

# **JÄÄKIEKKOILIJOIDEN FYYSINEN KUNTOPROFIILI KAUDEN AIKANA MESTIKSESSÄ**

**Anne Aho**

Johdatus omatoimiseen  
tutkimukseen/ VTE.210

Kevät 2005

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaaja:

Heikki Kyröläinen

## TIIVISTELMÄ

Aho, Anne 2005. Jääkiekkoilijoiden fyysinen kuntoprofiili kauden aikana Mestiksessä. Johdatus omatoimiseen tutkimustyöhön. Liikuntabiologian laitos. Jyväskylän Yliopisto. 61 s.

Jääkiekossa kausi on pitkä, ja kauden tärkeimmät pelit pelataan kauden lopulla, jolloin joukkueen tulisi olla pelillisesti ja fyysiseltä suorituskyvyltään huipussaan. Tutkimus oli seuranta tutkimus, jonka tarkoituksena oli seurata jääkiekkoilijoiden fyysisiä kunto-ominaisuuksia kauden aikana testaamalla Mikkelin Jukureiden Mestis-joukkuetta kaudella 2004-05.

Koehenkilöinä tutkimuksessa oli 10 jääkiekkoilijaa; ikä  $25 \pm 3$  vuotta, pituus  $179 \pm 4$  cm ja paino  $83 \pm 4$  kg. Rasvaprosentti määritettiin ihopoimuista neljästä kohtaa. Fyysisen kunnan testeinä oli maksimaalinen polkupyöräergometritesti, joka toteutettiin kauden aikana kolmesti (syys-, joulukuun- ja huhtikuussa) sekä joukkueen harjoituskauden aikana tekemät nopeuskestävyydestä juosten  $10 \times 20$  m, nopeustesti 20 m, voimatesteinä levytankoliikkeet (etukyykky, rinnalleveto, penkkipunnerrus ja leuanveto) sekä staattinen hyppy ja kevennyshyppy. Harjoittelua seurattiin aina viikon ajan ennen polkupyöräergometritestejä harjoittelusykkeiden, harjoitteluajan sekä voima- ja oheisharjoitteiden osalta. Rasvaprosentin laski merkitsevästi ( $p=0,004$ ) kauden aikana ja nousi merkitsevästi ( $p<0,05$ ) joulukuun ja huhtikuun testejä verrattaessa. Maksimaalinen hapenottokyky parani syyskuun ja joulukuun testejä verrattuna ( $p=0,110$ ), mutta heikkeni merkitsevästi joulukuusta huhtikuun ( $p=0,017$ ). Maksimisyke laski merkitsevästi ( $p<0,001$ ) syyskuun mittauksista joulukuun mittauksiin. Anaerobinen kynnyksen laski merkitsevästi ( $p=0,005$ ) syyskuun ja joulukuun mittauksia verrattaessa. Anaerobisen kynnyksen polkemisteho ei muuttunut merkitsevästi mittauksien välillä. Aerobinen kynnyksen ei muuttunut mittauksien välillä. Voimaominaisuudet paranivat levytankotestien osalta ( $p<0,001$ ) koko joukkueella. Kevennyshypyn osalta testiryhmän tulokset paranivat merkitsevästi ( $p<0,001$ ) kesän aikana samoin kuin nopeus ja nopeuskestävyydestien tulokset koko joukkueen osalta ( $p<0,001$ ). Harjoittelun määrä pysyi viikon seurannan osalta lähes samanlaisina minuutteina tarkasteltuna, eivätkä harjoittelusykkeet eri sykealueilla muuttuneet merkitsevästi.

Joulukuun ja huhtikuun mittauksia verrattuna kestävyyskunto heikkeni merkitsevästi, kun kesän harjoittelukaudella voima-, nopeus- ja nopeuskestävyysominaisuudet paranivat merkitsevästi. Kestävyyskunnan heikentymiseen syynä voi olla keventynyt harjoittelu kauden jälkeen, irtiottokyvyn lasku tai harjoittelussa panostaminen peruskestävyyteen. Sykeanalysoinnin osalta koehenkilömäärä jäi vähäiseksi, mikä vaikeutti harjoittelun luotettavaa analysointia sykkeiden osalta, ja yhden viikon analysointi ennen kestävyystestiä tuskin oli riittävä kuvaamaan harjoittelun kokonaiskuormitusta.

Avainsanat: jääkiekko, joukkuepelit, harjoittelu, fyysinen kunto.

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 JÄÄKIEKON LAJIANALYYSI .....	6
2.1 Jääkiekossa tarvittavia ominaisuuksia .....	6
2.2 Jääkiekon liike-aika analyysi .....	7
3 INTERVALLIKUORMITUS JA FYSIOLOGISIA VASTEITA JÄÄKIEKOSSA .....	9
3.1 Energiantuotto intervallikuormituksessa.....	9
3.1.1 Pelinaikaiset sykkeet ja hapenkulutus.....	10
3.1.2 Laktaatin kertyminen jääkiekossa.....	12
3.1.3 Jääkiekko-ottelun vaikutukset lihaksen glykogeenipitoisuuteen .....	13
3.2 Väsyminen intervallityössä.....	13
4 FYYSISET OMINAISUUDET JÄÄKIEKOSSA JA NIIDEN HARJOITTELU .....	15
4.1 Antropometria .....	15
4.2 Nopeuskestävyys.....	16
4.3 Kestävyys .....	18
4.3.1 Kestävyys jääkiekossa.....	18
4.3.2 Kestävyysharjoittelu.....	18
4.3.3 Jääkiekkoilijoiden maksimaalinen hapenottokyky .....	19
4.4 Voima .....	20
4.4.1 Voiman tarve jääkiekossa.....	21
4.4.2 Voimaharjoittelu ja voimaharjoittelun periaatteet .....	21
4.4.3 Voima- ja kestävyysharjoittelun yhdistäminen .....	22
4.5 Nopeus .....	23
5 FYYNINEN SUORITUSKYKY JÄÄKIEKKOKAUDEN AIKANA.....	26
5.1 Kauden vaatimukset fyysiselle suorituskyvyllle jääkiekossa.....	26
5.2 Harjoittelua liikaa vai liian vähän? .....	26
5.2.2 Pelikauden aikana fyysinen suorituskyky laskee .....	26
5.2.2 Ylirasitustila liiallisen harjoittelun riskinä .....	27
6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUKSEN ONGELMAT.....	30
7 TUTKIMUSMENETELMÄT .....	31
7.1 Koehenkilöt.....	31
7.2 Koeasetelma ja tutkimuksen kulku .....	31
7.2.1 Antropometria .....	32

7.2.2 Polkupyöraergometritestit .....	32
7.2.3 Muut fyysisen kunnan testit .....	33
7.2.4 Harjoittelun seuranta ja analysointi.....	34
7.3 Tilastolliset menetelmät .....	35
8 TULOKSET.....	36
8.1 Antropometria .....	36
8.2 Harjoittelu pelikaudella ennen kestävyystestejä .....	36
8.3 Kestävyyskunto pelikauden aikana .....	38
8.4 Voimatestit.....	42
8.5 Nopeus ja nopeuskestävyys .....	44
9 POHDINTA .....	45
9.1 Kehonkoostumus ja kuntoprofiili.....	45
9.2 Tutkimuksen luotettavuus .....	49
9.3 Johtopäätökset .....	49
10 KIITOKSET .....	51
11 LÄHTEET .....	52

## LIITTEET

# 1 JOHDANTO

Jääkiekko perustuu maalintekoon, ja pelin luonteeseen vaikuttavat sääntöjen lisäksi rajattu pelialue. Pelissä tilanteet vaihtuvat nopeasti, ja nopea reagointi kentän tapahtumiin on tärkeää. Jääkiekko on monipuolinen laji myös pelaajan kannalta, sillä pelissä tarvitaan luistelu- ja mailankäsittelytaitojen lisäksi fyysisiä ja henkisiä ominaisuuksia sekä yhteistyötä. (Westerlund 1997.) Fyysisinä ominaisuuksina jääkiekkoilijat tarvitsevat nopeuskestävyyttä, nopeutta, voimaa ja kestävyyttä. Fyysiset ominaisuudet ovat tärkeitä jääkiekossa, sillä väsymys voi heikentää suoritusta jääkiekossa luistelun, kiekonkäsittelyn sekä havainnoinnin osalta (Green 1987).

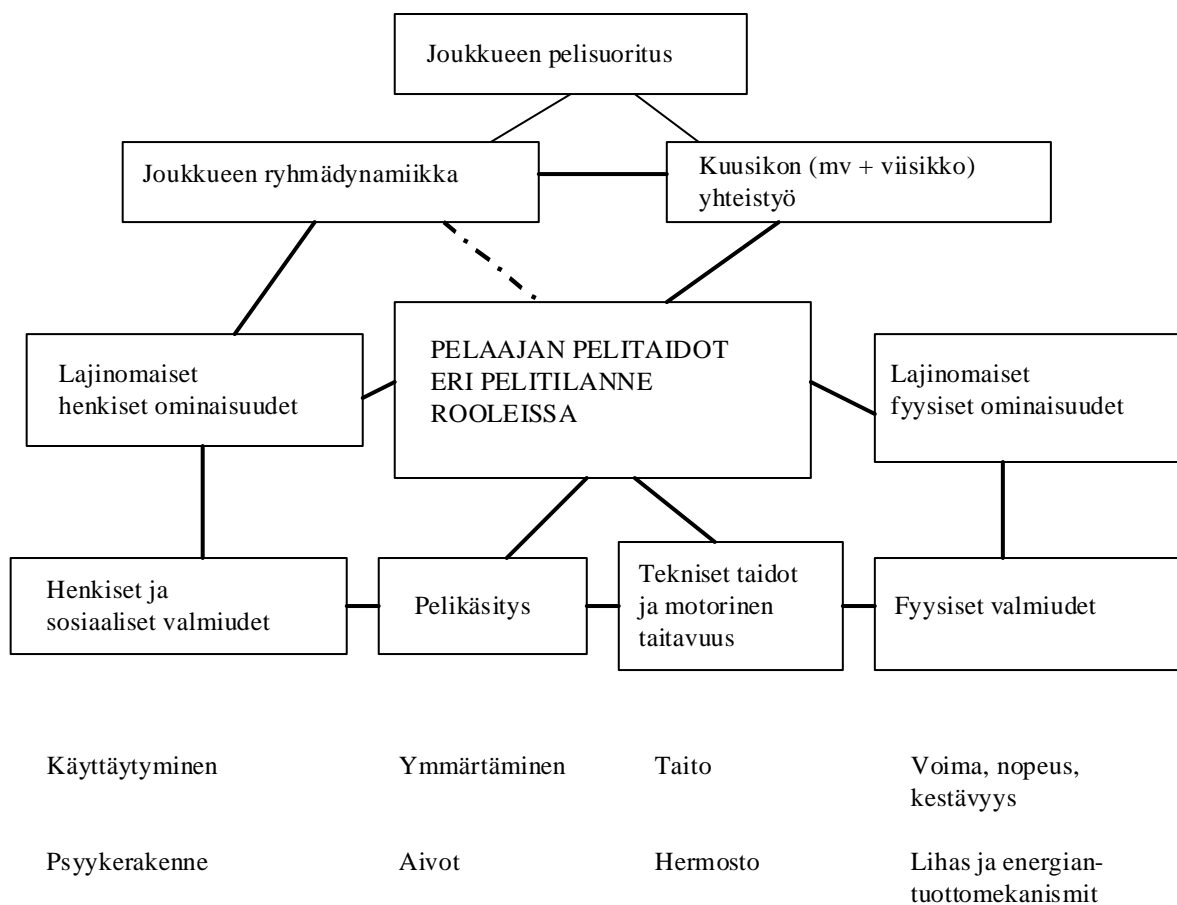
Pelikausi jääkiekossa on pitkä, jonka aikana tulee voittaa pelejä, jotta saa tarvittavat pisteet kauden tärkeimpiä pudotuspelejä varten. Pudotuspeleissä joukkueen tulee olla pelillisesti sekä fyysiseltä suorituskyvyltään huipussaan. Kuitenkin aiemmat tutkimukset näyttäisivät kiekkoilijoiden fyysisen suorituskyvyn laskevan kauden aikana voiman ja kestävyuden osalta (Tiikkaja 2002b; Ketola ym. 2004).

Tämän seurantalutkimuksen tarkoituksena oli seurata jääkiekkoilijoiden fyysisten kunto-ominaisuuksien muutoksia kauden aikana. Tutkimus toteutettiin testaamalla Mikkelin Jukureiden Mestis-joukkuetta kauden 2004-05 aikana. Tutkimusongelmia oli neljä; muuttuvatko jääkiekkoilijoiden fyysiset kunto-ominaisuudet kauden aikana, muuttuuko harjoittelu määrällisesti kauden aikana, muuttuvatko harjoittelusykkeet kauden aikana sekä onko harjoittelun määrällä ja kuormittavuudella yhteyttä testituloksissa tapahtuviin muutoksiin?

## 2 JÄÄKIEKON LAJIANALYYSI

### 2.1 Jääkiekossa tarvittavia ominaisuuksia

Peliansalyysia on tehty Suomen Jääkiekkoliitossa 1990-luvulta lähtien, missä on selvitetty laajasti mitä pelissä tapahtuu, mitkä tekijät vaikuttavat ottelun voittamiseen sekä mitä ominaisuuksia peli vaatii pelaajalta ja joukkueelta. Peliansalyysin perustella on luotu malli joukkueen ja pelaajan kehittämiseksi (Kuva 1). (Westerlund 1997).



Kuva 1. Viitekehys pelaajan ja joukkueen kehittämiseksi sekä ominaisuuksia, joita jääkiekossa tarvitaan (Westerlund 1997).

Jääkiekossa tarvitaan muun muassa taitoa, fyysisiä ominaisuuksia, henkisiä ominaisuuksia sekä yhteistyötä ja ymmärrystä (Westerlund 1997). Huippujääkiekossa

tarvittavia ominaisuuksia on myös selvitetty tutkimalla NHL:n (National Hockey League) kykyjen etsijöiden painottamia jääkiekkoilijoiden ominaisuuksia. Scoutit arvioivat kiekkoilijoita 10 ominaisuuden osalta, jotka olivat luistelu, laukaisu/maalinteko, pelipaikan pelaaminen, taklauspelejä, kiekon hallinta, syöttötaito, ”peliäly”, halu/asenne, aggressiivisuus ja koko/voima. Tärkeimpänä ominaisuutena scoutit näkivät luistelun. Hyökkääjien ja puolustajien ominaisuudet erosivat toisistaan, sillä laukaisu/maalintekotaito nähtiin merkitsevästi tärkeämpänä ominaisuutena hyökkääjillä kuin puolustajilla. Vastaavasti taklauspelejä, koko/voima ja pelipaikan pelaaminen nähtiin merkitsevästi tärkeämmiksi ominaisuuksiksi puolustajille kuin hyökkääjille. (Renger 1994.)

Tässä tutkielmassa keskitytään pelin vaatimien fyysisten ominaisuuksien tarkasteluun. Jääkiekon fyysiset ominaisuudet on määritelty ominaisuuksiksi, jotka ovat jääkiekon lajianalyysin ja kokemustiedon perusteella keskeisiä pelissä menestymisen kannalta (Westerlund 1997).

## **2.2 Jääkiekon liike-aika analyysi**

Kokonaispelaajaika on 60 minuuttia, joka on jaettu kolmeen 20 minuutin pituiseen erään. Pelikatkojen ja erätaukojen vuoksi pelin kesto kaikkiaan on noin 150-170 minuuttia. (Montgomery 2000.) Erätauon pituus vaihtelee sarjatasoittain Suomessa SM-sarjaotteluissa naisten SM-sarjan 10 minuutin erätauosta miesten SM-liigapelien 18 minuuttiin (Suomen jääkiekkoliiton kilpailusäännöt 2004, §6). Vaihtojen pituus vaihtelee noin 40:stä 60 sekuntiin, mitä seuraa 1-3 minuutin palautuminen (Åkermark ym. 1996; Westerlund 1997). Vaihdot koostuvat korkeaintensiteettisistä intervaleista, jotka kestävät muutamista sekunneista noin 10 sekuntiin ja joita toistetaan vaihdon aikana vaihtelevia määriä. Korkeaintensiteettisiä intervaleja seuraa yleensä kohtuutehoisempi liikkuminen kuten liukuminen tai aloitukset. (Jetté 1980.) Liike-aika analyysit paljastavat, että vaihtojen kesto ja vaihtojen välisen palautumisen kesto riippuvat sarjatasosta sekä pelaajien lukumäärästä joukkueessa (Montgomery 2000).

Åkermark ym. (1996) tutkivat muun muassa Ruotsin II divisioonan jääkiekkopelissä vaihtojen määrää, vaihtojen pituutta ja luisteltua matkaa pelin aikana. Tutkimuksessa saatiin keskimääräiseksi vaihtojen lukumääräksi 22 vaihtoa, peliajaksi noin 20 minuuttia ja luistelumatkaksi noin 4300 metriä (Taulukko 1). Parhaat pelaajat voivat kuitenkin saada jääaikaa peleissä 30-35 minuuttia (Montgomery 2000).

Taulukko 1. Vaihtojen lukumäärä, luistelumatka, keskimääräinen vaihtojen pituus ja keskimääräinen nopeus pelissä kaikkien pelaajien osalta sekä puolustajien ja hyökkääjien osalta eriteltynä (Åkermark ym. 1996).

	Vaihtojen lkm		Matka (m)		Vaihtoaika (min)		Keskinopeus (m/s)	
	Keskiarvo	SD	Keskiarvo	SD	Keskiarvo	SD	Keskiarvo	SD
<b>Kaikki pelaajat</b>								
Erä I	7,4	0,4	1478	79	7	0,2	3,59	0,21
Erä II	7,4	0,7	1427	92	6,7	0,6	3,65	0,18
Erä III	7,8	0,6	1444	122	6,5	0,5	3,73	0,26
<b>Yhteensä</b>	<b>22,4</b>	<b>1,6</b>	<b>4349</b>	<b>262</b>	<b>20,2</b>	<b>1,1</b>	<b>3,68</b>	<b>0,21</b>
<b>Puolustajat</b>								
Erä I	8,2	1	1365	116	7,5	0,5	3,1	0,32
Erä II	8,8	1,8	1534	178	7,9	1,4	3,34	0,26
Erä III	9,2	1,2	1450	180	7,9	0,8	3,03	0,13
<b>Yhteensä</b>	<b>26,2*</b>	<b>4</b>	<b>4350</b>	<b>464</b>	<b>23,4**</b>	<b>2,4</b>	<b>3,13*</b>	<b>0,24</b>
<b>Hyökkääjät</b>								
Erä I	7,1	0,1	1521	116	7,5	0,5	3,77	0,25
Erä II	6,6	0,3	1378	121	7,9	1,4	3,66	0,19
Erä III	7,4	0,5	1472	189	7,9	0,8	3,95	0,35
<b>Yhteensä</b>	<b>20,9</b>	<b>0,9</b>	<b>4370</b>	<b>381</b>	<b>23,4</b>	<b>2,4</b>	<b>3,8</b>	<b>0,24</b>

\*p<.05 puolustajien ja hyökkääjien välillä. \*\*p<.01 puolustajien ja hyökkääjien välillä

Green ym. (1976) saivat samankaltaisia tuloksia jääkiekon liike-aika analyysissään, jonka he toteuttivat yliopistopelaajilla. Keskimääräinen peliaika kenttäpelaajilla oli 24,5 minuuttia, pelin aikana luisteltumatka oli 5553 metriä ja keskinopeus 227 m/min. Jääkiekkoilijoiden vaihdon pituus vaihteli keskimäärin 81-88 sekunnin välillä, missä 39,7 sekuntia pelattiin ilman pelikatkoja. Pelikatkojen pituus oli keskimäärin 27,1 sekuntia ja vaihtojen välinen lepo 225 sekuntia.



