

FYSIOLOGINEN KUORMITTAVUUS
BUDOLAJI TAIDON
KILPAILUNOMAISESSA SENTAINO
HOKEISSA

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma
Opinnäytetyö AMK
Syksy 2009
Jasser Anoschkin

Lahden ammattikorkeakoulu
Liikunnan ja vapaa-ajan koulutusohjelma

ANOSCHKIN, JASSER: Fysiologinen kuormittavuus budolaji taidon
kilpailunomaisessa sentaino hokeissa

Opinnäytetyö AMK, 55 sivua, 4 liitesivua
Syksy 2009

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä selvitetään budolaji taidon yhdyntyyppisen yksittäisen kilpailusuorituksen fysiologista kuormittavuutta. Tavoitteena on löytää lisää tietoa suorituksen energiantuotollisista vaatimuksista ja harjoitusvaikutuksista kestävyyteen. Tutkittava suoritus, sentaino hokei, on yksi taidon kymmenestä kilpailuhokeista, ja se on useimmille taidokoille ensimmäinen hokei, joka opitaan. Hokei on ulkoisesti tarkasteltuna yksilön suorittama ennalta määrätty liikesarja. Sisäisesti tarkasteltuna hokein aikana käydään taistelua elämästä ja kuolemasta. Tutkimuksen perusjoukko on aktiivisesti kilpailevat SM-tason miestaidokat. Koehenkilöinä toimivat Suomen Taidoliiton miesten seitsenhenkinen valmennusryhmä; ryhmä johon valikoidutaan todistamalla aktiivisuus ja tekninen osaamisen cup- ja SM-kilpailuissa.

Keskeiset mitattavat muuttujat tutkimuksessa ovat suoritus aika, syke ja hapenkulutus suorituksen aikana sekä veren laktaattiarvot suorituksen jälkeen. Aineiston keräämiseen käytettiin sykemittaria, laktaattimittaria ja hengityskaasuanalysaattoria. Varsinaisen aineiston analysoimiseksi selvitettiin koehenkilöiden energiantuotokynnykset, maksimaalinen hapenottokyky ja maksimisyke suoralla pp-ergometrimittauksella.

Mittauksissa sentaino hokein keskiarvo suoritus aika kilpailua vastaavassa tilanteessa oli 1:55 (N=7, keskihajonta 9,7s). Liikunnallisesti suorituksesta löytyy kolme osaa: alkukumarrus, varsinainen liikesarja ja loppukumarrus. Ilman kumarruksia keskiarvo suoritus aika oli 1:32 (N=7, keskihajonta 9,3s). Tästä ajasta 72 % (keskiarvo N=5, keskihajonta 13) liikuttiin maksimikestävyysalueella, 23 % (keskiarvo N=5, keskihajonta 11) vauhtikestävyysalueella ja 5 % (keskiarvo N=5, keskihajonta 3) peruskestävyysalueella. Laktaatin määrä veressä noin 50sekuntia suorituksen jälkeen oli 7,7 mmol (keskiarvo N=7, keskihajonta 1,7) ja noin 100sekuntia suorituksen jälkeen 6,5mmol (keskiarvo N=7, keskihajonta 0,8). Hapenkulutuksen keskiarvo (N=4) kokonaisen hokein ajalta oli 48,6 % mitatuista maksimeista. Korkeimmat hetkittäiset hapenkulutukset olivat 84,1 % (keskiarvo N=4) mitatuista maksimeista.

Energianlähteistä sentaino hokei kuormittaa pääosin lihasten hiilihydraattivarstoja ja alaktista kapasiteettia. Pääasialliset energiantuottotavat ovat anaerobinen glykolyysi ja alaktisen kapasiteetin käyttö. Kilpailunomainen sentaino hokei soveltuu kestävyuden osalta parhaiten maitohapolliseen nopeuskestävyyden harjoittamiseen. Tuloksia voidaan käyttää hyväksi kattavaa lajiansalyysiä valmisteltaessa.

Avainsanat: kamppailulajit, taido, kilpailunomainen suoritus, kuormittavuus, kestävyys harjoittelu, maksimaalinen hapenkulutus, syke, laktaatti

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Sports and Leisure Management

ANOSCHKIN, JASSER: Physiological strain in the *sentaino hokei*
of the Budo art Taido in competition-like circumstances

Thesis, Bachelor AMK, 55 pages, 4 pages of appendices
Autumn 2009

ABSTRACT

This work deals with the martial art Taido, a branch of the Budo arts, and the physiological workload of a single competition performance of one type. The aim is to gather more information about the performance's requirements regarding energy production and the effects of exercise on endurance. The performance in question, *sentaino hokei*, is one of the ten competition hokeis in Taido, and for the most *taidokas* it is the first hokei to be learned. Seen from the outside, a hokei is a predetermined sequence of movements. From the inside, during a hokei a battle of life and death is being fought. The basic populations of the study are male *taidokas*, who actively participate in competitions on national championship level in Finland. Test subjects were a coaching group of the Taido association of Finland comprising seven men; to be selected into this group one has to prove one's activity and technical know-how in competitions on the national level as well as in a number of cup-competitions.

The key parameters measured in this study are the time of performance, heart rate, and oxygen consumption during the performance; and the value of blood lactates after the performance. To collect the information required, a heart rate monitor, a lactate meter and respiratory gas analyser were used. To analyse the actual information obtained, the test subjects' energy yield thresholds, maximal oxygen uptake and maximum heart rate were measured directly with a bicycle-ergometer.

In the measuring process, the average performance time of a *sentaino hokei* in a situation similar to competition was 1:55 (N=7, stdev 9,7). There are three parts in the performance: the initial bow, the actual carrying out of the series of movements, and the final bow. Without the bows, the average performance time was 1:32 (N=7, stdev 9,3). Of this time 72% (mean, N=4, stdev 13) the subject was moving within the of maximum endurance zone, 23% (mean, N=5, stdev 11) within the speed endurance zone and 5% (mean, N=5, stdev 5) within the basic endurance zone. The quantity of lactate in blood approx. 50 seconds after the performance was 7,7 mmol (mean N=7, stdev 1,7) and approx. 100 sec after the performance 6,5 mmol (mean N=7, stdev 0,8). The average oxygen consumption (N=4) during a whole hokei was 48,6% of the measured maximums. The peak momentary oxygen consumptions were 84,1% (mean N=4) of maximums.

Of the different sources of energy *sentaino hokei* mainly strains the muscles' carbohydrate reserves and lactic capacity. The main means of energy production are anaerobic glycolysis and utilisation of lactic capacity. Of the different types of endurance, competition-like *sentaino hokei* is suitable for exercising lactic acidogenic speed endurance. The results can be used in creating a comprehensive analysis of the sports.

Key words: Martial arts, Taido, competition-like performance, workload, endurance training, maximal oxygen consumption, lactate

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TAIDO	3
2.1	Budon historia	3
2.2	Taidon ominaispiirteitä	5
2.3	Hokei	7
2.4	Jissen	9
2.5	Tenkai	10
2.6	Taido kilpailut	10
2.6.1	Henkilökohtaiset SM-kilpailut	11
2.6.2	Joukkuelajien SM- kilpailut	11
2.6.3	Cup-kilpailut	11
3	SENTAINO HOKEI	13
4	KUORMITUSFYSIOLOGIA	15
4.1	Energia-aineenvaihdunta	15
4.1.1	Adenosiinitrifosfaatit energianlähteenä	15
4.1.2	Kreatiinifosfaatit energianlähteenä	16
4.1.3	Hiilihydraatit energianlähteenä	17
4.1.4	Rasvat energianlähteenä	19
4.1.5	Proteiinit energianlähteenä	19
4.2	Hengityselimistön toiminta kuormituksessa	20
4.2.1	Keuhkotuuletus	20
4.2.2	Kaasujen vaihto	21
4.2.3	Hengitysosamäärä	22
4.3	Sydän ja verenkierto kuormituksessa	23
4.3.1	Sykkeen nousu	24
4.3.2	Veren koostumuksen muutokset	25
4.4	Kestävyys ja energiantuottokynnykset	25
4.4.1	Peruskestävyys	26
4.4.2	Aerobinen energiantuottokynnys	26
4.4.3	Vauhtikestävyys	27
4.4.4	Anaerobinen energiantuottokynnys	27
4.4.5	Maksimikestävyys	28
4.4.6	Maksimaalinen hapenottokyky VO ₂ max	28
4.4.7	Nopeuskestävyys	29
4.4.8	Nopeuskestävyyden harjoittelu	29
5	TUTKIMUSONGELMAT	32
5.1	Tutkimusongelmien perustelut	32
5.2	Tutkimuksen esioletukset	34
6	TUTKIMUSMENETELMÄT	35
6.1	Kohderyhmä	36
6.2	Simuloidun kilpailusuorituksen kesto, syke ja laktaatit	37
6.3	Simuloidun kilpailusuorituksen hapenkulutus	37

6.4	Polkupyöraergometri ja bioimpedanssi	39
6.5	Aineiston analysointi	39
7	TULOKSET	42
7.1	Simuloidun kilpailusuorituksen kesto	42
7.2	Simuloidun kilpailusuorituksen jälkeiset laktaatit	43
7.3	Simuloidun kilpailusuorituksen sykkeet	44
7.4	Tehoalueilla työskentely sentaino hokein aikana	45
7.5	Simuloidun kilpailusuorituksen hapenkulutus	46
8	POHDINTA	48
8.1	Tutkimuksen etenemisen ja oman toiminnan arviointi	50
8.2	Tutkimismenetelmien ja tulosten luotettavuuden arviointi	52
8.3	Ajatuksia jatkotutkimuksista	53
	LÄHTEET	54
	LIITTEET	56

1 JOHDANTO

Taido on Japanilainen kamppailu- urheilu- ja budolaji. Tämä työ kertoo taidon fysiologisesta kuormittavuudesta. Taidon monipuolisesta maailmasta tarkkaillaan suoritusta nimeltään sentaino hokei. Hokei on ulkoisessa tarkastelussa määrätyn muotoinen aseeton liikesarja. Suorittajan tulisi kuitenkin asennoitua siihen niin kuin se olisi taistelu, jossa virhe voi johtaa kuolemaan. Hokeita käytetään harjoitusmuotona kuntoa kohottaessa, etsittäessä kehon ja mielen ykseyttä ja tasapainoa itsen ja ympäristön kanssa, mutta se on myös kilpailusuoritus. Kymmenen perushokein joukosta se on useimmalle miestaidokalle ensimmäinen hokei joka opitaan.

Olen tätä työtä tehdessäni harrastanut itse taidoa yhteensä 5 vuotta. Tänä aikana olen ollut kolmen alkeiskurssin valmentajana ja opettanut sentaino hokeita noin viidelletoista aloittelevalle taidokalle. Suurin innoittaja tutkimukselle on ollut havaintoni siitä, että kyseisen hokein tekeminen taistelunomaisella teholla loppuun saakka on monelle pidempäänkin harrastaneelle vaikeaa ja hyvin kuormittavan näköistä. Syiden selvittämiseksi ja ongelman ratkaisemiseksi asetin seuraavat tutkimusongelmat: Mitkä energiantuottotavat ovat sentaino hokei - kilpailusuoritukselle tärkeitä? Minkä tyyppiseen kestävyys- ja kestävyyden harjoitteluun sentaino hokei kilpailusuoritus soveltuu parhaiten? Vastauksia etsin mittaamalla koehenkilöiden hengitys- ja verenkiertoelimistön vasteita suorituksen aikana ja välittömästi suorituksen jälkeen.

Työn otsikko, fysiologinen kuormittavuus, sisältää tässä työssä suorituksen hengitys- ja verenkiertoelimistön kuormittavuuden sekä suorituksen energiantuotolliset vaatimukset. Kuormittavuuden käsitteestä jää käsittelemättä muun muassa suorituksessa koettu kuormittavuus, kuormittavuus lihas- ja nivelkohtaisesti sekä hermoston tasolla. Koska työ rajautuu tutkimaan toistomäärällisesti vain yhtä kilpailusuoritusta, kokonaisen kilpailupäivän fysiologinen kuormittavuus ei selviä työn tuloksista.

Tutkimuksen perusjoukkona on aktiiviset SM-tason miestaidokat ja tutkimuksen yhteistyökumppanina toimi Suomen Taidoliitto. Yhteisenä tavoitteena on kehittää valmennustyötä ja toisena henkilökohtaisena tavoitteenani on työlläni innostaa ihmisiä tutkimaan taidoa. Taidosta on toistaiseksi saatavilla vähän tutkimustietoa tai muutakaan kirjallisuutta muuksi kuin japaniksi. Tämä tutkimus hyödyttää Suomen taidoyhteisöä mahdollistamalla osaltaan kattavan lajiansalyysin kehittymisen.

Lukijaa kiinnostanee eniten saadut tulokset ja niiden hyödynnettävyys käytännön valmennuksessa, mutta työ tarjoaa lisäksi perustietoa taidosta ja urheilusuorituksen kuormittavuuden tutkimisesta. Nämä teoriaosuudet on pyritty tiivistämään helposti luettavaan muotoon, jotta oleellinen tieto tulosten ymmärtämiseksi on vaivattomasti saatavilla.

2 TAIDO

Japanilainen tapa kirjoittaa symbolein antaa sanoille usein monipuolisemman merkityksen kuin mihin länsimaissa on totuttu. Ymmärtääkseen japanilaisen sanan ”taido” merkityksen, on ymmärrettävä sen symbolit.

躰 *TAI – vartalo (symboli koostuu kahdesta osasta; Kokoro, eli mieli, sielu tai henkinen minä ja karada, eli keho tai ruumiillinen minä)*

道 *DO – tie, polku, metodi tai elämäntapa*

(Taidoliitto 2003b, 7)

Taido määritellään kamppailu- urheilu- ja budolajiksi (Taidoliitto 2003a, 5). Soturia tarkoittava merkki *bushi* ja tietä tarkoittava merkki *do* muodostavat sanan *bushido* joka lyhennetään *budo* ’soturin tie’ (Reid & Croucher 1987, 182, Draeger & Smith 1980, 81). Kirjassa *Way of the warrior* (Reid & Croucher 1987) kerrotaan, että *budo* voidaan ymmärtää merkkejä tutkimalla myös *pysäytä kaksi keihästä*. Reidin mukaan moni japanilaisen kamppailulajin harrastaja tulkitsee merkkiyhdistelmää rauhan tavoittelemiseksi kamppailulajien keinoin. Sanojen taistelulaji (eng. *fighting art*, japaniksi *bugei* tai *bujutsu*) ja kamppailulaji (eng. *martial art*, japaniksi *bushido* tai *budo*) sisällöt onkin tärkeä erottaa. Kun taistelulajilla tarkoitetaan nimenomaan taisteluun ja tappeluun liittyvää harjoittelua niin kamppailu- tai budolajilla tarkoitetaan jotain monimutkaisempaa. (Reid & Croucher 1987, 180 ja Draeger & Smith 1980, 81, 90). Seuraava kappale budon historiasta auttaa ymmärtämään asiaa.

