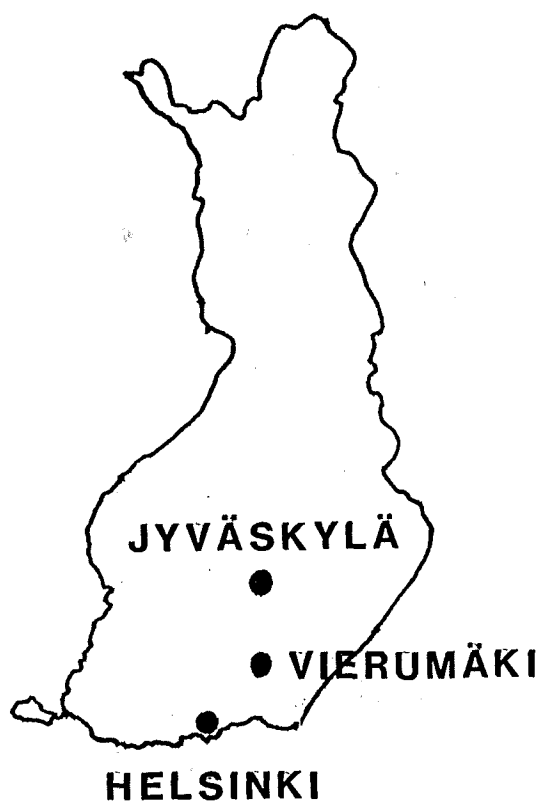




IBF:N

TIETEELLINEN KONFERENSSI

7.-10.9.1988 SUOMESSA



SUOMEN JÄÄPALLOLIITTO R.Y.
FINNISH BANDY FEDERATION

SYKKEEN VAIHTELU JA LAKTAATIN MUODOSTUMINEN JÄÄPALLO-
OTTELUN AIKANA, SEKÄ PELAAJAN LUISTELEMA MATKA JA OSAL-
LISTUMINEN PELIIN ERI PELIPAIKOILLA

JOHDATUS OMATOIMISEEN
TUTKIMUSTYÖHÖN (VEA 8)
Seminaarityö
KEVÄT 1986
JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO
Liikuntabiologian laitos
Antti Parviainen

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	1
1.1. Jääpallojoukkueiden harjoittelu	1
1.1.1. Jääpallo - ottelun ajallinen jakautuminen	2
2. KIRJALLISUUSKATSAUS	2
2.1. Sydämen ja verenkiertoelimistön toiminta rasituksessa	2
2.1.1. Leposykkeeseen vaikuttavia tekijöitä	2
2.1.2. Syke rasituksen ja palautumisen aikana	3
2.1.3. Erilaisten harjoitusten vaikutus sykkeeseen	4
2.1.4. Harjoittelun vaikutukset sydämeen	4
2.1.5. Syke pelin aikana	5
2.2. Maitohapon muodostuminen lihastyössä	5
2.2.1. Maitohapon muodostuminen pitkäkestoisessa suorituksessa	7
2.2.2. Maitohapon muodostuminen intervallityössä	8
2.2.3. Maitohapon muodostuminen pelin aikana	8
2.3. Aerobinen suorituskyky	9
2.3.1. Aerobinen kestävyys jääpallossa	9
2.4. Anaerobinen suorituskyky	10
3. TUTKIMUKSEN ONGELMAT JA MITATTAVAT	11
4. TUTKIMUSMENETELMÄT	11
4.1. Koehenkilöt	11
4.1.1. Tutkimuksen suorittaminen	12
4.1.2. Mitattavat muuttujat	13
4.1.3. Tietojen tilastollinen käsittely	14
5. TULOKSET	14
5.1. Pelaajien aerobiset ja anaerobiset ominaisuudet	14
5.1.1. Liikkuminen jääpallo - ottelun aikana	15
5.1.2. Veren laktaattipitoisuuksien muutokset jääpallo - ottelun aikana	18
5.1.3. Sykkeen vaihtelu jääpallo - ottelun aikana	18
5.1.4. Peliin osallistuminen	19
5.1.5. Anaerobisen pp - ergometritestin ja luistelutestin välinen yhteys sekä koehenkilöiden maksimaalinen luistelunopeus	19
6. POHDINTA	20
LÄHTEET	25-26
LIITTEET	

1. JOHDANTO

Jääpallo, kuten useimmat pallopelit, asettaa suuria vaatimuksia urheilijalle sekä fyysisesti että taidollisesti. Ottelun kesto aika on 90 minuuttia, jolloin urheilijan kestävyysominaisuudet on oltava hyvät. Itse peli koostuu kuitenkin useista nopeutta ja anaerobista kestävyystä vaativista osioista. Lisäksi jääpallossa tarvitaan tekniikkaa eli koordinaatiota, joka jakautuu luistelu- ja mailatekniikkaan. Myös voimalla, varsinkin jalkojen ja keskivartalon lihaksissa, on huomattava osa jääpalloilijan suorituskyvystä. Voiman on oltava pääasiassa dynaamista, kuten kestävyys- ja pikavoimaa. Jääpalloilijalta vaaditaan myös notkeutta ja ketteryyttä. Kokonaista joukkuetta koskien voidaan suorituskyky jakaa kolmeen osatekijään: tekniikkaan, taktiikkaan ja kestävyyteen (Jagbrandt 1963).

Tässä tutkimuksessa tutkittiin sykkeen vaihtelua ja laktaatin muodostumista jääpallo - ottelun aikana. Lisäksi pyrittiin selvittämään kolmen eri pelipaikan pelaajan liikkumista ottelun aikana, ja heidän osallistumistaan pelin kulkuun. Tutkimuksen koehenkilöt edustavat Suomen keskitasoa, ja analysoitava ottelu pyrittiin saamaan mahdollisimman hyvin vastaamaan olosuhteita sarjaottelussa. Tällöin saatuja tuloksia voidaan hyvin soveltaa koskemaan sekä huippupelaajia että alemman tason pelaajia.

Tämä tutkimus on tarkoitettu osaksi jääpallon lajiansalyysiä, jonka pohjalta pyritään selvittämään jääpallon pelaajalleen asettamia vaatimuksia, ja tämän pohjalta saada tarvittavaa tietoa harjoittelun perustaksi.

1.1. Jääpallojoukkueiden harjoittelu

Määttä ja Tulkki (1985) ovat tutkineet suomalaisten ja ruotsalaisten jääpallon seurajoukkueiden harjoittelua. Tutkittavat joukkueet (11) harjoittelivat keskimäärin n. 150 krt/kausi, vaihdellen 118 - 190 välillä. Harjoitteluun käytetty aika vaihteli 150 - 380 tuntia/kausi, ja harjoittelu aloitettiin 27.3 - 1.8 välillä. Yleisesti todettiin ruotsalaisten harjoittelevan ainakin määrällisesti enemmän kuin suomalaisten. Lisäksi hyvistä olosuhteista (tekojää) johtuen käyttivät ruotsalaiset suomalaisia enemmän aikaa lajiharjoitteluun isolla kentällä, kun suomalaiset pääsivät osittain lajiharjoitteluun sarjakauden jo alettua. Yleisesti voidaan jääpalloilijoiden harjoittelussa olevan hyvin paljon kehittämistä sekä määrällisesti että laadullisesti.

1.1.1. Jääpallo - ottelun ajallinen jakautuminen

Maaailmanmestaruuskilpailuissa 1977 Ruotsissa ja 1985 Norjassa on seurattu jääpallo - ottelun kulkua ajallisesti. Tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteissä 1, 2 ja 3.

Keskimääräisessä ottelussa vuoden 1985 MM - kilpailuissa ottelun tehokas peliaika oli 57 min. 59 sek., se sisälsi 59 vapaalyöntiä, 22 sivurajalyöntiä, 13 kulmalyöntiä, 7 paitsiota ja yhden loukkaantumisen. Ottelussa tuomittiin 4 jäähyä, 1 rangaistuslyönti ja syntyi 7 maalia.

Vapaalyönnin suorittamiseen kului aikaa keskimäärin 15 sek., sivurajassa aikaa kului 13 sek., kulmassa 27 sek. ja paitsiossa 3 sekuntia. Jäähyn aiheuttama katkos kesti 38 sek., rangaistuslyöntiin kului 42 sek. ja samanmittaisen tauon aiheutti maalin syntyminen.

2. KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1. Sydämen ja verenkiertoelimistön toiminta rasituksessa

Sydämen ja verenkiertoelimistön tehtävänä on säilyttää ja palauttaa elimistön homeostaasia, joka harjoittelun vaikutuksesta on häiriintynyt. Veren tehtävänä on kuljettaa ravinteita kehon eri osiin, ja tuoda kuona-aineita maksaan ja munuaisiin (a de Vries 1971).

Harjoittelun kannalta verenkierron tärkein tehtävä on hapen ja hiilidioksidin kuljetus. Ilman happea ei voida pitkään harjoitella, ja tuodun hapen määrä vastaa suoraan palaavan hiilidioksidin määrän. Harjoittelun aikana sydämen tehtävänä on lisääntyvässä määrin pumpata verta aktiivisiin lihaksiin.

Sydämen minuuttivolyymi on tavallisella ihmisellä levossa n. 5 l/min, ja hyvin harjoitelleella urheilijalla se voi rasituksen aikana nousta jopa 30 l/min. Fyysisen suorituskyvyn ratkaisevampia rajoittavia tekijöitä on juuri minuuttivolyymin maksimiarvo. Minuuttivolyymiin vaikuttavat syke ja iskutilavuus ($= \text{syke} \times \text{iskutilavuus}$) (a de Vries 1971).

2.1.1. Leposykkeeseen vaikuttavia tekijöitä

Leposyke vaihtelee suuresti verrattaessa eri henkilöitä keskenään, myös yksilön henkilökohtaiset leposykearvot saattavat vaihdella eri mittauksissa. Leposykkeeseen vaikuttavia tekijöitä on useita, joten sitä on

vaikea pitää fyysisen suorituskyvyn mittarina. Leposykkeeseen vaikuttavat:

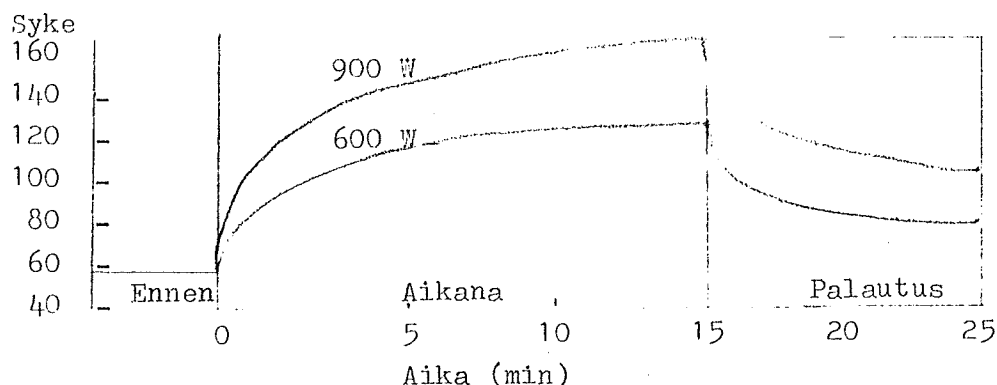
- 1) Ikä
- 2) Sukupuoli
- 3) Koko
- 4) Asento
- 5) Ruokailu
- 6) Tunteet
- 7) Kehon lämpötila
- 8) Ulkoiset tekijät
- 9) Tupakointi

Syke urheilusuorituksen tai palautumisen aikana antaa kuitenkin paljon tietoa itse suorituksesta ja sen rasittavuudesta (a de Vries 1971).