### **3 INTERVALLIKUORMITUS JA FYSIOLOGISIA VASTEITA JÄÄKIEKOSSA**

Vaihtojen aikana liikkuminen koostuu koko vaihdon mittaisesta matalampitehoisesta liikkumisesta ja muutamia sekunteja kestävästä maksimitehoisista suorituksista (Westerlund 1997). Luistelunopeus kuvaa jääkiekon intensiteettiä, mutta ainoastaan sen käyttö aliarvioi jääkiekon energiakulutusta. Jääkiekon intensiteettiä nostaa pelissä jatkuvat käännökset ja vauhdin muutokset, kiihdyttämiset, laukominen ja taklauspelejä, mikä ei tule esiin tarkasteltaessa vain luistelunopeutta. (Montgomery 2000.)

Palloilulajeissa kuormitus on intervallikuormitusta, mutta intervallien intensiteetti eikä intervallien väliset palautusajat ole etukäteen täysin tiedettävissä, koska niihin vaikuttavat oman ja vastustajajoukkueen taktiikat. (Nummela 2004a.)

#### **3.1 Energiantuotto intervallikuormituksessa**

Intervallisuorituksen kesto, intensiteetti ja palautuksen pituus vaikuttavat käytettäviin energianlähteisiin. Intervallikuormituksen energiantuoton ero yksittäiseen lyhyt- tai pitkäkestoiseen suoritukseen on kuormituksen toistuminen useaan kertaan lyhyen palautumisen jälkeen, jolloin palautumisen aikana elimistö täydentää käytettyjä energiavarastoja ja poistaa suorituksen aikana muodostuneita aineenvaihduntatuotteita, kuten laktaattia. Palloilulajeissa intervallien intensiteetti eikä intervallien väliset palautusajat ole etukäteen täysin tiedettävissä. (Nummela 2004a.)

Kun suorituksen kesto on alle 10 sekuntia, ovat kreatiinifosfaattivarastot (KP-varastot) ensisijainen energianlähde ja intervallikuormituksen voidaan sanoa olevan alaktista. Kun suorituksen kesto ylittää 15 sekuntia ja intensiteetti on korkea eli yli 80% vetomatkan maksimista, tulee intervallikuormituksesta laktinen, jolloin ensisijainen energianlähde on glykolyysi ja samalla muodostetaan maitohappoa. Palautumisen pituudella voidaan vaikuttaa laktaatin poistumiseen ja väsymykseen. KP-varastot palautuvat 50%:iin lähtötasosta 30 sekunnissa, 85%:iin lähtötasosta kahdessa minuutissa ja täydellisesti noin 10-15 minuutissa, mikäli suoritukseen ei ole liittynyt

voimakasta maitohapollista osuutta. Jos intervallien välinen palautuminen on yli kaksi minuuttia ja intervallin kesto 15-30 sekuntia, voidaan KP-varastoja hyödyntää kunkin yksittäisen suorituksen alussa, jolloin glykolyysillä ei tarvitse tuottaa niin paljon energiaa ja laktaatin tuotto vähenee. Kuitenkin KP-varastojen osuus kokonaisenergiantuotosta pienenee merkittävästi, kun intervallien kesto pitenee yli 30 sekunnin. (Nummela 2004a.)

Aerobinen energiantuotto on vallalla merkittävästi intervallikuormitukseen intervallityön ja palautumisen aikana, kun taas anaerobinen energiantuotto on vallalla intervallityön aikana. Lihasten glykogeeni on intervallisuorituksen aikana pääravintoaine, kun palautumisen aikana rasvojen osuus ja veren glukoosi ovat pääosin energianlähteinä. (Bangsbo 2000.)

Vauhdikkaissa pallopeleissä, kuten jääkiekossa, edullisinta energiantuoton kannalta olisi, jos tehokkaat työjaksot pystyttäisiin pelin aikana suorittaa KP-varastojen avulla, ja pelikatkot/palautumisjaksot olisivat 30-120 sekuntia eli riittävän pitkiä KP:n uudismuodostukselle. (Nummela 2004a.) Sahlin ym. (1976) arvioivat laktaatin poistumisen verestä ja lihaksesta vievän noin 10 minuuttia (Green 1987). Laktaatin ja happamuuden kertyminen lihaksiin ja verenkiertoon liian pitkien pelijaksojen tai liian lyhyiden palautumisten vuoksi nopeuttavat väsymistä. Samoin elimistön happamuus vaikuttaa KP-varastojen palautumiseen. Kuitenkin useimmissa palloilulajeissa suurin osa energiasta saadaan anaerobisesta energiantuotosta sykkeiden noustessa lähelle maksimia ja veren laktaattipitoisuuden kasvaessa. (Nummela 2004a.)

### **3.1.1 Pelinaikaiset sykkeet ja hapenkulutus**

Jääkiekko-ottelun aikana on sykettä mitattu Mestis-tason joukkueelta kaudella 2001-2002. Sykkeet mitattiin viiden sekunnin tallennusvälein. Erien maksimisykkeet olivat keskimäärin 182-187 lyöntiä/min, keskisykkeet 160-164 lyöntiä/min ja palautuksen keskisykkeet 144-149 lyöntiä/min (Taulukko 2). (Tiikkaja 2002a.)

Taulukko 2. Jääkiekko-ottelun aikaiset työsykkeet ja palautuminen. Luvut ovat keskiarvoja $\pm$ keskihajontoja. (mukaillen Tiikkaja 2002a).

	<b>1. Erä</b>	<b>2. Erä</b>	<b>3. Erä</b>
Erän maksimisyke (krt/min)	182 $\pm$ 5	187 $\pm$ 5	184 $\pm$ 5
Vaihdon maksimisyke (krt/min)	175 $\pm$ 4	179 $\pm$ 5	176 $\pm$ 4
Vaihdon keskisyke (krt/min)	160 $\pm$ 6	164 $\pm$ 5	163 $\pm$ 4
Palautuksen keskisyke (krt/min)	144 $\pm$ 9	150 $\pm$ 5	149 $\pm$ 3
Palautuksen alin syke (krt/min)	126 $\pm$ 9	133 $\pm$ 6	132 $\pm$ 4

Sykettä on mitattu jääkiekko-otteluiden aikana on myös yhdysvaltalaisilta yliopistojääkiekkoilijoilta. Sykearvot pysyivät korkealla pelin ajan, ja keskimääräiseksi sykkeeksi mitattiin  $173 \pm 5$  sykettä minuutissa, mikä oli 87-92% maksimisykkeestä, joka oli saatu maksimaalisen hapenoton testistä. (Green ym.1976.) Yhdysvaltain naisten maajoukkueen jääkiekko-ottelun aikana sykkeiksi on mitattu vaihdon aikana  $90 \pm 2$  % maksimisykkeestä ja vaihtojen välisen levon aikana  $56 \pm 5$  % maksimisykkeestä (Spiering ym. 2003). Nuorilla 10-15-vuotialla kilpasarjan jääkiekkoilijoilla pelin aikaiset sykkeet olivat keskimäärin 181-194 lyöntiä minuutissa ja vaihtojen välillä sykkeet laskivat keskimäärin 136-153 lyöntiin minuutissa. (Paterson 1979.)

Jääkiekossa sykettä voi nostaa kuormituksen lisäksi pelin aiheuttamat tunnetilat, ylävartalon staattinen lihastyö, pelin katkonaisuus sekä kehon sisäisen lämpötilan nousu. Sykemittausten avulla jääkiekon intensiteetin ja hapenkulutuksen tarpeen arviointiin tulee siten suhtautua kriittisesti. (Montgomery 1988.) Seliger ym. (1972) mittasivat simuloidussa jääkiekko-ottelussa Tšekkoslovakian maajoukkueelta energiankulutusta epäsuoralla kalorimetrialla yhden vaihdon ajan, jonka pituus oli keskimäärin 1,17 minuuttia. Hapenkulutus oli vaihdon aikana keskimäärin 32 ml/kg/min eli 66% maksimaalisesta hapenkulutuksesta. Tutkijoiden mukaan 69% energiasta tuotettiin anaerobisesti ja 31% aerobisesti. (Montgomery 1988.) Green ym. (1976) arvioivat pelinaikaisten sykemittausten ja juoksumattotestien avulla, että yliopistotason jääkiekkoilijat työskentelivät tehoalueella 70-80% maksimaalisesta aerobisesta tehosta.

### 3.1.2 Laktaatin kertyminen jääkiekossa

Laktaatin kertymiseen voi vaikuttaa esimerkiksi harjoittelu, lihassolujakauma, verenvirtaus, lihasväsymys ja ruokavalio (Smith & Roberts 1990). Jääkiekossa veren laktaattipitoisuudet ovat erien lopussa 10-15 mmol/l (Nummela 2004a). Montgomeryn (2000) mukaan eurooppalaisilta jääkiekkoilijoilta on mitattu korkeimmat jääkiekkottelun jälkeiset laktaattiarvot eli 9-11 mmol/l. Yhdysvaltalaisilta yliopistopelaajilta on mitattu hieman alempia laktaattiarvoja (Taulukko 3) (Green ym. 1976).

Taulukko 3. Pelinaikaiset laktaattiarvot pelipaikoittain. Muuntokertoimenä on käytetty 0.111, jolla on kerrottu mg/100ml kohti oleva laktaattien keskiarvo.

KH=keskushyökkääjä, LH=laitahyökkääjä, P=puolustaja ja M=maalivahti. Pelipaikan jäljessä oleva numero kertoo koehenkilöiden määrän pelipaikoittain. (Mukaiillen Green ym. 1976)

	Pelipaikka (n)	Laktaatti mg/100ml	Laktaatti mmol/l
Ennen peliä	KH (2)	10,7±0,2	1,2
	LH (5)	16,6±1,8	1,8
	P (3)	11,8±0,4	1,3
	M (1)	9,8	1,1
I Erä	KH (2)	70,8±18,4	7,9
	LH (5)	80,3±5,5	8,9
	P (3)	79,7±15,0	8,8
	M (1)	12,4	1,4
II Erä	KH (2)	55,6±4,5	6,2
	LH (5)	71,1±12,5	7,9
	P (3)	64,8±8,0	7,2
	M (1)	22,9	2,5
III Erä	KH (2)	38,0±1,3	4,2
	LH (5)	49,7±3,2	5,5
	P (3)	38,0±16,1	4,2
	M (1)	15,0	1,7

### 3.1.3 Jääkiekko-ottelun vaikutukset lihaksen glykogeenipitoisuuteen

Lihasten glykogeenipitoisuuden tyhjeneminen heikentää fyysistä suorituskkyä. Luistelussa vastus lateralis aktivoituu, joten siitä on otettu lihasbiopsioita jääkiekkoon liittyvissä tutkimuksissa. (Montgomery 2000.) NHL-pelaajilla tehdyissä tutkimuksissa lihassolunäytteistä on mitattu lihasten glykogeenipitoisuutta. Vaikka tutkimuksissa on havaittu lihaksen glykogeenipitoisuuden laskua, ei lihaksen glykogeenin täydellistä tyhjenemistä ole havaittu. Lisäksi tehokas peliaika NHL-pelaajilla on keskimäärin 16 minuuttia pelissä, jolloin on vaikea uskoa lihaksen glykogeenivarastojen tyhjenemiseen NHL-pelin aikana. (Cox ym. 1995.) Toisaalta peräkkäisten päivien pelit voivat vähentää maksan ja lihasten glykogeenipitoisuutta. Lihassolunäytteitä analysoitaessa on havaittu glykogeenipitoisuuden olevan pienentynyt pelin jälkeisenä päivän noudatettaessa tavallista ruokavaliota. (Montgomery 2000.)

### 3.2 Väsyminen intervallityössä

Väsyminen määritellään kyvyttömyydeksi pitää yllä haluttua fyysistä suoritustasoa. Jääkiekossa väsymys on nähtävissä heikentyneenä luisteluna, johon liittyy muun muassa luisteluvauhdin ja koordinaation heikentyminen. Lisäksi väsymys voi vaikuttaa ylävartalon toimintaan jääkiekossa, kuten syöttöön, kiekon laukaisemiseen ja hallintaan. Väsymys voi heikentää myös havainnointia ja henkisiä prosesseja. Niitä tarvitaan jääkiekossa, jossa suuri määrä pelaajia liikkuu nopeasti ja jossa pelistrategia riippuu vastustajan ja omien pelaajien liikkeistä. (Green 1987.)

Väsymys voidaan jakaa sentraaliseen ja perifeeriseen väsymykseen. Sentraalinen väsymys liittyy aivoihin ja selkäyttimeen, kun perifeerinen väsymys käsittää motorisen hermon ja lihassolun. Perifeeristä väsymystä on tutkittu muun muassa hermolihaskliittymän, sarkoplasmaisen retikulumin kalsiumin säätelyn ja poikittaissiltojen osalta. Väsymys toistetuissa kovatehoisissa suorituksissa voi siis johtua lihaksen vähentyneestä neuraalisesta aktivoinnista tai itse lihassolun rakenteen ja/tai toiminnan muutoksista. Hermolihaskjärjestelmän väsymyksen mahdollisia syitä löytyy laajemmin liitteestä 1 (LIITE 1). (Kirkendall 2000.)

On vaikea määritellä yhtä tekijää lihaksessa, joka heikentää suorituskykyä intervallisuorituksessa. Väsymyksen syynä kovatehoisessa harjoituksessa saattaa olla heikentynyt lihassupistuskoplaus (excitation-coupling) sekä vähentynyt hermostollinen ohjaus selkäydintason refleksisen inhibition vuoksi. (Bangsbo 2000.)

Lihassupistuskoplauksella tarkoitetaan aktiopotentiaalinen etenemistä lihassolukalvolla aina poikittaissiltojen väliseen supistumiseen asti (Kirkendall 2000). Vähentyneessä hermostollisessa ohjauksessa solun ulkoisen kaliumin kerääntyminen voi olla tärkeä tekijä (Bangsbo 2000). Medbo ja Sejersted (1994) havaitsivat tutkimuksessaan pikajuoksijoiden plasman kaliumpitoisuuksien olevan korkeampia minuutin uuvuttavan juoksun jälkeen verrattuna kestävyysjuoksijoihin. Kuitenkin pikajuoksijoiden plasman kaliumpitoisuus väheni nopeammin kuin kestävyysjuoksijoiden, mikä voi johtua suuremmasta lihasmassasta tai natrium-kaliumpumppujen määrästä.

Lihاسبiopsioiden avulla on mitattu ATP:ta (adenosiinitrifostaatti) ja kreatiinfosfaattia kovan uuvuttavan lyhytkestoisen harjoituksen jälkeen, mutta lihasväsymys ei näyttäisi johtuvan energian puutteesta (Bangsbo 2000). Kuitenkin hiilihydraattien antaminen intervalliharjoituksessa, joka matki koripallo-ottelun liikkumista ja kestoa, paransi merkittävästi tulosta intervalliharjoituksen lopussa tai toisin sanoen harjoituksen ”neljännessä erässä” uupumukseen asti suoritettussa sukkulajuoksussa ja 20 metrin juoksussa (Welsh ym.2002).

Laktaatin kerääntyminen ja happo-emästäsapainon järkkäytyminen ei myöskään näyttäisi olevan ratkaiseva tekijä väsymyksessä. (Bangsbo 2000.) Samansuuntaisia tuloksia on saatu tutkittaessa suorituskykytestiä, jossa 20 metrin matka juostiin edestakaisin aina tiettyä vauhtia 10 sekunnin palautuksilla. Tutkimuksen havainnot osoittivat, ettei väsymyksen kehittyminen kyseisessä intervallityyppisessä testissä liittynyt lihaksen laskeneeseen pH:n, kreatiinfosfaattipitoisuuteen, glykogeenipitoisuuteen eikä lihaksen laktaattipitoisuuteen. (Krustrup ym. 2003.) Mannion ym. (1995) ovat todenneet, että jos pH:n laskemisella ja asidoosilla on osuutta väsymykseen korkeaintensiteettisessä suorituksessa, täytyy sen olla epäsuora vaikutus. Tutkijoiden mukaan suurempi lihaksen puskurikapasiteetti happamuutta vastaan ei lisännyt laktaatin tuottoa maksimaalisessa suorituksessa eikä mahdollistanut suorituksen jatkamista yhtään sen pidempään kuin pienemmällä lihasten puskurikapasiteetilla. (Noakes 2000.)

## 4 FYYSISET OMINAISUUDET JÄÄKIEKOSSA JA NIIDEN HARJOITTELU

Lajikestävyudeksi voidaan määritellä jääkiekossa pelaajan kyky toistaa jääkiekkotaitoja vaihdon sekä koko ottelun ajan. Jääkiekossa pelaaja tuottaa energiaa koko ottelun aikana aerobisesti, mutta yksittäisessä vaihdossa pääosin anaerobisesti. (Westerlund 1997.) Luistelun kiihdytykset edellyttävät pelaajalta paitsi hyvää voimantuottoa ja tehoa myös anaerobista kestävyyttä eli nopeuskestävyyttä. Jääkiekossa suorituskyvyn ylläpitämiseen sekä nopeaan palautumiseen tarvitaan hyvää aerobista kestävyyttä. (Montgomery 1988). Voimaa jääkiekossa tarvitaan luistelussa ja kaksinkamppailuissa. Lisäksi jääkiekossa edellytetään luistelunopeutta ja käsien nopeutta, joka edellyttää käsien ja hartiaseudun lisäksi myös keskivartalon lihasten kehittämistä muun muassa mailankäsittelyn nopeuden ja laukaisuvoiman sekä –nopeuden parantamiseksi. Lihasvoima- ja tasapainoharjoittelua tarvitaan lajinomaisten voima- ja nopeusominaisuuksien kehittämiseksi. (Westerlund 1997.)

### 4.1 Antropometria

NHL-jääkiekkopelaajien paino ja pituus ovat jatkuvasti kasvaneet 1970-luvulta lähtien. Pituutta on tullut pelaajille keskimäärin viisi senttimetriä ja painoa viisi kilogrammaa lisää. NHL-pelaajien keskimääräinen pituus ylittää nyt 185 senttimetriä ja paino 90 kiloa. (Montgomery 2000.) Muiden muuttujien ohella NHL-pelaajien pituutta, painoa ja rasvaprosenttia on tutkittu vuosina 1980-1991 (Taulukko 4). Pelaajien pituus ja paino kasvoivat jatkuvasti 11 vuoden aikana, mutta pelaajien rasvaprosentti pysyi 13 prosentissa. (Cox ym. 1993.)