2.1 Budon historia

Milloin tappelu ja sotiminen alkoivat kehittyä harjoitusjärjestelmiksi, kamppailulajeiksi ja osaksi sivistynyttä kulttuuria? Reidin ja Croucherin mukaan (1987, 18–19) vastauksen löytämisen vaikeutta voisi verrata ruuanvalmistustaidon

alkuperän selvittämisen vaikeuteen. Vanhimmat löydetyt kirjoitukset kamppailulajien harjoitteista tehtiin vuonna 300jaa. Miekkojen massavalmistus kuitenkin aloitettiin Kiinan alueella jo noin 500eaa., joten kamppailulajien kehittymisen alkuketken arvioidaan sijoittuvan näiden lukujen väliin. (Reid & Croucher 1987, 18–19)

Legenda kertoo intialaisesta munkista nimeltä Bodhidharma, joka saapui nykyisen Kiinan alueella Songshan vuoristossa sijaitsevaan Shaolin temppeliluostariin noin vuonna 520 jaa. (Hattstein 2000, 38. ja Reid & Croucher 1987, 20). Hän opetti siellä asuneille munkeille uutta suurempaa lähestymistapaa Buddhalaisuuteen, johon kuului pitkiä meditointijaksoja. Hänen kerrotaan opettaneen myös hengitystekniikkaa ja harjoitteita, joilla vahvistetaan kehoa meditaatiota varten ja opitaan puolustamaan temppeliä. (Reid & Croucher 1987, 20) Uskotaan, että hänen opeistaan kehittyi vuoteen 700jaa. mennessä buddhalaisuuden dhyana(mietiskely)-koulukunta. Koulukuntaa kutsutaan Kiinassa ch'an-buddhalaisuudeksi ja Japanissa zen-buddhalaisuudeksi. (Hattstein 2000, 38,54–55)

Hattstein(2000) kuvailee kirjassaan Maailman suuret uskonnot zen-budhalaisuuden olevan uskonnon tai määritellyn opin sijasta enemmänkin asenne ja mietiskelytekniikka, joka pitää sisällään valaistumisen ihanteen. Buddhalaisuus perustuu näkemykseen, että elämä on kärsimystä ja tuottaa tuskaa. Kuolemaa seuraa uudelleensyntyminen, joten buddhalainen ei pelkää kuolemaa vaan uudelleensyntymisen pakkoa. Egonsa sulkeminen ja sen myötä valaistuminen on ihmisen tie eroon uudelleensyntymisen kierteestä. Zen korostaa ruumiin ja mielen hallintaa, yksinkertaisuutta, suoruutta, valmiutta uhrautumiseen ja ruumiillisten kipujen halveksuntaa tienä kohti valaistumista. Vaikenemista, rasituksen kestämistä, voimien kartuttamista, keskittymiskykyä ja intohimojen hallintaa arvostetaan myös. Zen-mestarit Eisai(1141–1215) ja Dogen (1200–1253) pitivät zeniä itsekuriin nojautuvana pyrkimyksenä saavuttaa valaistuminen mestarin ohjauksessa. Zen-buddhalaisuudessa moneen muuhun buddhalaisuuteen verrattuna valaistumisen uskotaan olevan yhtäkkinen tapahtuma. (Hattstein 2000, 22–23, 54–55)

Vaikka asiaa ei olla saatua todistettua vedenpitävästi dokumenttien vähyyden vuoksi, pidetään Bodhidharman merkitystä kamppailulajien kehitykselle suurena. Monen nykyisen kamppailulajin perimäuskomuksen mukaan oman lajin opit polveutuvat juuri Shaolin temppelissä aloitetusta harjoitteluperinteestä. Uskotaan, että ennen Bodhidarmaa taistelun harjoittelu tähtäsi yksinomaan taistelussa voittamiseen. Kuri, itsehillintä, nöyryys ja kunnioitus elämää kohtaan tulivat hänen myötä oleellisiksi osaksi harjoittelua, samoin kuin ajatus siitä, että kamppailulajien on tarkoitus edistää henkistä kehitystä ja terveyttä, ei taistelua. (Reid & Croucher 1987, 20, 26–27)

Japaniin buddhalaisuus saapui 500-luvulla ja suosittua siitä tuli 1100-luvun lopulla. Japanin feodaaliyhteiskunnan soturit eli *bushit* (kansainvälisesti tutumpi sana *samurai* otettiin käyttöön ns. Muromachin kaudella 1392–1573) ottivat zen-buddhalaisuuden omakseen. Zenistä tuli oleellinen osa bushidoa 1100-luvun jälkeen. (Hattstein 2000, 52–55 ja Draeger & Smith 1980, 81)

2.2 Taidon ominaispiirteitä

Taidon kehitti japanilainen Seiken Shukumine (1925 – 2001). Hän aloitti Okinawa-te:n harjoittelun kahdeksanvuotiaana. (Taidoliitto 2003b, 2) Vuosien saatossa hän perusti oman karatetyylisuuntansa, gensei-ryun. Edelleen hän jatkoi kamppailulajien kehitystyötä parinkymmenen vuoden ajan ja perusti uuden lajin, taidon. Lajin esittely tapahtui vuonna 1962. Japanin Taidoliitto perustettiin 1965. Suomeen lajin toi opiskelija Minoru Okanda vuonna 1972 ja Suomen Taidoliitto perustettiin vuonna 1981. Suomen Taidoliittoon kuuluu tällä hetkellä lähes 30 seuraa. (Suomen Taido Dan- yhdistys 2003, 2-3)

Taidon harjoitusperinteet korostavat suurta osaa edellä mainituista budon ja zenin piirteistä. Tarkat käyttäytymissäännöt harjoittelussa, mestareiden ja muiden ylempien vöiden kunnioittaminen sekä lentävä lause salilla ”kipu on kehosta poistuvaa heikkoutta”, viittaavat zen-buddhalaiseen perinteeseen. Suomen taidosaleilla ei kuitenkaan tutkijan omien havaintojen mukaan ole perinteenä pitää yllä aktiivista ymmärtämiseen tähtäävää keskustelua budon merkityksestä tai sen

historiasta. Taido- 30 vuotta Suomessa(Suomen Taido Dan- yhdistys 2003) - julkaisun mukaan Seiken Shukumine kertoo kirjoittamassaan kirjassa Taido Gairon taidoon luomistaan laeista. Shukumineen teorian mukaan näistä vuorovaikutussuhteiden laeista ihminen voi jokaisesta johtaa askeleen korkeampaan ulottuvuuteen ymmärrettyään taistelutaitojen ylevän ainutlaatuisuuden.

Taidon metodit pyrkivät kehittämään ihmistä kokonaisvaltaisena yksilönä ja osana yhteiskuntaa (Taidoliitto 2002). Kehoa ja mieltä ei nähdä erillisinä vaan toisiaan täydentävinä.(Taidoliitto 2003b, 7) Harjoittelemalla voidaan taidon näkemyksen mukaan saavuttaa tasapaino itsen, yhteiskunnan ja luonnon kanssa. Budolajina taido arvostaa perinteitä, mutta poikkeaa kaltaisistaan pyrkien olemaan nykyaikainen muun muassa korostamalla luovuutta (Taidoliitto 2002). Lajin perustajan tavoitteena oli luoda taidosta nykyaikaisen ihmisen ja yhteiskunnan tarpeiden mukainen, jatkuvasti kehittyvä kamppailu-, urheilu- ja budolaji. (Suomen Taido Dan- yhdistys 2004, 24)

Harrastajan kehittyessä hänellä on mahdollisuus suorittaa uusia vyöarvoja vyökokeissa. Alkeiskurssilainen on vyöarvoltaan valkoinen 7kyu. Muut oppilasasteet ovat sininen 6-5kyu, vihreä 4-3 kyu ja ruskea 2-1kyu. Opettaja-asteella pidetään mustaa vyötä 1-10 dan. Suomessa lajin kehitystä eteenpäin viemässä ja kontrolloimassa on Suomen Taido Dan -yhdistys. Se on Suomessa lajin korkein päättävä elin ja muutokset lajiin tulevat Japanista sen kautta. Suomen Taido Dan -yhdistys järjestää muun muassa vyökokeet. Sen tehtäviin kuuluu lisäksi seurojen vyökoepuoltajien valitseminen ja kouluttaminen. Yhdistyksen jäseneksi pääsevät vain dan arvoiset taidokat.

Vartalon eri akseleita hyödyntäen ja monipuolisia liikeratoja hyväksikäyttäen taido on kolmiulotteinen. Taidolle tyypillistä on myös hyökkäyksen ja puolustuksen läsnäolo samanaikaisesti. Tekniikoita tulisi kuitenkin tarkastella kahdella tapaa. Ulkoisen mekaanisen tai fyysisen tarkastelun lisäksi vähintään yhtä tärkeä on henkinen tai sisäinen tarkastelu, jossa apuna käytetään luontomalleja. (Mönkkönen 2009) Taidon tekniikat jakautuvat viiteen eri tekniikkaluokkaan, jotka käyttävät kaikki eri periaatteita voiman tuottamiseksi

lyönteihin ja iskuihin. Tekniikkaluokkien nimet ovat japaniksi sen, un, hen, nen, ja ten. Sen hyödyntää pyörivää liikettä pysty akselin suuntaisesti ja saa luontomallinsa tuulipyörteistä. Un saa voimansa aaltomaisesta liikkeestä rantaan iskeytyvää vaahtopäätä mallintaen. Hen- tekniikoissa ylä- ja alavartalo vaihtavat nopeasti paikkaansa kuin nopean tuulen saattelema pilvi tai myrskypilvi. Nen mallintaa vesipyörrettä, ja siinä vaakatasoon käännettyä vartaloa kierretään sengin tavoin. Pyöreät ja kaarevat ulkoisesti permantovoimistelua muistuttavat liikkeet mallinnetaan pallosalamasta ja luokkaa kutsutaan nimellä ten. Näihin viiteen tekniikkaluokkaan jakautuvat 48 erilaista tekniikka luoden taidon perustan. (Taidoliitto 2003b, 2,14–15)

Otteluissa ja otteluharjoituksissa tekniikoiden välissä liikutaan. Liikkumisen ajatellaan taidossa olevan tärkeää ja sitä varten ovat olemassa kaksiulotteinen unsoku- ja kolmiulotteinen unshin- liikkuminen. Unsoku on kahdeksaa tapaa liikuttaa vartaloa jalkojen avulla. Unshin on tapa liikuttaa vartaloa vartalon avulla ja muistuttaa ulkoisesti permantovoimistelua sisältäen muun muassa kuperkeikat, kärrynpyörät ja voltit. Erona ten- tekniikkaluokkaan unshin ei sisällä hyökkäyksiä. Unsokua ja unshinia yhdistelemällä säädellään tekniikoiden voimaa kulmaa ja etäisyyttä, sekä lisätään yllättävyyttä. (Taidoliitto 2002)

2.3 Hokei

Kiinalaisperäisten kamppailulajien keskeinen harjoittelumuoto ovat liikesarjat. Perinne on siirtynyt myös japanilaisiin lajeihin. Karatessa liikesarjaharjoittelu on japaniksi nimeltään *kata*. Hokeit ovat taidon muunnos tästä perinteestä. Liikesarjaharjoittelun ajatellaan syntyneen kamppailulajeihin ikään kuin kirjatieiden vastineeksi. Se oli tapa siirtää kamppailutaidollista tietoa seuraaville sukupolville. Joidenkin mestarien kehittämät liikesarjat ovat pysyneet muuttumattomana jopa vuosisatoja. Liikesarjaharjoittelussa samojen tekniikoiden toistamisella saadaan liikeradat painumaan oppilaiden mieleen. Liikesarjaharjoittelun katsotaan perinteisesti kehittävän oppilasta kokonaisvaltaisesti. Vanhojenkin karaten katojen ja taidon hokeiden välillä löytyy samoja elementtejä taidon kehittäjän taustan vuoksi (Auranen 2009)

Siinä missä *katalla* tarkoittaa muotoa, *hokeilla* tarkoitetaan periaatetta.

Perushokeit opettavat vartalon viisi eri liikeperiaatetta, jotka ovat samat kuin viisi erilaista tekniikkaluokkaa. Samoin kuin taidon tekniikoita, myös hokeita voi tarkastella kahdella tapaa; ulkoisesti ja sisäisesti. Hokei on ulkoisesti tarkasteltuna tekniikkaliikesarja, joka koostuu hyökkäyksistä, puolustuksista ja liikkumisista. Se vaikuttaa ennalta suunnitellulta ottelulta kuvitteellisia vastustajia vastaan. Sisäisessä tarkastelussa sitä suorittava taidoka on taistelussa, jossa on kyse eloonjäämisestä. Hokeita tekemällä harjoitellaan ottelua ja elämää varten.(Mönkkönen 2009)

Hokei on suurimmaksi osaksi määrätyn muotoinen, mutta koska hokeissa on kyse periaatteesta, niin periaatteen sisällä muutokset liikkeisiin ovat sallittuja (Mönkkönen 2009). Hokeita suorittavan taidokan tulee vyökokeissa ja kilpailuissa menestyäkseen noudattaa hokeille määriteltyä periaatetta ja pyrkiä ilmentämään taidon ja tekniikkaluokan olemusta. Vyökokeissa hokein muotoa on rajoitettu kilpailuja enemmän. Hokeille määritellyt tuomitsemiseen vaikuttavat periaatteet ilmenevät seuraavasta kymmenestä kohdasta:

1. Yooi, hossin = oikea asenne, budo.
2. In, yo = hyökkäys ja puolustus.
3. Kyo, jyaku = heikkoja ja voimakkaita kohtia.
4. Kankyu = hitaita ja nopeita kohtia.
5. Shinshuko = suuria ja pieniä liikkeitä.
6. Kokyo = oikea hengittäminen.
7. Chakugan = katse.
8. Kiai = huuto.
9. Keitas = asento eli kamae ja liikkuminen eli unsoku.
10. Zanshin, kaitas = päättyy kumarrukseen ja asenne

(Kilpailusäännöt, Suomen Taidoliitto ry. 1.1.2008)

Jokaisessa taidon tekniikkaluokassa on kaksi perushokeita, molemmille sukupuolille oma. Yhteensä on siis kymmenen perushokeita. Naisille suunnatut hokeit ovat in- hokeita(esimerkiksi tenin no hokei) ja miehille suunnatut tai- hokeita(esimerkiksi sentai no hokei). Erikoishokeita on yhteensä yhdeksän. Niistä kolme ovat mei-hokeita, kolme sei-hokeita, kaksi gen-hokeita ja yksi tai-i no hokei. (Suomen Taido Dan- yhdistys 2004, 16–17) Mei-hokeissa harjoitellaan energiaa, joka ulkoisessa tarkastelussa vaikuttaa hengittämiseltä (Mönkkönen

2009). Sei-hokeissa kuviteltu vastustaja hyökkää ensin ja painotus on puolustuksessa. Gen-hokeissa hyökkäys ja puolustus ovat läsnä yhtä aikaa sekä hokein tekijällä että kuvitellulla vastustajalla. Tai-i no hokei sisältää kaikkia tekniikkaluokkia ja karatetyylisiä käsitekniikoita. (Suomen Taido Dan- yhdistys 2003, 16–17)

SM- ja cup-kilpailuissa kelpuutetaan kilpailuhokeiksi tai- ja in-hokeit. Miehet ja naiset voivat sukupuolijaosta huolimatta valita kilpailuihin minkä tahansa kymmenestä hokeista. Sonensarjan(yli 35v.) SM- ja cup-kilpailuissa voidaan kilpailla myös erikoishokeilla. 6-3 kyu sarjoissa kilpailuhokei on rajattu sen, un, hen tekniikkaluokkien hokeisiin. Henkilökohtaisissa kilpailuissa kaksi kilpailijaa tekee hokeita vierekkäin samanaikaisesti. Tuomarin päätöksellä parempi pääsee jatkoon. Hokei kilpailulajina on siis arvosteltava suoritus. Aikaa tai matkaa ei mitata, vaan tuomari arvioi suoritusten paremmuutta tietyin perustein. Hyvä perustekniikka eli kihongi on hyvän hokein perusta. Nopeutta ja voimaa ei saa lisätä perustekniikan kustannuksella. Vaikeamman unshinin tekemisestä saa onnistuessaan etua toiseen kilpailijaan nähden. (Kilpailusäännöt, Suomen Taidoliitto ry. 1.1.2008)

Joukkuehokein nimi on Dantai hokei. Siinä viisihenkisen joukkueen tulee tehdä mahdollisimman yhtäaikainen liikesarja aloitusmuodostelma säilyttäen. Joukkueet esiintyvät peräkkäin ja suoritukset pisteytetään. Hokeialue on 9x9m tatameilla päällystetty alue.

2.4 Jissen

Jissen on kahden henkilön välinen ottelu 9x9m tatamialueella, jossa ottelijat hyökkäävät ja puolustavat taidotekniikoita vapaasti soveltaen taidon sääntöjen ja periaatteiden mukaisesti. Tavoitteena on saada kokonainen piste (ippon), jonka tuomari myöntää hyvästä osumasta. Hyvässä osumassa tulee olla oikea tekniikka, ajoitus, kontakti ja kiai (henkinen voima joka ulos virratessaan saa aikaan usealle budolajeille tyypillisen huudon). Lisäksi tekniikan tulee tapahtua suoraan liikkeestä. Melkein hyvästä osumasta tuomari voi myöntää wazarin eli

puolipisteen tai yukon eli neljäsosapisteen. Otteluaika on kaksi minuuttia. Ajan loputtua lähemmäs kokonaista pistettä päässyt voittaa. Toinen tavoite ottelussa on vältellä virheitä(zui), sillä tasapisteissä vähemmän virheitä tehnyt voittaa. Varoituksen voi saada huonosta liikkumisesta, ulosastumisesta tai väärästä tekniikasta tai väärälle osuma-alueelle(esim. pää) osuneesta tekniikasta. (Kilpailusäännöt, Suomen Taidoliitto ry. 1.1.2008)

Joukkueottelu on nimeltään Dantai jissen. Siinä viisi ottelijaa ottelee vuorotellen joukkueenjohtajan johdolla toisen joukkueen ottelijoita vastaan. Jokaisella ottelijalla on oma tekniikkaluokkansa, jonka tekniikoista ottelija saa helpommin pisteitä. (Kilpailusäännöt, Suomen Taidoliitto ry. 1.1.2008)

2.5 Tenkai

Tenkai on ennalta suunniteltu taistelumuoto 9mx9m alueella. Siinä keskusmies eli shuyaku monipuolista taidotekniikkaa käyttäen tuhoaa kaikki viisi vastustajaansa yksitellen. Jokaisella vastustajalla eli wakiyakulla on oma tekniikkaluokkansa, joita heidän täytyy käyttää ainakin kolmessa hyökkäyksessä. Suoritukset esitetään yksi kerrallaan ja ne pisteytetään. (Kilpailusäännöt, Suomen Taidoliitto ry. 1.1.2008)

2.6 Taido kilpailut

Taidon harrastaja voi halutessaan harjoittelun lisäksi ryhtyä kilpailemaan hokeissa, jissenissä ja tenkaissa. Hokeissa ja jissenissä on mahdollisuus kilpailla sekä yksilönä että joukkueena, tenkaissa vain joukkueena. Suomessa vuosittain järjestettäviä kilpailuja ovat henkilökohtaiset SM-kilpailut, joukkuelajien SM-kilpailut ja Cup- kilpailut. Lisäksi voidaan järjestää epävirallisia kilpailuja. (Kilpailusäännöt, Suomen Taidoliitto ry. 1.1.2008)