2.1.2. Syke rasituksen ja palautumisen aikana

Sykkeen on todettu olevan tärkein tekijä selitettäessä harjoittelun vaikutuksia (vrt minuuttivolyymi). Sykkeen tärkeämpi merkitys johtuu kolmesta tekijästä: 1) iskutilavuus kasvaa luultavasti hyvin vähän ennenkuin rasitus on kahdeksan kertaa niin suuri kuin levossa, 2) syke on suhteessa tehtävään työhön ja 3) syke on suhteessa hapenottoon harjoituksen aikana. Nämä tekijät ovat voimassa vain, kun työskennellään steady - statessa - aerobisella tasolla (a de Vries 1971).

Harjoituksen alussa syke kohoaa nopeasti. Harjoituksen ollessa kevyt tasoittuminen sykkeessä tapahtuu 30 - 60 sekunnissa, tämän tason korkeus on suhteessa kuormaan. Raskaalla kuormalla taso nousee progressiivisesti, kunnes väsymys lopettaa suorituksen. Palautumisessa tapahtuu nopein lasku ensimmäisten 1 - 3 minuutin aikana. Tämän jälkeen palautuminen hidastuu, jolloin sen nopeus riippuu tehdyn työn tehosta ja kestosta (a de Vries 1971).



Kuvio 1. Sykkeen vaihtelut hyväkuntoisilla keski - ikäisillä koehenkilöillä, kuormilla 600 ja 900 Wattia pp - ergometritestissä (a de Vries 1971).

2.1.3. Erilaisten harjoitusten vaikutus sykkeeseen

Harjoittelu, jossa säilytetään tietty asento tai työskennellään suurta kuormaa vastaan aiheuttavat vain pientä muutosta sykkeessä. Nopeita ja vaihtelevia suorituksia sisältävä harjoite esim. pyöräily tms. nostaa sykettä huomattavasti. Tämä johtuu seuraavista syistä: 1) valtimo paluu kasvaa johtuen kasvaneesta paineesta tai lihasten kasvaneesta pumppaus-työstä, 2) syke on suhteessa työmäärään aikaa kohden, eikä hidas harjoite kehittä sellaista työvastetta, että suuria muutoksia sykkeessä tapahtuisi (a de Vries 1971).

Harjoittelun teho on selvästi tärkein sykkeeseen vaikuttava tekijä. Harjoitteluun käytetty aika vaikuttaa sykkeeseen, kun samaa taakkaa kannatellaan pitkän aikaa. Tällöin lihaksissa otetaan lisää motorisia yksiköitä käyttöön, jolloin myös aineenvaihdunta kiihtyy, ja siten myös syke kiihtyy. Nousu on yleensä progressiivista, ja suoritus päättyy väsähtämiseen (a de Vries 1971).

Harjoittelun välissä olevat tauot (vrt. intervalliharjoittelu), varsinkin keveillä kuormilla työskenneltäessä, saavat sykkeen palautumaan lepotasolle tai lähelle sitä. Jos työn tehoa nostetaan, ei palautuminen ole täydellistä, ellei taukoja samalla pidennetä. Näin ollen voi esim. valmentaja säädellä harjoituksen tehokkuutta muuttelemalla työn intensiteettiä ja lepotaukojen pituutta (a de Vries 1971).

2.1.4. Harjoittelun vaikutukset sydämeen

Harjoittelun aikana nousee syke millä tahansa kuormalla. Ero harjoitelleen ja harjoittelemattoman välillä syntyy siitä, että harjoitellut tekee saman työmäärän alhaisemmalla sykkeellä. Samoin maksimisykkeellä pystyy harjoitellut henkilö tuottamaan suuremman työmäärän (a de Vries 1971).

Sydämen iskutilavuus kasvaa harjoittelun myötä, mikä taas vaikuttaa suotuisasti sydänverenkierron kuormitukseen levossa ja rasituksessa. Sydämen työ taloudellistuu: sykkeen hidastuminen n. 10 lyönnillä minuutissa merkitsee lähes 15 %:n energian säästöä (a de Vries 1971). Hermansen et al. ovat kuitenkin todenneet, että iskutilavuus on merkittävänä tekijänä, vasta kun hapenotto ylittää 40 % maksimiarvosta. Harjoittelun myötä myös sydämen koko kasvaa. Kasvu näkyy onteloiden laajentumisena ja sydänlihaksen hypertrofiana. Nämä tekijät vaikuttavat positiivisesti

edellä mainittuun iskuutilavuuden kasvuun (Weineck 1982).

Sykkeen laskuun harjoitelleella vaikuttaa myös elimistön kyky käyttää happea ja energialähteitä paremmin hyväkseen lihasten hiussuoniverkoston kehittymisen myötä (Weineck 1982).

2.1.5. Syke pelin aikana

Lundin ja Agnevik (1972) ovat tutkineet sykkeen muutoksia jääpallo - ottelun aikana. Heidän mukaansa syke vaihtelee suurestikin, ja kuvaa näin ollen ottelun tempoa ja sen muutoksia. Ottelussa syntyvien taukojen (kulma, vapaalyönti, vaihto tms.) aikana saattaa luonnollisestikin laskea suurestikin, mutta pysyttelee kuitenkin suurimman osan ottelun ajasta n. 10 - 15 lyöntiä alle maksimitason. Lisäksi he toteavat pelaajan työskentelevän useita kertoja ottelun aikana maksimisykkeen tasolla. Heidän mukaansa onkin selvää, että jääpallo vaatii pelaajaltaan suurta aerobista kestävyyttä.

Vastaavia tutkimuksia on tehty useissa muissakin lajeissa. Esimerkiksi Paterson ym. (1977) raportoivat jääkiekosta tuloksia, jossa ottelun aikana korkein mitattu arvo oli n. 190 lyöntiä/min., ja keskiarvo ottelun aikana oli n. 182 lyöntiä/min., jotka kumpikin olivat yli 90 % juoksumatolla mitatusta maksimiarvosta. Jalkapallosta Agnevik (1970) raportoi arvoja, jotka ovat samansuuntaisia kuin jääpallossa.

Yleisintä jääpallossa, jalkapallossa ja jääkiekossa näyttää olevan että työskentely tapahtuu koko ottelun ajan hyvin lähellä maksimaalisia sykearvoja, välillä nousten maksimaaliselle tasolle (nopeat kiihdytykset yms.) pelien katkonaisesta luonteesta johtuen, tulee otteluissa kuitenkin myös palauttavia taukoja.

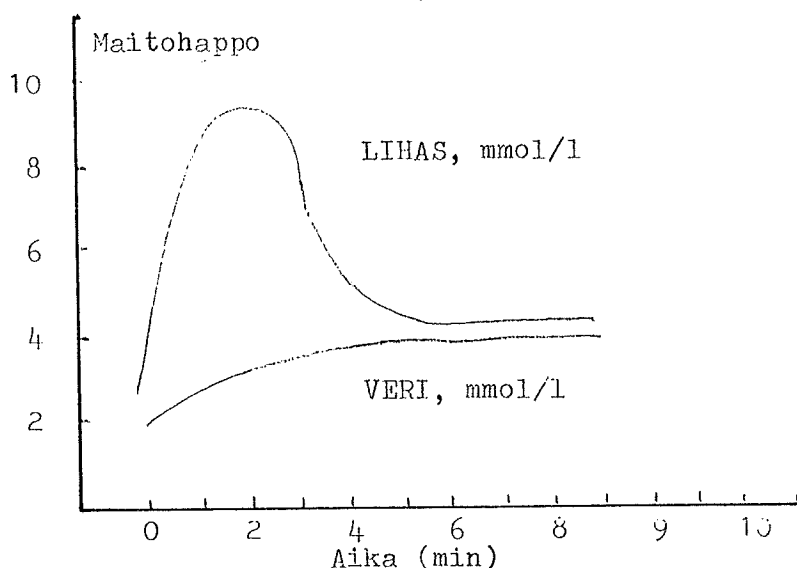
2.2. Maitohapon muodostuminen lihastyössä

Kevyessä työssä pystytään lihasten energian tarve tyydyttämään pelkästään hapen avulla. Kohoavalla teholla työskenneltäessä vastaa anaerobinen prosessi alussa energiantuotosta, kunnes aerobinen pystyy vastaamaan energian tuottamisesta. Alussa muodostunut maitohappo liukenee valtimo- tai viimeistään laskimovereen, ja näin työntekoa voidaan jatkaa useita tunteja. Raskaassa työssä laktaatin muodostuminen lisääntyy, ja siten sen ilmeneminen veressä on suurempaa, ja taso säilyy korkeana koko työskentelyn ajan. Työn jatkaminen on kiinni suorittajan motivaatiosta. Erittäin

raskaassa työssä syntyy happivelkaa, ja siten myös maitohapon muodostumista, koska työskentely tapahtuu anaerobisesti. Työtä ei voida jatkaa kuin muutamia minuutteja, koska lihakset eivät pysty enää toimimaan (Åstrand & Rodahl 1970).

Maitohappoa puskuroidaan verestä bikarbonaattien avulla, laktaatti laskee veren pH :ta ja vaikuttaa hengitykseen. Harjoituksen aikana maitohappo arvot voivat nousta jopa 30 mmol/l työskentelevissä lihaksissa (Åstrand & Rodahl 1970).

Lihaksen hapenkäyttökyvyn ja energiantuottomekanismien muutoksia on ryhdytty tutkimaan veren maitohappo muutosten ja hengitys muutosten avulla. Nämä eivät kuitenkaan tarkasti heijasta lihaksen sisäisiä tapahtumia. Kuvio 2 näkyy, että työskenneltäessä aerobista - anaerobista kynnystä lähellä olevalla teholla, on lihaksissa aluksi jopa 3 - 5 kertaa "suurempi" maitohappopitoisuus kuin veressä. Lihaksen ja veren maitohappopitoisuudet tasoittuvat 5 - 10 min. työskentelyn jälkeen, jolloin vasta voidaan puhua todellisesta steady - state tilasta lihaksen energiantuottomekanismien kannalta (Kantola, Rusko 1984).



Kuvio 2. Lihaksen ja veren maitohappopitoisuuksien muutokset työskenneltäessä aerobista - anaerobista kynnystä vastaavalla työtehollla. Happivelan takia nousee lihaksen maitohappo pitoisuus aluksi korkeaksi, ja aineenvaihdunnallinen steady - state saavutetaan vasta 5 - 10 min. kuluttua (Kantola, Rusko 1984).

Kantolan ja Ruskon mukaan maitohapon muodostuminen lihakseen johtuu neljästä tekijästä: 1) "epätasapaino" maitohappoa tuottavien ja sitä edelleen aerobisesti hajottavien mekanismien välillä lihassolussa, 2) tilapäinen happivelka suoritustehon (työtehon)vaihdellessa tai lisääntyessä

ennen kuin hengitys, verenkierto ja yleensä hapenotto ehtii nopeutua uudelle vaatimustasolle, 3) lisäenergian tarpeessa käynnistyvä hormoni-toiminta, joka aktivoi hiilihydraattien hajotusta ja siten maitohapon muodostusta ja 4) maitohapon tuottoon erikoistuneiden nopeiden lihassolujen käyttöönotto työtehon lisääntyessä.

Maitohapon eliminointi verestä tapahtuu: vähemmän aktiivisissa lihaksissa, sydämessä ja maksassa. Lisäksi osa maitohaposta muutetaan jo lihaskudoksessa vähemmän haitalliseksi aineiksi, esim. alaniiniksi, ja siirretään vereen. Maitohapon poisto verestä on sitä nopeampaa, mitä suuremalla teholla työskennellään ja mitä suuremmat lihasryhmät ovat aerobisesti toiminnassa (Åstrand & Rodahl 1970).

