

**ALPPI- JA FREESTYLEHIIHTÄJIEN FYYSISTEN
OMINAISUUKSIEN MUUTOKSET VUODEN SEURANNAN
AIKANA**

Jani Talkkari

Pro gradu-tutkielma
Liikuntafysiologia
Liikuntabiologian laitos
Jyväskylän yliopisto
Syksy 2000

TIIVISTELMÄ

Huipputason alppilajien urheilijalta vaaditaan korkeaa aerobista sekä erittäin korkeaa anaerobista kapasiteettia, nopeutta, ketteryyttä, tasapainoa, koordinaatiota ja taitoa (Andersen & Montgomery 1988; Brown & Wilkinson 1983; Bosco ym. 1994). Toisaalta alppilajien harjoituskausien vaikutuksista lajissa vaadittaviin ominaisuuksiin on olemassa hyvin vähän raportoitua tutkimustietoa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena olikin selvittää alppilajien fyysisten ominaisuuksien muutoksia harjoitus- ja kilpailukaudella sekä testien soveltuvuutta alppilajien menestyksen kuvaamiseen.

Koehenkilöryhmä koostui Suomen Hiihtoliiton alppi- ja freestylehiihtomaajoukkueiden urheilijoista. Alppihiihtäjärhmä sisälsi 6 mies- ja 7 naisurheilijaa ja freestyleryhmässä oli 10 mieskumparelaskijaa (n=23). Koehenkilöt testattiin kilpailukauden jälkeen toukokuussa 1998, peruskuntokaudella elokuussa 1998, lajiharjoituskaudella lokakuussa 1998 sekä uudelleen kilpailukauden jälkeen toukokuussa 1999. Mittaukset sisälsivät seuraavat testit: antropometria, vertikaalihyppy, 30 metrin juoksuvoima, 15 aidan hyppy, maksimijalkakyyky, 60 sekunnin toistokyyky, vatsa- ja selkälihasten maksimivoima ja maksimaalinen anaerobinen rullaluistelu (MARST). MARST koostui 150 m vedoista valojäniksen määräämässä vauhdissa sekä vetojen jälkeen olevasta 100 sekunnin palautusosasta uupumukseen asti. Valojäniksen nopeutta lisättiin jokaisen 150 m vedon jälkeen 0,41 m/s. Laktaattinäytteet otettiin sormenpäästä 40 sekuntia jokaisen 150 m vedon jälkeen sekä 2.5 ja 5 minuuttia viimeisen vedon jälkeen. Testissä määritettiin maksimiluistelunopeus (Vmax), maksimilaktaattiarvo (Lamax) sekä 3, 5, 7 ja 10 mmol/l luisteluvauhtitasot (V3-10Mmol).

Antropometriset tulokset (n=9) parantuivat merkittävimmin (p<0.01) kevästä syksyyn (rasva-% ja FFM). Anaerobiset ominaisuudet (MARST) kehittyivät puolestaan erittäin merkittävästi koko kaudella 1998-1999 sekä peruskunto- ja lajiharjoituskausilla (p<0.001). Lisäksi anaerobisen alueen tulokset parantuivat vähintäänkin merkittävästi kilpailu- ja siirtymäkaudella (p<0.05). Voimakestävyysmittauksissa toistokyykyyn tehoindeksit parantuivat toukokuulta elokuulle (p<0.05) sekä (33 %) kevästä syksyyn (p<0.01). Kilpailukauden jälkeiset tehoindeksit olivat lisäksi erittäin merkittävästi korkeammalla kuin edellisvuoden toukokuussa (p<0.001). Maksimivoimien maksimikyykyyn suhteelliset (p<0.01) ja absoluuttiset (p<0.05) tulokset parantuivat merkittävästi peruskuntokaudella samoin kuin kevennyshyppy (p<0.05) ja staattinen hyppy (p<0.05). Kilpailu- ja siirtymäkaudella kaikki maksimivoimatulokset, paitsi selkäravot, laskivat merkittävästi (p<0.05). Nopeustulokset, aitaohyppy ja 30 m juoksu, kehittivät merkittävimmin lajiharjoituskaudella (p<0.05). Lisäksi seuraavat testiärvot korreloivat vähintäänkin merkittävästi (p<0.05) lajimenestyksen kanssa: Paino ja rasva %, MARST:in Vmax, Lamax ja V3-10Mmol, toistokyykytestin tehoindeksi, maksimikyyky-, vatsa- ja selkätulokset, staattinen hyppy, kevennyshyppy, kevennyshyppy 40 kilon lisäpainoilla ja elastisuus %, aitaohyppytesti ja 30 metrin nopeustesti.

Yhteenvedon voidaan todeta, että peruskuntokauden harjoittelu näkyy antropometristen tulosten kehityksenä ja koko anaerobisen alueen luisteluvauhtien parantumisena. Lisäksi kehittymistä tapahtui voimakestävyudessa, jalkojen maksimivoimassa, nopeusvoimassa ja räjähtävissä voimassa. Lajiharjoituskauden harjoittelu vaikutti taas antropometriassa, anaerobisen alueen maksimiluisteluvauhdeissa sekä voimakestävyudessa ja nopeudessa. Kilpailu- ja siirtymäkaudella kehitystä tai samalla tasolla pysymistä oli havaittavissa antropometriassa, koko anaerobisen alueen luisteluvauhdeissa, voimakestävyudessa ja nopeudessa. Lisäksi yhteenvedon korrelaatioista voidaan todeta, että alppihiihdon kokonaismenestystä kuvaa parhaiten MARST:in Vmax, Lamax ja V10Mmol sekä keskivartalon maksimivoimatestit ja paino. Freestylehiihdon menestystä kuvaa taas MARST:in V5Mmol, suhteellinen vatsa ja kyykytulos sekä staattinen hyppy, elastisuus % ja Rasva %.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ

1 JOHDANTO	1
2 ALPPI- JA FREESTYLEHIIHTO KILPAILULAJEINA	2
2.1 Alppihiihto	2
2.2 Freestylehiihdon kumparelasku	2
2.3 Alppilajien urheilijoiden fyysiset ominaispiirteet	3
2.3.1 Antropometria	3
2.3.2 Aerobinen kapasiteetti	5
2.3.3 Anaerobinen kapasiteetti	6
2.3.4 Lihasvoima	6
2.4 Alppilajien harjoittelu	7
3 FYYSISTEN OMINAISUUKSIEN SEURANTA ALPPILAJEISSA	8
3.1 Laboratoriotestit	8
3.1.1 Aerobinen kapasiteetti	8
3.1.2 Anaerobinen kapasiteetti	9
3.1.2.1 Wingaten polkupyöräergometritesti	9
3.1.2.2 Kontaktimattohyppytestit	10
3.1.3 Voima	10
3.2 Testipatterit ja kenttätetit	11
3.2.1 Kuusikulmioestetesti	12
3.2.2 Laatikkohyppytesti	13
3.2.3 Sivuttais- ja vertikaalihyppytesti	14
3.2.5 Alppihiihtosuorituksen laktaattimääritykset	15
3.3 Maksimaalinen anaerobinen juoksutesti (MART)	16
3.3.1 Testimenettely	16
3.3.2 Testissä mitattavat maksimaalisen anaerobisen suorituksen määräävät tekijät	17
3.3.3 Reliabiliteetti ja validiteetti	18
3.3.4 Muunnelmat	19
3.3.4.1 Maksimaalinen anaerobinen polkupyörätesti (MACT)	19
3.3.4.2 Muut testiversiot	20
3.4 Testaus rullaluistimilla	21
4 AIEMMAT SEURANTATUTKIMUKSET ALPPILAJEISSA	22
5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT	23
5.1 Tutkimuksen tarkoitus	23
5.2 Tutkimusongelmat ja –hypoteesit	23
6 TUTKIMUSMENETELMÄT	24
6.1 Koehenkilöt	24
6.2 Tutkimusaikataulu ja –paikka	24
6.3 Testien valinta	25
6.4 Mittaukset ja välineistö	25
6.4.1 MARST	26

6.4.1.1 Rullien hidastuvuuden mittaukset	27
6.4.1.2 MARST:in korjauskertoimet	27
6.4.2 Kyykkytestit	28
6.4.3 Vatsa- ja selkälihasten voimatestit	29
6.4.4 Staattinen ja kevennyshyppytesti	29
6.4.5 Nopeus- ja aitahyppytestit	29
6.4.6 FIS-ranking	30
6.5 Tilastolliset menetelmät	30
7 TULOKSET	31
7.1 Antropometria ja muutokset vuoden seurannan aikana	31
7.2 MARST ja muutokset vuoden seurannan aikana	33
7.3 Toistokyykkytesti ja muutokset vuoden seurannan aikana	35
7.4 Maksimivoimatestit ja muutokset vuoden seurannan aikana	37
7.5 Nopeus- ja hyppytestit ja muutokset vuoden seurannan aikana	39
7.6 FIS-pisteiden kehitys kaudella 1998-1999 alppi- ja freestylehiihdossa.	41
7.7 Testitulosten ja FIS-rankingin väliset korrelaatiot	42
7.8 Testitulosten ja FIS-rankingin väliset korrelaatiot	42
8 POHDINTA	43
8.1 Antropometria	44
8.2 MARST	45
8.3 Toistokyykkytesti	48
8.4 Maksimivoimatestit	50
8.5 Nopeus- ja hyppytestit	52
8.6 Yhteenveto	55

LÄHDELUETTELO

LIITTEET

1 JOHDANTO

Alppilajien menestyksen takana on korkea aerobinen sekä erittäin korkea anaerobinen kapasiteetti (Andersen & Montgomery 1988). Toisaalta menestys ei tule ilman nopeutta, ketteryttä, tasapainoa ja koordinaatiota (Brown & Wilkinson 1983). Bosco ym. (1994) mukaan alppihiittäjän tekniikka ja taito-ominaisuudet ovatkin menestyksen kannalta erittäin ratkaisevia. Menestyksen takana on näin ollen monet ominaisuudet, joiden määrittämiseen on pyritty kehittämään mahdollisimman paljon ominaisuutta ja menestystä kuvaavia testistöjä. Alppilajien testauksesta sekä testien sopivuudesta kuvaamaan alppilajien menestystä onkin paljon tutkimustietoa. Toisaalta tutkimustulokset ovat ajoittain hyvinkin ristiriitaisia ja mitään yksiselitteisesti sopivinta testistöä ei olla pystytty osoittamaan. Lisäksi alppilajien eri harjoituskausien kehityksen seurannasta ja harjoittelun vaikutuksista eri fyysisiin ominaisuuksiin ei ole riittävästi tutkimustietoa.

Viime vuosina Suomen hiihtoliiton alppi- ja freestylemaajoukkueet ovat halunneet kehittää testistöjään. Tarpeena olisi testistö, joka kuvaisi parhaalla mahdollisella tavalla alppi- ja freestylehiihtäjien kauden aikaista kehittymistä, suorituskykyä ja tulevan talven menestystä. Testeihin kuluva aika haluttiin myös lyhentää ja pyrkimyksenä olikin kaksipäiväisen testistön tiivistäminen yhdenpäivän kokonaisuudeksi. Yhtenä osaratkaisuna edellä mainittuihin tarpeisiin oli rullaluistinversio maksimaalisesta anaerobisesta juoksutestistä. Tämän vuoksi olen perehtynyt kirjallisuuskatsauksessani myös MART:ia käsitteleviin tutkimuksiin sekä testaukseen rullaluistimilla. Tässä tutkimuksessa pyrittiin vastamaan edellä mainittuihin tarpeisiin ja näin ollen tutkimuksen tarkoituksena oli seurata fyysisten ominaisuuksien muutoksia eri harjoituskausilla alppi- ja freestylehiihtäjillä. Tarkoituksena oli myös tutkia eri testimenetelmien kykyä kuvata alppi- ja freestylehiihtäjien kilpailumenestystä.

2 ALPPI- JA FREESTYLEHIIHTO KILPAILULAJEINA

2.1 Alppihiihto

Alppihiihto koostuu neljästä eri lajista: pujottelusta, suurpujottelusta, super-G:stä ja syöksylaskusta. Kyseiset lajit eroavat käännöksiltään, nopeuksiltaan ja radan pituuksilta. Näistä pujottelu suoritus sisältää nopeita, lyhytsäteisiä käännöksiä 45-60 sekuntia kestäväällä radalla kun taas suurpujottelussa käännökset ovat loivempia ja rata on vauhdikkaampi (kestoltaan n. 60-75 sekuntia). Syöksylasku on puolestaan alppihiihdon vauhdikkain laji. Siinä suorituksen kesto nousee 2-3 minuuttiin. Super-G on taas eräänlainen syöksylaskun ja suurpujottelun yhdistelmä, jossa on tärkeää pystyä kääntymään teknisesti ja samalla säilyttämään aerodynaaminen laskuasento. (White & Johnson 1993.) Duvillard (1995) jakaakin alppihiihdon lajit kahteen ryhmään. Pujottelu ja suurpujottelu ovat hänen mukaansa niin sanottuja tekniikkalajeja ja puolestaan syöksy ja super-G ovat alppihiihdon vauhtilajeja.

2.2 Freestylehiihdon kumparelasku

Freestylehiihto koostuu kolmesta lajista: kumparelaskusta, baletista sekä hypyistä. Nämä freestylehiihdon eri osalajit eroavat melko suuresti toisistaan. Balettia voisi verrata taitoluisteluun ja hyppyjä uimahyppyihin kun taas kumparelasku on lähimpänä perinteisiä alppilajeja kuten pujottelua. Kilpailusuoritus kestää kumparelaskussa 25-35 sekuntia ja suoritus koostuu nopeista käännöksistä ja kahdesta hypystä. Kumparelaskurinteen tarkempia mittoja on esitetty liitteessä 1. (Mustonen 1991.)

Kumparelaskukilpailu tapahtuu vapaana laskuna jyrkässä, kumpareisessa rinteessä. Kumparelaskukilpailun pistelaskussa huomioidaan käännökset, hypyt sekä nopeus. Pisteistä 50 % tulee käännöksistä, 25 % hypyistä ja loput 25 % nopeudesta. Suoritusta arvioi 5 tai 7 tuomaria. Seitsemän tuomarin mallissa viisi henkilöä on käännöstuomareina ja loput kaksi arvioivat hypyjä. (FIS 1995.) Käännöksissä tuomarit kiinnittävät huomion yhdeksään pääkohtaan: Laskulinjaan, kumpareiden käyttöön, kumpareiden vaimentamiseen, suorituksen taloudellisuuteen, kanttaukseen, kehon asentoon, sauvojen käyttöön, suorituskontrolliin sekä aggressiivisuuteen. Jokainen kilpailija suorittaa myös kaksi erilaista hyppyä laskun ai-

kana. Hypyissä tuomarit arvioivat hypyn suoritustekniikkaa ja vaikeusastetta. Nopeuspisteet määräytyvät puolestaan suoritusajan perusteella. Ennen kilpailua on aikalaskijoiden avulla määritetty ns. ihanneaika, jonka avulla voidaan laskea kilpailusuorituksen nopeuspisteet. (FIS 1995.)

2.3 Alppilajien urheilijoiden fyysiset ominaispiirteet

Jokainen alppiihdon laji vaatii urheilijalta tietynlaisia fyysisiä ominaispiirteitä. Huipputaso alppiihittäjiltä vaaditaan korkeaa aerobista sekä erittäin korkeaa anaerobista kapasiteettia (Andersen & Montgomery 1988). Huipputaso alppiihittäjillä vaaditaan myös nopeutta, ketteryyttä, tasapainoa ja koordinaatiota (Brown & Wilkinson 1983). Bosco ym. (1994) mukaan alppiihittäjän tekniikka ja taito-ominaisuudet ovatkin menestyksen kannalta tärkeimpiä ominaisuuksia, mutta toisaalta tekniikan, motorisen kyvykkyyden ja psykologisten tekijöiden vaikutusta urheilijan menestykseen ei ole riittävästi tutkittu (White & Johnson 1993).

Freestylehiihdon osalajien vaatimuksista ja fysiologiasta on vähän tutkimuksia. Mustosen (1991) mukaan kumparelasku muistuttaa lähinnä alppiihdon pujottelusuoritusta. Lisäksi hänen tutkimuksessaan laktaattiarvot osoittivat, että anaerobisella energiantuotolla on tärkeä osuus kumparelaskusuorituksessa.

2.3.1 Antropometria

Orvanova (1987) kuvailee kuinka alppiihittäjien antropometriset profiilit ovat muuttuneet viime vuosikymmeninä. Hänen mukaansa 70 ja 80-luvun alun tutkimuksissa alppiihittäjät ovat melko pieniä, mutta heidän reisilihaksistonsa on hyvin kehittynyt. Myöhemmin Karlssonin (1984) tutkimuksessa havaittiin, että menestyksekkäämmät alppiihittäjät ovat kookkaampia ja painavampia kuin ennen. Whiten & Johnsonin (1991) viimeaikainen tutkimus on myös osoittanut, että huipputaso alppiihittäjät ovat selvästi painavampia kuin harrastetason alppiihittäjät. Lisäksi huipputaso alppiihittäjillä on suurempi rasvattoman kehonpainon osuus verrattuna harrastetason urheilijoihin. Esimerkiksi USA:n alppiihittomaa-joukkueen vedenalaispunnituksella määritetty kehon rasvapitoisuus on miehillä 6.1 % ja

naisilla 13.1 %. (White & Johnson 1991.) Puolestaan aiemmissa tutkimuksessa, ihopoimiumittauksella, USA:n alppihiihtomaajoukkueen rasvaprosentin arvot liikkuvat miehillä 10.2 % ja naisilla 20.6 % tasolla (Haymes & Dickinson 1980a). Taulukossa 1. on esitetty eri tutkimuksissa mitattuja alppihiihtäjien ominaispiirteitä.

Taulukko 1. Alppihiihtäjien fyysisiä ominaispiirteitä eri tutkimuksissa (Andersen & Montgomery 1988).

Nationality	Level	n	Age	Height (cm)	Mass (kg)	Percentage fat	Skinfolds (mm) ^a	Reference
Males								
Canadian	National	10	21.9 ± 0.6	178.5 ± 1.0	77.6 ± 1.3		46.4 ± 3.5(6)	Brown & Wilkinson (1983)
Canadian	Divisional	10	18.5 ± 0.4	177.3 ± 1.5	71.5 ± 5.3		42.7 ± 1.2(6)	Brown & Wilkinson (1983)
Canadian	Club	22	17.1 ± 0.2	175.8 ± 1.2	69.8 ± 1.0		50.8 ± 2.2(6)	Brown & Wilkinson (1983)
Canadian	Divisional	10	15.7 ± 0.4	175.8 ± 2.8	65.3 ± 4.3		73.0 ± 7.2(5)	Andersen & Montgomery (1987)
Canadian	Provincial	9	16.4 ± 0.9	174.9 ± 4.4	70.0 ± 5.3		48.5 ± 12.0(5)	Andersen (1988)
Canadian	Divisional	14	15.7 ± 1.7	178.4 ± 3.8	68.3 ± 5.4		50.3 ± 9.3(5)	Andersen (1988)
Canadian	Varsity	10	21.2 ± 0.6	176.2 ± 1.8	74.5 ± 2.8			Jasmin et al. (1988)
Canadian	Junior	9	16.5 ± 1.6	173.1 ± 5.9	65.5 ± 5.2	11.0 ± 2.5		Song (1982)
Czech.	Varsity	23	24.1 ± 4.0	179.5 ± 4.6	71.7 ± 5.1	8.1 ± 2.1		MacKova et al. (1982)
Italian	National	8	19.6 ± 0.7	171.2 ± 6.2	67.0 ± 5.1			Saibene et al. (1985)
Italian	National	8	21.0 ± 2.0	178.0 ± 0.5	78.0 ± 4.0	9.9 ± 2.6		Veicsteinas et al. (1984)
Swedish	National	3	20	179	74			Tesch et al. (1978)
US	National	12	21.8 ± 2.0	177.8 ± 4.1	75.5 ± 4.9	10.2 ± 1.5		Haymes & Dickinson (1980a)
Females								
US	National	10	19.3 ± 2.1		59.0 ± 4.2	20.9 ± 4.1		Haymes & Dickinson (1978)
US	National	10	19.9 ± 1.7		60.3 ± 3.8	22.1 ± 3.1		Haymes & Dickinson (1978)
US	National	13	19.5 ± 1.6	165.1 ± 4.5	58.8 ± 4.6	20.6 ± 3.7		Haymes & Dickinson (1980a)

2.3.2 Aerobinen kapasiteetti

Korkea aerobinen kapasiteetti helpottaa palautumista perättäisistä anaerobisista vedoista ja näin alppihiittäjä pystyy työskentelemään pitempään aerobisesti (Song 1982). Lisäksi monet alppihiidon kilpailut pidetään korkealla, mikä asettaa erityisvaatimuksia aerobiselle kapasiteetille (Plisk 1988). Alppihiittäjien maksimaalisen hapenoton arvot ovat eri tutkimuksissa liikkuneet n. 53-70 ml/kg/min tasolla (taulukko 2.) (Andersen & Montgomery 1988).

Taulukko 2. Alppihiittäjien maksimaalisen hapenoton arvoja eri tutkimuksissa (Andersen & Montgomery 1988).

Nationality	Level	Sex	$\dot{V}O_{2max}$ (ml/kg/min)	Reference
Sweden	Ingemar Stenmark	M	70.0	Åstrand & Rodahl (1986)
US	National	M	66.6	Haymes & Dickinson (1980a)
Canadian	Junior racers	M	65.6	Song (1982)
Swedish	National	M	65.0	Bergh et al. (1978)
Swedish	National	M	63.8	Rusko et al. (1978)
Canadian	National	M	63.1	Brown & Wilkinson (1983)
Canadian	Club skiers	M	61.6	Brown & Wilkinson (1983)
Canadian	Divisional racers	M	60.2	Andersen & Montgomery (1987)
Czech.	Junior ski racers	M	60.1	Mackova et al. (1982)
Italian	National	M	58.9	Saibene et al. (1985)
Canadian	Provincial racers	M	55.6	Andersen (1988)
Canadian	Divisional racers	M	54.8	Andersen (1988)
Italian	National ski team	M	52.4	Veicsteinas et al. (1984)
Canadian	Club racers	M	50.2	Andersen (1988)
US	Varsity ski racers	M	49.1	Haymes & Dickinson (1980b)
US	National	F	53.1	Haymes & Dickinson (1978)
US	National	F	52.7	Haymes & Dickinson (1980a)

Tesch ym. (1978) mukaan huipputason alppihiittäjät pystyvät hiihtosuorituksen aikana toimimaan n. 90 % tasolla maksimaalisesta hapenotostaan kun taas harrastetason urheilijat pystyvät yltämään vain 60-75 % tasolle. Toisaalta Karlsson (1984) kuitenkin toteaa, että alppihiittäjillä mitatut korkeat maksimaalisen hapenoton arvot kuvaavat enemmän harjoittelun vaikutuksia kuin todellisia lajin vaatimuksia.

2.3.3 Anaerobinen kapasiteetti

Alppihiihto luokitellaan anaerobiseksi lajiksi, sillä pisin lajisuoritus, syöksylasku, kestää vain alle kolme minuuttia. Laktaattia kertyy lihaksiin, sillä kilpailusuorituksessa jalkojen lihaksisto supistuu isometrisesti lähes koko suorituksen ajan (Andersenin & Montgomeryn 1988). Veicsteinas ym. (1984) toteavat, että keskimääräisen energian kulutuksen on todettu olevan 20 % suurempi pujottelussa kuin suurpujottelussa. Molemmissa lajeissa anaerobisen, glykolyyttisen, energiantuoton osuus oli n. 40 % kokonaisenergiantuotosta. Andersenin ja Montgomeryn (1988) mukaan suurpujottelu kilpailun jälkeen veren laktaattiarvot liikkuvat n. 8,0-15,7 mmol/l arvoissa ja keskiarvona 9,0 mmol/l pujottelusuorituksen jälkeen. Huipputasoin alppihiihtäjät saavuttavat myös korkeampia lihasten ja veren laktaattiarvoja kuin kansallis- ja harrastetason urheilijat. Lisäksi Komin ym. (1977) on havainnut, alppihiihtäjillä korkeammat reisilihasten laktaattidehydrogenaasi ja kreatiini fosfokinaasipitoisuudet kuin muiden lajien urheilijoilla. Molemmat entsyymit ovat tärkeitä anaerobisen aineenvaihdunnan entsyymejä.

Mustonen (1991) on raportoinut freestylehiihdon vaatimuksista. Hänen tutkimuksessa freestylehiihtäjät suorittivat peräkkäin seitsemän kilpailunomaista laskua ja keskiarvona laktaattiarvot liikkuivat viidennen laskun jälkeen 9.11 mmol/l tasolla. Puolestaan ensimmäisen laskun jälkeen laktaattiarvot ylsivät yli 4.50 mmol/l tasolle. Samassa tutkimuksessa suorituksen aikaiset maksimisykkeet liikkuivat korkeimmillaan 193 ± 1 lyöntiä/minuutti. Tutkimuksessa mitatut RPE-arvot nousivat ensimmäisen laskun keskiarvosta 16 ± 1 seitsemännen laskun 19 ± 1 keskiarvoon. (Mustonen 1991.)

2.3.4 Lihassoima

Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että jalkojen voimatasot ovat alppihiihtäjillä korkeammat verrattuna muihin urheilijoihin (Orvanova 1987, Tesch ym. 1978 ; Åstrand & Rodahl 1986). Esimerkiksi Ruotsin alppihiihtomaajoukkueen jalkojen isometrisen voiman (90° polvikulmalla) keskiarvoksi on mitattu 2900 N kun se muiden lajien edustajilla, mm. jääkiekkoilija ja yleisurheilijat, oli 2500 N (Åstrand & Rodahl 1986). Lisäksi Haymes & Dickinson (1980b) ovat todenneet, että jalkojen voima on kaikkein tärkein tekijä ennustettaessa USA:n alppihiihtomaajoukkueen menestymistä.