2.6.1 Henkilökohtaiset SM-kilpailut

Kerran vuodessa järjestettävissä henkilökohtaisissa SM-kilpailuissa on ranking-, sonen- ja juniorisarjat. Rankingsarjassa miehet ja naiset kilpailevat erikseen. Kilpailuvuonna pitää täyttää vähintään 17 vuotta. Lisäksi ilmoittautuneen pitää olla vyöarvoltaan vähintään 2 kyu(ruskea) tai olla 6-3 kyu (siniset ja vihreät) -sarjassa neljän parhaan joukossa vuoden ajalta saaduissa cup-piste tilastoissa. Sonensarja on yli 35-vuotiaille. Siinä kilpailevat hokeissa naiset ja miehet yhdessä, ottelussa erikseen. Sonensarjassa ei ole vyöarvojakoja. Juniorsarjoja ovat B(15-16v kisavuonna täyttävät) ja C(13-14v kisavuonna täyttävät). Molemmissa sarjoissa tytöt ja pojat kilpailevat yhdessä sekä hokeissa että ottelussa. Juniorisarjan hokeihin voi osallistua jo vyöarvolla 7 kyu(valkoinen), mutta otteluun vasta 6 kyu(sininen). Kaikki vyöarvot kilpailevat juniorisarjoissa yhdessä. (Kilpailusäännöt, Suomen Taidoliitto ry. 1.1.2008)

2.6.2 Joukkuelajien SM- kilpailut

Joukkuelajien SM- kilpailut järjestetään kerran vuodessa. Niissä lajeina ovat tenkai, dantai hokei ja dantai jissen. Kahdessa jälkimmäisessä on miesten ja naisten sarjat. Tenkaissa sallitaan sekajoukkueet. Mihin tahansa taidojoukkueeseen osallistuakseen pitää olla 6 kyu tai ylempi ja kaikki vyöarvot kilpailevat yhdessä. Dantai hokeissa kilpailee viisi samaa sukupuolta olevaa taidokaa, jotka täyttävät 13 vuotta viimeistään kilpailuvuonna. Tenkaihin tarvitaan kuusi 13 vuotta täyttävää taidokaa. Miesten dantai jissen -joukkueeseen tarvitaan 6 miestä, jotka täyttävät 17 vuotta. Naisten ottelujoukkueeseen tarvitaan neljä taidokaa samoilla ikävaatimuksilla. (Kilpailusäännöt, Suomen Taidoliitto ry. 1.1.2008)

2.6.3 Cup-kilpailut

Cup-kilpailuja voidaan järjestää vuodessa useammat kuin yhdet ja yleensä niitä on vain kevätkaudella. Cup-kilpailut poikkeavat henkilökohtaisista SM-kilpailuista niin, että vyöarvoille 6-3 kyu, viimeistään kilpailuvuonna 17 vuotta täyttävälle, on

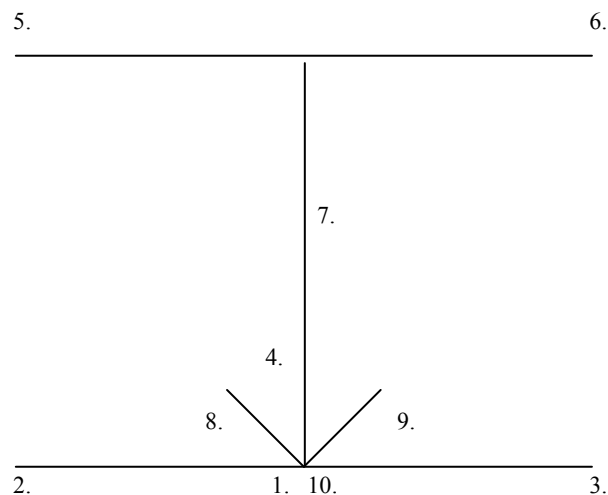
tarjolla oma sarja ja lisäksi junioreille on tarjolla D-sarja. 6-3 kyu sarjassa naiset ja miehet ottelevat erillään sekä hokeissa että ottelussa. D-sarja on pelkkä hokei sarja kilpailuvuonna 11 tai 12 vuotta täyttävillä tytöillä ja pojilla.

(Kilpailusäännöt, Suomen Taidoliitto ry. 1.1.2008)

3 SENTAINO HOKEI

Työssä tutkitaan sentaino hokein kuormittavuutta. Se on useimpien taidokoiden ensimmäinen opittava hokei ja sen tekeminen opettaa vartalon pystysuuntaisen akselin käyttöä pyörimiseen tuulipyörrettä mallintaen. Kyseinen hokei on sentekniikkaluokan miesten hokei. Siinä tehdään yhteensä 14 perustekniikka ja 29 askellusta. Taulukossa 1 on tarkasteltu sentaino hokein räjähtävien ja passiivisten lihastöiden määriä erikseen käsille, jaloille ja vartalolle. Liitteenä 1 on sentaino hokei kirjoitettu auki liike liikkeeltä japanin kielisillä termeillä sellaisena kuin se vyökokeissa vaaditaan tehtävän.

Yksinkertaistettuna sentaino hokei etenee seuraavasti: 1.taistelun aloitus, 2.vihollinen vasemmalla, 3.vihollinen takana(aloitussuuntaan nähden oikealla), 4.neljä vihollista vasemmalla(aloitussuuntaan nähden edessä), 5.vihollinen vasemmalla, 6.vihollinen takana, 7.neljä vihollista oikealla, 8.vihollinen takaviistossa oikealla, 9.vihollinen oikealla, 10.taistelun lopetus. Edellä annetun kuvauksen mukaiset sentaino hokein vaiheet 1-10 on hahmoteltu ylhäältä katsottuna kuvaan 1.



KUVA 1. Sentaino hokein eteneminen ylhäältä katsottuna(Taidoliitto 2003a, 12).

TAULUKKO 1. Taulukkoon on poimittu sentaino hokein voimantuotollisesti erilaiset liikkeet ja jaoteltu ne käsille, jaloille ja koko vartalolle (mukailtu, Mönkkönen 2005, 4)

SUORITUS	LAATU	MÄÄRÄ
staattisia voimaosia jaloille	hitaat chudan gamaet	5
	hitaat gedan gamaet	2
räjähtäviä voimaosia jaloille	sen tekniikat	10
	muut tekniikat	4
	nopeat askellukset	28
räjähtäviä voimaosia, joissa koko vartalo työskentelee	hentai ebigeri	2
	untai shomen geri zuki	2
räjähtäviä voimaosia käsille	iskut, torjunnat, nopeat gamaet	20
palauttavia/kevyitä osioita	kumarrukset	2

4 KUORMITUSFYSIOLOGIA

Tähän on kerätty teoreettista tietoa kuormitusfysiologiasta perusteluksi tutkimusmenetelmien valinnalle ja perustiedon lähteeksi lukijalle, jotta tämän tutkimuksen tulosten tarkastelu olisi mielekästä.

4.1 Energia-aineenvaihdunta

Liike ei synny tyhjästä. Liikkumiseen ihminen tarvitsee energiaa. Energia-aineenvaihdunnalla eli energiametaboliolla tarkoitetaan biologisia prosesseja, joissa ravintoaineita hyödynnetään energian saamiseksi. Energiaravintoaineita ovat hiilihydraatit, rasvat, proteiinit ja alkoholi. Ennen kuin energiaravintoaineissa oleva energia voidaan hyödyntää kehon liikkeeksi, on sen käytävä läpi tiettyjä ruuansulatuksen prosesseja. Lopulta, joko suoraan ruuansulatuksesta tai varaston kautta kulken, energia sitoutuu adensiinitrifosfaattimolekyylisiin(ATP). (Nienstedt, Hänninen, Arstila & Björkqvist 1999, 85,394) ATP on kehon ainoa reitti saada energia supistamaan lihasta (Borg, Fogelholm & Hiilloskorpi 2004, 16–17).

4.1.1 Adensiinitrifosfaatit energianlähteenä

ATP on molekyyli, joka luovuttaessaan fosforihappotähteen tai kaksi luovuttaa samalla energiaa. Tämä energia on ainoa energian muoto, jota keho osaa käyttää lihaksen supistamiseen.(Borg ym. 2004, 16–17) Luovuttaessaan energiansa ATP muuttuu adensiinidifosfaatiksi(ADP) tai adensiinimonofosfaatiksi(AMP). ADP:t ja AMP:t voivat latautua takaisin ATP:ksi tai ATP:tä voi valmistua lisää. Liikunnallisen ihmisen kehossa valmistuu vuorokaudessa noin kehon painon verran ATP-molekyylejä. Ne kuitenkin hajoavat keskimäärin minuutin aikana (Nienstedt ym. 1999, 85). ATP on varastoituneena pääosin lihakseen, jossa sitä on levossa 4-6 mmol/kg valmiina käyttöön. Energiana se vastaa 0,2–0,3 kJ yhdessä kilossa lihaskudosta. Tämä määrä riittää lihaksen maksimaaliseen supistamiseen

noin kahdeksi sekunniksi. ATP-varastot eivät kuitenkaan koskaan pienene yli 40 %, koska niitä tuotetaan lisää kuormituksen mukaan hitaasti tai nopeasti. (Mero, Nummela, Keskinen & Häkkinen 2004, 97–98)

Yhteensä tärkeitä ATP:n tuottotapoja on kolme: kreatiinifosfaattivarastojen käyttö, glukoosin pilkkominen ja rasvojen pilkkominen. Pilkkomisreaktiot ovat nimiltään glykolyysi, Krebsin sykli, oksidatiivinen fosforylaatio ja β -oksidatio (Mero ym. 2004, 97–98)

4.1.2 Kreatiinifosfaatit energianlähteenä

Kreatiinifosfaattia(KP) on lihaksessa 15–22 mmol/kg. Kreatiinifosfaatti voi luovuttaa fosfaattinsa ja ladata näin ATP-varastoja. (Borg ym. 2004, 17). Energiana se vastaa 0,7–1,0 kJ yhdessä kilossa lihaskudosta. Tämä energia ATP-molekyyleille siirrettynä riittää lihaksen maksimaaliseen työhön n. 10 sekunnin ajaksi(Vuori & Taimela 1999, 31) Toisaalta KP-varastot tyhjenevät vasta yli 30 sekuntia kestävässä maksimisuorituksessa. Tämä johtuu siitä, että muut energiantuottotavat ovat käynnissä samaan aikaan ja säästävät näin KP-varastoja. ATP:n tuottonopeus KP:n avulla on noin 2,2mmol/kg/s. ATP ja KP -molekyylejä kutsutaan fosfageeneiksi, ja ne muodostavat alaktisen kapasiteetin. (Mero ym. 2004, 97–98).

Alaktisen kapasiteetin käyttäminen liikkeeksi ei vaadi happea eikä tuota lainkaan maitohappoja, ja on lisäksi kehon nopein menetelmä muuttaa kemiallinen energia liikkeeksi. (Mero ym. 2004, 100–101) Alaktinen kapasiteetti mahdollistaa täten ihmisen nopean reagoimisen uhkiin ja onkin varmasti useissa tilanteissa edesauttanut ihmislajin selviytymistä näihin päiviin. Nykyään vailla luonnollista vihollista ihminen kaipaa suurta alaktista kapasiteettia lähinnä urheiluun ja vaikka junaan kiirehtiessään.

4.1.3 Hiilihydraatit energianlähteenä

Hiilihydraatit pilkkoutuvat ruuansulatuksessa glukoosiksi. Glukoosimolekyylit matkustavat verenkierrrossa lihasten energiaksi tai varastoituvat maksaan ja lihaksiin glykokeeniksi. Glykokeeni on suurimolekyylinen glukoosin varastomuoto. Sen pilkkoutumista takaisin glukoosiksi kutsutaan glykogenolyysiksi. (Nienstedt ym.1999, 85–86, 341) 80kg painavalla normaalirakenteisella miehellä glykokeenivarastojen koko on yhteensä noin 500g eli noin 2000kJ, joista maksassa sijaitsee noin 20 % ja lihaksissa noin 80 %. (Borg ym. 2004, 18) Molekyyleinä määrä voi olla levänneessä lihaskudoksessa 70–170mmol/kg, joka vastaa energialtaan 200–490kJ. Huippumaratoonarilla pelkkä hiilihydraattien käyttö energianlähteenä riittäisi 1.30–1.45 tunnin yhtämittaiseen juoksuun nykyisillä kilpailunopeuksilla. Muiden energianlähteiden ollessa kuitenkin samalla käynnissä, riittävät hiilihydraattivarastot pidempienkin suoritusten ajalle. Glukoosimolekyylin käyttö uusii ATP-varastoja aluksi ilman happea ja loput hapen kanssa, jos vain happea on verenkierrrossa tarpeeksi tarjolla. Hapeton vaihe on nimeltään glykolyysi. Hapellinen vaihe jakautuu Krebsin sykliin ja oksidatiiviseen fosforylaatioon. (Mero ym. 2004, 97–98, 107)

Anaerobinen glykolyysi on sytoplasmassa eli solulimassa tapahtuva kymmenvaiheinen kemiallinen reaktiosarja, jossa glukoosimolekyylistä tai rasvavarastoista vapautuvasta glyserolimolekyylistä muodostuu 2 ATP-molekyyliä ja kaksi palorypälehappomolekyyliä. Osa palorypälehappomolekyyleistä pääsee välivaiheen kautta mitokondrion sitruunahappokiertoon, joka on toiselta nimeltään Krebsin sykli. Krebsin sykli on suhteellisen hidas ja vaatii happea. Mikäli työteho on kova ja tarvitaan nopeasti lisää ATP-molekyylejä, käynnistyy glykolyysi uudelleen. Happea tai vapaata mitokondriota pitkään odottelemaan joutuvat palorypälehappomolekyylit muuntuvat maitohappomolekyyleiksi. Nämä siirtyvät verenkiertoon ja hajoavat edelleen laktaattimolekyyliksi ja vedyksi. Verenkiertoon vapautuneet vetyionit pienentävät lihaksen pH:ta. Matalan pH:n seurauksena lihaksen energiantuottokyky laskee. Lisäksi happamassa kudoksessa hermoimpulssit etenevät huonommin ja tahdonalainen lihassupistaminen vaikeutuu. (Vuori & Taimela 1999, 31) ”Hapottaa” -ilmiö onkin monelle liikuntaa harrastavalle tuttu

kivulias jäykkyyden lisääntymisen ja hyytymisen tunne. Laktaatilla on vaihtoehtona myöhemmin muuttua takaisin palorypälehapoksi ja sitä kautta lihastyöksi krebsin syklissä tai glukoneogeneesin kautta takaisin glukooksi (Vuori ym. 1999, 31).

Glykolyysin käynnistyminen ja energiantuoton maksimivauhdin saavuttaminen lepotilasta vie useita sekunteja. Tehokkaimmillaan glykolyysistä saadaan ATP-molekyylejä noin 1,2 mmol/kg/s (Mero ym. 2004, 98, 102–103). Kymmenen sekunnin maksimaalisissa suorituksissa hapettoman energiantuoton osuus on 85 %, minuutin suorituksessa 70 %, 2 min suorituksessa 50 %, 5 min suorituksessa 30 %, 10 min suorituksessa 10 %, ja keston kasvaessa 120 minuutin osuus on enää 1 %. Noin ensimmäisen 30 sekunnin aikana mukana on alaktinen kapasiteetti, mutta loput näiden prosentiosuuksien energiasta tulee glykolyysin kautta. (Vuori & Taimela 1999, 31).

Mitokondrioon, joita on lihassoluissa ja maksassa runsaanlaisesti, saapuva palorypälehapo muutetaan asetyylikoentsyymi A:ksi. Tämä molekyyli hajotetaan edelleen Krebsin syklissä hiilidioksidiksi ja vedyksi. (Mero ym. 2004, 99). Samalla latautuu kaksi ATP:a. Syklissä syntyneitä vetyioneja hapettamalla oksidatiivinen fosforylaatio – nimisessä reaktiosarjassa muodostuu 18 ATP:a lisää. Samalla muodostuu vettä. Glukoosimolekyylistä saadaan siis yhteensä 38 ATP- molekyyliä, 2 nopeasti ilman happea ja 36 hitaammin hapen kanssa (McArdle, Katch, & Katch 2006). Hapen kanssa tuotetusta energiasta käytetään nimeä aerobinen energiantuotto ja se on glykolyysiin verrattuna 50–60% hitaampaa tuottaen ATP:a noin 0,4–0,6 mmol/kg/s. (Mero ym. 2004, 98–99, Vuori & Taimela 1999, 31–32) Hapen käyttö liikkumiseen on hyödyllistä, koska yhdestä glukoosimolekyylistä saatavan energian määrä on pelkkään glykolyysiin verrattuna 16 kertaa suurempi, ja samalla vältytään kudosten pH-arvon laskulta. Vastapainoksi energiaa ei ole niin nopeasti ja niin suurella volyymillä käytössä (Mero ym. 2004, 103).

4.1.4 Rasvat energianlähteenä

Rasvojen varastomuoto on nimeltään triglyseridi. 97–98% rasvoista on varastoituneena rasvakudokseen, loput lihaksiin. Rasvojen riittävyys energianlähteenä on noin 50 kertaa suurempi kuin hiilihydraattien. Kuitenkaan energia ei vapaudu kovinkaan nopeasti. Rasvojen osuus työn tekemiseen tarvittavasta energiasta ei siis voi olla kovin suuri, ellei työteho ole matala. Rasvoja käytetään energiaksi koko ajan, mutta kilpailunopeuksilla vasta maratonin mittaisella suorituksella (2-3h) päästään 20 % osuuteen kokonaisenergiantuotosta. 24 tunnin suorituksessa osuus on jo 88 %.