2.2.1. Maitohapon muodostuminen pitkäkestoisessa suorituksessa

Karlson ja Saltin (1970) löysivät maitohapon tuoton huippuarvoiksi 13,4 mmol/l ja 13,3 mmol/l, n. kahden ja kuuden minuutin työssä, kun taas työskenneltäessä n. 16 min. tuli arvoksi 9,7 mmol/l. Myös Lai ja Lien (1982) saivat väsymykseen asti viedyssä kokeessa, jossa keskimääräinen työaika oli 14 min., arvoja, jotka olivat $13,2 \pm 1,7$ mmol. Heidän mukaansa tehdyn työn intensiteetillä ja maksimaalisen maitohappoarvon ilmaantumisajalla ei ollut korkeaa korrelaatiota harjoituksen kestoon, maksimaaliseen hapenottoon, maksimisykkeeseen, kehon painoon tai pi-tuuteen.

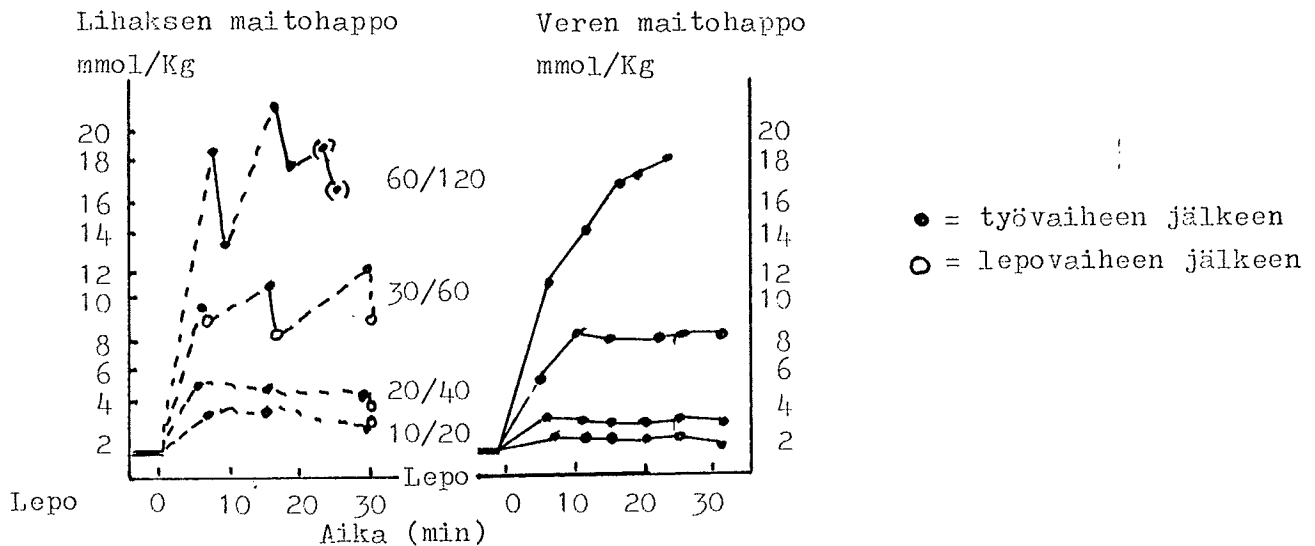
Hermansen ja Stensvold (1972) eivät havainneet 30 min. jatkuvassa työssä lisäystä veren maitohappopitoisuuksissa työtehon ollessa 30 ja 60 % max VO_2 :sta. Pientä lisäystä tapahtui tehon ollessa 70 - 80 % maksimis-ta, mutta nopeata nousua maitohappoarvoissa saatiin vasta yli 80 % :n tehoilla max VO_2 :sta.

Kantola ja Rusko (1984) toteavat maitohapon poistumismekanismien olevan tehokkaimpia anaerobista kynnystä vastaavalla työteholla, jolloin siis eniten aktiiviset lihakset koko ajan tuottavat vereen maitohappoa. Anaerobista kynnystä vastaavalla teholla on maitohapon eliminaationopeus verestä n. 0,7 mmol/l/min., kun se levossa on n. 0,3 - 0,4 mmol/l/min. Costill et al. (1973) totesivat, että maitohapon muodostus vähenee pitkäkestoisessa työssä, esim. pitkässä juoksussa.

2.2.2. Maitohapon muodostuminen intervallityössä

Laktaattipitoisuuksien on todettu olevan intervallityössä selvästi korkeampia kuin yhtäjaksoisessa työssä (Edwards et al. 1971). Hermansen (1971) raportoi koehenkilöiden tekemien viiden maksimaalisen suorituksen jälkeen mitattuja arvoja, jotka ovat niinkin korkeita kuin 32 mmol/l, työajan ollessa n. 1 min.

Saltin ja Essen (1971) toteavat, että 30 min. kestäneessä intervallityössä, jossa tauot ja työajat vaihtelivat suhteessa 1 : 2 (esim. työ 20 sek. ja lepo 40 sek.), olivat maitohappoarvot matalampia lyhyimmillä työjaksoilla kuin pidemmillä.



Kuvio 3. Lihaksen ja veren maitohappopitoisuudet jaksottaisissa kuormituksissa, joissa kuormitus- ja lepovaiheen keston suhde on aina 1 : 2 ja kuorman suuruus on n. 400 W (Saltin, Essen 1971).

Intervallijuoksuissa (työjaksot 10 - 60 sekuntia ja lepojaksot 20 - 150 sekuntia) koehenkilöt pystyivät tekemään 2 - 2,5 kertaa enemmän työtä kuin jatkuvassa juoksussa samansuuruisen laktaattimäärän saavuttamiseksi. Henkilöillä, jotka lepäsivät tauoilla, oli alhaisemmat laktaattipitoisuudet verrattuna henkilöihin, jotka tekivät aerobista työtä lepojaksolla (Fox, Robinson ja Wiegman 1969).

2.2.3. Maitohapon muodostuminen pelin aikana

Lundin ja Agnevik (1972) ovat mitanneet ruotsalaisilta jääpalliloilijoilta ottelun aikana kertynyttä laktaattipitoisuutta, jotka vaihtelivat 4,4 - 11,0 mmol/l :n välillä. Vaihtelu johtuu pelitilanteesta, jonka jälkeen

mittaus on suoritettu. Samojen pelaajien maksimaaliset maitohappoarvot vaihtelivat juoksumattomittauksissa 8,8 - 22,0 mmol/l välillä. Tutkijat toteavat, että jääpallossa selvästi tarvitaan myös korkeata anaerobista kestävyyttä.

Jalkapallo - ottelun aikana on Agnevik (1970) saanut pelaajilta arvoja, jotka ovat yli 11,0 mmol/l (max. 15,4 mmol/l). Bruyn (1982) on saanut ranskalaisilta jalkapalloilijoilta ottelun aikana arvoja, jotka vaihtelevat 1,9 - 9,3 mmoolin välillä, pelaajien tasosta riippuen. Småros (1979) on saanut suomalaisilta pelaajilta arvoja $4,05 \pm 36,9$ $2,2 \pm 20,7$ mmol/l eri pelipaikasta riippuen. Jääkiekko - ottelun aikana on Forsberg saanut 1974 keskiarvoksi n. 11,0 mmol/l.

2.3. Aerobinen suorituskyky

Pitkäkestoisessa fyysisessä suorituksessa yksilön suorituskyky riippuu suuresti hänen kyvystään ottaa happea, siirtää ja jakaa sitä työskenteleville lihaksille. Maksimaalisen hapenottokyvyn arvo on teoreettisesti hyvä mittari verenkiertoelimistön suorituskykyä mitattaessa (Rusko 1978).

Maksimaalinen hapenotto on suoraan verrannollinen sydämen maksimaaliseen minuuttivolyyymiin ja minuuttitilavuus puolestaan on riippuvainen sydämen iskutilavuuden - sydämen koon kasvusta. Iskutilavuuden kasvun myötä laskee sydämen sykintänopeus työssä, joten työsykettä voidaan käyttää myös verenkiertoelimistön suorituskyvyn karkeana mittarina (Kantola, Rusko 1984). Eri lajien harrastajien maksimaalisia hapenottoarvoja on esitetty liitteessä 4.

ST - solujen prosentuaalisella määrällä on todettu olevan positiivinen korrelaatio max VO_2 :een (Karlsson 1974). Vihko ja Pihlström toteavat: "Ihmisen kyky suorittaa kestävyystyypistä työtä riippuu lihassolutasolla hänen lihastensa solujakautumasta ja solujen harjaantumisen asteesta. Solujakautuma määrää potentiaalisesti lihaksen oksidatiivisen kapasiteetin, jota voidaan harjoittelulla huomattavasti lisätä. Nämä harjoitteluvaikutukset ilmenevät oksidatiivisten entsyymien lisääntyneinä aktiivisuuksina lihaksessa, lihassyiden koon kasvamisena sekä mitokondrioiden suurentuneena tilavuusosuutena lihassoluissa".

2.3.1. Aerobinen kestävyys jääpallossa

Lundin ja Agnevik (1972) ovat mitanneet 15 ruotsalaista jääpalloilijaa,

joiden maksimaalinen hapenotto oli keskimäärin 4,31 l/min. ja 57,7 ml/kg/min mitattuna pp - ergometrillä suoralla menetelmällä. Korkeimmat saadut arvot olivat 4,84 l/min ja 70,0 ml/kg/min. Tutkijoiden mukaan tulisi jääpalloilijoilla olla maksimaalisen hapenoton arvo vähintään 60 ml/kg/min.

Petterson (1970) on todennut jääpalloilijoiden ottelun aikana käyttävän 70 - 98 % maksimaalisesta hapenotostaan. Koska ottelussa joudutaan ajoittain käyttämään 90 - 100 % maksimaalisesta tehosta, on huonokuntoisella pelaajalla vaikeuksia säilyttää pelissä vaadittavaa tempoa. Tällöin väsyminen haittaa teknisesti vaikeita suorituksia esim. lyönti ja syötö (Lundin ja Agnevik 1972).

2.4. Anaerobinen suorituskkyky

Anaerobisella kestävyydellä tarkoitetaan urheilijan kykyä sietää suurta happamuutta ja suuria maitohappopitoisuuksia sekä sitä energia määrää, joka on saatavissa fosfageeneistä (Atp ja KP) ja glykogeenistä anaerobisessa glykolyysissä. Anaerobisesta kestävydestä on kuitenkin kyse myös silloin, kun työskentelyä on kyettävä jatkamaan suurella teholla (Kantola ja Rusko 1984).

Kantolan ja Ruskon (1984) mukaan anaerobisessa kestävyudessa on aerobiseen energiantuottoon liittyviä komponentteja: mitä nopeammin hapenkulutus reagoi työtehon tai nopeuden lisäykseen sitä pienempi on happivelka; ja mitä suurempi maksimaalinen hapenotto on anaerobiseen kynnykseen verrattuna, sitä parempi on anaerobinen kestävyys. Hiihdossa helppojen laskuosuuksien, ja näin ollen jääpallon "seisovien tilanteiden", aikana tapahtuva palautuminen riippuu nimenomaan urheilijan kyvystä poistaa maitohappoa lihaksista vereen, eliminoida maitohappoa verestä sekä täydentää kreatiinivarastot nopeasti.

Margarita (1966) on todennut vertikaalinopeuden porrasjuoksussa korreloivan positiivisesti anaerobiseen suorituskkykyyn. Margaritan porrasjuoksu-testistä saadaan selville henkilön anaerobinen teho laskemalla nopeus x massa x 9,81/J. Tulos kuvaa henkilön anaerobista suorituskkykyä.