Mustosen (1991) tutkimuksessa kumparelaskijat suorittivat myös voima- ja nopeustestejä. 30 metrin juoksun keskiarvoaika oli 4.3 ± 0.1 sekuntia. Voimannostokyykyn absoluuttinen keskiarvo oli 130 ± 23 kg ja suhteellinen puolestaan 1.8 ± 0.4 kg/kehon paino.

2.4 Alppilajien harjoittelu

Eriksson ym. (1977) jakaa alppihiittäjän vuosiharjoittelun kolmeen pääjaksoon: kuivaharjoittelukauteen, kuiva/lajiharjoituskauteen sekä kilpailukauteen. Lisäksi kilpailukauden jälkeen voidaan sijoittaa siirtymäkausi, jolloin kerätään latausta seuraavaan kauteen (Hagerman 1990). Ensimmäinen pääjakso käsittää aikavälin toukokuusta heinäkuuhun. Jakson alku motivoi seuraavalle kaudelle. Kesäkuusta lähtien harjoittelun tarkoituksena on hankkia riittävä peruskuntopohja tulevalle kaudelle. Toinen pääjakso ajoittuu elokuusta marraskuulle ja siinä tavoitteena on kuiva- ja lumiharjoittelulla parantaa tekniikkaa, hiihdossa vaadittavaa peruskuntaa, voimaa ja anaerobista suorituskykyä. Kolmas pääjakso ajoittuu joulukuusta huhtikuulle ja se käsittää kilpailukauden ohjelman ja harjoittelun. Jakson harjoittelulla tähdätään hiihdon perusominaisuuksia ylläpitävään vaikutukseen ja kilpailuominaisuuksien esille saamiseen. (Eriksson ym. 1977.)

Aerobista kestävyysharjoittelua on ohjelmassa vähintään kolme kertaa viikossa. Riittävän peruskunnan kehityttyä otetaan mukaan yksi tai kaksi anaerobista harjoitusta viikkoon. Voimaharjoittelua on viikoittain vähintään 2-3 kertaa. Lisäksi harjoittelu sisältää venyttelyä sekä koordinaatio- ja tasapainoharjoituksia. Lajiharjoittelua kertyy ohjelmaan n. 1-2 kuu-kautta ennen ensimmäisiä kilpailuja. (Hagerman 1990.)

3 FYYSISTEN OMINAISUUKSIEN SEURANTA ALPPILAJEISSA

3.1 Laboratoriotestit

White & Johnson (1991) mukaan laboratorion vakio-olosuhteissa päästään parhaaseen suorituskontrolliin ja mahdollisuuteen käyttää muiden lajien hyväksi havaitsemia, luotettavia, testejä. Alppilajeissa laboratoriotestejä käytetään voiman sekä aerobisten ja anaerobisten ominaisuuksien mittauksissa.

3.1.1 Aerobinen kapasiteetti

Laboratorio-olosuhteissa suoritetuista alppihiittäjien maksimaalisen hapenoton (VO_{2max}) testeistä ovat raportoineet mm. Brown & Wilkinson (1983); Haymes & Dickinson (1980a) sekä White & Johnson (1991). White & Johnson (1991) käyttivät polkupyöraergometriä aerobisen tehon määrittämisessä kun taas Haymes & Dickinson (1980a) sekä Brown & Wilkinson (1983) käyttivät juoksumattoa VO_{2max} mittauksissaan.

Aerobinen teho on merkitsevä kilpailumenestystä määräävä tekijä alppihiittosuorituksessa (Plisk 1988; Song 1982). Haymesin & Dickinsonin (1980b) tutkimuksessa VO_{2max} oli paras yksittäinen muuttuja ennustamaan naisten menestystä syöksylaskussa. Lisäksi samassa tutkimuksessa VO_{2max} korreloi myös miesten puolella merkitsevästi pujottelu- ja suurpujottelumenestyksen kanssa. Myöskin Haymesin & Dickinsonin (1980a) tutkimuksessa VO_{2max} (l/min) korreloi merkitsevästi ($r = -0,66$) syöksylaskun FIS-pisteisiin USA:n naislaskijoilla. Puolestaan Whiten & Johnsonin (1991) tutkimuksessa huippu- ja harrastetason alppihiittäjien välillä ei ollut eroja $VO_{2max:ssa}$. Karlsson (1984) onkin todennut tutkimuksessaan, että alppihiittäjillä havaitut korkeat hapenotonarvot eivät kuvaa lajin todellisia vaatimuksia vaan pikemminkin oheisharjoittelun vaikutuksia.

3.1.2 Anaerobinen kapasiteetti

Anaerobisen tehon on osoitettu olevan tärkeä menestystä määräävä tekijä alppiihdon kilpailusuorituksessa. Anaerobisten testien on myös todettu kuvaavan paremmin alppiihdon kilpailusuorituskykyä kuin aerobisten testien. Alppiihdon tutkimuksissa ja testauksessa on käytetty monia anaerobista tehoa mittaavia testejä kuten Wingaten pp-ergometritestejä, vertikaalihyppytestiä, 60-sekunnin hyppytestiä ja Margarian porrasjuoksutestiä. (White & Johnson 1993.)

3.1.2.1 Wingaten polkupyöräergometritesti

Alppiihittäjien testauksessa ja tutkimuksessa on käytetty 30 (Andersen 1988), 60 (Andersen & Montgomery 1987) ja 90 sekunnin versioita (Stark ym. 1987) Wingaten pp-ergometritestistä. Lisäksi Duvillard & Knowles (1997) käyttivät tutkimuksissaan 120 sekunnin versiota kyseisestä testistä.

Andersenin (1988) tutkimuksessa vertailtiin eri tasoisia alppiihittäjiä keskenään 60 sekunnin testillä. Tuloksena alue- ja piiritason alppiihittäjät pystyivät parempiin huippu- ja keskimääräisen tehon arvoihin kuin seuratason urheilijat. Puolestaan Stark ym. (1987) käyttivät 90 sekunnin versiota Wingate pp-ergotestistä vertaillaessaan pujottelijoita ja syöksylaskijoita. Tutkimuksessa kävi ilmi, että pujottelijat pystyivät korkeampiin huipputehon arvoihin, mutta tehon putoaminen testin aikana oli heillä suurempaa kuin syöksylaskijoilla. Syöksylaskijoiden parempi anaerobinen kestävyys tuli esille vasta 40 sekunnin jälkeen ja tämän takia tutkijat ehdottivat 90 sekunnin Wingate testin käyttöä alppiihittäjien anaerobisen kestävyuden arvioimisessa. Myös Bacharach & Duvillard (1995) tutkivat 30 ja 90 sekunnin Wingate-testin soveltuvuutta kuvamaan alppiihittäjien menestystä. Koehenkilönä olivat USA:n alppiihittomaajoukkueen urheilijat ja heidän kansallisia ranking-pisteitään (USSA-pisteet) vertailtiin Wingate testien tuloksiin. Tutkimuksessa päästiin tulokseen, että naisten puolella 30 ja 90 sekunnin testeistä mitattavat väsymisindeksi ja minimiteho ovat yhteydessä pujottelu ja suurpujottelun rankingpisteisiin. Puolestaan miesten puolella 90 sekunnin testiä korreloivat rankingin kanssa kun taas 30 sekunnin testin ja rankingin välille ei löytynyt merkitseviä korrelaatioita. (Bacharach & Duvillard 1995.) Duvillard &

Knowles (1997) toteavat lisäksi, että 30 sekunnin Wingate-testi saattaa aliarvioida sukupuolten välisiä eroja anaerobisessa kapasiteetissa.

3.1.2.2 Kontaktimattohyppytestit

White & Johnson (1991) ovat raportoineet 60 sekunnin hyppytestin soveltuvuudesta alppihiittäjien testaukseen. Testi suoritettiin Boscon ym. (1983) mallin mukaisesti. Tuloksissa sekä kansainvälisen että kansallisen tason mies- ja naisurheilijat ylsivät tilastollisesti merkitsevästi parempiin tehoarvoihin 60 sekunnin hyppytestissä. Samassa tutkimuksessa vertailtiin myös 60 sekunnin hyppytestin tuloksia 30 sekunnin Wingaten pp-ergometritestiin sekä vertikaalihyppytestiin. Kyseisten testien absoluuttiset tehoarvot korreloivat merkitsevästi keskenään ($r \geq 0,85$) sekä lisäksi rasvattoman kehon painon kanssa. Bosco ym. (1994) ovat puolestaan käyttäneet tutkimuksissaan myös 30 sekunnin versiota kontaktimattohyppytestistä, jonka toistettavuus on edeltävissä tutkimuksissa (Bosco ym. 1983) todettu korkeaksi ($r=0,95$).

3.1.3 Voima

Alppihiittäjien voimamittauksista ovat raportoineet mm. Brown & Wilkinson (1983); Haymes & Dickinson (1980a); Åstrand & Rodahl (1986). Brownin & Wilkinsonin (1983) tutkimuksessa mitattiin alppihiittäjien jalkojen isometristä voimaa Cybex isokineettisellä dynamometrillä. Tuloksissa huipputasen alppihiittäjät saavuttivat korkeampia jalan isometrisiä voima-arvoja kuin alemman tason alppihiittäjät. Myös Åstrandin & Rodahlin (1986) tutkimukset puoltavat jalkojen voiman merkitystä. Heidän mukaan Ruotsin alppihiittomaajoukkue on saavuttanut korkeampia arvoja jalkojen isometrisessä ojennustestissä (90° polvikulmalla) kuin esim. jääkiekkoilijat ja yleisurheilijat. Lisäksi Haymes & Dickinson (1980b) ja Gettman (1974) raportoivatkin merkitseviä korrelaatioita jalkojen voimatasojen sekä syöksy ja suurpujottelusuorituksen välillä. Puolestaan alppihiittäjien räjähtävän voiman mittaamiseen voidaan käyttää kontaktimatolla tehtäviä (staattinen hyppy, staattinen hyppy lisäpainolla sekä esikevennyshyppy) hyppytestejä (Bosco 1997).

3.2 Testipatterit ja kenttätetit

Jasminin ym. (1989) mukaan alppihiihdon testaaminen laboratorio-olosuhteissa on myös ongelmallista. Ensinnäkin hyppy-, pyöräily- ja juoksutesteissä hiihtolihakset eivät toimi samoin kuin hiihtosuorituksessa. Lisäksi monella valmentajalla ei ole mahdollisuutta ja välineistöä kyseisiin laboratoriotesteihin. Tämän takia alppihiihtoon on kehitetty monia testipattereita sekä erilaisia kenttätestejä, joilla pyritään mittaamaan ja ennustamaan hiihtosuorituskykyä. Esimerkiksi USA:n hiihtoliiton kehittämä Medal's Test pitää sisällään aerobisen ja anaerobisen tehon mittaukset, voima ja kestävyystestit sekä taitotestin. Tarkemmin Medal's testi käsittää 40 m ja 400 m juoksut räjähtävän ja pitempiketoisen anaerobisen tehon määrittämiseksi. Puolestaan mailin juoksulla arvioidaan aerobista tehoa. Testipatteri sisältää myös 90 sekunnin laatikkohyppytestin anaerobisen tehon ja taidon testaamiseen; kuusikulmioestetestin (hexagonal obstacle test) taidon, ketteryyden ja nopeuden arvioimiseen sekä yhden jalan kyykkytestin voiman ja kestävyuden mittaamiseksi. Medal's testi on helposti toteutettavissa oleva ja standardoitu testistö, mutta toisaalta mitään tieteellistä näyttöä ei löydy kyseisen testistön sopivuudesta kuvaamaan huipputason alppihiihtäjien kilpailusuorituskykyä. (White & Johnson 1993.)

Andersen ym. (1990) mukaan Kanadan hiihtoliitolla on myös oma testipatteristonsa (An on-site test battery). Testipatteristo koostuu 20 m sukkulajuoksutestistä, Wingaten 60 sekunnin pyörätestistä, kuusikulmioestetestistä, laatikkohyppytestistä (high box testi), tasajalkahyppytestistä sekä vertikaalihyppytestistä. Kyseisellä testistöllä voidaan luotettavasti havainnoida eroja eritasoisten suurpujottelijoiden välillä. Korkeammalla tasolla olevat alppihiihtäjät saavuttivat merkitsevästi ($p < 0,05$) parempia arvoja Wingaten 60 sekunnin pyörätestissä, high box testissä, kuusikulmioestetestissä, tasajalka hyppytestissä sekä sukkulajuoksutestissä. (Andersen ym. 1990.)

Kornexl (1977) on kehittänyt testipatteriston alppihiihtäjien suorituskyvyn, taidon ja motoristen ominaisuuksien mittaamiseen. Tämä testipatteristo ja sen osat ovat maailmanlaajuisesti käytettyjä alppihiihtäjien keskuudessa. Testipatterissa olevalla viidentoista testin kokonaisuudella voidaan arvioida ja mitata alppihiihtäjien taito-ominaisuuksia. Kyseinen testistö sisältää mm. seuraavat testit: sivuttaishyppytesti, kuusikulmiohyppytesti, matala laatikkohyppytesti, korkea laatikkohyppytesti ja kuusikulmioestehyppytesti. Myöhemmin Piper ym. (1987) tutkivat kyseisen testipatteriston kykyä mitata alppihiihtäjien kilpailusuori-

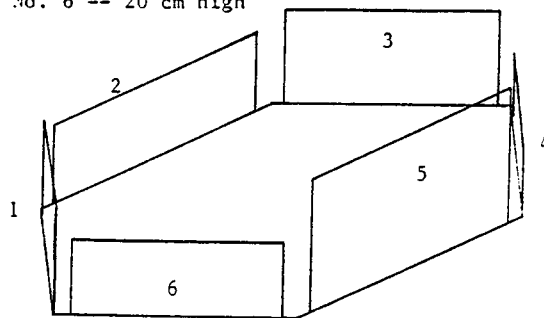
tuskykyä. Heidän tutkimuksessaan mikään edellisistä testeistä ei korreloinut pujottelukilpailun ajan kanssa.

3.2.1 Kuusikulmioestetesti

Kornexlin (1977) kehittämä kuusikulmioestetesti (hexagonal obstacle test) on tarkoitettu alppihiihtäjien lajinomaiseksi testiksi. Testillä pyritään mittaamaan alppihiihtäjien anaerobista suorituskkykyä sekä taitoa, ketteryyttä ja nopeutta. Välineistöä on esitetty kuvassa 1.

All rails 65 cm long

No. 1 -- 32 cm high
 No. 2 -- 20 cm high
 No. 3 -- 25 cm high
 No. 4 -- 20 cm high
 No. 5 -- 35 cm high
 No. 6 -- 20 cm high



Kuva 1. Kuusikulmioestetestin välineistö (Piper ym. 1987).

Kuusikulmioestetestin soveltuvuudesta alppihiihdon testaukseen ja kilpailusuorituskyvyn kuvaamisen on useita tutkimuksia (Shea 1983; Piper ym. 1987; Jasmin ym. 1989; Andersen ym. 1990; Andersen & Montgomery 1991; Reid ym. 1997). Andersenin (1990) tutkimuksessa kuusikulmioestetestin ja suurpujottelu suorituksen välille saatiin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio ($r = 0,82$), mikä tukee testin soveltuvuutta alppihiihdon testaukseen. Lisäksi samassa tutkimuksessa kansallisen tason alppihiihtäjät saivat merkitsevästi paremmat arvot kuusikulmioestetestissä kuin alemman tason (seurataso) alppihiihtäjät. Vastaviin tuloksiin ovat päässeet Reidin ym. (1997). Heidän tutkimuksessaan huipputason (kansainvälinen ja kansallinen kärki) miesalppihiihtäjien kuusikulmioestetestitulokset erosivat merkitsevästi vasta kehittymistasolla olevien alppihiihtäjien (lopun 3 ryhmää) tuloksista. Puolestaan kansainvälisen ja kansallisen huipun välille ei testillä saatu eroja. Lisäksi Shean

(1983) mukaan kuusikulmioestetesti korreloi merkitsevästi lumileiriolosuhteissa suoritettun alppihiihtosuorituksen kanssa.

Kuusikulmioestetestin reliabiliteettiä ovat tutkineet Jasmin ym. (1989). Heidän tutkimuksessaan kuusikulmioestetesti suoritettiin yhteensä kuusi kertaa kahden päivän aikana ja testien välinen korrelaatio oli korkea (0.96). Toisaalta kyseissä tutkimuksessa alppihiihtäjien tulokset eivät eronneet muista kontrolliryhmistä (ei alppihiihtäjiä), jonka perusteella tutkijaryhmä päätteli kuusikulmioestetestin mittavan paremminkin ketteryyttä kuin alppihiihton anaerobista suorituskykyä.

3.2.2 Laatikkohyppytesti

Kornexl (1977) on kehittänyt laatikkohyppytestit (high ja low box testi) mittaamaan alppihiihtäjien anaerobista kestävyyttä ja dynaamista tasapainoa. Myöhemmin high box testiä on käytetty juuri alppihiihtäjien anaerobisen kestävyuden mittaamiseen (Andersen ym. 1990; McGinnis ym. 1981; Shea 1983). Lisäksi Andersen & Montgomery (1991) ja Reid ym. (1997) ovat raportoineet testin soveltuvuudesta alppihiihton testaukseen. Välineistöä on esitetty kuvassa 2.

McGinnisin ym. (1981) tutkimuksessa high box testi todettiin toistettavuudeltaan hyväksi testiksi ($r > 0,70$). Lisäksi Shean (1983) tutkimuksessa high box testin tulokset korreloivat merkitsevästi USA:n alppihiihtomaajoukkueen lumileirillä suoritettun kilpailusuorituksen kanssa. Puolestaan Brownin & Wilkinsonin (1983) mukaan seuratason alppihiihtäjät saavuttivat merkitsevästi heikompia tuloksia high box testissä kuin kansallisen tason alppihiihtäjät. Andersen ym. (1990) ovat päässeet vastaavanlaisiin tuloksiin vertaillessaan kansallisen-, alue- ja seuratason alppihiihtäjiä. Kyseisessä tutkimuksessa seuratason alppihiihtäjät erottuivat merkitsevästi muista ryhmistä high box testissä. Lisäksi high box testi korreloi tilastollisesti merkitsevästi ($r=0,80$) suurpujottelusuorituksen kanssa. Myöskin Reidin ym. (1997) tutkimuksessa huipputaso (kansainvälinen ja kansallinen kärki) miesalppihiihtäjien high box tulokset erosivat merkitsevästi vasta kehittymistasolla olevien miesalppihiihtäjien tuloksista. Toisaalta kansainvälisen ja kansallisen huipun välille ei saatu eroja muuta kuin naisten puolella. Puolestaan Piper ym. (1987) eivät ole päässeet edellä mainit-

tujen kaltaisiin tuloksiin, sillä heidän tutkimuksessaan harrastetason alppihiihtäjillä high box ja low box testitulokset eivät korreloineet pujottelukilpailun ajan kanssa.

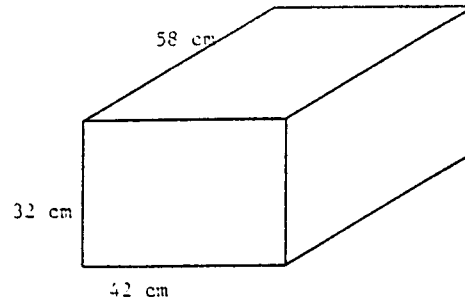


Fig. 3.—Low box.

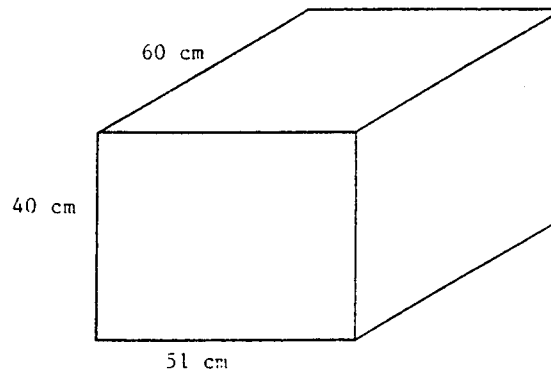
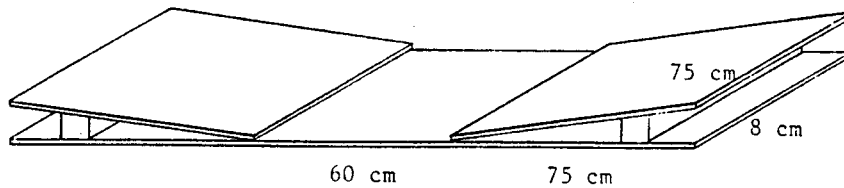


Fig. 4.—High box.

Kuva 2. High ja low box testin välineistö (Piper ym. 1987).

3.2.3 Sivuttais- ja vertikaalihyppytesti

Kornexl (1977) kehitti sivuttaishyppytestin (lateral vault) alppihiihtäjien motorisen taidon, ketteryyden ja tehon testaamiseen. Myöhemmin McGinnis ym. (1981); Piper ym. (1987); Reid ym. (1997); Shea (1983) ovat tutkineet kyseisten testien soveltuvuutta alppihiihdon testaukseen. Sivuttaishyppytestin välineistöä on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Sivuttaishyppytestin välineistö (Piper ym. 1987).

Kornexl (1977) on todennut sivuttaishyppytestit reliabiliteetiltaan ja validiteetiltaan hyväksi alppihiihtäjien suorituskykyä mittaaviksi testeiksi. Puolestaan Piperin ym. (1987) tutkimuksessa sivuttaishyppytesti ei korreloinut pujottelukilpailun aikaan. Reidin ym. (1997) tutkimuksessa sivuttaishyppytesti ei myöskään erotellut eri tasoisia alppihiihtäjiä toisistaan. Toisaalta kuitenkin samassa tutkimuksessa yhden jalan sivuttaishyppytesti erotteli eliittiryhmän alppihiihtäjät alemman tason alppihiihtäjistä.

Shean (1983) mukaan räjähtävän voiman ja jalkojen tehon mittaaminen vertikaalishyppytestillä oli paras yksittäinen kilpailusuorituskykyä ennustava mittari USA:n alppihiihtomaajoukkueen lumileirillä. Toisaalta kyseisessä tutkimuksessa ei käytetty muita anaerobista tehoa mittaavia testejä. Lisäksi Haymesin & Dickinsonin (1980b) tutkimuksessa vertikaalishyppytesti korreloi naisten puolella tilastollisesti merkitsevästi pujottelun ja suurpujottelun FIS-pisteisiin ja miesten puolella kaikkiin alppihiihdon lajien FIS-pisteisiin. Vertikaalishyppytestin on todettu myös erottelevan hyvin eritasoisia alppihiihtäjiä. Harraste tai seurataso alppihiihtäjät saivat tilastollisesti merkitsevästi alempia tehon arvoja kuin kansainvälisen- tai kansallisentason urheilijat (Brown & Wilkinson 1983; White & Johnson 1991).

3.2.5 Alppihiihtosuorituksen laktaattimääritykset

Veren laktaatin mittaaminen rinteessä, harjoittelu- ja kilpailutilanteessa on osa alppihiihtäjien kenttätestausta. Laktaattien avulla voidaan vertailla eritasoisia urheilijoita ja saadaan tietoa hiihdon energiatarpeesta. Laktaattien on todettu vaihtelevan myös eri alppihiihdon lajien, olosuhteiden ja taidollisten vaatimuksien mukaan. (White & Johnson 1993.)

Eriksson ym. (1977) ovat raportoineet alppihiittäjien veren laktaattipitoisuuksista alppihihtosuorituksen jälkeen. Heidän tutkimuksessaan suurimmat laktaattipitoisuudet saavutettiin suurpujottelusuorituksen jälkeen ja keskimäärin laktaattiarvo liikkui 10 mmol/l arvoissa tehokkaan suorituksen jälkeen. Lisäksi kilpailunomaisten harjoittelulaskujen jälkeen veren laktaattiarvojen on todettu olevan alemmalla tasolla kuin todellisen kilpailulaskun jälkeen. Saibene ym. (1985) tutkimuksessa suurpujottelun (80 sekuntia) harjoituslaskun jälkeinen keskimääräinen veren laktaattipitoisuus oli 6,8 mmol/l, kun se taas todellisen kilpailun jälkeen oli keskimäärin 9,0 mmol/l.

3.3 Maksimaalinen anaerobinen juoksutesti (MART)

Ruskon ym. (1993) suunnittelema maksimaalinen anaerobinen juoksutesti (MART) on kehitetty määrittämään anaerobisen suorituskyvyn metabolista sekä neuromuskulaarista puolta. Lisäksi submaksimaalisia tehotasoja voidaan käyttää hyödyksi pikajuoksijoiden harjoittelussa samaan tapaan kuin kestävyys puolella aerobista ja anaerobista kynnystä. (Nummela ym. 1996a.)

3.3.1 Testimenettely

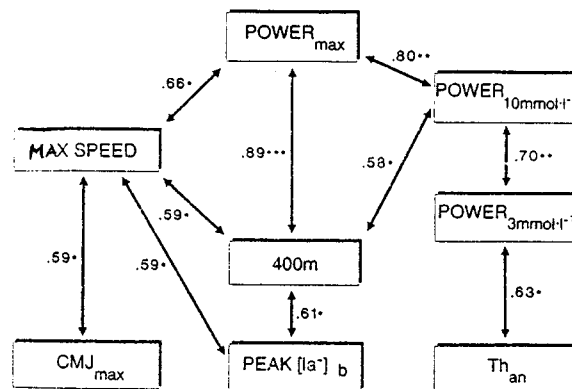
Ruskon ja Nummelan mukaan (1996) tällä hetkellä MART:in suositeltava oikea suoritus-tapa koostuu 20-s juoksuista vakionopeuksilla, uupumukseen asti, sekä ennen ja jälkeen testin suoritettavista kevennyshypyistä. Jokaista 20-s juoksua edeltää 5-s kiihdytysvaihe, jota ei lasketa juoksuaikaan ja jokaisen juoksun jälkeen seuraa 100-s palautumisvaihe (Rusko ja Nummela 1996). Alunperin Rusko ym. (1993) aloittivat testin ensimmäisen juoksun 3.97 m/s (14.3 km/h) nopeudella ja 5 asteen juoksumaton kulmalla, mutta jälke-päin Rusko ja Nummela (1996) suosittelivat sopivampaa 4 asteen kulmaa, jolla saadaan paremmin esiin sekä neuromuskulaarinen että metabolinen puoli anaerobisesta juoksu-kyvystä. Nopeus voi myös olla ensimmäisessä 20-s juoksussa 3-5 m/s väliltä riippuen testat-tavan suorituskyvyn tasosta. Tämän jälkeen nopeutta lisätään 0.38 m/s (4 asteen kulma) jo-kaisella 20-s juoksulla uupumuksen asti. Testissä 0.38 m/s nosto vastaa 6 ml/kg/min nostoa ja se on laskettu American College of Sport Medicinen (1986) kaavasta:

O_2 tarve (ml/kg/min) = $12 \cdot v(\text{m/s}) + 54 \cdot \text{kulma (aste)} \cdot v(\text{m/s}) + 3.5$, jossa v tarkoittaa juoksunopeutta ja kulma juoksumaton kulmaa.