Matalatehoisessa liikunnassa osuus on luonnollisesti jo alusta alkaen suurempi kuin maksimaalisessa kilpaurheilussa. Yhden triglyseridimolekyylin käyttö energiaksi tuottaa 12 kertaa enemmän ATP:tä kuin glukoosimolekyylin käyttö, mutta tuottonopeus on vain 0,2 mmol/kg/s. Lisäksi rasvankäytön tehostuminen tälle tasolle lepotilasta vie joitakin minutteja. (Mero ym. 2004, 98 ja 102–103).

Triglyseridi hajoaa ensin rasvakudoksessa glyseroliksi ja rasvahapoiksi ja ne siirtyvät sitten verenkiertoon. Glyceroli pääsee useimmiten maksaan ja siellä glykolyysin kautta uusimaan ATP-varastoja. Rasvahapot menevät lihaksiin hapettumaan. Siellä tapahtuvassa kemiallisessa reaktiosarjassa nimeltä β -oksidatio rasvahapot pilkkoutuvat asetyylikoentsyymi A:ksi. Asetyylikoentsyymi A pääsee Krebsin sykliin, joka esiteltiin kohdassa 4.1.3. (McArdle ym. 2006)

4.1.5 Proteiinit energianlähteinä

Proteiinit koostuvat aminohapoista, jotka ovat pääasiassa kehon kudosten rakennusaineita. Niiden muokkaaminen asetyylikoentsyymiksi ja edelleen hyödyntäminen energiaksi Krebsin syklistä on kuitenkin mahdollista. Levossa 2-3 % energiasta tulee proteiineista. Pahimmillaan osuus voi nousta jopa 15 %:iin, kun kuormitusta jatketaan glukoosin loputtua. Lihaskudoksen pilkkomista energiaksi kutsutaan kataboliaksi ja eikä se ole urheilijalle useinkaan hyödyllistä. Hiilihydraattien nauttiminen pitkän suorituksen aikana on hyvä tapaa säästää proteiinivarastoja. (Mero ym. 2004, 100)

4.2 Hengityselimistön toiminta kuormituksessa

Hengityselimistö sisältää keuhkot, hengitystiet ja hengityslihakset. Tämä kokonaisuus vastaa keuhkotuuletuksesta eli ventilaatiosta ja kaasujen(hiilidioksidi ja happi) vaihdosta veren ja keuhkojen välillä. (Mero ym. 2004, 73–74)

Hengityksellä tarkoitetaan kaikkia edellä mainittuja toimintoja ja siihen kuuluu myös soluhengitys. Soluhengityksellä tarkoitetaan hiilidioksidien ja hapen siirtymistä solun ja kudoksen välillä. (Nienstedt ym.1999, 259)

4.2.1 Keuhkotuuletus

Keuhkotuuletuksen eli ventilaation synnyttämiseksi keuhkoihin synnytetään alipainetta rintakehää nostamalla ja pallean muodostamaa holvia mataloittamalla. Työn tekevät sisäänhengityslihakset, paine-ero on suuruudeltaan 1-3mmHg. Ilma virtaa keuhkorakkuloihin eli alveoleihin fysiikan lakien mukaisesti matalampaa painetta kohti. Kuormituksessa ilmaa otetaan usein sekä suun, että nenän kautta. Matkalla se menee nielun, kurkunpään, keuhkoputken ja siitä haarautuvien pienempien putkien läpi. Pallean noustessa ja rintakehän laskeutuessa paine keuhkoissa kasvaa, ja ilma alkaa virrata ulos. Levossa uloshengitysvaihe on passiivinen, mutta kuormituksessa töitä tekevät uloshengityslihakset, jotka supistumalla painavat rintakehän tilavuutta pienemmäksi. Levossa hengitystiheys eli hengitysfrekvenssi on noin 12–14 kertaa ulos ja sisään minuutissa. Yhdellä hengenvedolla otetaan levossa noin 500ml ilmaa(normaali hengitystilavuus), joten minuuttitilavuus on levossa noin 6-7 litraa. Keuhkoputken tilavuus, eli kuollut tila, on keskikokoisella ihmisellä noin 150ml. Puolenlitran sisäänhengityksestä alveoleihin pääsee siis noin 350 millilitran osuus. Tämän osuuden minuutin kertymää kutsutaan keuhkorakkuloiden tuuletukseksi. Jos ventilaatio on lähellä kuollutta tilaa, keuhkorakkuloissa oleva ilma ei juuri vaihdu ulkoilman kanssa. (Nienstedt ym.1999, 272–276)

Kuormituksessa nuori terve mies voi yhdellä hengenvedolla ottaa ilmaa sisään jopa 3000 millilitraa enemmän kuin levossa(sisäänhengityksen varatila).

Uloshengityksellä nuori terve mies saa halutessaan keuhkonsa noin 1000

millilitraa tyhjemmäksi kuin mitä se tyhjenee passiivisesti (ulohengityksen varatila). Keuhkoihin jää silti ilmaa noin 1500 millilitraa (jäännöstilavuus). Keuhkojen kokonaiskapasiteettia laskettaessa lisätään toisiinsa jäännöstilavuus, sisäänhengityksen varatila, ulohengityksen varatila ja normaalihengitystilavuus. Eli nuorella terveellä miehellä keskimäärin: $1500\text{ml} + 3000\text{ml} + 1000\text{ml} + 500\text{ml} = 6000\text{ml}$. Vitaalikapasiteettia laskettaessa ei huomioida jäännöstilavuutta, eli nuorella miehellä se on arviolta 4500ml. Arvot ovat keskimääräisiä ja yksilöiden erot voivat olla suuria, ja naisen arvot ovat säännöstään 20–25% pienemmät. (Nienstedt ym. 1999, 276) Minuuttitulavuus kasvaa kuormituksen mukana ja kehittyy suorassa suhteessa energiantarpeen kanssa. Kevyellä kuormalla kasvaa hengitystilavuus ja kovemalla kuormalla kasvaa myös hengitysfrekvenssi. Yleistäen voidaan sanoa, että terveellä ihmisellä keuhkotuuletus pysyy mukana kuormituksen kasvaessa. Se ei siis useimmissa tapauksissa rajoita urheilusuoritusta. Suuren ventilaation tuottaminen vie sekin energiaa ja on jopa 15 % suorituksen kokonaisenergiankulutuksesta. (Mero ym. 2004, 74–77)

4.2.2 Kaasujen vaihto

Happea siirtyy sisäänhengitysilmaasta verenkiertoon ja samalla hiilidioksidia poistuu verenkierrasta ulohengitysilmaan. Tämä kaasujen vaihto tapahtuu keuhkorakkuloissa eli alveoleissa. Alveoleja on keuhkoissa arviolta noin 300 miljoonaa ja niiden ohuiden seinämäkalvojen läpi kaasut siirtyvät ulos tai sisään. Alveolin seinämäkalvo on kohdittain yhtynyt keuhkon hiusverisuonten seinämäkalvoon. Näiden yhtymäkohtien läpi tapahtuvaa kaasujen siirtymistä nimitetään diffuusioksi. Alveolien seinämien pinta-ala on noin $70\text{--}100\text{m}^2$. Tälle alueelle on levossa levittäytyneenä noin 100ml verta koko ajan. Levossa verisolulla on noin sekunti aikaa viipyä keuhkoissa. Rasituksessa verta virtaa nopeammin ja aika lyhenee. Lyhytkin aika riittää, joten diffuusio ei pääsääntöisesti tapahtumana ole hapen saantia tai suoritusta rajoittava tekijä. (Mero ym. 2004, 78-79)

Kaasujen vaihdon mahdollistaa osapaineiden ero. Osapaine on tietyn kaasun muodostama osuus kokonaispaineesta. Merenpinnassa kokonaispaine on noin

760mmHg sekä ulkoilmassa että keuhkoissa. Osapaine-erot pyrkivät tasoittumaan, kun kaasuseos on kontaktissa toisen aineen kanssa. Hapen osapaine ulkoilmassa on 159mmHg ja hiilidioksidin 0,3mmHg. Sisäänhengityksellä ulkoilma sekoittuu keuhkoissa jo olevan ilman kanssa, ja tässä kaasuseoksessa happi aiheuttaa kokonaispaineesta noin 100mmHg ja hiilidioksidi noin 40mmHg. Vesihöyry, jonka osapaine on keuhkoissa noin 47mmHg ja ulkoilmassa vähäinen, aiheuttaa osaltaan erot ulkoilmaan. Suurempi syy on kuitenkin ennen sisäänhengitystä tapahtunut kaasujen vaihto keuhkoilman ja veren välillä. Laskimoveressä hapen osapaine on levossa noin 40mmHg ja kuormituksessa matalampi. Hiilidioksidin osapaine on levossa 45mmHg kuormituksessa korkeampi. Osapaine-erot keuhkojen kaasun ja verenkierron välillä tasoittuvat kovassakin rasituksessa, ja keuhkoista lähtiessään veren hapen osapaine on lähes aina 100mmHg ja hiilidioksidin 40mmHg. (Nienstedt ym.1999, 278–280) Kuormituksessa muuttuneet laskimoveren osapaine-erot stimuloivat hengityksen säätelyjärjestelmiä niin, että ventilaatio kasvaa. (Mero ym. 2004, 78-79)

4.2.3 Hengitysosamäärä

Suurin osa keuhkojen keräämästä happikaasusta(O_2)* yhtyy kehossa hiilen(C)* kanssa ja syntyy hiilidioksidikaasua(CO_2)*ja energiaa. Hiilidioksidia poistuu verestä keuhkojen kautta, mutta poistuva hiilioksidi ei vastaa määrältään kerätyn hapen määrää. Syynä on energiaravintoaineissa oleva vety(H)*. Happi yhtyy myös vetyyn ja tuotteena on vesi(H_2O)*, joka poistuu suurimmaksi osaksi muita reittejä pitkin. Hiilihydraateissa ei ole vetyä, ja niiden käyttö energianlähteenä palauttaa kaiken hapen uloshengityksen kautta hiilidioksidina. Hengitysosamäärä on silloin 1,0. Pelkästään rasvoja, joissa on paljon vetyä, poltettaessa palautuu hapesta uloshengitykseen 70 % hiilidioksidina. Hengitysosamäärä on silloin 0,7. Yleensä arvo on tältä väliltä. (Nienstedt ym.1999, 286, *merkityt MAOL 1991,142,154,156)

4.3 Sydän ja verenkierto kuormituksessa

Verenkiertoelimistö sisältää sydämen, veren ja verisuonet. Tämä kokonaisuus vastaa veren kierrättämisestä kudosten, keuhkojen ja sydämen välillä. (Mero ym. 2004, 73–74) Verenkiertoelimistö on umpinainen putkisto, jossa liikkeen verelle tuottaa sydän pumppumaisella työskentelyllään. Verenkierto on kuljetusjärjestelmä, jossa kuljetettavana on muun muassa happea, hiilidioksidia, kuona-aineita, ravintoaineita ja hormonaalisia viestejä. Kuljetuksen lisäksi verenkiertoelimistö tasoittaa kehon osien lämpötilaa, nestepitoisuuksia ja happamuuseroja. Verisuonisto on yhteydessä kehon kaikkiin soluihin. Solujen toiminta on aina riippuvainen verenkiertoelimistön kunnosta. (Nienstedt ym. 1999, 185-186)

Putkiston osia, joissa veri liikkuu sydäimestä pois päin, kutsutaan valtimoiksi. Sydäntä kohti virratessaan veri on laskimossa. Sydän pumppaa kahdella puoliskollaan verta kahteen kokonaisuuteen, isoon verenkiertoon ja pieneen verenkiertoon. Iso verenkierto kierrättää verta kudoksissa, joissa tarvitaan hapekasta verta ja veressä olevia ainesosia. Pieni verenkierto kierrättää verta keuhkoissa, jotta verestä poistuisi hiilidioksidia ja tilalle tulisi happea. Molemmissa verenkiertoissa verisuonet jakautuvat useaan kertaan ja kapenevat samalla. Kapeimmat suonet ovat hiussuonia ja toiselta nimeltään kapillaareja. Hiussuonia on paljon, jopa miljoonia. Ne ovat noin 1 mm pitkiä ja 0,5 µm paksuja. Veren punasolut joutuvat litistymään hieman mahtuakseen kulkemaan suonten läpi. Punasolut viipyvät hiussuonessa levon aikana noin sekunnin, kuormituksessa aika vähenee. Noin 5 % verestä on kerrallaan hiusverisuonissa vaikka kehon kaikki veri mahtuisi kerralla vain osaan toisen jalan hiusverisuonista. Osaltaan syynä on suoniston jatkuva supistustila eli tonus. Toisaalta syynä on se, että osa hiusverisuonista on suljettuna, esimerkiksi levossa olevan lihaksen lähes kaikki kapillaarit ovat kiinni. Kuormituksessa taas sisäelinten verenkierto vähenee samalla kun työskentelevien lihasten lisääntyy. Levossa lihaksiin menee 15 % minuuttitilavuudesta, kovassa työssä 80–90%. (Nienstedt ym. 1999, 185-186, Mero ym. 2004, 80-91)

Veren kyky kuljettaa happea riippuu hemoglobiinin määrästä. Happi sitoutuu pääosin verisolujen hemoglobiiniin. Hapenkuljetuskyky on keskimäärin 16–24 ml/100ml verta. Kuormituksesta riippumatta suuren verenkierron valtimoveressä on sitoutuneena noin 98 % maksimi määrästä happea. 2 % puute selittyy sillä, että kaikki veri ei kierrä alveolien läheltä. Lihaksiin ja muihin kudoksiin jää hapesta tarvittava määrä. Levossa tarvittava määrä on noin neljännes ja maksimaalisessa kuormituksessa lähes kaikki. (Nienstedt ym.1999, 280-283)

4.3.1 Sykkeen nousu

Sydämen pumppausliikkeiden eli supistusten määrä minuutissa on syketaajuus eli sykefrekvenssi(myöhemmin pelkkä syke). Levossa syke on terveellä 60–80, kestävyysurheilijalla jopa alle 35. Maksimisyke, jota nopeammin sydän ei pysty supistumaan, on nuorilla noin 200, ja se laskee vanhetessa. Verenkierron säätelyyn ja sitä kautta sykkeeseen vaikuttaa muun muassa hiilidioksidin, kaliumin, adrenaliinin, maitohapon ja hapen määrä veressä sekä kudosten happamuus ja kehon lämpötilan muutokset. Myös hermosto säätelee verenkiertoa suoraan ja pelkkä liikkumisen ajattelukin nostaa sykettä. (Mero ym. 2004, 82-90)

Iskutilavuudeksi kutsutaan verimäärää, joka lähtee yhdellä pumppauksella liikkeelle. Minuuttitulavuudeksi kutsutaan yhden sydänpuoliskon kautta kulkeva verimäärää minuutissa(iskutilavuus x syke= minuuttitulavuus). Aikuisen minuuttitulavuus on levossa noin 5 litraa eli saman verran kuin verta yhteensä koko kehossa. Kuormituksessa minuuttitulavuus voi nousta yli 25 litraan/min. Kuormituksen kasvaessa minuuttitulavuutta kasvattaa hyväkuntoisella ensin iskutilavuuden kasvu ja sen jälkeen sykkeen nousu. Huonokuntoisella kasvaa pääasiassa syke. Maksimiminuuttitulavuus vaikuttaa kudosten hapensaantinopeuteen ja se on eniten maksimaalista suoritusta rajoittava tekijä. Työn kuormittavuus lisää hapen tarvetta ja minuuttitulavuus kasvaa suorassa suhteessa hapenkulutuksen kanssa. Sykettä seuraamalla voidaan siis luotettavasti arvioida työn kuormittavuutta. (Nienstedt ym.1999, 185–186,194)

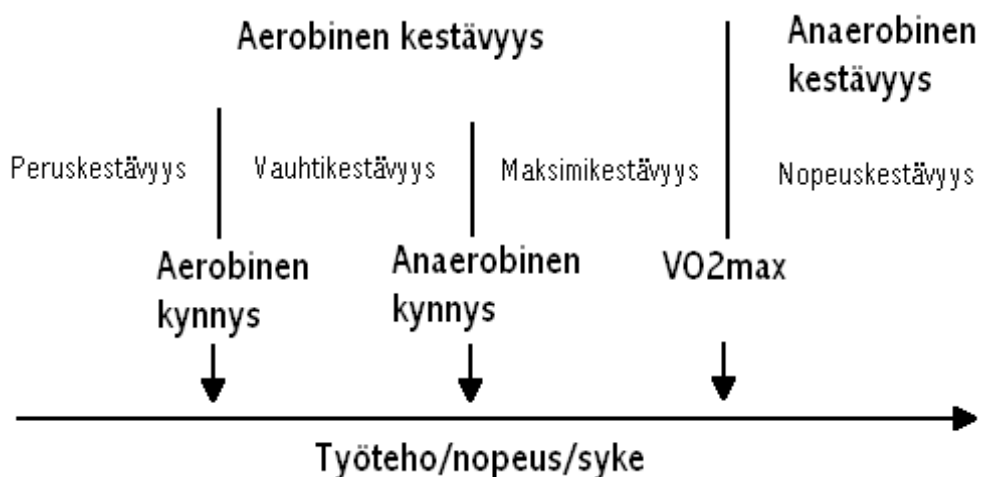
4.3.2 Veren koostumuksen muutokset

Normaali veren pH on levossa 7,4 ja lihaksien 7,0. Glykolyysin tuotteet palorypälehapot voivat pilkkoutumalla laktaatiksi ja vetyioniksi laskea veren pH:n 6,9:ään ja lihasten 6,4:ään. Tila on elimistön toimintoja hankaloittava ja se korjaantuu muun muassa keuhkotuuletuksella, kemiallisilla puskuroinneilla ja munuaistoiminnalla. (Mero ym. 2004, 116-119)

Laktaatin määrä veressä voidaan mitata sormenpään verinäytteestä ja tulos antaa viitettä energia-aineenvaihdunnan tilasta. Levossa arvo on noin 2mmol/l. Suorituksessa, jossa laktaatin poistomekanismit ovat tasapainossa tuottomekanismien kanssa, arvo asettuu välille 1-4mmol/l. Jos arvo nousee yli 4mmol/l, voidaan arvioida, että hengityksestä saatava happi ei riitä suorituksessa tarvittavien krebsin syklien toteuttamiseen. Yksilölliset erot raja-arvossa vaihtelevat. (Vuori & Taimela 1999, 52-56, Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2004, 52) Soudussa, jossa työskentelee suuri määrä lihaksia kovalla teholla, on mitattu jopa 30mmol/l laktaattipitoisuuksia (Mero ym. 2004, 101).

