

**FYYSISEN HARJOITTELUN OSA-ALUEET JA NIIDEN
HARJOITTAMISEN PROBLEMATIIKKA SALIBANDYSSA**

Jukka Hokka

**Pro-Gradu-tutkielma
Ohjaaja: Keijo Häkkinen
Jyväskylän Yliopisto
Liikuntabiologian laitos
Syksy 2001**

Hokka J. (2001) Fyysisen harjoittelun osa-alueet ja niiden harjoittamisen problematiikka salibandyssa. Pro-Gradu-tutkielma, Jyväskylän Yliopisto, Liikuntabiologian laitos.

Salibandy on kuormitukseltaan intervallilaji, jossa hallitsevana ominaisuutena on nopeustaitavuus. Fyysisen harjoittelun osa-alueita ovat karkeasti voima, nopeus, nopeuskestävyys, aerobinen kestävyys sekä lajinomainen liikkuminen eli ketteryys. Eri ominaisuuksien yhdenaikaisen harjoittamisen tiedetään kuitenkin aiheuttavan valmennuksellista problematiikkaa, sillä esim. voima ja kestävyys kehittyvät parhaiten yksistään harjoitettuna.

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään mitä muutoksia tapahtuu edellä mainituissa fyysisissä ominaisuuksissa eri harjoittelumäärillä peruskunto- sekä sarjakauden aikana. Lisäksi, tutkittiin miten eri ominaisuuksien harjoittelumäärät vaikuttavat salibandyn peliominaisuuksiin.

Koehenkilöt (SM-sarja) (n=37) jaettiin kolmeen harjoitteluryhmään. Ryhmien kestävyys- ja voima/nopeusharjoittelun määrät olivat eri suuruiset. Sen sijaan nopeuskestävyys- ja lajinomaiset harjoitukset vakioitiin. Kaikkien ryhmien harjoittelun kokonaismäärä oli sama. Testit suoritettiin ennen ja jälkeen peruskuntokauden (12 viikkoa) sekä sarjakauden syysosan (14 viikkoa) jälkeen.

Alaraajojen maksimivoimamittaukset tehtiin nelipäisestä reisilihaksesta unilateraalisella polvinivelen ojennuksella. Jalkojen nopeusvoimaominaisuuksia mitattiin kontaktimatolla vertikaalisella esikevennetyllä hypyllä. Ylävartalon voimien mittarina oli kuntopallon (5kg) heitto (m) pelaajan laukaisupuolelta. Juoksuvoima mitattiin valokennoilla 5 m ja 20 m matkalta. Aerobisen kestävyuden mittaamiseen käytettiin EURO-testiä (Leger & Lambert 1982), joka ns. monitasoinen sukkulajuoksutesti (äänijänitesti). Anaerobisten ominaisuuksien mittaaminen tapahtui 2 x 45-sekunnin viivajuoksutestillä (10 m), jossa 60-sekunnin palautuminen juoksujen välillä. Testin mittarina käytettiin edettyä matkaa sekä veren laktaattiarvoja. Lajin liikkumisominaisuuksia mitattiin ketteryysradalla sekä pallon kuljetusradalla. Laukaisunopeuden mittaamiseen käytettiin nopeustutkaa ja tarkkuustestissä kymmenen palloa laukaistiin paikaltaan pyöreään (halkaisija 1m) maalitauluun seitsemän metrin etäisyydeltä. Pallon kuljetusrata ja laukaisutarkkuus suoritettiin myös väsytyksen (3 x 20m maksimaalinen sprintti) jälkeen.

Maksimivoiman sekä nopeusvoiman muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Sen sijaan kiihdytysnopeus muuttui ($p < 0.05$) kestävyysryhmällä siten, että peruskuntokaudella aika parani selkeästi, mutta heikkeni sarjakauden aikana. Samansuuntainen muutos oli muissakin ryhmässä nopeuden suhteen. Myös maksimivoimassa ja aerobisessa kestävyudessa toistui sama ilmiö. Anaerobinen suorituskyky parani vain kestävyysryhmällä ($p < 0.05$), siten että toisen juoksun matka piteni. Ketteryys kehittyi kestävyys- ja yhdistetyllä ryhmällä molempien kausien aikana ($p < 0.05$). Väsytyksen jälkeen suoritettu pujottelu parani kestävyysryhmällä ($p < 0.05$). Laukaisutarkkuudessa tilastollisesti merkitsevät muutokset tapahtuivat kestävyysryhmällä ilman väsytystä ($p < 0.01$) ja voimaryhmällä väsytyksellä ($p < 0.001$). Ylävartalon nopeusvoimat paranivat kaikilla ryhmillä merkitsevästi ($p < 0.01$).

Eri harjoittelumäärien vaikutukset fyysisiin ominaisuuksiin olivat hyvin pieniä tässä tutkimuksessa. Eri ominaisuuksien harjoittelua tulisikin jakaa ja jaksottaa selvemmin. Yleinen suunta fyysisten ominaisuuksien tuloksissa oli peruskuntokaudella nouseva ja sarjakaudella laskeva tai paikallaan pysyvä. Muutokset voidaan tulkita sarjakauden yksipuoleisena harjoitteluna. Yhdistävänä tekijänä oli myös nopeusvoiman ja ketteryyden nousujohteisuus molemmilla kausilla. Se viittaisi kyseisten ominaisuuksien keskeisyyteen salibandyssä, joten niiden harjoittelua tulisi painottaa enemmän. Lajitaitoja vaativissa testeissä tapahtunut yleinen parannus puoltaisi fyysisen harjoittelun onnistumista kaikilla ryhmillä.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että nopeusvoimaa tulisi kehittää enemmän ennen sarjakauden alkua, jolloin lajin vaatimat valmiudet olisivat paremmat. Mikäli useita ominaisuuksia halutaan kehittää peruskuntokaudella, tulee niiden harjoittaminen jaksottaa selkeästi. Lisäksi, pelaajien fyysisten ominaisuuksien kehittämiseen tulisi lähestyä yksilöllisesti ja pyrkiä henkilökohtaisten ohjelmien toteuttamiseen. Ennen kaikkea tämän tutkimuksen tulokset viittaavat siihen että, sarjakauden aikana on ylläpidettävä fyysisiä ominaisuuksia sekä annettava lihaksistolle riittävästi lepoa ja erilaisia kuormitusärsykeitä. Tulevaisuuden tutkimuksissa olisi tärkeää syventää salibandypeliin liittyviä fysiologisia tekijöitä. Esimerkiksi voimaominaisuuksien muutokset ottelun aikana saattaisivat tarkentaa fyysistä lajialyysiä.

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	
2.	SALIBANDYPELIN FYYSINEN LAJIANALYYSI	1
2.1	Salibandyn pelaajakuvaus	1
2.1.1.	Antropometria	1
2.1.2.	Pelaajien suorituskyky	1
2.1.3.	Pelin vaatimat ominaisuudet	2
2.2	Ottelun kuormittavuuteen vaikuttavia tekijöitä	3
2.2.1.	Salibandyottelun intervallirytmii	3
2.2.2.	Vaihtojen rytmitys	3
2.3	Ottelun fysiologinen kuormittavuus	4
2.3.1.	Ottelun kuormitusprofiili	4
2.3.2.	Vaihtojen kuormitus	5
2.3.3.	Ottelunaikaiset sykereaktiot	6
2.3.4.	Ottelun kokonaistyömäärä	6
2.3.5.	Pelaajien liikkuminen ottelun aikana	7
2.3.6.	Eri liikkumistapojen vaikutus energiankulutukseen	8
2.3.7.	Pelipaikkojen väliset fyysiset eroavaisuudet	8
3.	ELIMISTÖN ENERGIANTUOTTOTAVAT INTERVALLITYÖSSÄ	10
3.1.	Energiasysteemit eri kuormituspituuksilla	10
3.2.	Alaktinen anaerobinen energiantuotto	11
3.3.	Laktinen anaerobinen energiantuotto	12
3.4.	Anaerobinen energiantuotto intervallikuormituksessa	13
3.5.	Aerobinen energiantuotto	14
3.6.	Aerobinen energiantuotto intervallikuormituksessa	15
4.	FYYSISEN HARJOITTELUN OSA-ALUEET JA NIIDEN MERKITYS JOUKKUEPELEISSÄ	16
4.1.	Voima	16
4.1.1.	Hermolihasjärjestelmän toimintaperiaatteet voimantuotossa	16
4.1.2.	Voimaharjoittelun vaikutukset hermolihasjärjestelmään	17
4.1.3.	Voima joukkuepeleissä	18
4.2.	Nopeus	19
4.2.1.	Nopeuden lajit	19
4.2.2.	Juoksunopeuteen vaikuttavia tekijöitä	19
4.2.3.	Nopeus joukkuepeleissä	20
4.3.	Kestävyys	20
4.3.1.	Kestävyyden yleinen määrittäminen	20
4.3.2.	Nopeuskestävyys	20
4.3.3.	Nopeuskestävyys salibandyssa	21
4.3.4.	Aerobinen kestävyys suorituskyky	22
4.3.5.	Kestävyys harjoittelun vaikutukset elimistössä	22
4.3.6.	Aerobinen kestävyys joukkuepeleissä	23

4.4.	Yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu	24
4.4.1.	Samanaikaisen voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutukset elimistöön	24
4.4.2.	Kestävyysharjoittelun vaikutus voimaominaisuuksiin	25
4.4.3.	Voimaharjoittelun vaikutus kestävyysominaisuuksiin	25
5.	TUTKIMUSONGELMAT	27
6.	TUTKIMUSASETELMA	27
6.1.	Tutkimusaikataulu	27
6.2.	Koehenkilöt ja harjoitusryhmät	28
6.3.	Harjoittelun jakautuminen eri ryhmillä	28
6.4.	Harjoittelun kuvaus	29
6.4.1.	Peruskuntokausi 1	29
6.4.2.	Peruskuntokausi 2	30
6.4.3.	Kilpailuun valmistava kausi ja sarjakausi	31
7.	MITTAUSMENETELMÄT	32
7.1.	Pelaajien ominaisuudet	32
7.2.	Maksimivoima	32
7.3.	Nopeusvoima	32
7.3.1.	Jalkojen ponnistusvoima	32
7.3.2.	Ylävartalon voima	33
7.4.	Kiihdytysnopeus	33
7.5.	Aerobinen kestävyys	33
7.6.	Anaerobinen kestävyys	33
7.7.	Nopeustaitavuus	34
7.7.1.	Ketteryysjuoksu	34
7.7.2.	Pallon kuljetus pujotteluradalla ilman väsytystä ja väsytyksellä	34
7.8.	Laukaisutarkkuus ilman väsytystä ja väsytyksellä	34
7.9.	Laukaisunopeus	35
7.10.	Tilastolliset menetelmät	35
8.	TULOKSET	36
8.1.	Maksimivoima	36
8.2.	Nopeusvoima	36
8.3.	Kiihdytysnopeus	37
8.4.	Aerobinen kestävyys	38
8.5.	Anaerobinen kestävyys	39
8.6.	Ketteryysjuoksu	42
8.7.	Pallonkuljetus ilman väsytystä ja väsytyksellä	43
8.8.	Laukaisutarkkuus ilman väsytystä ja väsytyksellä	44
8.9.	Laukaisunopeus ja ylävartalon voima	45

9.	POHDINTA	46
9.1.	Muutokset eri harjoittelumäärillä	46
9.1.1.	Voima	46
9.1.2.	Nopeus	47
9.1.3.	Aerobinen kestävyys	47
9.1.4.	Anaerobinen kestävyys	48
9.2.	Fyysisten ominaisuuksien muutosten vaikutus lajiominaisuuksiin	49
9.2.1.	Ketteryys	49
9.2.2.	Pallonkuljetus radalla	49
9.2.3.	Laukaisutarkkuus	50
9.2.4.	Laukaisunopeus	50
9.3.	Yleistä huomioita	51
9.4.	Johtopäätökset sekä käytännön sovellukset	52

LÄHDELUETTELO

LIITTEET

1. JOHDANTO

Suuren harrastajamäärän siivittämänä salibandysta on kehittynyt kilpaurheilumuoto viimeisen vuosikymmenen aikana. Sen kehitystä ovat edistäneet vaikutteet, jotka tulevat meille perinteikkäämmistä urheilulajeista. Tähän asti lajin valmennusmallit ja harjoitusohjelmat on kopioitu lähinnä jalkapallosta ja jääkiekosta. Salibandypelaajien liike ja alaraajojen lihasten työskentely muistuttaa mm. niiden toimintaa jalkapallossa, koripallossa ja käsipallossa. Kyseessä on kuitenkin mailapeli, joten pelivälineen käyttö ja ylävartalon motoriikka vastaa ominaisuuksiltaan jääkiekkoa sekä jääpalloa. Salibandyn lajitutkimusten vähäisyyden johdosta, tämän työn kirjallisuuskatsaus sisältää useita viitteitä edellä mainittujen joukkuepelien tutkimusaineistosta.

Alustavia tutkimuksia salibandyn fysiologiseen analyysiin on tehty mm. Ruotsissa (Gullstrand 1993 & Ekelund 1993) ja Suomessa (Hokka 2000a). Niiden perusteella salibandya voidaan pitää nopeuskestävyyslajina, jonka tehojaksot ovat keskimäärin alle minuutin pituisia ja ne koostuvat pääosin useista alaktisista sprinteistä. Toisaalta, intervallityön aikana tarvitaan myös aerobisia kestävyysominaisuuksia.

Joukkuepelien fyysinen harjoittelu vaatiikin usean ominaisuuden samanaikaista kehittämistä, joka tekee siitä mutkikkaan. Viimeisten vuosikymmenten aikana onkin tutkittu paljon voiman ja kestävyuden yhteisvaikutusta harjoittelussa (mm. Hickson 1980 & Paavolainen ym. 1999). Ne vahvistavat kyseisten ominaisuuksien jopa edesauttavan toisiaan tietyillä harjoitusmäärillä, vaikka kehittyvätkin tehokkaammin erikseen harjoitettuina.

Salibandyn fyysinen harjoittelu koostuu voima-, nopeus, kestävyys-, nopeuskestävyys-, sekä ketteryysharjoitteista. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on tutkia miten nämä ominaisuudet muuttuvat eri harjoituskausien aikana. Tutkimuksessa selvitetään myös miten paljon ja missä suhteessa tulisi painottaa voima- ja kestävyysominaisuuksien kehittämiseen. Lisäksi tutkitaan fyysisen harjoittelun vaikutuksia lajin vaatimiin taito-ominaisuuksiin. Löydösten perusteella on tarkoitus pohtia mihin suuntaan fyysistä harjoittelua ja sen ohjelmointia tulee kehittää salibandyssä.

2. SALIBANDYPELIN FYYSINEN LAJIANALYYSI

2.1. Salibandyn pelaajakuvaus

2.1.1. Antropometria

Kaudella 2000-2001 miesten Salibandyliigan joukkueilta kerätyn aineiston mukaan pelaajien keskimittat olivat seuraavanlaiset: pituus 178,6 cm, paino 74,1 kg, ikä 23,5 v. (N=141). Taulukossa 1. on vertailtu salibandypelaajien ominaisuuksia muiden lajien pelaajiin.

Taulukko 1. Antropometria ja ikäkeskiarvot eri joukkuepeleissä.

Laji	Pituus cm	Paino kg	Ikä	Lähde
Salibandy	178,6	74,1	23,5	Suomen Salibandyliitto (2000)
Salibandy	181,2	74,6	23,4	Gullstrand (Ruotsi) (1993)
Jääkiekko (NHL)	185,5	88,4	----	Cox ym. (1995)
Jalkapallo	181	77,1	24,0	Bangsbo, 63 (1993)
Jalkapallo	179,5	72,1	25,0	Ali & Farrally (1991)
Maahockey	177,3	75,0	26,0	Boyle ym. (1994)
Maahockey	180,7	75,9	----	Reilly (1992)

2.1.2. Pelaajien suorituskyky

Ruotsalaisten salibandypelaajien VO_{2max} keskiarvoksi on mitattu $66,85 \pm 5,74 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (Gullstrand 1993, n=11) ja $63,00 \pm 5,66 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ (Ekelund 1993, n=5). Arvot ovat hieman korkeampia kuin muilla palloilijoilla (taulukko 2.) Samoissa testeissä pelaajien maksimisykkeet olivat $191 \pm 7 \text{ l/min}$ ja $198 \pm 5 \text{ l/min}$.

Taulukko 2. VO_{2max} eri joukkuepelien urheilijoilla

Laji	VO_{2max} ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)	Taso	Lähteet
Salibandy	$63,0 \pm 6$	Elitserien (Ruotsi)	Ekelund (1993)
Salibandy	$66,0 \pm 6$	Elitserien (Ruotsi)	Gullstrand (1993)
Jalkapallo	61,8	Top League (Tanska)	Bangsbo (1993, 64)
Jalkapallo	$61,4 \pm 3$	1. division (Englanti)	Davis ym. (1992)
Maahockey	62,2	Maajoukkue (Englanti)	Reilly & Borrie (1992)
Maahockey	$61,8 \pm 2$	Elite League (P.Irlanti)	Boyle ym. (1994)
Jääkiekko	$53,6 \pm 6$	Maajoukkue (Suomi)	Vainikka ym. (1982)
Jääkiekko	$62,4 \pm 1$	NHL (P-Amerikka)	Cox ym. (1992)
Koripallo	$53,4 \pm 4$	SM-sarja (Suomi)	Häkkinen (1988 b)

Gullstrandin (1993) tutkimuksissa Wingate-testin avulla mitattu maksimaalinen anaerobinen teho oli 12,20 w/kg ja 20 m sprinttiaika 3,06 s. Ekelund (1993) mittasi pelaajien maksimilaktaateiksi $14,00 \pm 0,14$ mmol/l.

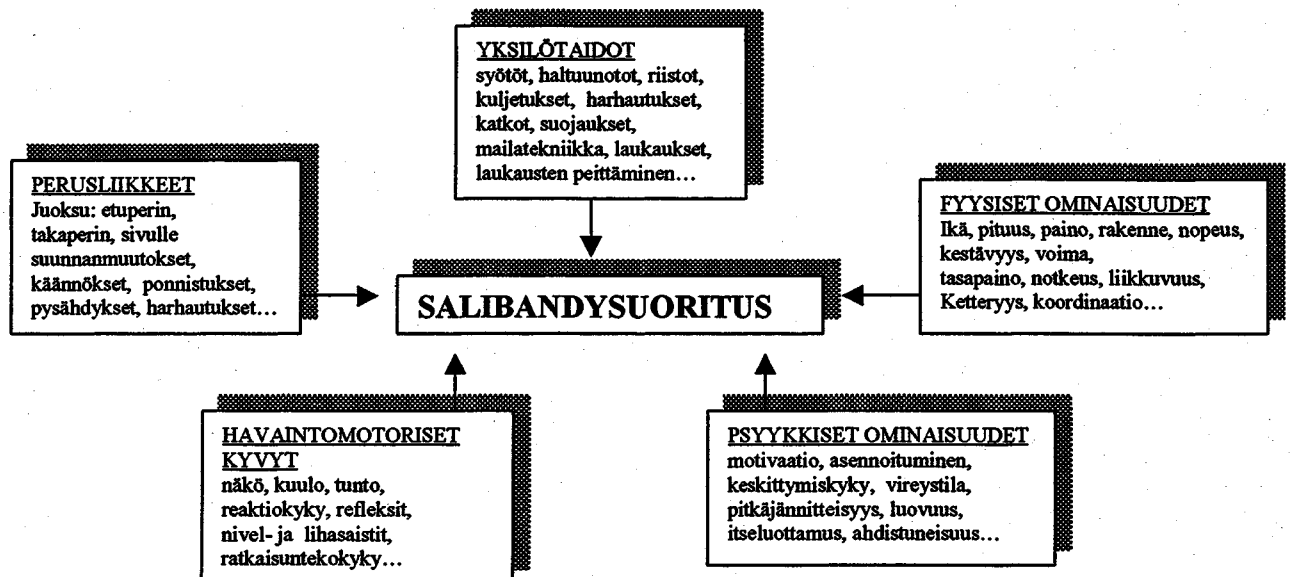
Salibandypelaajien nopeus- sekä voimaominaisuuksia kuvastaa Suomen maajoukkueeringin testitulosten keskiarvot vuosien 1997-1999 väliltä (taulukko 3.).

Taulukko 3. Maajoukkueen testitulosten keskiarvot (n = 47) (SSBL).

Suorite	Keskiarvo
Esikevennyshyppy	40,3 cm
Staattinen hyppy	38,3 cm
5 m juoksu	1,07 sek
20 m juoksu	3,00 sek
Reaktionopeus eteen (45°, 3 m)	1,30 sek
Reaktionopeus taakse (3 m)	1,22 sek
Vatsalihastesti (60 s)	53 toistoa
Selkähastesti (60 s)	84 toistoa
Viivajuoksu (2 x 45 s)	336 metriä (yhteismatka), suoritusten erotus 8,9 m

2.1.3. Pelin vaatimat ominaisuudet

Palloilulajeissa pelaajien perusominaisuuksiin kuuluu monipuoliset yksilötaidot sekä lajinomaiseen liikkumiseen tarvittava kyvyt (Luhtanen 1996, 13). Kuvassa 1. on esitetty kaavio salibandypelaajien pelisuoritukseen vaikuttavista tekijöistä.



Kuva 1. Kaavio salibandysuoritukseen vaikuttavista tekijöistä. (Mukaiiltu jalkapallosuoritukseen vaikuttavista tekijöistä, Luhtanen 1996, 13)

Salibandypelaajan perusominaisuudeksi voidaan ajatella nopeustaitavuutta. Oksasen & Rinkisen (1996) pelianalyysin mukaan ruotsalaisten etumatkaa lajin kehityksessä voidaan perustella heidän paremmalla henkilökohtaisella taitotasolla.

2.2. Ottelun kuormittavuuteen vaikuttavia tekijöitä

2.2.1. Ottelun intervallirytmii

Ottelun varsinainen peliaika on 3 x 20 minuuttia, jossa 10 minuutin erätauot. Peliaika pysäytetään ainoastaan maalin, jäähyn, rangaistuslaukauksen ja aikalisän yhteydessä sekä tuomarin näytöstä epäluonnollisten katkojen yhteydessä, mutta varsinaisen peliajan kolme viimeistä minuuttia on tehokasta peliaikaa (SSBL 1999). Ottelun kokonaiskesto (60 min) ei vastaa pelaajaan kohdistuvaa raskautta, sillä yhtä pelaajaa kohti kertyy keskimäärin noin 20 minuuttia tehokasta peliaikaa. Sitä rytmittää vaihtelevat 20-120 sekunnin pituiset vaihdot, joita kertyy pelaajille 12-27 kappaletta ottelua kohden (Hokka 2000a). Tutkimukset ovat osoittaneet kokonaispeliajan vaihtelevan huomattavasti pelaajien välillä. Eniten peliaikaa saanut henkilö pelasi yhteensä 28min 36s ja vähiten peliin osallistunut 12min 42s. Eroihin vaikuttavat mm. joukkuepelin taktiikkaan liittyvät seikat sekä pelaajien eri roolit kentällä. Pelin impulsiivisesta luonteesta kertoo myös Oksasen & Rinkisen (1996) tekemä pelianalyysi, jonka mukaan yksi ottelu sisältää noin 77-130 hyökkäystilannetta.

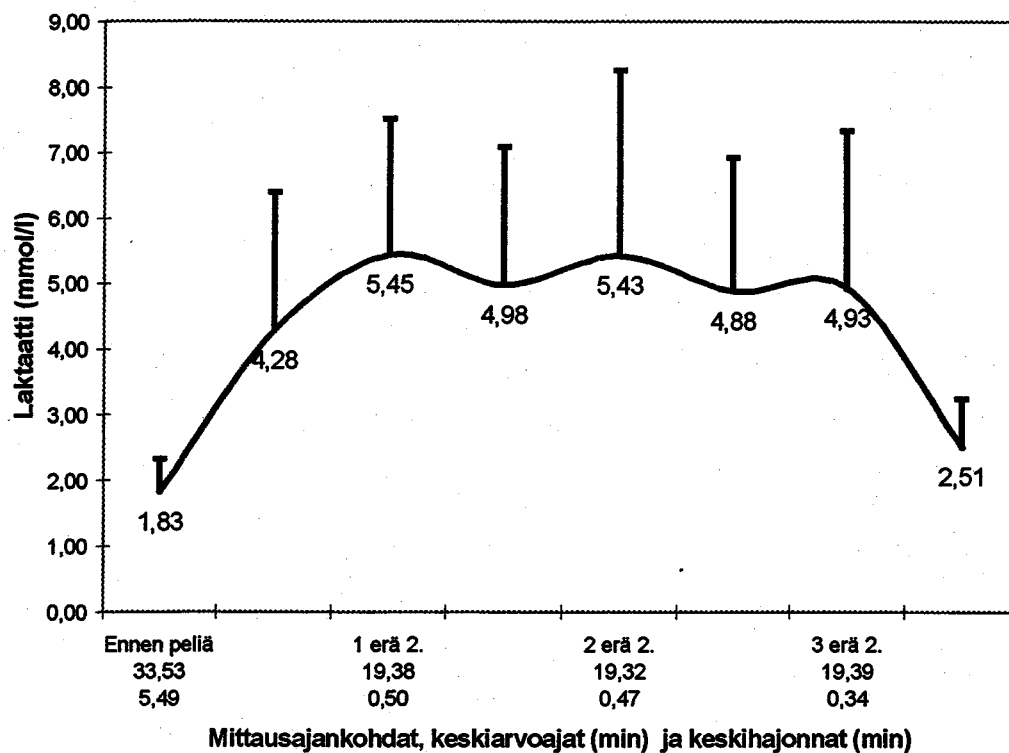
2.2.2. Vaihtojen rytmitys

Lihaksen tuottaman laktaatin liiallisen nousun tiedetään hidastavan työtehoa. Pelattaessa yli minuutin vaihdoilla lihasten glykogeenivarastot kuluvat nopeammin. Ihanteellisen työtehon ylläpitämiseksi jääkiekossa Tintera (1984) on todennut 40-50 sekunnin vaihtojen ehkäisevän liiallisen maitohapon muodostumisen. Tällä työteholla 2-3 minuutin palautuminen olisi riittävä. Kackynskin (1988) mittauksissa yli 7 mmol/l veren maitohappoarvot huononsivat jääkiekkoilijoiden suorituksia huomattavasti. Jääkiekkovalmentaja Tihonov (1988) otti 1970-luvulla ensimmäisenä käyttöön neljällä ketjulla pelaamisen kolmen sijasta. Hänen tarkoituksenaan oli saada useampi pelaaja osallistumaan peliin ja ajaa näin nuoria pelaajia sisään joukkueeseen. Se johti kuitenkin siihen, että pelaajat olivat kentällä vähemmän aikaa, mutta tottuivat työskentelemään korkeammilla tehoilla.

