitkiä ja kovia leirejä suunniteltaessa. Lisäksi kuvassa 6 sivulla 22 on havaittavissa, että huippujen arvot laskevat leirin loppua kohden. Artikkelii ei kerro johtuuko laskeminen harjoittelun keventymisestä, vai testattavien fysiologisista ominaisuuksien heikkenemisestä. Häkkisen ym. (1988) mukaan yhden viikon mittainen intensiivinen kaksi harjoitusta päivässä sisältänyt maksimivoimaharjoittelu aiheutti erityisesti seerumin testosteronipitoisuuden tasaisen alenemisen, mutta jo yhden päivän lepo palautti testosteronin ja vapaan testosteronin arvot lepotasolle. Tämä osoittaa maksimivoimaharjoittelun aiheuttamaa fysiologista stressitilaa. Samansuuntaisen hormonaalisen vasteen sai aikaan Fryn ym. (1993) tekemä yhden viikon mittainen tutkimus korkeatehoisesta painonnostoharjoittelusta. Akuutti seerumin testosteronipitoisuuden muutos muutaman päivän aikana ei kuitenkaan Häkkisen ym. (1988) mukaan välttämättä vaikuta suorituskyykyyn. Näiden eri tutkimusten perusteella suomalaisilla painijoilla pitäisi leiriolosuhteissa olla joka aamuinen hormoni- ja kreatiinikinaasitason määrittys, jotta valmentajat pystyisivät yksilöllisesti arvioimaan leirien rasitusta.

Testosteroni, vapaa testosteroni ja SHBG pysyi molemmilla ryhmillä koko tutkimusjakson ajan lähes vakiona. Suuri hajonta vapaan testosteronin lähtöarvoissa (273.4 ± 93.7 pmol/l) uusien maajoukkuepainijoiden osalta, saattaa herättää kysymyksiä. SHBG oli kuitenkin normaali, joten vapaan testosteronin vähyys yhdellä koehenkilöllä johtui luultavasti katabolisesta tilasta tai mittausteknisestä virheestä. Tulosten perusteella voidaan väittää, että tilastollisesti erittäin merkitsevistä kreatiinikinaasitason noususta huolimatta, viimeistelyleirit eivät olleet fyysisesti liian rasittavia, koska hormonaalisten muuttujien tasoissa ei tapahtunut merkitseviä muutoksia.

Hormonikonsentraatioita on tutkittu paljon fyysisen rasitustilan seurannassa mm. (Alen ym. 1988; Cadoux-Hudson ym. 1985; Fry ym. 1997; Gulielmini ym. 1985; Häkkinen ym. 1988; Häkkinen ym. 2000; Kraemer ym. 1991; Kraemer 1992; Kraemer ym. 1999). Sykevaihdelun käyttöä autonomisen hermoston palautumisen

seurannassa on tutkittu urheilijoilla paljon vähemmän. Suurin osa autonomisen hermoston toimintakokeista on tehty kestävyysurheilijoille, joiden harjoittelu on mitoitettu hieman liian rasittavaksi, jolloin osa urheilijoista on ajautunut ylirasitustilaan. Näin on haettu tietoa kestävyysurheilijoiden autonomisista reflekseistä eri harjoituskausilla mm. (Dixon ym. 1992; Puig ym. 1993; Ryan 1983; Rusko ym. 1989; Uusitalo ym. 1998).

Tämän tutkimuksen yhtenä tarkoituksena oli selvittää ortostaattisen kokeen soveltuvuutta painijan autonomisen hermoston rasitustilan mittaamiseen. Tutkimuksen alussa molemmat ryhmät olivat lähes samanlaisia kaikissa ortostaattisen mittauksen muuttujissa. Ortostaattisia mittauksia tehtiin lähes joka päivä tutkimusjakson aikana. Jokaiselle koehenkilölle tuli 20 – 25 mittauskertaa. Näin yksi testille asetusta tavoitteista saavutettiin, sillä tarkoituksena oli saada tulevaa seurantaa varten kilpailukaudelle tyypillisiä lepo- ja harjoitusjaksoarvoja. Koko ryhmälle tuli tilastollisesti melkein merkitsevä nousu seisomasykkeeseen (katso sivu 48 kuvio 9). Tämä osoittaa, että sympaattinen aktivaatio lisääntyi tutkimuksen aikana. Sympaattisen aktivaation nousu vähentää lyöntivaihtelua ja lisää syketiheyttä, mitkä yhdessä ovat merkki fyysisestä tai psyykkisestä rasituksesta. Seisomasykkeen nousu oli uusilla maajoukkuepainijoilla vielä suurempaa. Tämä tulos osoittaa uusien maajoukkuepainijoiden rasittuvan hermostollisesti helpommin, vaikka kreatiinikinaasiarvot olivat pienempiä. Kokeneet painijat kestävät tämän tuloksen mukaan enemmän kovaa rasitusta, mikä johtuu paremmasta fyysisestä kunnosta. Hermostolliset merkit väsymyksestä näyttivät tässä tutkimuksessa tulevat esille ennen hormonaalisia muutoksia, sillä uudella maajoukkuepainijaryhmällä ei ollut tilastollisesti merkitseviä muutoksia esimerkiksi seerumin testosteroni pitoisuudessa. Tätä päätelmää tukee Uusitalon ym. (1995) tekemä tutkimus kestävyysurheilijoilla (6-9 viikkoa kestävä intensiivinen kestävyysharjoitus). Sen mukaan ylirasitusta mahdollisesti osoittavat muutokset kardiovaskulaarisessa refleksissä saattavat tapahtua ennen hormonaalisia muutoksia.