Taulukko 4. NHL-pelaajien fyysisiä ominaisuuksia 1980-1991. Tulokset esitetty keskiarvoina ja keskihajontoina. (Cox ym. 1995.)

	1980 (n=38)	1984 (n=38)	1988 (n=23)	1991 (n=23)
Paino (kg)	85,3±1,1	88,2±1,1	91,2±1,5	88,4±0,8
Pituus (cm)	179±1	183±1	185±1	185±1
Rasva %	12,6±0,3	13,8±0,4	11,8±0,4	12,1±0,3

Kaudella 2001-2002 suomalaisilla SM-liigajoukkueen pelaajilla keskimääräinen pituus oli  $182 \pm 6$  senttimetriä ja paino hieman alle 90 kiloa. Rasvaprosentti kasvoi merkitsevästi kauden aikana  $14,2 \pm 2,8$  prosentista  $16,7 \pm 3,2$  prosenttiin. (Tiikkaja 2002b.)

## 4.2 Nopeuskestävyys

Lajeissa, joiden kesto on 10-90 sekuntia, nopeuskestävyyden merkitys on suurimmillaan ja energiantuotto perustuu pääosin anaerobiseen energiantuottoon (Nummela 2004b). Jääkiekossa vaihdon pituus on noin 40-60 sekuntia, ja suoritus koostuu vaihdon mittaisesta matalampitehoisesta liikkumisesta sekä maksimitehoisista suorituksista, jotka kestävät muutamia sekunteja (Westerlund 1997).

Nopeuskestävyys rakentuu nopeuden, kestävyyden, voiman ja lajitekniikan varaan. Nopeuskestävyyttä voidaan harjoittelussa lähestyä joko nopeuden tai kestävyyden kautta, sillä nopeuskestävyyden kehittymisen edellytyksiä parantavat sekä lajinopeus ja lajinomaiset voimaominaisuudet että kestävyyden kehittyminen. Ongelmaksi harjoittelussa yleensä muodostuu se, että nopeuden kehittyessä kestävyys yleensä heikkenee ja päinvastoin. (Nummela 2004b.)

Nopeuskestävyys harjoittelu voidaan jaotella anaerobiseen peruskestävyyteen, maitohapolliseen ja maitohapottomaan nopeuskestävyyteen. Mitä parempi peruskestävyys on, sitä enemmän nopeuskestävyyttä voidaan harjoitella, mutta kuitenkin liiallinen peruskestävyyden rakentaminen haittaa nopeutta. Maitohapollisella nopeuskestävyys harjoittelulla pyritään parantamaan anaerobisen energiantuoton tehoa ja kapasiteettia sekä suorituksen taloudellisuutta suurilla tehoilla. Maitohapoton nopeuskestävyys on kahden edellisen välimuoto, josta voidaan puhua myös submaksimaalisena nopeusharjoituksena kuitenkin palautusaikojen ollessa lyhyempiä ja suoritusten tehojen matalampia. Nimestä huolimatta maitohapottomassa nopeuskestävyys harjoittelussa syntyy maitohappoja. Maitohapottoman nopeuskestävyys harjoituksen tavoitteena on kehittää lihaksiston kykyä käyttää kreatiinifosfaattivarastoja hyväkseen ja lykätä siten nopeuden vähenemistä



kilpailusuorituksessa. Useimmissa joukkuepeleissä maitohapottoman nopeuskestävyyden harjoittelu on tärkeämpää kuin maitohapollisen. Nopeuskestävyyden harjoitusvaikutukset löytyvät taulukosta 5. (Nummela 2004b.) Jääkiekon kannalta kaikkia nopeuskestävyyden harjoitusvaikutuksia olisi hyödyllistä kehittää.

Taulukko 5. Nopeuskestävyysharjoittelun jaottelu (Nummela 2004b).

	Anaerobinen peruskestävyys	Maitohapollinen nopeuskestävyys			Maitohapoton nopeuskestävyys
		Tehointervallit	Submaksimaalinen nopeuskestävyys	Maksimaalinen nopeuskestävyys	
Suorituksen kesto	15-180s	15-120s	10-90s	10-30s	6-10s
Toistopalautus	0,5-3 min	2-5 min	2-8 min	6-60 min (lähes täydellinen)	2-8 min
Sarjapalautus	3-6 min	4-10 min	8-20 min	-	6-10 min
Tehoalue (% vetomatkan maksimista)	50-75%	75-85%	85-95%	95-100%	85-95%
Määrä /harjoitus	5-30 kpl kpl	5-20 kpl	3-10 kpl	2-6 kpl	5-20 kpl
Laktaattipitoisuus	4-7 mmol/l	7-12 mmol/l	> 12 mmol/l	maksimi	7-10 mmol/l
Pääasiallinen harjoitusvaikutus	Anaerobinen taloudellisuus Laktaatin poisto	Anaerobinen taloudellisuus Laktaatin poisto	Anaerobinen kapasiteetti Puskurointikyky Väsämyksen sietokyky	Anaerobinen teho ja kapasiteetti Hermostuslihasjärj. suorituskyky	Anaerobinen teho ja alaktinen kapasiteetti Hermostuslihasjärj. suorituskyky

Anaerobisen tehon ja suorituskyvyn testimenetelmistä Wingaten 30 sekunnin polkupyöräergometritesti on käytetyin. Anaerobista suorituskykyä kuvaavat testin korkein teho ja keskimääräinen teho. (Nummela 2004d.) Anaerobista suorituskykyä on mitattu Wingaten 30 sekunnin testillä NHL-pelaajilta ennen kauden 1992-1993 alkua.

Korkein teho oli hyökkääjillä 13,4 W/kg, puolustajilla 13,1 W/kg ja maalivahdeilla 12,7 W/kg. Vastaavasti keskimääräinen teho oli hyökkääjillä 10,3 W/kg, puolustajilla 10,2 W/kg ja maalivahdeilla 9,5 W/kg. (Twist & Rhodes 1993.) Suomalaisilla SM-tason jääkiekkoilijoilla Wingaten 30 sekunnin testitulokset olivat keskimääräisen tehon osalta kauden alussa 9,6 W/kg ja kauden keskellä 9,9 W/kg (Tiikkaja 2002b).

### **4.3 Kestävyys**

#### **4.3.1 Kestävyys jääkiekossa**

Jääkiekon liike-aika analyysi paljastaa, että jääkiekossa vaihtojen intensiteetti ja vaihtojen vaihteleva pituus vaativat sekä aerobista että anaerobista energiantuottoa. Energiantuottotapojen osuus riippuu vaihdon ominaispiirteestä, kuten intensiteetistä ja kestosta. (Montgomery 2000.) Luistelun kiihdytykset edellyttävät pelaajalta hyvää voimantuottoa, tehoa ja anaerobista kestävyyttä, kun taas suorituskyvyn ylläpitämiseen ja nopeaan palautumiseen tarvitaan hyvää aerobista kestävyyttä (Montgomery 1988). Kestävyystyyppinen harjoittelu lisää laktaatin poistumista verenkierrosta ja vaikuttaa siten palautumiseen. Toisaalta kestävyys harjoittelun jälkeen urheilija ei kykene tuottamaan yhtä paljon laktaattia kuin nopeusharjoittelun jälkeen, sillä kestävyys harjoittelun seurauksena laktaatin tuotto vähenee. (Nummela 2004a.)

#### **4.3.2 Kestävyys harjoittelu**

Kestävyys voidaan jakaa aerobisen peruskestävyyteen, vauhtikestävyyteen, maksimikestävyyteen ja nopeuskestävyyteen (Taulukko 6). Useimmissa urheilulajeissa lajinomainen kestävyys tarvitsee hyvän perustan kehittyäkseen eli hyvän aerobisen peruskestävyyden. (Nummela ym. 2004.) Aerobinen kynnys eli laktaattikynnys määritetään tavallisimmin siihen kohtaan, jossa suoritustehon lisäys ensimmäistä kertaa aiheuttaa laktaattipitoisuuden nousun perustasosta (Nummela 2004c). Vauhtikestävyys harjoittelu parantaa anaerobista kynnystehoa, ja lähentää anaerobista kynnystehoa kohti maksimaalisen hapenottokyvyn tehoa (Nummela ym. 2004). Anaerobisella kynnyksellä

tarkoitetaan suurinta työtehoa ja energiankulutuksen tasoa, jossa veren laktaattipitoisuus ei kasva koko suorituksen ajan suoritusta jatkettaessa kyseisellä teholla (Nummela 2004c). Maksimikestävyysharjoitukset parantavat pääasiassa hengitys- ja verenkiertoelimistön kapasiteettia ja maksimaalista hapenottokykyä.

Maksimikestävyysharjoituksen keskeinen periaate on, että harjoituksen seurauksena ne lajisuorituksen tehoalueet kehittyvät eniten, joita harjoitetaan. (Nummela ym. 2004.)

Jääkiekkoilijalla laktaattikynnyksen nostaminen auttaa vähentämään laktaatin kertymistä ja säästämään glykogeenivarastoja. Lisäksi parantunut aerobinen kestävyys lisää kehon jäähtymisen tehokkuutta sekä rasvan määrää kehossa. (Twist 1997.)

Taulukko 6. Aerobisen kestävyysharjoittelu jaottelu (yhdistäen lähteistä Nummela ym. 2004; Nummela 2004c).

	Peruskestävyys	Vauhtikestävyys	Maksimikestävyys
Kuormituksen kokonaiskesto	30-340 min	20-60 min	10-30 min
Intervallitoiston pituus	-	5-20 min	3-10 min
Toistot (kpl/palautus)	-	1-10 / 1-2 min	1-10 / 1-5 min
Tehoalue (%VO <sub>2</sub> max)	40-70%	65-90%	80-100%
Veren laktaattipitoisuus	< 2 mmol/l	2-5 mmol/l	5-10 mmol/l
Sykealue	<150	150-170	170-200
Aktiiviset lihassolutyypit	ST	ST ja FTa (osa)	ST, FTa ja FTb (osa)
Pääasiallinen harjoitusvaikutus	Aerobinen energiantuotto, rasva-aineenvaihdunta	Aerobinen energiantuotto, hiilihydraatti-aineenvaihdunta	Maksimaalinen hapenottokyky, Hiilihydraatti-aineenvaihdunta

**AerK \***

**Ank \*\***

—————→  
**Työteho/nopeus/syke**

\* AerK tarkoittaa aerobista kynnystä, joka sijaitsee peruskestävyyden ja vauhtikestävyuden rajalla  
 \*\* Ank tarkoittaa anaerobista kynnystä, joka on vauhtikestävyuden ja maksimikestävyuden rajalla

### 4.3.3 Jääkiekkoilijoiden maksimaalinen hapenottokyky

Aerobista kestävyyskuntoa voidaan arvioida mittaamalla elimistön maksimaalinen hapenottokyky (VO<sub>2max</sub>) (Nummela ym. 2004). Jääkiekkoilijoiden hapenottokykyä on

mitattu polkupyöraergometritestillä, juoksumattotestillä sekä luisteluergometritestillä. Polkupyöraergometrillä jääkiekkoilijoiden keskimääräinen hapenottokyky vaihtelee 52-63 ml/kg/min välillä. Samalla kun jääkiekkjoukkueiden keskipaino kasvaa, maksimaalinen hapenottokyky ilmaistuna ml/kg/min kohti laskee. Samoin puolustajien ollessa kookkaampia on heidän hapenottokykynsä ml/kg/min kohti ilmaistuna yleensä pienempi hyökkääjiin nähden. (Montgomery 2000.) Juoksumatolla mitattuna NHL-jääkiekkoilijoiden maksimaalisen hapenottotestin tulokset taulukossa 7 (Agre ym. 1988).

Taulukko 7. Juoksumatolla mitattu maksimaalinen hapenottokyky pelipaikoittain NHL pelaajilla (Agre ym. 1988).

	Pelipaikka			Yhteensä
	Maalivahti	Hyökkääjä	Puolustaja	
n	4	15	8	27
Ikä	25±3	25±1	25±1	25±1
Vo <sub>2</sub> max (ml/kg/min)	53,1±1,2	54,2±1,3	52,2±1,0	53,4±0,8
Testin kesto (min)	14,4±0,3	14,8±0,4	14,4±0,3	14,6±0,2
Leposyke * (bpm)	62±7	52±3	48±3	52±2
Maksimisyke ** (bpm)	192±4	186±2	183±4	186±2

\* Leposyke mitattuna ennen testin alkua.

\*\* Maksimisyke on testin aikana mitattu syke

Vastaavasti SM-liigatasoisilla kiekkoilijoilla tehdyssä tutkimuksessa maksimaalista hapenottokykyä mitattiin polkupyöraergometritestillä kolmesti kauden aikana. Joukkueen keskiarvo maksimaalisen hapenottokyvyn osalta oli kesäkuussa 57 ml/min/kg, joulukuussa 58 ml/min/kg ja huhtikuussa 55 ml/min/kg (Tiikkaja 2002b).

#### 4.4 Voima

Voimaharjoittelun, kuten muunkin urheiluharjoittelun lähtökohtana tulisi olla lajiantalyysi, jonka perusteella tiedetään lajin voimantuottoajat, voimatasot, työskentelevät lihakset ja liikeradat jne. Kuitenkin hankaluutena voimaominaisuuksien hankinnassa on niiden hyödyntäminen urheilulajissa (Häkkinen ym. 2004).

#### **4.4.1 Voiman tarve jääkiekossa**

Jääkiekossa voimaa tarvitaan luistelussa ja kaksinkamppailussa (Westerlund 1997). Luistelussa lihasvoiman lisäksi tarvitaan taitoa, sillä luistimen terän suuntaus vaikuttaa muun muassa kitkaan. Luistelunopeuteen vaikuttaa luistelupotkun pituuden lisäksi potkun frekvenssi. Pelitilanteissa pelaajan täytyy tehdä jäällä nopeita suunnanmuutoksia, joissa tarvitaan suurta voimaa, jotta saavutetaan maksiminopeus mahdollisimman lyhyessä ajassa. (Pearsall ym. 2000.)

#### **4.4.2 Voimaharjoittelu ja voimaharjoittelun periaatteet**

Voimaharjoittelu voidaan jakaa nopeus-, maksimi- ja kestovoimaan. Nopeusvoimassa pyritään nopeaan voimantuottoon ja suoritus voi olla kertasuorituksellista, mutta urheilulajeissa nopeusvoimaa voidaan tuottaa myös esimerkiksi pikajuoksussa aina noin 10 sekuntiin asti. Maksimivoima on suurin mahdollinen voima, ja sitä voidaan mitata yhden toiston maksimilla. Kestovoima on pitkäkestoista voiman tuottamista. Se voi olla aerobista tai anaerobista ja voimantuottaminen voi kestää jopa useisiin minuutteihin asti. (Häkkinen ym. 2004.)

Nopeusvoimaharjoittelu toteutetaan nopeusvoimaperiaatteella, jossa tulee olla urheilijalta maksimaalinen yritys, jotta harjoitusvaikutus kohdistuu hermoston ja lihassolukon ”nopealle” osalle. Lisäksi nopeusvoimaperiaatteen perusteella suorituksen on oltava lajinomainen, esimerkiksi voimantuottoajan, nivelkulmien ja lihassupistumistavan perusteella. Nopeusvoimaperiaatteen mukaan kuorma valitaan alueelta 0- 85 prosenttia harjoitteen ykköstoistomaksimista ja sarjan keston tulisi olla sekunnista 10 sekuntiin, jolloin käytetään välittömiä energianlähteitä eli ATP:ta ja kreatiinifosfaattia eikä maitohapon tuotto nousisi häiritsevän suureksi. Vastaavasti palautusten tulisi olla sarjojen välillä kolmesta viiteen minuuttia, jolloin välittömät energialähteet palautuvat. Lisäksi ärsykettä tulisi vaihdella noin 4-10 viikon välein, jolloin hermolihasjärjestelmän vastaanottavuus harjoituksille saadaan säilymään ja nopeusvoima kehittymään. (Häkkinen ym. 2004.) Nopeusvoimaharjoituksen vaikutukset nähdään konsentrisella voima-nopeus -käyrällä siten, että voimakäyrä

siirtyy ylemmäs eli kaikilla kuormilla pystytään voimantuoton nopeutta lisäämään, mutta kuitenkin enemmän kevyemmillä kuormilla. Lisäksi nopeusvoimaharjoittelun aiheuttama pieni lihasmassan kasvu ilmenee pääasiassa vain nopeissa lihassoluissa. (Häkkinen 1990.)

Maksimivoimaharjoittelu eroaa nopeusvoimaharjoittelussa pääasiassa vain kuorman valinnan perusteella. Hermostollisessa maksimivoimaharjoittelussa käytetään 85-100% intensiteettiä ykkösmaksimista ja toistoja on sarjassaan yhdestä kolmeen. Hypertrofisessa maksimivoimaharjoittelussa käytetään intensiteettiä 60-85% ykkösmaksimista ja toistoja on noin 8-12. . Edellisten kombinaatio on hypertrofishermostollinen maksimivoimaharjoittelu, jossa toistoja on 3-6 ja intensiteetti 70-90 % ykkösmaksimista. (Häkkinen ym. 2004.) Maksimivoimaharjoittelu vaikuttaa konsentrisella voima-nopeus –käyrällä käyrän maksimivoimapäässä eli voimantuoton nopeus kasvaa suurilla kuormilla maksimivoiman parantuessa. Maksimivoimaharjoittelun on havaittu johtavan lihasten kapillaaritiheyden pienenemiseen johtuen lihassolujen koon kasvusta. (Häkkinen 1990.)

Kestovoimaharjoittelu sisältää yleensä voimatason tuottamista joko aerobisesti tai anaerobisesti kuormilla 0-60 % ykkösmaksimista, ja kestovoimaharjoittelu voi olla esimerkiksi kuntopiirityyppistä. (Häkkinen ym. 2004.) Jääkiekkoilijoilta on kestovoimaa mitattu keskivartalosta vatsalihasten toistotesteinä (Montgomery 2000).

#### **4.4.3 Voima- ja kestävyysarjoittelun yhdistäminen**

Aerobinen harjoittelu, kuten juokseminen, pyöräily tai uiminen, voivat haitata voiman kehittymistä, mikäli voimaharjoittelun kanssa suoritetaan aerobista harjoittelua paljon ja suurella intensiteetillä. Tällöin voima ei kehity yhtä paljon, kuin jos harjoiteltaisiin pelkästään voimaa. Useimmissa lajeissa harjoittelua voidaan priorisoida harjoittelun tavoitteiden avulla ja harjoitteluohjelmaa voidaan jaksottaa. Esimerkiksi haluttaessa kehittää voimaa vähennetään aerobista harjoittelua, jolloin elimistö adaptoituu voimaharjoittelun ja aerobinen kunto voi laskea. Vastaavasti harjoittelujaksolla voidaan kasvattaa aerobista kuntoa, jolloin voima laskee. Kuitenkin harjoittelujaksolla voidaan

pyrkii ylläpitämään voimaa riittävällä voimaharjoittelulla, vaikka aerobinen harjoittelu häiritseekin voima ominaisuuden kehittymistä. (Fry & Newton 2002.)