2.3. Ottelun fysiologinen kuormittavuus

2.3.1. Ottelun kuormitusprofiili

Salibandyottelun kuormitusprofiilia on kuvattu ottelun aikaisilla laktaattimittauksilla (kuva 2.). SM-liigan pelaajilla laktaatit ovat alimmillaan ($4,28 \pm 2,12$ mmol/l) ottelun alkuhetkillä (4.04 \pm 2.19 min) ja korkeimmillaan ($5,45 \pm 2,07$ mmol/l) ensimmäisen erän lopulla (19.38 \pm 0.5 min). Merkitsevää vaihtelua ei kuitenkaan ole havaittavissa ottelun aikana. Jääkiekkopelaajilla on myös mitattu veren laktaattiarvojen nousevan nopeasti heti ensimmäisen vaihdon aikana (Jacobs 1986) ja vaihtelevan 2,9 ja 11,0 mmol/l välillä ottelun aikana (Cox ym. 1995).



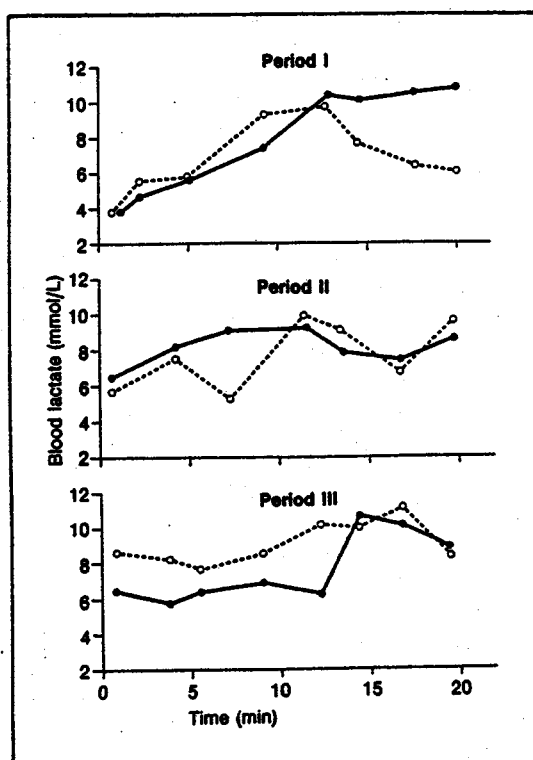
Kuva 2. Salibandyntelun kuormittavuusprofiili laktaattimittauksen perusteella (Hokka 2000a). Käyrä kuvaa keskiarvoa (N=19) ja pystypalkit positiivista keskihajontaa.

Drust & Reilly (1999) tutkivat jalkapallon pelin fyysistä kuormitusta ja sen eroa jatkuvaan keskimäärin yhtä intensiiviseen kestävyysuoritukseen. Intervallityyppisessä suorituksessa eli jalkapallossa keskimääräinen minuuttiventilaatio oli korkeampi. Molemmissa rasitusmuodoissa hapenkulutus ja hengitys olivat suorituksen lopulla (jalkapallossa toisella

jaksolla) korkeammat. Reilly (1997) on todennut jalkapallo pelaajien liikkuvan ottelun toisella puoliajalla keskimäärin 5% vähemmän kuin ensimmäisellä. Yleisesti ilmiöön vaikuttaa pelitapaan liittyvä vähentynyt riskien ottaminen kentällä. Myös palloilijoiden juoksunopeuden on mitattu hidastuvan hieman ottelun loppua kohden, joka viittaa lähinnä lihasväsymykseen liittyviin tekijöihin (Bangsbo 1993, 29).

2.3.2. Vaihtojen kuormitus

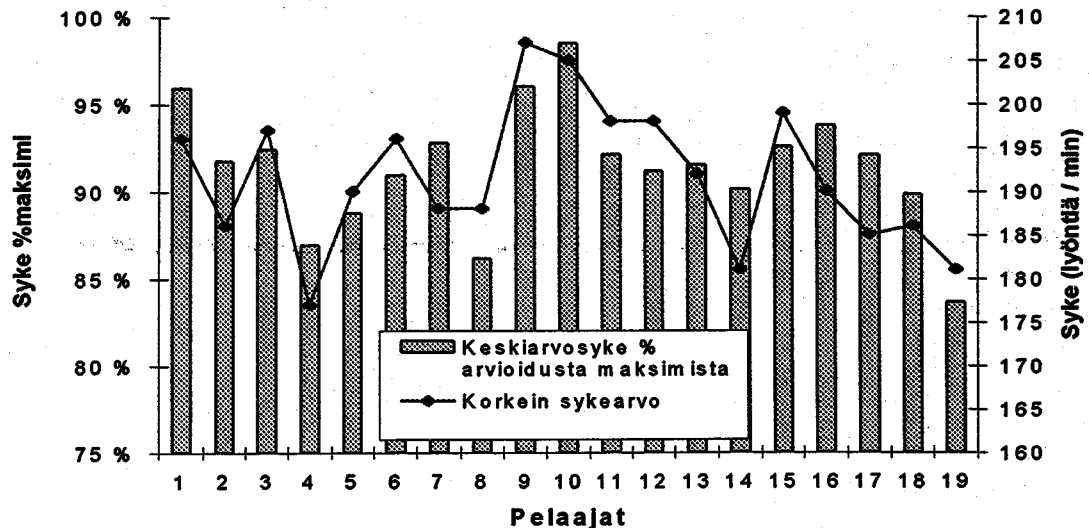
Salibandypelaajille tehtyjen laktaattimittausten keskiarvo $4,98 \pm 1,62$ mmol/l (kuva 2.) viittaa joko lyhyisiin tehojaksojen pituuksiin tai niiden koostuvan pääasiassa lyhyistä alaktista intervalleista. Ekelund (1993) sai laktaattinäytteiden keskiarvoksi 7,43 mmol/l, joka taas viittaa pitempiin työjaksoihin. Korkeammat laktaattiarvot kuvastavat myös ruotsalaisille tyypillistä kahden kentällisen pelitapaa, jolloin pelaajien työmäärä on suurempi kuin suomalaisten suosimassa kolmen kentällisen peluutuksessa. Pallopeleissä intervallien intensiteetti vaihtelee pitkälti oman sekä vastustajan taktiikan mukaan. Myöskin kuormitusten välisiä palautumistaukoja on vaikea vakioida (Nummela 1997, 118). Kuvassa 3. on esitetty veren laktaattipitoisuuden vaihtelua jääkiekko-ottelun aikana.



Kuva 3. Veren laktaattipitoisuudet jokaisen vaihdon jälkeen jääkiekko-ottelussa hyökkääjillä (●—●) ja puolustajilla (○—○) (Jacobs 1986).

2.3.3. Ottelunaikaiset sykereaktiot

Vuonna 1993 mitattiin Ruotsi-Norja maaottelussa viideltä pelaajalta sykkeitä, jotka nousivat 80-100% maksimista pelin aikana (Ekelund 1993). Syketasoja tarkentaa tutkimus, jonka mukaan yhden vaihdon aikana pelaajien maksimisykkeet nousevat keskimäärin 92% \pm 4 heille iän mukaan arvioituista maksimiarvoista (kuva 4.).



Kuva 4. Salibandypelaajien maksimaaliset sykereaktiot ottelun aikana (Hokka 2000a)

Yksilöiden eroja kuvastaa se, että kahdella pelaajalla syke nousi korkeimmillaan yli 200 lyöntiä/min. Sen sijaan, alin mitattu maksimisyke oli 177 lyöntiä/min. Jääkiekossa on salibandyn tavoin passiiviset lepojaksot vaihtojen välillä ja pelaajien ottelun aikaiseksi keskiarvosykkeeksi on mitattu 126-132 lyöntiä/min (Cox ym. 1995). Pallopeleissä, joissa kokonaissuoritus on aktiivisempaa, keskiarvosykkeet on mitattu vielä korkeammiksi. Näistä esimerkkejä ovat jalkapallo (170 lyöntiä/min; Ali & Farrally 1992) ja maahockey (159 lyöntiä/min; Boyle ym. 1994).

2.3.4. Ottelun kokonaistyömäärä

Bangsbon (1993, 23) mukaan kuljettu matka ottelun aikana viittaa pelaajan työn kokonaismäärään joukkuepeleissä. Kauden 1999-2000 aikana tehdyn liikeanalyysin perusteella salibandypelaajat kulkevat pelin aikana keskimäärin 2238 \pm 492 m (Hokka 2000b), joka on verrattain vähän muihin joukkuepeleihin verrattuna (taulukko 4.).

Taulukko 4. Ottelun aikana kuljettu matka eri joukkuepeleissä.

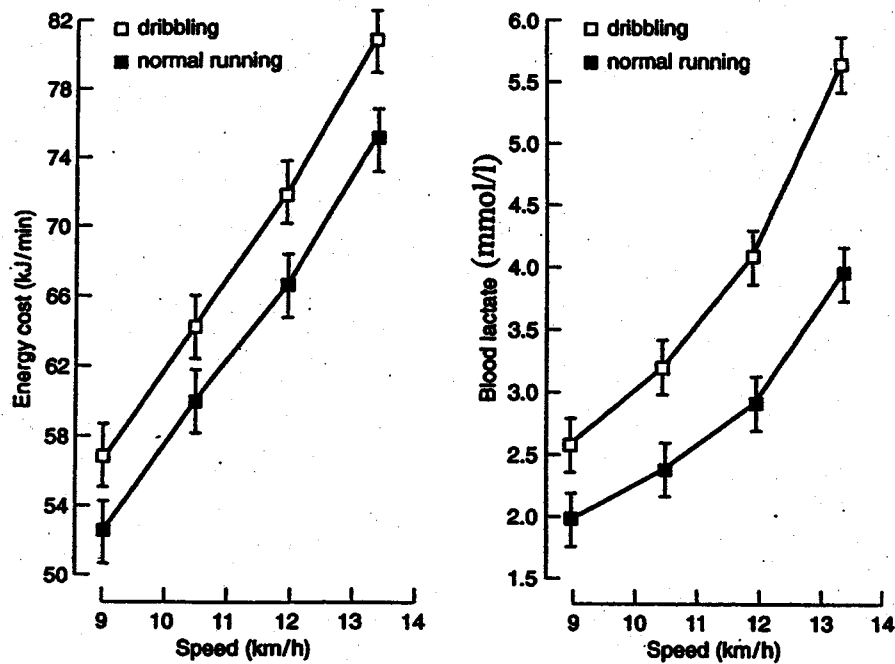
Laji	Matka (m)	Lähde
Salibandy	2200	Hokka (2000b)
Jalkapallo	10.000	Bangsbo 1993, Reilly (1976)
Jääkiekko	5200	Montgomery (1988)
Maahockey	5600	Reilly & Borrie (1992)
Käsipallo	3500	Wallace & Cardinale (1997)
Koripallo	3500	Colli & Faina (1985)

2.3.5. Pelaajien liikkuminen ottelun aikana

Salibandypelaajien liikkumista ohjaa yli 200 suunnanvaihdosta ottelun aikana (Hokka 2000b). Jalkapallopelaajien aktiivisuus kentällä jakautuu seuraavasti: seisominen 17,1%, kävely 40,4%, hölkkääminen 35,1% & erilaiset sprintit 7,8% (Bangsbo 1993, 30). Salibandy on perusluonteeltaan passiivisempaa, sillä ottelu sisältää katkoja mm. kiistapallojen, sisäänlyöntien tai vapaalyöntien merkeissä (SSBL 1999). Lisäksi ns. järjestäytyneet hyökkäykset ovat lajille ominaisia (Oksanen & Rinkinen 1996), jotka passivoittavat pelin kulkua. Rautakorven (1993) jääkiekkopeliansalyysin perusteella otteluita voittavat joukkueet suosivat puolustusaktiivisuutta korostavaa liikkuvaa pelitapaa.

2.3.6. Eri liikkumistapojen vaikutus energiankulutukseen

Reilly (1997) on todennut taakse ja sivulle liikkumisen kuluttavan nopeudesta riippuen 20-40% enemmän energiaa kuin eteenpäin juoksun. Pelaajien fyysinen suoritus pallopeleissä koostuu myös lukuisista ponnistuksista, kiihdytyksistä & jarrutuksista, jotka tuovat omat lisänsä energian kulutukseen (Reilly & Borrie 1992). Pallokosketuksia salibandyottelussa kertyy n. 20 kappaletta pelaajaa kohden, jotka sisältävät pallon hallussapitoa alle minuutin verran (Hokka 2000b). Maahockeypelaajille tehdyissä testeissä energiankulutuksen on todettu nousevan pallonkuljetuksen aikana noin 15-16 kJ/min tavalliseen juoksuun verrattuna jolloin myös syke nousee 23 lyöntiä/min. Vaikutusten oletetaan johtuvan ylävartalon lihasten aktiivisuudesta mailankäsittelyssä sekä eteenpäin nojaavasta peliasennosta, joka kuormittaa selkäliahaksia isometrisesti (Reilly & Borrie 1992). Energiankulutuksen ja laktaatin nousua on mitattu myös jalkapalloilijoiden pallon kuljetuksen aikana (kuva 5.).



Kuva 5. Lisääntynyt energiankulutus ja veren laktaatti jalkapallon kuljetuksen aikana eri nopeuksilla (Reilly 1997).

2.3.7. Pelipaikkojen väliset fyysiset eroavaisuudet

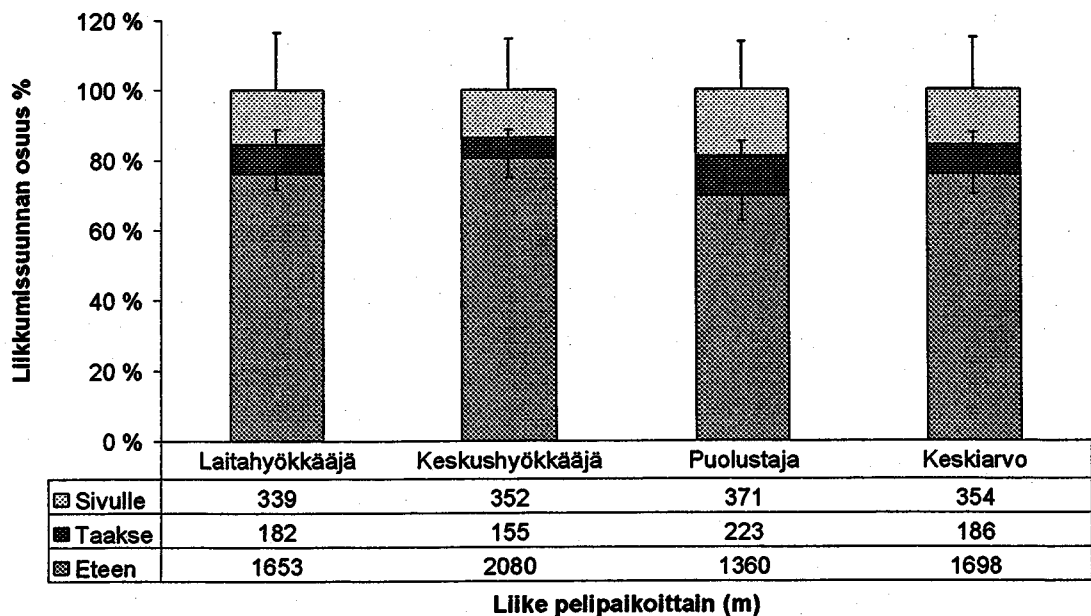
Joukkuetaktiikka ja pelaajien eri roolit joukkueissa vaikuttavat olennaisesti yksilöiden fysiologisiin kuormitustasoihin otteluiden aikana. Joukkuepeleissä karkeimmat erot ovat maalivahtien ja kenttäpelaajien välillä. Maahockey maalivahtien VO_{2max} on mitattu olevan keskimäärin 10 ml/kg/min alempi kuin hyökkääjillä (Reilly & Borrie 1992). Jalkapallossa Davis ym. (1992) on tehnyt samankaltaisia mittauksia ja todennut sen johtuvan pääosin maalivahtien pienemmästä kokonaisliikemäärästä kenttäpelaajiin nähden.

Davisin ym. (1992) tutkimukset (N=135) osoittivat, että jalkapallossa hyökkääjät ovat joukkueiden nopeimpia yksilöitä ja keskikenttäpelaajilla on parhaat VO_{2max} arvot. Näitä ominaisuuksien eroja tukee Brodowiczin (1990) tutkimukset, joissa keskikenttäpelaajat hölkkäsivät ajallisesti eniten ja Bagsbon (1993, 74) havainnot heidän lihasten alhaisemmista voimantuotto-ominaisuuksista muihin pelaajiin verrattuna. Puolustajat ja hyökkääjät kävelevät kentällä enemmän sekä heidän peliosuutensa sisältää useammin nopeita kiihdytyksiä ja sprinttejä (Brodowicz 1990). Jalkapallopelaajien fysiologisia eroja on selvitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Maksimaaliset sekä anaerobista kynnystä vastaavat sykkeet, hapenottokyvyt, laktaatit ja juoksunopeudet (vaihteluvälit pelipaikoittain) Bundesliigassa ja Sveitsin liigassa (Mukaiutu: Luhtanen & Miettinen 1987, 25)

Muuttuja	Puolustus- pelaaja (n = 15)	Keskikenttä- pelaajat (n = 15)	Hyökkääjä- pelaajat (n = 15)
Maks. syke (lyönti x min ⁻¹)	181-193	181-196	180-189
AnK-syke (lyönti x min ⁻¹)	164-179	160-175	159-169
Suhde %	87-93	87-90	86-94
Maks. VO ₂ (ml x kg ⁻¹ x min ⁻¹)	53.9±58.4	52.3±60.0	52.9±60.9
AnK- VO ₂ (ml x kg ⁻¹ x min ⁻¹)	42.3±49.7	41.2±48.7	42.8±53.1
Suhde %	74-92	77-85	81-87
Maks. laktaatti (mmol x l ⁻¹)	9.15-14.08	8.70-12.06	6.77-11.91
AnK-laktaatti (mmol x l ⁻¹)	4	4	4
Suhde %	28-44	33-46	34-59
Juoksunopeus (km x h ⁻¹)	15.7-16.7	15.1-16.4	15.6-16.6
Ank-nopeus (km x h ⁻¹)	11.9-13.1	11.1-13.3	12.2-14.3
Suhde %	69-82	73-82	74-87

Salibandypelissä keskushyökkääjät liikkuvat enemmän (n. 2500 m), kuin puolustajat (n. 1950 m) ja laitahyökkääjät (n. 2170 m) (kuva 6.). Suuremmasta työmäärästä voidaan päätellä keskushyökkääjien roolin olevan kestävyyspainotteisempi muihin nähden. Sitä vahvistaa tutkimus, jossa laktaattiarvojen ja sykereaktioiden välillä ei todettu merkitseviä eroja pelipaikkojen välillä (Hokka 2000a).



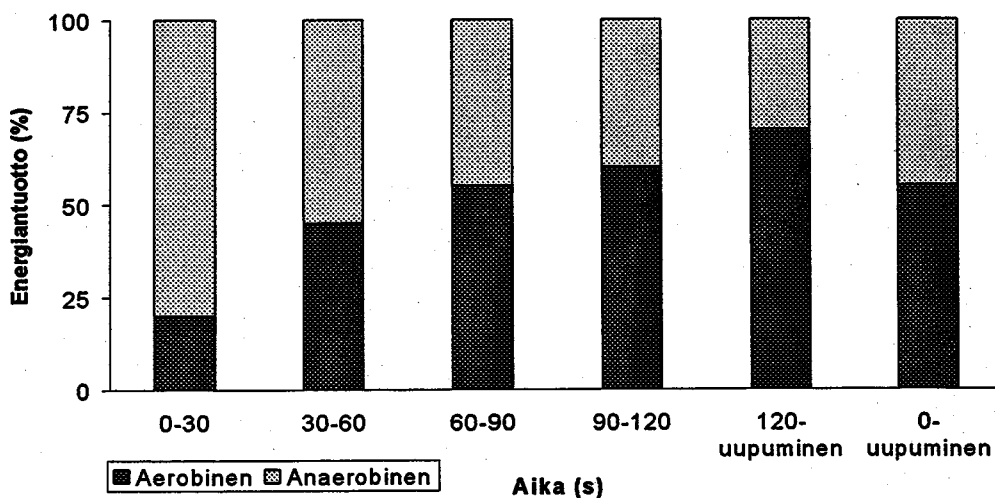
Kuva 6. Salibandypelaajien liikkuminen ottelun aikana (Hokka 2000b)

Sen sijaan, Westerlundin (1986) tutkimuksissa jääkiekkopuolustajien pelinaikaiset sykkeet olivat keskimäärin 10-15 lyöntiä alhaisemmat kuin hyökkääjien. Anaerobisen kapasiteetin ja tehon suhteen Cox ym. (1995) eivät löytäneet merkitsevää eroa hyökkääjien ja puolustajien välillä jääkiekossa. Maahockeyssa energiankulutus vaihtelee keskikenttäpelaajien 83 kJ/min ja puolustajien 61 kJ/min välillä (Boyle ym. 1994).

3. ELIMISTÖN ENERGIANTUOTTOTAVAT INTERVALLITYÖSSÄ

3.1. Energiasysteemit eri kuormituspituuksilla

Elimistön energiantuottotavat jaotellaan karkeasti ilman happea energiaa tuottavaan anaerobiseen sekä hapen avulla energiaa tuottavaan aerobiseen energiasysteemiin. Niiden suhteellinen osuus vaihtelee kuormituksen intensiteetin ja pituuden mukaan (kuva 7.).

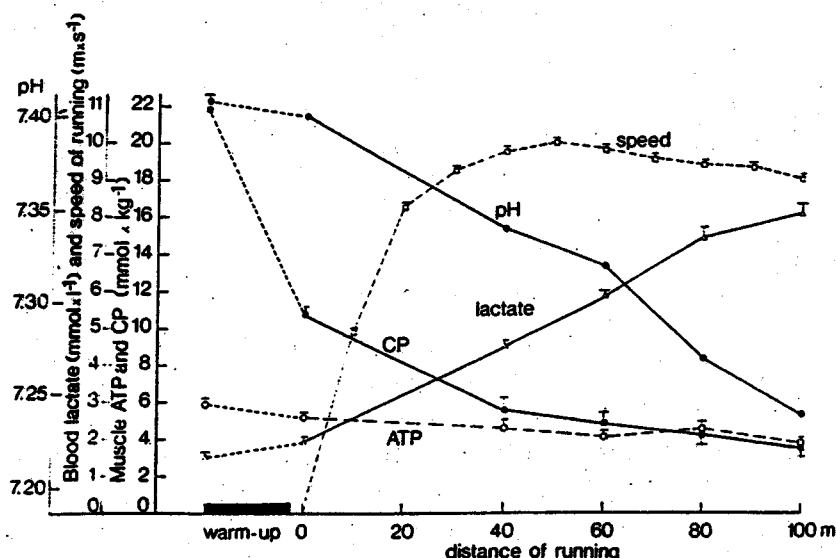


Kuva 7. Anaerobisen ja aerobisen energiantuoton suhteellinen jakautuminen 30s intervallien aikana, kun 3min polvenojennuskoe suoritetaan uupumiseen saakka (Mukailtu, Spriet 1995).

Salibandyn sukulaislajin maahockeyn ottelunaikaisen kuormituksen on arvioitu koostuvan aineenvaihdunnallisesti 40-70% anaerobisista ja 30-60% aerobisista komponenteista (Reilly & Borrie 1992).

3.2. Alaktinen anaerobinen energiantuotto

Korkeaenergistien adenosiinitrifosfaattien (ATP) ja kreatiinifosfaattien (KP) pilkkomisen avulla energiaa tuotetaan nopeasti lyhyen ja intensiivisen kuormituksen aikana (McArdle ym. 1994, 37). Sitä kutsutaan myös alaktiseksi anaerobiseksi energiasysteemiksi. Valmiudessa olevat lihasten ATP-varastot hupenevat jo muutamassa sekunnissa kuormituksen alettua. Mutta kreatiinikinaasin katalysoiman reaktion avulla KP luovuttaa fosfaatti-ioneita, jotka ylläpitävät ATP:n uudelleenmuodostumista (Spriet 1995). Margaria ym. (1969) totesivat KP:n olevan pääasiallinen energianlähde alle 10-sekunnin korkeatehoisessa kuormituksessa. Myöhemmin on tutkittu, että 100m maksimaalisen juoksun aikana käytetystä KP:sta 88% kuluu jo 5.5s aikana (Hirvonen ym. 1987). KP-varastojen kulumisen viittaa myös lihäsäsymykseen, jonka on todettu korreloivan sprinttijuoksun suorituskyvyn kanssa (kuva 8).



Kuva 8. Muutokset juoksuopeuden, veren laktaatin, kapillaarien pH:n, lihaksen ATP:n ja kreatiinifosfaattien (KP) suhteen eri juoksumatkoilla (n=7) (Hirvonen ym. 1987)

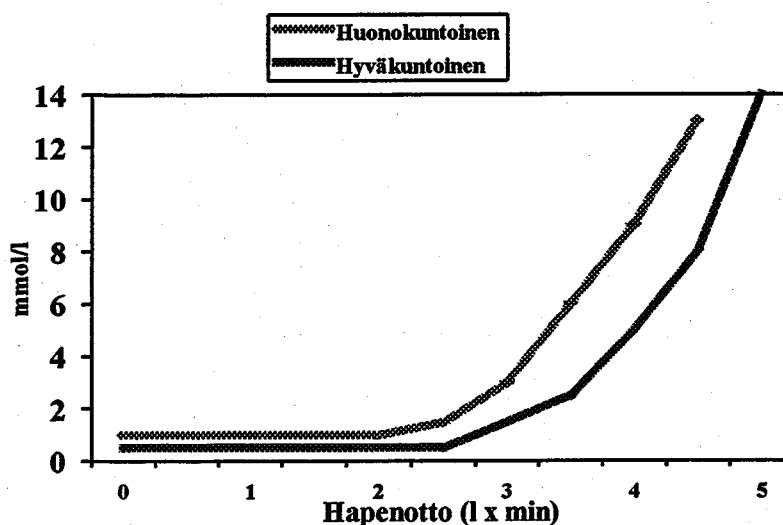
10-sekunnin maksimaalisen suorituksen aikana tapahtuvaa aineenvaihduntaa on mitattu Wingate polkupyörätestin avulla. Kyseisenä aikana eri energiasysteemit jakautuvat seuraavasti; KP 53%, glykolyysi 44% ja aerobinen 3% (Spriet 1995). Eri energiantuottomekanismien jatkuva osallisuus ATP:n tuotannossa vaikuttaa siihen, että lihasten KP-varastot tyhjenevät kokonaan vasta yli 30-sekunnin maksimisuorituksessa (Nummela 1997, 117). Tiedetään myös, että ns. nopeat lihassolut sisältävät 5-15 % enemmän KP:a, kuin hitaat lihassolut (Spriet 1995). Nopeus- ja tehokas urheilijoille on ominaista korkea anaerobinen teho, joka saadaan aikaan alaktisen energiantuoton avulla.