Verinäytteet ja niistä analysoitava laktaattiarvo otetaan 40 sekuntia joka juoksun jälkeen sekä 2.5, 5.0 ja 10,0 minuuttia uupumuksen jälkeen. Esikevennyshyppy (CMJ) suoritetaan myös heti 15-35 sekuntia sekä 2.5, 5.0 ja 10,0 minuuttia uupumuksen jälkeen. Jos halutaan vielä tarkempaa tietoa neuromuskulaarisen väsymyksen kehittymisestä voidaan esikevennyshyppy suorittaa 15-35 sekuntia joka juoksun jälkeen. (Rusko ja Nummela 1996). Tällöin pitää huomioida aiheutuva lisäkuormitus, joka esim. pikajuoksijoilla laskee maksimaalista anaerobista juoksutehoa (Vuorimaa ym.1996).

3.3.2 Testissä mitattavat maksimaalisen anaerobisen suorituksen määräävät tekijät

Ruskon ym. (1993) tutkimuksen mukaan maksimaalinen juoksuteho (P_{\max}) MART:ssa on yhteydessä 400 m juoksuaikoihin radalla. P_{\max} vauhti juoksumatolla onkin lähes sama kuin juoksuvauhti 400 m ratajuoksussa, joten P_{\max} on yhteydessä laktiseen tehoon ja kapasiteettiin (Rusko ja Nummela 1996). MART'in aerobinen osuus on n. 30 % ja siksi on mahdollista laskea P_{\max} ja $VO_2\max$ välinen ero, joka kuvaa ehkä paremmin maksimaalista laktista tehoa ja kapasiteettia (Rusko ja Nummela 1996). Laktaatin huippuarvo (BLa_{peak}) puolestaan antaa tietoa anaerobisen glykolyysin tasosta ja se viittaa karkeasti anaerobiseen kapasiteettiin (Gastin 1994). BLa_{peak} - arvo MART:ssa liikkuu 9-20 mmol/l välillä ja viimeisen 20-s juoksun anaerobinen osuus on n. 70 %. (Nummela ym. 1996b; Nummela ym. 1996c ja Tossavainen ym. 1996). Juoksuteho submaksimaalisilla veren laktaattitasoilla on yksi määräävä tekijä maksimaalisessa anaerobisessa suorituskyvyssä. Juoksutehoja 5mM ($P_{5\text{mM}}$) ja 10mM ($P_{10\text{mM}}$) laktaattitasoilla voidaan käyttää kuvaamaan anaerobisen pikajuoksun taloudellisuutta (Nummela ym. 1992). $P_{10\text{mM}}$ korreloi myös merkitsevästi sekä P_{\max} että 400 m ratajuoksun kanssa (Rusko ym. 1993). Esikevennyshyppy (CMJ) suoritetaan MART:ssa, jotta saataisiin tietoa jalkojen voimantuottokapasiteetista ja neuromuskulaarisesta väsymyksestä. CMJ korkeus alkaa heikentyä pikajuoksijoilla kun laktaattitasot saavuttavat 10mM tason. (Rusko ym. 1993.) MART'in testimuuttujien korrelaatioita on esitetty tarkemmin kuvassa 4.



Kuva 4. Korrelaatio analyysi tärkeimpien maksimaalista anaerobista tehoa määävien tekijöiden välillä MART:ssa (* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$). MAX SPEED, nopeus 20 metrin nopeustestissä; CMJ_{max} , korkein kevennyshyppy MART:ssa; $POWER_{max}$, maksimiteho MART:ssa; 400m, keskinopeus 400 metrin juoksussa; $PEAK [la^{-1}]_b$, korkein veren laktaattipitoisuus MART:ssa; $POWER_{10mmol/l}$ ja $3mmol/l$, teho 10 mmol/l ja 3mmol/l laktaattitasoilla MART:ssa; Th_{an} , anaerobinen kynnyks. (Rusko ym. 1993).

3.3.3 Reliabiliteetti ja validiteetti

Nummela ym. (1996a) tutkivat MART:in reliabiliteettia ja validiteettia. Heidän tutkimuksessa 13 mieskoehenkilöä suoritti satunnaisessa järjestyksessä kaksi kertaa maksimaalisen anaerobisen juoksutestin (MART) ja kerran Wingaten anaerobisen pyörätestin (WAnT).

Tuloksissa reliabiliteetin osalta kahden MART:in välillä P_{max} -arvot korreloivat erittäin merkittävästi ($r=0.92$, $p < 0.001$) samoin kuin CMJ -arvot. BLa_{peak} -arvojen korrelaatio oli puolestaan alhainen, mutta silti merkittävä samoin kuin $CMJ_{decrease}$ -tuloksien välinen korrelaatio (Nummela ym. 1996a).

Tuloksissa validiteetin osalta MART:in neljä muuttujaa (P_{max} , BLa_{peak} , CMJ :n korkeus ja O_2 -vaje) korreloivat merkittävästi WAnT:in vastaavien muuttujien kanssa. Näin ollen tutkimuksessa pääteltiin, että kyseiset testit mittaavat osaltaan samoja anaerobisia ominaisuuksia. Alhaiset korrelaatiot joidenkin muuttujien välillä selitettiin MART:in ja WAnT:in välisillä eroilla. MART on juoksutesti, jossa lihakset toimivat venymis-lyhenemis-syklissä, ja joka on kestoltaan jopa yli 15 min, kun taas WAnT on polkupyörätesti, jossa työ on kon-

sentrisvoittoista ja testi lyhykestoinen (30 s). Toisaalta MART on intervallityyppinen testi, kun taas WAnT on lyhytaikainen, yhden suorituksen testi. (Nummela ym. 1996a.)

Tuloksissa anaerobisen energiankulutuksen osuus MART:ssa oli 64% - 72% eli testin anaerobisuus on suuri. Lopputuloksena todettiin, että MART on luotettava anaerobinen juokсутesti. Samalla tulokset, jotka kuvaavat anaerobista energiantuottoa ja -kulutusta MART:ssa samoin kuin muuttujien korrelaatiot MART:in ja WAnT:in välillä puoltavat testin pätevyyttä määrittää yhdistettyä alaktista ja laktista anaerobista työkapasiteettia juoksumattotestissä. (Nummela ym. 1996a.)

3.3.4 Muunnelmat

Tossavainen ym. (1996) ovat kehittäneet maksimaalisesta anaerobisesta juokсутestistä version polkupyöräergometrille. Pyörällä tehty testi on luultavasti paremmin sopiva kuntoutettaville, ja sellaisille urheilulajeille kuten pyöräily ja pikaluistelu. MART:sta on myös eri kulmilla (Nummela ym. 1996b) ja eri määrillä peräkkäisiä 20 sekunnin juoksua tehtyjä testiversioita (Vuorimaa ym. 1996).

3.3.4.1 Maksimaalinen anaerobinen polkupyörätesti (MACT)

Tossavaisen ym. (1996) ovat vertailleet MART:ia ja MACT:ia keskenään. Heidän tutkimuksessa MART:in ja MACT:ien P_{max} -arvot olivat samanlaiset. Laktaattien submaksimaalisissa ja korkeimmissa arvoissa (BLa_{peak}) sen sijaan oli merkitseviä eroja juoksu- ja pyöräergometritestien välillä. MACT:ssa laktaattiarvot olivat selvästi korkeammat ja CMJ:n heikkeneminen ($CMJ_{decrease}$) oli myös suurempaa. Erot CMJ:n heikkenemisessä ovat selitettävissä pyöräilyn ja juoksun eri lihasryhmien aktivoinnilla. Pyöräily kuormittaa pääosin polven ojentajia ja lantion koukistajalihaksia, eli samoja lihaksia mitkä ovat voimantuottajina CMJ:ssa, kun taas juoksussa kuormittuu myös muita jalkojen alaosien lihaksia. Testityyppinä juoksu testimatolla on selvästi monimutkaisempi tehtävä kuin pyöräily ergometrillä. Näin ollen neuromuskulaaristen tekijöiden osuus korostuu ja metabolisten tekijöiden osuus pienenee verrattaessa juoksua pyöräilyyn. Suuremmat laktaattiarvot MACT:ssa johtuvat mahdollisesti myös siitä, että koehenkilöt istuivat passiivisesti satulas-

sa palautusten ajan kun taas MART:ssa koehenkilöt seisoivat ja pystyivät liikuttamaan hieman alaraajojaan. Lopputuloksena MART on muutettavissa pyöräergometrille. Maksimaalinen teho on samanlainen pyörä- ja juoksuversioissa, mutta laktaattipitoisuudet ovat korkeammat pyöräilyssä. (Tossavainen ym. 1996.)

3.3.4.2 Muut testiversiot

Vuorimaan ym. (1996) tutkimuksessa pikajuoksijoilla, keskimatkanjuoksijoilla ja maratoonareilla kokeiltiin kolmea eri versiota MART:sta: 1 · 20-s, 3 · 20-s ja 5 · 20-s juoksut, jossa kukin juoksu suoritetaan erikseen ja juoksujen välissä oli 40 sekunnin palautus ja puolestaan sarjojen välillä 100 sekunnin palautus. Tuloksissa parhaaksi vaihtoehdoksi osoittautui normaali yhden 20 sekunnin sarja, sillä se mittasi parhaiten sekä neuromuskulaarista että metabolista puolta anaerobisesta suorituksesta koko koehenkilöryhmää ryhmää katsottaessa. Ainoa syy suositella käytettäväksi 3 ja 5 kertaa 20 sekuntia sisältäviä juoksuja sarjassa on se, että maratoonarit pystyivät sitä korkeampiin laktaattipitoisuuksiin mitä enemmän juoksuja sarja sisälsi. (Vuorimaa ym. 1996.) Puolestaan Nummela ym. (1996b) tutkivat kuinka erisuuruiset ylämäen kulmat (1, 4 ja 7 astetta) vaikuttavat maksimaalisen anaerobisen juokсутestiin (MART). Tutkimuksen tuloksena kävi ilmi, että maksimaalinen teho kasvoi ylämäkijuoksussa kulman suurentessa MART:ssa. Lisäksi tulokset vahvistivat, että voima- ja nopeusominaisuuksien osuus pienenee maksimaalisen anaerobisen juokсутehon määräävinä tekijöinä neuromuskulaarisessa systeemissä ja aineenvaihdunnallisten tekijöiden osuus kasvaa juoksumaton kulman suurentuessa 1 asteesta 4 ja 7 asteeseen. Näin ollen alhaisella juoksumaton kulmalla juostaessa painottuivat räjähtävä voima ja nopeusominaisuudet. Lisäksi 1 ja 4 asteen kulmilla tehdyissä juoksuissa ei pystytty käyttämään koko laktaattikapasiteettia. Kuitenkin ratkaisematta jäi kuinka paljon kohonnut P_{max} riippui kasvaneesta maksimaalisen anaerobisen kapasiteetin käytöstä. (Nummela ym. 1996b.)

3.4 Testaus rullaluistimilla

Rullaluistimilla tehdystä tutkimuksesta testimatolla raportoi Rundell (1996). Hänen tutkimuksensa vertaili hapenottoa luisteltaessa kahdella eri ylävartalon asennolla (matala ja pystyasento). Lisäksi tutkimus vertaili testimatolla rullaluistelua normaaliin pikaluisteluun jäällä sekä juoksuun testimatolla. Testimatossa oli luistelupintaa 2.44 · 3.05 m. Jokainen testi koostui neljästä 4 minuutin kuormasta, 5% kallistuksella ja nopeuksilla 2.24, 2.68, 3.13 ja 3.58 m/s. Lyhyen tauon jälkeen suoritettiin vielä suoritus uupumukseen asti nopeudella 4.03 m/s ja 1% kallistuman nostolla joka minuutti. Tuloksissa todettiin, että juosten tehdyssä testissä saavutettiin korkeammat hapenoton arvot verrattuna molempiin luistelu-tyyleihin. Matalassa asennossa luisteltaessa saavutettiin korkeammat laktaattipitoisuudet ja alemmat hapenottoarvot. Tuloksissa todettiin myös, että testimatolla rullaluistimilla tehty testi kuvaa pikaluistelu suoritusta ja sopii lajin testaukseen. (Rundell 1996.)

Snyder ym. (1993) ovat päässeet vastaavanlaisiin tuloksiin rullaluistelun hapenkulutuksessa vertaillen rullaluistelun, juoksun ja pyöräilyn välisiä eroja. Tutkimuksen tuloksissa havaittiin, että hapenotto 4 mmol/l laktaattitasolla on selvästi korkeampi juoksussa verrattuna pyöräilyyn ja rullaluisteluun. Syke samoilla hapenoton arvoilla eri testeissä oli selvästi korkein rullaluistelussa. Esim. 30 ml/kg/min hapenoton tasolla syke oli 14-20 lyöntiä korkeampi kuin juoksussa ja pyöräilyssä. (Snyder ym. 1993.)

Myöskin Martinezin ym. (1993) tutkimuksessa vertailtiin fysiologisia eroja rullaluistelun, juoksun ja pyöräilyn välillä. Testeistä pyöräily suoritettiin ergometrillä, juoksu testimatolla ja rullaluistelu radalla. Tuloksissa maksimisyke ja uupumisaika olivat suuremmat juoksussa verrattuna pyöräilyyn ja rullaluisteluun. Lisäksi submaksimaalisilla kuormilla sekä maksimissaan laktaattitasot olivat selvästi alempia juoksussa. (Martinez ym. 1993.)

4 AIEMMAT SEURANTATUTKIMUKSET ALPPILAJEISSA

Bosco ym. (1994) ovat tutkineet alppihiihtäjien voimatasoja sekä maksimaalista mekaanista tehoa harjoittelu- ja kilpailukauden aikana. Tutkimuksen testeinä he käyttivät staattista hyppyä, staattista hyppyä lisäpainoilla sekä 15 ja 30 sekunnin yhtäjaksoista hyppytestiä. Tutkimuksen tuloksena kova voima- ja hyppeilyharjoittelu paransi merkitsevästi kaikkia testituloksia ($p < 0.01$) kesäkuulta lokakuulle. Lisäksi vastoin odotuksia testiarvot pysyivät lähes muuttumattomana kilpailukauden aikana lokakuulta huhtikuulle, jolloin kyseistä harjoittelua ei tehty. Johtopäätöksenä Bosco ym. (1994) päättelivätkin, että kova kilpailukausi kilpailuineen on riittävä ärsyke ylläpitämään harjoittelukaudella saavutettuja mekaanisen tehon ja voiman tasoja. Myös Andersen & Montgomery (1991) ovat päässeet Bosco ym. (1994) kaltaisiin tuloksiin. He toteavatkin, että fyysisen kunto pysyy kilpailukaudella lähes samalla tasolla kuin harjoituskaudella.

Karvonen (1986) on puolestaan tutkinut alppihiihdon lajiharjoittelun vaikutuksia aineenvaihdunnallisiin ominaisuuksiin ja suorituskykyyn. Hänen tutkimuksessaan 23 koehenkilöä (12 miestä ja 11 naista) lasketteli säännöllisesti 3 kuukauden ajan 3-5 kertaa viikossa 2-3 tuntia päivässä. Kolmen kuukauden harjoittelujakson päätyttyä todettiin anaerobisen kynnyksen (laktaatti 4 mmol/l) lasku, maksimaalisen hapenkuljetuksen säilyminen ennallaan (miehet) tai merkitsevä nousu (naiset), fyysisen suorituskyvyn merkitsevä lisääntyminen (miehet) tai säilyminen ennallaan (naiset) sekä kapillaariveren maksimaalisen maitohappopitoisuuden merkitsevä nousu maksimaalisessa pp-ergometritestissä. Johtopäätöksenä kolmen kuukauden intensiivinen lasketteluharjoittelujakso lisäsi merkitsevästi miespuolisten koehenkilöiden fyysistä suorituskykyä. Fyysisen suorituskyvyn lisäyksen voidaan päätellä johtuneen anaerobisen kapasiteetin parantumisesta. Naisilla fyysinen suorituskyky ei parantunut, mutta heidän anaerobinen ja aerobinen kapasiteettinsa lisääntyi merkitsevästi. Laskattelun intervallityyppisen harjoittelun aiheuttama fyysisen suorituskyvyn nousu näyttää johtuvan enemmän anaerobisen kuin aerobisen kapasiteetin lisäyksestä. Tämän vuoksi alppilajien perusharjoittelussa pitäisi pyrkiä enemmän anaerobisen kapasiteetin kuin aerobisen kapasiteetin kehittämiseen. (Karvonen, 1986.)

5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT

5.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia alppi- ja freestylehiihtäjien voiman, nopeuden, kestävyden ja antropometrian muutoksia vuoden aikana. Lisäksi työssä vertailtiin yksittäisten testiarvojen sekä niissä tapahtuvan kaudenaikaisen vaihtelun yhteyttä FIS-rankingpisteisiin.

5.2 Tutkimusongelmat ja -hypoteesit

Päätutkimusongelmana oli seuraava kysymys:

1. Minkälaisia muutoksia tapahtuu antropometriassa sekä voima-, nopeus ja kestävyysominaisuuksissa peruskunto-, lajiharjoittelu-, kilpailu ja siirtymäkauden aikana alppi- ja freestylehiihtäjillä?

Lisäksi haettiin vastausta seuraaviin tutkimusongelmiin:

2. Miten kauden aikana tapahtuvat ominaisuuksien muutokset ovat yhteydessä lajimenestykseen ja lajimenestyksen muutoksiin?
3. Mitkä tutkittavat ominaisuudet ovat yhteydessä lajimenestykseen?

Päätyöhypoteesi oli seuraavanlainen:

1. Voima- nopeus- ja kestävyysominaisuuksissa tapahtuu muutoksia peruskunto-, lajiharjoittelu- ja kilpailukauden aikana ja kausien harjoituspainotukset näkyvät tavoitteiden mukaisina ominaisuusmuutoksina.

Päätyöhypoteesin lisäksi esitettiin seuraavat oletukset:

2. Parantuneet ominaisuudet ovat yhteydessä lajimenestykseen ja sen muutoksiin.
3. Fyysiset ominaisuudet ovat yhteydessä lajimenestykseen.

6. TUTKIMUSMENETELMÄT

6.1 Koehenkilöt

Koehenkilöryhmä koostui Suomen Hiihtoliiton alppi- ja freestylehiihtomaajoukkueiden urheilijoista. Tasoltaan urheilijat olivat maailman-cup ja Eurooppa-cup tasoa. Alppihiihtäjäryhmä sisälsi kokonaisuudessaan 6 mies- ja 7 naisurheilijaa ja freestyleryhmässä oli puolestaan 10 mieskumparelaskijaa.

Koehenkilöryhmän harjoittelun sisältö oli tutkimuksen aikana seuraavanlainen: Peruskuntokaudella, toukokuusta elokuun loppuun, harjoittelu koostui voimaharjoittelusta sekä aerobisen ja anaerobisen kestävyuden harjoituksista. Lajiharjoituskaudella, elokuusta lokakuun loppuun harjoittelun tehokkuutta nostettiin ja ohjelmassa oli 2-3 viikkoa lumileirejä Alpeilla. Tällä harjoitusjaksolla tähdättiin taidon, nopeuden ja nopeuskestävyyden parantamiseen. Tämän jakson jälkeen alkoi kilpailukausi mikä kesti seuraavaan kevääseen ja tällä kaudella tavoitteena oli huippusuorituskyvyn esilletuonti. Harjoittelun sisältöä tutkittiin haastattelujen ja leiriohjelmien perusteella. Tarkempi leirirunko liitteessä 2.

Rullaluistinharjoittelusta tehtiin myös kysely, jossa pyydettiin tietoja harjoittelumääristä vuositasolla sekä tietoa siitä kuinka kauan koehenkilö on harrastanut rullaluistelua. Harrastusvuosia käytettiin muuttujana hypoteesien testauksessa.

6.2 Tutkimusaikataulu ja paikka

Tutkimus suoritettiin neljällä testikerralla: toukokuussa 1998, elokuussa 1998, lokakuussa 1998 sekä toukokuussa 1999. Vuonna 1998 testit suoritettiin Jyväskylässä, KIHU:n ja Hipposhallin tiloissa. Puolestaan vuoden 1999 testi suoritettiin Vierumäen urheiluopistolla. Testistö oli yksipäiväinen kokonaisuus, poikkeuksena toukokuu 1998, jolloin testaus oli kaksipäiväinen. Tarkempi aikataulu liitteessä 3.

6.3 Testien valinta

Toukokuun mittauksissa koehenkilöt suorittivat aikaisemmin käytössä olleet testit täydennettynä uusilla testeillä. Toukokuun testien perusteella valittiin jatkomittauksiin alppi- ja freestylehiihtoon parhaiten sopivat testit. Valinta perustui toukokuun testitulosten ja vuoden 1998 FIS – rankingpisteiden vertailuun sekä maajoukkuevalmentajien ja KIHU:n projektiryhmän subjektiiviseen arviointiin. Tarkemmat korrelaatiot liitteessä 5.

Toukokuun testien perusteella todettiin, että aikaisemmin käytössä olleet nopeusvoimatestit kuvaavat hyvin alppi- ja freestylehiihtäjien nopeus-voimaominaisuuksia. Keskiartalon voimaa mittaavia, isometrisiä dynamometritestejä pidettiin myös käyttökelpoisina. Edellä mainittujen testien lisäksi myös 30 m:n nopeustesti sekä 15:sta aidan hyppelytesti valittiin jatkotutkimuksiin, koska aiempi testistö ei ollut sisältänyt liikenopeuden mittauksia ja lisäksi testit olivat helppoja toteuttaa. Anaerobisista testeistä jatkotutkimuksiin valittiin MART rullaluistelutesti (MARST) sekä toistokyykkytesti. Kyseiset testit valittiin, koska MARST:lla voidaan kuvata anaerobista peruskestävyyttä ja kyykkytesti sopi paremmin sekä alppi- että freestylehiihtäjille. Aerobista kestävyystestiä ei valittu jatkotestauksiin, koska aerobisen peruskestävyyden merkitys alppilajeissa on pieni ja lajille ominaisempaa anaerobista peruskestävyyttä voidaan kuvata MARST:lla.

6.4 Mittaukset ja välineistö

Tutkimuksen mittaukset koostuivat anaerobista aineenvaihduntaa ja tehoa mittaavasta testeistä; nopeustestistä; jalkojen ojentajien maksimivoima- ja nopeusvoimatesteistä sekä keskivartalon voimatesteistä ja antropometrisistä mittauksista. Antropometrisissä mittauksissa koehenkilöiltä mitattiin pituus ja paino sekä rasva % neljän ihopoimun menetelmällä (Durnin & Rahaman 1967).

6.4.1 MARST

Rullaluistelutesti suoritettiin 200 m sisäradalla. Testirata oli 150 m pitkä ja se alkoi takasuoran alusta ja päättyi maalilinjallesi eli radassa oli kaksi suoraa ja yksi kallistettu kaarrosuus. Radan sisäreunaa pitkin kulki valojänis (Protom, Naakka Oy), jonka määräämällä nopeudella luisteltiin eri vauhtitasot.

Testi koostui 150 metrin vedoista valojäniksen määräämässä vauhdissa ja vetojen jälkeen olevasta 100 sekunnin palautusosasta. Testiä jatkettiin uupumukseen asti. Uupumus määräytyi kohtaan, jossa koehenkilö ei pysynyt valojäniksen vauhdissa ja 150 m luistelu-aika pysyi samana tai hidastui edellisestä vedosta. Aloitusnopeus naisilla oli 12.6 km/h ja miehillä 15.7 km/h. Valojäniksen nopeudet määritettiin ennen tutkimusta tehtyjen pilottikokeiden perusteella siten, että koehenkilöt pystyisivät n. 8-10 vetoon. Valojäniksen nopeutta lisättiin jokaisen 150 m vedon jälkeen taulukon 3 mukaisesti:

Taulukko 3. Valojäniksen nopeudet MARST:ssa.

	Nopeus (km/h)	Nopeus (m/s)	Aika 150 m (s)
Veto 1.	12,6	3,51	42,7
Veto 2.	14,2	3,94	38,0
Veto 3.	15,7	4,35	34,5
Veto 4.	17,1	4,75	31,6
Veto 5.	18,6	5,16	29,1
Veto 6.	20,0	5,56	27,0
Veto 7.	21,5	5,97	25,1
Veto 8.	22,9	6,37	23,5
Veto 9.	24,4	6,78	22,1
Veto 10.	25,9	7,18	20,9
Veto 11.	27,3	7,59	19,8
Veto 12.	28,8	7,99	18,8
Veto 13.	30,2	8,40	17,9
Veto 14.	31,7	8,80	17,0

Testi suoritettiin parilähtönä ja luistelu tapahtui peräkkäin. Lisäksi vetovuoroja vaihdettiin jokaiseen uuteen 150 m vetoon. Jokaisesta 150 m vedosta mitattiin molemmille luisteli-joille erillinen aika, josta pystyttiin määrittämään tarkka nopeus kullekin vedolle. Nopeimmasta vedosta määritettiin myös maksimiluistelunopeus (V_{max}).