4.4 Kestävyys ja energiantuottokynnykset

Kestävyysominaisuus kertoo kyvystä vastustaa väsymystä eli kyvystä ylläpitää motorista toimintaa tai työskentelyä pitkäaikaisesti. Oleellisena osana kestävyyttä on kyky tuottaa energiaa motorisille yksiköille. Työtehon kasvaessa energian tarve kasvaa. Syke kasvaa samalla suorassa suhteessa. Henkilön kestävyysominaisuus jakautuu suomalaisessa kestävyysurheiluvalmennuksessa yleisen käytännön mukaan energia-aineenvaihdunnallisilla perusteilla. Jako neljään eri kestävyuden osa-alueeseen on siis jokaisella ihmisellä yksilöllinen. Alueet ovat peruskestävyys, vauhtikestävyys, maksimikestävyys ja nopeuskestävyys. Peruskestävyysalueen ja vauhtikestävyysalueen rajaa kutsutaan aerobiseksi kynnykseksi. Vauhtikestävyysalueen ja maksimikestävyysalueen välistä rajaa kutsutaan anaerobiseksi kynnykseksi. (Keskinen ym. 2004, 51) Kuvassa 2 on kestävyuden osa-alueiden järjestys työtehon kasvaessa.



KUVA 2. Kestävyyden eri osaalueet (Keskinen ym. 2004, 51)

4.4.1 Peruskestävyys

Peruskestävyys tai aerobinen peruskestävyys -alueella liikutaan yleisesti sykkeen ollessa 70 % maksimisykkeestä tai alle. Energiaa tuotetaan pääasiassa hapetta hyödyntäen. Energianlähteinä rasva korostuu ja käyttöön otetut hiilihydraatit ehditään polttamaan loppuun asti. Vähäinen syntyvä laktaatti ehditään poistamaan nopeasti. Tällä kestävyiden alueella laktaattia ei esiinnykään veressä enempää kuin levossa. Harjoittelu tällä alueella kasvattaa sydämen kokoa, lisää lihasten hiusverisuonien määrää ja totuttaa liikuntaelimet pitkäkestoisiin suorituksiin. Hyvä peruskestävyys on yhteydessä palautumiskykyyn kovemmista harjoituksista. (Mero ym. 2004, 335-337)

4.4.2 Aerobinen energiantuottokynnys

Aerobinen kynnys määritellään yleisesti Suomessa siihen työskentelytehoon, jossa energiantuotto aiheuttaa laktaattipitoisuuden nousun ensikertaa lepotason yläpuolelle. Ventilaation epälineaarinen ensimmäinen nousu ajoittuu yleensä samaan kohtaan. Selvennykseksi sanottakoon, että aerobinen kynnys ei ole se kuormituksen kohta, jossa laktaattia tuotetaan ensikertaa enemmän kuin levossa, vaan se kuormituksen kohta, jossa laktaattiarvo pysyy ensikertaa lepotason yllä

poistomekanismeista huolimatta. Kynnys ilmoitetaan useimmiten työskentelytehoa vastaavana sykearvona. (Keskinen ym. 2004, 52) Se on useimmiten ihmisillä lähellä 70 %:tia maksimisykkeestä. Kynnykselle annettu nimi on jossain määrin harhaanjohtava, sillä energiaa tuotetaan hapettomasti ja hapen avulla molemmin puolin kynnystä. (Vuori & Taimela 1999, 52-54). Kynnyksen selvittäminen onnistuu suorituksessa, jossa vastusta kasvatetaan tasaisesti samalla sykettä, hengitystä ja laktaattiarvoja seuraten. (Keskinen ym. 2004, 64)

4.4.3 Vauhtikestävyys

Suoritustehon ollessa aerobisen kynnyksen yläpuolella veren laktaattipitoisuus nousee kuormituksen mukana lineaarisesti johonkin kuormitustasoon asti. Tällöin liikutaan vauhtikestävyysalueella, joka on energiantuottokynnysten välissä. Laktaattia on veressä lepotasoa enemmän, mutta sitä ei kerry lisää, kun suoritustehoa pidetään samana. Rasvojen osuus energianlähteenä on alle 30%. Useimmilla vauhtikestävyuden sykealue on 65–90% maksimisykkeestä ja laktaattipitoisuudet nousevat 3-5mmol/l. (Mero ym. 2004, 338-339)

4.4.4 Anaerobinen energiantuottokynnys

Kun laktaattipitoisuus nousee jatkuvasti, kuormituksen pysyessä samana, ollaan jo maksimikestävyysalueella ja ohitettu anaerobinen kynnys. Anaerobinen kynnys ilmoitetaan yleensä sykearvona ja se kuvaa yleisen suomalaisen tavan mukaan suurinta työtehoa, jolla työskennellessä laktaatin määrä veressä ei vielä kasva koko suorituksen ajan. Samaan kohtaan ajoittuu ventilaation epälineaarinen toinen nousukohta ja kohta, jonka jälkeen ventilaatio kasvaa hapenkulutusta ja hiilidioksidin tuottoa nopeammin. (Keskinen ym. 2004, 52) Joissain maissa on tapana sijoittaa kynnys suoraan kohtaan, jossa laktaatit nousevat yli 4mmol/l. (Vuori & Taimela 1999, 54)

Anaerobinen kynnys on siis se sykelukku, jolla maitohappoa alkaa tulla lihaksiin niin nopeasti, ettei urheilija enää kykene sitä poistamaan samaa tahtia, ja uupumus on ennemmin tai myöhemmin edessä. Tunnin työskentely mahdollisimman kovaa antaa keskisykkeeksi arvion anaerobisesta kynnyksestä. (Mero ym. 2004, 360)

4.4.5 Maksimikestävyys

Maksimikestävyys on suoritustehoalue anaerobisen kynnyksen ja maksimaalisen tehon välillä. Maksimaaliseen suorituskyykyyn vaikuttaa maksimaalinen hapenotto-kyky (VO_2max), taloudellisuus ja motoristen yksiköiden toimintakyky. Hyvässä maksimikestävyysharjoitteessa laktaatit nousevat 5-9mmol/l ja suoritusteho on 90-95% maksimista. (Mero ym 2004, 101, 343)

4.4.6 Maksimaalinen hapenotto-kyky VO_2max

Maksimaalinen hapenotto-kyky (VO_2max) on aerobisen energiantuottokoneiston maksimiteho. Se on ominaisuus, jossa yhdistyvät kaikkien happea sisäänottavien, välittävien, kuljettavien ja käyttävien kudosten ja elinten toimintakyky. Kunnan kehittymistä seurataan helposti seuraamalla VO_2max -kehittymistä. VO_2max selviää kuormittamalla suurta määrää lihaksia tehoa koko ajan lisäten ja katsomalla kuinka kauan hengitys- ja verenkiertoelimistö pystyy suoriutumaan haasteesta. Väsähtämistä ennen mitattu korkein hapenkulutus on VO_2max . (Keskinen ym. 2004, 65-66, Mero ym. 2004, 358-359) Se on siis toisin sanoen maksimaalinen hapenkulutus aikayksikköä kohti suorituksessa, jossa työskentelevät suuret lihasryhmät progressiivisesti nousevassa kuormituksessa väsähtämiseen asti. VO_2max ilmoitetaan yleensä litroina minuutissa (l/min), ja se voidaan laskea hengityskaasuista seuraavalla kaavalla:

$$VO_2max = (\text{sisään hengitetyn ilman tilavuus} \cdot \text{sisään hengitetyn ilman happipitoisuus}) - (\text{ulos hengitetyn ilman tilavuus} \cdot \text{ulos hengitetyn ilman happipitoisuus})$$

VO_2max voidaan ilmoittaa lisäksi suhteutettuna kehon koko painoon tai osaan sen

painosta, jolloin tulos muutetaan usein millilitroiksi (ml/min/kg) tai (ml/min/kg^{2/3}). (Keskinen ym. 2004, 52-53)

4.4.7 Nopeuskestävyys

Nopeuskestävyys on kestävyuden alalaji, joskin se yhdistää myös voimaa, nopeutta ja lajitekniikkaa. Se on siis fyysisten perusominaisuuksien ja tekniikan yhdistelmä ja sen merkitys on suurimmillaan 10–90 sekunnin suorituksissa. Varsinkin suorituksissa, joissa energiantuotto on pääasiassa anaerobista. Anaerobinen teho, anaerobinen kapasiteetti, anaerobinen taloudellisuus, laktaattien poisto, puskurointikyky, väsymyksen sietokyky ja hermo- lihasjärjestelmän suorituskyky ovat harjoituksilla kehitettäviä osa-alueita. (Mero ym. 2004, 315-316)

Anaerobinen teho kuvaa energiantuoton nopeutta KP:sta ja anaerobisen glykolyysin avulla. Anaerobinen kapasiteetti kuvaa kuinka pitkään anaerobinen energiantuotto riittää maksimaalisessa suorituksessa. Anaerobinen taloudellisuus kuvaa tekniikan taloudellisuutta anaerobisessa suorituksessa. Sitä on vaikea mitata, mutta sen kehittymistä voi seurata vakiosuorituksen jälkeisistä laktaattipitoisuuksista. Laskenut pitoisuus kertoo taloudellisuuden parantumisesta. Puskurointikyvyllä tarkoitetaan veren ja elimistön kykyä sitoa maitohaposta vapautuvia vetyioneja. Puskurointi estää pH:n laskua kuormituksessa ja kasvattaa näin anaerobista kapasiteettia. Laktaattien poistokyky kuvaa elimistön laktaatin poistonopeutta. Väsymyksen sietokyky kuvaa osittain urheilijan tahdonvoimaa ja motivaatiota jatkaa epämiellyttävältä tuntuisesta olostä ja kivusta huolimatta. Osittain se kuvaa hermo-lihasjärjestelmän fysiologista uupumisnopeutta. (Mero ym. 2004, 100-105, 115-119, 122)

4.4.8 Nopeuskestävyyden harjoittelu

Nopeuskestävyys on aina lajisidonnaista eli harjoittelu on syytä tehdä lajinomaisesti. Nopeuskestävyyden osa-alueiden painotustarpeesta riippuen

harjoitus on: *määräintervalli-, tehointervalli-, submaksimaalinen maitohapollinen nopeuskestävyys-, maksimaalinen maitohapollinen nopeuskestävyys- tai maitohapoton nopeuskestävyys*harjoitus. Taulukossa 1 on esitelty nopeuskestävyysharjoittelun jaottelua keston, palautusten, tehojen, toistojen, laktaattien ja harjoitusvaikutuksen osalta. Taulukosta voidaan nähdä, että määräintervallissa suorituksen kesto on pidempi, mutta intensiteetti matalampi. Maksimaalisen maitohapolliseen nopeuskestävyyteen edettäessä asia on kääntynyt toisinpäin. Maitohapottomassa harjoittelussa suoritus aika on lyhyin, mutta intensiteetti on submaksimaalisella tasolla. (Mero ym. 2004, 315-321)

TAULUKKO 2. Nopeuskestävyysharjoittelun jaottelu (Mero ym. 2004, 316)

NK	MÄÄRÄ INTERVALLIT	TEHO INTERVALLIT	SUBMAX NOPEUS- KESTÄVYYS	MAKSIMAALINEN NOPEUS- KESTÄVYYS	MAITOHAPOTON NOPEUS KESTÄVYYS
SUORITUKSEN KESTO	15-180s	15-120s	10-90s	10-30s	6-10s
TOISTOPALAUTUS	0,5-3 min	2-5 min	2-8 min	6-60min	2-8 min
SARJAPALAUTUS	3-6 min	4-10 min	8-20 min	täydellinen	6-10 min
TEHOALUE	50-75%	75-85%	85-95%	95-100%	85-95%
MÄÄRÄ/ HARJOITUS	5-30 kpl	5-20 kpl	3-10 kpl	2-6 kpl	5-20 kpl
LAKTAATTI PITOISUUS	4-9 mmol/l	7-12 mmol	>12 mmol/l	max	7-12 mmoll
PÄÄASIALLINEN HARJOITUS VAIKUTUS	anaerobinen taloudel- lisuus, laktaatin poisto	anaerobinen taloudel- lisuus, laktaatin poisto	anaerobinen kapasiteetti, puskurointi- kyky, väsymyksen sietokyky	anaerobinen teho ja kapasiteetti, hermo-lihas- järjestelmän suorituskyky	anaerobinen teho, alaktinen kapasiteetti, hermo-lihas- järjestelmän suorituskyky

Nopeuskestävyysharjoittelun rasituksen arvioinnissa käytettävät mittarit ovat aika (kun tiedetään suorituksen maksiminopeus), syke(yli 60 sekunnin suoritukset) ja laktaatit. Tekniikan hajoaminen ja rentouden puute ovat tärkeitä havaittavia asioita ja kertovat liian kovasta tehosta. Myös urheilijan oma tuntemus väsymisestä ja hapoista voivat kokeneella harjoittelijalla toimia luotettavana mittarina.

Mittarien käyttökelpoisuus eri nopeuskestävyyden osa-alueilla painottuu hieman eri tavalla. Määräintervalli suorituksessa palautumissyke on hyvä mittari, samoin laktaatit. Tehointervallisuorituksessa urheilijan oma tuntemus väsymisestä ja havainnot tekniikasta ja rentoudesta ovat hyviä, samoin ajan käyttö.

Submaksimaalisen suorituksen aikana on tärkeätä seurata tekniikkaa. Myös aikaa voi seurata. Maksimaalisessa suorituksessa tehon arviointi on parasta tehdä tekniikkaa ja suoritusaikaa tarkkailemalla. Maitohapotonta nopeuskestävyysuoritusta arviotaessa kannattaa käyttää laktaatteja ja aikaa. (Mero ym. 2004, 318-321, 324)

5 TUTKIMUSONGELMAT

Varsinaiset tutkimusongelmat:

- Mitkä energiantuottotavat ovat sentaino hokei -kilpailusuoritukselle tärkeitä?
- Minkä tyyppiseen kestävyys harjoitteluun sentaino hokei kilpailusuoritus soveltuu parhaiten?

Toissijaiset tutkimusongelmat:

- Mikä on sentaino hokein suoritus aika?
- Kuinka korkeat ovat verenkierron laktaattiarvot suorituksen jälkeen?
- Miten syke käyttäytyy suorituksen aikana energiantuottokynnyksiin nähden?
- Miten happea kuluu suorituksen aikana maksimaaliseen hapenottokykyyn nähden?

5.1 Tutkimusongelmien perustelut

Alkeiskurssien opettajana olen havainnut, että aloittelijalla väsymys rikkoo hokein muotoa viimeistään suorituksen loppupuolella. Tasapaino horjuu, asennot nousevat pystymmiksi ja tekniikoiden liikeradat vääristyvät ja hidastuvat. Näyttää jopa siltä, että hokein tekijä olisi ottelua ajatellen helppo vastus. Kurssien aikana ei ehditä saavuttaa vaadittavia ominaisuustasoja taistelunomaista hokeita varten. Se ei ole ollut kurssien tavoitekaan, mutta olen havainnut myös, että hokeit ovat useille pidempäänkin harrastaneelle liian raskas suoritus tehtäväksi hyvällä tekniikalla ja taistelunomaisella nopeudella ja rytmillä loppuun saakka. Täydellisen muodon saavuttamisesta kiinnostuneena aloin pohtia, mitkä ovat taidokalta vaadittavat ominaisuustasot. Huomasin kysymyksen olevan laaja, jos haluaa vastauksen koko taidouraa varten. Rajasin aihetta käytettävissä olevien tutkimusmenetelmien mukaan. Käytössäni oli Lahden ammattikorkeakoulun testitila, jossa oli mahdollisuus selvittää energiantuottokynnykset ja mitata hengityskaasuja sekä välineet sykkeen ja veren laktaattien mittaamiseen. Oma

osaamiseni näiden laitteiden käytössä oli myös arvioni mukaan riittävä. Valitsin tutkittavaksi ominaisuudeksi kestävyuden. Päädyin rajaamaan tutkimustani yhteen hokeihin sillä ottelun vauhti ja kontaktit loisivat mittauslaitteille lisävaatimuksia. Perustelut sentaino hokein valitsemiselle olivat sen tuttuus minulle, sen tunnettuus yleisesti taidokoiden keskuudessa ja sen sisältämät liikkeet. Liikkeet vaikuttivat valintaan, koska ne ovat sentaino hokeissa sellaisia, etteivät ne arvioni mukaan vaikeudu tai esty mittauslaitteiden ollessa kytkettynä.