Lihassupistuksen tuottamaan maksimitehoon vaikuttavat pääosin nopeus- ja voimatekijät (Vandewalle ym. 1987).

3.3. Laktinen anaerobinen energiantuotto

Jacobs ym. (1983) mukaan anaerobinen glykolyysi alkaa myös tuottamaan ATP:ta välittömästi intensiivisen kuormituksen alettua. 10-sekunnin rasituksen jälkeen glykolyysin osuus kasvaa ja tärkeinä substraatteina siinä toimivat veren glukoosi sekä lihaksiin varastoitunut glykogeeni (Hargreaves 1995). Anaerobisen energiantuoton suhteellinen osuus kuitenkin vähenee korkeatehoisessa lihastyössä yli minuutin suorituksen jälkeen (kuva 6.). Nopeat lihassolut sisältävät 10-25% enemmän glykogeenia kuin hitaat (Spriet 1995).

Yksi glukoosimolekyyli tuottaa kaksi ATP:a anaerobisen glykolyysin avulla. Useiden eri entsyymien katalysoimana reaktion lopputuloksena syntyy palorypälehappoa, joka siirtyy sitruunahappokiertoon mikäli saatavilla on happea (McArdle ym. 1994, 43-50). Anaerobisen glykolyysin sivutuotteena muodostuu laktaattia, joka on yksi lihassupistusta heikentävä tekijä (Jacobs 1986). Sitä hetkeä jolloin laktaatin tuotto lihaksessa nousee huomattavasti kuormitusta lisättäessä kutsutaan anaerobiseksi kynnykseksi (Sjodin & Jacobs 1981). Se vaihtelee verestä mitattuna 2.5-4.0 mmol/l alueella yksilöstä riippuen (kuva 9.).



Kuva 9. Laktaatin muodostuminen vereen intensiteetin lisääntyessä eri kuntosilla henkilöillä (Mukaiilu, McArdle ym. 1994, 62).

Laktaattia muodostuu vereen lineaarisesti $0.55 \pm 0.02 \text{ mmol} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{l}^{-1}$ maksimaalisen 11s suorituksen aikana (Hirvonen ym. 1987). 100m sprintin jälkeen veren laktaattiarvoiksi on mitattu $8.3 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ (kuva 7). Nummela ym. (1996a) mukaan 400m ja 800m juoksujen jälkeen ne ylittävät $25 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Korkeimmat laktaattiarvot ei ole kuitenkaan mitattu heti suorituksen jälkeen, vaan 7-8 min palautumisen aikana (Fujitsuka ym. 1982). Lihastyön muodostamasta laktaatista suurin osa siirtyy veren mukana maksaan glukoosin uudelleenmuodostumista varten (cori-sykli), mutta myös sydän- ja luurankolihakset käyttävät sitä energianlähteenään (Hargreaves 1995).

Minuutin pituisen supramaksimaalisen kuormituksen aikana saavutettua maksimilaktaattiarvoa käytetään usein anaerobisen kapasiteetin mittarina (Jacobs 1982). Green & Dawson (1993) määrittävät sen maksimaaliseksi anaerobisen aineenvaihdunnan ATP-tuotannoksi lyhytkestoisen maksimaalisen kuormituksen aikana.

3.4. Anaerobinen energiantuotto intervallikuormituksessa

Saltin & Essen (1971) esittivät, että kuormitusjaksojen pituudet intervallityössä vaikuttavat siihen kuinka paljon laktaattia kertyy lihakseen sekä vereen, kun kuorma sekä työn ja levon suhde pysyy samana (1:2). Polkupyörä ergometrillä suoritettussa kokeessa 10s kuormitus ja 20s lepo aiheutti laktaattien hienoisena nousuna aloitusarvoista. Kun jaksot olivat 30s ja 60s henkilöt kykenivät polkemaan yhteensä 30 min laktaattiarvojen kohotessa yli $7,0 \text{ mmol/l}$. 1 min kuormituksilla ja 2 min palautuksilla saavutettiin vain 24 min kokonaistyötä laktaattien noustessa yli $15,0 \text{ mmol/l}$. Samalla teholla henkilö pystyi polkemaan yhtäjaksoisesti vain 3 minuuttia.

Anaerobinen lihastyöskentely aikaansaa ns. happivajeen, jonka ansiosta lihasten hapen tarve pysyy lepotason yläpuolella kuormituksen jälkeenkin. Bangsbon (1998) ja muiden tutkijoiden mukaan on vielä hieman epäselvää mihin kaikki tarvittava lisähappi menee, vaikka tiedetään että rasitus aikaansaa ns. alaktisen ja laktisen happivajeen. Alaktinen vaje viittaa lihaksen fosfageenitasoa palautumiseen ja hemoglobiinin sekä myoglobiinin hapen tarpeen täyttämiseen. KP-varastojen palautuminen lepotasolle on verrattain nopeaa, sillä noin 85% palautuu kahden minuutin aikana maksimaalisen 10-sekunnin suorituksen jälkeen (Nummela 1997, 117). Laktinen vaihe sisältää glykogeenin uudelleenmuodostumista substraateista esim. laktaatista. Siten nopea palautumiskyky työjaksojen

välissä on tärkeää suorituksen kannalta (Spriet 1995). Neville ym. (1996) mittauksissa ATP:n määrä lihaksessa vähenee vain 24%, kun suoritetaan kaksi 30-sekunnin sprinttiä neljän minuutin passiivisella palautumisella (taulukko 6.)

Taulukko 6. Lihaksen aineenvaihdunnallisia tekijöitä ennen ja jälkeen kahden 30-sekunnin maksimaalisen sprintin (S) (Wingate), joiden välissä neljän minuutin passiivinen palautuminen (Mukailtu: Neville ym. 1996).

	Lepo	S1 jälkeen	S2 ennen	S2 jälkeen
Glykogeeni	320.7±14.9	218.4±19.5 ^a	240.5±23.9 ^a	184.0±15.8 ^{a,d}
KP	76.5±4.3	13.5±1.4 ^a	56.6±1.4 ^{a,b}	9.4±2.4 ^{a,c}
ATP	27.3±0.8	20.7±1.3 ^a	22.2±1.0 ^a	20.8±1.2 ^a
Glukoosi 6 fosfaatti	1.4±0.1	26.3±1.7 ^a	14.2±0.7 ^{a,b}	22.3±1.3 ^{a,b,c}
Laktaatti	5.6±0.9	106.±4.5 ^a	72.8±5.5 ^{a,b}	130.5±4.9 ^{a,b,c}

mmol·kg⁻¹·lihaksen kuivapaino (N = 8 miestä). ^a P < 0.01 levosta; ^b p < 0.01 S1 jälkeen; ^c p < 0.01 S2 ennen; ^d p < 0.05 S2 jälkeen.

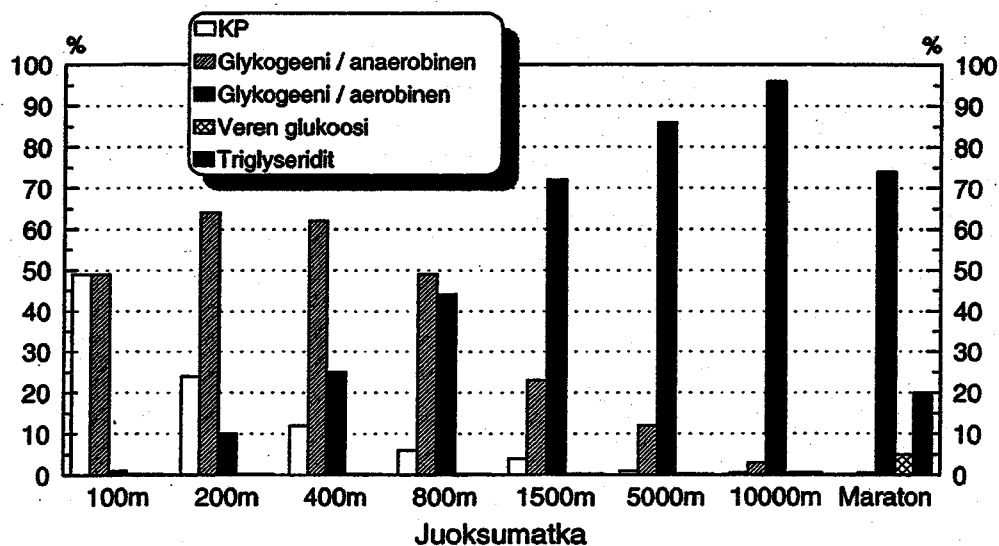
Jacobs (1986) tähdentää, että laktaatin aiheuttamat lihastyön haittavaikutukset voidaan välttää mikäli palautumisjakso on yli 20 minuutin pituinen tai veren laktaattiarvot eivät ylitä 4-6 mmol/l kuormituksen aikana. Lisäksi, ns. aktiiviset palautumisjaksot nopeuttavat laktaatin poistumista lihaksista, joten se myös lisää urheilijan suorituskykyisyyttä intervallityyppisissä kuormituksissa. On kuitenkin huomioitavaa, että joukkuepeleissä kuten salibandy, se ei käytännössä toimi ottelun kulun ja pelinjohtamisen kannalta.

3.5. Aerobinen energiantuotto

Aerobisen energiantuoton tehokkuus on riippuvainen hengitys- ja verenkiertoelimistön hapenkuljetuskyvystä. Lisäksi siihen vaikuttaa lihaksen oksidatiivinen kapasiteetti, jota parantavia tekijöitä ovat mm. lisääntyneet hiussuonistot, mitokondriot sekä oksidatiiviset entsyymit (McArdle ym. 1994, 68).

Eri energialähteet tulee muokata mitokondriossa asetyyli-CoA:ksi ennen niiden siirtymistä sitruunahappokiertoon. Sitä edeltää kuitenkin reaktiot joissa glykolyysin avulla hiilihydraatit ja glyserolit pilkotaan palorypälehapoksi. Rasvahapot muokataan asetyyli-CoA:ksi suoraan β-oksidaatioissa, mutta aminohappojen pilkkoutuminen tapahtuu deaminaation läpi useita eri reittejä (McArdle ym. 1994, 54). Sitruunahappokierrossa asetyyli-CoA hajotetaan hiilidioksidiksi ja vedyksi. Vety yhtyy joko NAD:iin (Nicotinamide Adenide Dinucleotide) tai FAD:iin (Flavin Adenine Dinucleotide), jotka

Intensiivisen liikunnan alkaessa hiilihydraatteja kuluu runsaasti suhteessa muihin energianlähteisiin ja kulutus vain kasvaa mitä korkeammalla teholla kuormitus jatkuu. Toisaalta, submaksimaalisen kuormituksen jatkuessa pitempään, työskentelevien lihasten glykogeenin käyttö vähenee. Pääosin se johtuu varastojen uupumisesta, mutta myös glykogeenin fosforylaatio aktiivisuuden muuttumisesta ja muiden energianlähteiden kuten glukoosin ja rasvahappojen lisääntyneestä käyttövalmiudesta (Hargreaves 1995). Lihakset käyttävät energialähteinään hiilihydraatteja, rasvoja ja proteiineja eri suhteessa eripituisilla juoksumatkoilla (kuva 10)



Kuva 10. Eri energiantuottoreittien suhteelliset osuudet kokonaisenergiantuotosta eri pituisilla juoksumatkoilla (Nummela 1997, 111).

3.6. Aerobinen energiantuotto intervallikuormituksessa

Vaikka korkea työteho intervallityössä saadaan aikaan anaerobisista energialähteistä, on aerobinen kestävyys tärkeä nopean palautumisen kannalta (Spriet 1995). Verenvirtaus kohoaa kuormitettuihin lihaksiin palautumisjaksojen aikana. Vaikka hapentarpeella on selvä linkki verenvirtaukseen, sen säätely tapahtuu muiden aineenvaihdunnallisten muuttujien kautta (Bangsbo & Hellsten 1998). Aerobisilta ominaisuuksiltaan tehokkaat hitaat lihassolut käyttävät enemmän rasvoja energianlähteenään glykogeenin sijasta, jolloin laktaatin tuotto on myös vähäisempää (Hargreaves 1995). Lisäksi, kestävyysharjoittelun

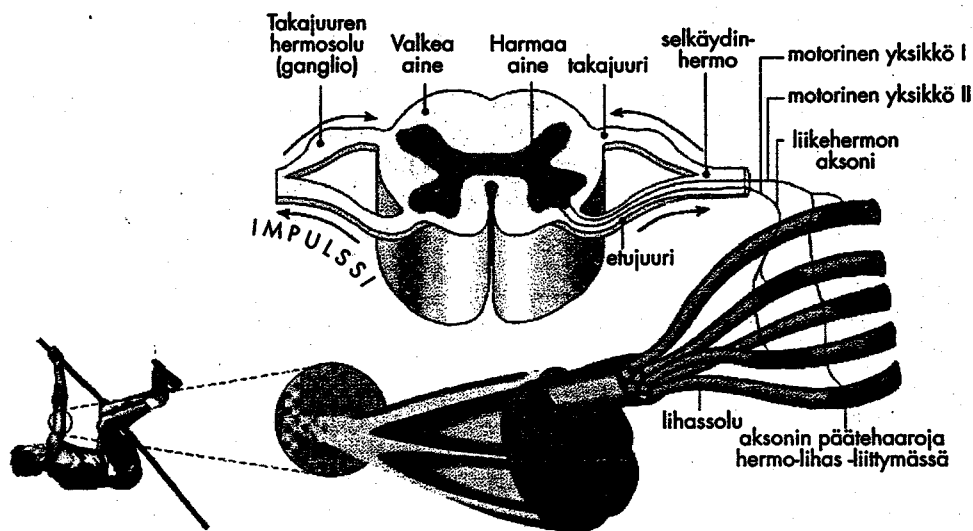
laktaatin tuotto on myös vähäisempää (Hargreaves 1995). Lisäksi, kestävyysharjoittelun vaikutuksesta lisääntyneet mitokondriot tehostavat lihaksen sisäisen laktaatin hapettamista (Bergman ym. 1999).

4. FYYSISEN HARJOITTELUN OSA-ALUEET JA NIIDEN MERKITYS PALLOILULAJEISSA

4.1. Voima

4.1.1. Hermolihasjärjestelmän toimintaperiaatteet voimantuotossa

Urheilijan voimantuotto tapahtuu hermolihasjärjestelmän avulla. Ääreishermosto toimii linkkinä keskushermoston (aivot ja selkäydin) ja elinten välillä vieden esim. toimintakäskyjä lihaksiin ja tuoden informaatiota aisteista keskushermostoon (McArdle ym. 1994, 281). Luurankolihasen toimintaa ajatellen, tahdonalainen käsky supistukseen alkaa aivoista ja kulkee selkäytimen läpi johtaen motorisiin liikehermoihin, jotka hermottavat lihaksia (Häkkinen 1990, 12). Motoriseksi yksiköksi kutsutaan motorista hermoa sekä sen hermottamia lihassoluja (kuva 11.).



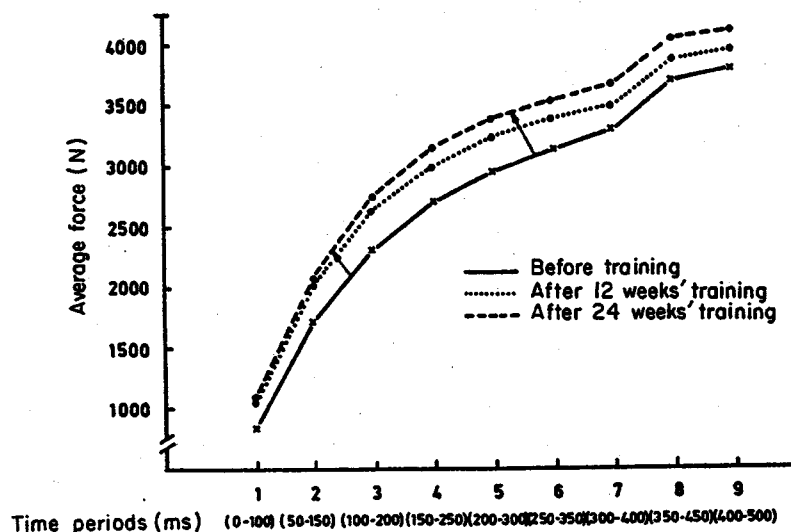
Kuva 11. Liikehermot hermottavat lihassoluja eli muodostuu motorinen yksikkö (Mero 1997, 51)

Luurankolihakset, jotka kiinnittyvät jänteillä luihin, muuttavat supistumalla nivelten liikekulmia ja saavat aikaan liikkeen. Lihassoima tarkoittaa maksimaalista voimaa, jota lihasryhmä tuottaa tietyllä nopeudella (Kraemer ym. 1988). Sen taso riippuu mm. solujen asennosta, lukumäärästä ja poikkipinta-alasta (Mero 1997, 64).

4.1.2. Voimaharjoittelun vaikutukset hermolihasjärjestelmään

Lihaksen koon ja sen voimantuoton tiedetään kasvavan yhtäaikaaisesti voimaharjoittelun kuormituksen mukaan, mutta perinnöllisyystekijät määräävät suorituskyvyn katon Häkkinen ym. (1985a). Lihassolu voi kasvaa jopa 20-25% kuuden kuukauden hypertrofisen voimaharjoittelun tuloksena (Tesch 1998). Häkkisen ym. (1985b) tutkimuksissa nopeat lihassolut suurenivat 24-viikon voimaharjoittelun aikana, josta merkitsevä osuus ($P < 0.001$) tapahtui ensimmäisen 12-viikon aikana. Sen sijaan, 12-viikon harjoittelemattomuus johti voiman heikkenemiseen sekä lihassolujen pienenemiseen ($P < 0.01$). Jalkapalloilijoilla kuuden viikon harjoitustauko aiheutti 10% pienenemisen tyypin I lihassolujen koossa, sekä niiden entsyymitasojen laskun (Amigo ym. 1998).

Voimaominaisuuksien koheneminen ei johdu ainoastaan lihaksen poikkipinta-alan kasvusta, sillä voiman kehittyminen edellyttää aina hermostollista sopeutumista harjoitusärsykkeeseen (Enoka 1988). Häkkinen ym. (2000) päättelivät tuloksistaan, että 24-viikon räjähtävän voimaharjoittelun aikana lisääntynyt voima olisi enemmän hermostollisten kuin hypertrofisten adaptaatioiden aikaansaannos. Häkkinen ym. (1985a) totesivat merkitsevän ($P < 0.05-0.01$) maksimivoiman ja voima-aikakäyrän nousun kyseisen harjoittelun seurauksena (kuva 12).



Kuva 12. Voima-aikakäyrien keskiarvot laskettuna maksimaalisen isometrisen polven ojennuksen voimista, jotka on tuotettu yhdeksän perättäisen 100ms aikajakson aikana ennen ja 12 sekä 24 viikon räjähtävän voiman harjoittelun jälkeen (Häkkinen ym. 1985a).

Lisäksi voimantuotto-ominaisuuksien kehittymiseen liittyy hormonien vaikutus myofibrilleihin sekä tukikudosten adaptaatiot (Komi 1998).

4.1.3. Voima joukkuepeleissä

Nopeat lähdöt, suunnanvaihdot, kiihdytykset ja pysähdykset ovat tyypillisiä lihasten kuormitustapoja palloilulajeissa (Reilly & Borrie 1992). Liikkumisen lisäksi, jalkapallopelaajat tarvitsevat eri voimaominaisuuksia mm. pallon potkaisuun, pallontavoitteluun ilmassa sekä taklauksiin (Bangsbo 1993, 79). Tehokas lihasten voimantuottokyky vaikuttaa myös anaerobiseen suorituskyykyyn, tehoon, nopeuteen ja ketteryyteen (Twist 1997, 59) sekä tasapainon ohella muihin jääkiekkopelaajien lajitaitoihin (Westerlund 1997, 541). Jääkiekolle tyypillisiä voimasuorituksia ovat luistelupotkun ja jarrutuksien lisäksi laukaukset sekä taklaukset (Twist 1997, 59-70).

Yksittäiset suoritukset joukkuepeleissä perustuvat lihasten nopeaan voimantuottokyykyyn, joten lihasten elastisuus on niiden tehon kannalta tärkeässä asemassa (Komi 1998). Mm. käsipallopelaajien heitonopeuden on todettu paranevan merkitsevästi ($P < 0.001$) 6-viikon maksimivoiman harjoittelun seurauksena (Gorostiaga ym. 1999). Lihaskäytävyyden aikana sen venyessä siihen varastoituu mekaanista energiaa (Komi & Bosco 1978). Jatkuva lihastoiminnassa toistuu eksentrisen (piteneminen) ja konsentrisen (lyheneminen) työ, joka tekee liikkeestä, voimakkaamman, nopeamman ja taloudellisemman. Ponnistuksen voima riippuu myös paljolti nopeiden lihassolujen suhteellisesta määrästä lihaksessa (Bosco ym. 1982).

Nopeusvoimaominaisuudet ovat myös tärkeitä salibandyn pelisuorituksen kannalta, kun ottelu sisältää lukuisia käännöksiä ja lyhyitä sprinttejä (Hokka 2000ab). Myös lajille ominainen etunoja-asento vaatii keskivartalon lihaksilta kesto-voimaominaisuuksia (Reilly & Borrie 1992). Niitä tarvitaan myös jaloissa etenkin vaihtojen pitkittyessä ja kestävyys-suorituksen ylläpitämisessä. Löfgren ym. (1994) on todennut nopeiden lähtöjen ja pysähdysten sekä suunnanvaihtojen olevan salibandyssä tyypillisiä vammojen aiheuttajia, joita voidaan ehkäistä mm. lihasten vahvistamisella.

4.2. Nopeus

4.2.1. Nopeuden lajit

Nopeus ilmenee eri tavoin eri tilanteissa ja se voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri lajiin: reaktio-, räjähtävä- ja liikkumisnopeuteen (Mero 1997, 167). Reaktionopeus viittaa aikaan, joka kuluu toiminnan alkamiseen ärsykkeen (kuulo, näkö, tunto jne.) jälkeen. Esimerkiksi pikajuoksun lähdössä reaktioaika on keskimäärin 120 millisekuntia. Mitä nopeammin sähköinen aktiivisuus alkaa lihaksissa (jalkojen ojentajat), sitä paremmin lähtö onnistuu (Mero ym. 1992). Räjähtävällä nopeussuorituksella tarkoitetaan lyhyttä, yksittäistä ja mahdollisimman nopeaa liikesuoritusta. Liikkumisnopeus viittaa yleisesti nopeaan siirtymiseen paikasta toiseen, joka voi tarkoittaa kiihdytyksen, vakionopeuden tai nopeuden vähenemisen vaihetta (Mero 1997, 167).

4.2.2. Juoksunopeuteen vaikuttavia tekijöitä

Komi ym. (1978, 7) on todennut, että voimaa ja nopeutta on vaikea erottaa toisistaan, sillä sama hermolihasjärjestelmän ohjauskoneisto on molempien toimintojen takana. Juoksun aikana keskushermosto säätelee lihasvoimaa muuttaen käytössä olevien motoristen yksiköiden määrää (Mero 1987). Askelpituus ja askeltiheys määräävät juoksunopeuden. Ne korreloivat positiivisesti nopeuteen sen kasvaessa aina 7 m/s asti, jonka jälkeen askeltiheyden merkitys lisääntyy (Ito, 1999, Mero 1999). Maksimaalista nopeutta vaativissa lajeissa nopeiden lihassolujen suhteellinen määrä on ratkaiseva. Lihaksen histokemiallisia eroja 100-metrin ja 800-metrin juoksijoilla on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Histokemiallista koostumusta ja entsyymiaktiivisuutta kuvaavaa tilastoa mitattuna ulommasta reisilihaksesta 100- ja 800-metrin juoksijoilla (Denis ym. 1992).

	100 m	800 m	P
% FT fibre	59±8	42±12	<0.01
FT fibre area (5m ²)	5690±1290	5450±1070	NS
ST fibre area (5m ²)	4690±1090	5340±1070	NS
ST area / FT area	0.83±0.12	0.98±0.18	=0.05
% FT fibre area	64±10	43±15	<0.01
HK (5mol·min ⁻¹ ·g prot. ⁻¹)	25±9	20±6	NS
LDH (5mol·min ⁻¹ ·g prot. ⁻¹)	2250±1090	1800±490	NS
PFK (5mol·min ⁻¹ ·g prot. ⁻¹)	367±202	314±73	NS
CS (5mol·min ⁻¹ ·g prot. ⁻¹)	56±21	83±18	<0.02
HAD (5mol·min ⁻¹ ·g prot. ⁻¹)	56±19	93±26	<0.01

4.2.3. Nopeus joukkuepeleissä

Kiihdytys paikalta täyteen vauhtiin aikuisella tapahtuu n. 30 m matkalla (Luhtanen 1996, 113). Tutkimusten mukaan 50 m maksimaalisen juoksun jälkeen ATP:n tuotto ei enää kata lihassupistumisen tarpeita vaan aiheuttaa juoksunopeuden laskua (Hirvonen ym. 1986). Sen perustella salibandypelin aikana harvoin saavutetaan maksiminopeus, sillä kentän koko (20x40m) ja pelille ominainen liike ei anna siihen mahdollisuutta. Se tekeekin pelin liikkumisesta kiihdytys- ja pysähdyspainotteisen, jolloin reaktio- ja räjähtävä nopeus hallitsevat liikettä. Reilly & Borrie (1992) ovat todenneet myös pelialustojen materiaalien vaikuttavan merkittävästi nopeussuorituksiin pelin aikana. Pelin kulkuun ja ratkaisujen tekoon vaikuttaa myös tilannenopeus, joka Luhtasen (1993, 49) mukaan sisältää seuraavan rakenteen: ennakointi, reaktionopeus, valintareaktionopeus, lähtöasento, lähtönopeus, maksiminopeus ja loppunopeus.