Jääpalloilijoiden anaerobista suorituskkykyä ei ole raportoitu, ainoastaan Lundin ja Agnevik ovat tutkineet anaerobisia prosesseja ottelun aikana (kts. edellä). Jalkapalloilijat ovat saaneet Margaritan testissä vertikaalinopeudeksi 1,50 m/s, jota voidaan pitää korkeana verrattuna

muiden lajien harrastajiin (von Hollman 1978).

3. TUTKIMUKSEN ONGELMAT JA MITATTAVAT

Ongelmat:

- I Mikä on jääpallo- ottelun aineenvaihdunnallinen kuormittavuus
- II Mikä on jääpalloilijoiden aerobinen ja anaerobinen teho
- III Kuinka paljon ja miten pelaajat liikkuvat ottelun aikana, sekä millä teholla liikkuminen tapahtuu
- IV Kuinka usein eri pelipaikkojen pelaajat osallistuvat pelin kulkuun
- V Onko yhteyksiä eri muuttujien välillä
- VI Korreloiko anaerobisen tehon mittarit polkupyörä - ergometrillä tehtyinä luisteluun

Muuttujat:

- 1. Veren laktaattipitoisuudet
- 2. Maksimaalinen hapenotto
- 3. Anaerobinen teho
- 4. Kentällä liikuttu matka
- 5. Luistelun teho, suunta ja tapa
- 6. Pallo- hallussa pito aika ja määrä
- 7. Taustamuuttujat: paino, pituus ja rasvaprosentti

4. TUTKIMUSMENETELMÄT

4.1. Koehenkilöt

Koehenkilöinä toimi kolme pelaajaa JPS:n I - divisioonan edustusjoukkueesta, joista kaksi on pelannut nuorten maaotteluja. Pelaajista oli yksi hyökkääjä, yksi keskikenttäpelaaja ja yksi puolustaja. Joukkue edustaa hyvin Suomen jääpalloilun keskitasoa. Taulukossa 1 on esitetty antropometriset ominaisuudet, ikä sekä pelipaikka.

Koehenkilö	Ikä	Pituus	Paino	Rasvaprosentti	Pelipaikka
A.K	27	173.0	66.5	12.3	Puolustaja
O.M	21	175.0	67.5	12.3	Keskikenttä
K.H	19	174.0	66.0	11.9	Hyökkääjä
$\bar{x}$	22.3	174.0	66.7	12.2	
SD	6.6	1.4	1.2	0.35	

Taulukko 1. Pelaajien taustatiedot.

4.1.1. Tutkimuksen suorittaminen

Tutkimus suoritettiin 5.3.1986, jolloin kotijoukkue JPS pelasi ystävyysottelun WP-35:tä vastaan. Peliolosuhteet ja pelin taso pyrittiin saamaan vastaamaan todellisia olosuhteita sarjaottelussa. Ottelu pelattiin hieman pehmeällä jäällä. Sää oli puolipilvistä ja tyyntä, ja ilman lämpötila oli 0 °C. Ottelu päättyi JPS:n voittoon 10 - 5 (5 - 1).

Viisi päivää ottelun jälkeen mitattiin pelaajien maksimaalinen hapenotto-kyky pp - ergometrillä, ja samalla määritettiin pelaajien aerobinen ja anaerobinen kynnyks, perustuen muutoksiin koehenkilön hengitysmäärissä ja laktaatin muodostuksessa. Tämän lisäksi suoritettiin polkupyörällä anaerobisen tehon testi, joka toistettiin iltapäivällä luistelemalla, jolloin määritettiin myös koehenkilöiden maksimaalinen luistelunopeus. Veren laktaattipitoisuudet määritettiin anaerobisissa testeissä 2,5 minuuttia ensimmäisen suorituksen jälkeen, sekä 2,5 ja 5 minuuttia toisen suorituksen jälkeen. Lisäksi seurattiin suorituksen jälkeisiä sykkeitä. Samana päivänä suoritettiin myös pelaajien antropometriset mittaukset.

Ottelun aikana seurattiin pelaajien sykettä koko ajan, ja lisäksi koehenkilöiltä otettiin ottelun kuluessa verinäytteitä veren laktaattipitoisuuksien määrittämiseksi. Näytteitä otettiin yhdeksän kertaa ja ne sijoittautuivat ajallisesti seuraavasti: ennen ottelua, 15 min., 30 min., 45 min., toisen puoliajan alussa, 60 min., 75 min., 90 min., ja 10 minuuttia ottelun jälkeen. Ottelun aikaista sykettä seurattiin Polar Elektron PE 3000 sykemittareilla.

Ottelu kuvanauhoitettiin kolmella kameralla, siten että kukin kamera seurasi yhtä pelaajaa koko ottelun ajan. Liikkumisen selvittämiseksi kenttään oli laitettu ruudukko (katso liite 1).

Ottelua edeltävänä päivänä eivät pelaajat harjoitelleet, ja ottelun aikana ei koehenkilöitä vaihdettu kentältä, jolloin verinäytteiden otot vastasivat normaali ottelun vaihtoja. Ottelussa koehenkilöt käyttivät muista pelaajista erottuvia paidan värejä (sininen, musta ja vihreä) kuvauksen helpottamiseksi.

4.1.2. Mitattavat muuttujat

Paino ja pituus mitattiin 0,1 kg:n ja 0,1 cm:n tarkkuudella. Rasvaprosentti arvioitiin neljän ihopoimun perusteella. Ne otettiin lapaluusta, tricepsistä, bicepsistä ja er. iliacasta (Durmin ja Ralaman 1967).

Anaerobinen teho mitattiin pp - ergometrillä, jolloin koehenkilö polki 1 minuutin ajan vastuksella $1/13$ osa oman kehon painosta, mahdollisimman monta poljinkierrosta. Koe toistettiin kolmen minuutin tauon jälkeen, ja tämä sama koeasetelma toistettiin luistimilla, jolloin testejä pyrittiin vertaamaan keskenään. Luistelutestissä koehenkilö luistelee minuutin ajan siniviivojen väliä, jolloin matkaa mitataan $1/4$ kierroksen tarkkuudella (Szögy ja Ceretiu 1974, Pietilä 1984).

Maksimaalista hapenottoa mitattiin suoralla menetelmällä pp - ergometrillä progressiivisella kuormalla, siten että koehenkilö uupui 17-20 minuutissa. Ennen testiä suoritettiin n. 5 minuutin verryttely. Polkemisfrekvenssi oli 60 kierrosta/min. ja kuormaa nostettiin 2 minuutin välein 0,5 kp. Uloshengityskaasut analysoitiin kaasuanalyssaattorilla. Maksimaalinen hapenotto ilmaistiin l/min sekä ml/kg/min arvoina.

Laktaatteja seurattiin jokaisella kuormalla, ja palautumisen aikana 1., 2. ja 4. minuutin kohdalla. Näytteet analysoitiin pika-analyssaattorilla, kuten myös anaerobisen tehon testauksessa pp - ergometrillä. Aerobisen ja anaerobisen kynnyksarvon määrittämiseksi seurattiin muutoksia koehenkilöiden veren laktaatissa ja uloshengitysilman kaasuosamäärissä.

Ottelunaikaiset ja luistimilla suoritettujen anaerobisen testin laktaattiarvot määritettiin Boehringerin-menetelmällä.

Ottelun analysointi vaiheessa tutkittiin yhtä pelaajaa kerrallaan, jolloin rekisteröintiin liikuttu matka, pallokosketusten määrä ja aika, luistelun tempo asteikolla: kova, kohtalainen ja seisoskelu sekä takaperin luisteluun käytetty aika. Lisäksi määritettiin tapahtuiko luistelu puolustus- vai hyökkäys tarkoituksessa.

Pelaajien maksimaalinen luistelunopeus määritettiin videonahalta, jonka kuvanopeus oli 25 kuvaa/sekunti. Kameran etäisyys merkkilipuista oli 30 metriä ja luistelijasta 29 metriä. Merkkilippujen väli oli 5 metriä, luisteltu matka oli 40 metriä, ja mittaus tapahtui väleiltä 15-20 m sekä 20-25m. Kamera oli suorassa kulmassa 20 metrin kohdalla.

Videonauhan analysointi suoritettiin muuttuja kohtaisesti, siten, että kukin kolmesta analysoijasta seurasi samaa muuttujaa jokaisen koehenkilön kohdalla. Näin lisättiin analyysin luotettavuutta, ja tulosten vertailutasokkuutta.

4.1.3. TIETOJEN TILASTOLLINEN KÄSITTELY

Tuloksista laskettiin aritmeettiset keskiarvot ja keskihajonnat. Keskiarvojen eroja testattiin Studentin t-testillä. Korrelaatiot eri muuttujien välillä saatiin kaavalla:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

5. TULOKSET

5.1. Pelaajien aerobiset ja anaerobiset ominaisuudet

Pelaajien maksimaalisen hapenoton arvot on esitetty taulukossa 2, josta voimme todeta pelaajien Max VO_2 :n olleen keskimäärin 4,38 l/min. Lisäksi taulukossa on esitetty aerobisen ja anaerobisen suoritustason arvot sykkeinä (lyöntiä/minuutti) ja maitohappoina (mmol/l). Taulukossa 3 on esitetty koehenkilöiden anaerobisen tehon arvot ilmoitettuna Wattia/kg ja lisäksi on ilmoitettu koehenkilöiden maksimaaliset maitohappoarvot.

Kh	Maksimi- syke	Max VO ₂ l/min	ml/kg/min	Aerobinen kynnys		Anaerobinen kynnys	
				Syke	La	Syke	La
A.K	206	4,34	65,7	155	1,7	183	3,4
O.M	193	4,77	63,6	152	2,3	175	4,5
K.H	188	4,03	61,1	150	2,1	170	3,8
$\bar{x}$	195,7	4,38	63,5	152,3	2,0	176	3,9
SD	14,6	0,55	3,3	3,7	0,5	9,9	0,85

Taulukko 2. Koehenkilöiden maksimaalinen hapenotto ja kynnysarvot.

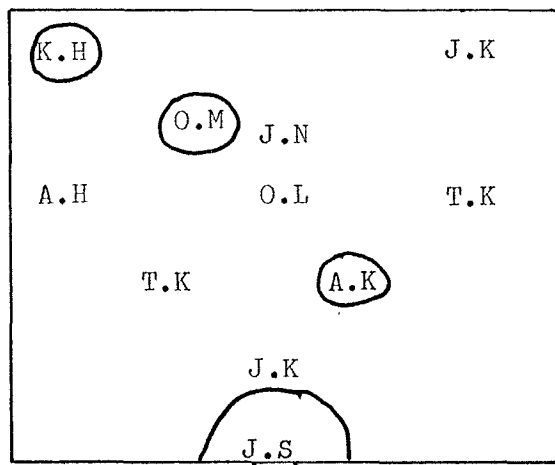
Kh	W/kg	Max La (mmol/l)
A.K	6,6	15,52
O.M	9,0	21,54
K.H	7,1	15,63
$\bar{x}$	7,57	17,56
SD	2,03	5,62

Anaerobinen teho saatiin jakamalla minuutin aikana tehty työ, koehenkilön paino x 6,12:lla.

Taulukko 3. Koehenkilöiden anaerobinen kapasiteetti.

5.1.1. Liikkuminen jääpallo - ottelun aikana

JPS pelasi seuraavassa kokoonpanossa, systeemillä 1-3-5-2, kuten kuvio 1 voidaan nähdä. Kuviossa ympyröidyt pelaajat osallistuivat testiin.



Kuvio 1. JPS:n kokoonpano ottelussa. Ympyröidyt osallistuivat kokeeseen.