Aiemmin harjoittelemattomilla koehenkilöillä kolme kertaa viikossa suoritettu harjoittelu osoitti, että kestävyyttä ja voimaharjoittelua yhtä aikaa tehneellä ryhmällä kestävyysominaisuus parani samalla tavoin kuin kestävyysharjoitteluryhmällä ja voimaominaisuus parani samalla tavoin kuin voimaharjoitteluryhmällä.

Kestävyysharjoitteluryhmällä voimaominaisuudet eivät parantuneet. Tulosten mukaan yhdistelmäharjoittelu parantaa sekä aerobista kestävyyttä että voimaa. (McCarthy ym. 1995.) Samansuuntaisia tuloksia saatiin, kun voima- ja kestävyysharjoittelua toteutettiin kummankin ominaisuuden osalta kaksi kertaa viikossa. Voima- ja kestävyysharjoittelun yhtäaikainen toteuttaminen ei häirinnyt voima- ja kestävyysominaisuuksien kehittymistä, mutta räjähtävän voiman kehittymistä kestävyysharjoittelu voi kuitenkin häiritä. Lisäksi suuremmalla harjoittelumäärällä voi ominaisuuksien yhtäaikainen harjoittelu haitata niiden kehittymistä. (Häkkinen ym. 2003.) Tulokset voima- ja kestävyysharjoittelun yhtäaikaisesta harjoittelusta ovat ristiriitaisia. Johtopäätösten vetäminen yhtäaikaisesta voima- ja kestävyysharjoittelusta on vaikeaa, koska harjoittelussa on paljon muuttujia, joita ei ole systemaattisesti tutkittu (Docherty & Sporer 2000.)

## 4.5 Nopeus

Jääkiekkoilija tarvitsee nopeutta luistelussa ja mailankäsittelyssä (Westerlund 1997). Nopeus ja voima nivoutuvat yhteen, sillä luistelun suunnanmuutoksissa tarvitaan suurta voimaa, jotta saavutetaan maksiminopeus mahdollisimman lyhyessä ajassa (Pearsall ym. 2000). Useimmissa lajeissa lihaksiston kyky tuottaa nopeasti voimaa on tärkeä tekijä nopeissa liikkeissä. Muun muassa painovoimaa vastaan kamppaillessaan urheilijan tarvitsee lisätä voimaa, jotta lihassupistuksen kasvanut voimantuotto mahdollistaa suuremman kiihdytyksen. (Bompa 1999.) Eräessä tutkimuksessa selvitettiin jään ulkopuolisten testien yhteyttä luistelunopeuteen. Luistelunopeutta ennusti parhaiten vertikaalihyppy, jota pidetään räjähtävän voiman testinä. (Mascaro

ym. 1992; Kyröläinen 2004.) Jääkiekkoilijoilta on kerätty viitearvoja vertikaalihypyistä vuosina 1982-1990 (Taulukko 8) (Kyröläinen 2004).

Taulukko 8. Jääkiekkoilijoiden viitearvot painopisteen nousukorkeuden (cm) mukaan vertikaalihypyissä. Kuntoluokat 1=heikko, 2=välttävä, 3=keskitasoinen, 4=hyvä, 5=erinomainen. (mukailten Kyröläinen 2004).

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Staattinen hyppy	32	35	40	44	48
Kevennyshyppy	34	38	43	47	52

Nopeus voidaan jakaa reaktionopeuteen, räjähtävään nopeuteen ja liikkumisnopeuteen. Reaktionopeudella tarkoitetaan kykyä reagoida nopeasti johonkin ärsykkeeseen. Lähes kaikissa palloilulajeissa, kuten myös jääkiekossa, tarvitaan reaktionopeutta, kun tehdään ratkaisuja pelin eri tilanteissa. Räjähtävällä nopeudella tarkoitetaan lyhytaikaista, yksittäistä ja mahdollisimman nopeaa liikesuoritusta, kuten esimerkiksi hyppyjen ponnistus. Liikkumisnopeus määritellään nopeaksi siirtymiseksi paikasta toiseen. (Mero ym. 2004.)

Nopeusharjoitus kehittää nopeutta, kun se toteutetaan niin sanottujen nopeuseriaatteiden perusteella. Nopeuseriaatteita on suorituksen nopeus eli maksimaalisissa nopeusharjoituksissa nopeus on yleensä 96-100 % vetomatkan ennätyksestä. Nopeuseriaatteen mukaisesti suorituksen kesto on yhdestä kuuteen sekuntia, jolloin käytetään ATP:tä ja kreatiinifosfaattia energianlähteinä. Palautukset ovat yleensä 2-9 minuuttia ja toistojen määrä on nopeusharjoituksissa 5-10 maksimaalisella alueella harjoiteltaessa. Lisäksi nopeuseriaatteen mukaisesti harjoitus on tehtävä palautuneessa tilassa, ja harjoitus vaatii tahdonvoiman käyttöä sekä ärsykkeen vaihtelua. Nopeusharjoituksessa ärsykkeen vaihtelua saadaan esimerkiksi vaihtelemalla nopeutta, kestoja tai askelpituutta ja -tiheyttä. (Mero ym. 2004.)

Reaktionopeutta tulisi harjoitella säännöllisesti kahdesta neljään kertaa viikossa, mutta esimerkiksi jääkiekkoilijalle pelissä tulevat ärsykkeet riittävät reaktionopeuden harjoitteluun. Räjähtävää nopeutta tulisi myös harjoitella kahdesta neljään kertaa



viikossa soveltaen nopeusperiaatteita. Nopeusvoimalla ja maksimivoimalla on ratkaiseva merkitys räjähtävän nopeuden harjoittelussa. Liikkumisnopeuden harjoittelua sekä reaktionopeutta ja räjähtävää nopeutta tulee harjoitella kaikilla harjoituskausilla sekä kilpailukaudella. Kuitenkaan maksimaalista ja supramaksimaalista nopeuden harjoittelua ei voida järkevästi toteuttaa raskailla harjoituskausilla, jolloin on paljon voima- ja kestävyys harjoittelua. (Mero ym. 2004.)

## **5 FYYSINEN SUORITUSKYKY JÄÄKIEKKOKAUDEN AIKANA**

### **5.1 Kauden vaatimukset fyysiselle suorituskyvyllä jääkiekossa**

Pelit ja sarjaohjelma asettavat vaatimuksia fyysiselle suorituskyvyllä jääkiekossa. Runkosarjassa tulee saavuttaa tietty määrä pisteitä, jotta joukkue pääsee pudotuspeleihin. Lisäksi kauden lopulla pudotuspeleissä joukkueen tulisi olla pelillisesti sekä fyysiseltä suorituskyvyltään huipussaan. Kauden aikana, kun pelejä on jopa kolme kertaa viikossa, harjoittelun aikatauluttaminen ylläpitämään kestävyyttä ja voimaa sekä toisaalta tarjoamaan tarpeeksi palautumisaikaa peleistä on haasteellista. (Montgomery 2000.)

SM-liigassa kaudella 2004-05 pelattiin 13 joukkueen voimin runkosarjassa yhteensä 56 ottelua. Runkosarja alkoi syyskuun puolessa välissä viikolla 38 ja päättyi maaliskuun toisella viikolla eli viikolla 10. Näin ollen 25 viikon aikana pelattiin 56 peliä, mikä tarkoittaa keskiarvona noin 2,2 peliä viikossa. (Jääkiekon SM-liiga 2004.) Mestiksessä pelataan puolestaan 12 joukkueen nelinkertainen sarja, jossa joukkueille tulee yhteensä 44 ottelua. Pudotuspeleihin pääsee runkosarjan kahdeksan parasta joukkuetta. Samoin karsintaan joutuvat joukkueet ratkeavat runkosarjan pelien perusteella. (Kilpailutoiminta 2004.)

### **5.2 Harjoittelua liikaa vai liian vähän?**

#### **5.2.2 Pelikauden aikana fyysinen suorituskyky laskee**

Kauden aikana, kun pelejä on jopa kolme kertaa viikossa, harjoittelun aikatauluttaminen ylläpitämään kestävyyttä ja voimaa sekä toisaalta tarjoamaan tarpeeksi palautumisaikaa peleistä on haasteellista. Lisäksi kauden lopulla pudotuspeleissä joukkueen tulisi olla pelillisesti sekä fyysiseltä suorituskyvyltään huipussaan. (Montgomery 2000.)

Jääkiekossa on havaittu, että pelaajien voima- ja nopeusominaisuudet sekä nopeuskestävyys heikkenevät kauden aikana. A- ja B-junioreita tutkittiin kauden aikana, ja tulokset osoittivat, että jääharjoittelun lisäksi pelaajien pitää tehdä pelikauden aikana voima-, nopeus- ja nopeuskestävyysharjoitteita saavutetun kuntotason ylläpitämiseksi tai kehittämiseksi. Tutkimuksen perusteella näyttäisi siltä, että oheisharjoituksia pitää olla noin kolme tai neljä kertaa viikossa. Koeryhmien harjoitusmäärien perusteella kaksi oheisharjoitusta viikossa ei riittänyt harjoituskaudella saavutettujen tasojen ylläpitämiseksi. (Ketola ym. 2004.)

Tutkimukset ovat osoittaneet, että kovan tason jääkiekkoilijoiden kunto heikkenee kauden aikana. Naisjääkiekkoilijoiden pelin ja harjoitusten aikaisia sykkeitä verrattaessa havaittiin harjoitusten aikaisten sykkeiden olevan matalampia. Vaikka jännitystaso voi nostaa sykettä pelin aikana, harjoituksissa on muun muassa pidempiä taukoja ja tekniikkaharjoitteita, minkä vuoksi ei päästä pelejä vastaavalle intensiteettitasoille eikä pelinkaltaiselle intervallityölle. Tutkimuksen perusteella suositeltiin oheisharjoitteluna intervalliharjoittelua polkupyöräergometrillä yhdestä kahteen kertaa viikossa, minkä on havaittu merkitsevästi parantavan hapenottokykyä kauden aikana. (Spiering ym. 2003.)

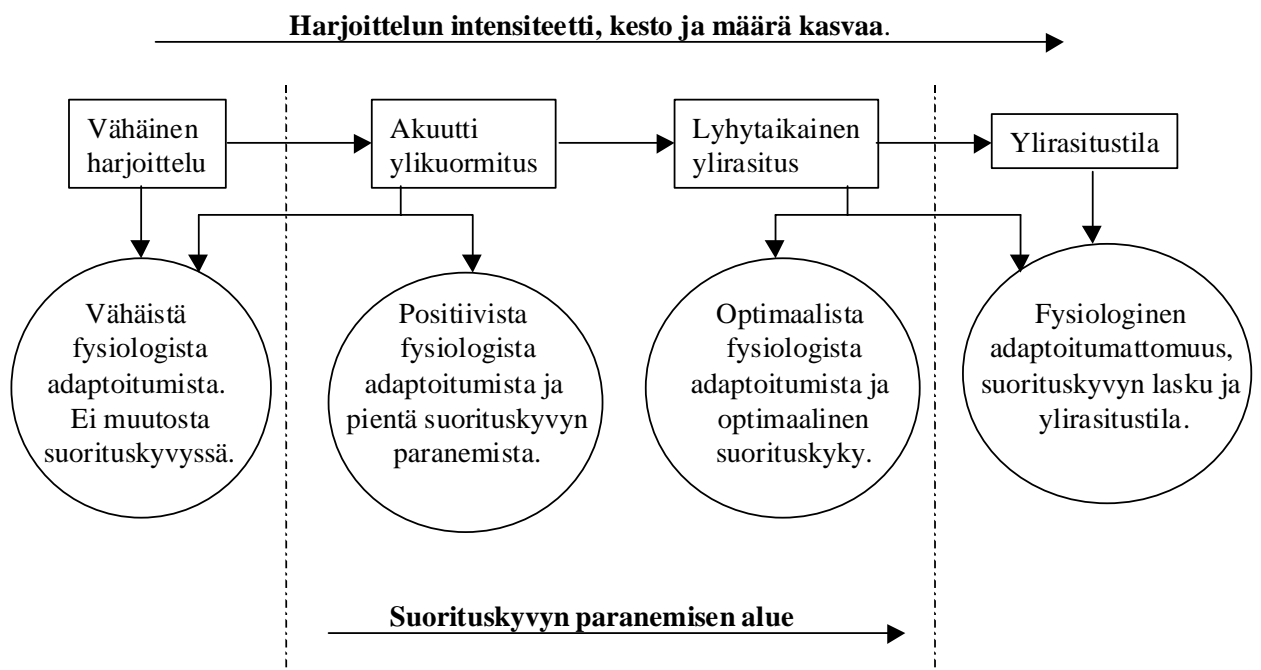
Tiikkaja (2002b) on saanut samansuuntaisia tuloksia SM-liigan jääkiekkoilijoilla. Maksimi- ja nopeusvoima heikkenivät kauden aikana. Lisäksi maksimaalinen hapenottokyky polkupyöräergometrillä mitattuna laski kauden aikana, mikä heikentää palautumiskykyä ottelun aikana ja otteluiden välillä. Harjoittelu ei saanut riittävää harjoitusvaikutusta aikaiseksi, mikä saattoi toisaalta myös johtua anaerobisen harjoittelun suuresta määrästä. Aerobisen kunnon lasku saattaa johtua myös jääkiekolle tyypillisen intervalliharjoittelun lihasten myoglobiinipitoisuutta laskevasta vaikutuksesta. Kautta ennen ja kauden jälkeen suoritetuissa mittauksissa sympaattisen hermoston aktiivisuus nousi merkitsevästi, mikä saattoi olla yhteydessä joko aerobisen suorituskyvyn heikkenemiseen tai harjoittelusta johtuvaan räsitystilaan.

### **5.2.2 Ylirasitustila liiallisen harjoittelun riskinä**

Jääkiekkokauden harjoittelu voidaan jakaa pelikauden jälkeiseen ylimenokauteen, pelikautta edeltävään harjoitteluun ja pelikauden aikaiseen harjoitteluun. Jääkiekossa

harjoittelun tulisi ottaa huomioon lajin vaatimukset energiantuotolle, parantaa kuntoa ja tasapainottaa väsymystä pitkän kauden aikana. (Cox ym. 1995.) Harjoittelun jaksottaminen on joukkuelajeissa vaikeaa pelikauden kestäessä jopa kuudesta kahdeksaan kuukauteen, jolloin pelaajien odotetaan olevan joka viikonloppu tai jopa lähes joka päivä huippukunnossa. Harjoittelun jaksottaminen nähdään myös keinona vähentää harjoittelun aiheuttamaa ylirasitustilan riskiä. (Rowbottom 2000.) Ylirasitustilan kehittymisessä tärkeimmäksi ulkoiseksi syyksi nähdään harjoittelun kokonaismäärä (Uusitalo 2001).

Harjoittelun aiheuttama ylirasitustila eli ”overtraining” (OT) termi on yleisimmin käytetty kuvaamaan pitkäaikaista suorituskyvyn laskua kovan harjoittelun seurauksena. Lyhytaikaisesta ylirasitustilasta käytetään käsitettä ”overreaching”, josta palautuminen kestää lyhyemmän aikaa kuin varsinaisesta ylirasitustilasta palautuminen. Kuitenkin lyhytaikaisesta ylirasituksesta palautuminen kestää pidempään kuin palautuminen normaalista harjoittelun aiheuttamasta väsymyksestä, joka tähtää superkompensatioon (Kuva 2). (Platen 2002.)



Kuva 2. Erilaisten harjoittelun aiheuttamien tilojen jatkumo vähäisestä harjoittelusta ylirasitustilaan. (Amstrong & VanHeest 2002.)

Ylirasitustilan oireista tärkein on suorituskyvyn lasku jatkuvasta harjoittelusta huolimatta, ja muita oireita ovat muun muassa väsymys, maksimaalisen sykkeen lasku, muutokset laktaattipitoisuuksissa laktaattikynnyksellä ja/tai maksimaalisessa laktaattipitoisuudessa, neuroendokrinologiset muutokset esimerkiksi noradrenaliinipitoisuudessa, stressin kokeminen ja univaikeudet (Mackinnon & Hooper 2000). Melojilla havaittiin kuuden päivän kovan harjoittelun jälkeen suorassa juoksumattotestissä maksimisykkeen, maksimaalisen hapenottokyvyn ja laktaatin alenevan merkitsevästi, minkä tutkijat arvelivat johtuvan väsymyksestä tai lyhytaikaisesta ylirasitustilasta (Hedelin ym. 2000). Samoin neljän viikon kovan intervalliharjoittelun lähellä maksimaalista hapenottokykyä on havaittu laskevan merkitsevästi submaksimaalisia sykkeitä (Billat ym. 1999). Yhdeksi ylirasitustilan markkeriksi on ehdotettu submaksimaalista ja maksimaalista laktaattipitoisuuden laskua. Tapaustutkimuksessa ylirasitustilasta diagnosoidulla pyöräilijällä havaittiin polkupyöräergometritestissä anaerobisella kynnyksellä matalampi laktaattipitoisuus sekä maksimaalinen laktaattipitoisuus oli laskenut. Syynä laktaattipitoisuuden laskuun voi olla parantunut laktaatin poisto, vähentynyt lihasglykogeeni, vähentynyt sympaattinen ohjaus tai vähentynyt katekoliamiinien vaste. (Jeukendrup & Matthijs 1994.) Ylirasitustilan hoitona on lepo ja harjoittelusta pidättäytyminen. Kahden viikon lepoa on ehdotettu ylirasitustilan hoidoksi, jonka jälkeen voi aloittaa kevyttä harjoittelua edeten harjoittelussa hitaasti ja progressiivisesti urheilijan tuntemusten mukaan. (Uusitalo 2001.)

## 6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUKSEN ONGELMAT

Tutkimuksen tarkoituksena oli seurata Mestis-tason jääkiekkoilijoiden fyysisiä kunto-ominaisuuksia ja niiden muutoksia jääkiekkokauden aikana. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin harjoittelun kuormittavuutta kauden aikana seuraamalla harjoittelumääriä ja harjoittelun fyysistä kuormittavuutta sykettä mittaamalla harjoituksissa ja peleissä.

Tutkimusongelmina ovat seuraavat:

1. Muuttuvatko jääkiekkoilijoiden fyysiset kunto-ominaisuudet kauden aikana kestävyuden, nopeuskestävyyden, nopeuden ja voiman osalta?

H0: Fyysiset kunto-ominaisuudet eivät muutu kauden aikana.

H1: Fyysiset kunto-ominaisuudet muuttuvat kauden aikana.

2. Muuttuuko harjoittelu määrällisesti kauden aikana?

H0: Harjoittelun määrä ei muutu kauden aikana.

H1: Harjoittelun määrä muuttuu kauden aikana.

3. Muuttuvatko harjoittelusykkeet kauden aikana?

H0: Harjoittelusykkeet eivät muutu kauden aikana.

H1: Harjoittelusykkeet muuttuvat kauden aikana.

4. Onko harjoittelun määrällä ja kuormittavuudella yhteyttä testituloksissa tapahtuviin muutoksiin?

H0: Harjoittelun määrällä ja kuormittavuudella ei ole yhteyttä testitulosten muutoksiin kauden aikana.

H1: Harjoittelun määrällä ja kuormittavuudella on yhteyttä testitulosten muutoksiin kauden aikana.