4.3. Kestävyys

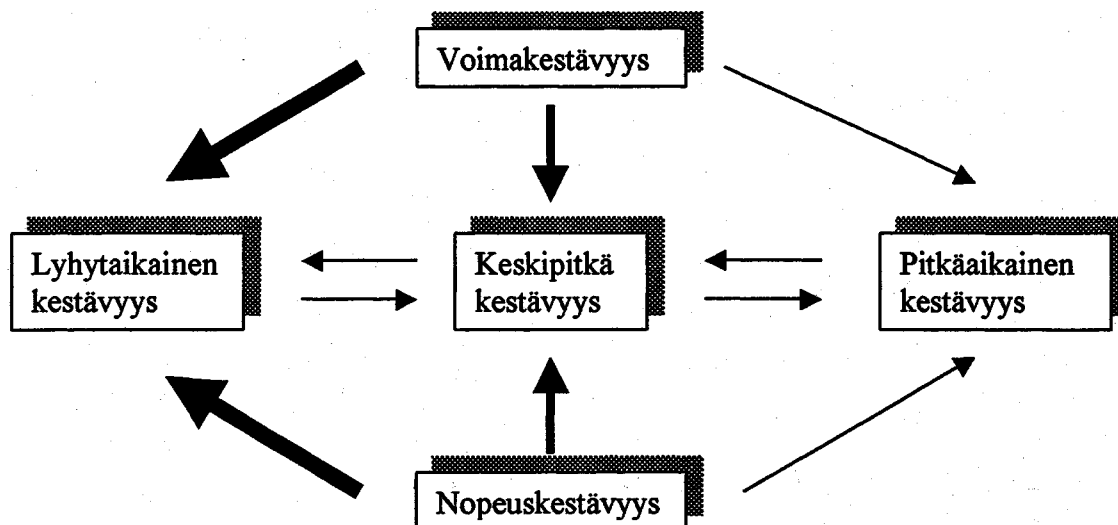
4.3.1. Kestävyyden yleinen määrittäminen

Kestävyydellä tarkoitetaan yleisesti ihmisen psykofyysistä kykyä vastustaa väsymystä. Weineck (1982, 36) tarkentaa psyykkisellä kestävyydellä kykyä vastustaa ärsykettä, joka vaatii keskeyttämään suorituksen ja fyysisellä kestävyydellä koko elimistön tai sen osien kapasiteettia väsymyksen vastustamiseen. Kestävyydellä viitataan myös aikaan, jolla yksilö kykenee tekemään työtä tietyllä intensiteetillä (Bompa 1999, 344). Siihen tarvittavat fysiologiset vaikuttajat määräytyvät pitkälti työskentelyajan ja kuormitusmatkan pituuden mukaan (kuva 7.). Kestävyyden eri lajit ja niiden vuorovaikutus toisiinsa on esitetty kuvassa 13.

4.3.2. Nopeuskestävyys

Energiantuotoltaan nopeuskestävyys perustuu lihaksen anaerobiseen aineenvaihduntaan ja se rakentuu nopeuden, kestävyden, voiman ja lajitekniikan varaan. Nummela (1997, 173) jaottelee sen alalajeihin, jotka ovat anaerobinen peruskestävyys, maitohapollinen (laktinen) nopeuskestävyys ja maitohapoton (alaktinen) nopeuskestävyys. Jälkimmäinen perustuu

pääosin KP-varastojen avulla tuotettuun alle 10 s intensiiviseen lihastyöhön (Hirvonen ym. 1987).



Kuva 13. Vuorovaikutussuhteet kestävyiden eri lajien välillä. Nuolet kuvastavat vuorovaikutuksen suuntaa ja voimakkuutta. (Mukaiilu, Weineck 1982, 37)

Anaerobisen glykolyysin toiminta on taas keskeistä maitohapollisissa nopeuskestävyysuorituksissa. Tiedetään että yli 10 mmol/l veren laktaattipitoisuuksissa lihasväsymys alkaa vaikuttamaan suoritustekniikkaan (Nummela 1997, 179) ja esim. 400 m juoksun aikana nopeus alkaa heiketä n. 140 m jälkeen (Nummela 1994). Nopeuden alenemiseen liittyy olennaisesti lihasten voimantuottokyvyn heikkeneminen, joka ilmenee juostessa askelpituuden lyhenemisenä (Nummela 1989).

4.3.3. Nopeuskestävyys salibandyssä

Useat joukkuepelit ovat kuormitusluonteeltaan intervallityyppisiä, jolloin intensiiviset nopeuskestävyyttä vaativat työjaksot toistuvat. Salibandyssä vaihtojen aikana sykkeet nousevat ajoittain 90-100% arvioidusta maksimista. Yhden vaihdon aikana pelaaja liikkuu n. 100 m (Hokka 2000b), mikä ehkäisee glykolyysin nousemista suoritusta haittaavalle tasolle. Sen perusteella salibandya voidaan luonnehtia pääosiltaan alaktisten sprintti-intervallien peliksi. On kuitenkin otettava huomioon, että anaerobisen glykolyysin toiminta lisääntyy vaihtojen pitkittyessä, jonka mukana myös laktaatin tuotto kiihtyy.

4.3.4. Aerobinen kestävyysuorituskyky

VO_{2max} eli maksimaalinen hapenotto-kyky on yleisesti käytetty aerobisen kestävyuden mittari. Se mittaa kehon kykyä kuljettaa happea hengitysilmaasta työskenteleviin lihaksiin ja niiden kykyä käyttää sitä ATP:n muodostuksessa. Maksimaalinen hapenotto saadaan selville siten, että liikunnan intensiteettiä nostetaan asteittain kunnes testattavan syke ei enää nouse (McArdle 1994, 126). Muita suorituskykyyn vaikuttavia fysiologisia tekijöitä ovat mm. aerobinen ja anaerobinen kynnysteho, glykogeenin riittävyys ja väsyminen (Nummela 1997, 182).

Yksilön VO_{2max} ja liikkeen taloudellisuus määrittelevät yhdessä totaalisen aerobisen kapasiteetin eli kestävyysuorituskyvyn (Bangsbo 1993). Suhteellinen energiankulutus vaadittuun tehtävään nähden vaikuttaa liikkeen taloudellisuuteen (Shephard & Åstrand 1992, 13). Biomekaaniset tekijät eli tekniikka, sulavuus ja tehokkuus siis parantavat suorituskykyä. Suorituksen kannalta on oleellista, että urheilija toimii korkeimmalla mahdollisella energiankulutustasolla, jolla hän pystyy työskentelemään ilman että veren laktaattipitoisuus nousee liiaksi (Nummela 1997, 185). Sen muodostus alkaa normaalisti lisääntymään, kun intensiteetti nousee 70-80% VO_{2max} .

4.3.5. Kestävyysharjoittelun vaikutukset elimistössä

Aerobisen kestävyuden harjoittamisen fysiologiset tavoitteet ovat sydän- ja verenkiertoelimistön kapasiteetin parantaminen sekä happea kuluttavan metabolisen koneiston kehittäminen lihaksessa (McArdle 1994, 355). Selviä harjoittelun vaikutuksia ovat mm. alentunut leposyke ja verenpaine, suurempi sydämen isku- ja minuuttitilavuus sekä muutokset sydänlihaksen seinämien koossa (Holly ym. 1998). Lisäksi, harjoittelu parantaa lihasten energian varastointia ja käyttöä lisäämällä lihasten sisäisten rasvojen ja glykogeenin määrää (Taylor & Bachman 1999).

Testitulokset osoittavat, että kestävyysharjoittelu anaerobisella kynnystasolla (veren laktaatti n. 4 mmol/l) kehittää myös maksimaalista hapenotto-kykyä (Yosida ym. 1982). Harjoittelu tällä tasolla nostattaa kynnystasoa aiheuttamalla anaerobisen glykolyysin alkamisen vasta suuremmalla kuormituksella. Optimaalista harjoitteluintensiteettiä

laktaattikynnyksellä vahvistaa Sjodin (1982) havainnoissaan, joissa myös muutkin aineenvaihdunnalliset tekijät kuten lihassolukoostumus, kapillaaritiheys sekä glykolyttiset ja oksidatiiviset entsyymit huomioitiin. Juoksutehokkuuden nousua kuvastaa Jensenin & Larssonin (1993) tutkimus, jossa kolmen vuoden aikana lisätyn harjoittelumäärän siivittämänä tanskalaiset naisjalkapalloilijat nostivat 4 mmol/l vastaavalla laktaattiarvolla juoksunopeutta 12.1->13.4 km/h.

4.3.6. Aerobinen kestävyys joukkuepeleissä

Vaikka mittaukset (taulukko 2.) viittaavat salibandypelaajien suhteellisen korkeisiin VO_{2max} arvoihin muiden lajien pelaajiin nähden, voidaan ottelun aikana kuljetun matkan (taulukko 4.) perusteella päätellä, että kestävyysominaisuudet eivät ole lajille ensisijaisia. Myös tennispelaajilla on todettu verrattain suuret VO_2 Max arvot ($58,4 \pm 4,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$), vaikka itse pelisuoritus koostuu nopeista anaerobisista pyrähdyksistä (Groppel & Roetert 1992).

Kestävyysharjoittelu lisää mm. lihasten hiusverisuonien määrää, joilla on yhteys laktaatin poistumisnopeuteen (Tesch & Wright 1983). Aktiivisella palautumisella tiedetään olevan positiivista vaikutusta laktaatinpoistoon intervallikuormituksessa (Jacobs 1986), joten salibandyottelun aikana laktaatin poistuminen on oletettavasti hitaampaa kuin esim. jalkapallossa tai maahockeyssa.

Pelaajan kestävyyskunnan mittarina voidaan pitää kykyä pelata vauhdilla jokaisen kohdalleen tulleen pelitapahtuman koko pelin ajan menettämättä taitoaan, nopeuttaan ja tehoaan (Luhtanen 1996, 136). Sen lisäksi, aerobinen kunto esiintyy mm. tehokkaana pallottomana pelaamisena, jolloin pelaaja esim. hakee vapaata paikkaa tai puolustaa. Jalkapalloilijoilla on todettu olevan suurempi sydämen tilavuus sekä vasemman kammion paksuus, kuin aerobiselta suorituskyyvyltään ja antropometrialtaan samanvertaisilla 400m juoksijoilla (Urhausen & Kindermann 1999). Westerlund (1983) kiteyttää, että kestävyys on perusominaisuus, jonka avulla voidaan hyödyntää muita ominaisuuksia.

4.4. Yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu

4.4.1. Samanaikaisen voima- ja kestävyysharjoittelun vaikutukset elimistöön

Kraemerin ym. (1995) tulokset viittaavat siihen, että vain yhden ominaisuuden harjoittaminen on tehokkainta voima- ja kestävyyslajeja silmällä pitäen. Samanaikainen voima- ja kestävyysharjoittelu aikaansaa kuitenkin kehitystä molempiin ominaisuuksiin tietyinä ajanjaksona, mutta ei yhtä paljon kuin lajiharjoitteet yksistään. Kestävyysharjoittelu pyrkii parantamaan hapen kuljetusta ja aineenvaihdunnallisten jätteiden poistumista, kun taas voimaharjoittelusta palautuminen vaatii pääosiltaan korkeaenergistien fosfaattien uudelleenmuodostumista jätteiden poiston lisäksi (Bell ym. 2000). Lisäksi, mm. mitokondrioiden ja aerobisten entsyymien aktiivisuus lisääntyy kestävyysharjoittelussa, mutta pienenee voimaharjoittelussa (Leveritt ym. 1999).

Bell ym. (2000) totesivat, että yhdistetty harjoittelu aiheutti kapillaarien lisääntymistä lihassoluissa enemmän kuin kummankaan ominaisuuden yksittäinen harjoittelu, vaikka aikaisemmat havainnot ovat osoittaneet niiden pikemminkin vähenevän voimaharjoittelun seurauksena (Bell & Jacobs 1990). Sitä tukee mm. yhdistetyn ja pelkän kestävyysharjoittelun yhtäläinen vaikutus VO_{2max} arvojen kehittämisessä (taulukko 8.).

Taulukko 8. Eri harjoitustapojen vaikutus maksimaaliseen hapenottoon ennen sekä 6 ja 12 viikon harjoitusjaksojen jälkeen (Mukaiu, Bell ym. 2000).

K = kestävyys, V = voima, KV = yhdistetty kestävyys ja voima & C = kontrolli

Ryhmä	Sukuoli	VO_{2max} ($l \cdot min^{-1}$)					
		Ennen		6 viikkoa		12 viikkoa	
		Keskiarvo	Keskihaj.	Keskiarvo	Keskihaj.	Keskiarvo	Keskihaj.
C	N ^a	2.64	0.13 ^b	-	-	2.55	0.14 ^b
	M	3.97	0.11 ^b	-	-	3.88	0.19 ^b
K	N ^a	2.71	0.34	2.96	0.32	3.05	0.30 ^c
	M	4.32	0.23	4.44	0.23	4.53	0.24 ^c
V	N ^a	2.82	0.17	2.77	0.28	2.67	0.36
	M	4.35	0.06	4.32	0.06	4.29	0.05
KV	N ^a	2.79	0.10	2.90	0.08	3.00	0.09 ^c
	M	4.27	0.18	4.47	0.20	4.54	0.22 ^c

^a Naiset ovat merkitsevästi eroavia miehiin nähden $P < 0.05$, ^b merkitsevästi eroavia ryhmiin K ja V ennen ja 12 viikon jälkeen $P < 0.05$, ^c merkitsevästi eroavia kuin ennen ja merkitsevästi korkeampi kuin ryhmä V 12 viikon jälkeen $P < 0.05$.

Etenkin joukkuepeleissä, joissa suorituskyyky on riippuvainen monista fyysisistä ominaisuuksista, on käytäntönä harjoittaa eri ominaisuuksia erikseen tai yhdistelemällä (Gorostiaga ym. 1999). Yhdistetyssä voima- ja kestävyysharjoittelussa on huomioitava

oikea harjoitteiden rytmitys sekä riittävä lepo niiden erilaisten ja jopa vastakkaisten harjoitusvasteiden takia (Leveritt ym. 1999). McCarthy ym. (1995) totesivat kolme kertaa viikossa samaan harjoituskertaan sovelletun voima- ja kestävyysosuuden kehittävän molempia ominaisuuksia. Edistys tapahtui jopa niin, että kymmenen viikon aikana yhdistetty ryhmä kehittyi yhtä paljon kyseisissä ominaisuuksissa kuin niitä pelkästään harjoitelleet. Sale ym. (1990) huomasivat voimaharjoittelun olevan tehokkaampaa kun sitä tehtiin eri päivinä kuin kestävyysharjoittelua, mutta kestävyuden koheneminen tapahtui samankaltaisesti riippumatta siitä harjoiteltiinko eri ominaisuuksia samana päivänä. Sen sijaan, samana päivänä suoritettu voima- ja kestävyysharjoittelu aiheutti merkitsevän nousun ($p < 0.005$) oksidatiivisen entsyymin sitraattisyntaasin aktiivisuudessa.

4.4.2. Kestävyysharjoittelun vaikutus voimaominaisuuksiin

Hicksonin (1980) tutkimuksissa koehenkilöt oli jaettu voima-, kestävyys- ja voima/kestävyysryhmään. Yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu sai aikaan voiman kohenemisen viiden viikon aikana, mutta sen jälkeen ryhmän voimatulokset kääntyivät laskuun. Sen oletettiin johtuvan siitä, että kestävyysominaisuuksia harjoitettiin yhdistetyssä ryhmässä suhteessa liikaa voimaominaisuuksien kustannuksella. Leveritt ym. (1999) perustelee ilmiön sillä, että kestävyysharjoittelun väsyttämänä lihas ei kykene tuottamaan riittävää supistusvoimaa voimaharjoittelun kehittymisen kannalta.

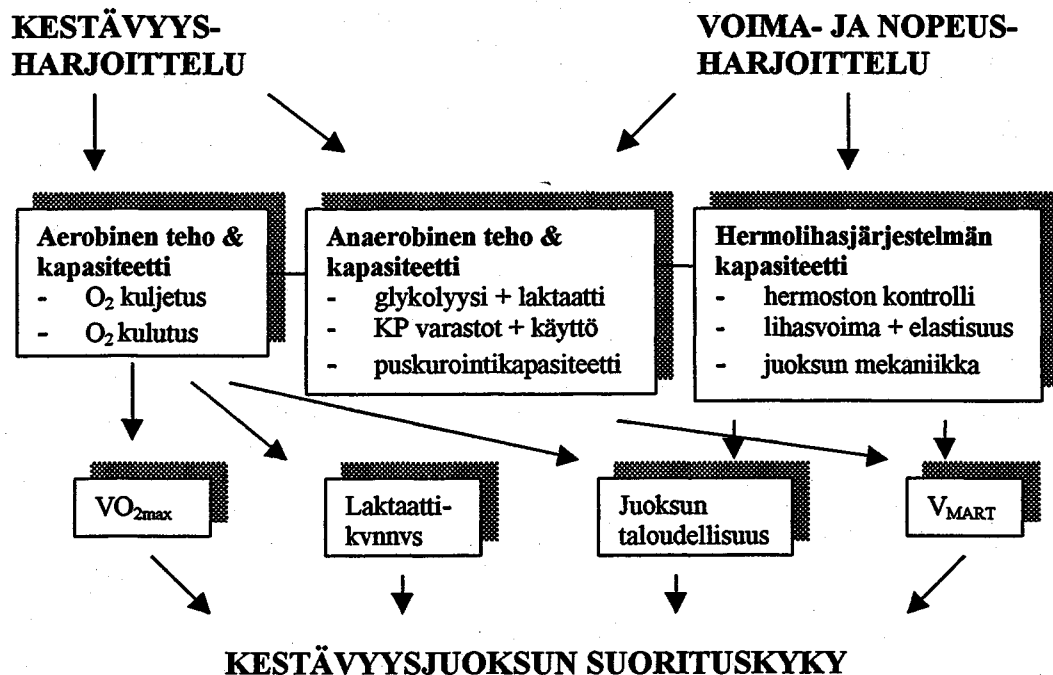
Bell ym. (2000) tulkitsee voiman kehittymistä heikentävien tekijöiden aiheutuvan osittain lihaksen hypertrofisten responssien alentumisesta, joka saattaa riippua korkeiden kortisolimäärien osoittamasta katabolisesta tilasta. Lisäksi, ilmiö saattaa olla spesifinen lähinnä tyyppin I eli hitailla lihassoluilla, joiden pyrkimys hapenkulutuksen optimoimiseksi tapahtuu kestävyysuorituksen aiheuttaman stressin vaikutuksesta.

4.4.3. Voimaharjoittelun vaikutus kestävyysominaisuuksiin

6–12-viikon yhdistetty voima- ja kestävyysharjoittelu ei tiettävästi heikennä kestävyysominaisuuksia (Hickson 1980, Bell ym. 2000, Kraemer ym. 1995). On kuitenkin huomattu, että yli 12-viikon samanaikainen harjoittelu saattaa vaikuttaa negatiivisesti kestävyysominaisuuksien kehitykseen (Nelson ym. 1990).

Lihäs-jänne-kompleksin elastisten ominaisuuksien tiedetään olevan keskeisiä lihaksen energiansäästön kannalta liikkumisessa. Kubon ym. (2000) havaintojen perusteella kestävyysjuoksijoiden jänteet olisivat vähemmän joustavia kuin harjoittelemattomilla ihmisillä. Jopa pelkän alaraajojen kimmoisuusharjoittelun seurauksena on saatu hapenottokykyä nostettua tavallisilla kuntoilijoilla 8 viikon aikana (Potteiger ym. 1999).

Voimaharjoittelun merkitys onkin kasvanut kestävyysjuoksijoiden suorituskyvyn kohentamiseksi (Paavolainen ym. 1999, Hickson ym. 1988). Yhteistä näissä tutkimuksissa on ollut koehenkilöiden juoksuajan sekä voimaominaisuuksien paraneminen VO_{2max} pysyessä lähtötasollaan, vaikka voimaharjoittelu on ollut hieman erilaista. Hickson (1988) käytti maksimivoimaharjoittelua ja Paavolainen (1999) nopeusvoimaharjoittelua ohjelmassaan. Tulokset on perusteltu mm. hermolihasjärjestelmän tehostuneella toiminnalla, jonka seurauksena on ollut lihasten taloudellisuuden ja hyötysuhteen koheneminen (Nummela 1997, 191). Myös ylävartalon maksimivoimaharjoittelulla on todettu olevan positiivinen vaikutus hiihtäjien tasatyönnon taloudellisuuteen (Hoff ym. 1999). Hortobagyi ym. (1991) totesivat että voiman ja juoksuosuorituksen kehitys ei ole riippuvainen voimaharjoittelun intensiteetistä. Kuvassa 14. on esitetty malli voima- ja kestävyysharjoittelun yhteisvaikutuksesta kestävyysjuoksun suorituskykyyn.



Kuva 14. Hypoteettinen malli kestävyys- ja voimaharjoittelun vaikutuksista kestävyysjuoksun suorituskykyyn hyvin harjoitelleilla urheilijoilla (Mukaiilu: Paavolainen ym. 1999). V_{MART} = huippunopeus MART (maksimaalinen anaerobinen juoksutesti).

5. TUTKIMUSONGELMAT

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää kuinka salibandypelaajien fyysiset ominaisuudet muuttuvat peruskunto- sekä sarjakauden aikana, kun eri ominaisuuksien harjoittelumääriä muutetaan.

Tutkimusongelmat:

1. Mitä mahdollisia muutoksia tapahtuu voima-, nopeus- ja kestävyysominaisuuksissa eri harjoittelumäärillä peruskunto- sekä sarjakaudella?
2. Miten paljon eri fyysisten ominaisuuksien harjoittelumäärät vaikuttavat salibandyn peliominaisuuksiin kuten ketteryys, laukaisunopeus ja lajinopeus/taitavuus?

6. TUTKIMUSASETELMA

6.1. Tutkimusaikataulu

Tutkimuksen pääosio sijoittui kauden 2000-2001 peruskuntokaudelle, joihin liittyvät mittaukset sijoittuivat kesäkuun ja syyskuun alkuun jolloin suoritettiin kaikki testit (taulukko 9.). Lisäksi, sarjakauden syysosauuden jälkeen tehtiin suurin osa testeistä (maksimivoima, nopeusvoima, kiihdytysnopeus, aerobinen kestävyys, anaerobinen kestävyys, & ketteryysjuoksu), jotka sijoittuivat joulukuun alkuun.

Taulukko 9. Tutkimusaikataulu.

Viikot	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Jakso 1.	←-----→						←-----→							
Harjoituskausi	PK 1						PK 2							
Testit	x												x	x
Viikot	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Jakso 1.	←-----→				←-----→									
Harjoituskausi	KVK				SK									
Testit														x

PK1 & PK2 = peruskuntokausi, KVK = kilpailuun valmistava kausi, SK = sarjakausi (syysosa)

6.2. Koehenkilöt (n = 37) ja harjoitusryhmät

Koehenkilöt koostuivat yhteen seuraan kuuluvista pelaajista, jotka osallistuivat kyseisellä kaudella Salibandyliigaan (SM-sarja) tai A-juniorien SM-sarjaan. Kyselyn perusteella kaikkien henkilöiden pelivuosien keskiarvoksi saatiin $6\pm 2,6$ vuotta. Heidät jaettiin kolmeen ryhmään (eri joukkueet), jotka harjoittelivat peruskuntokauden yhdessä. Ryhmät nimettiin harjoittelun painotuksen perusteella. Pelaajien ikä, pelikokemus, pituus, paino sekä rasva % on koottu taulukkoon 10. ryhmittäin. Harjoituskausien aikana ei antropometriassa tapahtunut merkittäviä muutoksia missään ryhmässä.

Taulukko 10. Koehenkilöiden tiedot ryhmittäin

Ryhmä	n	Ikä	Pelivuodet	Pituus (cm)	P1 (kg)	P2 (kg)	R%1	R%2
1. (Kestävyys)	16	19 \pm 1	5 \pm 2	181 \pm 6	71 \pm 7	73 \pm 7	16 \pm 3	17 \pm 4
2. (Yhdistetty)	11	22 \pm 3	7 \pm 2	177 \pm 6	74 \pm 7	75 \pm 6	17 \pm 2	16 \pm 2
3. (Voima)	10	23 \pm 3	8 \pm 3	179 \pm 7	77 \pm 7	77 \pm 8	16 \pm 3	16 \pm 3

P1 = paino alkumittaus, P2 = paino peruskuntokauden jälkeen, R%1 = rasvaprosentti alkumittauksissa, R%2 = rasvaprosentti peruskuntokauden jälkeen.

6.3. Harjoittelun jakautuminen eri ryhmillä

Peruskuntokauden harjoitustuntien määrät oli suunniteltu yhtäläisiksi kaikille ryhmille. Harjoiteltavat ominaisuudet jaettiin ryhmien välillä siten, että nopeuskestävyyttä (10%) ja peli/lajiliikkumista (30%) oli suunniteltu kaikille yhtä paljon. Sen sijaan, nopeus-/voimaharjoittelun ja kestävyysharjoittelun määriä vaihdeltiin ryhmien välillä (LIITE 1.). Taulukossa 11. on esitetty harjoittelun todellinen jakautuminen harjoituspäiväkirjan mukaan.

Taulukko 11. Harjoiteltavien ominaisuuksien viikoittainen jakautuminen eri ryhmillä peruskuntokaudella.

	Kestävyys	Yhdistetty	Voima
Peli/lajiliike	34,8 %	36,9 %	36,8 %
Nopeuskestävyys	10,2 %	10,4 %	10,4 %
Kestävyys	36,3 %	23,7 %	10,8 %
Nopeus/voima	18,8 %	28,9 %	42,0 %
Harjoitusaika / viikko (ka)	394 min	383 min	385 min

Kilpailuun valmistavan kauden ja sarjakauden harjoitusohjelma muuttui selkeästi peruskuntokaudesta. Peli/lajiliikkuminen vastasi yli 70% kaikkien ryhmien harjoittelusta (taulukko 12.). Sen sijaan, muiden ominaisuuksien harjoittaminen pieni selkeästi.

Taulukko 12. Harjoiteltavien ominaisuuksien viikoittainen jakautuminen eri ryhmillä kilpailuun valmistavalla kaudella sekä sarjakaudella.

	Kestävyys	Yhdistetty	Voima
Peli/lajiliike	79,9 %	70,2 %	70,2 %
Nopeuskestävyys	6,0 %	3,4 %	3,4 %
Kestävyys	3,5 %	6,3 %	6,3 %
Nopeus/voima	10,6 %	20,1 %	20,1 %
Harjoitusaika / viikko (ka)	335 min	405 min	405 min

Harjoitusmenetelmät olivat samoja kaikilla ryhmillä. Harjoittelu oli pääosin ohjattua ja kontrolloitua, mutta joitain harjoitteita koehenkilöt suorittivat itsenäisesti. Koehenkilöt pitivät myös harjoittelupäiväkirjaa.

6.4. Harjoittelun kuvaus

6.4.1. Peruskuntokausi 1.

Palloilu / lajinomainen liikkuminen

- Drillejä: eri suuntiin liikkuminen, ketteryys, koordinaatio, käännökset jne.
- Eri pelejä kuten jalkapallo, ultimate, koripallo jne.

Nopeuskestävyys

Tehointervallit radalla juosten:

Esim. 6 x 300 m / 3', teho : 85 %, syke 165-175 lyöntiä/min

Kestävyys

- Peruskestävyys: tasavauhtinen pyöräily, rullaluistelu tai juoksu

Esim. 60 min, teho 60-70%, syke 130-160 lyöntiä/min

- Vauhtikestävyys: maastujuoksu

Esim. 40 min, teho 70-80%, syke 140-170 lyöntiä/min

Voima

Perus- ja nopeusvoima: kuntosaliharjoittelua koko vartalon lihaksille, pääpainotus alaraajoihin sekä keskivartaloon 5-7 liikettä / harjoitus.

Esim. rinnalle veto 3 x 10, suoritustapa nopea (LIITE 2 ja 3).