Pelaajien liikkumat matkat on esitetty taulukossa 4, josta näemme keskimääräisen matkan ensimmäisellä puoliajalla olleen 9903,3 metriä, ja toisella puoliajalla 8243,3 metriä. Ero ei ollut tilastollisesti merkittävä. Koko ottelun aikana liikuttu matka oli keskimäärin 18146,6 metriä.

Kh	I puoliaika	II puoliaika	Yhteensä
A.K	10290 m	8145 m	18435 m
O.M	10265 m	7715 m	17980 m
K.H	9155 m	8870 m	18025 m
$\bar{X}$	9903,3 m	8243,3 m	18146 m
SD	1058,3	886,2	407,15

Taulukko 4. Pelaajien ottelun aikana liikkuma matka

Liikkumisen tehokkuus määritettiin kuvanauhalla, ja jaoteltiin kolmeen luokkaan: I = maksimi teholla, II = keskikertaisella teholla ja III = seisoskelu. Taulukosta 5 voimme todeta, että 78,9 % liikkumisesta tapahtui teholla II, taukoihin ja seisoskeluun kului 20,4 % peliajasta ja maksimitehoisia suorituksia sisältyi peliaikaan 0,9 %. Vähiten seisoskelua tuli keskikenttä pelaajalle, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkittäviä, kuten eivät myöskään teholla I tapahtuneissa luistelussa havaitut erot. Tulokset eri tehoilla tapahtuneista luisteluista on esitetty taulukossa 5.

Kh	I puoliaika			II puoliaika			Yhteensä		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
A.K	17,2 (0,6)	2280,9 (84,5)	401,9 (14,9)	5,0 (0,2)	1945,0 (72,0)	750,0 (27,8)	22,2 (0,4)	4225,9 (78,3)	1151,9 (21,3)
O.M	36,2 (1,3)	2311,9 (85,6)	351,9 (13,1)	27,7 (1,0)	2012,4 (74,5)	659,9 (24,5)	63,9 (1,2)	4324,3 (80,1)	1011,8 (18,7)
K.H	36,4 (1,3)	2223,3 (82,3)	440,3 (16,4)	29,4 (1,1)	1964,1 (72,7)	706,5 (26,2)	65,8 (1,2)	4187,4 (77,5)	1146,8 (21,3)
$\bar{X}$	29,9 (1,1)	2272,0 (84,1)	398,1 (14,8)	20,7 (0,8)	1973,8 (73,1)	705,5 (26,1)	50,6 (0,9)	4245,9 (78,6)	1103,5 (20,4)
SD	18,0	68,4	65,2	22,2	54,5	64,4	40,2	110,9	129,7

Taulukko 5. Luistelun teho ilmoitettuna sekuntteina. Suluissa prosentti-

osuudet. Teholla I tapahtuvan luistelun vetojen pituus vaihtelee 1 - 11 sekuntiin.

Luistelun tarkoitusta arvioitiin sen perusteella, luisteliko pelaaja hyökättikseen vai puolustaaakseen. Näistä toiminnoista on vähennetty seisomiseen kulunut aika, jonka ei katsottu kuuluvan kumpaankaan luokkaan. Taulukossa 6 on esitetty eri pelipaikkojen pelaajien hyökkäämiseen ja puolustamiseen käyttämät ajat (sekunteina).

Kh	I puoliaika		II puoliaika		Yhteensä	
	Hyökkäys	Puolustus	Hyökkäys	Puolustus	Hyökkäys	Puolustus
A.K	915,5	1328,5	894,4	1055,6	1810,0	2438,1
O.M	1078,45	1269,45	1129,95	910,35	2208,4	2179,8
K.H	1172,45	1087,25	1239,6	753,9	2412,05	1841,15
$\bar{X}$	1055,5	1228,4	1087,9	906,6	2143,5	2153,0
SD	197,8	199,6	273,8	215,9	471,6	441,6

Taulukko 6. Luistelun tarkoitus

Luistelusta tutkittiin vielä takaperin luistelun osuutta kokonaispeli-ajasta, jolloin taulukosta 7 voidaan huomata puolustuspelaajan luistele-
van 10,4 % peliajasta takaperin, kun muilla pelipaikoilla vastaava arvo on n. 2 prosenttia. Saatu ero ei ole tilastollisesti merkittävä, mutta sitä voidaan pitää suuntaa antavana.

Kh	I puoliaika		II puoliaika		Yhteensä	
A.K	290,1 (10,7)		269,1 (9,97)		559,2 (10,4)	
O.M	56,9 (2,1)		56,4 (2,1)		113,3 (2,1)	
K.H	61,0 (2,3)		44,8 (1,7)		105,8 (2,0)	
$\bar{X}$	136,0 (5,0)		132,4 (4,6)		259,4 (4,8)	
SD	217,9		205,9		423,9	

Taulukko 7. Takaperin luistelun osuus sekuntteina. Suluissa prosentuaaliset osuudet.

5.1.2. Veren laktaattipitoisuuksien muutokset jääpallo - ottelun aikana

Veren laktaattipitoisuudet vaihtelivat suuresti ottelun kuluessa. Maksimi-arvot vaihtelivat 7,6 - 8,96 mmol/l välillä, kun koko ottelun keskiarvot olivat 2,97, 4,56 ja 4,65 mmol/l. Taulukosta 2 voimme todeta koehenkilöiden anaerobisten kynnyksen maitohappojen olleen 3,4, 4,5 ja 3,8 mmol/l, vastaavassa järjestyksessä lueteltuina. Ottelun aikaisten maitohappoarvojen absoluuttiset määrät on lueteltu taulukossa 8. Vastaa- vat maitohappoarvot suhteessa sykkeeseen on esitetty kappaleessa 5.1.3.

		A.K	O.M	K.H
I puoliaika	0 min.	2,33	2,33	2,81
	15 "	2,29	6,15	4,31
	30 "	3,90	8,07	3,79
	45 "	7,60	4,13	5,68
II puoliaika	0 "	2,44	6,71	8,96
	15 "	1,58	3,90	7,18
	30 "	2,51	4,31	3,41
	45 "	2,36	3,11	3,60
Palautuminen	10 "	1,69	2,36	2,10
$\bar{X}$		2,97	4,56	4,65
SD		3,94	5,12	5,57

Taulukko 8. Laktaatin muodostuminen ottelun aikana mmol/l.

5.1.3. Sykkeen vaihtelu jääpallo - ottelun aikana

Sykkeeseen muutoksia seurattiin koko ottelun ajan. Yhdessä mittarissa ilmenneen toimintahäiriön vuoksi puuttuu koehenkilö A.K :lta ensimmäisen 15 minuutin sykekäyrä. Huomattavaa on toimiminen pitkiäkin aikoja henkilökohtaisten anaerobisten kynnyksen yläpuolella, välillä lähestyen jopa maksimaalisia sykearvoja. Pelin luonteesta johtuen näkyy sykekäyrissä myös palautumisjaksoja, joiden aikana syke laskee arvoihin 150 - 160, ja alemmaksi.

Liitteissä 2, 3 ja 4 on nähtävissä eri pelipaikkojen pelaajien sykekäyrät sekä maitohappoarvot eri mittausajankohtina. Lisäksi kuvioihin on merkitty kunkin pelaajan henkilökohtaiset kynnyсарvot ja maksimisykkeet.

5.1.4. Peliin osallistuminen

Eri pelipaikkojen pelaajien peliin osallistumista tutkittiin pallokosketusten ja pallon hallussa pito ajan perusteella. Tulosten ajalliset ja määrälliset jakaumat on esitetty taulukossa 9, josta voimme todeta keskimääräisen pelaajan hallinneen palloa selvästi enemmän kuin muiden paikkojen pelaajat. Erot eivät ole tilastollisesti merkittäviä, mutta niitä voidaan pitää suuntaa antavina. Keskimääräinen pallon hallussapitoaika oli 2,1 sekunttia, aikojen vaihdellessa kosketuksesta aina n. 9 sekunttia kestävään kuljetukseen.

Kh	I puoliaika	II puoliaika	Yhteensä	Määrä	X	Vaihtelu
A.K	13,3	37,1	50,4	36	1,4	0 - 9,2
O.M	112,95	55,8	168,75	56	3,0	0 - 9,7
K.H	45,6	18,7	64,3	32	2,0	0 - 8,7
$\bar{x}$	57,3	37,2	94,5	41	2,1	
SD	78,7	26,3	105,0	20	1,2	

Taulukko 9. Pallon hallussapito ottelun aikana sekunteina ja kertoina.

5.1.5. Anaerobisen pp - ergometritestin ja luistelutestin välinen yhteys sekä koehenkilöiden maksimaalinen luistelunopeus

Kaikkien koehenkilöiden maksimaaliseksi luistelunopeudeksi saatiin videonauhasta analysoituna 8,71 m/s, jonka koehenkilöt O.M ja K.H saavuttivat 15 - 20 metrin luistelun jälkeen ja koehenkilö A.K 20 - 25 metrin luistelun jälkeen.

Tässä tutkimuksessa oli tarkoituksena myös selvittää luistimilla suoritettua anaerobisen testin vertaavuutta vastaavaan pp - ergometri testiin (Pietilä 1984). Testien jälkeiset laktaatti- ja sykearvot sekä anaerobisen tehon arvot on esitetty taulukossa 10.

Taulukosta voimme todeta loppusykeiden I luistelutestin jälkeen olleen 181 ± 9 lyöntiä/minuutti ja I pp - ergometrikokeen jälkeen 187 ± 9 lyöntiä/minuutti. Toisen luistelun jälkeiset sykearvot olivat 181 ± 9 lyöntiä/minuutti ja II pp - ergometrikokeen jälkeen 185 ± 10 lyöntiä/minuutti. Veren laktaattipitoisuudet olivat molempien pp - testien jälkeen suuremmat kuin luistelujen jälkeen.

Anaerobisen tehon ja luistelumatkan välinen korrelaatio I - testeissä oli $r = .98$, ja II - testissä $r = .90$. Tulokset eivät ole Studentin t - testillä merkittäviä, mutta ovat varsin hyvin suuntaa antavia, jolloin Pietilän kehittämää luistelun anaerobista testiä voidaan käytännössä soveltaa pelaajien anaerobisen tehon mittaamiseen.

	Kierrosta	Teho (W/Kg)	Syke (l/min)	Laktaatti (mmol/l)		
				2,5	2,5	5
A.K pp 1	89	6,6	192	9,27	-	-
pp 2	77	5,7	192	-	15,18	15,52
lu 1	15 1/2	7,4	183	4,1	-	-
lu 2	14	6,5	188	-	11,84	11,27
O.M pp 1	113	9,0	189	16,56	-	-
pp 2	80	6,4	182	-	21,54	20,50
lu 1	15 3/4	7,4	177	11,99	-	-
lu 2	15	6,6	177	-	17,90	17,20
K.H pp 1	96	7,1	181	14,81	-	-
pp 2	77	5,7	181	-	14,16	15,57
lu 1	15 1/2	7,7	179	12,65	-	-
lu 2	14 3/4	6,6	179	-	14,83	15,63

Taulukko 10. Anaerobisten pp - ergometri ja luistelu testien jälkeiset syke- ja laktaattiarvot sekä anaerobisen tehon arvot. Luistelun teho arvot otettu Pietilän (1984) luomasta taulukosta.