Laktaatinäytteet otettiin sormenpästä 40 sekuntia jokaisen 150 m vedon jälkeen sekä 2.5 ja 5 minuuttia viimeisen vedon jälkeen. Tämän lisäksi koehenkilöiltä otettiin leponäyte ennen testiä. Laktaattien avulla määritettiin 3, 5, 7 ja 10 mmol/l luisteluvauhtitasot. Luistelu-

vauhtien kehitys näillä laktaattitasoilla kertoi taloudellisuuden parantumisesta eri testiker-
tojen välillä. Määrittäminen tapahtui nopeuslaktaattikäyrästä interpoloimalla. Lisäksi maksimi-
laktaatin arvoksi (Lamax) valittiin testin aikana saavutettu korkein laktaattiarvo.

6.4.1.1 Rullien hidastuvuuden mittaukset

Ennen jokaista MARST:ia mitattiin jokaisen koehenkilön pyörien hidastuvuus valoken-
noilla. Hidastuvuus mitattiin, koska maksimaalinen anaerobinen rullaluistelutesti suoritet-
tiin kevään mittauksissa koehenkilöiden omilla rullaluistimilla sekä toukokuussa 1999 eri
alustalla. Valokennoista (3 paria) rakennettiin kolme porttia (0 m, 5 m ja 10 m kohdalle),
joiden ohi koehenkilöt liukuivat vapaasti ottamallaan alkuvauhdilla niin että ensimmäiseen
viiteen metriin kului aikaa n. 1 sekunti. Kennojen välillä ei saanut ottaa luistelupotkuja
vaan koehenkilöiden oli pysyttävä vakioasennossa koko kennojen välisen matkan: kädet
sivulla, vartalo ja jalat suorina. Tuloksista saatiin 0-5 m välisellä matkalla kulunut aika ja
sitä vertailtiin 5-10 m välillä kuluneeseen.

6.4.1.2 MARST:in korjauskertoimet

Toukokuun MARST:in tulokset vakioitiin käyttämällä jokaisen koehenkilön elo- ja loka-
kuun testeissä, vakiorullilla, mitattuja hidastuvuuksia. Elo- ja lokakuussa, vakiorullilla,
tehdyistä hidastuvuuksista laskettiin yksilökohtaisesti, jokaiselle oma, hidastuvuusprosentti
eli kuinka paljon nopeus hidastui jälkimmäisellä viidellä metrillä verrattuna ensimmäiseen
viiteen metriin. Tämän jälkeen laskettiin paljonko nopeus olisi toukokuussa viimeisellä
viidellä metrillä jos hidastuvuusprosentti olisi sama kuin vakiorullilla elo- ja lokakuussa.
Saatua nopeutta verrattiin toukokuun oikeaan viimeisen viiden metrin nopeuteen. Korjaus-
prosentti saatiin jakamalla näiden kahden nopeuden erotus toukokuun viimeisen viiden
metrin nopeudella, minkä tulos kerrottiin sadalla.

Puolestaan toukokuun 1999 tulokset korjattiin Vierumäellä ja Jyväskylän Hipposhallissa
tehdyillä hidastuvuusmittauksilla. Molemmissa paikoissa mitattiin, samalla koehenkilöllä
ja vakiorullilla, nopeudet samalla periaatteella kuin edeltävissä hidastuvuusmittauksissa.
Valokennoilla mitattiin aika 0-5 metrin välille sekä 5-10 metrin välille, joiden avulla las-

kettiin nopeudet ja nopeuden muutokset ensimmäisen ja viimeisen viiden metrin välillä. Nopeuden muutosta hyväksi käyttäen saatiin hidastuvuusprosentti. Tämän jälkeen laskettiin paljonko nopeus olisi Vierumäellä viimeisellä viidellä metrillä jos hidastuvuusprosentti olisi sama kuin Jyväskylässä. Saatua nopeutta verrattiin Vierumäen oikeaan viimeisen viiden metrin nopeuteen. Korjausprosentti saatiin jakamalla näiden kahden nopeuden erotus Vierumäen viimeisen viiden metrin nopeudella, minkä tulos kerrottiin sadalla.

6.4.2 Kyykkytestit

Jalkojen ojentajalihasten maksimivoimaa mitattiin ykkösmaksimina ns. voimanostokyykyllä. Suoritus oli hyväksyttävä, kun reidet kävivät vaakatasossa lattiapintaan nähden. Suoritusta valvottiin visuaalisesti ja koehenkilöille annettiin äänimerkki kun he saavuttivat oikean jalkakulman. Tulokseksi kirjattiin hyväksytyyn noston kilot sekä absoluuttisina että suhteessa kehon painoon.

Toisena kyykkytestinä suoritettiin toistokyykkytesti, jossa tarkoituksena oli tehdä 60 kyykyä, lisäpaino hartioilla, mahdollisimman nopeasti. Lisäpaino oli miehillä 90 % ja naisilla 70 % kehon painosta, pyöristettynä lähimpään 2,5 kg:aan. Testipaino pysyi saman koko vuoden seurantajakson ajan ja miehet tekivät syväkyykyä ja naiset puolikyykyä. Kyykyyn syvyyttä kontrolloitiin tietylle korkeudelle asetetulla narulla, johon pakaroiden oli kosketettava hyväksytyssä suorituksessa. Toistokyykkytesti aloitettiin pystyasennosta, painot harteilla. Urheilija määräsi itse suorituksen tahdin ja testaajien tehtäväksi jäi ajanotto, kyykyjen lukumäärän laskeminen sekä jatkuva suoritustekniikan kontrollointi. Mikäli urheilija ei pystynyt tekemään 60 kyykyä yhtäjaksoisesti, testi lopetettiin kesken. Testi lopetettiin myös jos kyykkytahti hidastui oleellisesti tai urheilija joutui pysähtymään. Heti testin jälkeen suoritettiin lisäksi kolme kevennyshyppyä 10 sekunnin välein, joista kirjattiin lentoajat ja nousukorkeudet.

Toistokyykkytestin suoritusajan, toistojen lukumäärän sekä lisäpainojen avulla laskettiin tehoindeksi: $\text{Tehoindeksi: } m \text{ (kg)} \cdot lkm \text{ (krt)} \cdot t^{-1} \text{ (s)}$

Kevennyshypyistä tulostettiin kahden parhaan hypyn keskiarvo ja laskettiin väsymisprosentti: $\text{Väsymisprosentti} = 100 \cdot (LH - VH) \cdot LH^{-1}$

Väsymisprosentissa laskettiin kuinka paljon kyykkytestin jälkeen suoritettu kevennyshyppy (VH) oli heikentynyt aamulla, levänneessä tilassa tehdyistä kevennyshypyistä (LH).

6.4.3 Vatsa- ja selkälihasten voimatestit

Vatsa- ja selkälihasten voimaa mitattiin isometrisesti, pystyasennossa, voimadynamometrillä. Asentoa ja voimantuottoa kontrolloitiin lantion ja rinnan korkeudella olevilla levyillä ja jalkojen paikalla. Rintalevyn yläreuna asetettiin hieman solisluiden alapuolelle ja lantiolevyn yläreuna puolestaan suoliluun harjun kohdalle. Samoja asetuksia käytettiin koko seurannan ajan. Testin aikana nilkat, lantio ja olkapää muodostivat suoran linjan. Vatsalihastestissä koehenkilöt suorittivat kaksi 2-4 sekunnin maksimaalista suoritusta eteenpäin ja vastaavasti selkätestissä taaksepäin. Tulokset ilmoitettiin absoluuttisina kiloina ja suhteessa kehon painoon sekä vatsa- ja selkälihasten maksimivoimien suhteena.

6.4.4 Staattinen ja kevennyshyppytesti

Staattinen ja kevennyshyppy tehtiin Kuntotestauksen perusteet kansion (Liite r.y. 1994) ohjeiden mukaisesti kontaktimatolla. Hyppytesteissä suoritettiin myös kevennyshyppyt lisäpainoilla. Naiset suorittivat kevennyshyppyt 40 kg:n ja miehet 40 kg:n sekä 80 kg:n lisäpainoilla. Staattisen hypyn ja kevennyshypyn avulla laskettiin elastisuus %, niin että kevennyshypyn ja staattisen hypyn tuloksien erotus jaettiin staattisen hypyn tuloksella ja kerrottiin 100%. Jokaiseen hyppyyn oli kolme yritystä ja parhaan hypyn nousukorkeus kirjattiin tulokseksi. Lentoajan perusteella laskettiin kehon painopisteen nousukorkeus (Bosco ym. 1983) kaavan mukaisesti:

$$h = g \cdot t^2 \cdot 8^{-1}, \text{ jossa } g = 9.81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \text{ ja } t = \text{lentoaika.}$$

6.4.5 Nopeus- ja aitahyppytestit

Nopeustestissä urheilijat juoksivat 30 metriä paikaltaan. Aika mitattiin sähköisesti valokennoilla. Lähtö tapahtui 30 cm:ä ensimmäisen valokennon takaa ja tulokseksi kirjattiin

paras suoritus kolmesta yrityksestä. Puolestaan aitaohjauksessa urheilijat hyppivät 15 aidan yli mahdollisimman nopeasti. Aidat olivat 110 cm:n välein ja aitojen korkeus oli säädetty 76 cm:iin. Valokennot sijaitsivat 30 cm:ä ennen ensimmäistä aitaa ja 30 cm:ä viimeisen aidan jälkeen, jolloin kennojen välinen etäisyys oli 16 m. Lähtö tapahtui paikaltaan suoraan ensimmäisen aidan yli ja tulokseksi kirjattiin paras yritys kolmesta.

6.4.6 FIS-ranking

Urheilijoiden lajimenestyksen kuvaajana käytettiin kansainvälisen hiihtoliiton, FIS, ranking-pisteytysjärjestelmää. Kullakin urheilijalla oli tietty saavutettu rankingpistemäärä ja -sija maailmanlistalla. Lisäksi alppihiihto puolella FIS-rankingjärjestelmä sisälsi sijat ja pisteet jokaisesta alppilajista (pujottelu, suurpujottelu, super-G ja syöksylasku) erikseen. Tilastoinnissa alppihiihtäjät laitettiin paremmuusjärjestykseen FIS-kokonaisrankingilla (pujottelun, suurpujottelun ja super-G:n pisteiden keskiarvo), lajikohtaisilla pisteillä sekä asteikolla 1-13 korreloitaessa naisia ja miehiä yhtenä ryhmänä. Puolestaan freestylehiihtäjistä käytettiin FIS-kokonaisrankingia. Alppihiihtäjillä asteikko 1-13 muodostettiin FIS-kokonaisrankingin perusteella siten, että paras mies sai rankingarvon 1 ja paras nainen arvon 7. Naisten sijoittaminen miesten jälkeen asteikossa perustui maajoukkuevalmentajien kokemukseen siitä, että paras nainen laskee hitaammin (alppihiihtosuoritus) kuin heikoin mies.

6.5 Tilastolliset menetelmät

Tuloksista laskettiin keskiarvot ja keskihajonnat. Testikertojen välisiä muutoksia tarkasteltiin varianssianalyysillä ja sen perusteella tarkemmin t-testillä. Testimuuttujien ja muutosten sekä rankingin ja sen muutosten välille laskettiin Pearsonin korrelaatiokerroin ja sen merkitsevyytaso. Eri ryhmien välillä suoritettiin varianssianalyysi ja tämän perusteella tuloksia analysoitiin koko ryhmänä, lajiryhmänä sekä erikseen mies- ja naisryhmissä. Tilastolliset analyysit suoritettiin SPSS Windows 8.0 versiolla sekä Excel 97 taulukkolaskentaohjelmalla.

7 TULOKSET

7.1 Antropometria ja muutokset vuoden seurannan aikana

Kaikkiin testeihin osallistuneiden koehenkilöiden kehon paino pysyi lähes muuttumattomana koko seurannan ajan. Sen sijaan kehon rasvaton paino (FFM) kasvoi tasaisesti, 3 %, toukokuulta lokakuulle. Rasvaton paino kasvoi vielä kilpailukauden aikana lokakuulta seuraavan vuoden toukokuulle. Koko koehenkilöryhmällä rasva % muuttui myös merkittävästi toukokuulta lokakuulle (20 % lasku). Kilpailu- ja siirtymäkauden aikana (loka - toukokuu) rasva % pysyi yhä samalla alhaisella tasolla, missä se oli edellisvuoden lokakuussa. Taulukoissa 4 ja 5 on esitetty kaikilla neljällä testikerralla olleiden koehenkilöiden tulosten keskiarvot eri testikerroilla sekä testikertojen väliset muutokset. Lisäksi taulukoissa on esitetty kauden parhaat arvot eri ryhmillä.

Taulukko 4. Antropometriset tulokset eri testikerroilla kaikilla koehenkilöillä (n = 9).

	Toukokuu-98	Elokuu-98	Lokakuu-98	Toukokuu-99
Ikä	21,2 ± 3,1	21,5 ± 3,1	21,7 ± 3,1	22,2 ± 3,1
Pituus(cm)	176 ± 6	176 ± 6	176 ± 6	176 ± 6
Paino(kg)	73,4 ± 7,9	73,0 ± 8,7	73,3 ± 7,9	73,8 ± 7,3
BMI(kg/m ²)	23,8 ± 1,8	23,1 ± 1,9	23,7 ± 1,7	23,9 ± 1,6
Rasva%	13,8 ± 3,2 ^{bCD}	12,2 ± 3,8 ^{aC}	11,0 ± 3,0 ^{AB}	11,3 ± 2,9 ^A
FFM(kg)	63,4 ± 7,9 ^{CD}	64,1 ± 8,8 ^{cd}	65,3 ± 8,1 ^{Ab}	65,6 ± 7,7 ^{Ab}

BMI = Kehon painoindeksi (kg/m²); FFM = kehon rasvaton paino. Merkitsevä ero a = toukokuuhun 1998; b = elokuuhun 1998; c = lokakuuhun 1998; d = toukokuuhun 1999. Pienikirjain (a, b, c, d) = p < 0,05; Isokirjain (A, B, C, D) = p < 0,01; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (A, B, C, D) = p < 0,001

Lajiryhmien vertailussa (taulukko 5) freestylehiihtäjämiehet (70.2 ± 6.4 kg) olivat alppi-hiihtäjä miehiä (80.5 ± 7.8 kg) merkittävästi kevyempiä (p<0.05). Puolestaan kehon rasva % oli 10 % tasolla molemmissa lajiryhmissä. Naisalppihiittäjien paino (65.3 ± 4.2 kg) ja rasva % (21.5 ± 2.4) olivat luonnollisesti merkittävästi erilaiset kuin molempien lajiryhmien miehillä.

Taulukko 5. Parhaat testitulokset vuoden seurannan aikana alppihiihtäjämiehillä (n = 6), alppihiihtäjänaisilla (n = 7) ja Freestyle/kumparemiehillä (n = 10).

	Alppi miehet	Alppi naiset	Freestylemiehet
Ikä	21,8 ± 1,7	20,8 ± 2,2	20,0 ± 2,6
Pituus(cm)	181 ± 7 ^C	169 ± 5 ^A	176 ± 7
Paino(kg)	80,5 ± 7,8 ^{bC}	65,3 ± 4,2 ^A	70,2 ± 6,4 ^a
BMI(kg/m ² m)	24,6 ± 0,6 ^b	23,0 ± 1,2	22,7 ± 1,4 ^a
Rasva%	10,1 ± 2,7 ^C	21,5 ± 2,4 ^{AB}	10,0 ± 0,8 ^C
FFM(kg)	72,3 ± 6,2 ^{BC}	51,3 ± 3,6 ^{AB}	63,1 ± 5,6 ^{AC}

BMI = Kehon painoindeksi (kg/m²-m); FFM = kehon rasvaton paino. Merkitsevä ero a = Alppimiehiin; b = Freestyle miehiin; c = Alppinaisiin; Pienikirjain (a, b, c) = p < 0,05; Isokirjain (A, B, C) = p < 0,01; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (A, B, C) = p < 0,001. Taulukko on laskettu jokaisen koehenkilön parasta tulosta (4 testikertaa) käyttäen.

Kun tarkastellaan eri ryhmien tulosmuutoksia eri harjoituskausilla (taulukko 6) havaitaan, että rasva % pienentyi alppihiihtäjillä sekä peruskunto- että lajiharjoituskaudella kun taas freestylehiihtäjillä kehitys tapahtui erityisesti lajiharjoituskaudella. Puolestaan kehon rasvaton paino lisääntyi freestylehiihtäjillä kilpailu- ja siirtymäkauden aikana kun taas alppi-puolella kehitys ajoittui perus- ja lajiharjoituskaudelle.

Taulukko 6. Antropometriassa tapahtuneet prosentuaaliset muutokset ja niiden merkittävyydet eri ryhmillä vuoden seurannan aikana.

	Paino (kg)	BMI (kg/m ² m)	Rasva %	FFM (kg)
Touko98-eloku98				
A (n=7)	-0,5 ± 2,1	-0,5 ± 2,1	-13,0 ± 13,0 *	1,3 ± 2,3
F (n=7)	-0,7 ± 1,6	-0,7 ± 1,6	-1,0 ± 8,5	-0,5 ± 1,8
Elo98-loka98				
A (n=8)	0,1 ± 2,3	0,1 ± 2,3	-6,8 ± 6,1 *	1,5 ± 2,1
F (n=7)	0,2 ± 1,9	0,2 ± 1,9	-11 ± 1,7 ***	1,7 ± 1,8
Loka98-Touko99				
A (n=7)	0,1 ± 2,0	0,1 ± 1,9	0,1 ± 11,0	0,4 ± 1,5
F (n=7)	2,5 ± 1,3 **	2,2 ± 2,0 *(6)	5,3 ± 14,0	1,9 ± 1,5 *
Touko98-loka98				
A (n=7)	0,1 ± 1,8	0,1 ± 1,8	-18 ± 12,0 **	3,0 ± 2,8 *
F (n=7)	-0,7 ± 1,8	-0,7 ± 1,8	-13 ± 7,9 **	1,1 ± 1,7
Touko98-Touko99				
A (n=7)	0,5 ± 1,5	0,6 ± 1,4	-17 ± 12,0 **	3,6 ± 2,6 **
F (n=5)	1,4 ± 2,7	0,9 ± 2,4	-11 ± 11,0	3,1 ± 2,0 *

A = Alppihiihtäjät; F = freestylemiehet; Koko = kaikki kahdella vertailussa olevalla testikerralla olleet alppi- ja freestylehiihtäjät. BMI = Kehon painoindeksi (kg/m²-m); FFM = kehon rasvaton paino. * = p < 0,05; ** = p < 0,01; *** = p < 0,001; - = muutos on ollut negatiivinen. Taulukossa on vertailtu kahta testikertaa, kaikilla mukana olleilla koehenkilöillä. Tällöin mukaan on saatu myös ne koehenkilöt, jotka eivät ole olleet kaikilla neljällä testikerralla.

7.2 MARST ja muutokset vuoden seurannan aikana

Tarkasteltaessa kaikkiin testeihin osallistuneita koehenkilöitä (n=9) (taulukko 7), huomataan, että sekä peruskunto- että lajiharjoituskaudella jokaisessa MARST muuttujassa tapahtui kehittymistä. Maksimiluisteluvauhti ja nopeudet eri laktaattitasoilla parantuivat erittäin merkitsevästi toukokuulta elokuulle kun taas lajiharjoituskauden muutokset olivat pienempiä eivätkä tilastollisesti merkitseviä. Lajiharjoituskaudella luisteluvauhti 3 mmol laktaattitasolla pysyi samana. Maksimiluisteluvauhti ja vauhdit eri laktaattitasoilla parantuivat lisäksi vähintäänkin merkitsevästi ($p < 0.05$) kilpailukaudella lokakuulta seuraavan vuoden toukokuulle. Taulukoissa 7 ja 8 on esitetty muutoksia ja kauden tuloksia tarkemmin. Lisäksi nopeuden ja laktaatin välistä suhdetta eri ryhmillä on esitetty kuvissa 5 ja 6.

Taulukko 7. MARST tulokset eri testikerroilla kaikilla koehenkilöillä (n=9).

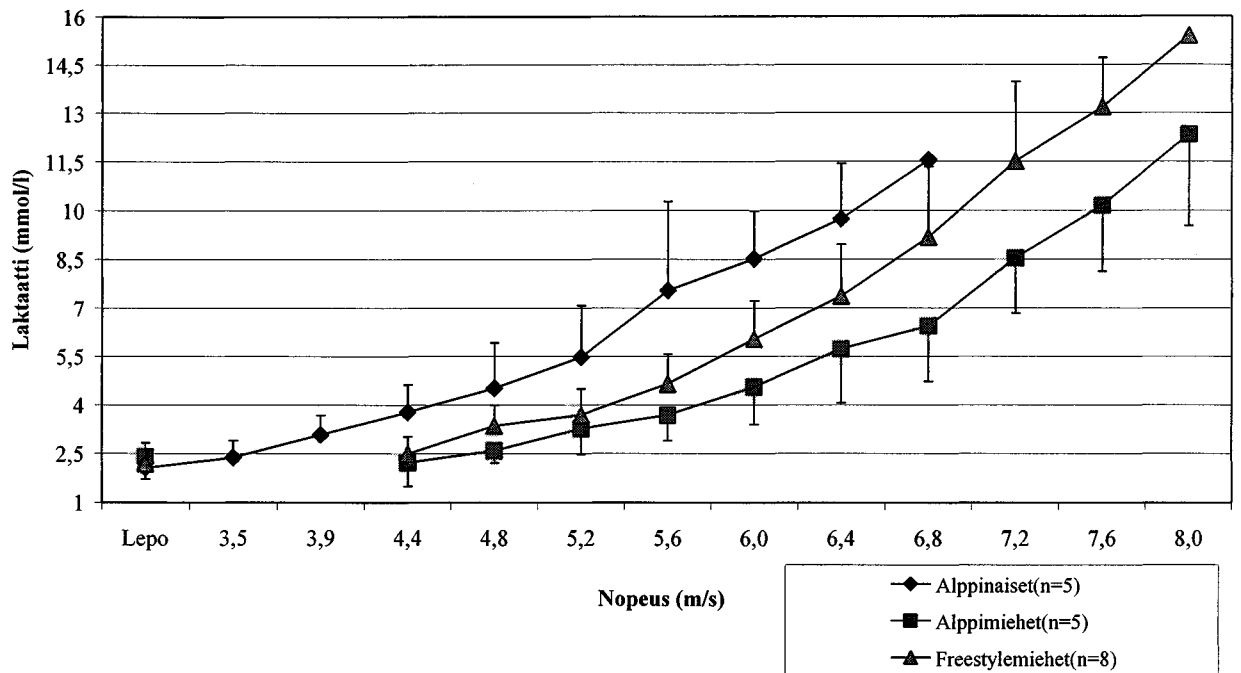
	Toukokuu-98	Elokuu-98	Lokakuu-98	Toukokuu-99 ⁽⁸⁾
Vmax(m/s)	6,6 ± 0,5 B C D	7,2 ± 0,5 A D	7,3 ± 0,5 A D	7,5 ± 0,4 A B C
Lamax(mM)	14,0 ± 2,6	14,3 ± 2,2 D	14,6 ± 1,5 D	12,2 ± 1,7 B C
V10mM(m/s)	6,4 ± 0,5 B C D	7,0 ± 0,5 A D	7,1 ± 0,5 A D	7,4 ± 0,4 A B C
V7mM(m/s)	6,0 ± 0,5 B C D	6,7 ± 0,4 A D	6,8 ± 0,5 A D	7,2 ± 0,4 A B C
V5mM(m/s)	5,6 ± 0,5 B C D	6,3 ± 0,4 A D	6,4 ± 0,4 A D	6,9 ± 0,4 A B C
V3mM(m/s)	4,7 ± 0,5 B C D	5,4 ± 0,4 A D	5,4 ± 0,4 A D	6,2 ± 0,3 A B C

Vmax = maksiminopeus (m/s); Lamax = maksimilaktaatti (mmol/l); V10Mm, V7Mm, V5Mm ja V3Mm = Vauhtitasot (m/s) laktaattitasoilla 10,7,5 ja 3 mmol/l. Merkitsevä ero a = toukokuuhun 1998; b = elokuuhun; c = lokakuuhun; d = toukokuuhun 1999; Pienikirjain (a, b, c, d) = $p < 0,05$; Isokirjain (A, B, C, D) = $p < 0,01$; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (**A**, **B**, **C**, **D**) = $p < 0,001$; (8) = (n = 8)

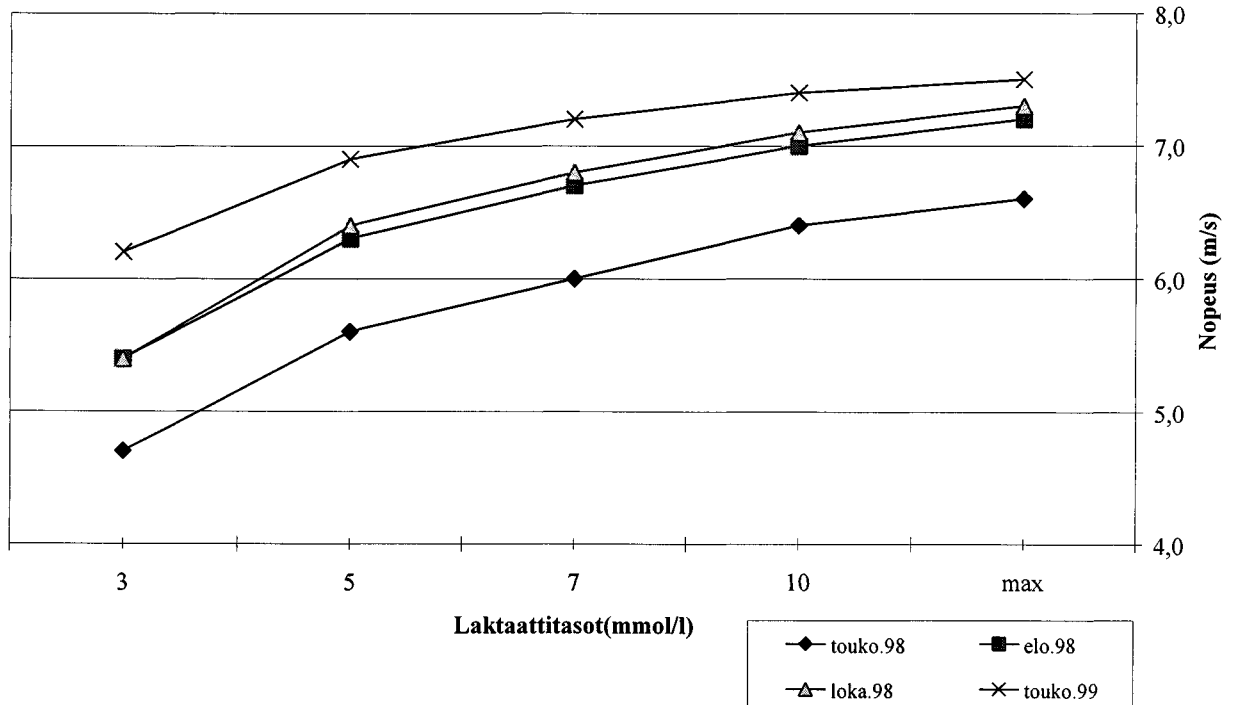
Taulukko 8. Parhaat testitulokset vuoden seurannan aikana alppihiihtäjä miehillä (n = 6), alppihiihtäjä naisilla (n = 7) ja Freestyle/kumpare miehillä (n = 10).