Taulukko 13. Esimerkki viikko-ohjelmasta peruskuntokaudella (PK 1)

Viiikko 24		Ryhmä 1.	Ryhmä 2.	Ryhmä 3.
Ma	12.kesä	Voima 1. + peli/lajiliike	Voima 1. + peli/lajiliike	Voima 1. + peli/lajiliike
Ti	13.kesä	Kestävyys 2.	Voima 2. + kestävyys 1.	Voima 2. + kestävyys 1.
Ke	14.kesä	Nopeuskestävyys 1. + peli/lajiliike	Nopeuskestävyys 1. + peli/lajiliike	Nopeuskestävyys 1. + peli/lajiliike
To	15.kesä	Voima 1. + kestävyys 1.	Kestävyys 2.	Voima 1.
Pe	16.kesä	Kestävyys 3. + peli/lajiliike	Voima 3. + peli/lajiliike	Voima 2. + peli/lajiliike
La	17.kesä	Lepo	Lepo	Lepo
Su	18.kesä	Lepo	Lepo	Lepo

6.4.2. Peruskuntokausi 2

Palloilu / lajiharjoittelu

- Drillejä: eri suuntiin liikkuminen, ketteryys, koordinaatio, käännökset jne.
- Salibandy: pienpelit, pallonkäsittely, lajitaidot

Nopeuskestävyys

Tehointervallit radalla juosten:

Esim. 3 x 2 x 200m 2'/8', teho 90%, syke 175-185 lyöntiä/min

Kestävyys

- Peruskestävyys: tasavauhtinen pyöräily, rullaluistelu tai juoksu

Esim. 60 min, teho 60-70%, syke 130-160 lyöntiä/min

- Vauhtikestävyys intervallit radalla juosten:

Esim. 4 x 1000 m, teho 70-80%, syke 140-170 lyöntiä/min

Nopeus + voima

- Perusvoima (kuntosaliharjoitteet, kuntopiiri) (LIITE 2 ja 3)

Kuntosaliharjoittelua koko vartalon lihaksille, pääpainotus alaraajoihin sekä keskivartaloon 5-7 liikettä / harjoitus. Esim. jalkakyykky 3 x 10.

b) Nopeusvoima

Kuntosaliharjoitteet: esim. vauhtipunnerrus 4 x 5, räjähtävä suoritus.

Loikat: esim. vuoroloikka 4 x 20 m.

Aitahyppy: esim. tasajalkahyppy 4 x 8 aitaa.

c) Juoksunopeus (sprintit, ylämäkijuoksut, rappusjuoksut):

Esim. sprintit reaktiolähdöillä 6 x 20 m, teho 100%

Taulukko 14. Esimerkki peruskuntokauden viikko-ohjelmasta (PK 2)

Viikko 33		Ryhmä 1.	Ryhmä 2.	Ryhmä 3.
Ma	14.elo	Lepo	Lepo	Lepo
Ti	15.elo	Voima 2.+ kestävyys 1.	Voima 3. + kestävyys 1.	Voima 3. + kestävyys 1.
Ke	16.elo	Kestävyys 2. + Nopeuskest. 10.	Nopeuskest. 10. + nopeus/loikat 1.	Nopeuskest. 10.+ nopeus/loikat 1.
To	17.elo	Salibandy + nopeus/loikat 1.	Kestävyys 2.	Nopeus/loikat/kuntopiiri
Pe	18.elo	Lepo	Salibandy + nopeus/loikat 2.	Salibandy + nopeus/loikat 2.
La	19.elo	Salibandy + Kestävyys 3.	Lepo	Lepo
Su	20.elo	Salibandy	Salibandy	Salibandy

6.4.3. Kilpailuun valmistava kausi ja sarjakausi

Lajiharjoittelu

Salibandy: yksilötaidot, joukkuetaktiikka, otteluun valmistautuminen

Nopeuskestävyys

Intervallivedot kentällä mailan kanssa ja mahdollisilla pallokosketusosioilla

Esim. 6 x 160 m (4 kertaa kentän mitta), teho 80 %, seinäsyöttö + maalilaukaus lopuksi

Kestävyys

Peruskestävyys tasavauhtinen: kuntopyörä tai juoksulenkki 20-30 min, teho 60-70%.

Nopeus + voima

a) Perusvoima + nopeusvoima (kuntosaliharjoitteet, kuntopiiri) (LIITE 3)

b) Nopeusvedot kentällä mailan kanssa:

Esim. kiihdytys 10 m, käänös 90°, kiihdytys 20 m, teho 100%.

Taulukko 15. Esimerkki sarjakauden viikko-ohjelmasta

Viikko 43		Ryhmä 1.	Ryhmä 2.	Ryhmä 3.
Ma	14.elo	Lenkki + voima	Lenkki + voima	Lenkki + voima
Ti	15.elo	Lepo	Saliharjoitus	Saliharjoitus
Ke	16.elo	Saliharjoitus + nopeuskestävyys	Ottelu	Ottelu
To	17.elo	Saliharjoitus	Salibandy + nopeuskestävyys	Salibandy + nopeuskestävyys
Pe	18.elo	Lepo	Salibandy	Salibandy
La	19.elo	Saliharjoitus	Lepo	Lepo
Su	20.elo	Ottelu	Ottelu	Ottelu

7. MITTAUSMENETELMÄT

7.1. Pelaajien ominaisuudet

Pelaajien ikä, pelikokemus ja pituus tallennettiin kyselyn perusteella ennen alkumittauksia. Punnitus suoritettiin paikan päällä ennen jokaista mittausajankohtaa. Rasvaprosentin mittausta tehtiin neljän pisteen ihopoimiumittauksella (Durnin & Wormsley 1974).

7.2. Maksimivoima

Alaraajojen maksimivoima mitattiin nelipäisestä reisilihaksesta unilateraalisella polvinivelen ojennuksella. Lämmittelyn jälkeen kumpikin jalka mitattiin erikseen. Suoritus alkoi 80° nivelkulmasta ja hyväksyttiin kun liike saavutti 160° kulman. Suurin suoritettu kilometri tallennettiin. Testin nopeuttamiseksi koehenkilöitä kehoitettiin kokeilemaan mahdollinen maksimimäärä jo testiä edeltävinä päivinä.

7.3. Nopeusvoima

7.3.1. Jalkojen ponnistusvoima

Jalkojen nopeusvoimaominaisuuksia mitattiin kontaktimatolla esikevennetyllä hypyllä. Laitteisto toimii siten, että mattoon kiinnitetty kello mittaa lentoajan, jonka avulla se laskee hypyn nousukorkeuden seuraavasti (Bosco ym. 1982):

$$h = \frac{g \times t^2}{8}$$

h = painopisteen korkeus
 g = 9.81 m/s² (maanvetovoiman aiheuttama kiihtyvyys)
 t = mitattu lentoaika (s)

Suoritustapaan vakioitiin seuraavat seikat: kädet lantiolla koko hypyn ajan sekä alastulo päkiöille ja polvet ojennettuina. Suoritus tehtiin kaksi kertaa, joista parempi tulos otettiin huomioon.

7.3.2. Ylävartalon voima

Ylävartalon nopeusvoimaa mitattiin kuntopallon (5 kg) heitolla pelaajan laukaisupuolelta. Suorituksessa mitattiin heiton pituus pallon alastulopaikalta. Se tapahtui toinen kylki edellä heittosuuntaan päin etummainen jalka viivalla. Jalkojen tuli pysyä vierekkäin lattiassa koko ajan, mutta keskivartalon ja yläraajojen lihakset saattoivat kiertyä molempien käsien toiminnan mukana. Kahdesta heitosta parempi tulos tallennettiin.

7.4. Kiihdytysnopeus

Kiihdytysnopeus mitattiin 5 m ja 20 m matkalta valokennoilla. Lähtö tapahtui paikaltaan ja seisten juoksijan omasta aloitteesta. Jokainen juoksi kahdesti, joista parempi otettiin huomioon.

7.5. Aerobinen kestävyys

Aerobisen kestävyuden mittaamisessa käytettiin EURO-testiä (Leger & Lambert 1982), joka on ns. monitasoinen sukkulajuoksu testi (piip-testi tai äänijänistesti). Siitä saadaan suuntaa-antava tulos maksimaalisesta hapenottokyvystä lajinomaisesti juosten. Ramsbottom ym. (1988) mittasivat sukkulajuokсутestin ja VO_{2max} testin tulosten korrelaatiokertoimeksi $r=0.92$ ($n=74$)(LIITE 4.).

Testissä juostaan edestakaisin 20-metrin matkaa äänimerkkien tahdissa, jotka kuuluvat aina käännöstä tehtäessä. Testissä on kaikkiaan 21 tasoa, joilla kullakin tietty määrä äänimerkkejä. Ensimmäisellä tasolla vauhti on melkein pä kävelyvauhtia, mutta jokaisella tasolla se kiihtyy. Koehenkilö juoksee niin kauan kunnes ei enää pysy äänimerkkien tahdissa. Tällöin juostu aika tai saavutettu taso ja sen vaihtumisen jälkeinen äänimerkkien määrä on testituloksena, joka muutetaan taulukossa (LIITE 4.) maksimaaliseksi hapenotoksi.

7.6. Anaerobinen kestävyys

Anaerobisten ominaisuuksien mittaaminen tapahtui viivajuoksutestillä, jossa 10 m matkaa juostiin edestakaisin 2 x 45 sekuntia. Juoksijan jalan tuli ylittää 10 m viiva käännöstä tehdessään. Palautuminen vetojen välillä oli 60 sekuntia. Suorituksesta mitattiin kuljettu matka molemmissa juoksussa. Yhteenlaskettu kokonaismatka laskettiin kuvastamaan anaerobista kapasiteettia sekä hyötysuhdetta ja kahden suorituksen erotus viittasi yksilön palautumiskykyyn.

Anaerobisen kapasiteetin sekä palautumiskyvyn vahvistamiseksi koehenkilöiltä otettiin lisäksi laktaattinäytteitä (LIITE 5.). Ihopistonäyte otettiin nimettömästä tai keskisormesta. Lansetin pistoksesta 50 µl verta valutettiin mikropipettiin, josta se puhallettiin perkloorihappoa sisältävään tuubiin. Aineet sekoitettiin hyvin ja laitettiin kylmään laboratorioanalyysia varten. Laktaattimääritys tapahtui spektrofotometrillä (Shimadzu CL-720), jossa laktaatti reagoi täysin entsymaattisesti aiheuttaen NADH:n absorbanssin kasvun, joka mitataan 340 nm:ssä.

7.7. Nopeustaitavuus

7.7.1. Ketteryysjuoksu

Ketteryystesti sisälsi liikkumista etuperin, takaperin, sivulle ja kiertäen sekä laukaisun paikallaan olevaan palloon (LIITE 6.). Ketteryysrata suoritettiin niin nopeasti kuin mahdollista. Kahdesta yrityksestä parempi otettiin huomioon.

7.7.2. Pallon kuljetus pujotteluradalla ilman väsytystä ja väsytyksellä

Pujottelurata sisälsi viisi kierrettävää kartiota ja kaksi estettä, joiden yli pallo tuli vipata kuljetuksen aikana (LIITE 7.). Ensin pujottelurata juostiin läpi pallon kanssa paikaltaan lähdöllä. Sen jälkeen sama rata juostiin 45-sekunnin intervallijuoksun jälkeen. Koehenkilöt suorittivat 3 x 20 m maksimaaliset sprintit ilman palloa. Niiden välissä oli aktiivinen palautuminen, jolloin heillä oli 10-sekuntia aikaa hölkätä takaisin 20 m lähtöviivalle. Välittömästi kolmannen sprintin jälkeen he siirtyivät pujotteluradalle, jonka lähtöviivalta

ottivat pallon mukaan. Ajanotto alkoi kun koehenkilö ylitti lähtölinjan. Molemmat suoritukset tehtiin kahdesti, joista parempi tallennettiin.

7.8. Laukaisutarkkuus ilman väsytystä ja väsytyksellä

Ensin koehenkilöt suorittivat tarkkuustestin, jossa kymmenen palloa laukaistiin paikaltaan pyöreään (halkaisija 1 m) maalitauluun (LIITE 8.). Se sisälsi viisi rengasta, joista sai pisteitä yhdestä viiteen ulkoapäin sisään lukien. Pisteet laskettiin yhteen. Seuraavaksi, koehenkilöt suorittivat saman laukaisutestin 45-sekunnin intervallijuoksun jälkeen (sama kuin ennen pujottelua).

7.9. Laukaisunopeus

Laukaisunopeus mitattiin tutkalla, joka oli sijoitettu 3 m päähän laukaisupaikasta. Suoritustapana oli ns. lyöntilaukaus, jossa salibandyn sääntöjä noudattaen mailan lapa ei saa nousta lantion yläpuolelle takaheilauksen aikana. Kolmesta laukauksesta paras tulos taltioitiin.

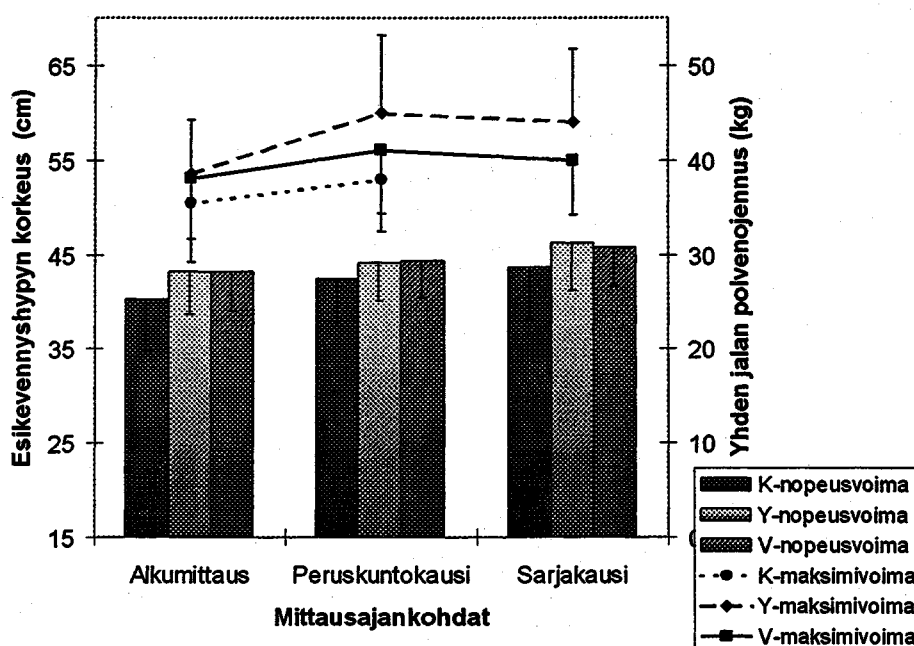
7.10. Tilastolliset menetelmät

Tilastollisiin menetelmiin käytettiin Excel- taulukkolaskentaohjelmaa, jolla laskettiin keskiarvot, keskihajonnat, korrelaatiot ja merkitsevyytasot. Tilastollisten merkitsevyyksien löytämiseksi käytettiin ANOVA (repeated measures), kun tuloksia oli kolmesta eri mittauskerrasta. Kaksisuuntaista t-testiä käytettiin niiden tulosten vertailuun, joita oli vain kahdelta mittausajankohdalta.

8. TULOKSET

8.1. Maksimivoima

Nelipäisen reisilihaksen maksimivoimaominaisuuksissa tapahtui pieniä muutoksia, mutta ne eivät saavuttaneet tilastollista merkitsevyyttä (kuva 15). Yhdistetyllä ryhmällä on suurin voimanlisäys havaittavissa peruskuntokaudella (n. 13 %), jolloin myös muilla ryhmillä voima-arvot paranivat.



Kuva 15. Maksimivoiman ja nopeusvoiman muutokset peruskunto- ja sarjakausien aikana. K = kestävyysryhmä (n = 12), Y = yhdistetty ryhmä (n = 10), V = voimaryhmä (n = 10).

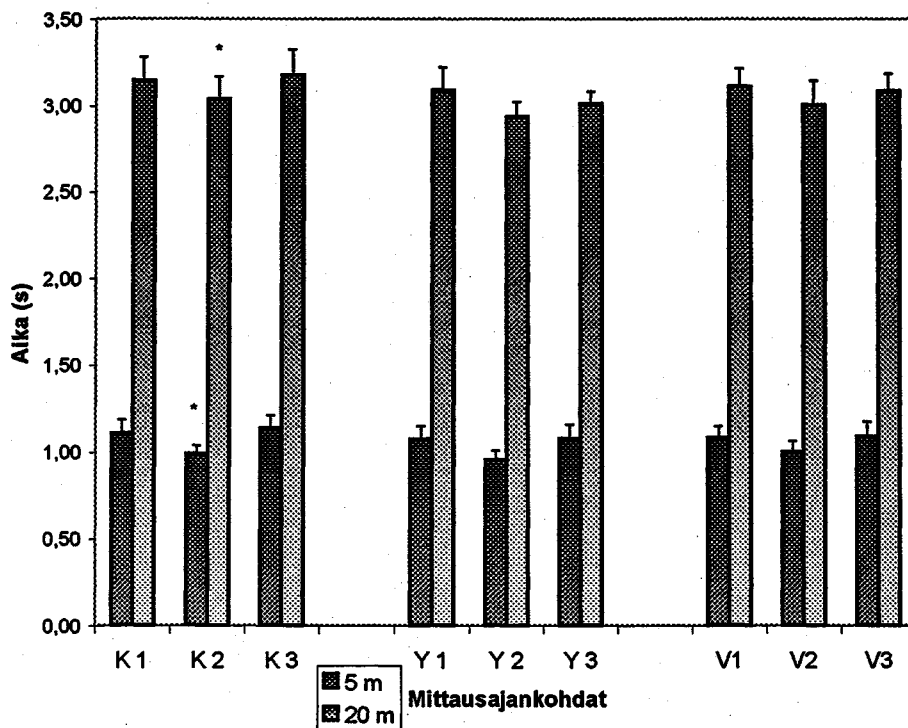
8.2. Nopeusvoima

Nopeusvoimaominaisuuksien muutokset harjoituskausien aikana korreloivat maksimivoiman muutosten kanssa merkitsevästi ($r = 0.77$, $p < 0.025$). Esikevennyshyppyjen korkeuksien muutokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä (kuva 15.). Paras ryhmän keskiarvo oli yhdistetyllä ryhmällä ($46,2 \pm 5,0$ cm) sarjakauden mittauksessa.

8.3. Kiihdytysnopeus

5 ja 20-metrin kiihdytysnopeuden suhteen kaikkien ryhmien tulokset paranivat alkumittauksista peruskuntokauden aikana mutta heikkenivät jälleen sarjakauden aikana (kuva 16.). Kestävyysryhmällä sarjakauden juoksuajat olivat jopa heikompia kuin alkumittauksien. Juoksumatkojen ajat korreloivat eri ryhmien kohdalla seuraavasti: kestävyys, $r = 0.74$ ($p < 0.001$); yhdistetty, $r = 0.78$ ($p < 0.001$); voima, $r = 0.77$ ($p < 0.001$). Nopeimmat keskiarvot olivat yhdistetyn ryhmän peruskuntokauden jälkeiset (5 m = $0,95 \pm 0,05$ s & 20 m = $2,93 \pm 0,09$).

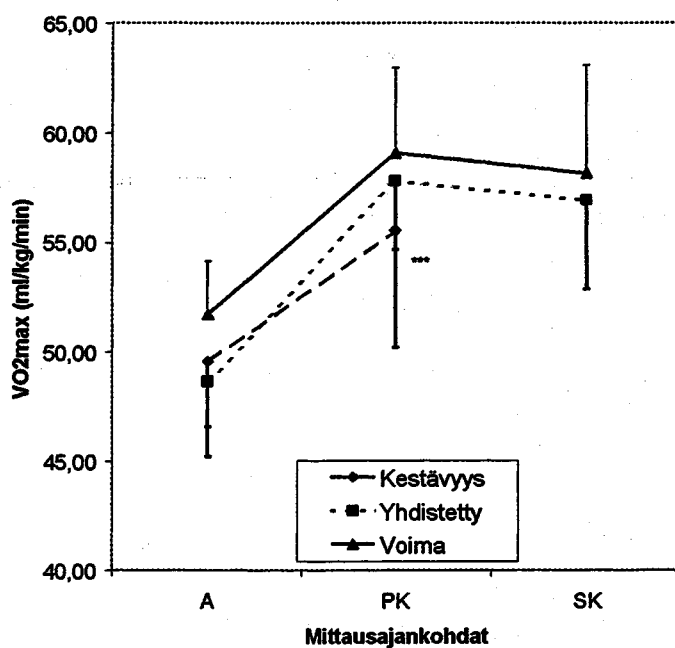
Kestävyysryhmän ajat paranivat tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0.05$) molemmilla sprinttimatkoilla (kuva 16.). Yhdistetyn ja voimaryhmän muutokset eivät saavuttaneet tilastollista merkitsevyyttä, vaikka suuntaus oli samankaltainen kestävyysryhmän kanssa.



Kuva 16. 5 ja 20 metrin sprinttiaikojen keskiarvot eri harjoituskausina. K = Kestävyysryhmä (n = 12), Y = yhdistetty ryhmä (n = 11), V = voimaryhmä (n = 10), 1 = alkumittaus, 2 = peruskuntokauden jälkeen, 3 = sarjakauden syysosan jälkeen. * $p < 0.05$.

8.4 Aerobinen kestävyys

Maksimaalisen hapenottokyvyn suhteen on havaittavissa parannusta peruskuntokauden aikana jokaisessa ryhmässä (kuva 17.). Kestävyysryhmän muutos peruskuntokauden aikana on tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0.001$). Eniten paransi yhdistetty ryhmä ($48,62 \pm 3,44 > 57,81 \pm 3,15$ ml/kg/min), mutta tulos ei ole tilastollisesti merkitsevä.



Kuva 17. Maksimaalisen hapenottokyvyn muutokset epäsuoralla menetelmällä mitattuna (EURO - testi). Kestävyys (n = 11), yhdistetty (n = 9), voima (n = 9). A = alkumittaus, PK = peruskuntokauden jälkeinen mittaus, SR = sarjakauden syysosan jälkeinen mittaus. Merkitsevyydet muutoksissa edelliseen mittaukseen verrattuna: *** $p < 0.001$.

8.5. Anaerobinen kestävyys

Anaerobinen suorituskyky kehittyi kestävyys- ja voimaryhmässä siten, että juostu kokonaismatka 2 x 45 s viivajuoksutestissä piteni jokaisen harjoituskauden jälkeen (J1+J2) (taulukko 16. ja kuvat 18. & 20.). Sarjakauden aikana yhdistetyllä ryhmällä tulos heikkeni hieman (taulukko 16.). Tilastollisia merkitsevyyksiä kokonaismatkalla (J1+J2) ei kuitenkaan tapahtunut. Kaikkiaan paras kokonaismatkojen tulos oli voimaryhmän sarjakauden aikainen (355±13 m).

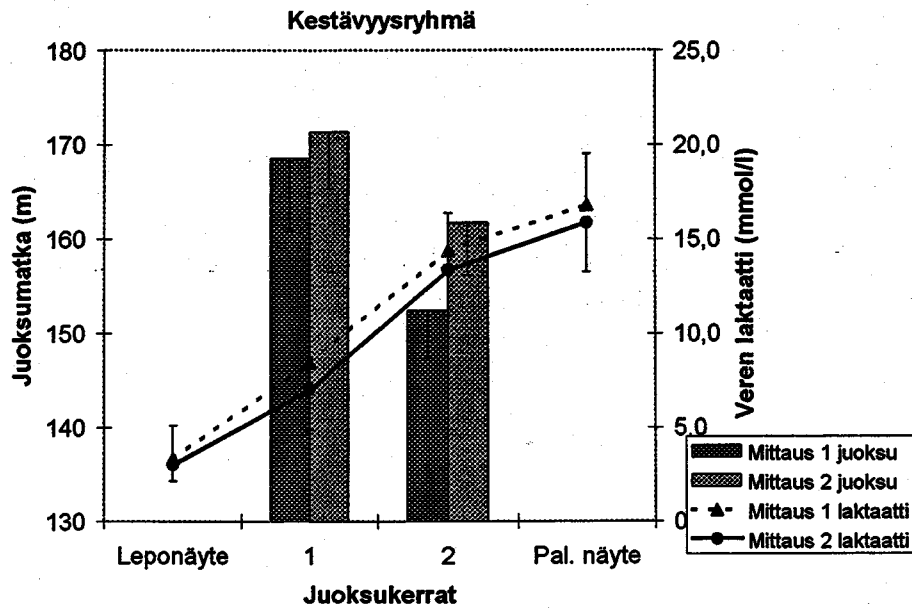
Juoksujen väliseen palautumiskykyyn viittaavat arvot (J1-J2) pienenevät eniten voimaryhmällä. Sen sijaan, kyseiset arvot pienenevät kaikilla ryhmillä selkeästi vain peruskuntokauden aikana. Ensimmäisten juoksujen (J1) tulokset paranivat selkeästi ainoastaan kestävyysryhmällä. Peruskuntokauden ja sarjakauden välillä oli n. 5-metrin edistys (taulukko 16.), mutta tilastollisesti muutos ei ollut merkitsevä.

Taulukko 16. Anaerobinen suorituskyky 2 x 45 s viivajuoksussa.

	L0 mmol/l	J1 m	L1 mmol/l	J2 m	L2 mmol/l	J1+J2 m	J1-J2 m	L3 mmol/l
<u>Kestävyys n=11</u>								
A	3,3±1,8	169±8	8,5±1,9	152±5	14,4±2,0	329±12	16±5	16,8±2,7
PK	3,0±0,8	171±6	7,0±2,1	162±6	13,4±2,4	334±10	10±6	15,9±2,6
SK		176±5		165±5 *		340±9	11±1	
<u>Yhdistetty n=8</u>								
A	2,2±0,4	176±3	7,6±2,9	163±6	13,8±1,1	339±9	13±4	15,6±2,1
PK	3,2±1,6	177±4	8,1±1,8	171±7	14,5±1,6	348±10	6±5	14,4±1,8
SK		177±4		170±4		347±7	7±1	
<u>Voima n=9</u>								
A	2,8±1,8	178±6	7,2±2,6	164±6	12,3±2,9	341±11	14±5	15,8±3,7
PK	3,4±1,6	179±8	8,8±3,2	171±8	13,3±2,5	350±15	7±6	15,7±3,9
SK		179±6		176±7		355±13	3±1	

L0 = laktaatti levossa, J1 = juostu matka ensimmäisen 45 s aikana, L1 = laktaatti heti ensimmäisen juoksun jälkeen, J2 = juostu matka toisen 45 s aikana, L2 = laktaatti heti toisen juoksun jälkeen, J1+J2 = juoksujen yhteen laskettu matka, J1-J2 = juoksumatkojen välinen erotus, L3 = laktaatti 5 min toisen juoksun jälkeen. A = alkumittaus, PK = peruskuntokauden jälkeinen mittaus, SK = sarjakauden aikainen mittaus. * p<0.05.