6. PÖHDINTÄ

Pelaajien keskimääräinen maksimaalinen hapenottokyky tässä tutkimuksessa oli 4,38 l/min, joka on hieman suurempi kuin Lundinin ja Agnevikin ruotsalaisilta pelaajilta vuonna 1972 mitaamat arvot. Silloin tutkijat esittivät, että jääpalloliijalla tulisi max VO_2 olla vähintään 60 ml/kg/min,

joten tämän tutkimuksen koehenkilöitä voidaan pitää hyväkuntoisina jääpalloilijoina. Oletusta tukee vielä mittausajankohta, joka sijoittuu kilpailukauden loppuun, kun Kantolan ja Ruskon (1984) mukaan urheilijoiden maksimaalisen hapenoton arvo vaihtelee $\pm 6 \%$ kauden aikana. Vuodesta 1972 on itse peli kehittynyt kuitenkin siinä määrin, että 60 ml/kg/min voidaan pitää vähimmäis vaatimuksena kansainvälisellä tasolla. Tämän tutkimuksen koehenkilöiden kuntotaso vastaa kuitenkin täysin kotimaisissa otteluissa vaadittavaa tasoa, jolloin kuntotekijät eivät muodostu ottelun kuluessa rajoittavaksi tekijäksi taitosuorituksissa. Kuten sykekäyrät osoittavat joutuu pelaaja toimimaan pitkiäkin aikoja 70 - 90 % :n teholla maksimaalisesta kapasiteetistaan, tällöin maksimaalisen hapenoton suuruutta voidaan pitää merkittävänä tekijänä jääpalloilijan suorituskykyä arvioitaessa.

Ottelun aikaisista pelaajien liikkumista matkoista ei jääpallon osalta ole aikaisempia tutkimuksia julkaistu, mutta verrattaessa tässä tutkimuksessa pelaajien liikkumia matkoja eräisiin jalkapallosta tehtyihin tutkimuksiin voidaan todeta jääpallossa liikuttavan keskimäärin kaksi kertaa pitempiä matkoja kuin jalkapallossa (Småros 1979, Willers 1982, Mayhew 1985).

Tämän tutkimuksen perusteella eri pelipaikkojen pelaajien liikkumat matkat eivät merkittävästi vaihtele, vaan ovat n. 18 000 metriä. Småros (1979) sai jalkapallo - ottelun aikana liikuttuneen matkan ja max VO_2 :n välille selvän positiivisen suhteen: mitä parempi maksimaalinen hapenotto, sitä parempi liikuttu matka. Tässä tutkimuksessa saatiin vastaavien muuttujien väliseksi korrelaatioksi $r = .77$, joka ei koehenkilöiden vähäisyyden vuoksi ole tilastollisesti merkittävä, mutta jota voidaan pitää suuntaa antavana.

Liikutuista matkoista, taulukossa 4, on huomattavissa kaikilla pelaajilla vähenemistä toisella puoliajalla, mutta selvintä se on koehenkilö O.M:llä. Syinä matkan vähenemiseen on ilmeisestikin osittainen väsyminen, ja ottelun ratkeaminen toisen puoliajan alussa, jolloin varsinkin pelaajien luistelu puolustus-suuntaan vähenee, kuten taulukko 6 osoittaa, väsymistä aiheuttaa selvästikin toimiminen pitkiäkin aikoja henkilökohdaisen anaerobisen kynnyksarvon yläpuolella, jolloin maitohapon muodostus lisääntyy, ja lihasten toimintakyky heikkenee (kuviot 2 - 7 ja taulukko 8).

Luistelusta ottelun aikana on vielä huomattava puolustajan suuri takaperin luistelun osuus (10,4 %), kuten taulukko 7 osoittaa. Puolustajan luistelulle onkin ominaista jatkuva vaihtelu etu- ja takaperin luistelun välillä, joka olisi huomioitava myös puolustuspelaajien luisteluharjoituksissa. Muilla pelipaikoilla takaperin luistelun osuus on pieni, ja se tärähtää lyhyissä jaksoissa ottelun aikana. Etenkin puolustuspelaajien harjoittelussa tulisikin kiinnittää huomiota kykyyn vaihtaa etuperin luistelussa takaperin luisteluun ja siitä takaisin mahdollisimman nopeasti ja tasapainoisesti.

Luistelun tehoa mitattaessa huomattiin suurimman osan luistelusta tapahtuvan tasaisella keskikovalle teholla. Luistelun kiihdyttäminen tapahtui usein miten suoraan liikkeestä, ja vain erittäin harvoin seisovasta asennosta (kulman lähtijät). Myös tämä tulisi ottaa huomioon harjoittelussa, jolloin rytmin vaihdokset luistelun aikana tulisi sisällyttää harjoitteluun paikaltaan lähtevien kiihdytysten tilalle.

Pelaajien anaerobinen teho pp - ergometri- ja luistelutestissä oli erinomainen (Pietilä 1984). Ottelun aikana anaerobiset suoritukset ovat lähinnä teholla I tapahtuneita luisteluja, joiden pituus ja rasittavuus vaihtelevat suuresti ottelun kuluessa ja eri ottelujen välillä. Tässä ottelussa saatiin yhtä korkeita maitohappoarvoja kuin Lundinin ja Agnevikin (1972) tutkimuksessa, maksimiarvojen ollessa n. 9 mmol/l. Pelaajien maksimaaliset maitohappoarvot pp - ergometri testin jälkeen olivat 15 - 22 mmol/l. Tämä tukee olettamusta, että jääpallossa tarvitaan myös korkeata anaerobista kestävyyttä. Tärkeätä on kyetä eliminoimaan maitohappoa verestä palauttavien jaksojen aikana. Mittauksissa saadut maksimiarvot eivät välttämättä edusta ottelun aikaisia maksimiarvoja, johtuen mittauksien ajallisesta jakautumisesta, jolloin mittausta edeltäviä suorituksia ei huomioitu. Tarkempia arvoja laktaattimittauksissa saataisiin kirjaamalla mittausta edeltävät suoritukset ja suhteuttamalla saadut maitohappoarvot sykkeeseen.

Syke ja sen muutokset kuvaavat tämänkin tutkimuksen perusteella ottelun tempoa ja sen muutoksia (Lundin ja Agnevik 1972). Syke pysyttelee suuren osan ottelua ajasta 10 - 15 lyöntiä alle maksimitason, nousten kuitenkin välillä lähelle maksimitasoa, ja tauojen aikana laskien tasolle 150 - 160 lyöntiä/minuutissa, riippuen tauon pituudesta.

Peliin osallistumista mitattiin ainoastaan palloon kohdistuvana toimintana, tällöin ei huomioitu esim. vapaan tilan tekemistä tai hakemista

yms. Keskikenttäpelaajalla pallo oli hallussa 168,75 sekunttia, joka oli selvästi enemmän kuin muiden pelipaikkojen pelaajilla. Tähän selittävänä tekijänä on pelaajan rooli joukkueen pelintekijänä. Toisaalta kuvaavaa on hyökkääjien ja puolustajien vähäinen pallon hallussapito, joka myöskin olisi otettava huomioon pyrittäessä pelinomaiseen harjoitteluun. Tällöin pitäisi pyrkiä rajoittamaan pallon hallussapito aikoja vastaamaan ottelun suoritusajoja.

Valmennuksellisesti tämän tutkimuksen perusteella olisi kestävyysharjoittelussa keskityttävä maksimaalisen hapenoton kehittämiseen, jolloin Kantolan ja Ruskon mukaan kehittyy myös anaerobinen kestävyys. Kestävyysharjoitteluun tulisi sisällyttää kuitenkin myös anaerobisia harjoituksia, jolloin kehitetään maitohapon sietokykyä. Myös taitoharjoittelua tulisi sijoittaa anaerobisten harjoitusten yhteyteen, jolloin totutetaan pelaajaa säilyttämään taitotasoaan myös väsyneessä tilassa. Mahdollisimman korkeat kestävyystekijät edistävät suorituksen pysymistä ottelun aikana korkeana, eikä väsyminen muodostu rajoittavaksi tekijäksi taitosuorituksissa.

Tämän tutkimuksen perusteella ei eri pelipaikkojen pelaajille tarvita erilaisia kestävyysharjoituksia, sen sijaan luistelussa ja pelaamisessa pallon kanssa tulisi harjoittelussa painottaa eri pelipaikkojen vaatimuksia. Joukkueen "pallovarmimmat" pelaajat tulisi sijoittaa keskikenttäpelaajiksi, kuten yleensä tapahtuukin. Lisäksi tulisi painottaa pyrkimystä mahdollisimman nopeaan ja tarkkaan syöttöpeliin, jolloin tataan pallon pysyminen omalla joukkueella, ja jaetaan pallokosketuksia eri pelipaikkojen pelaajille, ja näin vaikeutetaan vastustajan pelaamista.

Pietilän (1984) kehittämää luistelutestiä verrattaessa vastaavaan pp - ergometri testiin todettiin pieniä eroja sykkeessä, ja selviä eroja laktaatin muodostumisessa. Erot selittyvät pp - ergometrin aiheuttamasta suuremmasta paikallisesta väsymyksestä. PP - ergometrissä työskentely tapahtuu pääasiassa jaloilla, kun sen sijaan luistelussa myös muut kehon osat ovat suorituksessa mukana.

Tulevaisuudessa tulisi tämän tutkimuksen pohjalta laajentaa tutkittavaa koehenkilöryhmää, ja tutkittava myös eri lihassolujen rekrytoitumista ja eri pelaajien glykokeenien käyttöä, jolloin selvitetäisiin täydellisesti jääpallo - ottelun aikaiset aineenvaihdunnalliset muutokset. Tutkittaessa luistelun tehoa tulisi se jakaa neljään osaan: maksimi, kova ja

kohtalainen teho sekä seisominen, jolloin uskoisin syntyvän enemmän eroja eri pelipaikkojen välillä. Huomiota tulisi kiinnittää myös muihin jääpalloilun osatekijöihin, kuten luistelun aikana tuotettuihin voimiin ja voimantuotto aikoihin, lyönnin aikaisiin lihasaktiivisuuksiin, harjoittelun analysointiin sekä maailman huippupelaajien ominaisuuksien kartoittamiseen. Tällöin olisi mahdollista luoda jääpallosta täydellinen lajianalyysi, jonka pohjalta voitaisiin harjoittelua ohjata vastaamaan lajin vaatimuksia.

LÄHTEET

- Agnevik, G. Fotboll. Idrottsfysiologi rapport nr 7. Trygg - Hansa. 1970.
- de Bruyn, P. Evolution de la frequence et du taux d'acide lactique sanguin lors de rencontres de football. Medicine du Sport Vol. 57 1983 : 2.
- Costill, D.L., Spark, K., Gregor, R., Turner, C. Muscle glycogen utilization during exhaustive running. J. appl. Physiol. 1973 : 34 : 6.
- Edwards, R.H.T., Melchert, E., Hesser, C.W., Wigertz, O. Blood lactate concentrations during intermittent and continuous exercise with the same average power output. Teoksessa "Muscle metabolism during exercise". Pernow ja Saltin (toim.). Plenum Press. New York. 1971.
- Forsberg, A., Hulten, B., Wilson, G., Karlsson, J. Ishockey. Idrottsfysiologi rapport nr 14. Trygg - Hansa. 1975.
- Fox, E.L., Robinson, J., Wiegman, D.L. Metabolic energy sources during continuous and interval running. J. appl. Physiol. 1969 : 26 : 2.
- Hermansen, L. Lactate production during exercise. Teoksessa "Muscle metabolism during exercise". Pernow ja Saltin (toim.). Plenum Press. New York: 1971.
- Hermansen, L., Stensvold, J. Production and removal of lactate during exercise in man. Acta phys. Scand. 1972 : 26 : 2.
- Hollman, W., Heck, H. Teoksessa "Zentrale themen der sportmedizin". Hollman W. (toim.). Springer Verlag. Berlin. 1978.
- Jagbrandt, W. Bandy - instruktion. Tukholma. 1963.
- Kantola, H., Rusko, H. Hiihto sydämen asiaksi. Gummerus. Jyväskylä. 1984.
- Karlsson, J., Nordesjö, L-O., Saltin, B. Muscle glycogen utilization during exercise after physical training. Acta physiol. Scand. 1974 : 90 : 1.
- Karlsson, J., Saltin, B. Lactate, ATP and CP in working muscles during exhaustive exercise in man. J. appl. Physiol. 1970 : 21.
- Lai, J - S., Lien, I - N. Maximal blood lactic acid concentration and its recovery. Teoksessa "Biochemistry of exercise". Knuttgen et al. (toim.). Vol 13, 1982.