Subjektiiiviset tuntemukset näyttivät samansuuntaisia muutoksia kuin hermostolliset ja antropometrinen muuttujat sekä verinäytteet. Lähtöarvot olivat kokeneemmilla hieman uusia painijoita parempia. Hermostollinen väsyminen näkyi erityisesti kokemattomien painijoiden kuntotuntemuksessa. Kokeneemmat tunsivat korkeasta

veren kreatiinipitoisuus määrästä huolimatta itsensä hyväkuntoisiksi, kun taas kokemattomat kevyemmästä harjoittelusta huolimatta tunsivat itsensä tilastollisesti huonokuntoisemmaksi ja huonommin palautuneeksi.

Kevennyshypyssä kokeneilla oli hieman laskeva trendi tutkimusjakson aikana, kun taas uusilla maajoukkuepainijoilla tulokset pysyivät ennallaan. Kevennyshyppy ei ollut tämän tutkimuksen perusteella hyvä muuttuja mitattaessa painijoiden fysiologisten ominaisuuksien muutoksia. Lajinomaisessa maksimivoimaa ja räjähtävyyttä vaativassa rullaustesteissä kokeneemmat saivat kokemattomampia parempia arvoja.

Tutkimuksen kannalta huono asia oli se, että nopeusvoimakestävyystesti nukella tehtiin vain kolmella eri testauskerralla. Valmentajat halusivat säästää tutkimuksen loppupuolella kilpailuihin lähtijöitä liian kovalta testiltä, joten tutkimus jäi siltä osin hieman kesken. Saksalaiset kamppailulajien tutkijat Peukertin ym. (1992) johdolla ovat osoittaneet sen toimivuuden mitattaessa painijan nopeusvoimakestävyysominaisuuksia ilman varsinaista painiottelua.

Tutkimus antoi lisätietoa suomalaisen painin viimeistelyharjoittelun vaikutuksista painijoiden autonomisen hermoston toimintaan ja selvitti tutkimuksen aikana verimuuttujien avulla painijoiden hormonaalista tilaa. Kokeneilla ja uusilla maajoukkuepainijoilla oli eroja antropometriassa muuttujissa. Kokeneet olivat pidempiä, rasvattomampia ja painavampia kuin uudet maajoukkuepainijat, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi. Ortostaattiset tulokset osoittivat, että kokeneet rasittuivat hermostollisesti vähemmän (mm. matalampi leposyke ja seisomasyke) ja saivat lajinomaisissa (nukkeheitto ja rullaussimulaattori) mittauksissa parempia tuloksia. Lisäksi subjektiivisissa tuntemus muuttujissa kokeneet tunsivat itsensä tutkimuksen aikana parempi kuntoisiksi, palautuneemmiksi ja liikeherkimmiksi. Verinäytemuuttujista analysoidut arvot (B-Hb, B-Hkr, S-CK, S-Kreatiniini, S-Urea, vapaa testosteroni, testosteroni, sukupuolihormonia sitova globuliini (SHBG)) osoittivat, että kokeneemmat rasittuivat uusia maajoukkuepainijoita vähemmän tutkimuksen aikana. Kaikki edellä saadut tulokset osoittivat, että kokeneet painijat olivat kokemattomia sekä fyysisesti että henkisesti parempia. Kilpailuun valmistavan kauden leiritus ei näyttänyt aiheuttavan liiallisia ongelmia elimistön homeostaasiin,

vaan kysymyksessä oli ennemminkin leiriolosuhteissa tapahtuvaa ns. ylikorjautumista. Seerumin hormoniarvojen perusteella leirit olisivat voineet olla jopa intensiivisempiä. Testosteroni, kreatiinikinaasi ja ortostaatinen mittausta ovat hyviä testejä arvioitaessa urheilijan raskitustasoa, joten tätä tutkimusta olisi hyvä jatkaa seuraamalla eri harjoituskausilla tapahtuvia hermostollisia ja hormonaalisia muutoksia.

LÄHTEET

Ahmed, A., Harness, J., Mearns, A. Respiratory control of heart rate. *Eur J Appl Physiol* 50, s. 95-104, 1980.

Akselrod, S., D. Gordon, F.A. Ubel, D.C. Shannon, A.C. Barker and R.J. Cohen. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science* 213, s. 220-223, 1981.

Al-Ani, M., Munir, S.M., White, M., Townend, J., Coote, J.H. Changes in R-R variability before and after endurance training measured by power spectral analysis and by the effect of isometric muscle contraction. *Eur J Appl Physiol* 74 (5), s. 397-403, 1996.

Alen, M., Pakarinen, A., Häkkinen, K., Komi, P.V. Responses of serum androgenic-anabolic and catabolic hormones to prolonged strength training. *Int J Sports Med* 9(3), s.229-233, 1988.

Antila, K., ja Länsimies, E. *Autonominen Hermosto. Teoksessa : Sovijärvi, A., Uusitalo, A., Länsimies, E., ja Vuori, I. (toim.) Kliininen fysiologia. Helsinki: Kustannus OY Duodecim, s. 314-322, 1994.*

Arppe, V. Tuotevalikoimat.. Medix Diacor Laboratoriopalvelut Oy, 2000

Bergamini, E., C. Bombara, C. Pelligrino. The effect of testosterone on glycogen metabolism in rat levator ani muscle. *Biochem Biophys Acta* 177, s. 220-234, 1969.

Berger, R.D., J.P. Saul and R.J. Cohen. Transfer function analysis of autonomic regulation. I. Canine atrial rate response. *American Journal of Physiology* 256, H142-H152, 1989.

Bergström, J. Muscle electrolytes in man. *Scan J Clin Lab Invest suppl* 68, 1962.

Borst, C., vanBrederode, J., Wieling, W. Immediate heart rate response to standing and passive head-up tilt (abstract). *Proc Natl Union Physiol Sci* 14, s. 344, 1980.

Borst, C., Wieling, W., vanBrederode, J., Hond, A., deRijk, L., Dunning, A. Mechanism of initial heart rate response to postural change. *Am J Physiol* 243, h676-681, 1982.

Borst, C., Wieling, W., vanBrederode, J. Testing for autonomic neuropathy. *Lancet* II, s. 102, 1981.