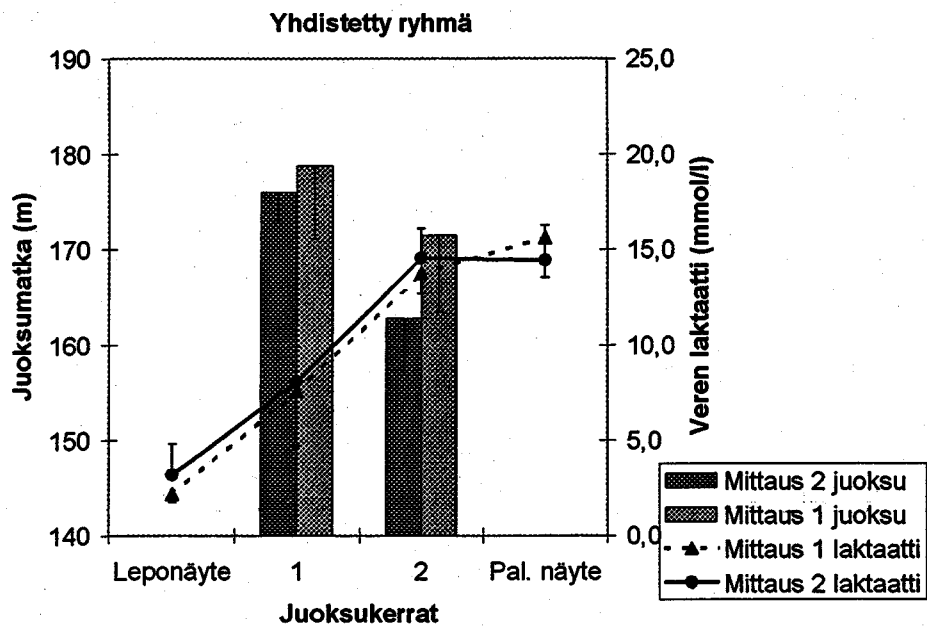
Testin toinen juoksu (J2) parani kestävyysryhmällä noin 10-metriä peruskuntokauden jälkeen ja sarjakauden jälkeen noin 3-metriä (taulukko 16.). Muutokset olivat tilastollisesti merkitseviä ($p < 0.05$). Kestävyysryhmän laktaattiarvot alenivat kaikilla mittauspisteillä peruskuntokauden jälkeen noin yhden mmol/l verran (kuva 18.), mutta ei kuitenkaan merkitsevästi.



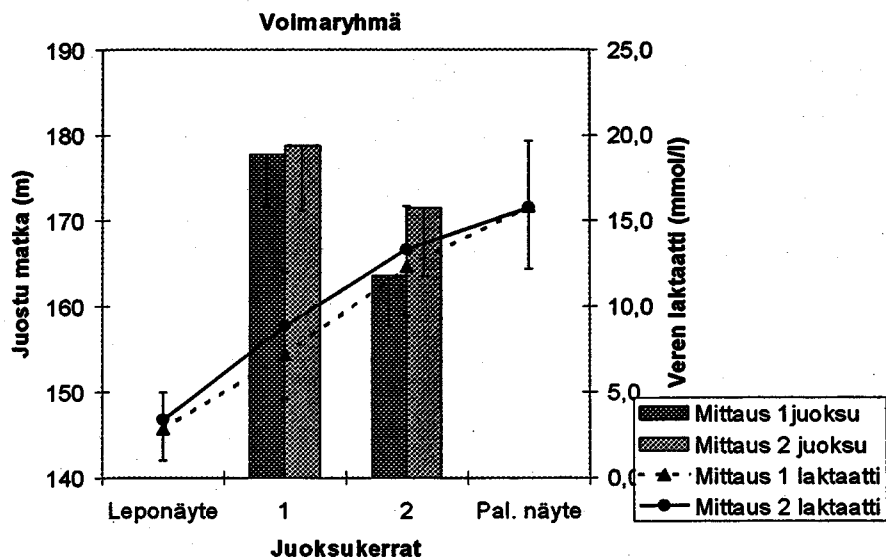
Kuva 18. Kestävyysryhmän 2 x 45 s viivajuoksu. Laktaattimittaus 1 on alkumittaus ja mittaus 2 peruskuntokauden jälkeinen. Leponäyte = ennen juoksua, 1 = 1. juoksun jälkeen, 2 = 2. juoksun jälkeen & Pal. Näyte = 5 min juoksujen jälkeen.

Yhdistetty ryhmä paransi toisen juoksun (J2) pituutta noin 8 metriä peruskuntokauden aikana, mutta sarjakauden jälkeen kyseinen matka jopa lyheni hieman (taulukko 16. ja kuva 19.). Kokonaismatkan tulokset muuttuivat samassa suhteessa, mutta eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Alkumittauksissa lepo- ja J1-laktaattiarvot olivat alemmat kuin peruskuntokauden jälkeisessä mittauksessa, mutta J2- ja palautumisarvot olivat samalla tasolla molemmilla mittauskerroilla.

Voimaryhmällä oli myös pieni ensimmäisten juoksujen (J1) ero, mutta toisten juoksujen (J2) ja kokonaismatkan (J1+J2) suhteen kehitys oli tasaista (4 – 5 m) kaikkien mittauksen välillä (taulukko 16. ja kuva 20.). Laktaattiarvot olivat muuten voimaryhmän toisessa mittauksessa 1-2 mmol/l korkeammat kuin alkumittauksissa, mutta palautumisnäyte oli samalla tasolla.



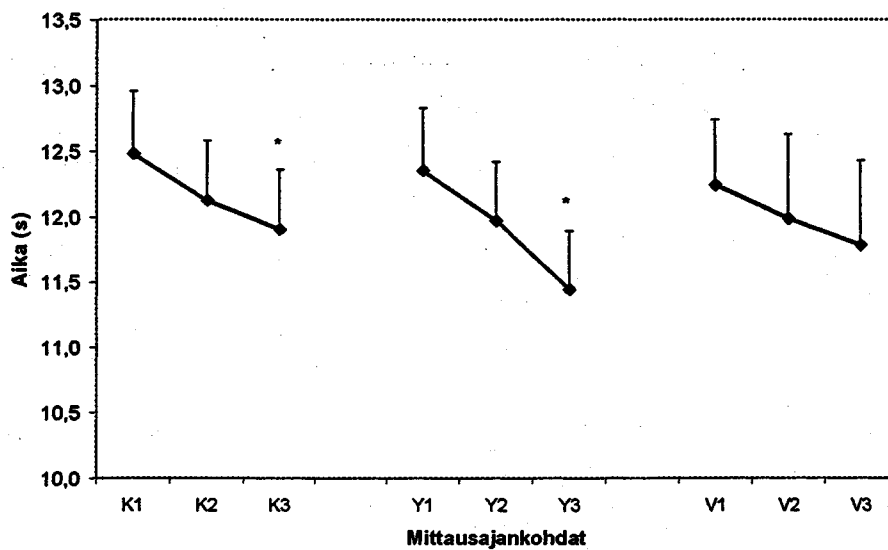
Kuva 19. Yhdistetyn ryhmän 2 x 45 s viivajuoksu. Juoksumittaus 1 on alkumittaus ja mittaus 2 peruskuntokauden jälkeinen. Leponäyte = ennen juoksua, 1 = 1. juoksun jälkeen, 2 = 2. juoksun jälkeen & Pal. Näyte = 5 min juoksujen jälkeen.



Kuva 20. Voimaryhmän 2 x 45 s viivajuoksu. Juoksumittaus 1 on alkumittaus ja mittaus 2 peruskuntokauden jälkeinen. Leponäyte = ennen juoksua, 1 = 1. juoksun jälkeen, 2 = 2. juoksun jälkeen & Pal. Näyte = 5 min juoksujen jälkeen.

8.6. Ketteryyssjuoksu

Ketteryyssjuoksussa kaikki ryhmät paransivat tuloksiaan jokaisella mittauskerralla (kuva 21.). Suurin kokonaismuutos alkumittauksen ja sarjakauden mittauksen välillä oli yhdistetyllä ryhmällä 0.91 s eli noin 7 % , josta 0.53 s tapahtui sarjakauden aikana. Sen sijaan, kestävyysryhmä paransi 0.58 s ja voimaryhmä 0.46 s molempien kausien aikana yhteensä. Kestävyysryhmän sekä yhdistetyn ryhmän muutokset olivat merkitseviä tasolla $p < 0.05$. Paras aikakeskiarvo oli 11.44 s yhdistetyllä ryhmällä viimeisessä mittauksessa.

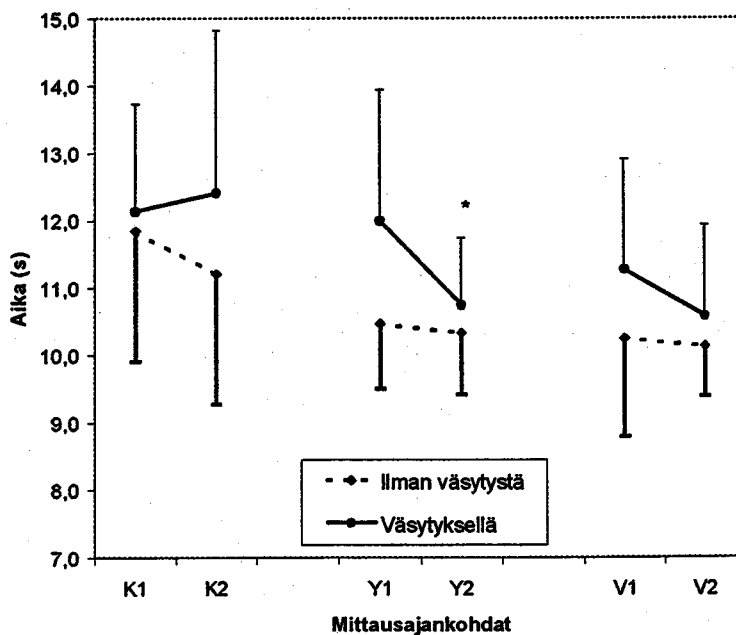


Kuva 21. Ketteryyssjuoksun ajat. K = kestävyys (n = 12), Y = yhdistetty (n = 11), V = voima (n = 10). 1 = alkumittaus, 2 = peruskuntokauden jälkeinen mittaus, 3 = sarjakauden syysosan jälkeinen mittaus. * $p < 0.05$.

8.7. Pallonkuljetus

Pallonkuljetusradalla tapahtui muutoksia peruskuntokauden aikana vaihtelevasti. Yhdistetyllä ja voimaryhmällä aika parani väsytyksen jälkeen suoritettussa pujottelussa (kuva 22.), mutta vain yhdistetyn ryhmän muutos oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$).

Kestävyysryhmällä aika jopa heikkeni väsytyksen jälkeen. Sen sijaan, ilman väsytystä suoritettussa pujottelussa ajat paranivat jokaisella ryhmällä hieman. Molemmilla menetelmillä suoritettujen pujottelutulosten alkumittaukset korreloivat peruskuntokauden jälkeen vastaavien mittausten kanssa eri ryhmillä seuraavasti: kestävyys, $r = 0.60$ ($p < 0.025$); yhdistetty, $r = 0.68$ ($p < 0.025$); voima = 0.81 ($p < 0.005$).

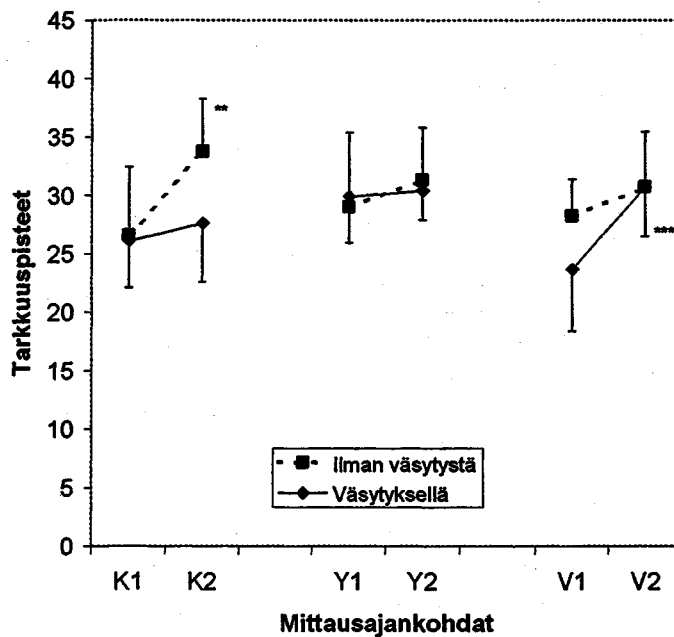


Kuva 22. Pallon kuljetus pujotteluradalla ilman väsytystä (i) sekä väsytyksellä (v). K = kestävyys ($n = 12$), Y = yhdistetty ($n = 11$), V = voima ($n = 9$). * $p < 0.05$.

8.8. Laukaisutarkkuus

Laukaisutarkkuus parani jokaisella ryhmällä peruskuntokauden aikana (kuva 23.) sekä väsytyksen jälkeen että ilman sitä. Alkumittauksissa yhdistetyllä ryhmällä oli hieman parempi pistekeskisarvo väsytyksen jälkeen kuin ilman väsytystä suoritettuna. Muuten parhaan pistekeskisarvon (34 ± 4) sai kestävyysryhmä harjoituskauden jälkeisessä mittauksessa ilman väsytystä, joka parani merkitsevästi ($p < 0.01$) alkumittauksista.

Voimaryhmälle tuli sama pistekeskisarvo (31) molemmilla mittauksilla peruskuntokauden jälkeen, mutta alkumittauksissa pistemäärä oli väsytyksellä neljä pistettä heikompi kuin ilman väsytystä. Väsytyksen muutos oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($p < 0.001$) (kuva 23.).

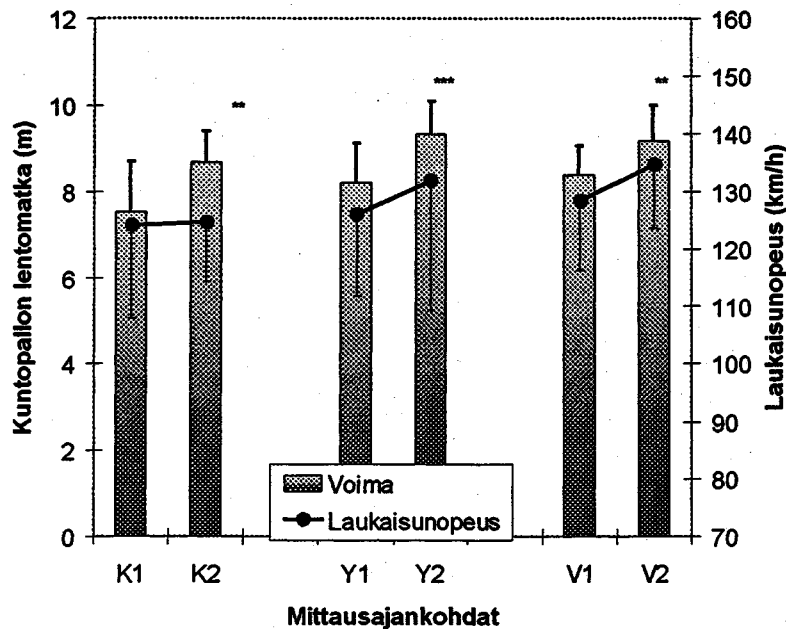


Kuva 23. Laukaisutarkkuus ilman väsytystä (i) sekä väsytyksellä (v). K = kestävyys (n = 12), Y = yhdistetty (n = 10), V = voima (n = 9). ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

8.9. Laukaisunopeus ja ylävartalon voima

Sekä laukaisunopeus että ylävartalon voima parani peruskuntokauden aikana. Laukaisunopeuden muutokset eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä ja niissä on nähtävissä suuret keskihajonnat joka ryhmällä (kuva 24.).

Ylävartalon voimatulokset sen sijaan kohenivat kaikilla ryhmillä merkitsevästi. Tilastollisesti merkitsevin muutos oli yhdistetyllä ryhmällä noin ($p < 0.001$), joka oli käytännössä 12 % parannus kuntopallon lentopituudessa. Kestävyys- ja voimaryhmän parannukset lentomatkan pituudessa olivat 13 % ja 8 % ($p < 0.01$).



Kuva 24. Muutokset ylävartalon voimassa ja laukaisunopeudessa. K = kestävyys, Y = yhdistetty & V = voimaryhmä. 1 = alkumittaus & 2 = peruskuntokauden jälkeinen mittaus. ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

9. POHDINTA

9.1. Muutokset eri harjoittelumäärillä

9.1.1. Voima

Nelipäisen reisilihaksen maksimivoimassa ei tapahtunut tilastollisesti merkitseviä muutoksia yhdelläkään ryhmällä. Yhdistetyllä ryhmällä (2.) sekä voimaryhmällä suunta oli nouseva peruskuntokauden jälkeen, mutta sarjakauden aikana tapahtui hienoinen taantumus. Taantuminen saattoi johtua siitä, että ryhmien voimaharjoittelun osuus väheni peruskuntokauden jälkeen. Voidaan siis päätellä, että sarjakaudella suoritettu voimaharjoittelu ei ollut riittävää maksimivoimatasojen nousujohteisuuden jatkamiseksi. Tiedetään että 12-viikon voiman harjoittelemattomuus aiheuttaa voiman heikkenemistä sekä lihassolujen pienenemistä (Häkkinen ym. 1985b).

Jalkojen nopeusvoimatuloksissa on havaittavissa nousujohteisuus molempien kausien aikana, vaikka muutokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Sarjakaudellakin jatkunut kehitys saattaa johtua lajille ominaisesta liikkumisesta eli lukuisista ponnistuksista ja jarrutuksista kentällä, jotka vaativat hermolihasjärjestelmän kannalta tehokasta venymislyhenemissyklusen toimintaa (Komi & Bosco 1978). Kimmoisuusominaisuuksien korostuminen liikkumisessa sekä perusvoiman harjoittelu näyttävät siis riittävän nopeusvoimaominaisuuksien ylläpitämiseen sarjakauden aikana. Peruskuntokaudella olisi kuitenkin hyödyllistä tehdä räjähtävän voiman harjoittelua, joka kehittäisi salibandyssä tarvittavaa voimaa. Kuvasta 15. voidaan tulkita yhdistetyn ryhmän tehokkuus, sillä ryhmän maksimivoima parani eniten (13 %) peruskuntokauden aikana sekä vertikaalinen ponnistusvoima eniten (5 %) sarjakauden aikana muihin verrattuna.

9.1.2. Nopeus

Nopeusominaisuuksissa toistui kaikilla ryhmillä sama ilmiö. Nopeudet paranivat molemmilla juoksupituuksilla selkeästi peruskuntokauden jälkeen, mutta heikkenivät jälleen sarjakauden aikana. Selitys kyseiseen ilmiöön saattaa olla kilpailukauden aikaisen jatkuvan juoksemisen aiheuttama ylikuntotila. Yleisesti tiedetään volyymin ja intensiteetin suhteen vaikuttavan ylikuntoon. Koeryhmien 4-6 harjoitusta viikossa ei kuitenkaan liene

määrällisesti liikaa. Mutta kun sen sisältö on 70-80% juoksemista ja lajinomaista liikkumista, voidaan pohtia yksipuolisen harjoittelun vaikutuksia ylikuormittavana tekijänä.

Yleisesti harjoitteluintensiteetti oli intervalliluontoista ja ajoittain kovatempoistakin, mutta toisinaan esim. taktiikan harjoittelussa kokonaisvauhti laski huomattavasti. Päätelmiä vahvistaa koehenkilöiden tuntemukset viimeisten testipäivien aikana, jolloin useimmat valittivat väsymystä ja jalkojen särkyjä.

Ainoa tilastollinen merkitsevyys ilmeni kestävyysryhmällä ($p < 0.05$), vaikka sarjakauden mittauksissa ajat olivat jopa hitaammat kuin alkumittauksissa. Tässä saattaa korostua voimaharjoittelun puute sarjakauden aikana (Häkkinen ym. 1985). Leveritt ym. (1999) mukaan kestävyysharjoittelun väsyttämä lihas ei kykene tuottamaan riittävää supistusvoimaa voiman/nopeuden kehittymisen kannalta. Kyseisen ryhmän lajiharjoittelu oli 80 % kokonaisuudesta ja nopeuden/voiman vain 10 %. Teoriaa soveltaen liika lajiharjoittelu saattaisi vaikuttaa myös väsymistilaan. Sama pätee myös muidenkin ryhmien suhteen, vaikka nopeus/voimaharjoittelun määrä oli 20 %.

9.1.3. Aerobinen kestävyys

Yhdistetyn ryhmän ja voimaryhmän epäsuorat maksimaalisen hapenottokyvyn tulokset paranivat peruskuntokauden aikana selkeästi, mutta alenivat hieman sarjakaudella (kuva 17.). Kolmas mittaus olisi voinut tuoda myös varmuutta kestävyysryhmän merkitsevyyden ($p < 0.001$) suhteen. Koska yhdistetyn ryhmän parannus peruskuntokauden aikana oli suurin kaikista, voitaisiin päätellä, että aerobisen kestävyuden osuus (n. 25%) olisi riittävä harjoittelun kokonaisuudesta. Sen sijaan sarjakaudella pitkien lajiharjoitteiden oletetaan riittävän kestävyysominaisuuksien ylläpitämiseksi. Niiden kehittämisessä tulee myös huomioida nopeuskestävyysharjoittelun (10%) vaikutus mm. anaerobisen kynnyksen nostajana (Yosida ym. 1982). Heikentyneet keskiarvot ja suuremmat hajonnat viimeisellä mittauskerralla saattavat viitata peliruuhkan aiheuttamaan väsymykseen ainakin osalla pelaajista.

Kaikkien ryhmien kestävyysominaisuuksien lähtötasot olivat alhaisia mikäli niitä verrataan ruotsalaisille salibandypelaajille tehtyihin mittauksiin suoralla juoksumattotestillä. EURO-

testi (reliabiliteetti 92%) ei anna täysin vertailukelpoisia tuloksia maksimaalisen hapenottokyvyn suhteen, mutta menetelmällä saadaan kuitenkin suuntaa-antavia tuloksia.

9.1.4. Anaerobinen kestävyys

Peruskuntokauden aikana tapahtuneet muutokset olivat ryhmien kesken samankaltaiset. Ensimmäisen 45 s juoksun suhteen parannus oli pienehkö, mutta toinen juoksu parani huomattavammin. Vaikka kestävyysryhmällä vain toisen juoksun paraneminen oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$), ryhmän ensimmäinenkin juoksu parani jokaisella mittauskerralla noin viisi metriä. Ilmiö viittaisi anaerobisen hyötysuhteen kehittymiseen, siten että anaerobinen kapasiteetti parani suoritusmatkan pitenemisen myötä (Nummela 1997, 110). Hapenottokyvyn paraneminen tukee myös juoksumatkan pitenemistä sekä parantunutta palautumiskykyä juoksujen välillä mm. tehokkaamman laktaatin poiston avulla (Tesch & Wright 1983).

Laktaattiarvojen muutokset olivat vähäisiä, eikä millään ryhmällä tapahtunut tilastollisesti merkitsevää muutosta laktaatintuottokyvyn suhteen. Tulokset ovat kuitenkin sen suuntaisia, että kestävyysryhmällä laktaattiarvot alenivat noin 1 mmol/l molempien juoksujen jälkeen. Se viittaisi mahdolliseen anaerobisen kynnystason nousuun kestävyysharjoittelun painotuksen myötä (Yosida ym. 1982). Sitä vastoin yhdistetyllä ja voimaryhmällä juoksujen jälkeiset laktaattiarvot nousivat 1 mmol/l. Muutokset viittaisivat laktaatin tuottokyvyn hienoiseen tehostumiseen, jonka avulla myös anaerobinen kapasiteetti olisi kohentunut (Jacobs 1986). On myös todettava, että kestävyys- ja yhdistetyn ryhmän palautumisnäytteet laskivat 1 mmol/l, jolla saattaisi olla yhteyttä tehostuneeseen laktaatinpoistoon. Sen vaikutus palautumiseen on tärkeää, kun laktaattiarvojen nousun tiedetään jatkuvan vielä intensiivisen suorituksen jälkeenkin (Fujitsuka ym. 1982).

Kun varsinaisten nopeuskestävyysharjoitteiden määrä peruskuntokaudella oli kaikilla ryhmillä sama, voidaan olettaa edellä mainittujen muutosten olevan suuntaa antavia. Myös sarjakauden vähäinenkin nopeuskestävyysharjoittelu sai aikaan parannusta anaerobiseen suorituskykyyn kestävyys- sekä voimaryhmällä. Sen perusteella voidaan päätellä lajille tyypillisten anaerobisten komponenttien riittävän ainakin ylläpitämään kyseisiä ominaisuuksia.

9.2. Fyysisten ominaisuuksien muutosten vaikutus lajiominaisuuksiin

9.2.1. Ketteryys

Ketteryystulosten selkeä paraneminen kaikilla mittauksilla (yhdistetty ja kestävyys $p < 0.05$) osoittaa lajinomaisen liikkumisen kehittymisen. Peli/lajiliike nimikkeellä suoritettuja harjoitteita oli ryhmästä riippuen peruskuntokaudella 34-37% ja sarjakaudella 70-80% harjoitusohjelmasta. Vaikka kaikki peliin liittyvä harjoittelu oli laskettu saman nimikkeen alle, tulosta on saattanut edesauttaa säännöllisesti suoritettua koordinaatiota, nopeutta, käännöksiä ja ketteryyttä parantavat liikkumisharjoitteet.

Kiihdytysnopeuden muutokset eivät korreloi täysin ketteryystulosten kanssa, joten suoraan eteenpäin kohdistuvan liikkeen vaikutus monisuuntaisella radalla ei ole välttämättä keskeisin tekijä. Radan pisin eteenpäin juostava matka onkin vain viisi metriä, jonka päätteeksi on vielä tehtävä tiukka käänös (LIITE 6.) Sen sijaan, nopeusvoimatulokset ovat varsin samansuuntaiset ketteryystulosten kanssa kaikilla ryhmillä. Voidaan siis tulkita, että liikesuunnan muutokset, jatkuvat ponnistukset ja jarrutukset ovat pitkälti hallittavissa nopeusvoimaominaisuuksien avulla. Toisaalta on huomioitava, että radan suoritusnopeus paranee kokemuksen myötä, joten oppimisen vaikutukset tulee ottaa huomioon tulkinnessa.

9.2.2. Pallonkuljetus radalla

Pujottelu pallon kanssa osoittautui olevan hieman nopeampaa ilman väsytystä kuin väsytyksen jälkeen kaikilla ryhmillä. Suuremmat erot olisivat vaatineet pitempää ja intensiivisempää väsytystä, jolloin mm. lisääntynyt laktaattituotto olisi saattanut häiritä suoritusta enemmän. Nummelan (1997, 179) mukaan 10 mmol/l laktaattitaso heikentää suoritustekniikkaa. Kaikissa testeissä tulokset paranivat peruskuntokauden aikana lukuun ottamatta kestävyysryhmän toista väsytyksellä suoritettua mittausta.