- Lundin, A., Agnevik, G. Bandy. Idrottsfysiologi rapport nr 9. Trygg-Hansa. 1972.
- Margaria, R., Aghamo, P., Rowelli, E. Measurement of muscular power (anaerobic) in man. J. appl. Physiol. 1966 : 21.
- Mayhew, S.R. & Wenger, H.A. Time motion analysis of professional soccer. Journal of human movement studies, 11, 1985.
- Määttä, E., Tulkki, K. Suomalaisten ja ruotsalaisten jääpallojoukkueiden harjoittelu. Tutkielma. Pajulahden Urheiluopisto 1985.
- Norges Bandyforbund. Analyse av Bandy VM. Oslo. 1985.
- Paterson, D.H., Cunningham, D.S., Penny D.S., Lefcoe, M., Sangal, S., Heart rate Telemetry and Estimated Energy Metabolism in Minor League Ice Hockey. Canadian Journal of applied Sport Sciences, vol 2, 1977.
- Petterson, T. Konditions- och spjälkningsträning. Stockholm. 1970.
- Pietilä, S. Jäättesti jääkiekkoilijoiden anaerobisen suorituskäyvyn mitaamiseksi. Valmennus ja kuntoilu, 6, 1984.
- Rusko, H. Aerobic performance capacity in athletes. Europ. J. appl. Physiol. 1978 : 38.
- Saltin, B., Essen, B. Muscle glycogen, lactate, ATP and CP in intermittent exercise. Teoksessa "Muscle metabolism during exercise". Pernow ja Saltin (toim.). Plenum Press. New York. 1971.
- Småros, G. Jalkapalloilijoiden glykokeenin käyttö, eri lihassolujen rektytointi sekä laktaatin muodostuminen jalkapallo - ottelussa ja näiden vertailu fyysisen suoritustason tiettyihin muuttujiin. Liikuntafysiologian pro gradu - työ. Jyväskylän yliopisto. 1979.
- Szögy, A. & Chercbetin, G. Minutentest zur Bestimmung der anaeroben kapazität. European Journal of Applied Physiology 33, 1974.
- Weineck, J. Optimaalinen harjoittelu. Valmennuskirjat Oy. Vaasa. 1982.
- Withers, R.T. Match analyses of Australian professional soccer players. Journal of human movement studies, 8, 1982.
- a de Vries, H. Physiology of exercise. Lontoo. 1971.
- Åstrand, P - O., Rodahl, K. Textbook of work physiology. Mc Graw - Hill. 1970.

OTTELUN NR.	JAKSO	VAPAA- LYÖNTI	SIVU- R. LYÖ	KULMA	PATTSIO	MAALI	JÄÄHYT	RANGAISTUS- LAUKAUS	LOUKKA- MISET	YHTEENSÄ
1 SU-NL	1.	35	22	4	1	4	3	1	-	70
	2.	34	18	6	4	2	3	0	-	67
	YHT.	69	40	10	5	6	6	1	-	137
	%	50	29	7	4	4	4	1	-	99
2 NO-USA	1.	27	14	11	2	1	1	-	1	57
	2.	25	13	10	2	5	3	2	-	60
	YHT.	52	27	21	4	6	4	2	1	117
	%	44	23	18	3	5	3	2	1	99
3 NO-SU	1.	33	14	4	5	5	-	-	1	62
	2.	40	13	5	8	3	-	-	0	69
	YHT.	73	27	9	13	8	-	-	1	131
	%	56	21	7	10	6	-	-	1	101
4 NL-RU	1.	38	12	7	4	1	1	0	0	63
	2.	45	14	4	6	1	4	1	1	76
	YHT.	83	26	11	10	2	5	1	1	139
	%	60	19	8	7	1	4	1	1	101
5 RU-USA	1.	22	9	5	6	5	0	1	-	48
	2.	20	7	9	7	8	1	0	-	52
	YHT.	42	16	14	13	13	1	1	-	100
	%	42	16	14	13	13	1	1	-	100
6 NL-NO	1.	39	4	7	2	1	3	-	-	56
	2.	31	9	3	3	3	4	-	-	53
	YHT.	70	13	10	5	4	7	-	-	109
	%	64	12	9	5	4	6	-	-	100
7 RU-NO	1.	32	13	9	3	3	2	0	1	63
	2.	22	4	8	3	9	0	1	0	47
	YHT.	54	17	17	6	12	2	1	1	110
	%	49	15	15	5	11	2	1	1	99
8 SU-USA	1.	26	8	6	2	3	4	-	-	49
	2.	28	9	11	1	4	0	-	-	53
	YHT.	54	17	17	3	7	4	-	-	102
	%	53	17	17	3	7	4	-	-	101
9 SU-RU	1.	17	10	11	3	3	2	-	-	46
	2.	23	16	6	3	3	3	-	-	54
	YHT.	40	26	17	6	6	5	-	-	100
	%	40	26	17	6	6	5	-	-	100
10 NL-USA	1.	21	7	7	1	7	2	1	1	47
	2.	24	4	8	1	1	2	0	1	41
	YHT.	45	11	15	2	8	4	1	2	88
	%	51	13	17	2	9	5	1	2	100
11 SU-NO	1.	27	6	14	6	5	-	0	-	58
	2.	38	16	9	3	3	-	1	-	70
	YHT.	65	22	23	9	8	-	1	-	128
	%	51	17	18	7	6	-	1	-	100
12 NL-RU	1.	26	5	5	4	4	5	0	1	50
	2.	40	11	5	3	2	1	1	3	66
	YHT.	66	16	10	7	6	6	1	4	116
	%	57	14	9	6	5	5	1	3	100
Katkoja kai- ken kaikkea		713	258	157	83	86	44	9	10	1360

Taulukko II

1977 TUTKITTUIN SAMAT ASIAT SEURAAVISTA OTTELUISTA

1. Ruotsi - NL 3 - 2
2. Norja - Ruotsi 3 - 1
3. Ruotsi - Suomi 2 - 1

PELIKATKOJEN MÄÄRÄ JA SYYT 1977

Ottelu N:o	Yht. %	Vapaa- lyönti	Sivuraja- lyönti	Kulma	Maali	Jäähyt	Rangaist. laukaus	Loukk- aamiset	Paits. yht.	
1	N %	61 59	17 16	10 10	5 5	4 4	1 1	- -	6 6	104 101
2	N %	56 54	7 7	18 17	4 4	6 6	1 1	1 1	11 11	104 101
3	N %	49 47	13 12	21 20	3 3	4 4	1 1	- -	14 13	105 100

KESKIARVOT VUOSILTA 1977 JA 1985

Vuos. Määrä Vap.lyönt. Sivu lyönt. Kulma Maali Jäähyt Rangaist. Louk. Paits. yht.
laukaus

1977	N %	55 53	12 12	16 16	4 4	5 5	1 1	- -	10 10	104 101
1985	N %	59 52	22 19	13 11	7 6	4 4	1 1	1 1	7 6	114 100

TEHOKAS PELIAIKA -85

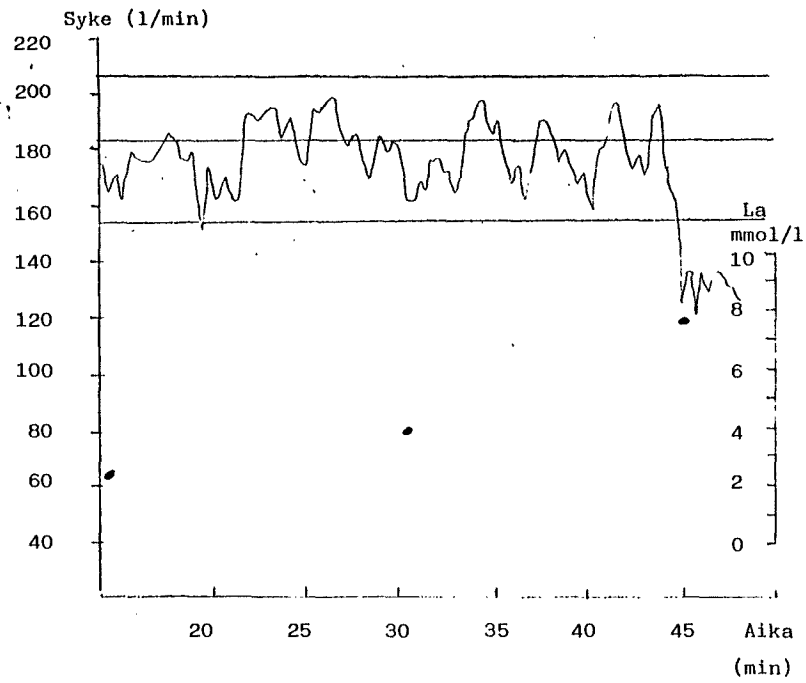
Ottelu	Joukkueet	Kokonaisottelu aika min./sek.	Pelikatkojen kesto- aika min./sek.	Tehokas peli- aika min./sek.	Tehokas peliai- ka %
1	NL-Suomi	90.10	31.14	58.56	65.4
2	Norja-USA	90.00	32.18	57.42	64.1
3	Suomi-Norja	91.00	32.36	58.24	64.1
4	Ruotsi-NL	92.20	40.13	52.07	56.6
5	Ruotsi-USA	90.00	28.39	61.21	68.2
6	NL-Norja	90.00	33.52	56.08	62.4
7	Ruotsi-Norja	90.55	34.23	56.32	62.2
8	Suomi-USA	90.00	26.36	63.24	70.4
9	Suomi-Ruotsi	91.10	33.39	57.31	63.1
10	NL-USA	90.00	24.59	65.01	72.2
11	Suomi-Norja	93.00	40.08	52.52	56.8
12	NL-Ruotsi	97.00	40.13	56.47	58.6