Cadoux-Hudson, T.A., Few J.D., Imss F.J. The effects of exercise on the production and clearance of testosterone in well trained young men. *European Journal of Applied Physiology* 54, s. 321-325, 1985.

Callister, R., Callister, R.J., Fleck, S.J., Dudley, G.A. Physiological and performance responses to overtraining in elite judo athletes. *Med Sci Sports Exerc* 22 (6), s. 816-824, 1990.

Cashmore, D.C., C.T.M. Davies, J.D. Few. Relationship between increase in plasma cortisol concentration and rate of cortisol secretion during exercise in man. *Journal of Endocrinology* 72, s. 109-110, 1977.

Cisar, C.J., Johnson, G.O., Fry, A.C., Housh, T.J., Hughes, R.A., Ryan, A.J., Thorland, W.G. Preseason body composition, build and strenght predictors of high school wrestling success. *Journal Appl Sprorts Sci* 1, s. 66 - 70, 1987.

Davies, C.T.M., F.D. Few. Effect of exercise on adrenocortical function. *Journal of Applied Physiology* 35, s. 887-891, 1973.

Davy, K.P., N.L. Miniclier, J.A. Taylor, E.T. Stevenson, and D.R. Seals. Elevated heart rate variability in physically active postmenopausal women : a cardioprotective effect ? *American Journal of Physiology* 271, H455-H460, 1996.

Desypris, R.S., K. Kuoppasalmi, H. Adlercreutz. Plasma cortisol, testosterone, andronstendione and luteinizing hormone in a non-competitive marathon run. *Journal of Ster Biochemistry* 7, s. 33-37, 1976.

Dixon, E., Kamath, M., McCartney, N., Fallen, E. Neural regulation of heart rate variability in endurance athletes and sedentary controls. *Cardiovasc research* 26, s. 713-719, 1992.

Ekblom, B., Kilbom, A., Soltysiak, J. Physical training, bradykardia and autonomic nervous system. *Scand J Clin Lab Invest* 32, s. 251-256, 1973.

Ewing, D., Cambell, I., Murray, A., Neilson, J., Clarke, B. Immediate heart rate response to standing: simple test for autonomic neuropathy in diabetics. *Br Med J* 1, s. 145-147, 1978.

Ewing, D., Hume, L., Cambell, I., Murray, A., Neilson, J., Clarke, B. Autonomic mechanism in the initial hear rate response to standing. *J Appl Physiol* 49 (5), s. 809-814, 1980.

Ewing, D., Martyn, C., Young, R., Clarke, B. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes. *Diabetes Care* 8, s. 491-498, 1985.

Farrell, P.A., A.B. Gustafson, T.L. Farthwaite, R.K. Kalkhoff, A.W. Cowley Jr, W.P. Morgan. Influence of endogenous opioids on the response of selected hormones to exercise in humans. *Journal of Applied Physiology* 61 (3), s. 1051-1057, 1986.

Florini, J.R. Hormonal control muscle cell growth. *Journal of Animal Science* 61, s.21-37, 1985.

Fry, A.C., Kraemer, W.J. Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports Med* 23 (2), s. 106-129, 1997.

Fry, A.C.; Kraemer, W.J.; Stone, M.H.; Warren, B.J.; Kearney, J.T.; Maresh, C.M.; Weseman, C.A.; Fleck, S.J. Endocrine and performance responses to high volume training and amino acid supplementation in elite junior weightlifters. *Int J Sport Nutr* 3(3), s.306-322, 1993.

Fry, A.C. Responses increased resistance exercise training intensity. In: Overtraining and Overreaching in sport, R. Kreider, A.C. Fry, and M. Toole (eds.). Champaign IL: Human Kinetics, s. 107-127, 1998.

Fry, R., Morton, A., Keast, D. Overtraining in athletes: an update. Sport Med 12 (1), s. 32-65, 1991.

Gain, W., Hartmann, J., Tünnemann, H. Ringen. Sportverlag Berlin, 1980.

Galbo, H. Autonomic neuroendocrine responses to exercise. Scandinavian Journal of Sports Science 8, s. 3-17, 1986.

Galbo, H. The Hormonal and metabolic adaptation to exercise. Stuttgart, Thieme, New York, 1983.

Galbo, H. The hormonal response to exercise. Proc Nutrition soc 44, s. 257-266, 1985.

Gale, J.B., Flynn, K.W. Maximal oxygen consumption and relative body fat of high-ability wrestlers. Medicine and Science in Sports 6, s. 232 - 234, 1974.

Gauer, H., Thron, G. Postural changes in the circulation. Teoksessa Handbook of physiology – circulation. Washington , DC. Amer Physiol Society, s. 2409-2439, 1965.

Gillespie, C.A., V.R. Edgerton. The role of testosterone in exercise induced glycogen supercompensation. Hormonal Metabolism Research 2, s. 364-366, 1970.

Gollnick, P.D., R.B. Armstrong, C.W. Saubert IV, K. Piehl and B. Saltin. Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men. J Appl Physiol 33, s. 312-319, 1972

Green, H. The autonomic nervous system and exercise. London: Chapman and Hall Ltd, 1990.

Gregoire, J., Tuck, S., Yamamoto, Y., Hughson, R.L. Heart rate variability at rest and exercise: influence of age, gender, and physical training. *Can J Appl Physiol* 21 (6), s. 455-70, 1996.

Guglielmini, C., A.R. Paolini, F. Conconi. Variations of serum testosterone concentrations after physical exercises of different duration. *International Journal of Sports Medicine* 5, s. 246-249, 1984.

Halvari, H. Relationships between motive to achieve success, motive to avoid failure, physical performance, and sport performance in wrestling. *Scand J sports sci* 5(2), s. 64 - 71, 1983.

Harre, D. *Valmennusoppi*. Sportverlag Berlin, 1975.

Hartmann, U. J. Mester. Training and overtraining markers in selected sport events. *Med Sci Sports Exerc* 32 (1), s. 209-215, 2000.