	Alppi miehet	Alppi naiset	Freestylemiehet
Vmax(m/s)	7,7 ± 0,3 C	6,3 ± 0,4 A B	7,3 ± 0,6 C
Lamax(mM)	16,7 ± 1,4 C	13,5 ± 1,6 A B	16,3 ± 1,7 C
V10mM(m/s)	7,5 ± 0,4 C	6,2 ± 0,4 A b	7,0 ± 0,7 c
V7mM(m/s)	7,2 ± 0,4 B C	6,0 ± 0,5 A	6,4 ± 0,4 A
V5mM(m/s)	6,7 ± 0,6 c	5,7 ± 0,7 a b	6,5 ± 0,7 c
V3mM(m/s)	5,9 ± 0,8	4,9 ± 0,9	5,5 ± 0,8

Vmax = maksiminopeus (m/s); Lamax = maksimilaktaatti (mmol/l); V10Mm, V7Mm, V5Mm ja V3Mm = Vauhtitasot (m/s) laktaattitasoilla 10,7,5 ja 3 mmol/l. Merkitsevä ero a = Alppimiehiin; b = Freestylemiehiin; c = Alppinaisiin; Pienikirjain (a, b, c) = $p < 0,05$; Isokirjain (A, B, C) = $p < 0,01$; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (**A**, **B**, **C**) = $p < 0,001$. Taulukko on laskettu jokaisen koehenkilön parasta tulosta (4 testikertaa) käyttäen.



Kuva 5. MARST:in toukokuun 1998 nopeuslaktaattikäyrät alppi- ja freestyleryhmillä. Vain yksi alppihiihtäjänainen (6,8 m/s) ja freestylemies (8,0 m/s) pystyi luistelemaan käyriensä suurimman vauhdin.



Kuva 6. MARST:in luisteluvauhtien kehitys kaudella 1998-1999 koko ryhmällä (n=9). Keskihajonnat ja erojen merkitsevyydet on esitetty taulukoissa 7.

Lajiryhmiä vertailtaessa (taulukko 8) ovat alppihiihtäjämiehet saavuttaneet parempia tuloksia kaikkien muuttujien osalta kuin freestylemiehet, mutta tilastollisesti erot eivät ole merkitseviä, lukuunottamatta vauhtia 7 mmol laktaattitasolla. Naisalppihiihtäjien tulokset ovat puolestaan kauttaaltaan merkitsevästi alempia kuin mieskoehenkilöillä, poikkeuksena luisteluvauhdit 3:n ja 7 mmol laktaattitasoilla. Tarkasteltaessa eri ryhmien tulosmuutoksia (taulukko 9) eri harjoituskausilla havaitaan, että peruskuntokaudella kehitys on ollut samansuuntaista sekä alppi- että freestylehiihtäjillä. Lajiharjoituskaudella vain freestylehiihtäjät ovat pystyneet merkitsevään kehitykseen anaerobisella alueella. Kilpailu- ja siirtymäkaudella muutokset ovat painottuneet alppihiihtäjillä 3 mmol ja 5 mmol laktaattitasojen vauhteihin kun taas freestylehiihtäjillä on parantunut koko anaerobinen alue.

Taulukko 9. MARST:ssa tapahtuneet prosentuaaliset muutokset ja niiden merkitsevyydet eri ryhmillä vuoden seurannan aikana.

	Vmax(m/s)	Lamax(mM)	V10mM(m/s)	V7mM(m/s)	V5mM(m/s)	V3mM(m/s)
Touko98-eloku98						
A (n=7)	5 ± 3 ***	-2 ± 20	5 ± 3 ***	6 ± 5 ***	7 ± 7 **	7 ± 13
F (n=7)	3 ± 7 **	14 ± 23	1 ± 7 **	4 ± 10 **	5 ± 11 *	10 ± 20
Elo98-loka98						
A (n=8)	1 ± 4	4 ± 11	2 ± 5	3 ± 4	3 ± 7	6 ± 16
F (n=6)	5 ± 5	11 ± 23	7 ± 5 *	4 ± 5	4 ± 4 *	3 ± 8
Loka98-Touko99						
A (n=6)	4 ± 6	-23 ± 8 **	8 ± 9	10 ± 11	16 ± 13 *	19 ± 18 *
F (n=7)	8 ± 4 **	-15 ± 7 **	7 ± 4 **	11 ± 5 **	12 ± 6 ***	15 ± 5 ***
Touko98-loka98						
A (n=7)	10 ± 7 **	2 ± 19	9 ± 4 ***	12 ± 5 ***	12 ± 3 ***	14 ± 12 *
F (n=6)	11 ± 4 ***	15 ± 21	10 ± 5 **	12 ± 3 ***	11 ± 6 **	15 ± 11 *
Touko98-Touko99						
A (n=6)	13 ± 11 ***	-13 ± 14	15 ± 11 ***	18 ± 14 **	24 ± 16 **	35 ± 17 ***
F (n=5)	13 ± 7 **	-4 ± 20	13 ± 6 **	19 ± 5 ***	23 ± 8 ***	28 ± 20**

A = Alppihiihtäjät; F = freestylemiehet; Koko = kaikki kahdella vertailussa olevalla testikerralla olleet alppi- ja freestylehiihtäjät. Vmax = maksiminopeus (m/s); Lamax = maksimilaktaatti (mmol/l); V10Mm, V7Mm, V5Mm ja V3Mm = Vauhtitasot (m/s) laktaattitasoilla 10,7,5 ja 3 mmol/l. * = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001; - = muutos on ollut negatiivinen. Taulukossa on vertailtu kahta testikertaa, kaikilla mukana olleilla koehenkilöillä. Tällöin mukaan on saatu myös ne koehenkilöt, jotka eivät ole olleet kaikilla neljällä testikerralla.

7.3 Toistokykkyttesti ja muutokset vuoden seurannan aikana

Kaikilla testikerroilla olleiden koehenkilöiden (n=9) tehoindeksiluvut parantuivat 20 % toukokuulta elokuulle (p<0.05) ja edelleen 11 % lokakuulle. Lisäksi peruskunto- ja lajiharjoituskauden kokonaiskehittyminen (33 %) oli tilastollisesti merkitsevää (p<0.01). Suurin kehitys voimakestävyudessa saavutettiin peruskuntokaudella toukokuulta elokuulle, mutta myös lajiharjoituskausi toi selvää parannusta tällä alueella. Kilpailukauden jälkeiset

tehoindeksit pysyivät lähes lokakuun tasolla ja merkitsevästi korkeammalla kuin edellisvuoden toukokuussa ($p < 0.001$). Testin jälkeen suoritettussa kevennyshypyssä ja sen avulla lasketussa väsymisprosentissa ei kauden aikana tapahtunut merkitseviä muutoksia. Taulukoissa 10 ja 11 on esitetty tarkemmin kauden parhaita tuloksia, kauden aikaisia muutoksia sekä niiden merkitsevyyksiä.

Taulukko 10. Toistokyykkytestin tulokset eri testikerroilla kaikilla koehenkilöillä ($n = 9$).

	Toukokuu-98	Elokuu-98 ⁽⁷⁾	Lokakuu-98 ⁽⁸⁾	Toukokuu-99 ⁽⁷⁾
Kyykkytoistot (krt)	42 ± 15	49 ± 10	44 ± 12	38 ± 12
Aika kyykkytesti (s)	83 ± 29 ^d	79 ± 14 ^d	63 ± 11	54 ± 12 ^{a b}
Tehoindeksi (kg/s)	32,6 ± 7,1 ^{b C D}	39,0 ± 7,8 ^{a d}	43,4 ± 10,0 ^A	42,9 ± 5,9 ^{A b}
Tehoindeksi/kehon paino (kg/s)	0,44 ± 0,10 ^{b C D}	0,53 ± 0,10 ^{a d}	0,60 ± 0,10 ^A	0,59 ± 0,10 ^{A b}
KH testin jälkeen (cm)		33,5 ± 4,9	33,2 ± 5,7	31,7 ± 6,4
Väsymis%		32,5 ± 13,5	31,8 ± 15,1	23,8 ± 13,3

KH = kevennyshyppy (cm). Merkitsevä ero a = toukokuuhun 1998; b = elokuuhun; c = lokakuuhun; d = toukokuuhun 1999. Pienikirjain (a, b, c, d) = $p < 0,05$; Isokirjain (A, B, C, D) = $p < 0,01$; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (**A**, **B**, **C**, **D**) = $p < 0,001$; (7) = (n=7); (8) = (n=8);

Taulukko 11. Parhaat testitulokset vuoden seurannan aikana alppihiihtäjämiehillä ($n = 6$), alppihiihtäjänaisilla ($n = 6$) ja Freestyle/kumparemiehillä ($n = 10$).

	Alppimiehet	Alppinaiset	Freestylemiehet
Kyykkytoistot (krt)	46 ± 11	50 ± 8	41 ± 12
Aika kyykkytesti (s)	80 ± 24	86 ± 17	82 ± 23
Tehoindeksi (kg/s)	49,3 ± 7,0 ^{b C}	30,8 ± 9,4 ^A	37,6 ± 7,0 ^a
Tehoindeksi/kehon paino (kg/s)	0,60 ± 0,10	0,48 ± 0,20	0,53 ± 0,10
KH testin jälkeen (cm)	35,4 ± 3,4	28,1 ± 5,1	29,6 ± 16,4
Väsymis %	39,6 ± 7,9	31,3 ± 15,2	25,6 ± 17,7

KH = kevennyshyppy (cm). Merkitsevä ero a = Alppimiehiin; b = Freestyle miehiin; c = Alppinaisiin; Pienikirjain (a, b, c) = $p < 0,05$; Isokirjain (A, B, C) = $p < 0,01$; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (**A**, **B**, **C**) = $p < 0,001$. Taulukko on laskettu jokaisen koehenkilön parasta tulosta (4 testikertaa) käyttäen.

Eri ryhmien vertailussa (taulukko 11) miesalppihiihtäjät ovat saavuttaneet suurimmat kehon painoon suhteutetut tehoindeksit. Lisäksi miesalppihiihtäjien absoluuttiset tehoindeksit ovat tilastollisesti merkitsevästi erilaiset kuin naisryhmällä ja freestylemiehillä. Testin jälkeinen väsymis- % on myös suurin miesalppihiihtäjillä. Tarkasteltaessa miesryhmien tulosmuutoksia eri harjoituskausilla (taulukko 12) havaitaan, että voimakkestävyyden merkit-

sevät muutokset olivat samanlaisia ja ne ajoittuvat sekä freestyle että alppihiihdossa peruskuntokaudelle. Myös tehoindeksin koko kaudenaikainen kehitys oli tilastollisesti merkitsevää molemmissa ryhmissä. Eroja ryhmien välillä oli lajiharjoitus- ja kilpailukauden tehoindeksien muutoksissa. Lajiharjoituskaudella miesalppihiihtäjät paransivat kyseisiä tuloksiaan kun taas freestylepuolella tulokset heikkenivät. Kilpailukaudella tilanne oli päinvastainen.

Taulukko 12. Toistokyykytestissä tapahtuneet prosentuaaliset muutokset ja niiden merkitsevyydet eri ryhmillä vuoden seurannan aikana.

	Tehoindeksi (kg/s)	Tehoindeksi/kehon paino (kg/s)	Väsymis%
Touko98-elo98			
A (n=7)	16 ± 16 *	17 ± 16 *	
F (n=2)	39 ± 6 *	11 ± 20 *	
Elo98-loka98			
A (n=6)	22 ± 26	22 ± 26	1 ± 11
F (n=3)	-13 ± 16	-9 ± 14	-14 ± 80
Loka98-Touko99			
A (n=5)	-9 ± 13	-9 ± 12	-37 ± 24
F (n=5)	11 ± 16	9 ± 16	32 ± 96
Touko98-loka98			
A (n=5)	44 ± 35 *	44 ± 35 *	
F (n=5)	35 ± 19 *	36 ± 19 *	
Touko98-Touko99			
A (n=5)	33 ± 23 **	32 ± 23 **	
F (n=4)	45 ± 16 *	44 ± 15 **	

A = Alppihiihtäjät; F = freestylemiehet; Koko = kaikki kahdella vertailussa olevalla testikerralla olleet alppi- ja freestylehiihtäjät. KH = kevennyshyppy (cm). * = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001. Taulukossa on vertailtu kahta testikertaa, kaikilla mukana olleilla koehenkilöillä. Tällöin mukaan on saatu myös ne koehenkilöt, jotka eivät ole olleet kaikilla neljällä testikerralla.

7.4 Maksimivoimatestit ja muutokset vuoden seurannan aikana

Lähes kaikki maksimivoimien testiarvot laskivat merkitsevästi toukokuusta 1998 seuraavan vuoden toukokuulle 1999 (taulukko 13). Peruskuntokaudella ainoastaan koko ryhmän maksimikyykyyn suhteellisissa (p<0.01) ja absoluuttisissa (p<0.05) arvoissa tapahtui merkitsevää kehitystä. Lajiharjoituskaudella maksimivoimat pysyivät samalla tasolla eikä muita merkitseviä muutoksia ollut havaittavissa kuin vatsa – selkäsuhteen pieni parantuminen. Kilpailu- ja siirtymäkaudella kaikki muut tulokset, paitsi selkäärivot, ovat laskeneet merkitsevästi (p<0.05). Taulukoissa 13 ja 14 on esitetty tarkemmin kauden parhaita tuloksia eri ryhmillä, tuloksien muutoksia kauden aikana sekä niiden merkitsevyyksiä.

Taulukko 13. Maksimivoimatestien tulokset eri testikerroilla kaikilla koehenkilöillä (n = 9).

	Toukokuu-98	Elokuu-98	Lokakuu-98	Toukokuu-99
Maksimikyky (kg)	147 ± 29 ^{b c (7)}	153 ± 28 ^{a d}	149 ± 27 ^a	141 ± 24 ^{b (7)}
Kyykky/kehon paino (kg/kg)	2,0 ± 0,2 ^{B C (7)}	2,1 ± 0,2 ^{A d}	2,1 ± 0,2 ^{A d}	1,9 ± 0,2 ^{B c (7)}
Vatsa (kg)	80 ± 13 ^D	75 ± 20	78 ± 17 ^d	64 ± 10 ^{A c (8)}
Vatsa/kehon paino (kg/kg)	1,1 ± 0,2 ^D	1,0 ± 0,2	1,1 ± 0,2 ^d	0,9 ± 0,1 ^{A c (8)}
Selkä (kg)	120 ± 20 ^d	115 ± 22	115 ± 18	104 ± 15 ^{a (8)}
Selkä/kehon paino (kg/kg)	1,6 ± 0,1 ^d	1,6 ± 0,2	1,6 ± 0,1	1,4 ± 0,1 ^{a (8)}
Vatsa/selkä (kg/kg)	0,67 ± 0,10	0,64 ± 0,10 ^c	0,68 ± 0,10 ^b	0,62 ± 0,10 ⁽⁸⁾

Merkitsevä ero a = toukokuuhun 1998; b = elokuuhun; c = lokakuuhun; d = toukokuuhun 1999. Pienikirjain (a, b, c, d) = p < 0,05; Isokirjain (A, B, C, D) = p < 0,01; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (**A**, **B**, **C**, **D**) = p < 0,001; (7) = (n=7); (8) = (n=8)

Eri ryhmiä vertailtaessa (taulukko 14) havaitaan, että miesalppihiittäjät saavuttivat maksimivoimissa korkeampia arvoja kuin freestylemiehet, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Naiskoehenkilöt puolestaan saavuttivat kauttaaltaan alempia tuloksia maksimivoimissa. Näistä maksimikyky- ja selkätulokset olivat tilastollisesti merkitsevästi alempia kuin miehillä.

Taulukko 14. Parhaat testitulokset vuoden seurannan aikana alppihiittäjämiessillä (n = 6), alppihiittäjänaissilla (n = 7) ja Freestyle/kumparemiessillä (n = 10).

	Alppi miehet	Alppi naiset	Freestylemiehet
Maksimikyky (kg)	168 ± 13 ^C	106 ± 20 ^{A B (6)}	149 ± 22 ^C
Kyykky/kehon paino (kg/kg)	2,1 ± 0,2 ^c	1,6 ± 0,3 ^{a B (6)}	2,1 ± 0,3 ^C
Vatsa (kg)	86 ± 9	68 ± 11	79 ± 16
Vatsa/kehon paino (kg/kg)	1,1 ± 0,2	1,0 ± 0,2	1,1 ± 0,2
Selkä (kg)	129 ± 12 ^C	89 ± 14 ^{A B}	121 ± 18 ^C
Selkä/kehon paino (kg/kg)	1,6 ± 0,2 ^c	1,4 ± 0,2 ^{a B}	1,7 ± 0,1 ^C
Vatsa/selkä (kg/kg)	0,71 ± 0,10	0,81 ± 0,10	0,69 ± 0,10

Merkitsevä ero a = Alppimiehiin; b = Freestyle miehiin; c = Alppinaisiin; Pienikirjain (a, b, c) = p < 0,05; Isokirjain (A, B, C) = p < 0,01; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (**A**, **B**, **C**) = p < 0,001; (6) = (n = 6). Taulukko on laskettu jokaisen koehenkilön parasta tulosta (4 testikertaa) käyttäen.

Kun tarkastellaan ryhmien tulosmuutoksia (taulukko 15) eri harjoituskausilla havaitaan, että jalkojen maksimivoimat parantuivat peruskuntokaudella samansuuntaisesti sekä alppi- että freestylehiihdossa. Toisaalta eroja miesryhmien välillä oli kilpailu- ja siirtymäkaudella, jolloin vain alppihiittäjien maksimivoimat tulokset heikentyivät merkitsevästi.

Taulukko 15. Maksimivoimatesteissä tapahtuneet prosentuaaliset muutokset ja niiden merkitsevyydet eri ryhmillä vuoden seurannan aikana.

	Kyykky/kehon paino (kg/kg)	Vatsa/kehon paino (kg/kg)	Selkä/kehon paino (kg/kg)	Vatsa/selkä (kg/kg)
Touko98-elo98				
A (n=7)	5,9 ± 4,8 ⁽⁶⁾ *	-1,7 ± 15,0	-4,2 ± 8,7	3,3 ± 17,0
F (n=7)	8,4 ± 6,0 ⁽⁶⁾ *	-14,0 ± 13,0 *	-4,0 ± 6,1	-10,0 ± 8,7 *
Elo98-loka98				
A (n=8)	4,8 ± 6,0 ⁽⁶⁾	11,0 ± 19,0	1,0 ± 5,3	9,8 ± 18,0
F (n=7)	-4,0 ± 5,6 ⁽⁵⁾	1,4 ± 13,0	-3,7 ± 9,4	6,4 ± 20,0
Loka98-Touko99				
A (n=6)	-12,0 ± 2,3 ⁽⁵⁾ *	-23,0 ± 7,7 **	-9,6 ± 12,0	-14,0 ± 15,0 *
F (n=7)	0,7 ± 5,4 ⁽⁴⁾	-5,6 ± 8,0	-3,9 ± 8,6	-1,5 ± 7,1
Touko98-loka98				
A (n=7)	8,6 ± 4,1 ⁽⁵⁾ **	-0,4 ± 10,0	-2,1 ± 9,0	2,9 ± 17,0
F (n=7)	3,1 ± 7,3 ⁽⁴⁾	-15,0 ± 15,0 *	-4,4 ± 5,9	-11 ± 15,0
Touko98-Touko99				
A (n=6)	-3,6 ± 8,2 ⁽⁴⁾	-21,0 ± 5,8 ***	-14,0 ± 11,0 *	-8,1 ± 8,4
F (n=5)	1,2 ± 0,0 ⁽²⁾ *	-17,0 ± 10,0 *	-11,0 ± 9,4	-6,1 ± 10,0

A = Alppiihittäjät; F = freestylemiehet; Koko = kaikki kahdella vertailussa olevalla testikerralla olleet alppi- ja freestyleihittäjät. * = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001; - = muutos on ollut negatiivinen. Taulukossa on vertailtu kahta testikertaa, kaikilla mukana olleilla koehenkilöillä. Tällöin mukaan on saatu myös ne koehenkilöt, jotka eivät ole olleet kaikilla neljällä testikerralla.

7.5 Nopeus- ja hyppytestit ja muutokset vuoden seurannan aikana

Peruskuntokaudella tilastollisesti merkitsevää kehitystä tapahtui koko ryhmällä (taulukko 16) kevennyshypyssä (p<0.05) ja staattisessa hypyssä (p<0.05). Lajiharjoituskaudella nämä ominaisuudet heikkenivät hieman, mutta eivät tilastollisesti merkitsevästi. Lisäpainoilla tehdyt kevennyshypyt parantuivat puolestaan tasaisesti keväästä lokakuulle samoin kuin elastisuus % (p<0.05). Merkitseviä muutoksia tapahtui myös kilpailukaudella, jonka aikana kaikki kontaktimattohyppyarvot laskivat. Aitahyppytesti ja 30 m nopeustestin muutokset olivat erilaisia, sillä nämä tulokset parantuivat lajiharjoituskaudella ja myös kilpailukaudella. Taulukoissa 16 ja 17 on esitetty tarkemmin kauden parhaat tulokset, kauden eri testien tulokset ja niiden muutokset sekä merkitsevyydet.

Eri ryhmien välisessä (taulukko 17) tarkastelussa miesalppiihittäjät saavuttivat kauttaaltaan freestylepuolta parempia tuloksia. Toisaalta ainoastaan 80 kilolla tehdyssä kevennyshypyssä ero oli tilastollisesti merkitsevä (p<0.05). Naisten arvot olivat puolestaan kauttaaltaan alempia kuin molempien miesryhmien.

Taulukko 16. Nopeus- ja hyppytestien tulokset eri testikerroilla kaikilla koehenkilöillä (n=9).

	Toukokuu-98	Elokuu-98	Lokakuu-98	Toukokuu-99 ⁽⁷⁾
SH(cm)	45,1 ± 4,7 ^b	48,6 ± 6,2 ^{aD}	45,7 ± 6,2 ^D	42,6 ± 6,7 ^{BC}
KH(cm)	46,2 ± 4,9 ^{bc}	49,9 ± 6,0 ^{aD}	49,3 ± 6,3 ^{aD}	44,6 ± 5,3 ^{BC}
KH 40 kg(cm)	25,8 ± 3,8 ⁽⁷⁾	27,1 ± 4,8 ^d	27,8 ± 5,1 ^d	24,4 ± 4,5 ^{bc}
KH 80 kg(cm)	16,1 ± 1,6 ⁽⁴⁾	17,7 ± 3,1 ⁽⁴⁾	18,7 ± 4,0 ⁽⁴⁾	
Elastisuus%	2,5 ± 4,5 ^c	3,0 ± 5,2	8,2 ± 5,7 ^a	5,3 ± 6,1
Juoksu 30m(s)		4,28 ± 0,24 ^c	4,23 ± 0,26 ^b	4,18 ± 0,15
Aitahyppy(s)		9,56 ± 0,50 ^{cd}	9,15 ± 0,7 ^b	8,98 ± 0,42 ^b

SH = staattinen hyppy; KH = kevennyshyppy; Merkitsevä ero a = toukokuuhun 1998; b = elokuuhun; c = lokakuuhun; d = toukokuuhun 1999. Pienikirjain (a, b, c, d) = p < 0,05; Isokirjain (A, B, C, D) = p < 0,0; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (**A**, **B**, **C**, **D**) = p < 0,001. (4) = (n=4); (7) = (n=7).

Taulukko 17. Parhaat testitulokset vuoden seurannan aikana alppihiihtäjämiehillä (n = 6), alppihiihtäjänaisilla (n = 7) ja Freestyle/kumparemiehillä (n = 10).

	Alppimiehet	Alppinaiset	Freestylemiehet
SH(cm)	52,0 ± 3,6 ^C	40,2 ± 5,4 ^{AB}	47,9 ± 4,9 ^C
KH(cm)	54,7 ± 3,1 ^C	41,1 ± 4,8 ^{AB(5)}	49,7 ± 5,0 ^C
KH 40 kg(cm)	32,1 ± 3,4 ^{bc}	20,4 ± 0,9 ^{AB}	26,8 ± 4,1 ^{aC}
KH 80 kg(cm)	21,2 ± 1,1 ^{b(4)}		13,9 ± 3,7 ^{a(8)}
Elastisuus%	8,0 ± 5,9	7,0 ± 5,2	10,6 ± 9,2
Juoksu 30m(s)	4,10 ± 0,14 ^C	4,68 ± 0,29 ^{AB(6)}	4,20 ± 0,18 ^C
Aitahyppy(s)	8,71 ± 0,47 ^C	11,33 ± 1,59 ^{AB(4)}	9,36 ± 0,54 ^C

SH = staattinen hyppy; KH = kevennyshyppy; Merkitsevä ero a = Alppimiehiin; b = Freestyle miehiin; c = Alppinaisiin. Pienikirjain (a, b, c) = p < 0,05; Isokirjain (A, B, C) = p < 0,01; Iso, alleviivattu ja vahvennettu kirjain (**A**, **B**, **C**) = p < 0,001; (4) = (n=4); (5) = (n=5); (6) = (n=6); (8) = (n=8). Taulukko on laskettu jokaisen koehenkilön parasta tulosta (4 testikertaa) käyttäen.