TEHOKAS PELIAIKA MM-77

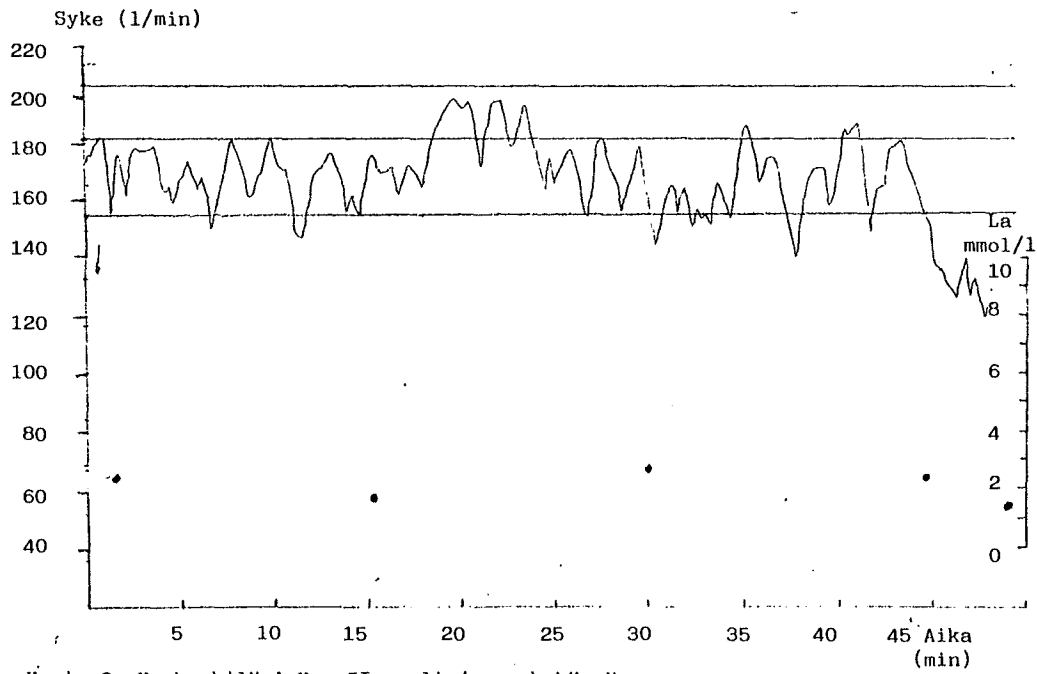
Ottelu	Joukkueet	Kokonaisottelu aika min./sek.	Pelikatkojen kesto- aika min./sek.	Tehokas peli- aika min./sek.	Tehokas peli- aika %
1	Ruotsi-NL	90.00	30.46	59.14	65.8
2	Norja-Ruotsi	90.00	40.00	50.00	55.5
3	Ruotsi-Suomi	90.00	41.30	48.30	53.9

KESKIARVOT MM-KISOISTA-77, -85 (tehokas peliaika)

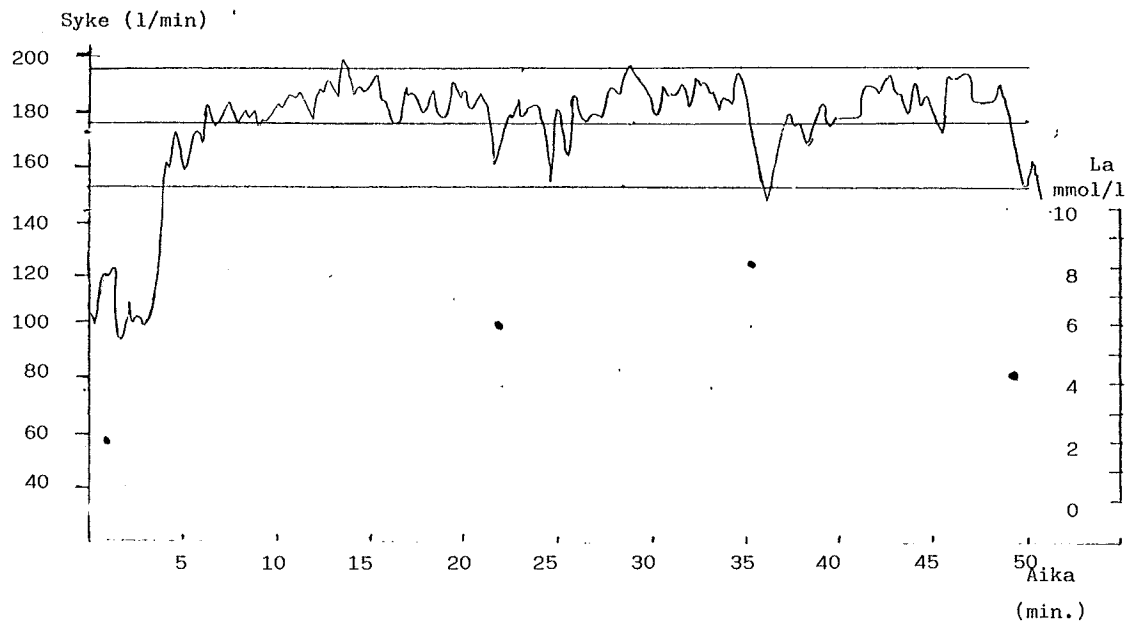
Vuosi	Tehokas peliaika min./sek.	Tehokas peliaika %:na kokonaisajasta
1977	52.15	58.1
1985	57.59	64.4



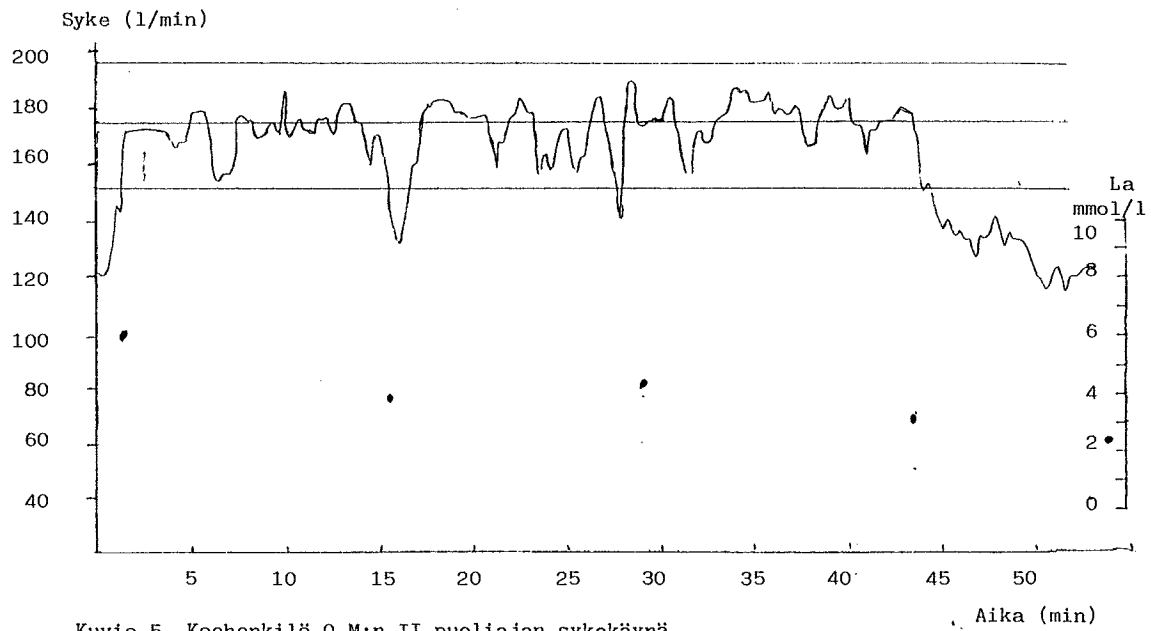
Kuvio 2. Koehenkilö A.K:n I puoliajan sykekäyrä.



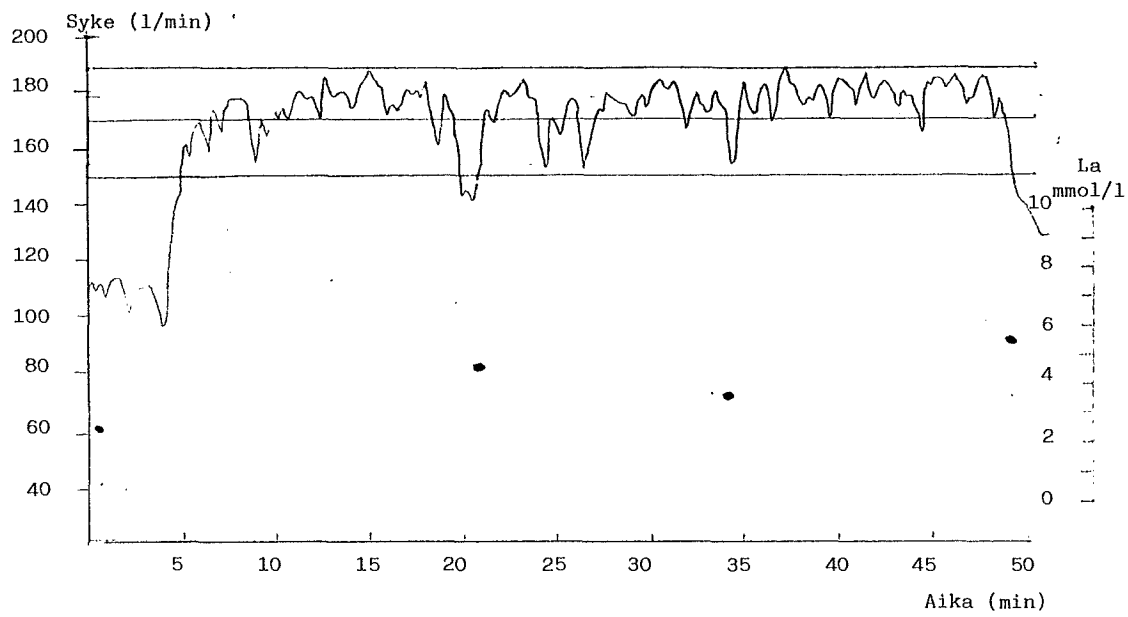
Kuvio 3. Koehenkilö A.K:n II puoliajan sykekäyrä.



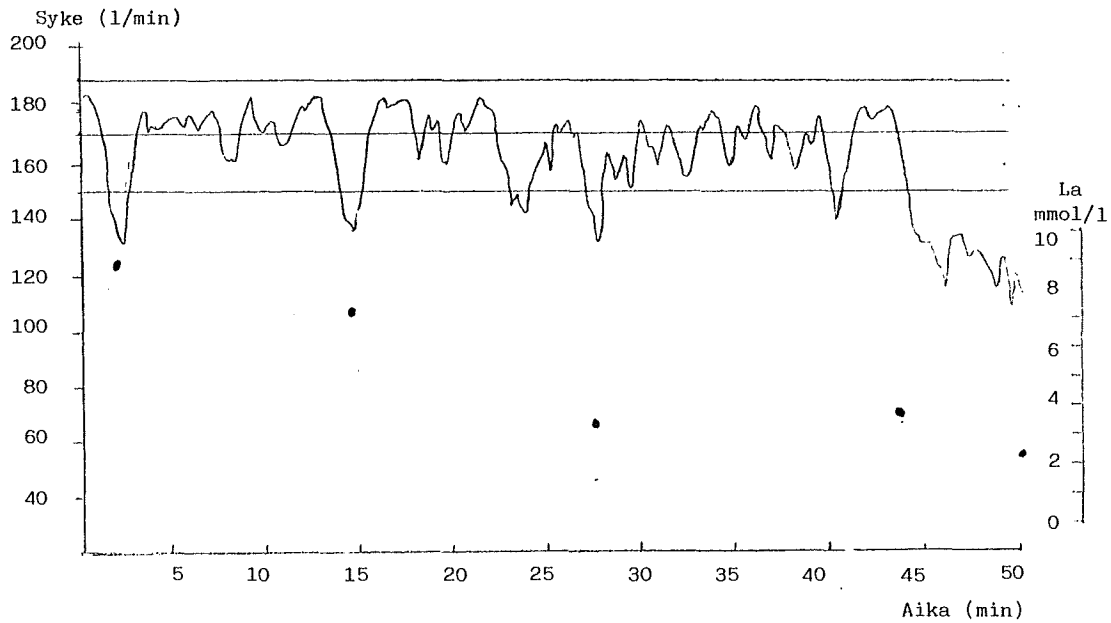
Kuvio 4. Koehenkilö O.M:n I puolijajan sykekäyrä.



Kuvio 5. Koehenkilö O.M:n II puolijajan sykekäyrä.



Kuvio 6. Koehenkilö K.H:n I puolijajan sykekäyrä.



Kuvio 7. Koehenkilö K.H:n II puolijajan sykekäyrä.

Kentän pohjapiirros kuvauksen yhteydessä.

63 metriä