## **7 TUTKIMUSMENETELMÄT**

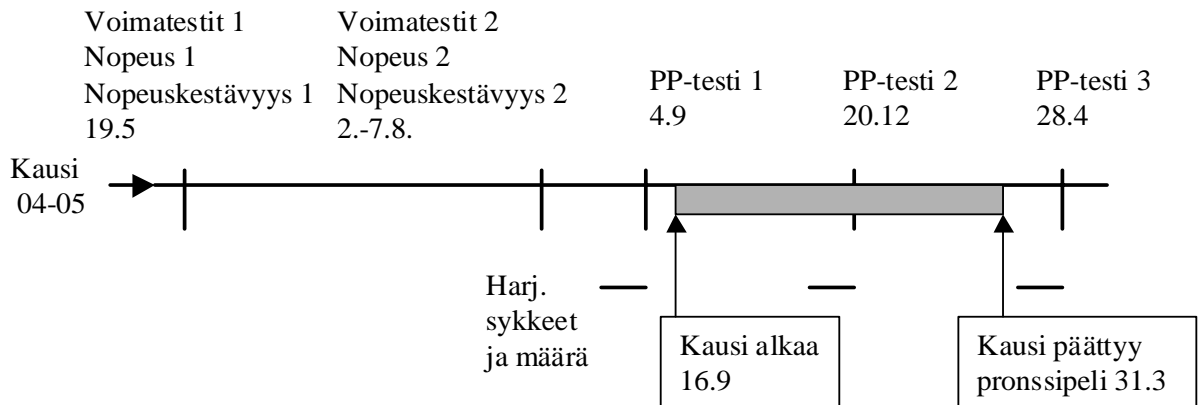
### **7.1 Koehenkilöt**

Koehenkilöinä oli 10 jääkiekkoilijaa Mikkelin Jukurien Mestis-joukkueesta. Koehenkilöiden ikä oli keskimäärin  $25\pm 3$  vuotta, pituus  $179\pm 4$  cm ja paino  $83\pm 4$  kg. Pelaajista kuusi oli hyökkääjiä, kolme puolustajia ja yksi maalivahti. Toisella polkupyöraergometritestikerralla kaksi pelaajaa jäi pois testiryhmästä siirtojen ja loukkaantumisten vuoksi. Viimeisellä polkupyöraergometritestikerralla edellisen testikerran 8 pelaajasta testattiin viisi, ja kolmea pelaajaa ei testattu loukkaantumisten ja sairastumisen vuoksi. Voima-, nopeus- ja nopeuskestävyystesteissä olivat samat koehenkilöt, mutta määrä vaihtelee loukkaantumisten ja siirtojen vuoksi eri testikerroilla. Lisäksi voima-, nopeus- ja nopeuskestävyystestien tulokset on analysoitu testiryhmän lisäksi myös koko joukkueen osalta.

Koehenkilöt suostuivat vapaaehtoisina tutkimukseen. Ennen ensimmäisiä testejä koehenkilöille selvitettiin tutkimuksen tarkoitus ja mittausten kulku sekä varmistettiin koehenkilöiden terveys kyselyllä. Koehenkilöillä ei ollut tutkimuksen puolesta erillistä vakuutusta, vaan testit kuuluivat osaksi koehenkilöiden normaalia harjoittelua.

### **7.2 Koeasetelma ja tutkimuksen kulku**

Tutkimus oli seurantatutkimus, jossa koehenkilöitä testattiin fyysisen kunnon osalta kolmesti kauden aikana: alkukaudesta, keskellä kautta ja kauden lopussa (Kuva 3). Mittaukset suoritettiin Mestis-joukkueen kotipaikkakunnalla Mikkelissä kaudella 2004-2005. Mittausajankohdat sovittiin joukkueen kanssa siten, etteivät ne häirinneet kauden pelejä.



Kuva 3. Mittausaikataulu eri testien ja harjoittelusykkeiden analysoinnin osalta.

Fyysisen kunnan testinä oli maksimaalinen polkupyörätesti. Lisäksi tutkimuksessa analysoitavina testeinä olivat joukkueen kauden aikana tekemät nopeuskestävyystesti juosten 10x20 m, nopeustesti 20 m, voimatesteinä levytankoliikkeet (etukyyky, rinnalleveto, penkkipunnerrus ja leuanveto) ja alaraajojen ojentajalihasten räjähtävää voimaa mittaavat kevennyshyppy ja staattinen hyppy (Kyröläinen 2004).

### 7.2.1 Antropometria

Jokaiselta pelaajalta mitattiin ennen polkupyöräergometritestiä paino, verenpaine sekä rasvaprosentti. Pituus on pelaajien itse ilmoittama. Rasvaprosentti määritettiin ihopoimiumittauksella. Mittaus tehtiin neljästä mittauspaikasta triceps-, biceps-, lavanalus- ja suprailiakaali-ihopoimuista. (Fogelholm 2004.) Rasvaprosentti määritettiin Durnin & Rahamanin (1967) taulukon mukaan.

### 7.2.2 Polkupyöräergometritestit

Harjoittelu pyrittiin pitämään mahdollisimman samanlaisena kuormitukseltaan jokaista polkupyöräergometrillä suoritettavaa mittauspäivää edeltävänä päivänä. Ennen ensimmäisiä testejä varmistauduttiin koehenkilöiden suostumuksesta tutkimukseen sekä koehenkilöiden terveydentilasta kyselyllä.



Kestävyydestä toteutettiin maksimaalisena polkupyörergometritestinä, jota käytetään usein maksimaalisen kuormitustestin toteuttamiseen (Keskinen ym 2004a). Polkupyöräergometritesti toteutettiin Monark-kuntopyörällä (Monark Exercise AB, Vanberg, Ruotsi). Testi aloitettiin 10 minuutin alkulämmittelyllä. Testissä kuormaa nostettiin aina kahden minuutin välein 25 wattia uupumukseen asti (Keskinen ym. 2004a). Jokaisen portaan lopussa mitattiin sykettä, kysyttiin tuntemuksia Borgin 20-portaisen taulukon avulla sekä mitattiin laktaattia sormenpään verinäytteestä anaerobiselle kynnykselle asti. Testin lopuksi otettiin vielä loppulaktaatti. Laktaatti määritettiin Lactate Pro (Arkray Factory Inc, Shiga, Japani) pika-analysaattorilla. Aerobinen kynnyksen määritettiin laktaatin avulla kohtaan, jossa laktaattipitoisuus nousi ensimmäisen kerran perustasosta vähintään 0,4 mmol/l. Veren laktaattipitoisuuden tuli olla aerobisen kynnyksen kohdalla noin 1,0-2,0 mmol/l tasolla. Anaerobinen kynnyksen määritettiin laktaatin avulla kohtaan, jossa oli nähtävissä laktaattipitoisuuden toinen jyrkempi nousukohta. Anaerobisen kynnyksen kohdalla laktaatin nousun tulee olla yleensä selvästi yli 1 mmol/l kahden peräkkäisen mittauksen välillä. Anaerobisen kynnyksen kohdalla laktaattipitoisuuden tulisi olla 2,5-5,5 mmol/l tasolla. (Keskinen ym. 2004b.)

Epäsuorasta maksimaalisesta polkupyöräergometritestistä analysoitiin aerobinen ja anaerobinen kynnyksen ja niitä vastaavat sykkeet, maksimisyke ja maksimiteho. Maksimitehon avulla arvioitiin maksimaalinen hapenottokyky ACSM (2000) suosittamalla ennustekaavalla  $(11,016 \times \text{maksimiteho (W)} / \text{paino (kg)} + 7)$ .

### **7.2.3 Muut fyysisen kunnan testit**

Voima-, nopeus- ja nopeuskestävyydestä suoritettiin joukkueen keskuudessa kahdesti. Voimatesteinä olivat isoinertiaaliset voimatestit; maksimivoimaa (1 RM) mittaavat levytankotestit (etukyyky, rinnalleveto, penkkipunnerrus ja leuanveto) sekä vertikaalihyppy. Isoinertiaalisten voimatestien toistettavuuden on havaittu olevan korkea, ja mies- ja naisvoimailijoilla 1 RM testaus on ollut erittäin toistettava (korrelaatio  $r=0.92-0.98$ ). (Ahtiainen & Häkkinen 2004.) Räjähävää voimaa mittaavat vertikaalihyppy eli hyppy ilman kevennystä ja kevennyshyppy tehtiin Newtestin kontaktimatolla (Newtest Oy, Oulu, Suomi), joista laskettiin elastisuusprosentti

(Kyröläinen 2004). Nopeustestinä oli 20 metrin juoksu (10+10 metriä käännöksellä) ja nopeuskestävyydestinä 10 x 20 metriä (ilman palautuksia) (Kuva 4).



Kuva 4. Nopeuskestävyydesti.

Nopeus- ja nopeuskestävyydesteissä käytettiin myös Newtestin laitteistoa (Newtest Oy, Oulu, Suomi). Nopeuskestävyydestistä (10 x 20 m) saatiin 20 metrin nopeus sekä kunkin vedon aika, joista laskettiin väsymisindeksi prosentteina jakamalla nopeimman 20 metrin aika hitaimmalla 20 metrin ajalla ja vähentämällä tämä 100 prosentista.

#### 7.2.4 Harjoittelun seuranta ja analysointi

Harjoittelua seurattiin kauden aikana paitsi määrällisesti myös laadullisesti. Harjoittelun määrää tarkkailtiin kauden aikana tunteina sekä sykkeen avulla analysoitiin harjoittelun kuormittavuutta. Harjoittelua analysoitiin sykkeiden osalta aina viikko ennen testejä.

Harjoittelua analysoitiin kauden aikana tunteina; mitä (jääharjoituksia, kuivaharjoituksia, voimaharjoituksia) ja miten paljon mitäkin joukkue harjoitteli. Voimaharjoitukset määrällistettiin nostettujen kilojen ja nostokertojen mukaan. Lisäksi seurattiin harjoittelun kuormittavuutta mittaamalla sykettä kenttäpelaajilta viiden sekunnin tallennusvälein Polar Team System mittareilla (Polar Electro Oy, Kempele, Suomi) jää- ja oheisharjoituksissa. Harjoitusten ja pelien jälkeen sykemittarien keräämä data siirrettiin tietokoneelle, josta sykkeet analysoitiin harjoite harjoitteelta, millä sykealueella harjoiteltiin ja kuinka kauan. Sykemittarilla saatuja tuloksia verrattiin koehenkilöiden maksimaalisesta kestävyystesteistä saatuihin tuloksiin, mistä selvitettiin millä kestävyysalueella ja kuinka kauan koehenkilöt harjoittelivat kauden eri vaiheissa. Peleistä sykkeet analysoitiin vain erien osalta sekä alkua- ja loppuverryttelyineen. Esimerkki peleistä analysoidusta sykedatasta Liitteessä 2.

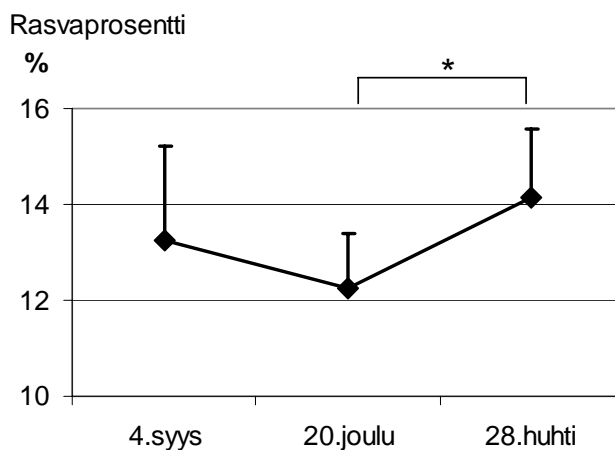
### 7.3 Tilastolliset menetelmät

Tilastollisina menetelminä käytettiin keskiarvoja, mediaaneja, keskihajontaa ja Studentin parittaista t-testiä sekä toistomittausten ANOVA:a. Normaalisuus tarkistettiin Shapiro-Wilk'n testillä ja sfäärisyys korjattiin käyttämällä Greenhouse-Geisserin tai Huynh-Feldtin korjauksia. Mikäli ANOVA:lla havaittiin tilastollisesti merkitseviä eroja mittauskertojen välillä, analysoitiin kontrastein aina kahden mittauskerran eroja kerrallaan. Analysointiohjelmana käytettiin Microsoft Excell:iä ja SPSS 12.0.1 -ohjelmia. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi asetettiin  $p < 0,05$ . Tilastollisen merkitsevyyden kuvaamisessa symbolien ('\*' tai '#') lukumäärä kuvaa tilastollisen merkitsevyyden suuruutta seuraavasti: '\*' =  $p < 0,05$ ; '\*\*' =  $p < 0,001$  ja '\*\*\*' =  $p < 0,001$ . Menetelmissä ja tuloksissa hajonnat on esitetty keskihajontoina.

## 8 TULOKSET

### 8.1 Antropometria

Pelaajien paino oli keskimäärin  $83 \pm 4$  kg kauden alussa, eikä se merkitsevästi muuttunut kauden aikana. Rasvaprosentti oli keskimäärin 13,2 kauden alussa, ja rasvaprosentti muuttui merkitsevästi kauden aikana ( $p=0,008$ ,  $n=5$ ). Rasvaprosentti laski  $13,2 \pm 2,0$  prosentista  $12,3 \pm 1,1$  prosenttiin ensimmäisen ja toisen mittauksen välillä, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi ( $p=0,08$ ,  $n=5$ ). Vastaavasti rasvaprosentti kasvoi merkitsevästi ( $p<0,05$ ,  $n=5$ ) toisen ja kolmannen mittauksen välillä  $14,1 \pm 1,4$  prosenttiin (Kuva 5). Rasvaprosentti laski merkitsevästi ensimmäisen mittauksen  $14,2 \pm 2,4$  prosentista toisen mittauksen  $12,9 \pm 1,7$  prosenttiin ( $p=0,004$ ,  $n=8$ ).



Kuva 5. Rasvaprosentti keskiarvoina ja keskihajontoina kolmella mittauskerralla kauden 2004-2005 aikana. ( $n=5$ , \* =  $p<0,05$ ).

### 8.2 Harjoittelu pelikaudella ennen kestävyystestejä

Ennen syyskuun testejä Mikkelin Jukurit pelasivat Sveitsissä harjoitusotteluita, joten muutama matkustuspäivä sisältyy ennen syyskuun testejä analysoituun harjoitteluun. Pelejä oli viikon aikana ennen syyskuun testejä kolme ja jääharjoituksia kolme sekä yksi oheisharjoitus. Vastaavasti viikon aikana ennen joulukuun testejä oli yksi ottelu, viisi

jääharjoitusta ja yksi voimaharjoitus, joka oli nopeusvoimatyypinen harjoitus. Kaikkiaan sarjoja voimaharjoituksessa oli 15 ja toistoja 75 intensiteetin ollessa 50-60 prosenttia maksimivoimasta.

Jääharjoittelu erosi merkitsevästi minuuteiksi muutettuna kokonaisharjoitteluajan osalta verrattuna harjoittelua viikkoa ennen syyskuun ja elokuun testejä (Taulukko 9). Toisaalta voimaharjoitus ei sisälly joulukuun harjoitusminuutteihin, mikä nostaa joulukuun harjoitteluaikaa hieman lähemmäs syyskuun harjoitteluaikaa minuuteissa. Lisäksi viidestä koehenkilöstä yhdellä koehenkilöllä oli loukkaantuminen ennen syyskuun testiä ja toisella ennen joulukuun testiä, mitkä osuivat viikon ajalle ennen polkupyöräergometritestiä.

Taulukko 9. Harjoittelun jakaantuminen eri sykealueille minuuteissa ja prosentteina viikon aikana ennen syyskuun ja joulukuun testejä.  $*=p<0,05$  verrattuna syyskuun testiin. (n=5)

	Sykkeet alle 100	Perus- kestävyys	Vauhti- kestävyys	Maksimi- kestävyys	Yhteensä
Syyskuu	33±17 min	154±66 min	246±86 min	76±35 min	521±104 min
Joulukuu	44±23 min	114±34 min	153±27 min	75±27 min	386±42 min*
Syyskuu	6 %	30 %	47 %	14 %	100 %
Joulukuu	11 %	30 %	40 %	19 %	100 %

Ennen huhtikuun mittausta koehenkilöillä oli hyvin erilaisia harjoitteluviikkoja. Kahdella koehenkilöistä edeltävän viikon harjoittelu oli tunneissa 10 tuntia, kun pienimmillään osa koehenkilöistä oli harjoitellut noin neljä tuntia testejä edeltävällä viikolla. Harjoittelu sisälsi ennen huhtikuun testejä kuntosaliharjoitteita, aerobista lenkkiä, kuntopiiriä sekä mailapelejä.

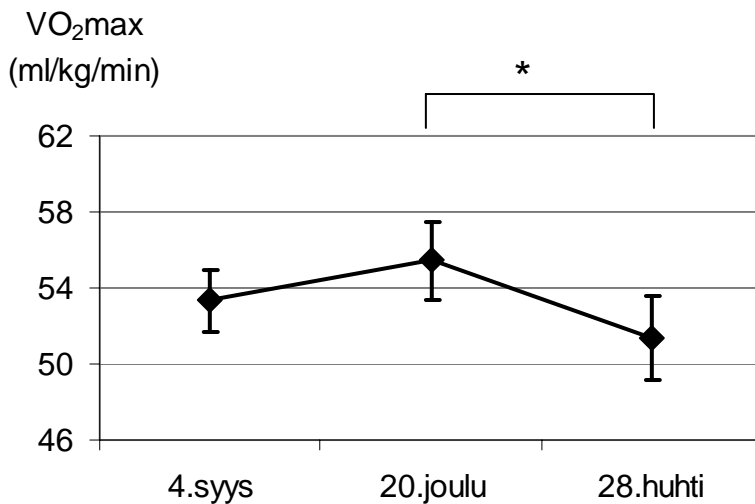
### 8.3 Kestävyyuskunto pelikauden aikana

Maksimaalisessa polkupyöraergometritestissä maksimaalinen polkemisteho oli suurimmillaan joulukuun testissä ja pienimmillään huhtikuun testissä (Taulukko 10). Maksimiteho eroaa merkitsevästi mittauskertojen välillä (ANOVA,  $p=0,015$ ). Kontrastein tarkasteltuna huhtikuun mittauksessa maksimiteho laskee merkitsevästi verrattuna joulukuun mittaukseen ( $p=0,014$ ).

Taulukko 10. Maksimaalinen polkemisteho (W) eri mittauskerroilla.  $*=p<0,05$  verrattuna joulukuun mittaukseen.