Tutkimukseen innoitti osaltaan Mikko Mönkkösen ammattivalmentajatutkinnolla tekemä taidon lajiansalyysi. Kilpailuhokeista siinä on analysoitu tarkemmin tentaino hokeita. Lajiansalyysi ei perustu tutkimukseen vaan asijantuntijuuteen. Muuta suomenkielistä ammattimaista valmennusmateriaalia taidosta ei löytynyt. Pidän tutkittavaa suoritusta mielenkiintoisena ja tutkimisen arvoisena, sillä se oli ennakoarvioiden mukaan noin kaksi minuuttia pitkä. Sitä ei kestävyysominaisuusvaatimuksiltaan voi luokitella selvästi anaerobiseksi suoritukseksi, joka yleisesti määritellään 10-90sekunnin kestoiseksi kovatehoiseksi suoritukseksi. (Mero ym. 2004, 315) Se on kuitenkin niin lähellä anaerobista suoritusta, ettei sitä voi suoraan keston perusteella kutsua aerobiseksi kestävyysuorituksikään. Keston lisäksi täytyi siis selvittää muutoksia kehossa, jotta selviää suorituksen energiantuottotavat.

Suorituksen energiantuottovaatimusten tietäminen auttaa valitsemaan sopivia harjoitteita kilpailuihin valmistauduttaessa. Taidon hokei kilpailusuoritukset ovat tuomaroitavia suorituksia. Suoritus on parempi, jos väsymys ei näy päällepäin ja kilpailija pystyy säilyttämään taistelunomaisen nopeuden ja rytmin loppuun saakka. Lisäksi keskittyminen tuomaroitaviin kohtiin ja puhtaaseen tekniikkaan lienee helpompaa, jos kilpailijan energiantuotanto pysyy hyvin mukana. Vaikka ei kilpailisikaan, on hokein tarkoitus olla tekijälleen taistelu elämästä ja kuolemasta. Voidaan siis väittää, että taidokalle on yleisesti etua, jos kestävyysominaisuus selviytyy hokein kuormituksesta helposti.

Lisäperusteluna tutkimukselle oli aineiston kerääminen kattavaa lajiansalyysiä varten ja arvio siitä, että tulosten perusteella kokonaisen kilpailupäivän tutkimusmenetelmät olisi helpompi valita.

5.2 Tutkimuksen esioletukset

Esioletuksena oli, että tutkimus osoittaa sentaino hokei -kilpailusuorituksen olevan intensiteetiltään niin kova, että energiaa tuotetaan paljon anaerobisesti ja laktaatit nousevat lepotason yläpuolelle. Kilpailua simuloivassa tilanteessa SM-tason taidokalle sentaino hokei on joko maksimikestävyys- tai nopeuskestävyysuoritus. Hokein kesto on noin kaksi minuuttia.

6 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimuksen oleelliset vaiheet olivat koehenkilöiden ominaisuuksien selvittäminen, keskeisten muuttujien mittaaminen ja aineiston analysointi. Keskeisiä muuttujia olivat suoritus aika, suorituksen aikainen syke ja hapenkulutus sekä veren laktaattiarvot suorituksen jälkeen. Koehenkilöillä oli kaksi mittauspäivää. Ensimmäisenä päivänä mitattiin suorituksen kesto, sykettä ja laktaatteja. Toisena mittauspäivänä mitattiin hengityskaasuja ja selvitettiin koehenkilöiden ominaisuuksia.



Kuva 3. Koehenkilö tutustuu hengittämiseen maskin kanssa.

6.1 Kohderyhmä

Tutkimuksen perusjoukkona on aktiivisesti kilpailevat SM-tason miestaidokat. Koehenkilöinä toimivat Taidoliiton valmennusryhmän miehet. Ryhmään valikoidutaan menestymällä Cup- ja SM-kilpailuissa. Koehenkilöitä oli yhteensä seitsemän ja heillä kaikilla oli musta tai ruskea vyö. Kaikki osallistuivat ensimmäiseen mittauspäivään. Koehenkilöistä kuusi osallistui toiseen mittauspäivään. Heiltä mitatut perustiedot on esitelty taulukossa 3. Taulukossa 4 on esitelty koehenkilöiltä polkupyöraergometrillä mitatut ominaisuudet. Koehenkilöiden iät mittaushetkellä olivat 17–25, keskiarvo 21,7.

TAULUKKO 3. Koehenkilöiden ominaisuuksia

KOEHLÖ.	PITUUS (cm)	PAINO (kg)	RASVATON PAINO (kg)	RASVA PROSENTTI	LIHASSMASSAA (kg)	PAINO- INDEKSI
1	174	75,5	64,8	14,2	36,8	26
2						
3	164	60	53,2	11,3	30	22
4	176	78,6	63,3	19,4	36,1	25
5	168	65,7	56,4	14,1	31,9	23
6	168	65,4	56,3	13,9	32,1	23
7	176	80	68,6	14,3	37,7	26
KESKIARVOT						
	171	70,9	60,4	14,5	34,1	24,2

TAULUKKO 4. Koehenkilöiden hapenottokyvyt ja energiantuottokyvyt

KOEHLÖ.	VO ₂ MAX/kg	AEROBINEN KYNYS	ANAEROBINEN KYNYS	MAKSIMI SYKE
1				
2				
3	45,9	135	166	199
4	43,8	135	166	190
5		134	166	188
6	50,1	134	167	201
7	46,7	135	163	190
KESKIARVOT				
	46,625	134,6	165,6	193,6
KESKIHAJONNAT				
	2,6	0,5	1,5	5,9

6.2 Simuloidun kilpailusuorituksen kesto, syke ja laktaatit

Ensimmäisenä mittauspäivänä oli kaikilla seitsemällä urheilijalla 23. helmikuuta 2008. Urheilijat olivat Taidoliiton maajoukkueringin leirillä. Testit tehtiin lajinomaisen lämmittelyn jälkeen leirin ensimmäisenä ohjelmana. Liite 1 on mittaajien muistilistaksi laadittu suunnitelma päivästä. Jotta suoritustilanne vastaisi kilpailutilannetta, suoritukset videoitiin. Toimenpiteellä pyrittiin luomaan tuomarin läsnäoloa vastaava tunnelma. Osa muista leiriläisistä toimi yleisönä ja kannustajina lisätäkseen kilpailukaltaista tunnelmaa.

Sykettä seurattiin Polar RS400- sykemittarilla sekunti sekunnilta.

Urheilusuoritus aloitettiin kilpailutilannetta vastaavasti, hajime- huutokomennolla. Komennon kuultuaan urheilijat painoivat sykemittarin kierrosmerkkainta kerran ja uudelleen suorituksen päätyttyä. Näin saatiin suorituksen tarkka kesto sekä alku- ja loppumerkit sykekäyrälle. Tiedot siirrettiin infrapunayhteydellä tietokoneelle.

Laktaatit mitattiin kaksi kertaa, heti suorituksen jälkeen ja uudelleen noin kaksi minuuttia suorituksen päätyttyä. Tarkat mittausajat tallennettiin sykemittariin kierrosmerkkaintoiminnolla. Tässä vaiheessa merkkainta käytti testaaja, onnistumisen varmistamiseksi. Laktaatit mitattiin Arkrayn Lactate Pro pika-analysaattorilla sormenpäähän verinäytteestä. Ensimmäinen veripisara pyyhkäistiin pois ja samalla pyyhittiin myös mahdollinen hiki. Toinen veripisara imeytettiin mittausliuskaan ja laite antoi hetken kuluttua tuloksen.

6.3 Simuloidun kilpailusuorituksen hapenkulutus

Toinen mittauspäivä toteutettiin kuudelle koehenkilölle yksilöllisesti helmimaaliskuussa 2008. Koehenkilöitä ohjeistettiin valmistautumaan tilaisuuteen niin kuin he olisivat tulossa kilpailuihin. Kuudelta urheilijalta yritettiin mitata sentaino hokein aikaisten hengityskaasut. Mittaukset onnistuivat laitevikojen takia vain viiden koehenkilön kohdalla. Testit tehtiin Lahden ammattikorkeakoulun

Liikunnan laitoksen testilaboratoriossa tilaan erikseen tuotujen tatamimattojen päällä. Ennen suoritusta koehenkilöt tekivät omatoimisen lajinomaisen lämmittelyn. Edelleen lämmittelyksi ja laitteiston toimivuuden testaamiseksi koehenkilöt tekivät yhden vajaatehoisen sentaino hokein muutamaa minuuttia ennen varsinaista täysitehoista suoritusta.

Hengityskaasuja mitattiin Jaegerin Oxygen Mobile Unit -laitteistolla. Samalla laitteella seurattiin sykettä ja suorituksen kestoja. Sykevyö oli Polar-merkinen. Syke tallentui hyvin hajanaisesti ja epäluotettavasti. Toisen mittauspäivän sykemittauksia ei käytetty tutkimuksessa. Urheilijat kantoivat hokeita tehdessään hengityskaasuanalysaattoria selässään. Se oli teipattu kiinni siten, että se ei estänyt suorituksessa tarvittavia käsien tai jalkojen liikeratoja. Kuvissa 3 ja 4 on koehenkilö juuri aloittamassa mittauksia. Mittauslaitteisto raportoi tulosteessaan kymmenen sekunnin jaksotuksella hokein aikaisen hapenkulutuksen, hapenkulutuksen/kg, hiilidioksidin tuoton, hengitysosamäärän, ventilaation ja hengitysfrekvenssin. Tutkimuksessa käytettiin vain hapenkulutuksen tuloksia.



Kuva 4. Laitteet kytkettynä ja koehenkilö valmiina tutkimuksia varten

6.4 Polkupyöräergometri ja bioimpedanssi

Toiseen mittauspäivään kuului myös koehenkilöiden ominaisuuksien selvittämistä. he tekivät polkupyöräergometritestit. Ennen testiä koehenkilöiltä selvitettiin lomakekyselyllä terveystietoja, jotta mahdolliset riskiryhmäläiset voitaisiin olla testaamatta. Testissä koehenkilö polki kuntopyörää kasvavalla vastuksella kunnes väsyi. Samalla seurattiin sykettä, hengityskaasuja ja laktaattiarvoja sormenpään verinäytteestä. Pyörätestin aloituskynnys oli koehenkilön painosta riippuen 100w tai 125w ja kasvavan vastuksen kynnysväli oli 25w/2min. Hengityskaasuja mittaava laite oli Jaegerin Oxygen Mobile Unit. Mittauslaitteiston raportista selvisi testin aikainen hapenkulutus, hapenkulutus/kg, hiilidioksidin tuotto, hengitysosamäärä, ventilaatio ja hengityksen frekvenssi. Laktaattiarvot mitattiin Arkrayn Lactate Pro pika-analysaattorilla. . Polkupyöräergometri tehtiin peräkkäin sentaino hokein hengityskaasumittausten kanssa. Hokein jälkeen annettiin koehenkilöille kuitenkin aikaa palautua suorituksesta ja testi aloitettiin vasta kun koehenkilö koki olevansa täysin palautunut hokeista. Hapenkulutuksen mittaaminen pyörätestin aikana onnistui laitevikojen takia vain neljältä koehenkilöltä.

Polkupyöräergometrin laitteiston alkuasetuksia varten tarvittiin koehenkilöiden rasvaton massa. Se mitattiin Inbody 720 -bioimpedanssi laitteella. Tähän laitteeseen syötettiin koehenkilön itsensä ilmoittama pituus. Laitteen raportista saatiin rasvattoman massan lisäksi koko massa, lihasmassa, rasvaprosentti ja painoindeksi.

6.5 Aineiston analysointi

Koehenkilöiden ominaisuuksien avulla keskeisistä muuttujista arvioitiin suorituksen energiantuottotapoja ja energianlähteitä. Keskeisten muuttujien

keskiarvoja peilattiin nykytietämykseen muuttujien käyttäytymisestä kestävyysharjoittelussa.

Mittaustulokset taulukoitiin ja niistä laskettiin keskiarvot sekä keskihajonnat Microsoft Excel – ohjelmalla. Sykemittareiden keräämää dataa analysoitiin Polar Pro Trainer 5 – ohjelmalla. Ohjelmalla sai nopeasti laskettua käyrään liittyviä tunnuslukuja ja luotua sykkeen käyttäytymistä havainnollistavat käyrät. Liitteessä kolme on kaikilta koehenkilöiltä ohjelmalla muokattu sykekäyrä sentaino hokein ajalta. Tutkimuksen kannalta mielenkiintoiset tunnusluvut olivat suorituksen kesto, alkusyke, loppusyke, korkein syke, alin syke, keskisyke, sykkeen keskihajonta, sykekertymä ja ero korkeimman sykearvon ja koehenkilön maksimaalisen sykkeen välillä. Suorituksen kolme osiota olivat alkukumarrus, varsinainen liikesarja ja loppukumarrus. Videoanalyysin perusteella suorituksen sykekäyrät jaettiin eri osioihin. Koko suoritukselle ja varsinaiselle liikesarjalle laskettiin omat tunnusluvut sykkeen ja keston osalta.

Koehenkilöiden kierrosmerkkaimen painamisen onnistuminen suorituksen alkaessa ja loppuessa tarkistettiin jälkepäin videolta ja sykekäyrältä. Epäonnistuneet painallukset lisättiin sykekäyrän oikealle kohdalle manuaalisesti Polar Pro Trainer5 – ohjelmalla.

Laktaattimittausten tuloksista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat.

Mitattuihin sentaino hoikein sykekäyriin sijoitettiin Polar Pro Trainer5-ohjelmassa koehenkilöiden omat energiantuottokynnykset. Ohjelman tehoalueet toiminnon avulla kuormitusalueilla pysyminen laskettiin prosentteina ja aikana. Laskeminen tehtiin vain varsinaisen liikesarjan ajalta, eli ilman alku- ja loppukumarruksia.

Hapenkulutusraportin tiedot syötettiin Microsoft Excel- ohjelmaan. Sillä taulukoitiin ja laskettiin hapenkulutuksen erot suhteessa maksimaaliseen hapenkulutukseen. Lisäksi sillä luotiin kuvaajat hapenkulutuksen käyttäytymisestä sentaino hokein aikana. Kuvaajat sijoitettiin samaan kaavioon niin, että aloitushetki on päällekkäin.

Polkupyöraergometrin tuloksista etsittiin laktaattiarvon ensimmäistä nousukohtaa lepotasosta ja toista kohtaa, jossa laktaatti lähtee jyrkkään nousuun. Ensimmäisen nousukohdan sykearvon pääteltiin olevan aerobinen kynnyks. Ventilaation ensimmäisen epälineaarisen nousukohdan tarkistettiin olevan samassa kohdassa. Laktaattiarvon toisen nousukohdan arvioitiin olevan anaerobinen kynnyks ja ventilaation toisen epälineaarisen nousukohdan tarkistettiin olevan samassa kohtaa. Kohta, jossa ventilaatio kasvaa hapenkulutusta ja hiilidioksidin tuottoa nopeammin tarkastettiin olevan myös samassa kohtaa. Jos kohdat eivät olleet täsmälleen päällekkäin, annettiin suurin painoarvo laktaateille. Koehenkilön maksimaalinen hapenottoakyky(VO_{2max}) saatiin suoraan testauslaitteen raportista korkeimpana hapenkulutuksena hetkeä ennen lopettamista. Samasta kohtaa selvisi koehenkilön maksimisyke.

7 TULOKSET

Tulokset on jäsenneilty toissijaisten tutkimusongelmien mukaisesti.

Koehenkilöiden ominaisuudet, kuten polkupyöräergometrin tulokset esiteltiin jo kohdassa 6.1 kohderyhmä, jotta tieto koehenkilöistä olisi keskitetysti yhdessä paikassa.

7.1 Simuloidun kilpailusuorituksen kesto

Sentaino hokein kaikkien tutkimuksessa mitattujen suoritusten (N=13) keskiarvokesto oli 1min59,9sek, keskihajonta 14,7sek. Ilman hengitysmaskia eli kilpailutilannetta enemmän vastaavassa tilanteessa tehtyjen suoritusten(N=7) keskiarvokesto oli 1min 55,4 sek, keskihajonta 11,3 sek. Se oli 9,7sek maski naamalla tehtyjen suoritusten (N=6) keskiarvoa lyhyempi. Hokein kolme osaa oli liikunnallisesti kevyet kumarrukset alussa ja lopussa, sekä varsinainen liikesarja. Ilman hengityskaasuanalysointia suoritettavista sentaino hokeista selvitettiin kestot ilman kumarruksia. Keskiarvo(N=7) oli 1min31.6sek, keskihajonta 9,3sek. Taulukossa 5 ja 6 on esitelty kaikkien mitattujen sentaino hokeiden kestot.