Kun tarkastellaan ryhmien tulosmuutoksia eri harjoituskausilla (taulukko 18) havaitaan, että peruskuntokaudella alppihiihtäjillä kehitystä tapahtui nopeusvoimissa kun taas freestyle puolella merkitsevää kehitystä oli nähtävissä nopeusalueella. Lajiharjoituskaudella kehitys painottui molemmissa lajiryhmissä nopeusominaisuuksiin ja lisäksi freestylehiihdon puolella elastisuuteen. Kilpailu- ja siirtymäkaudella tulosten muutokset ovat olleet samansuuntaisia.

Taulukko 18. Nopeus- ja hyppytesteissä tapahtuneet prosentuaaliset muutokset ja niiden merkitsevyydet eri ryhmillä vuoden seurannan aikana.

	SH(cm)	KH(cm)	KH40kg(cm)	Elastisuus%	Juoksu 30m(s)	Aitahyppy(s)
Touko98-elo98						
A (n=7)	6,1 ± 4,3 *	8,8 ± 5,8 **	6,6 ± 7,7 ⁽⁵⁾	-75 ± 268		
F (n=7)	3,3 ± 8,1	4,8 ± 8,2	5,8 ± 10,3	-25 ± 75	-2,5 ± 1,4 **	-0,3 ± 2,0 ⁽⁶⁾
Elo98-loka98						
A (n=7)	-4,0 ± 4,3	-1,0 ± 2,7	1,6 ± 3,5 ⁽⁶⁾	-48 ± 243	-1,2 ± 0,8 **	-5,0 ± 4,3 *
F (n=6)	-2,3 ± 4,9	0,8 ± 4,7	5,8 ± 8,8	89 ± 60 *	-3,7 ± 4,1	-1,7 ± 2,3 **
Loka98-Touko99						
A (n=5)	-4,9 ± 4,2	-11,0 ± 6,4 *	-5,3 ± 5,3 ⁽⁴⁾	-36 ± 107	2,1 ± 2,5 ⁽⁴⁾	2,0 ± 3,6 ⁽⁴⁾
F (n=7)	-12,0 ± 6,9 **	-7,5 ± 4,0 **	-13,0 ± 6,3 ** ⁽⁶⁾	-195 ± 758	-0,3 ± 3,0	-1,6 ± 2,6
Touko98-loka98						
A (n=7)	0,5 ± 8,8	6,3 ± 7,7	11,0 ± 8,1 ⁽⁴⁾	-15 ± 356 *		
F (n=6)	-0,9 ± 6,4	1,7 ± 9,5	5,8 ± 11,0	37 ± 159	-5,2 ± 3,3 *	-0,1 ± 1,6 ⁽⁵⁾
Touko98-Touko99						
A (n=5)	-7,9 ± 8,2	-5,5 ± 5,5	-5,9 ± 11,0 ⁽³⁾	-187 ± 336		
F (n=5)	-12,0 ± 9,4 *	-8,8 ± 7,9	-7,6 ± 8,3 ⁽⁴⁾	-74 ± 188	-4,3 ± 3,2 * ⁽⁴⁾	-1,0 ± 3,6 ⁽⁴⁾

A = Alppihiihtäjät; F = freestylemiehet; Koko = kaikki, kahdella vertailussa olevalla testikerralla olleet alppi- ja freestylehiihtäjät. SH = staattinen hyppy; KH = kevennyshyppy; * = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001; - = muutos on ollut negatiivinen. Taulukossa on vertailtu kahta testikertaa, kaikilla mukana olleilla koehenkilöillä. Tällöin mukaan on saatu myös ne koehenkilöt, jotka eivät ole olleet kaikilla neljällä testikerralla.

7.6 FIS-pisteiden kehitys kaudella 1998-1999 alppi- ja freestylehiihdossa.

Alppihiihdon puolella kehitystä on nähtävissä pujottelun pisteissä, jotka laskivat sekä miehillä että naisilla: Alppihiihdossa alhaisimmat pisteet tarkoittavat parasta ranking-sijaa. Freestyle puolella ja muissa alppihiihdon ranking-pisteissä ei puolestaan ole tapahtunut positiivista kehittymistä. Taulukossa 19 on esitetty rankingin kehitystä kaudella 1998-1999.

Taulukko 19. FIS pisteiden kehitys kaudella 1998-1999 alppi- ja freestylehiihdossa.

	Alppimiehet(n=6)	Alppinaiset(n=7)	Freestylemiehet(n=9)
FIS pujottelu pisteet98	23,97 ± 9,06	19,67 ± 8,05	
FIS pujottelu pisteet99	22,16 ± 11,33	19,30 ± 7,35	
FIS suurpujottelu pisteet98	35,01 ± 13,86	34,61 ± 13,51	
FIS suurpujottelu pisteet99	42,12 ± 26,58	35,68 ± 14,52	
FIS super-G pisteet98	61,53 ± 26,12	94,33 ± 52,33	
FIS super-G pisteet99	89,27 ± 43,63*	117,43 ± 74,39	
FIS pisteiden keskiarvo(sl,gs,sg)98	40,17 ± 13,29	49,54 ± 17,80	788,24 ± 149,48
FIS pisteiden keskiarvo(sl,gs,sg)99	51,18 ± 23,44	57,47 ± 22,97	736,16 ± 260,19

Alppihiihdossa paras sija antaa alhaisimmat rankingpisteet, kun taas freestylehiihdossa suurimmilla pisteillä tulee paras sija. * = muutos oli vuoden aikana (98-99) tilastollisesti merkitsevää, p<0.05

7.7 Testitulosten ja FIS-rankingin väliset korrelaatiot

Alppihiihtäjien puolella peruskuntokaudella tapahtunut tuloskehittyminen MARST:in maksimiluisteluvauhdissa ja kontaktimattohyppytestien elastisuus- % oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä lajin rankingmenestykseen. Lajiharjoituskaudella alppihiihtäjillä tapahtunut kehitys staattisessa hypyssä ja kevennyshypyssä 40 kilon lisäpainoilla olivat myös tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä lajimenestykseen. Kun tarkastellaan koko peruskunto- ja lajiharjoituskauden kokonaiskehittymistä alppihiihtäjillä havaitaan, että maksimikyyky- ja kontaktimattohyppytestien tuloskehitys olivat yhteydessä rankingmenestykseen. Kilpailu- ja siirtymäkauden muutokset MARST:in maksimilaktaatissa olivat myös merkitsevästi yhteydessä lajin rankingiin. Lisäksi koko kauden aikana (toukokuu 1998-toukokuu 1999) tapahtuneista tulomuutoksista vain keskivartalon maksimivoimatestien ja kevennyshypyn muutokset olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä alppihiihdon menestykseen. Puolestaan freestylemiesten puolella vain MARST:in 5mmol laktaattitason luistelunopeuden kokokauden aikainen kehitys oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä freestylemenestykseen. Testitulosten muutoksien ja FIS 1999 rankingin sekä kauden 1998-1999 FIS rankingin muutosten välisiä korrelaatioita on esitetty liitteessä 4. Alppihiihtäjien kohdalla koehenkilöjoukko pieneni liikaa eikä tilastollinen tarkastelu ollut mahdollista.

7.8 Testitulosten ja FIS-rankingin väliset korrelaatiot

Seuraavien testiarvojen ja FIS rankingin välillä oli havaittavissa vähintäänkin merkitseviä ($p < 0.05$) korrelaatioita: Paino ja rasva %; MART rullaluistintestin maksimiluisteluvauhti, maksimilaktaatti ja luisteluvauhdit eri laktaattitasoilla; toistokyykytestin tehoindeksi; maksimikyyky-, vatsa- ja selkätulokset; staattinen hyppytulostulos, kevennyshyppytulostulos, kevennyshyppy 40 kilon lisäpainoilla ja elastisuus %; aitaohyppytesti ja 30 metrin nopeustesti. Testitulosten ja FIS 1998 ja 1999 rankingin välisiä korrelaatioita on esitetty liitteissä 5, 6, 7 ja 8.

8 POHDINTA

Tämän tutkimuksen päätulokset olivat:

- Kaikkiin testikertoihin osallistuneiden koehenkilöiden (n=9) antropometrisissä tuloksissa, tilastollisesti merkitsevin kehitys, oli havaittavissa peruskunto- ja lajiharjoituskaudella, kevästä syksyyn (rasva-% ja FFM) kun taas anaerobisella alueella merkitsevää kehitystä tapahtui tasaisesti koko vuoden seurannan ajan. Voimakestävyudessa ja maksimivoimatestien kyykkytuloksissa suurin kehitys saavutettiin peruskuntokaudella. Nopeusvoimaominaisuuksissa merkitsevin kehitys tapahtui peruskuntokaudella ja nopeusominaisuudet kehittivät merkittävimmin lajiharjoituskaudella.
- Menestyneimmillä alppilajien edustajilla oli suuri lihasmassa ja korkea anaerobinen suorituskyky. Tämän lisäksi voimakestävyys oli oleellinen ominaisuus sekä alppi- että freestylehiihdossa. Maksimivoimissa menestyneimmät urheilijat olivat muiden koehenkilöiden kanssa samalla tasolla. Lisäksi freestylepuolella lajin parhaimmisto savutti korkeimpia nopeusvoima-arvoja kun taas alppihiihdon puolella vastaavaa ei ollut havaittavissa. Alppihiihdon parhaimmistoa kuvasi paremmin hyvät nopeusominaisuudet.
- Fyysisten ominaisuuksien kehittyminen kauden aikana oli merkitsevästi yhteydessä FIS rankingmenestykseen. Lisäksi Suomen alppi- ja freestylehiihtäjien käyttämä testipatteristo kuvaa eri lajiryhmien osalajien menestyjiä, sillä antropometrian, MARST:in, toistokyykkytestin, maksimivoimatestien sekä nopeus- ja hyppytestien tulokset korreloivat merkitsevästi FIS rankingmenestysten kanssa.

Seuraavissa kappaleissa pohditaan mitattuja fyysisiä ominaisuuksia, niiden muutoksia ja muutosten välisiä yhteyksiä lajissa menestymiseen tutkimusongelmien kannalta.

8.1 Antropometria

Kaikkiin testikertoihin osallistuneiden koehenkilöiden (n=9) kehon paino pysyi lähes muuttumattomana koko seurannan ajan. Sen sijaan kehon rasvaton paino kasvoi oletusten mukaan tasaisesti, 3 %, toukokuulta lokakuulle. Pienenä yllätyksenä rasvaton paino kasvoi vielä kilpailukauden aikana lokakuulta seuraavan vuoden toukokuulle. Tämä luultavasti johtuu seuraavan kauden perusvoima harjoittelun varhaisesta aloittamisesta ennen viimeistä testikertaa toukokuussa 1999. Koko koehenkilöryhmällä rasva % muuttui myös merkitsevästi toukokuulta lokakuulle ja 20 % lasku kuvaa harjoittelun määrän ja intensiteetin kasvua sekä muutoksia ravintoasioissa. Kilpailu- ja siirtymäkauden aikana (loka - toukokuu) rasva % pysyi yhä samalla alhaisella tasolla, missä se oli edellisvuoden lokakuussa, mikä antaa merkkejä kilpailukauden kovuudesta. Yhteenvetona voidaan todeta, että alppi- ja freestylehiihdon peruskunto- ja lajiharjoituskauden harjoittelu näkyy muutoksina kehon rasvattomassa painossa ja rasva %:ssa. Lisäksi kilpailukauden kova ohjelma ja harjoittelu näyttää säilyttävän kehon rasvattoman painon ja rasva %:in kesän ja syksyn aikana saavutetulla tasolla. Tämä tulos vastaa myös edeltävien tutkimuksien havaintoja (Andersen & Montgomery, 1987).

Lajiryhmien vertailussa miesfreestylehiihtäjät (70.2 ± 6.4 kg) olivat alppihiihtäjä miehiä (80.5 ± 7.8 kg) merkitsevästi kevyempiä ($p < 0.05$). Tämän tosiasian taustalla on todennäköisesti lajien erilaiset luonteet. Kumparelaskusuorituksessa tehdään kaksi arvosteltavaa hyppyä, joissa suurella lihasmassalla ei ole esim. pujottelusuorituksen kaltaista hyötyä. Puolestaan kehon rasva % oli 10 prosentin tasolla molemmissa lajiryhmissä. Naisalppihiihtäjien paino (65.3 ± 4.2 kg) ja rasva % (21.5 ± 2.4 kg) olivat luonnollisesti merkitsevästi erilaiset kuin molempien lajiryhmien miehillä. Lisäksi tämän tutkimuksen alppihiihtäjien rasva % ja painoarvot vastasivat kirjallisuudessa raportoituja arvoja (Andersen ja Montgomery, 1988). Kun tarkastellaan ryhmien tulosten muutoksia eri harjoituskausilla havaitaan, että rasva % pienentyi alppihiihtäjillä sekä peruskunto- että lajiharjoituskaudella kun taas freestylehiihtäjillä kehitys tapahtui erityisesti lajiharjoituskaudella. Puolestaan kehon rasvaton paino lisääntyi freestylehiihtäjillä kilpailu- ja siirtymäkauden aikana kun taas alppipuolella kehitys ajoittui perus- ja lajiharjoituskaudelle. Näitä eroja voidaan selittää lajien erilaisilla harjoituspainotuksilla, leirityksellä ja kisaohjelmalla, mutta nämä poh-

dinnat perustuvat oletuksiin, sillä yksityiskohtaista harjoitusanalyysiä ei tässä tutkimuksessa pystytty tekemään.

Yksilötason tarkastelulla oli havaittavissa, että pujottelun ja Super-G:n vuoden 1999 FIS-rankingin parhaalla naishihtäjällä oli suurin kehon rasvaton paino. Lisäksi alppinaisten puolella elokuussa mitattu kehon paino korreloi merkitsevästi vuoden 1999 FIS Super-G:n rankingiin sekä FIS kokonaisrankingiin. Nämä havainnot tukevat ajatusta, että alppihiihdon menestyjillä on suurempi lihasmassa verrattuna heikommin menestyneisiin alppihiihtäjiin. White & Johnson (1993) ovat raportoineet samansuuntaisia tuloksia. Heidän mukaansa huipputasen laskijat painavat enemmän kuin alemmalla tasolla olevat kilpakumppanit. Lisäksi he toteavat, että syöksylaskijat ovat pujottelijoita sekä suurpujottelijoita painavampia. Toisaalta tässä tutkimuksessa vastaavia yhtäläisyyksiä ei löydy alppihiihtäjämiesten ja freestylehiihtäjien puolella eikä muissa alppihiihdon osalajeissa. Alppihiihtäjämiesten kohdalla tätä voidaan selittää koehenkilöryhmän pienellä koolla. Lisäksi lajiryhmien eroja ei ole nähtävissä, sillä Suomessa ei ole virallisia syöksylaskuun erikoistuneita urheilijoita ja näin vertailua ei voida tehdä. Puolestaan freestylemiehillä asiaa voidaan selittää lajin luonteella. Kumparelaskun hypyissä suuresta massasta ei ole alppihiihdon kaltaista hyötyä. Freestylehiihdossa ainoa merkitsevä korrelaatio löytyykin toukokuun 1999 rasva %: in ja FIS kokonaisrankingin välillä, mikä kuvaa kilpailukauden kovuutta huippulaskijoilla. Näin ollen yhteenvetona voidaan päätellä, että lihasmassalla ja menestyksellä on yhteyttä toisiinsa ja alppilajeissa vaaditaan melko suurta lihasmassaa, mutta pelkästään sen perusteella ei voida ennustaa menestystä. Suuren massan merkitystä alppihiihdossa voidaan selittää myös lajin teknisillä vaatimuksilla, sillä menestyvän hiihtäjän on osuttava ratakeppeihin parhaan linjan saamiseksi.

8.2 MARST

MARST:in tulokset kehittyivät erittäin merkitsevästi peruskunto- ja lajiharjoituskaudella, keväästä syksyyn. Lisäksi yllättävää tuloksissa oli se, että maksimiluisteluvauhti ja vauhdit eri laktaattitasoilla parantuivat vähintäänkin merkitsevästi ($p < 0.05$) kilpailukaudella loka-kuulta seuraavan vuoden toukokuulle. Peruskuntokauden maksimivauhtien sekä kilpailukauden koko alueen huimaa tuloskehitystä voidaan selittää osittain mittauksien vakioimisessa olleilla ongelmilla: toukokuun 1998 testit suoritettiin omilla rullilla ja puolestaan toukokuun 1999 testi eri alustalla. MARST:in parhaan luotettavuuden takaamiseksi on

välineistö ja mittauspaikka vakioitava. Tämä tarkoittaa samaa testauspaikkaa (alustaa) ja rullaluistimia. Jatkotutkimuksissa parhaan luotettavuuden takaamiseksi tähän asiaan onkin kiinnitettävä erityistä huomiota. Muita syitä huimaan tuloskehitykseen antaa tottuminen uuteen luistelutestiin, koska MARST vaatii hyvää luistelutaitoa ja koordinaatiota. Ilman riittävää tekniikkaa ja tasapainoa ei päästä maksimivauhteihin ja vauhti tulee suorituskykyä rajoittavaksi tekijäksi. Lisäksi koehenkilöiden toukokuun anaerobisten ominaisuuksien lähtötaso saattoi olla hyvin alhaalla ja näin peruskuntokauden säännöllinen harjoittelu näkyy heti elokuussa koko alueen huimana kehityksenä. Kuitenkin, näistä seikoista huolimatta, peruskuntokauden harjoittelu näkyi koko alueen kehittymisenä. Suurin vauhdillinen kehitys (0.7 m/s) tapahtui 3 mmol ja 5 mmol laktaattitasoilla, kuten ennalta osattiin odottaa. Lajiharjoituskaudella kehitystä tapahtui ennen kaikkea 10 mmol laktaattitasolla ja maksimivauhteissa kuten myös ennalta oletettiin. Näiden tulosten valossa MARST:lla voidaan kuvata peruskuntokauden ja lajiharjoituskauden anaerobisen alueen harjoittelun onnistumista. Peruskuntokauden harjoittelu näkyy koko alueen kehityksenä ja lajiharjoituskauden harjoittelu erityisesti 10 mmol laktaattitason vauhtien ja maksimivauhtien parantumisena. Lisäksi kilpailukauden kova ohjelma ja harjoittelu näyttää säilyttävän anaerobisen suorituskyvyn vähintään samalla tasolla kuin se oli ennen kilpailukautta. Nämä havainnot vastaavat myös kirjallisuudessa raportoituja tuloksia. Andersenin & Montgomeryn (1991) tutkimuksessa pp-ergolla ja laatikkohyppytestillä mitattu anaerobinen kestävyys ja suorituskyky pysyivät lähes samalla tasolla lajiharjoitus- ja kilpailukaudella kuin missä ne olivat syksyllä. Toisaalta heidän tutkimuksessa anaerobisella alueella ei tapahtunut kehitystä kilpailukaudella. Tätä eroa voidaankin selittää eri testityypeillä ja testausajankohdilla sekä oman tutkimukseni rullaluistintestin vakiointiin liittyvillä tekijöillä.

Lajiryhmiä vertailtaessa saavuttivat alppihiihtäjämiehet parempia tuloksia kaikkien muut-
tujen osalta kuin freestylemiehet, mutta tilastollisesti erot eivät olleet merkitseviä, lukuun-
ottamatta vauhtia 7 mmol laktaattitasolla. Naisalppihiihtäjien tulokset olivat puolestaan
kauttaaltaan merkitsevästi alempia kuin mieskoehenkilöillä: Poikkeuksena luisteluvauhdit
3:n ja 7 mmol laktaattitasoilla. Näiden tulosten valossa anaerobiset vaatimukset ovat sa-
mankaltaiset sekä freestyle- että alppihiihdon puolella. Kun tarkastellaan eri ryhmien tu-
losmuutoksia eri harjoituskausilla havaitaan, että peruskuntokaudella kehitys oli saman-
suuntaista sekä alppi- että freestylehiihtäjillä. Puolestaan lajiharjoituskaudella vain free-
stylehiihtäjät pystyivät merkitsevään kehitykseen anaerobisella alueella. Kilpailu- ja siir-
tymäkaudella muutokset painottuivat alppihiihtäjillä ala-alueisiin kun taas freestylehiihtä-

jillä parantui koko anaerobinen alue. Näitä eroja voidaan selittää ryhmien erilaisella anaerobisen suorituskyvyn lähtötasolla. Alppihiihtäjillä lähtötasot olivat korkeammat eikä harjoittelulla enää päästä niin suureen ja nopeaan kehitykseen kuin freestylepuolella. Lisäksi eroja voidaan selittää lajien erilaisilla harjoituspainotuksilla, leirityksellä ja kisaohjelmalla, mutta jälleen kerran nämä pohdinnat perustuvat oletuksiin, sillä yksityiskohtaista harjoitus-analyysiä ei tässä tutkimuksessa pystytty tekemään.

Yksilötason tarkastelussa 1999 FIS pujottelurankingin paras miesalppihiihtäjä pystyi myös parhaaseen maksimiluisteluvauhtiin. Samanlainen yhtäläisyys oli havaittavissa myös freestylehiihtäjillä. Myöskin naisalppihiihtäjien puolella kaikkien osalajien (pujottelu, suurpujottelu ja super-G) parhailla oli myös paras tai ryhmän keskiarvoa parempi maksimiluisteluvauhti. Nämä havainnot tukevat alppihiihtäjillä tehtyjä tutkimuksia (Andersen, 1988; White & Johnson, 1991; Bacharach & Duvillard, 1995), joissa anaerobisen suorituskyvyn ja kapasiteetin on todettu olevan yksi ratkaiseva, menestystä määräävä tekijä. Toisaalta anaerobista kapasiteettia mittaavassa maksimilaktaatissa ei ollut havaittavissa eroja rankingin parhaiden ja muiden välillä. Veren laktaattipitoisuus onkin anaerobisen kapasiteetin karkea mittari (Gastin 1994), eikä laktaattiarvojen pienistä muutoksista pidä vetää liian pitkälle vietyjä johtopäätöksiä. Lisäksi miesalppihiihtäjillä peruskuntokauden maksimiluisteluvauhdin ja kilpailukauden maksimilaktaatin muutokset olivat merkitsevästi ($p < 0.05$) yhteydessä FIS kokonaisrankingin menestykseen. Vastaavanlaisiin tuloksiin päästiin myös koko alppihiihtäjärhymällä. Myöskin freestylehiihdossa saatiin yhteys MARST:ssa tapahtuneiden muutosten ja ranking muutosten välille. Nämä havainnot antavat tukea anaerobisen suorituskyvyn merkitykselle alppilajeissa: menestyksen takana on korkea anaerobinen suorituskyky. Alppihiihdon puolella tämän alueen merkitys näyttää olevan vielä suurempi kuin freestyle puolella. Lisäksi laktaattitasojen, 3-10 mmol, luisteluvauhtien parantuminen vuoden aikana kertoi taloudellisuuden kehittymisestä ja kehittymisen oli yhteydessä kauden lajimenestykseen.

Kun muutosten sijasta tarkastellaan vain yhden testikerran tuloksia saatiin MARST ja ranking välille uusia merkitseviä korrelaatioita. Koko alppihiihtäjärhymää tarkasteltaessa korreloi MARST:in toukokuun 1998 tulokset, lukuunottamatta maksimilaktaattia, vähintäänkin merkitsevästi ($p < 0.05$) FIS kokonaisrankingin kanssa. Sama suuntaus oli havaittavissa myös lokakuun testikerran ja FIS 1999 kokonaisrankingin välillä. Toisaalta edellä mainittuja korrelaatioita tarkastellessa pitää muistaa, että tulos on vain suuntaa antava, sillä naisia

ja miehiä käsiteltiin samana joukkona. Kuitenkin tämän lisäksi, tarkasteltaessa erikseen alppihiihtäjämiehiä ja -naisia, saatiin myös esiin merkitseviä korrelaatioita MARST:in ja rankingin välille. Näin ollen nämä tulokset tukevat edelleen anaerobisen suorituskyvyn ja kapasiteetin merkitystä alppilajeissa. Näyttää myös siltä, että MARST, varsinkin maksimiluisteluvauhti ja vauhdit korkeimmilla laktaattitasoilla, kuvaavat hyvin alppilajien menestyjiä. Lisäksi MARST:in laktaatin ja vauhdin välinen käyrä muodostui aiempien MART testien kaltaiseksi (Rusko ym. 1993; Nummela ym. 1996a; Nummela ym. 1996b; Nummela ym. 1996c; Tossavainen ym. 1996; Vuorimaa ym. 1996). Käyrä oli muodoltaan loivasti nouseva niin kuin oli tavoitteena. Jos käyrä olisi ollut lähes tasainen ja vasta lopusta jyrkästi nouseva, olisi testi ollut liian nopeutta painottava ja tekniikka olisi noussut rajoittavaksi tekijäksi. Puolestaan jos käyrä olisi ollut heti alusta asti jyrkästi nouseva, olisi testi ollut heti alkuun liian vaativa ja näin testillä ei pystyittäisi määrittämään submaksimaalisia vauhtitasoja. Lisäksi koko koehenkilöjoukon laktaattiarvot nousivat selvästi anaerobisiin lukemiin, joka tukee testin anaerobista luonnetta. Maksimilaktaattiarvot vastaavat aiemmissa MARST:ssa raportoituja arvoja (Rusko ym. 1993; Nummela ym. 1996a; Nummela ym. 1996b; Nummela ym. 1996c; Tossavainen ym. 1996; Vuorimaa ym. 1996). Lisäksi tässä tutkimuksessa saavutetut maksimilaktaattiarvot vastaavat alppihiihtokilpailun jälkeen mitattuja tasoja (Andersen ja Montgomery 1988).