Hayano, J., Sakakibara, Y., Yamada, A., Yamada, M., Mukai S., Fujinami, T., Yokoyama, K., Watanabe, Y., Kazuyaki, T. Accuracy of assesment of cardiac vagal tone by heart rate variability in normal subjects. *Am J Cardiol* 67, s. 199-204, 1991.

Hedge, G.A., H.D. Colby, R.L. Goodmann. *Clinical endocrine physiology*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1987.

Heinonen, S. (toim.) *Kamppailuvalmennus*, Samline, Turku, 2000.

Heinonen, S. *SPL koulutusaineisto, harjoittelun testaus*, 1994.

Heinonen, S. *TUL, koulutusaineistoa, paini 2-taso*, 1990.

Helin, P., Oikarinen, E., ja Rehunen, S: *Nopeusvalmennus: Valmennuskirjat Oy*, Vaasa, 1982.

Hellickson R.Q. An evaluation of maximal aerobic capacity and percent body fat in United States Olympic class wrestlers. Med Sc Thesis 1977.

Hickner, R.C., Horswill, C., Welker, J., Scott, J.R., Costill, D.L. Test development for study of physical performance in wrestlers following weight loss. International Journal of Sports Medicine 12, s. 557 - 562, 1991.

Hilsted, J. Autonomic neuropathy: The diagnosis. Acta Neurol Scand 67, s. 193-201, 1983.

Horswill, C.A. Applied Physiology of Amateur Wrestling. Sports Medicine 14 (2), 1992.

Horswill, C.A., Hickner, R.C., Scott, J.R., Costill, D.L., Gould, D. Weight loss, dietary carbohydrate modifications and high intensity, physical performance. medicine and Science in Sports Exercise 22, s. 470 - 476, 1990.

Horswill, C.A., Scott, J.R., Galea, P. Comparison of maximum aerobic power, maximum anaerobic power, and skinfold thickness of elite and nonelite junior wrestlers. International Journal of Sports Medicine 10, s. 165 - 168, 1989.

Houston, M.E., Sharrat, M.T., Bruce, R.W. Glycogen depletion and lactate responses in freestyle wrestling. Can J Appl Spt Sci 8 (2), s. 79 - 82, 1983.

[Http://www.syke.polar.fi/productfinder/vantagenv.html](http://www.syke.polar.fi/productfinder/vantagenv.html)

Häkkinen, K. Factors influencing trainability of muscular strength during short-term and prolonged training. National Strength and Conditioning Association Journal 7, s. 33, 1985.

Häkkinen, K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. J Sports Med Phys Fitness. 29(1):9-26, 1989, Review.

Häkkinen, K., Pakarinen, A. Serum hormones in male strength athletes during intensive short term strength training. *Eur J Appl Physiol.* 63(3-4), s.194-199, 1991.

Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alen, M., Kauhanen, H., Komi, P.V. Daily hormonal and neuromuscular responses to intensive strength training in 1 week. *Int J Sports Med.* 9(6), s.422-428, 1988

Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kraemer, W.J., Newton, R.U., Alen, M. Basal concentrations and acute responses of serum hormones and strength development during heavy resistance training in middle-aged and elderly men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 55(2), B95-105, 2000.

Isayev, A.P., Bykov, E.V., Kabanov, S.A. Correlative analysis of some cardio-respiratory system's indices for stress-states revelation. *Teoriya i praktika fizicheskoi kultury* (9), s. 11-13, 1997.

Israel, S. Zur problematik des ubertrainings aus internistischer und leistungs-physiologischer sicht. *Medizin und Sport* 16 (1), s. 1-12, 1976.

Johnson, M.A., J. Polgar, D. Weightman and D. Appleton. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. *J Neurol Sci* 18, s.111-119, 1973

Jost, J., Weiss, M., Weicker, H. Comparison of sympatho-adrenergic regulation at rest and of the adrenoceptor system in swimmers, long-distance runners, weight lifters, wrestlers and untrained men. *Eur J Appl Physiol* 58 (6), s. 596-604, 1989.

Kamath, M., Fallen , E. Power spectral analysis of heart rate variability: a noninvasive signature of cardiac autonomic function. *Crit Rev Biomed Eng* 21 (3), s. 245-311, 1993. (abstract)

Kanters, J.K., Hojgaard, M.V., Agner, E., Holstein-Rathlou, N.H. Short- and long-term variations in non-linear dynamics of heart rate variability. *Cardiovasc Res* 31 (3), s. 400-409, 1996.

Karila, T. Julkaisemattomia tutkimuksia, 2000.

Klinzing, J.E., Karpowicz, W. The effects of rapid weight loss and rehydration on a wrestling performance test. *Journal of sport medicine* 26, s. 149-156, 1986.

Komi, P. *Strength and Power in Sport, Part 2. muscular basis of strenght*, 1991.

Kraemer, W.J. Endocrine response and adaptations to strenght training. In *encyclopedia of sport medicine: Strenght and Power*. Edited by Komi, P.V., London, Blacwell Scientific, 1992.

Kraemer, W.J., et. al. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *I J Sports Med* 12, s. 228, 1991.

Kraemer WJ, Hakkinen 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* 87(3), s.982-92, 1999.

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.; Hakkinen, K. The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *Eur J Appl Physiol* 78(1), s.69-76, 1998

Kroll, W. Selected factors associated with wrestling success. *Research Quarterly* 29, s. 396 - 406, 1958.

Kuoppasalmi, K., Näveri, M., M. Härkönen, H. Aldercreutz. Plasma cortisol, androstenione, Testosterone and lutenizing hormone in running exercise of different intesities. *Scandinavian Journal of Clinical Laboratory Investigation* 40, s. 403-409, 1980.

Lehmann, M., J. Keul, G. Huber Lehmann, Da Prada M. Plasma catecholamines in trained and untrained volunteers during graduated exercise. *Int J Sports Med* 2 (3), s. 143-147, 1981.