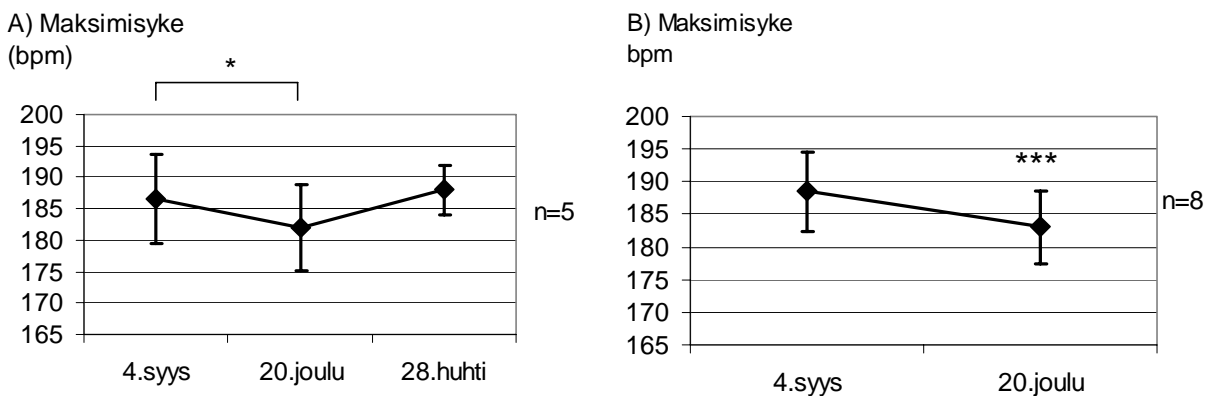
	N	Keskiarvo (W)	Keskihajonta (W)	Maksimi (W)	Minimi (W)
4. syyskuu	5	348	27	317	375
20. joulukuu	5	358	21	325	385
28. huhtikuu	5	330 *	28	297	360

Maksimaalinen hapenottokyky polkupyöraergometritestillä mitattuna erosi merkitsevästi ( $p=0,012$ ) sekä kilogrammaa kohti suhteutettuna minuutissa että litroina minuutissa ( $p=0,017$ ) verrattuna eri mittauskertoja. Maksimaalinen hapenottokyky nousi ensimmäisen mittauksen  $53\pm 2$  ml/kg/min:ssa toisen mittauksen  $55\pm 2$  ml/kg/min:ssa ( $p=0,110$ ). Maksimaalinen hapenottokyky laski merkitsevästi ( $p=0,015$ ) toisen ja kolmannen mittauksen välillä, maksimaalisen hapenottokyvyn ollessa kolmannessa mittauksessa  $51\pm 2$  ml/kg/min (Kuva 6).



Kuva 6. Maksimaalinen hapenotto kyky kauden 2004-2005 aikana. (n=5, \*=p<0.05).

Maksimallisessa hapenotto kyvyn testissä ei ollut merkitsevää eroa (ANOVA: p=0,082) maksimisykkeissä. Maksimaalisessa hapenotto kyvyn testissä maksimisykkeet laskivat ensimmäisen mittauskerran  $187 \pm 7$  lyöntiä/min toisen mittauskerran sykkeisiin  $182 \pm 7$  lyöntiä/min ja nousivat viimeisellä mittauskerralla  $188 \pm 4$  lyöntiin/min. Parittaisella t-testillä maksimisykkeet laskivat merkitsevästi (p=0,001, n=8) tarkasteltaessa ensimmäistä ( $189 \pm 6$  lyöntiä/min) ja toista ( $183 \pm 6$  lyöntiä/min) mittauskertaa, mutta toinen ja kolmas mittauskerta eivät eronneet merkitsevästi (p=0,084, n=5) maksimisykkeen osalta (Kuva 7).



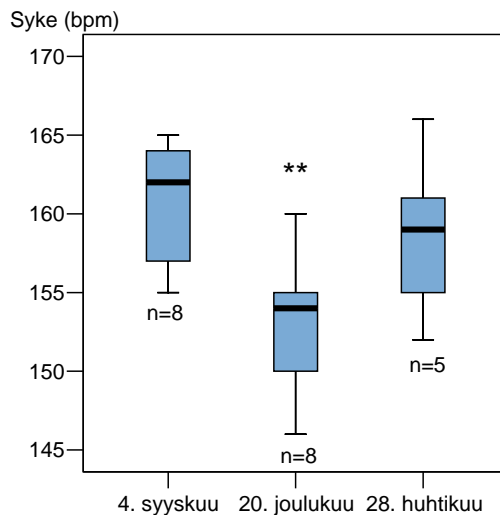
Kuva 7. Maksimisykkeet A) kaikissa kolmessa mittauksessa (n=5) ja B) kahdessa ensimmäisessä mittauksessa (n=8). Merkitsevyys kuvassa B) t-testillä \*\*\* =0,001.

Maksimilaktaattipitoisuudet erosivat merkitsevästi mittausten välillä ( $p=0,048$ ). Mittausten välillä ei kuitenkaan ollut merkitsevää eroa, vaikka toisen ja kolmannen mittauksen välillä maksimilaktaattipitoisuuksissa oli laskeva trendi ( $p=0,065$ ,  $n=5$ ). Laktaattipitoisuus oli merkitsevästi laskenut ( $p=0,024$ ,  $n=6$ ) toista ja kolmatta testiä verrattaessa (Taulukko 11).

Taulukko 11. Maksimaaliset laktaattipitoisuudet hapenottokyvyntestissä. \*\* =  $p < 0,05$  verrattuna joulukuun testiin. Laktaattipitoisuudet eri mittauskerroilla keskiarvoina ja keskihajontoina.

	n	4.syys	20.joulu	28.huhti
Laktaattipitoisuus (mmol/l)	5	14,6±0,8	15,6±1,3	9,9±2,0
Laktaattipitoisuus (mmol/l)	6	-	15,2±1,5	12,4±2,2*

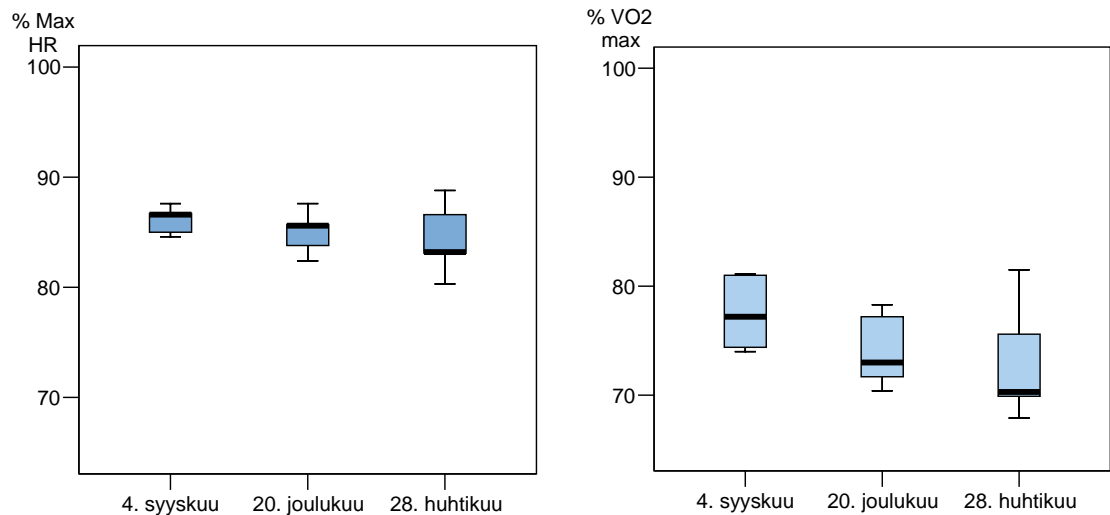
Anaerobisella kynnyksellä syke laski merkitsevästi ensimmäisen testin sykkeestä  $161\pm 4$  lyöntiä/min ( $p=0,005$ ,  $n=8$ ) toisen mittauksen  $153\pm 3$  lyöntiin/min t-testillä verrattuna (Kuva 8). Huhtikuun testissä syke oli anaerobisella kynnyksellä  $159\pm 5$  lyöntiä/min. Kuitenkaan ANOVA ei näyttänyt eri mittauskerroilla olevan eroa ( $p=0,061$ ,  $n=5$ ).



Kuva 8. Sykkeet anaerobisella kynnyksellä eri mittauskerroilla. \*\* =  $p < 0,01$  verrattuna 4.syyskuuta mittaukseen. (n=8 syyskuun ja joulukuun mittauksissa, n=5 huhtikuun mittauksessa.)



Anaerobinen kynnyks ei kuitenkaan muutu merkitsevästi, kun sitä verrattiin prosenttiosuutena maksimaalisesta hapenottokyvystä tai maksimaalisesta sykkeestä (Kuva 9). Keskimäärin syke anaerobisella kynnyksellä laskee suhteessa maksimisykkeeseen, mutta myös keskihajonta kasvaa.



Kuva 9. Anaerobisen kynnyksen sykkeet prosenttiosuuksina maksimisykkeistä vasemmalla ja anaerobinen kynnyks prosentteina maksimaalisesta hapenottokyvystä oikealla (n=5).

Anaerobinen kynnyks ei muuttunut mittauksien välillä merkitsevästi tehon osalta ( $p=0,056$ ). Anaerobisen kynnyksen polkemistehot laskivat keskimäärin jokaisella mittauskerralla syyskuusta lähtien. RPE oli keskimäärin anaerobisella kynnyksellä 16 jokaisella mittauskerralla ja laktaattipitoisuus noin 4 mmol/l (Taulukko 12).

Taulukko 12. Muuttujat anaerobisella kynnyksellä maksimaalisessa polkupyöräergometritestissä eri mittauskerroilla. Arvot ovat keskiarvoja±keskihajonta.

	N	Teho (W)	HR (bpm)	% HR max	% VO2max	Laktaatti (mmol/l)	RPE
Mittaus 1	5	265±22	161± 4	86±1	78±3	4,4±0,5	16±1
Mittaus 2	5	260±22	153±5	85±2	74±3	4,4±0,6	16±1
Mittaus 3	5	237±20	159±5	84±3	73±5	4,0±0,9	16±2

HR=syke (lyöntiä/min), % HR max = kynnyksen syke prosentteina maksimisykkeestä, % VO2max= kynnyks prosentteina maksimaalisesta hapenottokyvystä.

Aerobisella kynnyksellä ei tapahtunut merkitseviä muutoksia mittauskertojen välillä polkemistehossa, sykkeissä, laktaattipitoisuudessa tai RPE:ssä (Taulukko 13). Aerobisen kynnyksen polkemisteho nousi syyskuun mittauksesta joulukuun mittaukseen, kuten myös RPE ja laktaatti. Syke laski aerobisella kynnyksellä syyskuun ja joulukuun mittauksia verrattaessa, mutta merkitsevää sykkeen laskua ei tapahtunut suhteessa maksimisykkeeseen.

Taulukko 13. Muuttujat aerobisella kynnyksellä maksimaalisessa polkupyöräergometritestissä eri mittauskerroilla. Arvot ovat keskiarvo $\pm$ keskihajonta.

	N	Teho (W)	HR (bpm)	% HR max	% VO2max	Laktaatti (mmol/l)	RPE
Mittaus 1	5	172 $\pm$ 31	128 $\pm$ 4	69 $\pm$ 3	50 $\pm$ 6	1,4 $\pm$ 0,2	11 $\pm$ 2
Mittaus 2	5	185 $\pm$ 14	125 $\pm$ 7	69 $\pm$ 3	53 $\pm$ 5	1,7 $\pm$ 0,3	13 $\pm$ 3
Mittaus 3	5	167 $\pm$ 21	129 $\pm$ 8	68 $\pm$ 4	52 $\pm$ 5	1,4 $\pm$ 0,3	12 $\pm$ 3

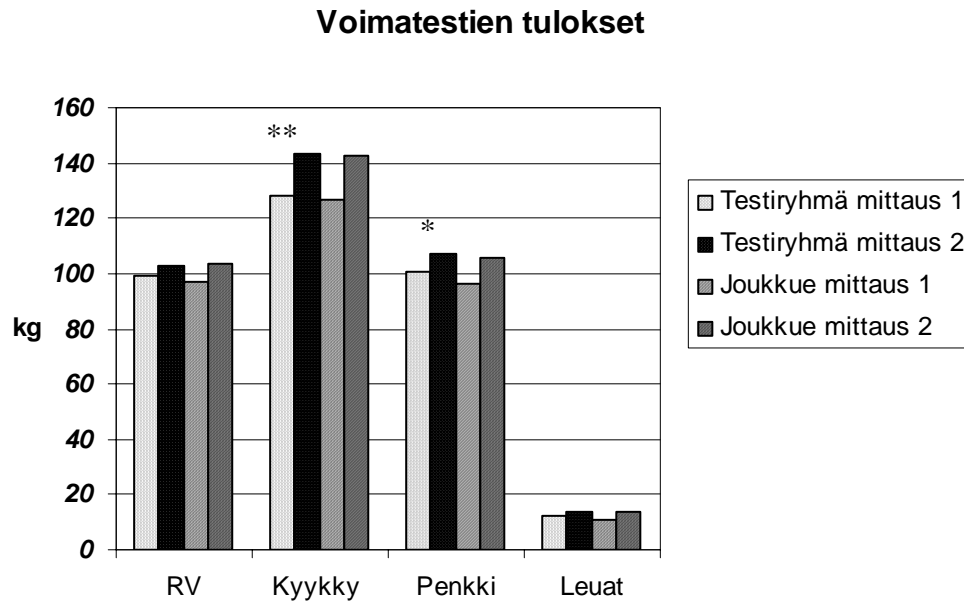
HR=syke (lyöntiä/min), % HR max = kynnyksen syke prosentteina maksimisykkeestä, % VO2max= kynnys prosentteina maksimaalisesta hapenottokyvystä.

## 8.4 Voimatestit

Testiryhmällä paranivat levytangolla tehdyistä maksimivoimatesteistä merkitsevästi parittaisella t-testillä analysoituna etukyykky ( $p=0,042$ ) ja penkkipunnerrus ( $p=0,010$ ) (Taulukko 14). Koko joukkueella paranivat merkitsevästi kaikkien voimatestien tulokset ( $p<0,05$ ) (Kuva10).

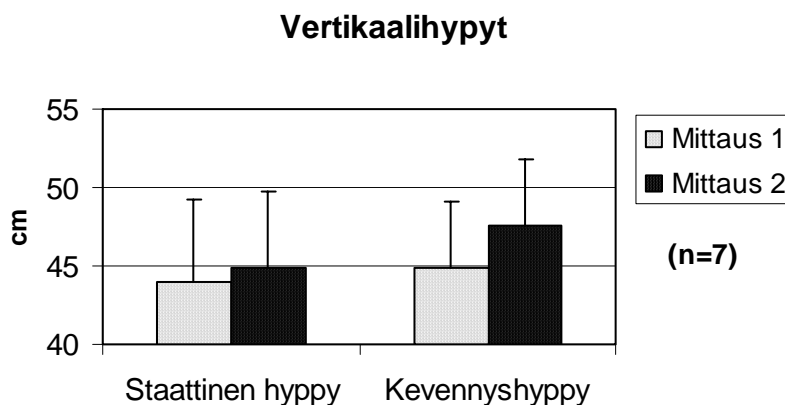
Taulukko 14. Voimatestien tulokset testiryhmällä kahdella eri mittauskerralla.

		n	Keskiarvo ( $\pm$ SD)
Rinnalleveto	Mittaus 1	4	99 $\pm$ 9 kg
	Mittaus 2	4	105 $\pm$ 4 kg
Etukyykky	Mittaus 1	6	128 $\pm$ 15 kg
	Mittaus 2	6	142 $\pm$ 13 kg*
Penkkipunnerrus	Mittaus 1	6	98 $\pm$ 8 kg
	Mittaus 2	6	104 $\pm$ 11 kg**
Leuanveto	Mittaus 1	7	12 $\pm$ 3 toistoa
	Mittaus 2	7	13 $\pm$ 3 toistoa



Kuva 10. Voimatestien tulokset testiryhmällä ja koko joukkueella kahdella eri mittauskerralla. Selitteen perässä oleva numero 1 tarkoittaa ensimmäistä ja numero 2 toista mittauskertaa. \*\* =  $p < 0,01$  ja \* =  $p < 0,05$  testiryhmällä. RV=rinnalleveto (kg), Kyykky=etukyykky (kg), Penkki=penkkipunnerrus (kg), Leuat=leuanveto (toistoja).

Vertikaalihypyt paranivat merkitsevästi ( $p < 0,001$ ) mittausten välillä kevennyshypyn osalta testiryhmällä ( $n=7$ ) (Kuva 11). Staattinen hyppy parani myös, muttei tilastollisesti merkitsevästi. Vastaavasti koko joukkueella ( $n=23$ ) kevennyshyppy parani, muttei merkitsevästi ( $p=0,067$ ). Staattinen hyppy ei parantunut koko joukkuetta tarkasteltuna. Elastisuusprosentti muuttui merkitsevästi ( $p=0,031$ ) ensimmäisen mittauksen 3,6 prosentista toisen mittauksen 6,4 prosenttiin.



Kuva 11. Vertikaalihypyt kahdella mittauskerralla testiryhmällä.

## 8.5 Nopeus ja nopeuskestävyys

Juoksunopeus 20 metrillä ei merkitsevästi parantunut kahden mittauskerran välillä testiryhmällä ( $p=0,129$ ,  $n=9$ ). Nopeuskestävyydestin (10x20 metriä) loppuaika sen sijaan parani merkitsevästi ( $p=0,007$ ,  $n=9$ ). Nopein ja hitain 20 metrin juoksumatka erosi ensimmäisellä mittauskerralla  $15\pm 3$  prosenttia ja toisella mittauskerralla  $16\pm 3$  prosenttia. Olettaessa huomioon koko joukkueen testitulokset havaitaan merkitsevää parannusta sekä nopeustestin että nopeuskestävyydestin osalta (Taulukko 15).

Taulukko 15. Nopeus ja nopeuskestävyys testien tulokset kahdella mittauskerralla. \*\*\*  
= $p<0,001$  verrattuna mittaukseen 1.

		n	Keskiarvo $\pm$ SD
Juoksuaika 20 m (ms)	Mittaus 1	24	3964 $\pm$ 124 ms
	Mittaus 2	24	3856 $\pm$ 86 ms***
Nopeuskestävyys Loppuaika (s)	Mittaus 1	23	43,0 $\pm$ 1,4 s
	Mittaus 2	23	42,2 $\pm$ 1,2 s***
Väsyminen (%)	Mittaus 1	24	15 $\pm$ 3 %
	Mittaus 2	24	15 $\pm$ 3 %

## 9 POHDINTA

### 9.1 Kehonkoostumus ja kuntoprofiili

**Antropometria.** Mestiksessä pelaajat ovat pienempi kokoisia kuin SM-liigassa. Mestiksessä pelaajien paino oli keskimäärin 83 kg ja pituus  $179\pm 4$ cm, kun SM-liigajoukkueessa pelaajien paino on ollut hieman alle 90 kiloa ja pituus  $182\pm 6$  cm kaudella 2001-2002 (Tiikkaja 2002b). Mestiksessä rasvaprosentti laski kauden aikana syyskuun 13 prosentista joulukuun 12 prosenttiin. Kuitenkin kauden jälkeisissä mittauksissa rasvaprosentti nousi merkitsevästi 14 prosenttiin. SM-liigassa rasvaprosentin on havaittu nousevan kauden aikana 14 prosentista 17 prosenttiin (Tiikkaja 2002b).