Tulokset viittaavat, että enemmän voimaa ja nopeutta harjoitelleilla olisi paremmat edellytykset saavuttaa lähes yhtä hyvä pujottelu-aika rasituksen jälkeen kuin ilman väsytystä. Pallonkuljetusrata vaatii paljon onneakin, joten pallon hienoinen karkaaminen

lavasta tai tasapainon pettäminen saattavat lisätä aikaa helposti. Siitä osoituksena ovat suuret keskihajonnat etenkin kestävyysryhmällä, joka koostui hieman nuoremmista ja kokemattommista koehenkilöistä.

9.2.3. Laukaisutarkkuus

Laukaisutarkkuuden suhteen tilastollisesti merkitsevät muutokset tapahtuivat kestävyysryhmällä ilman väsytystä ($p < 0.01$) ja voimaryhmällä väsytyksellä ($p < 0.001$). Suunta oli kaikilla ryhmillä kuitenkin sama, eli pistekeskisarvot paranivat hieman (kuva 23.). Huomiota herättää kestävyysryhmän ilman väsytystä suoritettuna mittauksen selvä koheneminen, kun taas väsytyksen kanssa taso pysyi lähes muuttumattomana.

Sen sijaan voimaryhmän tulokset muuttuivat siten, että toisella mittauksella saatiin sama pistekeskisarvo molemmilla testitavoilla. Siitä voidaan tehdä johtopäätös, että enemmän voimaa harjoitelleilla säilyisi laukaisutarkkuus paremmin rasituksen jälkeenkin. Toisaalta, yhdistetyn ryhmän tulokset pysyivät lähes muuttumattomina, joten on vaikea lähteä tulkitsemaan fyysisten ominaisuuksien vaikutuksia kyseisessä testissä. Tämänkin testin tulkinnoissa on oltava varovainen, sillä muutaman laukauksen epäonnistuminen kymmenestä saattaa heikentää tulosta huomattavasti. Toisaalta, hyvällä onnella voi myös parantaa tulosta reilusti.

9.2.4. Laukaisunopeus

Ylävartalon nopeusvoimatulokset kohenivat kaikilla ryhmillä merkitsevästi, joten harjoittelun eri määrät eivät osoittaneet eroja ainakaan tämän tutkimuksen perusteella. Laukaisunopeuksien suhteen on havaittavissa samankaltainen suunta, mutta suurten hajontojen myötä tilastollista merkitsevyyttä ei ilmennyt. Huomioitavaa on kuitenkin se, että kestävyysryhmällä laukaisunopeus pysyi lähes samassa vaikka voimatasot nousivatkin. Tuloksia tukee Gorostiagan ym. (1999) tutkimus, jossa käsipallopelaaajien heittonopeudet paranivat kuuden viikon maksimivoiman harjoittelun seurauksena.

Tiedetään, että voimaharjoittelun myötä lihasten toimintakyky paranee ja voimantuottoonopeudet kasvavat (Häkkinen ym. 1985a). Voidaan siis päätellä, että voiman kehittymisen myötä myös laukaisunopeus paransi. On kuitenkin huomioitava, että

kuntopallon heittoon sekä laukaisuvoimaan vaikuttaa suuresti myös tekniikka ja tietty rentous, jotka kehittyvät lukuisten toistojen myötä.

9.3. Yleisiä huomioita tutkimuksesta

Tulosten tulkinnassa tulee ottaa huomioon tutkimusaikataulun pituus, sillä mittaukset 12-viikon välein ovat verrattain harvassa. Toisaalta, Häkkinen ym. (1985b) tuloksissa ensimmäisen 12-viikon voimaharjoittelun aikana tapahtui merkitsevin muutos nopeissa lihassoluissa. Noin kuuden viikon välein suoritettavat mittaukset olisivat todennäköisesti tuoneet vakuuttavuutta tuloksiin, kun tehdään kestävyys- ja voimaharjoittelua yhtä aikaa, (Hickson 1980).

Lisäksi on huomioitava tiiviissä sarjoissa pelaavien joukkueiden harjoitusaikataulut, joihin on vaikea ajoittaa testejä otteluiden lomaan. Kyseisten ongelmien seurauksena esimerkiksi kestävyysryhmältä ei saatu sarjakauden jälkeisiä tuloksia kaikista ominaisuuksista. Tutkimuksessa oli myös testejä, joita tehtiin vain ennen ja jälkeen peruskuntokauden. Kaksi mittauskertaa luo epävarmuutta tulosten luotettavuuden suhteen, joten kyseisten testien merkitsevyys eroaa kolmen mittauskerran testeistä.

Kokonaisvaltaista analyysiä tehtäessä on muistettava harjoitusohjelmien ja ominaisuuksien painotusten vaihtelu eri kausilla. Yleisesti fyysisten ominaisuuksien muutokset olivat verrattain pieniä, kun otetaan huomioon sekä peruskunto- että sarjakausi. Kraemer ym. (1995) mukaan vain yhden ominaisuuden harjoittaminen tuottaa selvemmat tulokset kuin monen yhtäaikainen. Joukkuepeleissä on kuitenkin huomioitava eri ominaisuudet, joten ryhmien jakaminen täysin yksipuolisiin ohjelmiin (esim. Bell ym. 2000, Kraemer ym. 1995) olisi voinut olla epäedullista joukkueen valmistautumisen kannalta tulevaan kauteen. Harjoittelussa oli kuitenkin huomioitu eri ominaisuuksien harjoittaminen eri päivinä kuten Sale ym. (1990) suosittelivat.

Tutkimusmenetelmät eivät olleet tarkimpia mahdollisia fyysisten ominaisuuksien mittaamiseen. Mm. suora hapenottokyvyn mittausmenetelmä olisi voinut tuoda tarkempia tuloksia aerobisen kestävyuden suhteen. Toisaalta, tämän tutkimuksen kohdejoukolle EURO-testi oli tuttu ja sen käytännön läheisyys lisäävät luotettavuutta hieman. Myös voimaominaisuuksien mittaamiseen olisi voitu käyttää siihen suunniteltua dynamometriä ja

EMG-mittaamista. Nopeusvoiman ja kiihdytysnopeuden suhteen menetelmät olivat moitteettomia. Anaerobinen suorituskyky mitattiin salibandyssä yleisesti käytetyllä tavalla, joten sen voidaan ainakin laskea siinä suhteessa osuvaksi valinnaksi. Taitotestit olivat yleisesti helposti toteutettavia, mutta niiden tarpeellisuus tässä tutkimuksessa osoittautui pieneksi. Niissä käytetty väsytyks oli aivan liian kevyt selkeiden erojen saamiseksi. Ketteryyssuoritus osoittautui käyttökelpoiseksi lajinomaisen liikkumisen mittajana, joskin kaivannee hieman korjauksia etenkin laukaisun suhteen tulevaisuuden testaus- sekä harjoitusmenetelmänä.

9.4. Johtopäätökset sekä käytännön sovellukset

Yleinen suunta fyysisten ominaisuuksien tuloksissa oli peruskuntokaudella nouseva ja sarjakaudella laskeva tai paikallaan pysyvä. Näin tapahtui maksimivoiman, kiihdytysnopeuden (kestävyysryhmä $p < 0.05$), aerobisen kestävyuden sekä yhdistetyn ryhmän anaerobisen suorituskyvyn kanssa. Vastaavanlainen ilmiö on esiintynyt mm. jääpallolijoille ja koripalloilijoille tehdyissä tutkimuksissa (Häkkinen 1988a & 1988b). Muutokset voidaan tulkita sarjakauden yksipuoleisen harjoittelun aiheuttamina tekijöinä. Rasitustilaa vahvistaa myös pelaajien omat tuntemukset ennen viimeistä testikertaa, jolloin useat tunsivat yleistä väsymystä jaloissaan. Siihen johti mahdollisesti myös syyskauden loppua kohden kasvanut ottelusuma. Tässä korostuu se että, sarjakauden aikana tulee myös harjoittaa säännöllisesti voima- sekä kestävyysominaisuuksia sekä antaa riittävästi palautumisaikaa otteluiden väliin.

Poikkeavana yhdistävänä tekijänä oli nopeusvoiman ja ketteryyden ($p < 0.05$) nousujohteisuus molemmilla kausilla. Se saattaa kuvastaa juuri lajille ominaisten kimmoisuusominaisuuksien kehittymistä vielä sarjakauden aikana, vaikka nopeusvoiman varsinainen harjoittaminen olikin varsin vähäistä. Toisaalta hermolihasarjelmän ylläpito tulisi myös näkyä näissä ominaisuuksissa mikäli väsymisteoria pitäisi täysin paikkaansa. Nopeusvoimaa sekä lajinomaista liikkumista eri suuntiin, pysähdyksiin, kiihdytyksiin ja käännöksiin tulisi ehkä painottaa enemmän jo peruskuntokaudella. Silloin saataisiin kehitettyä mm. nopeiden lihassolujen toimintaa ja sen myötä kimmoisuutta (Bosco ym. 1982). Se kehittäisi siis salibandypelille ominaista liikkumista (Hokka 2000b) ja antaisi paremmat lähtökohdat heti kauden alkuun.

Lajitaitoja vaativissa testeissä tapahtunut yleinen parannus puoltaisi fyysisten harjoittelun onnistumista kaikilla ryhmillä. Ainakaan haittavaikutuksia ei tulosten perusteella voida todeta, vaikka kestävyysryhmän väsytyksen jälkeinen pallonkuljetus heikkeni hieman.

Anaerobisen suorituskyvyn suhteen laktaattiarvojen lasku kestävyysryhmällä (1 mmol/l) ja nousu muilla ryhmillä peruskuntokauden aikana viittaisi eri kestävyiden harjoittelumäärien vaikutuksiin. Toisaalta, juostu kokonaismatka parani kaikilla ryhmillä peruskuntokauden aikana, joten suorituskyvyn kannalta laktaattimuutoksilla ei liene merkitystä. Kohennuksia voidaan tulkita anaerobisen kynnystason nousulla (Sjodin & Jacobs 1981) tai KP-varastojen suurenemisella (Hirvonen ym. 1987). Tämän tutkimuksen perusteella kerran viikossa suoritettu maitohapollinen nopeuskestävyys harjoitus riittäisi ominaisuuden kehittämiseen ja ylläpitämiseen. On myös huomioitava erilaisten laji- ja peliharjoitteiden kehittävän anaerobista suorituskykyä.

Joukkuepelien monipuoliset fyysiset vaatimukset tuovat problematiikkaa harjoitteluun. Tutkimuksessa käytetyt erot ominaisuuksien harjoitusmäärien välillä eivät olleet riittäviä selvittämään sitä paljon niitä tulisi harjoittaa. Käytännössä tulisikin laatia pelaajakohtaisesti henkilökohtaisia harjoitusohjelmia testitulosten perusteella. Lisäksi, sarjakauden aikana tulisi ylläpitää ominaisuuksia ja antaa lihaksistolle vaihtelevia ärsykeitä, jotta väsyminen tai mahdollinen yllärasitustila voitaisiin välttää.

Salibandyn valmennustutkimuksen tulisi keskittyä tulevaisuudessa vielä syvällisemmin lajin fysiologisiin ja biomekaanisiin osa-alueisiin. Tähänastiset löydökset pelin kuormittavuudesta antavat kuvaa rasitusvasteista, mutta esimerkiksi tarkka sykekeskiarvojen tutkiminen tehokkaan peliajan aikana antaisi enemmän tietoa kokonaiskuormittavuudesta. Voimaominaisuuksien muutokset ottelun aikana saattaisivat selventää niiden merkitystä pelaajien lihaksistoon kohdistuvasta rasituksesta sekä liikkumisen tehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä. Mm. näiden löydösten perusteella voitaisiin tehdä tarkempia johtopäätöksiä siitä, mihin suuntaan fyysinen harjoittelu tulisi suunnata.

LÄHDELUETTELO

- Ali A. & Farrally M. (1991)** Recording soccer players heart rates. *Journal of Sports Sciences*, Vol 9, Summer, 2:139-143.
- Amigo N., Cadefau J., Ferrer L, Tarrados N. & Cusso R. (1998)** Effect on summer intermission on skeletal muscle of adolescent soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, vol 38, no:4, 201-209.
- Bangsbo J. (1993)** *The Physiology of Soccer*. Copenhagen, HO+Storm.
- Bangsbo J. & Hellsten Y. (1998)** Muscle blood flow and muscle uptake in recovery from exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, Vol 162, March, n3: 305-312.
- Bell D. & Jacobs I (1990)** Muscle fibre area, fibre type and capillarization in male and female bodybuilders. *Canadian Journal of Sports Science*, 15: 115-119.
- Bell G.J., Syrotuik D., Martin T., Burnham R. & Quinney H. (2000)** Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentrations in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 81:418-427.
- Bergman B., Wolfel E., Butterfield E., Lopaschuk G., Gasazza G., Horning M. & Brooks G. (1999)** Active muscle and whole body lactate kinetics after endurance training in men. *Journal of Applied Physiology*. Vol 87 no5: 1685-1696.
- Bompa T. (1999)** *Periodization: theory and methodology of training*, 4th edition. Kendall/Hunt Publishing Company, Human Kinetics, IL, USA.
- Bosco C., Viitasalo J., Komi P. & Luhtanen P. (1982)** Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening-cycle exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 114: 557-565.
- Boyle P., Mahoney C. & Wallace W. (1994)** The competitive demands of elite male field hockey. *The Journal of Medicine and Physical Fitness*, vol.34 No 3: 235-241.
- Brodovicz G. R. (1990)** Frequency, intensity and duration of locomotion of semiprofessional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, vol:18, no2:63-72.
- Colli R. & Faina M. (1985)** Basketball: a research on performance. *Rivista Di Cultura Sportiva*. 4(2): 22-29.
- Cox M., Miles D., Verde T., Rhodes E. (1995)** *Applied Physiology of Ice Hockey*. *Sports Medicine*, 19 (3): 184-201.
- Denis C., Linossier M., Dormois D., Padilla S., Geysant A. Lacour J. & Inbar O. (1992)** Power and metabolic responses during supramaximal exercise in 100-m and 800-m runners. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2: 62-69.
- Davis J.A., Brewer J. & Atkin D. (1992)** Preseason physiological characteristics of english first and second division soccer players. *Journal of Sports Medicine*, 1: 541-547.
- Drust B., Reilly T. & Gable N.T. (1999)** Comparison of the physiological responses to soccer-specific intermittent exercise and continuous exercise at the same average intensity. *Journal of Sports Sciences*, Vol 17, January, No1: 32.
- Durnin J. & Wormsley J. (1974)** Bodyfat assesement from total body density and its estimaion from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British Journal of Nutrition*, 32: 77-97.
- Ekelund U. (1993)** Hjärtfrekvens, blodlaktatkoncentration och vätskeförlust under landskap i innebandy. *Julkaisematon tutkimus, IUC, Örebro, Ruotsi*.

- Enoka M. (1988)** Muscle strength and its development: new perspectives. *Sports Medicine*, 6: 146-168.
- Fujitsuka N., Yamamoto T., Ohkuwa T., Saito M. & Miyamura M. (1982)** Peak blood lactate after short periods of maximal treadmill running. *European Journal of Applied Physiology*, 48: 289-296.
- Gorostiaga E., Izquierdo M., Iturralde P., Ruesta M. & Ibanez J. (1999)** Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology*, 80: 485-493.
- Green S. & Dawson B. (1993)** Measurement of anaerobic capacities in humans. *Sports Medicine* 15 (5) 312-327.
- Groppel J. & Roetert E. P. (1992)** Applied physiology of tennis. *Sports Medicine*, 14 (4): 260-268.
- Gullstrand L. (1993)** Innebandy, fysiologisk profil av elitspelare. Julkaisematon tutkimus. Bosöns idrottsinstitut, Ruotsi.
- Hargreaves M. (1995)** Skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise. Teoksessa: Hargreaves, Exercise Metabolism, 41-72. *Human Kinetics*, II, USA.
- Hickson R (1980)** Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance. *European Journal of Applied Physiology*, 45: 255-263.
- Hickson R., Dvoraca B., Gorostiaga E., Kurowski T. & Foster C. (1988)** Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, 65 (5): 2285-2290.
- Hirvonen J., Rehunen S., Rusko H. & Härkönen M. (1987)** Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *European Journal of Applied Physiology* 56: 253-259.
- Hokka J. (2000a)** Salibandyn fysiologinen kuormittavuus. Julkaisematon Cum-laude työ, Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Hokka J. (2000b)** Salibandypelaajan fyysiset edellytykset. Huippuvalmentaja tutkinto: kurssimateriaali, Suomen Salibandyliitto.
- Hoff J., Helgerund J. & Wisloff U. (1999)** Maximal strength training improves work economy in trained female cross-country skiers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31 (6): 870-877.
- Holly R., Shaffarh J. & Amsterdam E. (1998)** Electrocardiographic alterations associated with the hearts of athletes. *Sports Medicine*, 25(3): 139-148.
- Hortobagyi T., Katch F. & Lachance P. (1991)** Effects of simultaneous training for strength and endurance on upper and lower body strength and running performance. *Journal of Sports and Medicine in Physical Fitness*, 31: 20-30.
- Häkkinen K., Komi P. & Alen M. (1985a)** Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiologica Scandinavica*, 125, 587-600.
- Häkkinen K., Alen M. & Komi P. (1985b)** Changes in isometric force-and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. 125: 573-585.
- Häkkinen K. (1990)** Voimaharjoittelun Perusteet. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Häkkinen K. (1988 a)** Changes in physical fitness profile of bandy players during the competitive season, Proceedings of the Scientific Coach Conference of International Bandy Federation.

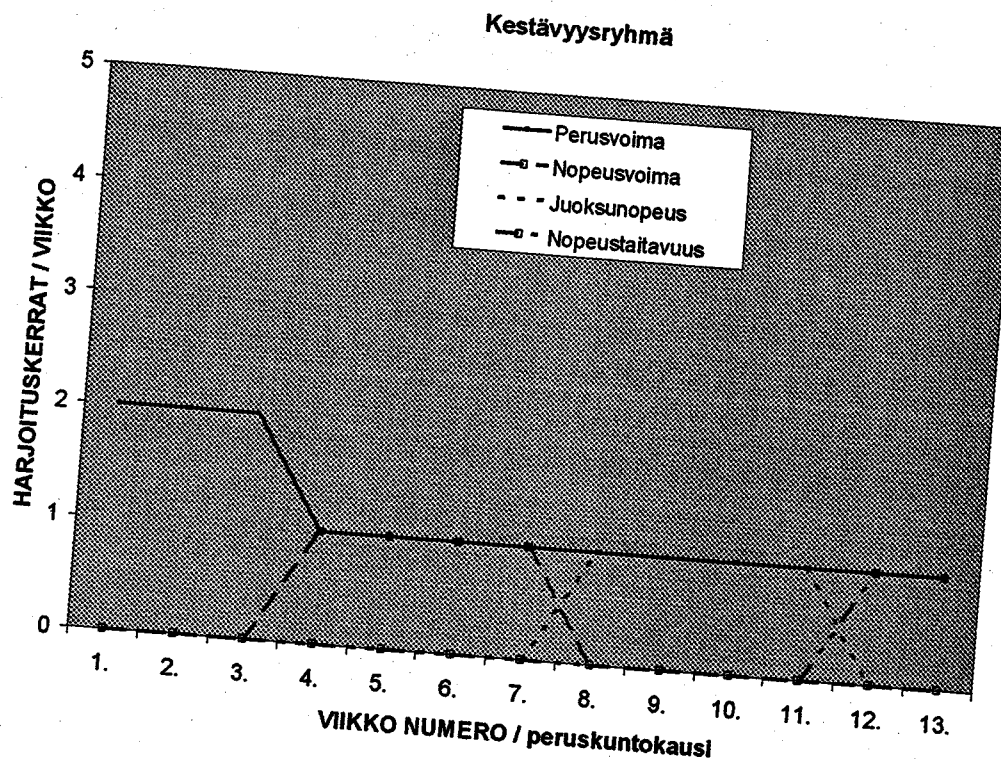
- Häkkinen K. (1988 b)** Effect of the competitive season on physical fitness profile in elite basketball players. *Journal of Human Movement Studies*, 15 (3): 119-128.
- Häkkinen K (1999)** Neuromuscular adaptation to resistance training. Teoksessa: Kyröläinen H., Avela J. & Takala T, *Limiting Factors of Human Neuromuscular Performance*, The Neuromuscular Research Center, Department of Physical Activity, University of Jyväskylä, Jyväskylä, 59-60.
- Häkkinen K., Alen M., Kallinen M., Newton R.U. & Kraemer W.J. (2000)** Neuromuscular adaptation during prolonged strength training, detraining and re-strength-training in middle-aged and elderly people. *European Journal of Applied Physiology*, Vol 83, No1, September, 51.
- Ito, A. (1999)** Sprint running mechanism. Teoksessa: Kyröläinen H., Avela J. & Takala T, *Limiting Factors of Human Neuromuscular Performance*, The Neuromuscular Research Center, Department of Physical Activity, University of Jyväskylä, Jyväskylä, 65-66.
- Jacobs L, Tesch P., Bar-Or O., Karlsson J. & Dotan R. (1983)** Lactate in human skeletal muscle after 10 and 30 s of supramaximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 55: 365-367.
- Jacobs L. (1986)** Blood lactate, implications for training and sports performance. *Sports Medicine*, 3: 10-25.
- Jensen K. & Larsson B. (1993)** Variations of physical capacity in a period including supplemental training of Danish soccer team for women. Teoksessa: Reilly T., Clarys J. & Stibbe A., *Science and Football II*, E.&F.N. Spon: 114-117, London / New York.
- Kackynski M. (1988)** The effects of active and passive recovery on blood lactate concentration and performance in a simulated icehockey tasks, *Canadian Journal of Sports Sciences*, 61.
- Komi P. & Bosco C. (1978)** Utilization of stored elastic energy in men and women. *Medicine in Science and Sports* 10, 161-165.
- Komi P., Silen & Jungman (1978)** Voimavalmennus, Hangon Kirjapaino Oy.
- Komi P. (1998)** Neural Mechanism in Power and Strength Training. Häkkinen: *International Conference on Weightlifting and Strength Training*. s 11-16.
- Kraemer W., Deschenes M. & Fleck S. (1988)** Physiological adaptations resistance exercises. *Sports Medicine*, 6: 246-256.
- Kraemer W., Patton J., Gordon S., Harman E., Dechenes M., Reynolds K., Newton R., Triplett N. & Dziados J. (1995)** Compatibility of high-intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. *Journal of Applied Physiology*, 78: 976-989.
- Kubo K., Kanehisa H., Kawakami Y. & Fukunaga T. (2000)** Elastic properties of muscle-tendon complex in long distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 81: 181-187.
- Leger L. & Lambert J. (1982)** A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_{2max} . *European Journal of Applied Physiology*, 49:1-12.
- Leveritt M., Abernethy B., Barry B. & Logan P. (1999)** Concurrent strength and endurance training: a review. *Sports Medicine*, 28 (6): 413-427.
- Luhtanen P. & Miettinen P. (1987)** Jalkapallovalmentajan käsikirja 1, Suomen Palloliitto, Hangon kirjapaino Oy.
- Luhtanen P. (1993)** Kaukalopallovalmennus. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Luhtanen P. (1996)** Jalkapallovalmennus. Suomen Palloliitto. Forssan kirjapaino oy.

- Löfgren O, Andersson N, Björnstig U & Lorentzon R. (1994)** Incidence, nature and causes of floorball injuries, *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 4: 211-214.
- Margaria R., Oliva D., Di Prampero P.E. & Cerretelli P. (1969)** Energy utilization in intermittent exercise of supramaximal intensity. *Journal of Applied Physiology*. 26: 752-756.
- McArdle W., Katch F. & Katch V. (1994)** *Essentials of Exercise Physiology*. Lea & Febiger, PE, USA.
- McCarthy J., Agre J., Graf B., Posniak M. & Vailas A. (1995)** Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27: 429-436.
- Mero A. (1987)** Electromyographic activity, force and anaerobic energy production in sprint running with special reference to constant speeds ranging from submaximal to supramaximal. In *studies in sports, physical education and health 24*. University of Jyväskylä.
- Mero A., Peltola E. & Saarela J. (1987)** Nopeus- ja nopeuskestävyysharjoittelu. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä.
- Mero A., Komi P. & Gregor R. (1992)** Biomechanics of sprint running. *Sports Medicine*, 13 (6): 376-392.
- Mero A. (1997)** Hermolihasjärjestelmän rakenne ja toiminta: 50-68, *Voima, nopeus* 147-172. Teoksessa: Mero A., Nummela A., Keskinen K., *Nykyaikainen Urheiluvalmennus*, Gummerus, Jyväskylä,
- Mero A. (1999)** Biomechanics of sprint running: limiting factors. Teoksessa: Kyröläinen H., Avela J. & Takala T, *Limiting Factors of Human Neuromuscular Performance*, The Neuromuscular Research Center, Department of Physical Activity, University of Jyväskylä, Jyväskylä, 85-87.
- Montgomery D (1988)** Physiology of icehockey. *Sports Medicine*, 5: 99-126.
- Nelson A., Arnall D., Loy S., Silvester L. & Conlee R. (1990)** Consequences of combining strength and endurance training regimens. *Physical Therapy*, 70: 287-294.
- Neville M., Bogdanis G., Boobis L., Lakomy H. & Williams C. (1996)** Muscle metabolism and performance during sprinting. Teoksessa Maughan R. & Shirreffs S., *Biochemistry of Exercise IX, Human Kinetics, IL, USA*, 243-260.
- Nummela A. (1989)** Väsymys 400 m:n juoksussa, Pro-Gradu tutkielma, Jyväskylän Yliopisto, Liikuntabiologian laitos.
- Nummela A. (1994)** Energian ja voimantuoton muutokset sekä väsyminen lyhytkestoisen maksimaalisen juoksun aikana. *Lisensiaatti työ*. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän Yliopisto.
- Nummela A., Alberts M., Rijntjes R.P., Luhtanen P. & Rusko H. (1996)** Reliability and validity of the maximal anaerobic running test. *International Journal of Sports Medicine*, Suppl. 2 Vol 17: 97-102.
- Nummela A. (1997)** Energia-aineenvaihdunta, nopeuskestävyys, kestävyys. Teoksessa: Mero A., Nummela A., Keskinen K. *Nykyaikainen Urheiluvalmennus*, Gummerus, Jyväskylä.
- Oksanen R. & Rinkinen P. (1996)** Salibandyn joukkuepelianalyysi EM-kisoissa 1994. Pro-Gradu-tutkielma. Liikuntapedagogiikan laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Paavolainen L., Häkkinen K., Hämäläinen K., Nummela A. & Rusko H. (1999)** Explosive strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology*, 86: 1527-1533.