Lehmann, M., C. Foster, H.-H Dickhuth., and U. Gastmann. Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. *Med Sci Sports exerc* 30 (7), s. 1140-1145, 1998.

Lewis, S., Nylander, E., Gad, P., Areskog, N. Non autonomic component in bradycardia of endurance trained men at rest and during exercise. *Acta Physiol Scand* 109, s. 297-305, 1980.

Levola, M. Apuraha-anomus painin lajitestauksen kehittämistä varten. Kuortaneen Urheiluopisto, valmennuskeskus, 1998.

Lieber, R. Skeletal muscle structure and function. Baltimore, Williams & Wilkins, 1992.

Liikuntalääketieteen ja Testaustoiminnan Edistämiyhdistys ry. Kuntotestauksen perusteet, Testauskansio 1997.

Linja, T., Levola, M. Painijoiden testaukset. Julkaisemattomia tutkimuksia. Kuortaneen Urheiluopisto, 1999.

Lipsett, M.B. Steroid Hormones, In: Yen S.C., R.B. Jaffe, editors. *Reproductive endocrinology: Physiology, pathophysiology and clinical management*. Saunders W.B., s. 80-92, 1987.

Marks, B.L., Lightfoot, J.T. Reproducibility of resting heart rate variability with short sampling periods. *Can J Appl Physiol* 24 (4), s. 337-348, 1999.

Maresh, C.M., M.R. Cook, H.D. Cohen, C. Graham, S. Gunn. Exercise testing in the evaluation of human responses to powerline frequency fields. *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 59, s. 1139-1145, 1988

Martin, C.R. Endocrine physiology. Oxford University Press, New York, 1985.

Martin, W.R., Margherita, A.J. Wrestling, Review, 46 refs. Physical medicine & Rehabilitation Clinics of North America 10 (1), s.117-140, 1999.

McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L. Exercise physiology, Energy, Nutrition, and Human Performance. Fourth edition. Williams and Wilkins, 1996.

Mero, A. Väsyminen ja palautuminen, Säätelyjärjestelmät ja Voima. Kirjassa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. Nykyaikainen urheiluvalmennus. Gummerus kirjapaino OY, Jyväskylä, s. 119-135 ja 147-166, 1997.

Mourier, A., Bigard, A.X., de Kerviler, E., Roger, B., Legrand, H., Guezennec, C.Y. Combined effects of caloric restriction and branched-chain amino acid supplementation on body composition and exercise performance in elite wrestlers. International Journal of Sport Medicine 18 (1), s. 47-55, 1997.

Nagle, F.J., Morgan, W.P., Hellickson, R.O., Serfass, R.C., Alexander, J.F. Spotting success traits in Olympic contenders. Physician and Sportsmedicine 3 (12), s. 31 - 34, 1975.

Nienstedt, W., O. Hänninen, A. Arstila. Ihmisen fysiologia ja anatomia. Porvoo: Wernwer Söderström OY, 1987.

Oopik, V., Paasuke, M., Sikku, T., Timpmann, S., Medijainen, L., Ereline, J., Smirnova, T., Gapejeva, E. Effect of rapid weight loss on metabolism and isokinetic performance capacity. A case study of two well trained wrestlers. Journal of Sport Medicine & Physical Fitness 36 (2), s. 127-131, 1996.

Panossian, A.G., Oganessian, A.S., Ambartsumian, M., Gabrielian E. S., Wagner, H., Wikman G. Effects of heavy physical exercise and adaptogens on nitric oxide contents in human saliva. Phytomedicine 6 (1), s. 17-26, 1999. (abstract)

Passelergue, P., Lac, G. Saliva cortisol, testosterone and T/C ratio variations during a wrestling competition and during the post-competitive recovery period. *International journal of Sports medicine* 20 (2), s. 109-113, 1999.

Petrov, R. Freestyle and creco.roman wrestling. Published by FILA, 1987.

Peukert, E., Schnell, R., Tünnemann, H. Schnellkaftausdauer-Puppen-Test im Ringen. *Leistungssport* (2), s. 18-21, 1992.

Piha, S. Autonomisen hermoston toimintakokeet. Turku: KELAn julkaisuja ML: 86, 1989.

Piha, S. Autonomisen hermoston tutkimusmenetelmät. Teoksessa : Sovijärvi, A., Uusitalo, A., Länsimies, E., ja Vuori, I. (toim.) *Kliininen fysiologia*. Helsinki: Kustannus OY Duodecim, s. 323-332, 1994.

Piha, S. Cardiovascular autonomic function tests. Responses in healthy subjects and determination of the age-related reference values. Väitöskirja. Turku: Kansaneläkelaitoksen julkaisuja ML:85, 1988.

Polgar, J., M.A. Johnson, D. Weightman and D. Appleton. Data fibre size in thirty-six human muscles. An autopsy study. *J Neurol Sci* 19, s.307-318, 1973.

Puig, J., Freitas, J., Carvalho, M.J., Puga, N., Ramos, J., Fernandes, P., Costa, O., de Freitas, A.F. Spectral analysis of heart rate variability in athletes. *J Sports Phys Fitness* 33 (1), s. 44-48, 1993.

Rankin, J.W., Ocel, J.V., Craft, L.L. Effects of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestling. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 28 (10), s. 1292-1299, 1996.

Rasch, P.J., Pierson, W.R., O'Connell, E.R., Hunt, M.B. Response time of amateur wrestlers. *Research Quarterly* 32, s. 416 - 419, 1961.

Roemmich, J.N., Sinning, W.E. Weight loss and wrestling training: Effects on growth-related hormones. *Journal of Applied Physiology* 82 (6), s. 1760-1764, 1997

Rusko, H. Kuormitus ja palautuminen urheiluvalmennuksessa. Teoksessa Kantola, H. (toim.) *Suomalainen Valmennusoppi – Harjoittelu*: Gummerus kirjapaino OY, s. 63-74, 1989.