**Harjoittelu ennen kestävyystestejä.** Harjoittelu erosi jonkin verran ennen kestävyystestejä. Harjoitusminuutteina mitattuna harjoittelun kokonaismäärä oli merkitsevästi pienempää joulukuussa kuin syyskuussa. Kuitenkin tulee huomioida, että viikkoon sisältyvä voimaharjoitus ei näy näissä minuuteissa. Lisäksi pelimäärissä oli eroa viikkojen välillä, sillä ennen syyskuun testejä pelattiin kuluneella viikolla kolme peliä, kun joulukuussa edeltävällä viikolla oli yksi ottelu. Ennen huhtikuun mittausta koehenkilöillä oli hyvin erilaisia harjoitteluviikkoja aina neljästä kymmenen tunnin harjoittelumääriin. Sykedataa ei huhtikuun harjoittelusta ollut saatavilla. Ainoastaan yhden viikon analysointi ennen kestävyystestiä tuskin oli riittävä kuvaamaan harjoittelun kokonaisuormitusta. Lisäksi koehenkilömäärä jäi lopulta vähäiseksi loukkaantumisten vuoksi sykeanalysoinnin osalta, mikä vaikeutti harjoittelun luotettavaa analysointia sykkeiden osalta. Sykkeen mittaus tapahtui Polar Team System mittareilla, jotka tallentavat sykkeen viiden sekunnin keskiarvoina. Viiden sekunnin tallennusvälin on havaittu olevan suhteellisen luotettava verrattuna EKG:hen jalkapallopelin aikana, sillä syke-ero ei kasvanut kertaakaan kahta lyöntiä minuutissa suuremmaksi verrattuna viiden sekunnin tallennusväliä ja EKG:ta (Ali & Farrally 1991).

**Kestävyys.** Maksimaalinen hapenottokyky ja polkemisteho paranivat polkupyöräergometrillä mitattuna syyskuun mittauksista joulukuun mittauksiin, mutta eivät merkitsevästi. Sen sijaan maksimaalinen hapenottokyky sekä litroina minuutissa että painokiloihin suhteutettuna heikkeni merkitsevästi joulukuun mittauksista kauden jälkeen toteutettuihin mittauksiin. Lisäksi maksimisyke laski syyskuun mittauksesta joulukuun mittaukseen merkitsevästi ja nousi joulukuun testistä huhtikuun testiin, vaikka ei aivan tilastollisesti merkitsevästi ( $p=0,08$ ). Vastaavanlaisia tuloksia on saatu tutkittaessa SM-liigan jääkiekkoilijoita kauden aikana. Maksimaalinen hapenottokyky on kasvanut kauden ensimmäisen puoliskon aikana, mutta ei merkitsevästi, kun maksimisyke on vastaavasti laskenut kyseisten mittausten välillä merkitsevästi. Lisäksi maksimaalinen hapenottokyky on laskenut joulukuun ja huhtikuun mittausten välillä merkitsevästi. (Tiikkaja 2002b.)

Maksimisykkeen lasku syyskuun mittauksista joulukuun mittauksiin voi johtua plasmatilavuuden muutoksista, sillä sykkeen on havaittu nousevan plasmatilavuuden vähentyessä (Gonzales-Alonso ym. 2000). Toisaalta myös ympäristötekijät voivat vaikuttaa sykkeeseen, kuten lämpötila. Kuumassa harjoittelun on havaittu nostavan sykettä, kun taas kylmässä harjoittelu lisää muun muassa laskimopaluuta. Lisäksi sykkeessä on havaittu päivittäistä vaihtelua noin 2-4 lyöntiä/minuutissa, vaikka ulkoiset olosuhteet olisi vakioitu. (Achten & Jeukendrup 2003.) Kestävyysurheilijoilla on havaittu pienentynyt maksimisyke, mutta suurempi iskuilavuus verrattuna harjoittelemattomiin, mikä johtuu harjoittelun aikaansaamasta sydämen koon kasvusta (McArdle ym. 1996). Samalla koehenkilöryhmällä toteutettiin tämän tutkimuksen ohessa toinen tutkimus, jossa tutkittiin sykevaihtelua ortostaattisen testin ja maksimaalisessa polkupyöräergometritestissä joulukuun ja huhtikuun testien yhteydessä. Alustavien tulosten mukaan maksimisykkeen lisäksi ortostaattisessa testissä havaittiin pienempi leposyke ( $p=0,069$ ,  $n=6$ ) joulukuun testissä kuin huhtikuun testissä. (Valkama 2005.) Toisaalta maksimisykkeen laskua on havaittu ylirasitustilasta kärsivillä urheilijoilla, mutta myös maksimaalinen hapenottokyky ja maksimilaktaatti ovat laskeneet samalla merkitsevästi (Hedelin ym. 2000), mitä ei tässä tutkimuksessa havaittu joulukuun testissä. Samalla koehenkilöryhmällä toteutetussa toisessa tutkimuksessa, ortostaattisessa testissä havaittiin alustavien tulosten mukaan lähes merkitseviä muutoksia joulukuun ja huhtikuun testejä verrattaessa leposykkeen

( $p=0,069$ ), heti seisomaannousun jälkeisen sykkeen ( $p=0,087$ ) ja seisomasykkeen ( $p=0,071$ ) välillä (Valkama 2005).

Maksimaalinen hapenottokyky ja polkemisteho paranivat polkupyöräergometrillä mitattuna syyskuun mittauksista joulukuun mittauksiin, mutta eivät merkitsevästi. Maksimaalinen hapenottokyky laskettiin polkemistehon avulla ACSM (2000) suosittelemalla ennustekaavalla. Polkemistehon kasvu ja siten myös maksimaalisen hapenottokyvyn kasvu voi selittyä myös sillä, että koehenkilöt jaksoivat toisella testikerralla polkea pidempään, vaikka todellisuudessa maksimaalinen hapenotto olisi jo saavutettu tai kääntynyt jopa laskuun. Tässä tutkimuksessa maksimaalisen hapenottokyvyn lasku joulukuusta huhtikuuhun selittynee harjoittelumäärän laskemisella tai edellä mainitulla polkemistehon ylläpitämisen heikentymisellä, kun maksimaalinen hapenottokyky on saavutettu. Osa testattavista oli pitänyt ylimenokautta, ja harjoittelu oli ollut hyvin kevyttä ennen huhtikuun mittauksia. Lisäksi maksimilaktaatin merkitsevä lasku joulukuun testistä huhtikuun testiin kertonee harjoittelun olleen kevyempää tai enemmän aerobistyyppistä harjoittelua, jolloin maksimaalinen ”irtiottokyky” oli heikentynyt huhtikuun testissä. Maksimaalisen hapenottokyvyn onkin havaittu heikkenevän, mikäli harjoittelussa on panostettu nopeuskestävyyteen tai aerobiseen peruskestävyyteen jättämällä maksimikestävyyden harjoittelua vähemmälle huomiolle (Nummela 2004c).

Anaerobinen kynnyks laski merkitsevästi sykkeen osalta syyskuun ja joulukuun mittauksia verrattaessa. Toisaalta anaerobisen kynnyksen polkemisteho ei muuttunut merkitsevästi mittauksien välillä. Anaerobisen kynnyksen sykkeen laskua voi selittää maksimaalisen sykkeen lasku, sillä sykettä tarkasteltaessa prosentteina maksimisykkeestä ei havaittu merkitsevää laskua anaerobisessa kynnyksessä. Toisaalta anaerobinen kynnyks näytti laskevan prosentteina maksimaalisesta hapenottokyvystä – mutta ei merkitsevästi. Aerobisessa kynnyksessä ei tapahtunut merkitseviä muutoksia mittauksia verrattaessa. Kuitenkin osalla pelaajista havaittiin maksimaalisessa hapenottokyvyntestissä RPE:n kasvavan aerobisella kynnyksellä syyskuun ja joulukuun testejä verrattuna, mutta ei merkitsevästi. Tuntemukset kunkin kuorman kuormittavuudesta joulukuun testissä kasvoivat aerobisella kynnyksellä, vaikka harjoittelu oli minuuteissa mitattuna viikon aikana ennen joulukuun testiä vähäisempää.

Maksimaalinen polkupyörätesti tehtiin joka kerralla samalla tavalla, ja peräkkäisten suorien maksimaalisen hapenottokyvyn testien korrelaatio on ollut 0,95. Vastaavasti aerobisen ja anaerobisen kynnysten määrittelysten korrelaatiokertoimet ovat olleet eri tutkimuksissa 0,81-0,99. (Nummela 2004c.) Kuitenkin tässä tutkimuksessa aerobinen ja anaerobinen kynnys analysoitiin ainoastaan laktaattikäyrien avulla, jolloin virhemarginaali kasvaa jonkin verran, kun hengityskaasuista ei saada vahvistusta kynnysten määrittelyssä. Koehenkilöt ohjeistettiin testeihin tuloa varten (LIITE 3), ja testejä edeltävä päivä oli harjoittelultaan kevyt päivä.

**Voima, nopeus ja nopeuskestävyys.** Levytankotestit paranivat merkitsevästi kesän harjoituskauden aikana. Testiryhmällä parani merkitsevästi etukyykyn ja penkkipunnerruksen tulokset. Toisaalta rinnalleveto parani myös testiryhmällä, mutta koehenkilöiden pieni määrä saattoi osaltaan vaikuttaa siihen, ettei tulos ollut merkitsevä. Koko joukkuetta tarkasteltaessa kaikki levytankotestien tulokset paranivat merkitsevästi. Testiryhmän pelaajien levytankotestien tulokset olivat keskimäärin muutaman kilon paremmat kuin koko joukkueen tulokset.

Vertikaalihypyt paranivat harjoituskauden aikana, mutta eivät merkitsevästi testiryhmällä. Kevennyshyppy parani merkitsevästi koko joukkuetta tarkasteltaessa. Staattisen hypyn nousukorkeus oli testiryhmän pelaajilla molemmilla testikerroilla yli 44 cm, joka menee jääkiekkoilijoilta kerätyn viisiportaisen kuntoluokituksen kuntoluokkaan 4 (=hyvä). Vastaavasti kevennyshypyn nousukorkeus oli ensimmäisellä testikerralla noin 45 cm, joka on kuntoluokkaa 3 (=keskitasoinen), ja toisella mittauskerralla 48 cm, joka on kuntoluokkaa 4 (=hyvä). (Kyröläinen 2004.) Elastisuusprosentti parani merkitsevästi noin neljästä prosentista kuuteen prosenttiin kesän harjoituskaudella, mikä johtuu kevennyshypyn merkitsevistä parantumisista.

Nopeus mitattuna 20 metrin juoksumatkalla ja nopeuskestävyys testin loppuaika paranivat merkitsevästi kesän harjoituskaudella. Lähestyttäessä pelikautta harjoittelu muuttuu enemmän tehopainotteiseksi, mikä selittää nopeuden ja nopeuskestävyyden paranemista. Voima-, nopeus- ja nopeuskestävyydestien toteutuminen pelikauden aikana olisi antanut mielenkiintoista lisänäkemyksiä pelaajien fyysiseen kuntoon. Kuitenkin aiemmissa tutkimuksissa on havaittu A- ja B-junioreilla, että kauden aikana



jääharjoittelun lisäksi tulisi tehdä voima- nopeus- ja nopeuskestävyysharjoitteita saavutetun kuntotason ylläpitämiseksi tai kehittämiseksi (Ketola ym. 2004).

## 9.2 Tutkimuksen luotettavuus

Koehenkilömäärä jäi lopulta pieneksi alkuperäisten resurssien sekä loukkaantumisten vuoksi. Testiryhmään valittiin alkuperäisesti 10 pelaajaa Mikkelin Jukureiden Mestis-joukkueesta, joka on yksi Mestiksen kärkipään joukkueista. Testiryhmän koehenkilöt edustivat hyvin joukkuetta, sillä ryhmään kuului eri pelipaikoilla pelaavia kiekkoilijoita, iältään vanhempia ja nuorempia kiekkoilijoita sekä pelaajia eri kentällisistä aina niin sanotusta ykköskentästä neljanteen kentälliseen. Kuitenkin loukkaantumisten ja sairastumisten vuoksi testiryhmä pieneni lopulta vain viiteen pelaajaan, jotka saivat kaikki maksimaaliset polkupyöräergometritestit poljettua. Jääkiekko on loukkaantumisille altis laji, mutta alkuperäiset resurssit eivät mahdollistaneet koko joukkueen testaamista.

## 9.3 Johtopäätökset

Jääkiekkoilijoiden fyysiset kunto-ominaisuudet erosivat mittauksissa kauden aikana rasvaprosentin, kestävyyskunnan, voimaominaisuuksien, nopeuden ja nopeuskestävyyden osalta. Rasvaprosentti laski kauden aikana, mutta ei merkitsevästi, ja nousi merkitsevästi joulukuun ja ylimenokauden testiä verrattaessa. Rasvaprosentin nousu oli kuitenkin keskimäärin vain kaksi prosenttia. Kestävyyskunto heikkeni merkitsevästi joulukuusta huhtikuun. Voimaominaisuudet paranivat merkitsevästi levytankotestien ja kevennyshypyn osalta kesän aikana samoin kuin nopeus ja nopeuskestävyydestien tulokset. Harjoittelun määrä pysyi viikon seurannan osalta lähes samankaltaisena minuutteina tarkasteltuna, ja harjoittelusykkeet eri sykealueilla eivät muuttuneet merkitsevästi. Kuitenkin viikon seurantajaksolla oli liian lyhyt luotettavaan seurantaan koehenkilöiden määrän laskun vuoksi ja viikon seurantajakson aikaisen pelien määrän vaihtelun vuoksi. Harjoittelun määrän ja kuormittavuuden vähentyminen

kauden loputtua näkyi polkupyöraergometritestissä heikentyneenä maksimaalisena hapenottokykynä tai irtiottokykynä.

Suuremmalla koehenkilöjoukolla olisi mielenkiintoista tutkia fyysistä kuntoa pelikauden luokittelemalla pelaajat paljon ja vähän pelaaviin sekä pelipaikan mukaan, sillä vaihtojen lukumäärän ja vaihtoajan on havaittu olevan erilainen puolustajilla ja hyökkääjillä (Åkermark ym. 1996). Esimerkiksi maksimaalinen polkemisteho osalla pelaajista nousi ja osalla laski eri mittausten välillä, mihin voisi vaikuttaa harjoittelun lisäksi peliaika sekä harjoittelun aiheuttama kuormitus.

## 10 KIITOKSET

Tutkimusta tukivat Mikkelin Jukurit sekä Jääkiekon kansainvälinen kehittämiskeskus.

Haluan kiittää työn ohjaajan lisäksi liikuntabiologian laitosta, Jääkiekon kansainvälistä kehittämiskeskusta sekä Mikkelin Jukureiden valmennusta ja pelaajia, jotka mahdollistivat tutkimuksen. Erityisesti kiitokset menevät Mikkelin Jukurien valmentajalle Jyrki Aholle, joka hoiti käytännön aikataulut ja tilat Mikkelissä tutkimuksen toteuttamiseksi. Kiitokset myös vanhemmilleni, joita ilman testitavaroiden kuljetus ei olisi onnistunut. Viimeisenä muttei vähäisimpänä haluan kiittää mittauksissa korvaamatonta apua antanutta Tuija Valkamaa sekä pika-apua tarjonnutta Sari Himasta.

## 11 LÄHTEET

- Achten, J. & Jeukendrup, A.E. 2003. Heart rate monitoring. Applications and limitations. *Sports Medicine*, 33 (7), 517-538.
- Ahtiainen, J. & Häkkinen, K. 2004. Hermo-lihasjärjestelmän toiminnan mittaaminen. Teoksessa Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino oy, 146, 148.
- Agre, J.C., Casal, D.C., Leon, A.S., McNally, M.C., Baxter, T.L. & Serfass, R.C. 1988. Professional ice hockey players: physiologic, anthropometric, and musculoskeletal characteristics. *Archeives of Physical Medicine Rehabilitation*, 69 (march), 188-192.
- Ali, A. & Farrally, M. 1991. Recording soccer players' heart rates during matches. *Journal of Sports Sciences*, 9, 183-189.
- American College of Sports Medicine. 2000. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 6<sup>th</sup> edition. Philadelphia; Lippincott Williams & Wilkins.
- Amstrong, L.E. & VanHeest, J.L. 2002. The unknown mechanism of the overtraining syndrome. *Sports Medicine*, 32 (3), 186-209.
- Bangsbo, J. 2000. Physiology of intermittent exercise. Teoksessa Garrett, W.E.Jr. & Kirkendall, D.T. (toim.) Exercise and sport science. Lippincott Williams & Wilkins. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Printed in the USA, 60-61, 64.
- Billat, V.L., Flechet, B., Petit, B., Muriaux, G. & Koralsztein, J-P. 1999. Interval training at VO<sub>2</sub>max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 31 (1), 156-163.
- Bompa, T.O. 1999. Periodization. Theory and methodology of training. 4<sup>th</sup> edition. Human Kinetics. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Printed in the USA, 369.
- Cox, M.H., Miles, D.S., Verde, T.J., Levine, M.J. & Bartolozzi, A.R. 1993. Physical and physiological characteristics of NHL players over the last decade. (abstract) *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25 (5), S169.

- Cox, M.H., Miles, D.S., Verde, T.J. & Rhodes, E.C. 1995. Applied physiology of ice hockey. *Sports Medicine*, 19 (3), 184-201.
- Docherty, D. & Sporer, B. 2000. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. *Sports Medicine*, 30 (6), 385-394.
- Durnin, J.V. & Rahaman, M. 1967. The assessment of percent of body fat by measurement of skinfold thickness. *British Journal of Nutrition*, 21, 681-689.
- Viitattu teoksessa Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino oy, 48, 265.
- Fogelholm, M. 2004. Antropometriset ja kehon koostumusta kuvaavat mittaukset. Teoksessa Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino oy, 48.
- Fry, A.C. & Newton, R.U. 2002. A brief history of strength training and basic principles and concepts. Teoksessa Kraemer, W.J. & Häkkinen, K. (toim). 2002. *Strength training for sport*. Blackwell Science Ltd. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, 16.
- Gonzales-Alonso, J., Mora-Rodriguez, R. & Coyle, E.F. 2000. Stroke volume during exercise: interaction of environment and hydration. *American Journal of Physiology*, 278, H321-H330.
- Green, H.J. 1987. Bioenergetics of ice hockey: considerations for fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 5, 305-317.
- Green, H., Bishop, P., Houston, M., McKillop, R., Norman, R. & Stothart, P. 1976. Time-motion and physiological assessments of ice hockey performance. *Journal of Applied Physiology*, 40 (2), 159-163.
- Hedelin, R., Kenttä, G., Wiklund, U., Bjerle, P. & Henriksson-Larsén, K. 2000. Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32 (8), 1480-1484.
- Häkkinen, K. 1990. Voimaharjoittelun perusteet. Vaikutusmekanismi, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 86-87, 119, 127-128.