TAULUKKO 5. Sentaino hokein kestot kilpailunomaisessa suorituksessa (mm:ss, 0)

KOEHENKILÖ	KOKO SENTAINO HOKEI	ILMAN KUMARRUKSIA	ERO
1	02:07,0	01:41,0	00:26,0
2	01:57,0	01:39,0	00:18,0
3	01:49,0	01:25,0	00:24,0
4	01:49,0	01:26,0	00:23,0
5	02:05,0	01:38,0	00:27,0
6	01:36,3	01:16,0	00:20,3
7	02:04,7	01:36,0	00:28,7
KESKIARVOT			
	01:55,4	01:31,6	00:23,9
KESKIHAJONNAT			
	00:11,3	00:09,3	00:03,8

TAULUKKO 6. Sentaino hokein kestot
hengityskaasuanalysoijan kanssa (mm:ss, 0)

KOEHENKILÖ	KOKO SENTAINO HOKEI	ERO KILPAILUNOMAISEEN
1	02:09,6	00:02,6
2		
3	02:22,0	00:33,0
4	01:56,0	00:07,0
5	02:28,0	00:23,0
6	01:45,0	00:08,7
7	01:50,0	- 00:14,7
KESKIARVOT		
	02:05,1	00:09,9
KESKIHAJONNAT		
	00:17,6	00:16,6

7.2 Simuloidun kilpailusuorituksen jälkeiset laktaatit

Ensimmäisen laktaattimittauksen keskiarvoajankohta oli 47 sekuntia suorituksen päättymisestä, keskihajonta 2,9 sekuntia (N=7). Toisen mittauksen keskiarvoajankohta oli 1 minuutti 48 sekuntia suorituksen päättymisestä, keskihajonta 5,1 sekuntia (N=7). Ensimmäisen mittauksen keskiarvo oli 7,69mmol/l, keskihajonta 1,68. Kaikkien koehenkilöiden laktaattiarvo laski toisella mittauksella ja keskiarvo oli 6,54mmol/l, keskihajonta 0,81. Taulukossa 7 on tarkat mittausajat ja mittaustulokset.

TAULUKKO 7. Lepolaktaatit ja laktaatit kilpailunkaltaisen sentaino hokein jälkeen

KOEHENKILÖ	LEPOLAKT.	1.MITTAUSAIKA		2.MITTAUSAIKA	
		HOKEIN LOPETTAMISESTA	1.LAKT.	HOKEIN LOPETTAMISESTA	2.LAKT.
1	1,1	00:47,7	8	01:41,0	6,6
2		00:48,8	5,4	01:37,2	5,3
3	1,9	00:45,8	7,2	01:30,0	6,8
4	2,3	00:43,9	8,1	01:35,8	7,9
5	2,2	00:46,1	10,9	01:45,1	6,2
6	2	00:44,4	7,4	01:36,8	6,9
7	2,3	00:52,3	6,8	01:43,1	6,1
KESKIARVOT					
	1,97	00:47,0	7,69	01:38,4	6,54
KESKIHAJONNAT					
	0,45	00:02,9	1,68	00:05,1	0,81

7.3 Simuloidun kilpailusuorituksen sykkeet

Koko sentaino hokein aikaisten sydämenlyöntien määrän keskiarvo oli 314 kertaa (N=7) ja varsinaisen liikesarjan aikana 258 kertaa (N=7). Keskimääräinen syke koko sentaino hokein ajalta oli 162 (N=7) ja varsinaisen liikesarjan ajalta 167 (N=7). Taulukoihin 8 ja 7 on kerätty sykekäyttötymisen tunnuslukuja koko sentaino hokeista ja varsinaisen liikesarjan ajalta. Liittestä kolme löytyy ensimmäisen testipäivän sykekuvaajat kaikilta koehenkilöiltä.

TAULUKKO 8. Sykearvoja sentaino hokeista kumarrusten kanssa

KOEHLÖ.	ALKUSYKE	LOPPUSYKE	KORKEIN SYKE	ALIN SYKE	KA. SYKE	SYKKEEN KESKIHAJ.	SYKEKERTYMÄ
1	119	151	176	112	153	18,2	326
2	151	160	180	148	171	8,8	336
3	136	153	186	122	166	18,9	304
4	141	147	185	124	166	17,3	304
5	140	139	185	103	164	19,9	344
6	140	142	178	133	163	14,2	264
7	119	131	174	91	153	20	321
KESKIARVOT							
	135	146	181	119	162	16,8	314
KESKIHAJONNAT							
	11,9	9,7	4,8	19	6,8	4	26,7

TAULUKKO 9. Sykearvoja sentaino hokeista ilman kumarruksia

KOE HLÖ.	ALKUSYKE	LOPPUSYKE	KORKEIN SYKE	ALIN SYKE	KA. SYKE	SYKKEEN KESKIHAJ.	SYKEKERTYMÄ
1	114	166	176	114	158	13,9	268
2	150	175	180	150	173	6,8	288
3	130	170	186	130	172	14,7	246
4	128	174	185	128	171	13,4	247
5	103	167	185	103	171	15,3	282
6	133	167	178	133	168	10,2	215
7	110	166	174	110	159	15,6	257
KESKIARVOT							
	124	169,3	180,6	124	167,4	12,8	257,6
KESKIHAJONNAT							
	16,1	3,8	4,8	16,1	6,3	3,2	24,8

7.4 Tehoalueilla työskentely sentaino hokein aikana

Peruskestävyys alueella suoritusajasta pysyttiin 5 % (keskiarvo, N=7, keskihajonta 3 %). Vauhtikestävyysalueella pysyttiin suoritusajasta 23 % (keskiarvo, N=7, keskihajonta 11 %). Maksimikestävyysalueella pysyttiin suoritusajasta 72 % (keskiarvo, N=7, keskihajonta 13 %). Kovimman sykkeen hetkellä koehenkilöt kävivät keskimäärin 94 %:ssa omasta maksimisykkeestään. Taulukossa 10 on kooste tehoalueilla pysymisestä prosentteina. Taulukossa 11 on samat tiedot aikana. Liitteestä 3 löytyy kaikkien koehenkilöiden sykekuvaajat ensimmäiseltä testipäivältä. Energiatuottokynnykset on lisätty pohjavärein niiden koehenkilöiden kuvaajiin, joilta kynnyksen selvittäminen onnistui.

TAULUKKO 10. Tehoalueilla pysyminen prosentteina suoritusajasta ja korkeimman sykkeen vertailu maksimisykkeeseen

KOEHLÖ.	PK(%)	VK(%)	MK(%)	KORKEIN SYKE SUORITUKSESSA	HENKILÖN MAKSIMI SYKE	KUINKA LÄHELLÄ MAKSIMIA
1						
2						
3	4,7	16,5	78,8	186	199	93,50 %
4	4,7	15,1	80,2	185	190	97,40 %
5	4,1	15,3	80,6	185	188	98,40 %
6	2,6	26,3	71,1	178	201	88,60 %
7	10,4	40,6	49	174	190	91,60 %
KESKIARVOT						
	5,3	22,76	71,94	181,6	193,6	0,94
KESKIHAJONNAT						
	2,98	11	13,39	5,32	5,94	0,04

TAULUKKO 11. Tehoalueilla pysyminen minuutteina ja sekunteina

KOEHLÖ.	PK	VK	MK	YHT.
1				
2				
3	00:04,0	00:14,0	01:07,0	01:25,0
4	00:04,0	00:13,0	01:09,0	01:26,0
5	00:04,0	00:15,0	01:19,0	01:38,0
6	00:02,0	00:20,0	00:54,0	01:16,0
7	00:10,0	00:39,0	00:47,0	01:36,0
KESKIARVOT				
	00:04,8	00:20,2	01:03,2	01:28,2
KESKIHAJONNAT				
	00:03,0	00:10,8	00:12,7	00:09,0

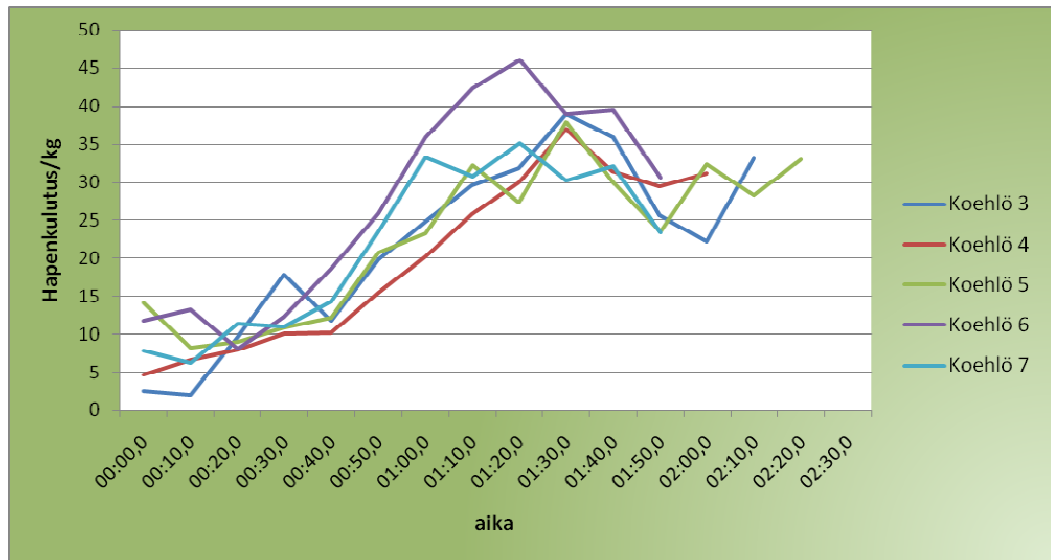
7.5 Simuloidun kilpailusuorituksen hapenkulutus

Hapenkulutus sentaino hokein aikana oli 22,7 ml/min/kg (keskiarvo, N=5, keskihajonta 2,6). Arvo oli 48,6 % mitatusta maksimista. Suorituksen aikaisen hapenkulutuksen korkeimman arvon keskiarvo oli 39,0 ml/min/kg (N=5, keskihajonta 4,2). Arvo oli 84,1 % mitatusta maksimista. Taulukossa 12 on hapenkulutuksien keskiarvot ja korkeimmat arvot sentaino hokein aikana sekä

lasketut osuudet maksimista koehenkilöittäin. Kaaviossa 1 on esitelty hapenkulutuksen kuvaajat sentaino hokein aikana. Kaaviossa hokein aloituskohdat on laitettu päällekkäin, lopetuskohdat ovat käyrien loppumiskohdat.

TAULUKKO 12. Hapenkulutus sentaino hokein aikana ja verrattuna koehenkilöiden maksimaaliseen hapenottokykyyn

KOEHLÖ.	VO ₂ max/kg	Korkein hapenkulutus /kg hokein aikana	Korkeimman hetken osuus maksimista	Keskiarvo hapenkulutus	Keskiarvon osuus maksimista
1					
2					
3	45,9	39	85,00 %	21,9	47,70 %
4	43,8	36,9	84,20 %	20	45,70 %
5		37,9		22,9	
6	50,1	46,1	92,00 %	27	53,90 %
7	46,7	35,1	75,20 %	21,6	46,30 %
KESKIARVOT					
	46,6	39	84,10 %	22,7	48,60 %
KESKIHAJONNAT					
	2,6	4,2	6,90 %	2,6	3,80 %



KAAVIO 2. Hapenkulutuksen/kg käytös sentaino hokein aikana. Hokei alkaa hetkellä 00:00,0 ja päättyy käyrän loppuessa. (x-akselin yksikkö mm:ss,0, y-akselin yksikkö ml/min/kg)

8 POHDINTA

Mitkä energiantuottotavat ovat sentaino hokei -kilpailusuoritukselle tärkeitä?

Sykkeen nopea nousu ja pysyminen maksimikestävyysalueella sekä korkeat laktaattiarvot suorituksen lopussa osoittavat, että sentaino hokei on energiantuotollisesti vaativa ja fysiologisesti kuormittavaa. Tästä ja hapenkulutuksen jäämisestä kokonaissuoritusajalla alle puoleen maksimista, voidaan päätellä pääasiallisina energiantuottotapoina olevan anaerobinen glykolyysi ja alaktisen kapasiteetin käyttö. Energianlähteinä ovat silloin kreatiinifosfaattivarastot ja lihasten glukoosivarastot.

Minkätyyppiseen kestävyiden harjoitteluun sentaino hokei kilpailusuoritus soveltuu parhaiten?

Sentaino hokei kilpailunkaltaisessa tilanteessa on suorituksen keston ja laktaattipitoisuuksien perusteella erinomainen maitohapollisen nopeuskestävyysharjoituksen yksi toisto. Hapenkulutuksen profiili ja sykkeen työskentelu suurelta osin maksimikestävyysalueella vahvistaa arviota. Tarkemmin ottaen kilpailutehoinen sentaino hokei on erinomainen tehointervalliharjoituksen yksi toisto. Kokonainen tehointervalliharjoitus sisältää 5-20 hokeita intensiteetistä ja harjoittelijan aiemmasta harjoitustaustasta riippuen. Harjoitus kehittää erityisesti anaerobista taloudellisuutta ja laktaatin poistoa. Onnistuneessa harjoituksessa väsymys ei näy suorituksen aikana ja tekniikka pysyy puhtaana. Laktaattipitoisuus on 7-12mmol/l. (Mero ym. 2004, 316, 320) Kokenut sentaino hokeita aktiivisesti harjoitteleva taidoka voi varmasti säätää harjoitellessaan suorituksen tehoa ja nopeutta niin, että se käy myös määräintervalliharjoitteluun ja kovatehoisempaankin maitohapolliseen nopeuskestävyysharjoitteluun.

Sentaino hokein määräintervalliksi muuttaminen käy helposti hidastamalla vauhtia ja laskemalla tehoa. Harjoituksen onnistumista voidaan mitata laktaattipitoisuudesta. Arvon pitäisi olla 4-9mmol/l. Myös palautumissykkeestä

voidaan mitata harjoituksen onnistumista. Yksilöllisen sykekäyttäytymisen takia on kuitenkin syytä ensin tehdä kontrolliharjoitus, jossa sykettä ja laktaattia mitataan yhtä aikaa. Toistoja voi tehdä intensiteetistä ja harjoittelijan aiemmasta harjoitustaustasta riippuen 5-30. Tämän tyyppinen harjoittelu, vähintään kaksi kertaa viikossa 6-8 viikon ajan, kehittää anaerobista peruskestävyyttä, taloudellisuutta ja laktaatin poistoa. (Mero ym. 316,318-319)

Sentaino hokein muuttaminen submaksimaaliseksi tai maksimaaliseksi nopeuskestävyys harjoitukseksi on hieman hankalampaa. Hokeissa on hitaasti tehtäviä kohtia, jotka antavat aikaa palautua. Kokonaissuorituksen tehoa ja nopeutta ei siis voi loputtomiin nostaa muuttamatta hokeita. Lisäksi väsymisen takia tekniikan puhdas suorittaminen vaatii urheilijalta erityisiä ponnisteluja. Tekniikan laadukkaana pitäminen suurillakin nopeuksilla onnistuu parhaiten erillisen nopeus- ja voimaharjoittelun avulla. Koska sentaino hokei sisältää montaa erilaista tekniikkaa ja paljon haastavia yksityiskohtia, on erillisen voima ja nopeusharjoittelun tarve erittäin suuri. Vasta kun nopeus kaikissa hokein tekniikoissa ja anaerobinen peruskestävyys ovat uudella tasolla, on kovatehoisesta maitohapollisesta nopeuskestävyys harjoittelusta hyötyä. (Mero ym. 316,320-321)

Onnistuneessa submaksimaalisessa nopeuskestävyys harjoittelussa laktaattipitoisuus nousee yli 12mmol/l. Toistoja harjoituksessa voi olla 3-10. Harjoittelu kehittää erityisesti anaerobista kapasiteettiä, veren ja lihasten puskuriominaisuuksia sekä taloudellisuutta suurilla tehoilla. (Mero ym. 2004, 316, 320-321)

Sentaino hokein käyttö maksimaalisessa nopeuskestävyys harjoittelussa viimeistään vaatii hitaiden kohtien poisjättämisen, sillä harjoittelussa pyritään uusille maksimaalisille tehoalueelle. Onnistuneessa harjoituksessa laktaattipitoisuus nousee maksimiin ja toistojen välillä palaudutaan täydellisesti. Toistoja harjoituksessa tehdään 2-6. Tekniikan hajoaminen kesken hokein on merkki siitä, että urheilijan taustaominaisuudet tai päivän kunto eivät riitä harjoitukseen. Väsymys saa kuitenkin näkyä esimerkiksi hidastumisena loppua kohden. Tällainen harjoittelu on hyödyllistä sillä sen avulla kehittyy anaerobinen teho ja kapasiteetti sekä hermo-lihasjärjestelmän suorituskyky. (Mero ym. 2004,

316, 321) Yhteisvaikutuksena kilpailuissa tehtävä suoritus, jossa väsymys ei saa näkyä, voidaan tehdä nopeiden kohtien osalta nopeammin. Entistä taistelunomaisempaa vauhtia voidaan ylläptää koko hokein ajan ilman, että väsymys tekee tekniikan ehjänä pitämisen mahdottomaksi.