Rusko, H., Rahkila, P., Vihko, V., Holappa, H. Longitudinal changes in heart rate and blood pressure during overtraining period. *Proceeding of the first IOC World Congress on Sport Sciences, Colorado Springs, 1989. (abstract)*

Rusko, H. Recovery and overtraining. *The Way To Win, Proceedings of the International Congress on Applied Research in Sports, Helsinki, Finland, 1995. (abstract)*

Ryan, A.J. Overtraining in athletes, a round table. *Phys Sportmed* 11, s. 93- 110, 1983.

Sacknoff, D.M., Gleim, G.W., Stachenfeld, N., Coplan, N.L. Effect athletic training on heart rate variability. *Am Heart J* 127 (5), s. 1275-1278, 1994.

Sady, S.P., Thomson, W.H., Ferg, K., Savage, M. Physiological characteristics of high-ability prepubescent wrestlers. *Med Sci Sports* 16(1), s. 72 - 76, 1984.

Salimäki, J. *Painivalmennus. SVUL E-P:n painijaosto, 1987*

Salvadora, A., Suay, F., Marytinez-Sanchis, S., Simon, V.M., Brain, P.F. Correlating testosterone and fighting in male participants in judo contests. *Physiol Behav* Dec 1-15; 68(1-2), s.205-209, 1999.

Sarkkinen, P. ja Virtanen, J. *Paini. Kirjassa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. Nykyaikainen urheiluvalmennus. Gummerus kirjapaino OY, Jyväskylä, s. 466-479, 1997.*

Savranbasi, R., Karamizrak, O., Turgay, F. Blood lactate kinetics in Turkish national greco-roman and free-style wrestlers in training and competition conditions. <http://www.uni-leipzig.de/~iat/fg7/texte/turk2/greco.htm>, 1994.

Schwartz, L., W. Kindermann. B-endorphin, adrenocorticotrophic hormone, cortisol and catecholamines during aerobic and anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology* 61, s. 165-171, 1990

Seals, D., Chase, P., Influence of physical training on heart rate variability and Baroreflex circulatory control. *J Appl physiol* 66 (4), s. 1886-1895, 1989.

Selye, H. *The stress of life*. New York: McGraw-Hill book company, 1974.

Sharrat, M.T., Banister, E.W., Mekjavic, I., Legge, B., Taylor, A.W. Physiological and physical status of freestyle and Greco-Roman junior world wrestling champions. *Theory and Practise of Wrestling*, 1986.

Sharrat, M.T. Wrestling profile. *Clinics in Sports Medicine* 3(1), s. 273 - 289, 1984.

Siegethaler, W. *Klinische Pathophysiologie*. Thieme, Stuttgart, s. 288-320, 1987.

Shepard, R. J., Åstrand P. O., *Endurance in sport: Vol II of the encyclopedia of sports Medicine*, Blackwell Scientific Publications, Oxford. s. 117-125, 192-193, 1992.

Silva, J.M., Shultz, B.B., Haslam, R.W., Murray, D. A Psychophysiological assessment of elite wrestlers. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 52 (3), s. 348 - 358, 1981.

Strauss, R.H., R.R. Lanese, W.B. Malarkey. Weight loss in amateur wrestlers and its effect on serum testosterone levels. *JAMA* 254 (23), s. 3337-3338, 1985. (abstract)

Stine, G., Ratliff, F., Shienman, L.G., Grana, W.A. Physical profile of wrestlers at the 1977 NCAA championships. *Physican Sports Med* 7, s. 98 - 105, 1979.

Suay, F., Salvadora, A., Gonzales-Bono, E., Sanchis, C., Martinez, M., Martinez-Sanchis, S., Simon, V.M. Effects of competition and its outcome on serum testosterone, cortisol and prolactin. *Psychoneuroendocrinology* 24 (5), s. 551-566, 1999.

Taylor, A.W., Brasard, L., Proteau, L., Robin, D. A physiological profile of Canadian Creco-roman wrestlers. *Canadian journal of Appl Sports Sci* 4, s. 131 - 134, 1979.

TUL, Koulutusaineisto, yleinen valmennusoppi, 1987.

Tulppo, M.P., Mäkikallio, T.H., Takala, T.E., Seppänen, T., Huikuri, H.V. Quantative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. *American Journal of Physiology* 271, H244-H252, 1996.

Tünnemann, H. International wrestling performance – tendencies in the pre-Olympic year. FILA publications, 1995.

Tünnemann, H. Means, methods and results of training control in combat sports. The Second International Post-Olympic Symposium, Netanya, Israel, 1996.

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

Urhausen, A., W. Kindermann. Behaviour of testosterone , sex hormone binding globulin (SHBG) and cortisol before and after a triathlon competition. *International Journal of Sport Medicine* 8, s. 305-308, 1987.

Uusitalo, A., Hanin, Y., Rusko, H. Effect of exhaustive training on endurance, autonomic regulation, red blood cells and mental state. *Proceeding of the International Congress on Applied Research in Sports*, Helsinki, Finland, 1995. (Abstract)

Uusitalo, A. *Julkaisemattomia havaintoja*, 1996.

Uusitalo, A.L.T., Uusitalo, A.J., Rusko, H.K. Exhaustive endurance training for 6-9 weeks did not induce changes in intrinsic heart rate and cardiac autonomic modulation in female athletes. *Int J Sports Med* 19, s. 532-540, 1998.

Webster, S., Rutt, R., Weltman, A. Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Med Sci Sports Exerc* 22(2), s. 229 - 234, 1990.

Weicker, H. Hormonal regulation during endurance and shortterm exercise. In: Franz, I.W., H. Mellerowicz, W. Noak, editors. *Training und Sport Zur Prävention in der Technisierten Umwelt*. Berlin: Spinder, s. 42-50, 1985.