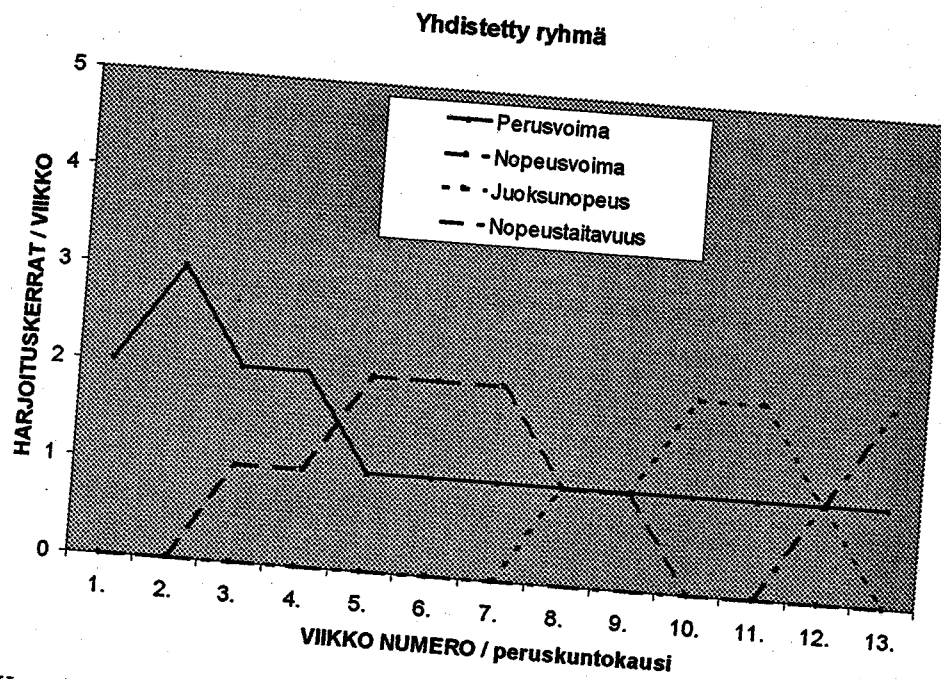
- Potteiger J., Lockwood R., Haub M., Dolezal B., Almuzaini K., Schroeder J. & Zebas C. (1999)** Muscle power and fiber characteristics following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13 (3): 275-279.
- Ramsbottom R., Brewer J. & Williams C. (1988)** A progressive shuttle running test to estimate maximal oxygen uptake. *British Journal of Sports Medicine*, Vol.22, No.4, December, 141-144.
- Rautakorpi J. (1993)** Jääkiekon pelitehokkuuden arviointia MM-kisa tasolla. Pro-Gradu-tutkielma, Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian laitos.
- Reilly T. (1976)** A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football matchplay. *Journal of Human Movement Studies*, 2: 87-97.
- Reilly T. & Seaton A. (1990)** Physiological strain unique to field hockey. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 30: 142-146.
- Reilly T. & Borrie A. (1992)** Physiology applied to field hockey. *Sports Medicine*, 14: 10-26.
- Reilly T. (1997)** Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 15: 257-263.
- Sale D., Jacobs L., MacDougall J. & Garner S. (1990)** Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol.22, No.3: 348-356.
- Saltin B. & Essen B (1971)** Muscle glycogen, lactate, ATP and CP in intermittent exercise. In: Pernow B. & Saltin B. (eds), *Muscle Metabolism During Exercise*, *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol.11 Plenum Press, New York, USA, 419-424.
- Saari O. (1995)** Salibandy. Opas junioritasolta huipulle: harjoittelu, säännöt ja taktiikka. WSOY, Juva.
- Shephard R. & Åstrand P. (1992)** *Endurance in sports*. Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- Sjödén B. & Jacobs L. (1981)** Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *International Journal of Sports Medicine*, 2: 23-26.
- Spriet L. (1995)** Anaerobic metabolism during high-intensity exercise. Teoksessa: Hargreaves, *Exercise Metabolism, Human Kinetics*, IL, USA, 1-39.
- SSBL (1999)** Sääntökirja. Suomen Salibandyliitto ry.
- Taylor A. & Bachman L. (1999)** The effects of endurance training on muscle fibre types and enzyme activities. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 24: 41-53.
- Tesch P. & Wright J. (1983)** Recovery from short term intense exercise: its relation to capillary supply and blood lactate concentration. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 52: 98-103.
- Tesch P. (1998)** Neural Mechanism in Power and Strength Training. Häkkinen: International Conference on Weightlifting and Strength Training, 17-22.
- Tihonov V. (1988)** Tihonovin Kiekkokirja, s. 48,.
- Tintera J. (1984)** The physiology of icehockey training and of the regeneration of strength of players, 3rd Medical Congress, Budapest.
- Turcotte L., Richter E. & Kiens B. (1995)** Lipid Metabolism During Exercise, Teoksessa: Hargreaves, *Exercise Metabolism, Human Kinetics*, IL, USA, 99-130.
- Twist P. (1997)** *Complete Conditioning for Ice Hockey*. Human Kinetics, Champaign, IL.
- Urhausen A. & Kindermann W. (1999)** Sports-specific adaptations and differentiation of the athlete's heart. *Sports Medicine*, 28(4): 237-244.

- Vainikka M., Rahkila P. & Rusko H. (1982)** Physical performance characteristics of the Finnish national icehockey team. Teoksessa: Komi, Exercise and Sports Biology.
- Vandewalle H., Peres G., Monod H. (1987)** Standard anaerobic exercise tests. Sports Medicine 4: 268-289.
- Wallace & Cardinale (1997)** Conditioning for Team Handball. Strength and Conditioning, Vol 19, No 6, Dec 1997, 7-14.
- Weineck J. (1982)** Optimaalinen Harjoittelu, 1982, Valmennuskirjat Oy, Vaasa.
- Westerlund E. (1986)** Erityyppisten harjoitusjaksojen vaikutukset jääkiekkoilijoiden kestävyysominaisuuksiin, Pro-Gradu tutkielma, Jyväskylän yliopisto, liikuntabiologian Laitos.
- Westerlund E. (1992)** Joukkuepelaamista mittaavan pelianalyysin kehittäminen. Lisensiaatin tutkielma, julkaisematon aineisto. Jyväskylän Yliopisto, liikuntakasvatuksen laitos, Jyväskylä.
- Westerlund E. (1997)** Jääkiekko. Teoksessa: Mero A., Nummela A., Keskinen K.. Nykyaikainen Urheiluvalmennus, Gummerus, Jyväskylä, 527-544.
- Wilson G., Newton R., Murphy A. & Humphries B. (1993)** The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. Medicine and Science in Sports and Exercise, Vol.25, No.11: 1279-1286.
- Wolfe S. (1993)** Molecular and Cellular Biology. Wadsworth Publishing Company, Belmont, CA, USA.
- Yosida T., Yoshihiro S. & Takeuchi N. (1982)** Endurance training regimen based upon arterial blood lactate: effects on anaerobic treshold. European Journal of Applied Physiology, 49: 223-230.

LIITE 2

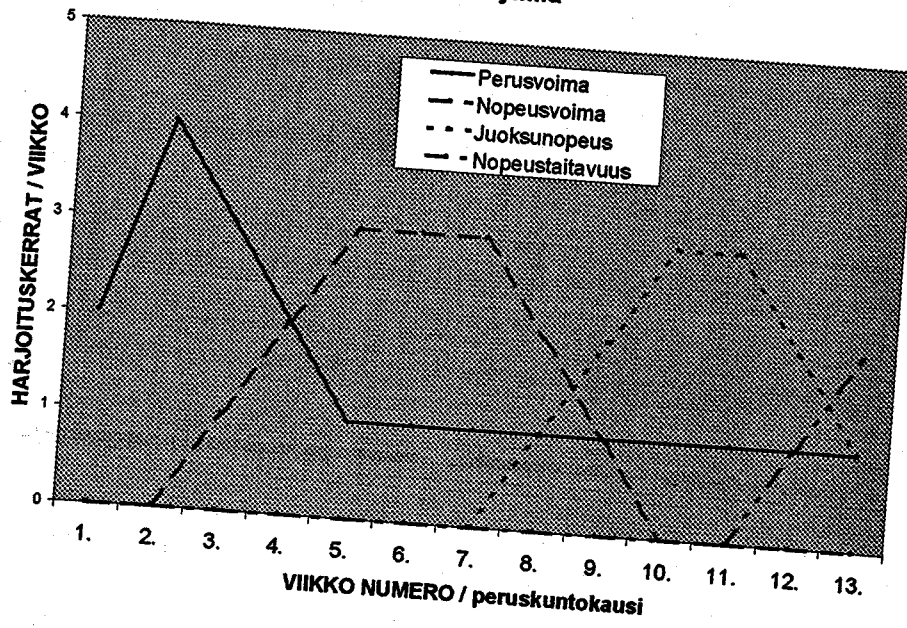


Kuva. Kestävyysryhmän voima- sekä nopeusharjoittelun jakautuminen peruskuntokaudella



Kuva. Yhdistetyn ryhmän voima- sekä nopeusharjoittelun jakautuminen peruskuntokaudella

Voimaryhmä



Kuva. Voimaryhmän voima- sekä nopeusharjoittelun jakautuminen peruskuntokaudella

LIITE 3

KESTÄVYYS			YHDISTETTY			VOIMA		
Voima 1.	Sarjat	Toistot	Voima 1.	Sarjat	Toistot	Voima 1.	Sarjat	Toistot
Rinnalle veto	3	10	Jalkakyykky	3	10	Jalkakyykky	3	10
Jalkakyykky	3	10	Jalkaprässi, 1 jalka	3	10	Jalkaprässi, 1 jalka	3	10
Polven ojennus	3	10	Polven ojennus	3	10	Polven ojennus	3	10
Polven koukistus	3	10	Polven koukistus	3	10	Polven koukistus	3	10
Penkkipunnerrus	3	10	Pohkeet (seisten, istuen)	3	10	Pohkeet (seisten, istuen)	3	10
Taljan alaveto	3	10	Selän ojennus	3	20	Selän ojennus	3	20
Selän ojennus	3	20	Vatsat	5	25	Vatsat	5	25
Vatsat	5	25	(Istumaannousu, Ala- ja ylävatsa, vinot: oikea ja vasen)			(Istumaannousu, ala- ja ylävatsa, vinot: oikea ja vasen)		
(Istumaannousu, Ala- ja ylävatsa, vinot: oikea ja vasen)								
Voima 2.	Sarjat	Toistot	Voima 2.	Sarjat	Toistot	Voima 2.	Sarjat	Toistot
Rinnalle veto	3	10	Rinnalle veto	3	10	Rinnalle veto	3	10
Jalkakyykky	4	5	Vauhtipunnerrus	3	10	Vauhtipunnerrus	3	10
Polven ojennus	4	5	Octagon hyppely	4	8	Octagon hyppely	4	8
Polven koukistus	4	5	Penkkipunnerrus	3	10	Penkkipunnerrus	3	10
Penkkipunnerrus	3	10	Taljan alaveto	3	10	Taljan alas veto	3	10
Taljan alaveto	3	10	Dippi	3	max	Dippi	3	max
Selän ojennus	3	20	"Hyvää huomenta"	2	20	"Hyvää huomenta"	2	20
Vatsat	5	20	Vatsat lisäpainoilla	3	10	Vatsat lisäpainoilla	3	10
Voima 3.	Sarjat	Toistot	Voima 3.	Sarjat	Toistot	Voima 3.	Sarjat	Toistot
Rinnalle veto	4	5	Rinnalle veto	3	10	Jalkakyykky	4	5
Jalkakyykky	3	10	Jalkakyykky	3	10	Jalkaprässi, 1 jalka	4	5
Polven ojennus 1j	3	10	Polven ojennus 1j	3	10	Polven ojennus	4	5
Polven koukistus 1j	3	10	Polven koukistus 1j	3	10	Polven koukistus	4	5
Penkkipunnerrus	4	5	Penkkipunnerrus	3	10	Pohkeet (seisten tai ist)	4	5
Leuan veto	3	max	Taljan alaveto	3	10	Selän ojennus	3	20
Selän ojennus	3	20	Selän ojennus	3	20	Vatsat	5	25
Vatsat	5	25	Vatsat	5	25	(Istumaan nousu, ala- ja ylävatsa, vinot: oikea ja vasen)		
			Voima 4.	Sarjat	Toistot	Voima 4.	Sarjat	Toistot
			Rinnalle veto	4	5	Rinnalle veto	4	5
			Jalkakyykky	4	5	Vauhtipunnerrus	4	5
			Polven ojennus	4	5	Octagon hyppely	4	8
			Polven koukistus	4	5	Penkkipunnerrus	4	5
			Penkkipunnerrus	4	5	Leuanveto	3	max
			Leuan veto	3	max	Dippi	3	max
			Selän ojennus	3	20	"Hyvää huomenta"	2	20
			Vatsat	5	25	Vatsat lisäpainoilla	3	10
			(Istumaannousu, Ala- ja ylävatsa, vinot: oikea ja vasen)			(Istumaan nousu, rutistus, kierrot)		
						Voima 5.	Sarjat	Toistot
						Rinnalle veto	3	10
						Jalkakyykky	3	10
						Polven ojennus 1j	3	10
						Polven koukistus 1j	3	10
						Penkkipunnerrus	3	10
						Taljan alas veto	3	10
						Selän ojennus	3	20
						Vatsat	5	25
						(Istumaan nousu, ala- ja ylävatsa, vinot: oikea ja vasen)		

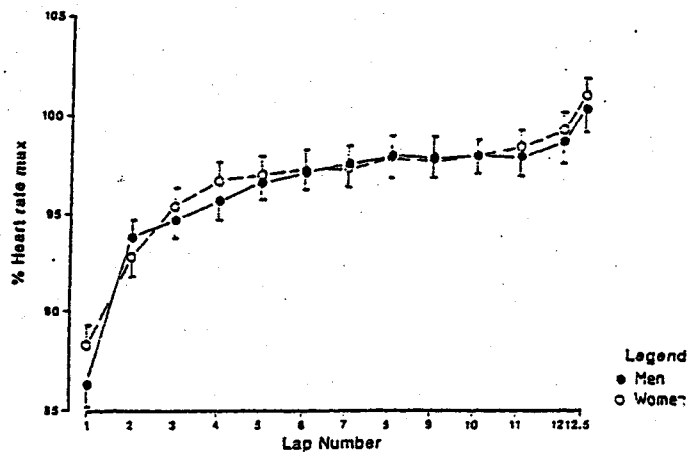


Fig. 2: Percentage of heart rate max and 5 km track performance (lap number) for men (n = 10) and women (n = 13).

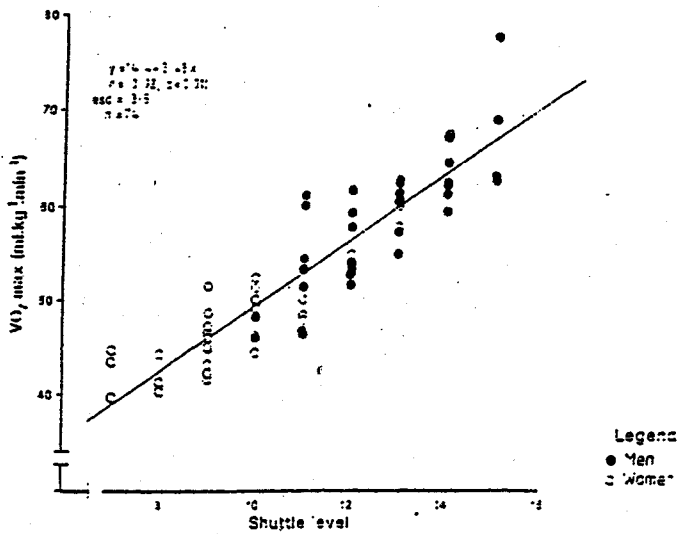
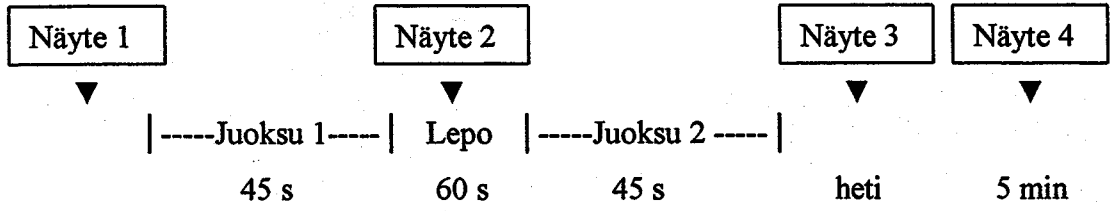


Fig. 3: The relationship between $\dot{V}O_2$ max and 20 m PST performance for men (n = 36) and women (n = 38).

		LUT Predicted $\dot{V}O_2$ max		LUT Predict $\dot{V}O_2$ max	
Level	Shuttle			Level	Shuttle
4	2	26.8		14	2
4	4	27.6		14	4
4	6	28.3		14	6
4	9	29.5		14	8
				14	10
5	2	30.2		14	13
5	4	31.0			
5	6	31.8		15	2
5	9	32.9		15	4
				15	6
6	2	33.6		15	8
6	4	34.3		15	10
6	6	35.0		15	13
6	8	35.7			
6	10	36.4		16	2
				16	4
7	2	37.1		16	6
7	4	37.8		16	8
				16	10
7	6	38.5		16	12
7	8	39.2		16	14
7	10	39.9			
				17	2
8	2	40.5		17	4
8	4	41.1		17	6
8	6	41.8		17	8
8	8	42.4		17	10
8	11	43.3		17	12
				17	14
9	2	43.9			
9	4	44.5		18	2
9	6	45.2		18	4
9	8	45.8		18	6
9	11	46.8		18	8
				18	10
10	2	47.4		18	12
10	4	48.0		18	15
10	6	48.7			
10	8	49.3		19	2
10	11	50.2		19	4
				19	6
				19	8
				19	10
				19	12
				19	15
				20	2
				20	4
				20	6
				20	8
				20	10
				20	12
				20	16
13	2	57.6			
13	4	58.2			
13	6	58.7			
13	8	59.3			
13	10	59.8			
13	13	60.6			

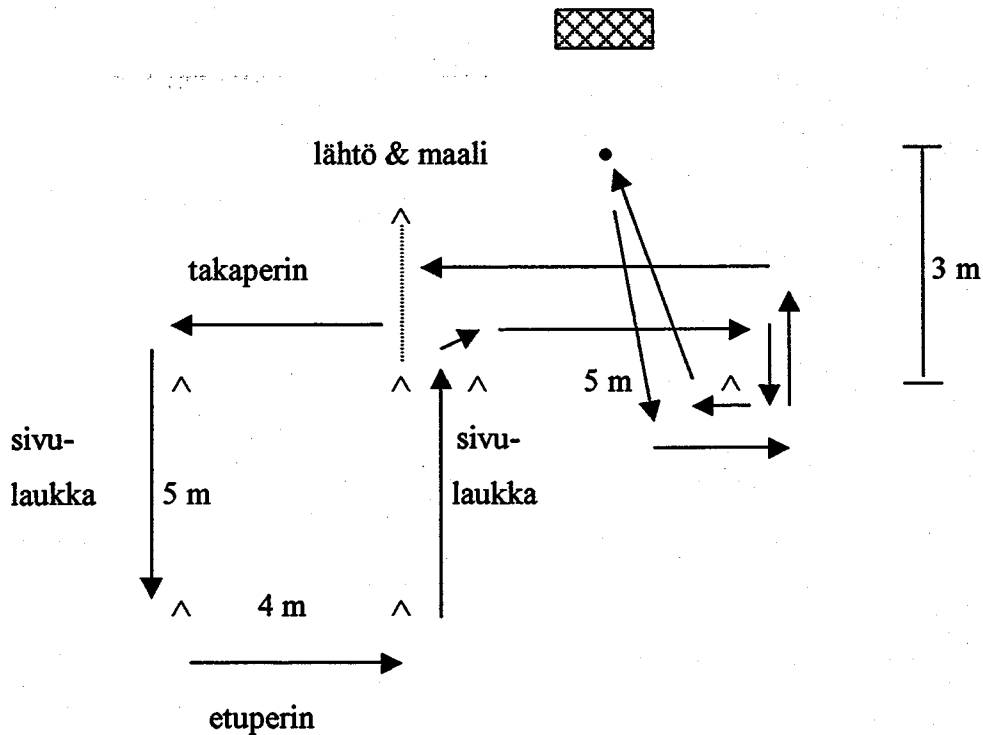
Lähde: Ramsbottom ym. (1988)

LIITE 5.



Laktaattinäytteiden ajankohdat viivajuoksutestin aikana.

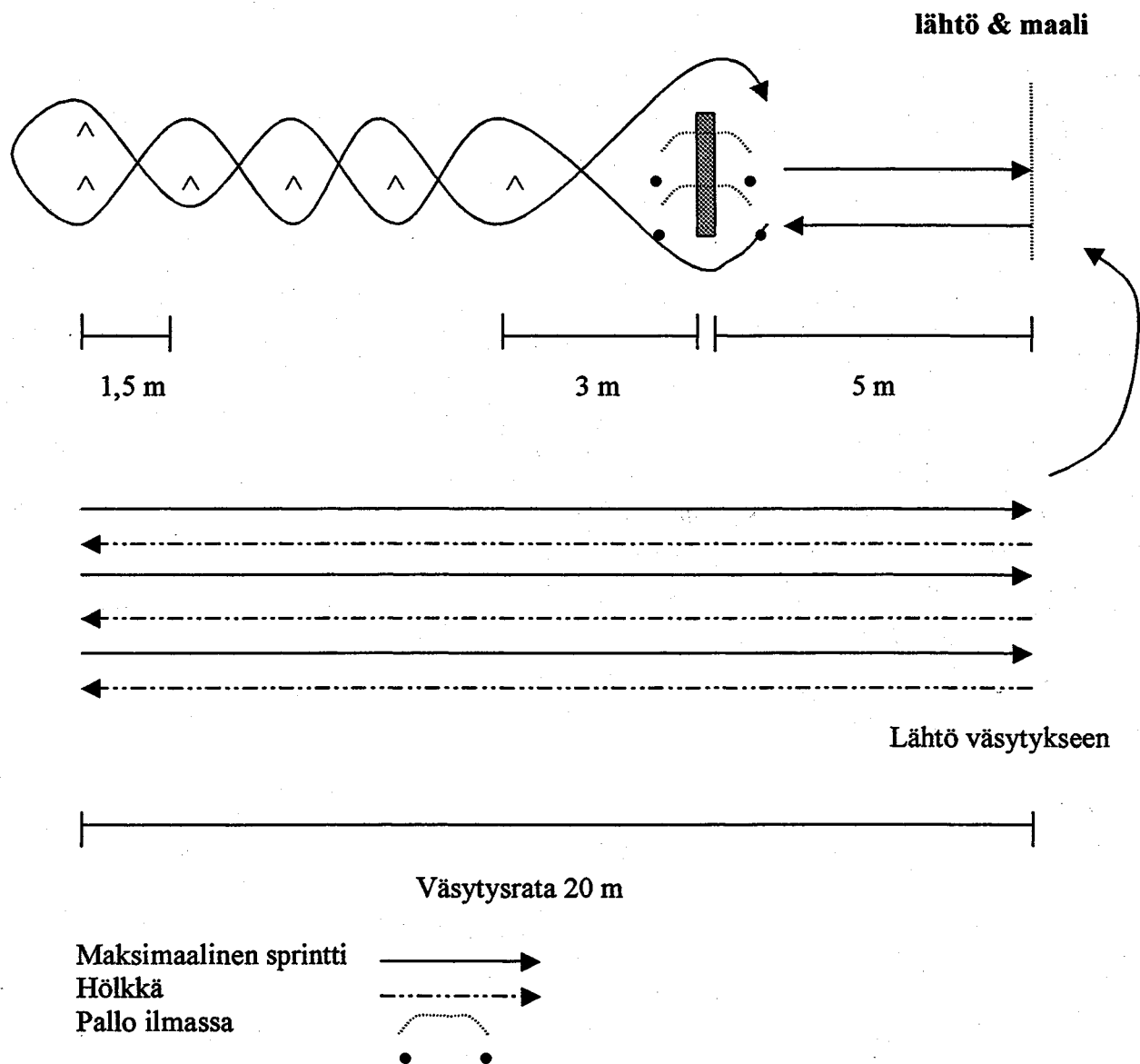
LIITE 6.



Ketteryydesti:

- takaperin juoksu 4 m
- sivulaukka oikealle 5 m,
- eteenpäin 4 m
- sivulaukka vasemmalle 5 m
- eteenpäin 5 m
- kartion kiertä myötäpäivään
- sprintti 3 m ja laukaus paikallaan olevaan palloon
- täysi käänös ja takaisin : kierretään kartio ympäri vastapäivään
- sprintti eteenpäin 6 m

LIITE 7.



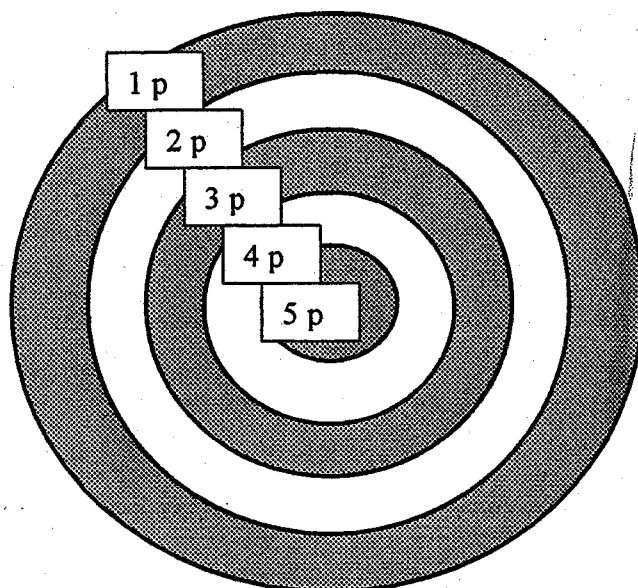
Suoritus 1. Pelkkä pujottelu lähtöviivalta maalin:

- 5 m pallon kuljetusta
- pallon vippi esteen yli 30 cm
- pallon haltuunotto
- pujottelu viiden kartion ympäri
- pallon vippi esteen yli
- pallon haltuunotto
- kuljetus maaliin

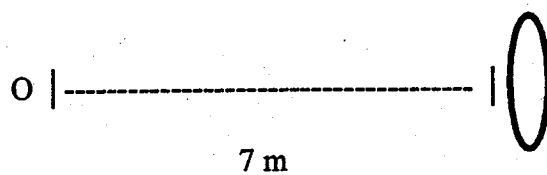
Suoritus 2. Väsytyks + pujottelu

- lähtö hölkkäten 10 sekuntia aikaa 20 m
- maksimaalinen juoksu 20 m alkaa ajanottajan merkistä
- toistetaan kolme kertaa
- viimeisen sprintin jälkeen välittömästi pujotteluradalle
- pujottelu sama kuin edellinen

LIITE 8.



Maalitaulun pisteytys tarkkuuslaukausta varten. Ulkoringin halkaisija 1 m.



Etäisyys maalitauluun laukaisupaikalta.