- Häkkinen, K., Alen, M., Kraemer, W.J., Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Rusko, H., Mikkola, J., Häkkinen, A., Valkeinen, H., Kaarakainen, E., Romu, S., Erola, V., Ahtiainen, J., Paavolainen, L. 2003. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 42-52.
- Häkkinen, K., Mäkelä, J. & Mero, A. 2004. Voima. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) *Urheiluvalmennus*. VK-Kustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 251, 253, 258-261, 263.
- Jetté, M. 1980. The physiological basis of conditioning programs for ice hockey players. Teoksessa Burke, E.J. *Toward an understanding of human performance* 2<sup>nd</sup> edition, 278.
- Jeukendrup, A.E. & Matthijs, K.C. 1994. Overtraining – what do lactate curves tell us? *British Journal of Sports Medicine*, 28 (4), 239-240.
- Jääkiekon SM-liiga. 2004. SM-liigassa käynnissä 30. Kausi. [viitattu 30.11.2004]. Saatavilla [www-muodossa: <URL:http:// www.sm-liiga.fi/>](http://www.muodossa: <URL:http:// www.sm-liiga.fi/>)
- Keskinen, O.P., Mänttari, A., Aunola, S. & Keskinen, K.L. 2004a. Maksimaalinen polkupyöräergometritesti. Teoksessa Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004. *Kuntotestauksen käsikirja*. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino oy, 92-93.
- Keskinen, O.P., Mänttari, A. & Keskinen, K.L. 2004b. Aerobisen kestävyuden arviointi kenttätesteillä. Teoksessa Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004. *Kuntotestauksen käsikirja*. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino oy, 114-116.
- Ketola, J., Pekkarainen, H., Hakkarainen, H. & Salmi, J. 2004. Juniorijääkiekkoilijoiden voima- ja nopeusominaisuuksien sekä nopeuskestävyyden muutokset harjoitus- ja pelikaudella. *Liikunta & Tiede*, nro 5, 40.
- Kilpailutoiminta. 2004. Suomen Jääkiekkoliitto. [viitattu 30.11.2004]. Saatavilla [www-muodossa: <URL: http://www.finhockey.fi/kilpailutoiminta/>](http://www.muodossa: <URL: http://www.finhockey.fi/kilpailutoiminta/>)
- Kirkendall, D.T. 2000. Fatigue from voluntary motor activity. Teoksessa Garrett, W.E.Jr. & Kirkendall, D.T. (toim.) *Exercise and sport science*. Lippincott Williams & Wilkins. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Printed in the USA, 97, 100.

- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P.K. & Bangsbo, J. 2003. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35 (4), 697-705.
- Kyröläinen, H. 2004. Nopeusvoima. Teoksessa Keskinen, K.L., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino oy, 151, 153, 161.
- Mackinnon, L.T. & Hooper, S.L. 2000. Overtraining and overreaching: causes, effects, and prevention. Teoksessa Garrett, W.E.Jr. & Kirkendall, D.T. (toim.) *Exercise and sport science*. Lippincott Williams & Wilkins. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Printed in the USA, 487-488.
- Mannion, A.F., Jakeman, P.M. & Willan, P.L.T. 1995. Skeletal muscle buffer value, fibre type distribution and high intensity exercise performance in man. *Experimental Physiology*, 80, 89-101. Viitattu teoksessa Noakes, T.D. 2000. *Physiological models to understand fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance*. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 10, 123-145.
- Mascaro, T., Seaver, B.L. & Swanson, L. 1992. Prediction of Skating Speed with Off-Ice Testing in Professional Hockey Players. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 15 (2), 92-98.
- McArdle, W.D., Katch, F.I. & Katch, V.L. 1996. *Exercise physiology. Energy, nutrition, and human performance*. 4<sup>th</sup> edition. Williams & Wilkins. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Printed in the United States of America, 300.
- McCarthy, J.P., Agre, J.C., Graf, B.K., Pozniak, M.A. & Vailas, A.C. 1995. Compatibility of adaptive responses with combining strength and endurance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27 (3), 429-436.
- Medbo, J.I. & Sejersted, O.M. 1994. Plasma K<sup>+</sup> changes during intense exercise in endurance-trained and sprint-trained subjects. *Acta Physiologica Scandinavia*, 151, 363-371.
- Mero, A., Jouste, P. & Keränen, T. 2004. Nopeus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) *Urheiluvallmennus*. VK-Kustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 293, 297-298.
- Montgomery, D.L. 1988. Physiology of ice hockey. *Sports Medicine*, 5, 99-126.

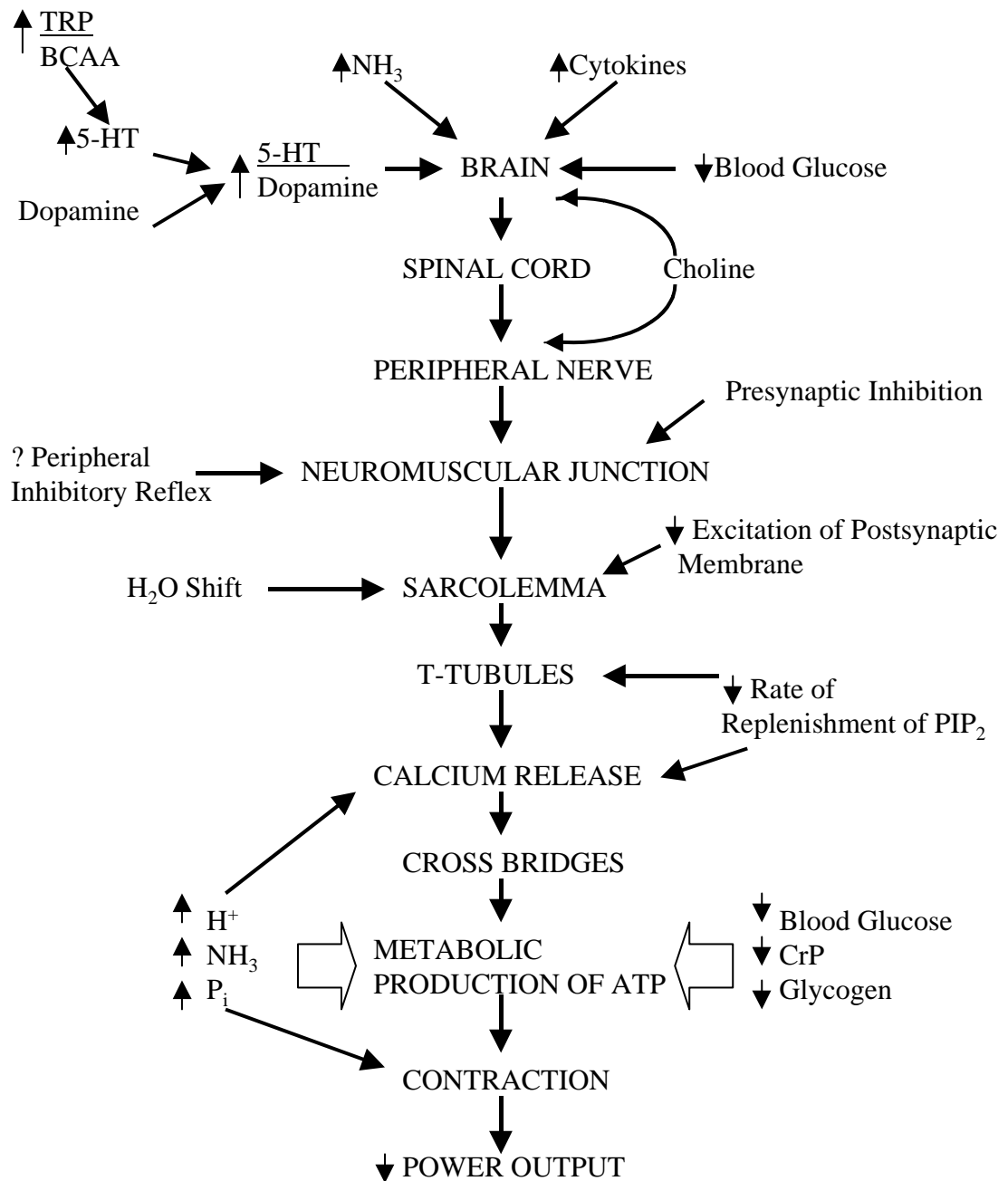
- Montgomery, D.L. 2000. Physiology of ice hockey. Teoksessa Garrett, W.E.Jr. & Kirkendall, D.T. (toim.) Exercise and sport science. Lippincott Williams & Wilkins. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Printed in the USA, 815-817, 818-819, 822-823, 825-826.
- Noakes, T.D. 2000. Physiological models to understand fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 10, 123-145.
- Nummela, A. 2004a. Energia-aineenvaihdunta ja kuormitus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) *Urheiluvalmennus*. VK-Kustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 110-111, 114-115.
- Nummela, A. 2004b. Nopeuskestävyys. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) *Urheiluvalmennus*. VK-Kustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 315-316, 319, 324.
- Nummela, A. 2004c. Kestävyys suorituskykyä selittävät tekijät. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen. (toim.) 2004. *Kuntotestauksen käsikirja*. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino oy, 51-52, 66, 74-75.
- Nummela, A. 2004d. Anaerobisen kestävyden testi. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen. (toim.) 2004. *Kuntotestauksen käsikirja*. Liikuntatieteellisen Seuran julkaisu nro 156. Tampere: Tammer-Paino oy, 117, 119.
- Nummela, A., Keskinen, K.L. & Vuorimaa, T. 2004. Kestävyys. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. (toim.) *Urheiluvalmennus*. VK-Kustannus Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 333, 335-338, 340, 358.
- Paterson, D.H. 1979. Respiratory and cardiovascular aspects of intermittent exercise with regard to ice hockey. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 4 (1), 22-28.
- Pearsall, D.J., Turcotte, R.A. & Murphy, S.D. 2000. Biomechanics of ice hockey. Teoksessa Garrett, W.E.Jr. & Kirkendall, D.T. (toim.) Exercise and sport science. Lippincott Williams & Wilkins. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Printed in the USA, 680, 685.
- Platen, P. 2002. Overtraining and the endocrine system – part 1: terminology. *European Journal of Sport Science*, 2 (1), 1-7.



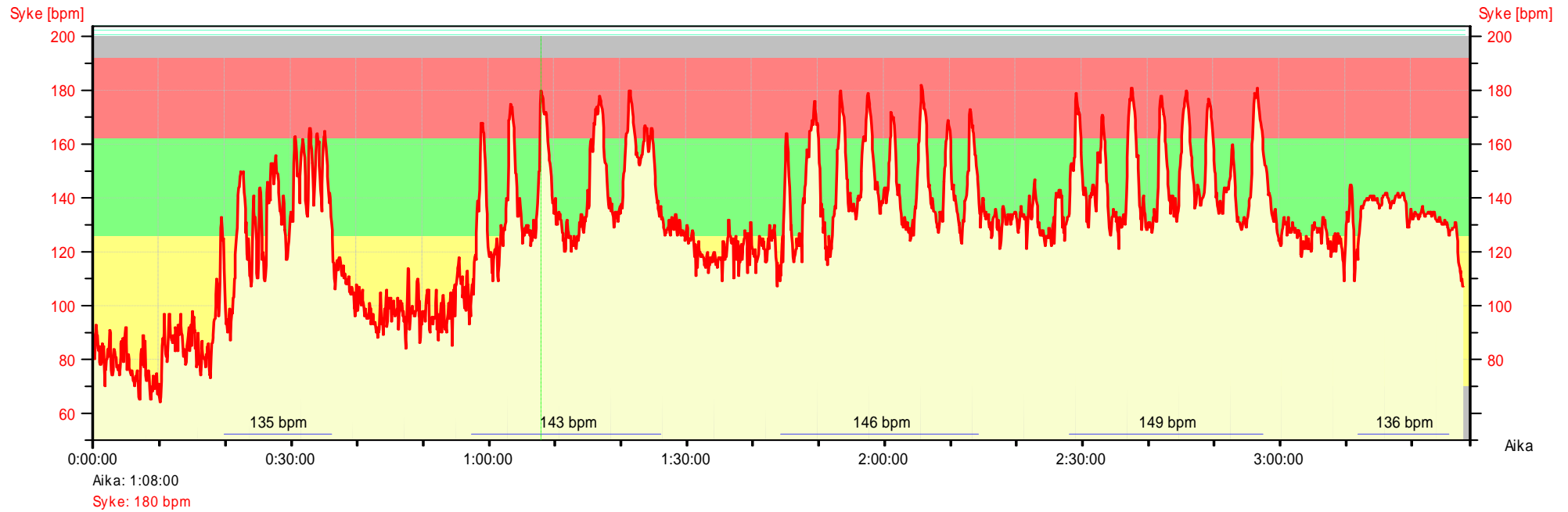
- Renger, R. 1994. Identifying the task requirements essential to the success of a professional ice hockey player: a scout's perspective. *Journal of teaching in physical education*, 13, 180-195.
- Rowbottom, D.G. 2000. Periodization of training. Teoksessa Garrett, W.E.Jr. & Kirkendall, D.T. (toim.) *Exercise and sport science*. Lippincott Williams & Wilkins. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Printed in the USA, 500, 503.
- Sahlin, K., Harris, R.C., Nyland, B. & Hultman, E. 1976. Lactate content and pH in muscle samples obtained after dynamic exercise. *Pflügers Archives* 367, 143-149.
- Viitattu teoksessa Green, H.J. 1987. Bioenergetics of ice hockey: considerations for fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 5, 305-317.
- Seliger, V., Kostska, V., Grusova, D., Kovac, J. & Machovcova, J. 1972. Energy expenditure and physical fitness of ice hockey players. *Internationale Zeitschrift für Angewandte Physiologie*, 30, 283-291. Viitattu teoksessa Montgomery, D.L. 1988. *Physiology of ice hockey*. *Sports Medicine*, 5, 99-126.
- Smith, D.J. & Roberts, D. 1990. Heart rate and blood lactate concentration during on-ice training in speed skating. *Canadian Journal of Sport Science*, 15 (1), 23-27.
- Spiering, B.A., Wilson, M.H. Judelson, D.A. & Rundell, K.W. 2003. Evaluation of cardiovascular demands of game play and practise in women's ice hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17 (2), 329-333.
- Suomen jääkiekkoliiton kilpailusäännöt 31.5.2004. 6§ Peli-aika [viitattu 23.10.2004]. Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa): <URL:  
<http://www.finhockey.fi/kilpailutoiminta/kilpailusaannot/saannot/?num=13605>
- Tiikkaja, J. 2002a. Kehon lämpötilan ja fysiologisen kuormittumisen väliset yhteydet jääkiekossa. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Johdatus omatoimiseen tutkimukseen, 27.
- Tiikkaja, J. 2002b. Aerobinen, anaerobinen ja neuromuskulaarinen suorituskyky sekä sykevaihtelu pelikauden aikana jääkiekkoilijoilla. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro gradu –tutkielma, 35-36, 47-48, 60.
- Twist, P. 1997. Complete conditioning for ice hockey. *Human Kinetics*. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Printed in the United States of America, 42.
- Twist, P. & Rhodes, T. 1993. A physiological analysis of ice hockey positions. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 15 (6), 44-46.

- Uusitalo, A.L.T. Overtraining. Making a difficult diagnosis and implementing targeted treatment. *Physician and Sportsmedicine*, 29 (5). Saatavilla [www-muodossa http://www.physsportsmed.com/issus/2001/05\\_01/uusitalo.htm](http://www.physsportsmed.com/issus/2001/05_01/uusitalo.htm).
- Valkama, T. 2005. Julkaisematon aineisto. Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Johdatus omatoimiseen tutkimukseen.
- Welsh, R.S., Davis, J.M., Burke, J.R. & Williams, H.G. 2002. Carbohydrates and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34 (4), 723-731.
- Westerlund, E. 1997. Joukkuepelit. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. & Keskinen, K. *Nykyaikainen urheiluvalmennus*. Mero Oy. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy, 527, 530-531, 540-543.
- Åkermark, C., Jacobs, I., Rasmusson, M. & Karlsson, J. 1997. Diet and muscle glycogen concentration in relation to physical performance in swedish elite ice hockey players. *International Journal of Sport Nutrition*, 6, 272-284.

LIITE 1. Yhteenveto hermolihaskäytännön toiminnasta lihassupistuksen aikaansaamiseksi sekä mahdollisia väsymyksen syitä (Kirkendall 2000).



Lyhenteet: TRP=tryptofaani, BCAA=haaraketjuiset aminohapot, 5-HT=serotoniini, PIP<sub>2</sub>=polyfosfoinositidi, P<sub>i</sub>=fosfaatti, CrP=kreatiinifosfaatti



LIITE 2. Esimerkki pelistä analysoidusta sykedatasta. Ajan yläpuolella näkyvät siniset vaakasuorat viivat kuvaavat pelin erien kestoja. Sinisellä alleviivat kohdat eli erien ajat on otettu huomioon sykkeitä ja minuutteja analysoidessa peleistä. Eri värit kuvaavat eri sykealueita, alhaalla keltaisen alueen edustaessa peruskestävyyttä, vihreän alueen vauhtikestävyyttä ja punaisen maksimikestävyyttä, jotka on analysoitu yksilöllisesti pelaajien maksimaalisista polkupyörätesteistä.

## KOEHENKILÖILLE OHJEITA MITTAUKSIIN VALMISTAUTUMISEKSI

/Joulukuu 2004

HUOM. Mittausprotokolla on hieman erilainen, joten kannattaa lukea läpi mihin suostuu!! ☺

### YLEISTÄ MITTAUKSISTA

- Mittauksissa mitataan ennen pyörätestiä rasvaprosentti rasvapihdeillä ja verenpaine. Pyörätesti on samanlainen kuin ensimmäisellä kerralla, paitsi loppuverryttely (10 min) on kontrolloitua ja sen aikana mitataan edelleen sykkeitä.
- Lisäksi pyydämme sinua täyttämään muutaman kyselylomakkeen ennen testiä, joilla on tarkoitus tukea mittaustulosten analysointia sykedatan osalta. Kyselyt tulevat VAIN tutkijoiden käyttöön.
- Testiä ennen tehdään ortostaattinen testi, jolla selvitetään palautumistilaa ja voidaan sykettä seuraamalla toistettaessa havaita ylikuntoa. Ortostaattinen testi sisältää 5 minuutin rauhoittumisen istuen, jonka jälkeen seisotaan paikallaan 3 minuuttia. Ortostaattisen testin aikana kerätään vain sykedataa.
- Kaikkiaan mittausten kesto yksilöllinen ja alku- ja loppuverryttelyineen kestää noin 60 min.

### ENNEN MITTAUKSIA

- Vältä kahvin juontia **kolme tuntia ennen testiä** ja nautintoaineiden käyttöä 36 tuntia ennen testejä. Kahvinjuonti vaikuttaa ortostaattisen testin tuloksiin, joten noudatathan ohjetta!
- Varustaudu testeihin shortseilla (joilla hyvä pyöräillä).
- Huolehdi ravinnosta (raskaasta ateriasta kulunut vähintään 3 tuntia) ja riittävästä levosta (yöunesta) ennen mittauksiin saapumista.

### VAATIMUKSET

- Et saa tulla mittauksiin kipeänä.

Anne Aho ([anaho@cc.jyu.fi](mailto:anaho@cc.jyu.fi)) 040-5644301

Tuija Valkama ([tuhevalk@cc.jyu.fi](mailto:tuhevalk@cc.jyu.fi)) 041-4663901