Weineck, J. *Optimaalinen harjoittelu, Valmennuskirjat Oy, Vaasa, 1982.*

Wieling, W. Standing orthostatic stress and autonomic function. Teoksessa Bannister, N. (toim.) *Autonomic failure – a textbook of clinical disorders of the autonomic nervous system*. Oxford: Oxford medical Publications, s. 308-320, 1988.

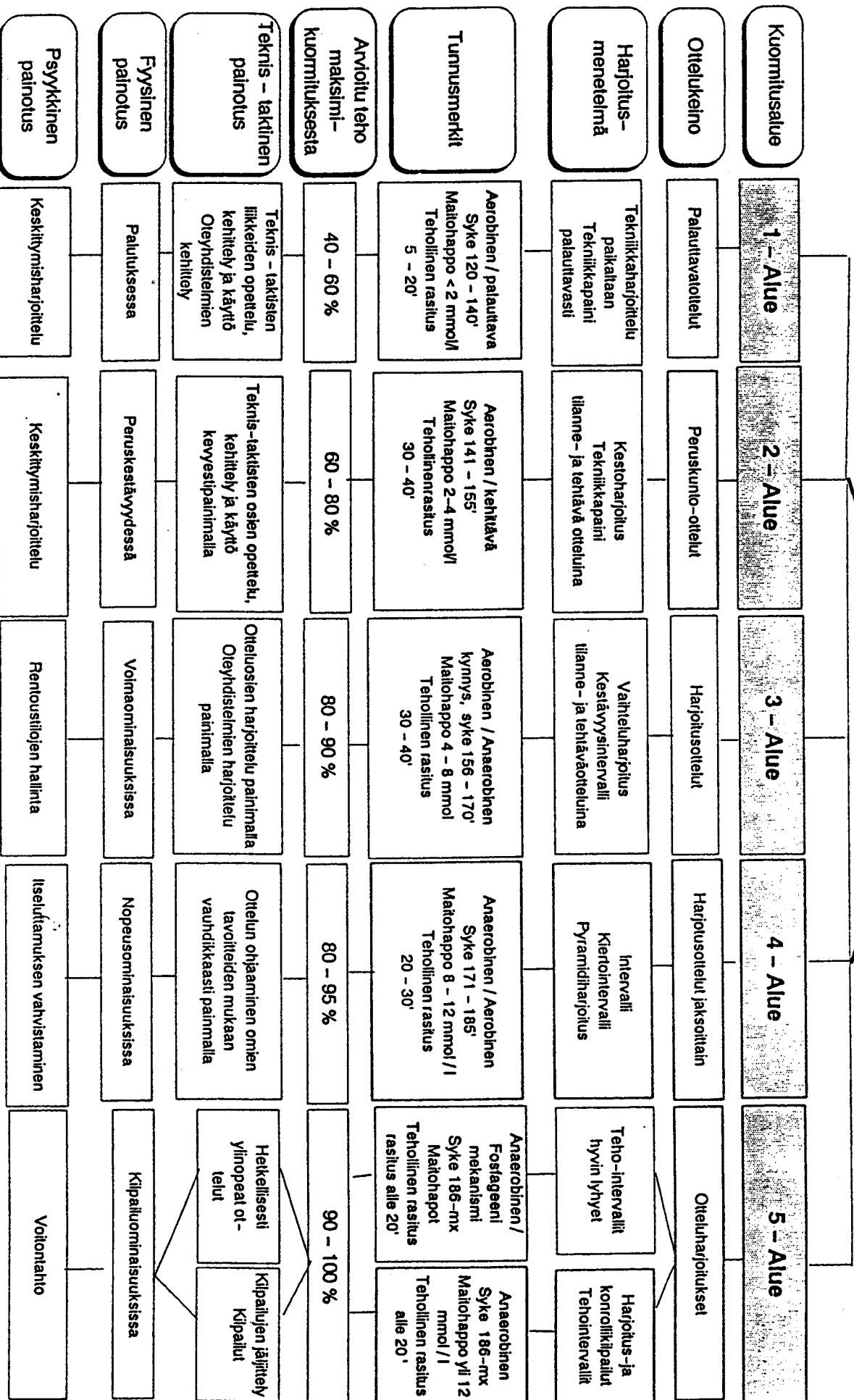
Wilmore, J.H., Costill, D.L. *Training for sport and activity, 3rd ed., Wm C Brown Publishers, Dubuque, 1988.*

Virtanen, J. *Julkaisemattomia tutkimuksia., 1999.*

Yamamoto, Y., R.L. Hughson, and J.C. Peterson Autonomic control of heart rate during exercise studied by heart rate variability spectral analysis. *Journal of Applied Physiology* 71, s. 1136-1142, 1991.

Zambraski, E.J., Tipton, C.M., Tchong, T.K., Jordan, H.R., Vailas, A.C., et al. Iowa wrestling study. changes in the urinary profiles of wrestlers prior to and after competition. *Medicine and Science in Sports* 7, s. 217 - 220, 1975.

Kuormituksen rakenne painiharjoittelussa



Kuormituksen rakenne painimassa (S. Heino 1994)

Syke- ja maitohappopuut perustuvat kirjallisuudesta saatuihin arvoihin, yksittäisiä eroja ei ole huomioitu.

NOPEUSVOIMAKESTÄVYYSTESTI PAININUKELLA

Päivä _____
 Nimi _____
 Sarja _____
 kr/vp _____

vaatimustasot = t_{norm}	t_{maks} = paras heittosarja	t_{ka} = keskiarvo heittosarjoista
omassa sarjassa		
henk.koht.		

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22-sek.								

T
A
U
K
O

30
s
e
k.