8.3 Toistokyykkytesti

Koko koehenkilöryhmällä (n=9) kyykkytoistomäärissä tapahtui kauden aikana pientä, mutta ei tilastollisesti merkitsevää vaihtelua. Tätä voidaan selittää testiin tottumisella, sillä testissä pyrittiin 60 toistoon mahdollisimman nopeasti. Ensimmäisellä kerralla oikean tahdin löytäminen ei ollut vielä rutiinia ja se näkyy suoritusajoissa. Toisella testikerralla, elokuussa tahti oli hieman parempi ja koehenkilöt pääsivät keskiarvona suurempaan toistomäärään pienemmässä ajassa. Sama kehityssuunta näkyi lokakuun testeissä. Tämä oli myös havaittavissa kokoryhmän tehoindeksiluvuissa, jotka kuvasivat paremmin kehitystä. Nämä arvot parantuivat 20 % toukokuulta elokuulle ($p < 0.05$) ja edelleen 11 % lokakuulle. Lisäksi peruskunto- ja lajiharjoituskauden kokonaiskehittyminen (33 %) oli tilastollisesti merkitsevää ($p < 0.01$). Suurin kehitys voimakestävyudessa saavutettiin peruskuntokaudella toukokuulta elokuulle, mutta myös lajiharjoituskausi toi selvää parannusta tällä alueella. Kilpailukauden jälkeiset tehoindeksit pysyivät lähes lokakuun tasolla ja merkitsevästi kor-

keammalla kuin edellisvuoden toukokuussa ($p < 0.001$). Näyttää siis siltä, että kilpailukauden ohjelma on riittävä ylläpitämään saavutetut voimakestävyysarvot lokakuussa saavutetulla tasolla. Toisaalta jo siirtymäkaudella, ennen toukokuun testikertaa, aloitettu voimaharjoittelu saattaa vääristää kilpailukauden tapahtumia ja arvot ovat parempia kuin jos urheilijat olisi testattu esimerkiksi huhtikuun alussa. Kevennyshypyillä mitattu väsymis % pysyi samoissa arvoissa harjoituskauden testikerroilla. Kuitenkin kilpailukauden jälkeinen väsymis % oli selvästi, muttei tilastollisesti merkitsevästi, alempi kuin harjoituskaudella. Väsymis % kertoo irtiottokyvystä ja koehenkilöt pystyivät harjoituskaudella ottamaan itsestään enemmän irti kuin siirtymäkauden jälkeen toukokuussa.

Eri ryhmien vertailussa miesalppiihtäjät saavuttivat suurimmat kehon painoon suhteutetut tehoindeksit. Lisäksi miesalppiihtäjien absoluuttiset tehoindeksit olivat tilastollisesti merkitsevästi erilaiset kuin naisryhmällä ja freestylemiehillä. Testin jälkeinen väsymis % oli myös suurin miesalppiihtäjillä. Testitulosten antavat näin ollen viitteitä siitä, että voimakestävyuden tarve on samankaltainen molemmissa lajeissa, mutta selvästi korostuneempi alppiihdon puolella. Tätä voidaan selittää lajien suoritusajoilla, sillä kumparelaskusuoritus kestää vain n. 30 sekuntia kun taas alppiihdossa suurpujottelu, super-G ja syöksylasku ovat selvästi pitempikestoisia. Kun puolestaan tarkastellaan eri ryhmien tulomuutoksia eri harjoituskausilla havaitaan, että voimakestävyuden muutokset olivat samankaltaisia ja ne ajoittuivat sekä freestyle- että alppiihdossa peruskuntokaudelle. Tämä antaa viitteitä siitä, että voimakestävyys alueen harjoittelu on ollut samankaltaista molemmissa lajiryhmissä

Yksilötason tarkastelussa oli havaittavissa, että suurpujottelu ja super-G rankingin paras miesalppiihtäjä oli ainoita koehenkilöitä joka pystyi 60 toistoon kyykytestissä. Hänen painoon suhteutettu tehoindeksi oli myös joukon korkeimpia sekä selvästi yli ryhmän keskiarvon. Naisten puolella vastaavaa ei ollut yhtä selvästi havaittavissa. Toisaalta kuitenkin FIS 1999 super-G:n rankingin paras naisalppiihtäjä pystyi myös suurimpaan määrään toistoja. Lisäksi jos katsotaan 1998 rankingia oli paras naispujottelija pystynyt ainoana 60 toistoon ja selvästi muita korkeampiin tuloksiin. Freestylepuolella rankingin kärkipää saavutti myös kehon painoon suhteutetuissa tehoindekseissä ryhmän keskiarvoa parempia tuloksia. Nämä jalkojen tehotulokset olivat vastaavanlaisia kuin mitä White & Johnson (1991) ovat raportoineet. Heidän mukaansa menestyneimmillä alppiihtäjillä on korkeimmat jalkojen tehoarvot. Yhteenvetona toistokyykyttesti ja sen mittaama voimakestä-

vyys on oleellinen ominaisuus alppi- että freestylehiihdossa. Näyttää myös siltä, että testillä pystytään kuvaamaan pitempikestoisten alppihiihdon osalajien menestyjiä.

Muutoskorrelaatioita tarkasteltaessa ei toistokyykytestin ja rankingin välillä havaittu tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita. Toisaalta suurimmat, tilastollisesti ei merkitsevät korrelaatiot olivat pitempikestoisten alppilajien rankingin ja toistokyykyyn tehoindeksin välillä. Ongelmana oli koehenkilöjoukon jakaminen mies ja naisryhmiin, mikä pudotti ryhmäkoon pieneksi eikä tilastollinen tarkastelu enää välttämättä kerro koko totuutta. Tässä valossa nämä löydökset antavat pieniä lisäviitteitä sille, että toistokyykytestillä voidaan kuvata pitempikestoisten alppilajien menestyjiä. Näiden tulosten pohjalta voidaan myös ennustaa, että kilpaileminen pitempikestoissa alppilajeissa kuten suurpujottelussa ja super-G:ssä, saattaa säilyttää paremmin harjoituskausien aikana saavutetut voimakkestävyysarvot kuin kilpaileminen pelkästään pujottelussa. Näin pitkälle viety pohdiskelu vaatii kuitenkin lisänäyttöjä.

Alppihiihtäjärühmän, toukokuun 1998, testien absoluuttinen ($p < 0.01$) ja suhteellinen ($p < 0.05$) tehoindeksi korreloi merkitsevästi 1998 FIS kokonaisrankingin kanssa. Toisaalta kuitenkin tässä nais- ja miesryhmät oli yhdistetty koehenkilöjoukon kasvattamiseksi ja näin ollen tulos oli vain suuntaa antava. Muiden testikertojen ja vuoden 1999 FIS kokonaisrankingin välille ei puolestaan löytynyt merkitseviä korrelaatioita. Nämä tulokset eivät näin ollen anna lisätukea toistokyykytestin tulosten ja alppilajien menestyksen yhteyksistä. Täydellistä näyttöä testin käytöstä menestyksen kuvaajana ei ole, mutta toisaalta yksilötarkastelu antoi tukea voimakkestävyyden merkitykselle ja sen mittaamiselle alppilajeissa.

8.4 Maksimivoimatestit

Koko ryhmää tarkasteltaessa havaitaan, että ainoastaan maksimikyykyyn suhteellisessa ($p < 0.01$) ja absoluuttisissa ($p < 0.05$) arvoissa tapahtui merkitsevää kehitystä peruskunto-kaudella. Vatsan ja selän voimatasot puolestaan laskivat kyseisellä jaksolla. Lajiharjoituskaudella maksimivoimat pysyivät samalla tasolla eikä muita merkitseviä muutoksia ollut havaittavissa kuin vatsa – selkäsuhteen pieni parantuminen. Kilpailu- ja siirtymäkaudella kaikki muut tulokset, paitsi selkäärivot, laskivat merkitsevästi ($p < 0.05$). Tuloksista on nähtävissä jalkojen kesänajan maksimivoimaharjoittelu, mikä näkyy elokuun tuloksissa. Toi-

saalta vatsa- ja selkätulosten heikkeneminen ei ollut odotettua. Tätä voidaan selittää sillä, että dynamometri suoritus on herkkä säätöjen ja tekniikan suhteen ja suorituksen puhtauudessa on saattanut olla eroja näiden testikertojen välillä. Toisaalta tarkkaa harjoitusanalyysiä ei tässä tutkimuksessa tehty, joten syitä voidaan vain arvailla. Puolestaan lajiharjoituskausi kovine lumileireineen on näiden tulosten perusteella riittävä pitämään voima-arvot lähes elokuun tasolla. Kilpailu- ja siirtymäkauden tilanne näyttää kuitenkin toiselta, sillä arvot ovat kauttaaltaan heikentyneet.

Eri ryhmiä vertailtaessa miesalppihiihtäjät saavuttivat maksimivoimissa korkeampia arvoja kuin freestylemiehet. Toisaalta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Tätä voidaan selittää sillä, että miesalppihiihtäjät olivat freestylemiehiä painavampia eikä eroja suhteellisissa arvoissa ole enää havaittavissa. Naiskoehenkilöt puolestaan saavuttivat oletusten mukaisesti kauttaaltaan alempia tuloksia maksimivoimissa. Näistä maksimikyykky- ja selkätulokset olivat tilastollisesti merkitsevästi alempia kuin miehillä. Yhteenvetona voidaan todeta, että maksimivoima vaatimukset ovat alppi- ja freestylehiihdossa hyvin samanlaiset. Puolestaan kun tarkastellaan alppi- ja freestyleryhmän maksimivoimien muutoksia eri harjoituskausilla havaitaan, että jalkojen maksimivoimat parantuivat peruskuntokaudella samansuuntaisesti sekä alppi- että freestylehiihdossa. Toisaalta eroja ryhmien välillä oli kilpailu- ja siirtymäkaudella, jolloin vain alppihiihtäjien maksimivoimatulokset heikentyivät merkittävästi. Eroja voidaan jälleen selittää lajien erilaisilla harjoituspainotuksilla, leirityksellä ja kisaohjelmalla, mutta nämä pohdinnat perustuvat oletuksiin.

Yksilötason tarkastelussa parhaiten menestyneet urheilijat eivät eronneet maksimivoimiltaan muista koehenkilöistä. Kehon painoon suhteutetuissa kyykkytuloksissa 1999 FIS kokonaisrankingin kaksi parasta miesalppihiihtäjää ylsivät ryhmän keskiarvoon tai sen yli. Vatsan ja selän suhteellisissa arvoissa ei kuitenkaan tapahtunut. Freestylepuolella tilanne oli samanlainen, sillä rankingin kaksi parasta ylsivät kyykyn ja vatsan suhteellisissa arvoissa myös ryhmän keskiarvoon tai sen yli. Naisalppihiihtäjien kohdalla vastaavaa ei ollut havaittavissa. Nämä tulokset puoltavat jalkojen maksimivoiman merkitystä alppilajeissa ja tässä tutkimuksessa menestyneimmät miesurheilijat pystyivät nostamaan kyykystä vähintään 2.1 kertaa oman painonsa. Vastaavanlaisia tuloksia ovat raportoineet Haymes & Dickinson (1980b), sillä heidän tutkimuksessa jalkojen ojennusvoima oli paras yksittäinen menestystä ennustava mittari USA:n alppihiihtomaajoukkueella tehdyissä mittauksissa. Brown & Wilkinson (1983) ovat puolestaan raportoineet, että parhaiten menestyneet alppi-

hiihtäjät saavuttavat korkeimpia jalkojen isometrisiä voima-arvoja kuin heikommin menestyneet hiihtäjät.

Muutoskorrelaatioiden tarkastelu antaa vahvistusta maksimivoimien merkitykselle. Alppi-hiihtäjämiehillä peruskuntokauden ja lajiharjoituskauden kokonaisuutos suhteellisessa kyykkytuloksessa korreloi merkitsevästi 1999 FIS super-G:n rankingin kanssa. Koko alppihiihtäjärhymällä suuntaus oli sama: perus- ja lajiharjoituskauden kyykkytulosten kokonaisuutos korreloi merkitsevästi 1999 FIS kokonaisrankingiin sekä myös pujottelun, suurpujottelun ja super-G:n rankingiin. Lisäksi ne henkilöt, jotka pystyivät säilyttämään vatsa- ja selkätuloksensa kilpailukauden aikana paransivat myös eniten pujottelun ranking sijaansa. Freestylehiihtäjien maksimivoimamuutosten ja rankingin välille ei puolestaan löytynyt yhteyttä. Näiden tulosten valossa näyttää siltä, että peruskunto- ja lajiharjoituskauden maksimivoiman kehityksellä voidaan ennustaa tulevan kauden menestystä. Toisaalta pitää muistaa, että jos maksimivoima-arvot ovat jo valmiiksi hyvällä tasolla ei harjoituskausilla saada aikaan niin suurta tuloskehitystä. Tällöin vastaavaa yhteyttä ei ole nähtävissä vaikka menestystä olisikin tulossa.

Koko alppihiihtäjärhymän maksimikyykky- ja selkätulos sekä vatsan ja selän suhde korreloivat merkitsevästi ($p < 0.05$) FIS 1998 kokonaisrankingin kanssa. Jälleen kerran pitää kuitenkin muistaa, että koko alppihiihtäjärhymällä tehdyt korrelaatiot olivat vain suuntaa antavia, koska naisia ja miehiä käsiteltiin yhdessä ryhmässä. Toisaalta freestylemiesten sekä alppihiihdon naisryhmän maksimivoimatulosten ja rankingin välille paljastui myös useita merkitseviä korrelaatioita, mikä taas puoltaa maksimivoimien merkitystä alppilajeissa. Näiden tulosten pohjalta näyttää, että maksimivoima-arvot olivat yhteydessä alppilajien menestykseen. Erityisesti freestylepuolella tämä oli nähtävissä suurina korrelaatiokertoimina. Jalkojen hyvä maksimivoimataso on yksi edellytys menestykselle samoin kuin vatsa ja selkälihasten riittävä voimataso kehon hallinnalle ja tasapainolle.

8.5 Nopeus- ja hyppytestit

Peruskuntokauden vaikutukset näkyivät koko ryhmän nopeusvoimatuloksissa merkitsevänä tuloskehityksenä. Lajiharjoituskaudella nämä ominaisuudet olivat taas hieman heikentyneet, mutta eivät merkitsevällä tasolla. Lisäpainoilla tehdyt kevennyshyppy parantuivat

tasaisesti keväästä lokakuulle samoin kuin elastisuus % ($p < 0.05$). Merkitseviä muutoksia tapahtui myös kilpailukaudella, jonka aikana kaikki kontaktimattohyppytestien tulokset laskivat. Aitahyppytesti ja 30 m nopeustestin muutokset olivat erilaisia, sillä nämä tulokset parantuivat lajiharjoituskaudella ja myös kilpailukaudella. Tulosten perusteella peruskuntokauden voimaharjoittelu oli nähtävissä nopeusvoimaominaisuuksien parantumisena. Tämän jakson nopeusmuutoksia ei ollut nähtävissä, sillä näitä testejä ei tehty koko ryhmälle toukokuussa 1998. Lajiharjoittelukauden harjoittelu puolestaan näkyi nopeusvoimaominaisuuksien pienenä laskuna. Lajinomainen kova harjoittelu ei näin ollen täysin riittä ylläpitämään kesän aikana saavutettuja tasoja. Tämä saa vahvistusta myös kilpailu- ja siirtymäkauden muutoksista, sillä tällä jaksolla nopeusvoimat putosivat vielä lokakuun tuloksista. Tämä tulos kuitenkin eroaa Boscon ym. (1994) tutkimustuloksista, jossa alppihiihtäjät paransivat kontaktimattohyppytuloksiaan lajiharjoitus- ja kilpailukaudella. Näiden tulosten eroa voidaan selittää tutkimusajankohdilla ja harjoittelulla, sillä Boscon tutkimuksessa koehenkilöiden harjoittelu koostui suurelta osin erilaisista hyppyharjoitteista. Nopeuspuolella tilanne näyttää toiselta, sillä tämän tutkimuksen parhaat tulokset saavutettiin kilpailukauden jälkeen. Lisäksi tulokset parantuivat myös lajiharjoituskaudella. Näin ollen lajinomainen harjoittelu näyttää parantavan juuri nopeusominaisuuksia.

Eri ryhmien välisessä tarkastelussa saavuttivat miesalppihiihtäjät kauttaaltaan freestylehiihtäjiä parempia tuloksia. Toisaalta ainoastaan 80 kilolla tehdyssä kevennyshypyssä ero oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0.05$). Näin ollen nopeuden ja nopeusvoiman vaatimukset ovat samankaltaiset molemmissa lajeissa. Naisten arvot olivat puolestaan kauttaaltaan alempia kuin molempien miesryhmien. Kun tarkastellaan ryhmien tulosmuutoksia eri harjoituskausilla havaitaan, että peruskuntokaudella alppihiihtäjillä kehitystä tapahtui nopeusvoimissa kun taas freestylehiihtäjillä merkitsevää kehitystä oli nähtävissä nopeusalueella. Lajiharjoituskaudella kehitys painottui molemmissa lajiryhmissä nopeusominaisuuksiin ja lisäksi freestylehiihdon puolella elastisuuteen. Kilpailu- ja siirtymäkaudella tulosten muutokset olivat samansuuntaisia. Eroja voidaan jälleen selittää lajien erilaisilla harjoituspainotuksilla, leirityksellä ja kisaohjelmalla, mutta nämä pohdinnat perustuvat oletuksiin, sillä yksityiskohtaista harjoitusanalyysiä ei tässä tutkimuksessa pystytty tekemään.

Yksilötarkastelulla rankingin parhaat alppihiihtäjämiehet eivät olleet parhaimmistoa kontaktimattohyppytesteissä vaan jopa alle keskiarvon. Brown & Wilkinson (1983) ja White & Johnsson (1991) ovat raportoineet erilaisia tuloksia. Heidän tutkimuksissaan vertikaalihyp-

py erotteli hyvin eri tasoisia alppihiihtäjiä. Eroa tähän tutkimukseen voidaan selittää koehenkilöjoukolla, sillä ryhmä koostui maajoukkueen laskijoista eikä kahden eritasoisen ryhmän vertailu ollut mahdollista. Tulevaisuuden jatkotutkimuksissa olisi järkevää tarkastella eri tasoisia hiihtäjäryhmiä, sillä silloin ei tarvitsisi tukeutua myöskään rankingpistejärjestelmään. Lisäksi tulevaisuudessa tarvittaisiin tutkimuksia suurilla koehenkilöryhmillä, joissa olisi riittävästi kaikkien alppilajien edustajia. Näin pystyttäisiin kuvaamaan eri lajien huippuja ja vaatimuksia paremmin. Kontaktimattohypyistä poiketen tämän tutkimuksen 30 m nopeustestissä ja aitahyppytestissä rankingin paras miesalppihiihtäjä saavutti parhaat tulokset. Naisten tilanne ei ole yhtä selvä, mutta toisaalta kuitenkin pujottelurankingin paras nainen oli nopein 30 m nopeustestissä. Freestylerankingin paras oli parhaimmistoa kontaktimattotesteissä ja selvästi yli ryhmän keskiarvon. Toisaalta nopeustesteissä näin ei tapahtunut. Näiden tulosten perusteella nopeusominaisuudet ovat tärkeitä alppihiihdon menestyksen kannalta ja niiden merkitys on korostunut nopeissa alppilajeissa, kuten pujottelussa. Lisäksi näyttää siltä, että freestylehiihdossa nopeusvoiman ja elastisuuden merkitys on korostuneempi. Freestylehiihdon kumparelaskussa jalkojen elastisuudella on tärkeä merkitys, jotta laskusuoritus olisi mahdollisimman nopea ja sujuva.

Muutoskorrelaatiota tarkasteltaessa saadaan vahvistusta nopeusvoimaominaisuuksien merkitykselle alppihiihdossa. Miesalppihiihtäjien lajiharjoituskauden nopeus- ja räjähtävänvoiman kehitys oli yhteydessä lajin FIS- rankingeihin. Nämä tulokset viittaavat siihen, että lajiharjoituskaudella on tähdättävä nopeusvoimaominaisuuksien parantamiseen. Tätä tukevat myös koko alppihiihtäjäryhmällä tehdyt muutoskorrelaatiot, sillä myös koko ryhmän nopeusvoimatuloksien kehitys oli merkitsevästi yhteydessä FIS- rankingeihin. Näin ollen nopeusvoima-alueen kehittyminen kesän ja syksyn aikana on tärkeää alppilajeissa. Syksyn aikana nopeusvoimaominaisuudet ovat saatava hyvälle tasolle, jotta menestys kilpailukaudella olisi paras mahdollinen.

Yksittäisten testien tarkastelussa vuoden 1998 FIS rankingin parhaat alppihiihtäjät olivat parhaita myös toukokuussa 1998 tehdyssä kevennyshypyssä, 40 kilon lisäpainoilla ($p < 0.05$). Samalla testikerralla vuosien 1998 ja 1999 rankingin parhailla freestylemiehillä oli parhaat elastiset ominaisuudet ($p < 0.01$). Tämä havainto tukee ajatusta siitä, että kumparelaskussa elastisten osien paras mahdollinen hyväksikäyttö on oleellista menestyksen kannalta. Kumparelaskijan on pystyttävä vastaanottamaan ja ylittämään kumpareet mahdollisimman nopeasti, mikä ei ole mahdollista ilman jalkojen hyviä elastisia ominaisuuksia.

sia. Alppiihdon puolella tärkeäksi ominaisuudeksi nousee puolestaan räjähtävät voimaominaisuudet. Alppiihdossa nopeusominaisuuksien merkitys on myös korostunut. Tätä tukevat sekä mies- ja naisryhmien merkitsevät korrelaatiot nopeusvoimatulosten ja rankingien välillä. Lisäksi koko alppiihtäjäryhmän sekä freestyleryhmän kontaktimattotestien ja FIS 1999 kokonaisrankingin välillä oli havaittavissa tilastollisesti merkitseviä korrelaatioita. Vastaavanlaisia havaintoja on raportoinut Shea (1983) ja Haymes & Dickinson (1980b). Heidän mukaansa vertikaalihypyillä mitattu jalkojen nopeus- ja räjähtävävoima korreloi merkitsevästi alppiihdon kilpailusuorituksen kanssa. Yhteenvetona voidaan todeta, että nopeus ja nopeusvoimaominaisuudet ovat tärkeitä alppi- ja freestyleiihdossa. Menestyksen kannalta on tärkeä saada kyseiset ominaisuudet parhaalle tasolle ennen kilpailukautta. Lisäksi nopeusominaisuudet näyttävät kuvaavan hyvin alppiihdon menestyjiä kun taas kumparelaskijoilla menestystä kuvaa parhaiten jalkojen elastisten osien hyväksikäyttö.

8.6 Yhteenveto

Yhteenvetona tämän tutkimuksen pohjalta voidaan todeta:

- Peruskuntokauden harjoittelu näkyi positiivisena kehityksenä antropometriassa ja koko anaerobisissa kunnossa. Lisäksi harjoittelu näkyi voimakestävyuden, jalkojen maksimivoiman, nopeusvoiman ja räjähtävän voiman kehityksenä.
- Lajiharjoituskauden harjoittelu näkyi tuloskehityksenä antropometriassa ja anaerobisen alueen maksimivauhdeissa. Lisäksi harjoittelu näkyi kehityksenä voimakestävydessä ja nopeudessa.
- Kilpailu- ja siirtymäkaudella kehitystä tai samalla tasolla pysymistä tapahtui antropometriassa, koko anaerobisen alueen vauhdeissa, voimakestävydessä ja nopeudessa. Näille alueille alppilajien kilpailukausi näyttää olevan riittävä ärsyke ylläpitämään ominaisuudet hyvällä tasolla. Maksimi- ja nopeusvoimapuolella näin ei kuitenkaan ole ja tämä olisi huomioitava kilpailukauden ohjelmoinnissa.

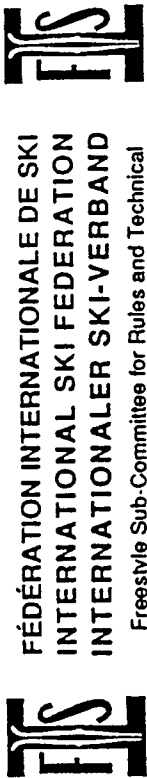
- Menestyvällä alppihiihtäjällä oli suuri lihasmassa ja korkea anaerobinen suorituskyky. Tämän lisäksi hänellä oli ryhmän keskiarvoa parempi jalkojen voimakestävyys ja hänellä oli myös hyvät nopeusominaisuudet. Jalkojen maksimivoimiltaan hän oli ryhmän keskitasoa tai sen yli ja jos hän on miesryhmän edustaja hän pystyi nostamaan jalkakyykystä vähintään 2.1 kertaa oman painonsa. Freestylehiihdon kumparelaskijoita voisi kuvata hyvin samankaltaisiksi kuin alppihiihtäjiä. He olivat kuitenkin lihasmassaltaan alppihiihtäjiä kevyempiä. Lisäksi heillä voimakestävyuden ja räjähtävän voiman vaatimukset eivät ole alppihiihdon tasolla. Toisaalta jalkojen elastisuuden merkitys on heillä selvästi korostunut.
- Seuraavien ominaisuuksien tulosmuutoksilla oli yhteys alppilajien FIS rankingiin ja sen muutoksiin: Anaerobinen suorituskyky ja kapasiteetti, nopeus- ja räjähtävävoima, elastisuus, jalkojen maksimivoima ja voimakestävyys sekä keskivartalon maksimivoima.
- Alppi- ja freestylehiihdon kokonaisrankingmenestystä voidaan ennustaa eri testeillä. Alppihiihdon kokonaismenestystä kuvasivat parhaiten MARST:in maksimiluisteluvauhti, maksimilaktaatti ja 10 mmol laktaattitason vauhti. Lisäksi menestystä kuvasivat keskivartalon maksimivoimatestit ja paino. Freestylehiihdon menestystä kuvasivat taas Rasva %, MARST:in 5 mmol laktaattitason luisteluvauhti, suhteellinen vatsa ja kyykkytulos sekä staattinen hyppy ja elastisuus %.
- Testien tulosten ja rankingin välisten korrelaatioiden mukaan alppihiihdon eri osalajeja kuvasivat eri testit. Pujottelua kuvasi parhaiten nopeus- ja nopeusvoimatestit sekä anaerobinen kapasiteetti ja keskivartalon maksimivoimat. Suurpujottelun menestystä ennusti taas nopeustestit, räjähtävän voiman testit ja voimakestävyystestit. Puolestaan Super-G:n menestystä kuvasi parhaiten massa ja voimakestävyystestit.
- Jatkotutkimuksissa parhaan luotettavuuden takaamiseksi MARST rullaluistintestin välineistöön ja mittauspaikkaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Testauspaikka (alusta) ja rullaluistimet on vakioitava, jotta tulosten vertailtavuus on mahdollista. Tulevaisuuden jatkotutkimuksissa olisi myös hyvä tarkastella eri tasoisia hiihtäjäryhmiä, sillä tällöin vältyttäisiin tukeutumisesta rankingpistejärjestelmään. Lisäksi tulevaisuudessa tarvittaisiin tutkimuksia suurilla koehenkilöryhmillä.