Yleinen ohje nopeuskestävyysharjoitteluun on, että kannattaa aloittaa määräintervalleilla, jatkaa tehointervalleilla ja siirtyä vasta sitten kovatehoisiin nopeuskestävyys suorituksiin. Hyvä peruskestävyys antaa mahdollisuuden harjoitella enemmän nopeuskestävyyttä, kun palautuminen nopeutuu ja ylikunnon riski laskee. Nopeuskestävyys on aina lajisidonnainen ominaisuus. Sentaino hokeilla kehitetty nopeuskestävyys ei juuri kehitä 100metrin uintiaikaa.

Tärkeää harjoitusten ohella on myös miettiä, miksi harjoittelee. Muuten voi olla, että etenee vain ruumin(*karada*) polulla ja mielen(*kokoro*) polku ajautuu umpikujaan.

8.1 Tutkimuksen etenemisen ja oman toiminnan arviointi

Vaikka näen kilpailutilanteiden kohtaamisen tärkeänä ja opettavaisena osana taidoa, en ajattele kilpailumenestyksen olevan erityisen tärkeää tai tavoiteltavaa. Pelkän voittamisen tavoittelussa on mielestäni jotain budo-hengen vastaista. Huomaan, että päädyin kuitenkin tutkimaan kilpailunomaista suoritusta ja tuloksena syntyy jotain, joka voi auttaa menestymään kilpailussa. Hämmennyn oivalluksestani, että haluan sittenkin voittaa, haluan olla tekemässä voittajia. Joudun myöntämään, että ihanteeni korkeammasta henkisyiden tasosta, jossa voittamisella tai häviämällä ei ole enää väliä, on vielä saavuttamatta. Olen iloinen, että tämä opinnäytetyön prosessi on auttanut konkretisoimaan sisäistä tilaani.

Työskentelyn aikana yhdistyi mielenkiintoisesti itämainen budo ja länsimainen käsite urheiluvallmennuksesta. Taidoliiton kanssa työskentely lähti nopeasti käyntiin kun lähestyin valmiilla tutkimussuunnitelmalla. Yhteistyö Taidoliiton kanssa oli kannustavaa. Koehenkilöt ja testauspäivä Taidoliiton valmennusryhmän

leirille järjestäytyivät vaivatta.

Alkuvaiheessa nykyisen sisällön lisäksi oli tarkoitus luoda taidosta huippu-urheilijaprofiili, mutta testipatteriston luominen koehenkilöitä varten viivästyi ja testipäivien koittaessa testejä tehtiin vähemmän kuin kattavan urheilijaprofiilin laatiminen edellyttäisi.

Työn alkuvaiheessa teorian tietoon tutustuessani huomasin, että ihmisten tutkimiseen liittyviä oppaita ja tietoja on paljon saatavilla. Oppaita kuntotesteistä, suorituskyvyn arvioimisesta ja tulosten erilaisia keskiarvoja löytyi helposti. Liikuntasuorituksen tutkimiseen liittyviä oppaita löytyikin vähemmän ja näinpä sen tutkiminen vaati soveltamista. Muutama kandidaattityö ja joitakin graduja aiheen parista löytyi. Kamppailulajien parista ei kuitenkaan yhtään. Taidosta ei löytynyt mitään muutakaan tutkimustietoa.

Alussa mielessäni oli ajatus, että määrään kaikki koehenkilöt tekemään hokein samassa ajassa. Johtopäätösten teko olisi silloin helpompaa, tuloksista tulisi ikään kuin luotettavampia ja vakuuttavampia. Pian kuitenkin oivalsin, etten voisi rajata suoritusta omilla säännöilläni, sillä ne säännöt eivät päde tositalanteessa ja näin päätyisinkin tutkimaan jotain muuta kuin tositalannetta. Oivalsin aikanaan myös, että suoritusaikahan on yksi tutkimusongelmistani ja lisäsin sen listalle.

Kohtaaminen tutkimiseen liittyvän etiikan kanssa oli mielenkiintoinen. Osa tuloksista oli yhtä tai kahta vaille linjassa keskenään ja poikkeavien tulosten muokkaaminen muiden kaltaiseksi houkutti. Sillä mittaustuloksiani ei ollut ketään vahtimassa tai tallentamassa jälkitarkastusta varten. Onneksi pääsin purkamaan tuntemuksiani ja ymmärsin keskustelun avulla tulosten vääristelyn laskevan omaa arvostustani työtäni kohtaan. Kriittisyyteni koko tutkimusten maailmaa kohtaan pääsi hieman kuitenkin kehittymään ja suhtaudun nykyään epäilevämmiin tieteellisiin julkaisuihin.

Teoriaosuutta kirjoittaessa monen lähteen käyttö saman tiedon kirjaamiseksi avasi silmiä. Pidin alan perusteoksia aiemmin luotettavina. Joidenkin kirjojen pelkkä paksuus oli itsessään vakuus oikean tiedon ja totuuden läsnäolosta. Nyt ajattelen

toisin. Kohtasin tekstejä, jotka tarjosivat arvauksia ja todistamattomia teorioita tietoina. Asia paljastui luettuani myöhemmin julkaistuja saman alan teoksia ja näin tieteen ja tiedon muuttuvainen luonne paljastui minulle.

Testien tekemisen jälkeen itsenäinen työskentely tuotti vaikeuksia perheen perustamisen, työllistymisen ja paikkakunnan vaihdoksen takia. Niinpä työ valmistui suunnitellusta aikataulusta myöhässä. Tutkimustyön tekemisessä miellyttävimmäksi asiaksi osoittautui ilman muuta uuden oppiminen oivaltamalla ja pätevytyminen asiantuntijuudessa. Lähes yhtä mukavaa oli uusien ja tuttujenkin ihmisten kanssa työskentely mielenkiintoisen asian ympärillä esimerkiksi testauspäivinä. Kuormittavimmaksi osaksi osoittautui teoriaosion kirjoittaminen ja erityisesti lähteiden kirjaaminen.

8.2 Tutkimismenetelmien ja tulosten luotettavuuden arviointi

Energiantuottokynnysten määrittäminen kamppailulajin harrastajille olisi ollut luotettavampaa tehdä juoksumatolla. Testilaitteita juoksumattotestiä varten ei kuitenkaan ollut järkevästi saatavilla. Määriteltyjä kynnysarvoja ei siis voida pitää täysin totuutta vastaavana. Hengityskaasuanalysointin käyttö selvästi hidasti hokeita. Suoritus ajat kasvoivat ja maskin käyttö vaikutti varmasti myös hengitykseen. Niinpä laitteet päällä tehtyjä mittauksia ei voida pitää yhtä paljon kilpailun kaltaisena suorituksena kuin vapaasti tehtyjä. Hapenkulutuksesta saatiin vain karkea arvio. Ensimmäisenä testipäivänä kilpailun kaltaisen tilanteen luominen onnistui melko hyvin. Korkeat alkusykkeet ja täysi yrittäminen mikä näkyy videolta, kertovat sen puolesta. Lepolaktaattipitoisuudet jäivät mittaamatta ensimmäisenä koepäivänä. Mittaamalla pitoisuudet olisi voinut varmistua koehenkilöiden olleen palautuneita suoritusta varten.

Sykemittarin kierrosmerkkaimen käyttäminen koehenkilöiden toimesta osoittautui hankalaksi. Merkkauksia jäi paljon tekemättä. Onneksi suoritukset videoitiin ja kierrosmerkkien lisääminen tutkijan toimesta oikeaan paikkaan onnistui, vaikka vaatikin melko paljon lisätyötä. Hengityskaasuanalysointin osoittautui toimintavarmuuden osalta epäluotettavaksi. Mittaukset jäivät kahdelta henkilöltä

vajavaisiksi laitevian takia. Muidenkin koehenkilöiden testaukset venyivät suunniteltua pidemmiksi, kun laitetta jouduttiin käynnistelemään pitkiä aikoja. Koehenkilöiden pienentynyt määrä vähentää yleistettävyyttä.

Hokei hengityskaasuanalysaattorin kanssa tehtynä suoritettiin ennen polkupyöraergometriä. Palautuminen suorituksesta oli koehenkilön tuntemuksen varassa ja on mahdollista, että palautuminen jäi vajaaksi. Koehenkilöiden urheilijalle matalat maksimaaliset energiantuottokyvyt polkupyöraergometrissä viittaisivat tähän. Toisaalta pyörätestin soveltumattomuus taidokalle selittää myös asiaa.

8.3 Ajatuksia jatkotutkimuksista

Fyysisen suorituskyvyn ja kilpailumenestyksen yhteys. Onko yhteyttä ja mitkä ovat menestäjien tärkeimmät ominaisuudet? Hypoteesini on, että voidaan löytää kriittiset rajat taidokan eri ominaisuuksille, joiden alle jääminen estää menestymisen. Rajojen ylittäminen reilummin ei kuitenkaan merkkää automaattisesti suurempaa menestystä, vaan sen ratkaisevat muut kuin fyysiset ominaisuudet.

Taidon fysiologinen kuormittavuuden tutkiminen kilpailutilanteessa kilpailutilanteessa. Eli tätä tutkimusta mukailen, mutta mittaukset tehtäisiin oikeina kisapäivinä ja todellisista tilanteista. Silloin aineistona ei voi käyttää hengityskaasumittauksia, mutta syke ja laktaatit olisivat aivan mahdollisia. Sentaino hokein lisäksi voisi tutkia muitakin hokeita ja ottelua.

Kokonaisen taido-kilpailupäivän kuormittavuus. Kilpailuissa taidokan täytyy voittaakseen jaksaa tehdä toistakymmentä hokeita saman päivän aikana. Tieto tehokkaasta valmistautumisesta tällaiseen koitokseen olisi mielenkiintoista.

Taidon rituaalien ja niiden vaikutusten tutkiminen suorituskykyyn ja palautumiseen. Tässä tutkimuksessa paljastuneet sykkeen jyrkät laskut kumarruksia tehdessä kaikilla koehenkilöillä oli mielenkiintoinen ilmiö.

LÄHTEET

- Auranen, E. 2009. Hokei. Turun taidoseura Ry [viitattu 20.3.2009] Saatavissa:
<http://www.turuntaidoseura.fi/hokei.html>
- Borg, P. Fogelholm, M. Hiilloskorpi, H. 2004. Liikkujan ravitsemus. Edita Prima Oy, Helsinki
- Draeger, Donn F. Smith, Robert W. 1980. Comprehensive Asian fighting arts. Kodansha International Ltd, Tokyo
- Hattstein, M. 2000. Maailman uskonnot. Suomenkielinen laitos. Könemann, Köln
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2000. Tutki ja kirjoita. 10.uudistettu painos. Helsinki: Tammi.
- Holopainen, M. Pulkkinen, P. 2004. Tilastolliset menetelmät. WS Bookwell Oy, Porvoo
- Keskinen, K. Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004 Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellisen seuran julkaisu nro 156. Tammer-Paino oy, Tampere
- Matemaattisten Aineiden Opettajien Liitto MAOL ry. 1991. MAOL-Taulukot 7.uudistettu painos. Kustannusosakeyhtiö Otava, Keuruu
- McArdle, W. Katch, F. & Katch, L. 2006 Essentials of exercise physiology . 3.uudistettu painos. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore
- Mero, A. Nummela, A. Keskinen, K. & Häkkinen, K. 2004. Urheiluvalmennus. Gummerus, Jyväskylä

- Mönkkönen, M. 2005. AMVT Sportfolio: Laji- ja urheilija-analyysi.
Liikuntakeskus Pajulahti.
- Mönkkönen, M. 2009. Maajoukkueen valmentaja. Suomen Taidoliitto. Haastattelu
15.3.2009
- Nienstedt, W. Hänninen, O. Arstila, A. Björkqvist, S. 1999. Ihmisen fysiologia ja
anatomia. WS Bookwell Oy, Porvoo
- Reid, H. Croucher, M. 1987. The way of the warrior. 2.uudistettu painos.
Eddison/Sadd Editions Ltd, London
- Suomen Taido Dan- yhdistys. Ahava, S.(toim.), 2003. Taido - 30 vuotta
Suomessa. AO-paino, Mikkeli
- Suomen Taidoliitto ry. 1999. Taido perustekniikat ja in- sekä tai- hokeit.
Taidoliitto, Helsinki
- Suomen Taidoliitto ry. Kilpailu- ja tuomarivaliokunta, Kilpailusäännöt. Voimassa
alkaen 1.1.2008
- Suomen taidoliitto ry. Koulutusvaliokunta. 2003a. Kurssilaisen opas. Itella TGM
Oy, Vantaa
- Suomen Taidoliitto ry. Koulutusvaliokunta. 2003b. Taido-opettajakoulutus I
- Suomen Taidoliitto ry. Koulutusvaliokunta. 2002. Taido-opettajakoulutus II
- Valli, R. 2001. Johdatus tilastolliseen tutkimukseen. PS-kustannus, Jyväskylä
- Vuori, I. & Taimela, S. 1999. Liikuntalääketiede 2. uudistettu painos
Kustannus Oy Duodecim

LIITTEET

Liite 1. Sentaino hokei liike kerrallaan japaninkielisillä termeillä

Sentaino hokei liike liikkeeltä siinä muodossa, kun se vyökokeissa vaaditaan tehtäväksi(Taidoliitto 2003a, 12)

1. Seiza, rei, hidari gedan gamae (hidas), hidari katse, hidari chudan gamae (vasen jalka paikallaan, oikea liikkuu oikealle). 2. Sentai no zuki, katse taakse, ushiro chudan gamae askeleen kanssa (migi chudan gamae). 3. Sentai no zuki, gentai (migi chudan gamae) (hidas), hidari katse, hidari chudan gamae. 4. Sentai nidan, hidari chudan gamae, untai shomen geri, epigeri(KIAI), gentai (hidas), hidari katse, hidari chudan gamae (vasen jalka oikean kautta eteen). 5. Ka soku, sentai no zuki, gentai(hidas), gen soku, katse taakse, ushiro chudan gamae askeleen kanssa (migi chudan gamae). 6. Ka soku, sentai no zuki, gentai (hidas), gen soku, migi katse, migi chudan gamae (vasen jalka oikean kautta taakse). 7. Untai shomen geri, epigeri, sentai nidan (hidari eji dachi). 8. Migi katse, hidari chudan gamae (vasen jalka pysyy paikalla, oikea liikkuu takaviistoon vasemman kautta), sentai no zuki, migi katse, migi chudan gamae (hidas). Sentai no zuki(KIAI), gentai, shomen katse, hidari chudan gamae(hidas). 10. Gedan gamae, seiza, rei. (kurssilaisen opas, taidoliitto

Liite 2. Ensimmäisen mittauspäivän suunnitelma

Taidoliiton valmennusryhmän harjoitusleiri. Asikkala 23.2.2008 klo 10.00

Tavoitteet:

1. Aineiston keruu. Sentaino hokein aikaiset sykkeet ja suorituksen jälkeiset laktaatit kapillaari verenkierrosta.
2. Kerätä 6-10 koehenkilöä jotka sitoutuvat tulemaan jatkomittauksiin lahden testilaboratorioon.

Menetelmät:

Urheilijat tekevät kilpailutilannetta vastaavan suorituksen sykevyö päällä.

Rannetietokone tallentaa sykevyön mittaamaa sykettä sekunti sekunnilta. Suoritus kuvataan videolle, jotta urheilijat yrittävät parhaansa. Suorituksen jälkeen mitataan sormenpään verinäytteestä laktaattiarvoja kaksi kertaa. Heti suorituksen jälkeen ja minuutin kohdalla. Mikäli laktaattiarvot nousevat ensimmäisestä mittauksesta, otetaan koehenkilöiltä vielä kolmas testi kahden minuutin kohdalla. Laktaattiarvot kirjataan ylös käsin.

Välineet:

- 1 Rannetietokone Polar RS400
- 1 Rannetietokone Polar S601(varalla)
- 2 sykevyötä
- 1 Lactate pro test meter
- 35 lactate pro testiliuskaa
- 25 neulaa
- 1 neula tykki (lancet)
- 6 kumihanskaa
- 1 jätöpussi
- 1plo sterilointiainetta
- 1pkt steriilejä puuvillalappuja
- 2 kynää
- 1 muistiinpanovihko
- 2 lomake laktaatteja varten
- 1 kannettava tietokone
- 1 videokamera
- 1 jatkojohto
- 2 varaparistoa
- 1 sykevyön kostutussieni

Mittamies 1 tehtävät:

Varustelistan tarkistus lähtiessä
Koehenkilöiden ohjeistaminen
Sykkeenmittauslaitteiden käyttö
laktaattitulosten ja aikojen kirjaaminen

Mittamies 2 tehtävät:

Kameran vastaanotto
Kameran käyttö
Laktaattien mittaus
Laktaattimittauksen tuloksen lukeminen näytöltä

Liite 3. Sykekäyrät

Seitsemän sykekäyrää koepäivältä 1. Kaikkiin käyriin on sijoitettu liikesarjan vaiheet, ensimmäisen laktaattimittauksen ajankohta ja tulos. Viidessä ensimmäisessä on lisäksi näkyvillä koepäivänä 2 mitatut energiantuottokynnykset.