1. LAKTAATIT (mmol/l):

- lämmittely:
- 6 min. :
- 20 min. :
- poisto /% :

2. TEKN. (%) :
(laatu) = Q

3. NVK-reservi (sek.) :
(NopeusVoimaKestävyys)

HEITTOSARJA: **AIKA:** sek.

t_{maks} :

t_{min} :

t_{ka} :

1. / 2.	/
3.	
4.	
5.	
6.	
7. / 8.	/

NVK kerroin =	+	+	+	=	%
$= \frac{t_{norm}}{t_{min}} + \frac{t_{maksnorm}}{t_{maks}} + \frac{t_{norm}}{t_{ka}} + Q = \%$					

TUTKIMUKSEN AIKAINEN LEIRIOHJELMA

12-14.4.1999 KUORTANE	20-26.4.1999 PAJULAHTI	20-26.4 leiri (iatkuu)	3-5.5.1999
12.4/klo 10.00 Paini	20.4/klo 16.00 Paini	25.4/klo 07.30 kävely 30'	3.5/klo 10.00 Paini
- 15' pystypainitekn	- 15' alkuverryttely	25.4/klo 10.00 Paini	- 15' alkuverryttely
- 15' mattopainitekn.	- 10' pystytekn.	- 10-15' alkuverryttely	- 3'+3'+3' kontrolliottelu
- 6 x (1+1) tehoottelut matto	- 4 x 2,5' mattotekn.	- 3'+3' kontrolliottelu	- sarjat 54,53,76 kg ottelu
- 3 x (3+3) painiottelu	- 3'+3' painiottelu	- 30' lepo	- kävely 58, 69,85 kg
- loppuverryttely 10'	- 4 x 40'' + 40'' mattoott.	- 3'+3' painiottelu	3.5/klo 16.00 Paini
12.4/klo 16.00 Paini	- 20 yleistekn. Matto/pysty.	- loppuvenyttely	-58, 69,85 kg painiharj.
- 15' alkuverryttely		25.4/klo 16.00 Paini	- kävely 54,53,76 kg
- 10' mattotekn.	21.4/klo 07.30 kävely 30'	- 15' alkuverryttely	- 15' alkuverryttely
- 10' pystytekn.	21.4/klo 10.00 Paini	- 3'+3'+3' kontrolliottelu	- 6'+ 6' pystytekniikka
- 10 x (1,5') intervallipaini	- 15' alkuverryttely	- loppuverryttely 10'	- 4 x 2'+2' mattotekniikka
- loppuvenyttely	- 2 x 3' pystytekniikka		- 2'2' painiottelu
12.4/klo 19.30 Paini	- 2 x 3' painiottelu	26.4/klo 10.00 Paini	- 3 x 30'' + 30'' mattoottelu
- 15' palloveli, 10' verryttely	- 2 x 3' mattotekniikka	- testin jälkeen 30' tekniikkaa	- loppuverryttely 10'
- 10' pystytekn.	- 8 x 30'' mattoott. (alla/päällä)	LEIRIN PÄÄTÖS	3.5/klo 17.00 Paini
- 10' mattotekn.	- loppuvenyttely		- 54,53,76 kg painiharj.
- 3'+3'+3' kontrolliottelu	21.4/klo 16.00 Paini		- kävely 58, 69,85
- loppuvenyttely	- alkuverryttely 20'		- 15' alkuverryttely
13.4/klo 10.00 Paini	- 4 x (2'+2') mattotekn./takt.		- 3'+3'+3' kontrolliottelu
- 15' alkuverryttely	- 8'+ 8' pystytekn./takt.		- loppuverryttely 10'
- 3'+3'+3' kontrolliottelu	- 18' maitohappoottelut		
- 20' lepo	- loppuvenyttely		4.5/klo 07.30 kävely 30'
- 3'+3' painiottelu			4.5/klo 10.00 Paini
- loppuvenyttely	22.4/klo 07.30 kävely 30'		- 15' alkuverryttely
13.4/klo 15.30 Paini	22.4/klo 10.00 Paini		- 3'+3'+3' kontrolliottelu
- 10-15' alkuverryttely	- 15' alkuverryttely		4.5/klo 16.30 Paini
- 3'+3' kontrolliottelu	- 3'+3'+3' kontrolliottelu		- 15' alkuverryttely
- 20' lepo	- 10' pystytekn.		- 3'+3'+3' kontrolliottelu
- 3'+3' painiottelu	- 10' mattotekn.		- loppuverryttely 10'
- loppuvenyttely	- 3'+3' painiottelu		
13.4/klo 19.30 Juoksu	- loppuvenyttely		5.5/klo 07.30 kävely 30'
- alkuverryttely 10'	22.4/klo 16.00 Juoksu/puntti		5.5/klo 10.00 Paini
- 2 x 800m intervalli	- 6 km tasavauhtinen		- 5'+5' palloveli
14.4/klo 07.30 Aamulenkki	- maksimivoima(1-3 toistot) 30'		- alkuverryttely 15'
- 20' tasav. Juoksu	- venyttely 10'		- 58, 69, 85 kg ottelu 3'+3'
- 10' venyttely			- 54, 63, 76 kg tekn. 2x6'
- 15' tekniikka	23.4/klo 10.00 Palloveli 40'		- LEIRIN PÄÄTÖS
14.4/klo 10.30 Paini	23.4/klo 16.00 ulkoilu 90'		
- 15' alkuverryttely			
- 15 pystytekn./takt.	24.4/klo 07.30 kävely 30'		
- 15 mattotekn./takt.	24.4/klo 10.00 Paini		
- 5'+5' painiottelu	- 15' palloveli, 10' verryttely		
- 3 x 2' mattoottelut	- 10' pystytekn.		
- loppuverryttely	- 10' mattotekn.		
LEIRIN LOPETUS	- 2 x 2' pystyottelu		
	- 4 x 30'' mattoottelut		
	24.4/klo 16.00 Paini		
	- 10-15' alkuverryttely		
	- 3'+3' kontrolliottelu		
	- 30' lepo		
	- 3'+3' painiottelu		
	- loppuvenyttely		

- Uusilla painiharjoitus
- 10-15 alkuverryttely
- 3'+3' kontrolliottelu
- 30' lepo
- 3'+3' painiottelu