LÄHDELUETTELO

- American College of Sports Medicine. Guidelines for graded exercise testing and exercise prescription, 3rd ed. Lea and Febiger, Philadelphia, 1986, s 168.
- Andersen R. E.: An on-site test battery evaluate giant slalom skiing performance. Master thesis, McGill University, Montreal, 1988.
- Andersen R. E., Montgomery D.: Physiological monitoring of divisional ski racers during the 1986-87 season. Abstract. Canadian Journal of Sport Sciences 12 (3): 3P, 1987.
- Andersen R., Montgomery D.: Physiology of alpine skiing. Sports Medicine 6: 210-221, 1988.
- Andersen R., Montgomery D., Turcotte R.: An on-site test battery evaluate giant slalom skiing performance. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness (30):276-282, 1990.
- Bacharach D. W., Duvillard S. P.: Intermediate and long-term anaerobic performance of elite alpine skiers. Medicine and Science in Sports and Exercise 27 (3): 305-309, 1995.
- Berg U., Thorstensson A., Sjödin B., Hulten B., Piehl K.: Maximal oxygen uptake and muscle fiber types in trained and untrained humans. Medicine and Science in Sports 10 (3): 151-154, 1978.
- Bosco C., Luhtanen P., Komi P.: A simple method for measurement of mechanical power in jumping. European Journal of Applied Physiology 50: 273-282, 1983.
- Bosco C., Cotelli F., Bonomi R., Mognoni P., Roi G.S.: Seasonal fluctuations of selected physiological characteristics of elite alpine skiers. European Journal of Applied Physiology 69: 71-74, 1994.
- Bosco C.: Evaluation and planning of conditioning training for alpine skiers. In, Mueller E. (ed.) ym., Science and Skiing, London, E & FN Spon: 229-250, 1997.
- Brown S., Wilkinson J.: Characteristics of national, divisional and club male alpine ski racers. Medicine and Science in Sports and Exercise 15 (6): 491-495, 1983.
- Durnin J., Rahaman M.: The assessment of amount of fat in human body from measurements of skinfold thickness. British Journal of Nutrition 21: 681-689, 1967.
- Duvillard S. P.: Introduction: the interdisciplinary approach to the science of alpine skiing. Medicine and Science in Sports and Exercise 27 (3): 303-304, 1995.
- Duvillard S.P., Knowles W.J.: Relationship of anaerobic performance tests to competitive alpine skiing events. In, Mueller E. (ed.) ym., Science and Skiing, London, E & FN Spon: 297-308, 1997.
- Eriksson A., Nygaard E., Saltin B.: Physiological demands in downhill skiing. Physician and Sportsmedicine 7: 29-37, 1977.
- FIS: FIS international freestyle judgign manual, 1995.
- Gastin P. B.: Quantification of anaerobic capacity. Scandinavian Journal of Sports Medicine 4: 91-112, 1994.
- Gettman L.: Multiple correlations of downhill/slalom skiing performance and selected fitness tests. Abstract. AAHPHER Journal (March): 67, 1974.
- Hagerman G.: Physiology of alpine skiing. Teoksessa Winter sports medicine. Davis Co., Philadelphia, Pa., 1990.
- Haymes E., Dickinson A.: Changes in fitness levels during training and competition among alpine skiers. Journal of the United States Ski Coaches Association 2 (2): 43-46, 1978.

- Haymes E., Dickinson A.: Characteristics of elite male and female skiers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 12 (3): 153-158, 1980a.
- Haymes E., Dickinson A.: Relationship between laboratory tests and performance in alpine skiing events. *Journal of the United States Ski Coaches Association* 4 (1): 29-32, 1980b.
- Jasmin B., Montgomery D., Horizaki T.: Applicability of the hexagonal obstacle test as a measure of anaerobic endurance for alpine skiers. *Sports Training, Medicine and Rehabilitation* 1: 157-165, 1989.
- Karlsson J.: Profiles of cross country and alpine skiers. *Clinics in Sports Medicine* 3 (1): 245-271, 1984.
- Karvonen J.: Evaluation of physical performance capacity and training in alpinen skiing. *Kuopion yliopiston julkaisuja, lääketiede*. Kuopio, 1986.
- Komi P., Rusko H., Villka V.: Anaerobic performance capacity in athletes. *Acta Physiologica Scandinavica* 100: 107-114, 1977.
- Kornexl E.: Das sportsmotorische eigenschaftsniveau des alpinen schirennlaufers. *Julkaisematon tohtorin väitöskirja*, University of Innsbruck, 1977.
- Liite r.y. Kuntotestauksen perusteet. Helsinki, 1994.
- MacKova EV., Bass A., Sprynarova S., Teisinger J., Vondra K.: Enzyme activity level patterns of energy metabolism in skiers of different performance levels. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 48: 315-322, 1982.
- Martinez M. L., Modrego A., Ibanez Santos J., Grijalba A., Santesteban M. D., Gorostiaga E. M.: Physiological comparison of roller skating, treadmill running and ergometer cycling. *International Journal of Sports Medicine* 14: 72-77, 1993.
- McGinnis P., Piper F., Dillman C.: Skills tests for discrimination of alpine skiing ability. *Journal of the United States Ski Coaches Association* 4: 20-25, 1981.
- Mustonen K.: Väsymisen ilmeneminen kumparelaskussa. Johdatus omatoimiseen tutkimustyöhön. Jyväskylän yliopisto, 1991.
- Nummela A., Alberts M., Rijntjes R., Luhtanen P., Rusko H.: Reliability and validity of the maximal anaerobic running test. *International Journal of Sports Medicine, Suppl. 2* (17): S97-S102, 1996a.
- Nummela A., Andersson N., Häkkinen K., Rusko H.: Effect of inclination on the results of maximal anaerobic running test. *International Journal of Sports Medicine, Suppl. 2* (17): S103-S108, 1996b.
- Nummela A., Mero A., Rusko H.: Effect of sprint training on anaerobic performance characteristics determined by the MART. *International Journal of Sports Medicine, Suppl. 2* (17): S114-S119, 1996c.
- Nummela A., Vuorimaa T., Rusko H.: Changes in force production, blood lactate and EMG activity in the 400 m sprint. *Journal of Sports Sciences* 10: 217-228, 1992.
- Orvanova E.: Physical structure of winter sports athletes. *Journal of Sports Sciences* 5: 197-248, 1987.
- Piper F., Ward C., McGinnis P., Milner E.: Prediction of alpine ski performance based upon selected anthropometrical and motor dexterity parameters. *Journal of Sports Medicine* 27: 478-482, 1987.
- Plisk S.: Physiological training for competitive alpine skiing: National Strength and Conditioning Association Journal 10: 30-33, 1988.
- Reid R., Johnson S., Kipp R., Albert R., White A.: Validity of sport-specific field tests for elite and developing alpine ski racers. In: Mueller E. (ed.) *ym., Science and Skiing*, London, E & FN Spon: 285-296, 1997.

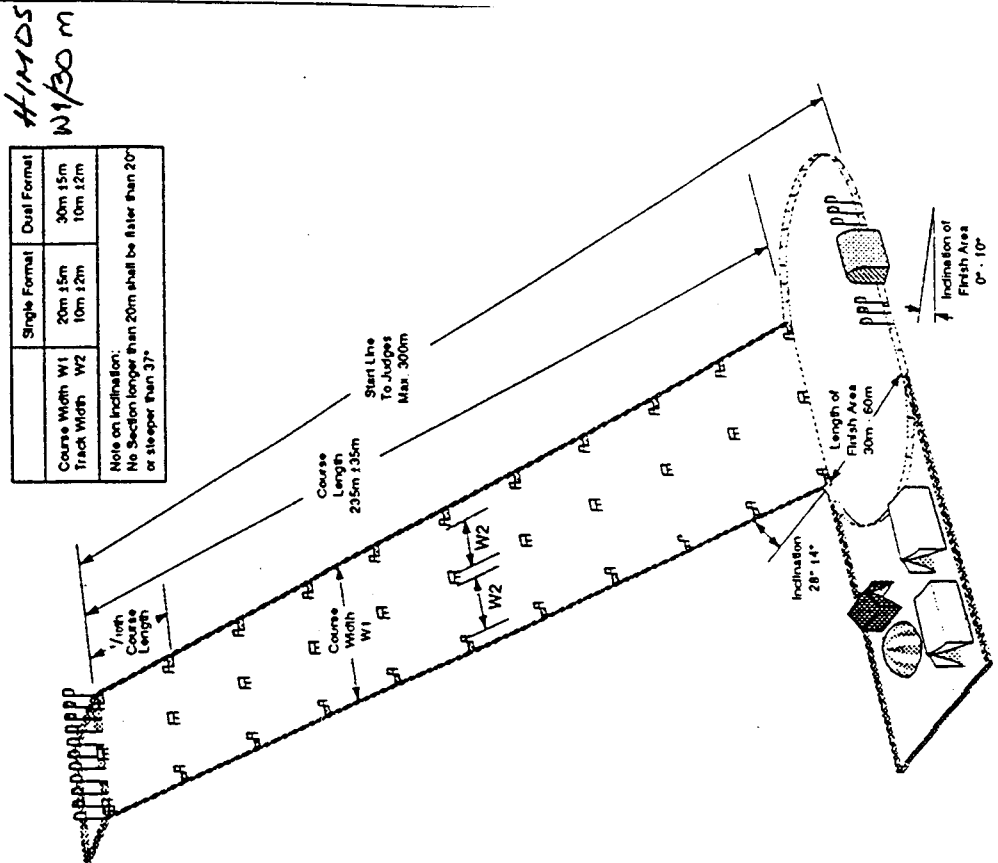
- Rundell K. W.: Compromised oxygen uptake in speed skaters during treadmill in-line skating. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 28 (1): 120-127, 1996.
- Rusko H., Havu M., Karvinen E.: Aerobic performance and capacity in athletes. *European Journal of Applied Physiology* 38 (2): 151-159, 1978.
- Rusko H., Nummela A.: Measurement of maximal and submaximal anaerobic performance capacity: Concluding chapter. *International Journal of Sports Medicine, Suppl. 2* (17): S125-S129, 1996.
- Rusko H., Nummela A., Mero.: A new method for evaluation of anaerobic running power in athletes. *European Journal of Applied Physiology* 66: 97-101, 1993a.
- Saibene F., Cortili G., Gavazzi P., Magistri P.: Energy sources in alpine skiing (giant slalom). *European Journal of Applied Physiology* 53: 312-316, 1985.
- Shea J.: the alpine skiing assesment battery: The secret to picking the right people and training for the right things. *Journal of the United States Ski Coaches Association* 6: 26-31, 1983.
- Snyder A. C., Hagan K. P. O., Clifford P. S., Hoffman M. D., Foster C.: Exercise responses to in-line skating: Comparison to running and cycling. *International Journal of Sports Medicine* 14: 38-42, 1993.
- Song T.: Relationship of physiological characteristics to skiing performance: *Physician and Sportsmedicine* 10: 97-102, 1982.
- Stark R., Reed A., Wenger H.: Power curve characteristics of elite slalom and downhill skiers performing a modified 90 s wingate test: Abstract. *Canadian Journal of Sport Sciences* 12 (3): 24P, 1987.
- Tossavainen M., Nummela A., Paavolainen L., Mero A., Rusko H.: Comparison of two maximal anaerobic cycling tests. *International Journal of Sports Medicine, Suppl. 2* (17): S120-S124, 1996.
- Tesch P., Larsson L., Eriksson A., Karlsson J.: Muscle Glycogen depletion and lactate concentration during downhill skiing. *Medicine and Science in Sport and Exercise* 10 (2): 85-90, 1978.
- Veicsteinas A., Ferretti G., Margonato V., Rosa G., Tagliabue D.: Energy cost of energy sources for alpine skiing in top athletes. *Journal of Applied physiology* 56 (5): 1187- 1190, 1984.
- Vuorimaa T., Häkkinen K., Vähäsöyrinki P., Rusko H.: Comparison of three maximal anaerobic running test protocols in marathon runners, middle distance runners and sprinters. *International Journal of Sports Medicine, Suppl. 2* (17): S109-S113, 1996.
- White A., Johnson S.: Physiological comparison of international, national and regional alpine skiers. *International Journal of Sports Medicine* 12: 374-378, 1991.
- White A., Johnson S.: Physiological aspects and injury in elite alpine skiers. *Sports Medicine* 15 (3): 170-178, 1993.
- Åstrand P. O., Rodahl K.: *Textbook of work physiology*, 3rd ed., McGraw Hill, New York, 666-667, 1986.



FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE SKI
INTERNATIONAL SKI FEDERATION
INTERNATIONALER SKI-VERBAND
Freestyle Sub-Committee for Rules and Technical

Freestyle Course Standards 1993/1994

The FIS Freestyle Mogul Course



LIITE 1. Freestylehiihdon suorituspaikkojen tekniset tiedot.

Technical Specifications of Freestyle Courses

Moguls Degrees (360°)	Percent	Length	Vertical Drop	Horizontal Dist.
24°	44.52%	200m	81.35m	182.71m
24°	44.52%	235m	95.58m	214.68m
24°	44.52%	270m	109.82m	246.66m
26°	48.77%	200m	87.67m	179.76m
26°	48.77%	235m	103.02m	211.22m
26°	48.77%	270m	118.36m	242.67m
26°	53.17%	235m	103m	211,20m
28°	53.17%	200m	93.89m	176.59m
28°	53.17%	235m	110.33m	207.49m
28°	53.17%	270m	126.76m	238.40m
30°	57.74%	200m	100.00m	173.21m
30°	57.74%	235m	117.50m	203.52m
30°	57.74%	270m	135.00m	233.83m
32°	62.49%	200m	105.98m	169.61m
32°	62.49%	235m	124.53m	199.29m
32°	62.49%	270m	143.08m	228.97m
Aerials Degrees (360°)	Percent	Length	Vertical Drop	Horizontal Dist.
Inrun 21°	38.39%	63m	22.58m	58.82m
23°	42.45%	59m	23.05m	54.31m
25°	46.63%	55m	23.24m	49.85m
Landing Hill				
37°	75.36%	30m	18.05m	23.96m
37°	75.36%	35m	21.06m	27.95m
Top (of Inrun) to Bottom (of Landing Hill)				
23°	42.45%	115m	44.93m	105.86m
Ballet				
Degrees (360°)	Percent	Length	Vertical Drop	Horizontal Dist.
12°	21.26%	170m	35.34m	166.29m
13°	23.09%	160m	35.99m	155.90m
14°	24.93%	150m	36.29m	145.54m
15°	26.79%	150m	38.82m	144.89m
16°	28.67%	150m	41.35m	144.19m

LIITE 2. Alppi- ja freestylemaajoukkueiden leiriohjelma 1998

Alppimaajoukkueen ohjelma 1998 (lumileirit ja kuntotestit)

1) Naisten maajoukkue

21.05 – 22.05	kuntotestit, Jyväskylä
31.05 – 04.06	lumileiri
02.08 – 11.08	lumileiri
17.08 – 18.08	kuntotestit, Jyväskylä
23.08 – 01.09	lumileiri
13.09 – 22.09	lumileiri
04.10 – 13.10	lumileiri
15.10 – 16.10	kuntotestit, Jyväskylä
23.10	gs, Sölden
26.10 – 30.10	lumileiri, Ruka

2) Miesten maajoukkue

21.05 – 22.05	kuntotestit, Jyväskylä
02.08 – 11.08	lumileiri
17.08 – 18.08	kuntotestit, Jyväskylä
30.08 – 13.09	lumileiri
13.09 – 22.09	lumileiri
27.09 – 11.10	lumileiri
15.10 – 16.10	kuntotestit, Jyväskylä
18.10 – 25.10	lumileiri ja mc, Sölden
26.10 – 30.10	lumileiri, Ruka
09.11 – 30.11	kisat + lumileiri, USA

Freestylemaajoukkueitten lumileiriohjelma kesä ja syksy 1998

22.06 – 06.07	lumileiri I, Stryn	(A+B+juniorit)
25.07 – 10.08	lumileiri II, Stryn	(A+B)
30.08 – 14.09	lumileiri III, Stryn	(A+B+juniorit)
05.10 – 23.10	lumileiri IV, Itävalta	(A+B)
09.11 – 13.11	lumileiri V, Ruka	(A+B+juniorit)
19.11 – 22.11	lumileiri VI, Himos	(A+B+juniorit)

LIITE 3. Toukokuun 1998 testiaikataulu sekä tulevien, yksipäiväisten, testipäivien ohjelma.

Torstai 21.5.1998

AIKA	TESTI	YRITYKSET	PAIKKA
11.10-11.30	SH, KH, KH+40kg, KH+80kg	3x	Hipposhalli
11.30-12.15	Jalkakyykky		Hipposhalli
11.45-12.30	Vatsa+selkädynamometri	2x	Hipposhalli
12.15-13.00	Penkkipunnerrus toistot (M90%/ N70%omapaino)	1x	Hipposhalli
12.30-13.15	60 sek./ 30 sek. hyppytesti	1x	Hipposhalli
13.00-15.00	Lounas		
16.00-19.30	MART rullaluistimilla	1x	Hipposhalli

Perjantai 22.5. 1998

AIKA	TESTI	YRITYKSET	PAIKKA
8.00-9.20	PVK, pituus, paino ja rasva%		KIHUn labra
9.20-12.00	Epäsuora pp-ergometritesti	1x	KIHUn labra
9.40-12.00	Kyykkytesti toistot/aika (M90%/ N70%omapaino)	1x	Hipposhalli
12.00-13.00	Lounas		
15.00-16.00	Lihaskuntotesti	1x	Hipposhalli

Uusi yksipäiväinen testistö on puolestaan seuraavanlainen:

- Antropometriset mittaukset ja verikoe
- Kontaktimattohyppytestit
- 30 m paikalta ja 15 aidan hyppytesti.
- Jalkakyykky, maksimitesti ja toistotesti
- Vatsa- ja selkädynamometritestit
- MART rullaluistintestit

LIITE 4. Eri testikertojen välisten muutosten merkitsevät korrelaatiot vuoden 1999 FIS rankingiin sekä kauden 1998-98 FIS ranking muutoksiin.

Alppimiehet	Pujottelu ranking 99	Suurpujottelu ranking 99	Super-G ranking 99	FIS kokonaisranking 99	Pujottelu ranking muutos	Suurpujottelu ranking muutos	Super-G ranking muutos	FIS kokonaisranking muutos
Maksimivoima-, nopeus- ja hyppytestit								
Staattinen hyppy ₂ (n=5)	-0,985**							
KH40kg ₂ (n=4)		-0,984*				-0,987*		-0,997**
Elastisuus% ₁ (n=5)							-0,882*	
Kestävyystestit								
Vmax ₁ (n=5)				-0,885*				
Koko Alppiryhmä	Pujottelu ranking 99	Suurpujottelu ranking 99	Super-G ranking 99	FIS kokonaisranking 99	Pujottelu ranking muutos	Suurpujottelu ranking muutos	Super-G ranking muutos	FIS kokonaisranking muutos
Maksimivoima-, nopeus- ja hyppytestit								
Staattinen hyppy ₃ (n=6)	-0,929**							
Kevennyshyppy ₃ (n=6)	-0,818*		-0,892*	-0,923**				
Kevennyshyppy ₄ (n=5)	-0,884*							
KH40kg ₂ (n=5)						-0,971**		-0,972**
Maksimikyyky ₃ (n=4)				-0,967*				
Kyyky/kehon paino ₃ (n=4)	-0,993**	-0,983*	-0,994**	-0,986*				
Vatsa/kehon paino ₄ (n=5)					-0,879*			
Selkä ₄ (n=5)					-0,967**			
Selkä/kehon paino ₄ (n=5)					-0,969**			
Kestävyystestit								
Vmax ₁ (n=6)							-0,826*	-0,832*
Lamax ₅ (n=5)					-0,908*			
Freestylemiehet				FIS kokonaisranking99				FIS kokonaisranking muutos
Kestävyystestit								
V5mM ₄ (n=4)								-0,96*

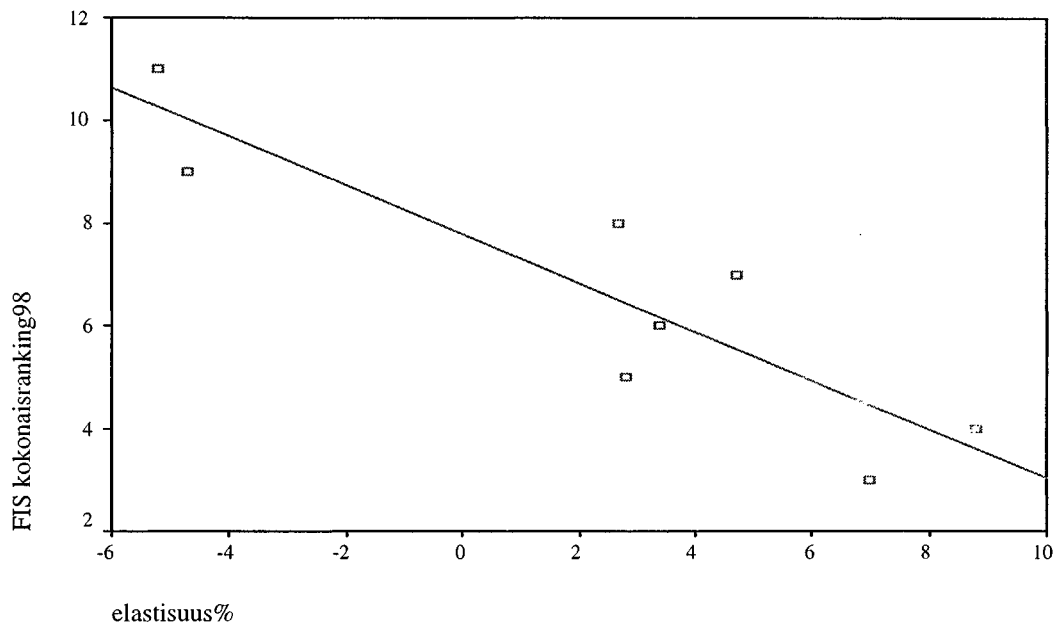
1 = Muutos toukokuusta 98 – elokuuhun 98; **2** = Muutos elokuusta 98 – lokakuuhun 98; **3** = Muutos toukokuusta 98 – lokakuuhun 98; **4** = Muutos toukokuusta 98 – toukokuuhun 99; **5** = Muutos Lokakuusta 98 – toukokuuhun 99; Muutos = Uudempi tulos - vanhempi tulos; Rankingissa arvot 1, 2, 3..., jossa paras = 1; Ranking muutoksissa eniten rankingpisteitä parantanut saa sijan 1 ja seuraavaksi paras = 2 jne. KH = kevennyshyppy; Vmax = maksimiluistelunopeus (m/s); Lamax = maksimilaktaatti (mmol/l); V5Mm = Luisteluvauhti (m/s) laktatitisoilla 5 mmol/l; Tehoindeksi = toistokyykytestin [vastus(kg) * toistot / toisto aika] * = p<0.05; ** = p<0.01.

LIITE 5. Toukokuun 1998 testien korrelaatiot vuoden 1998 FIS-kokonaisrankingiin eri ryhmillä.

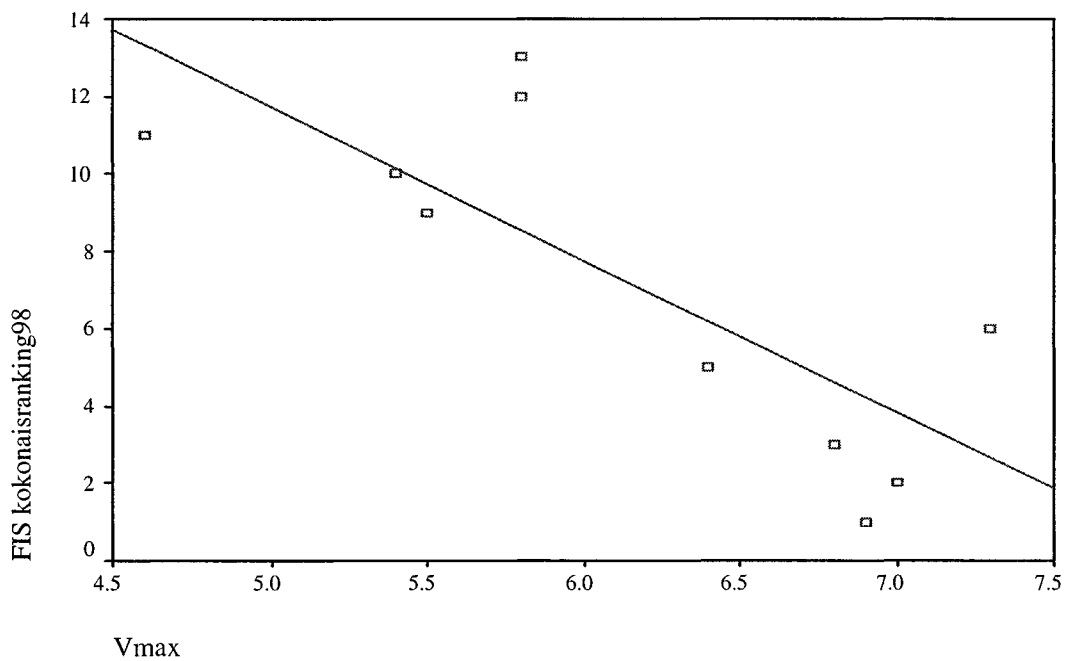
	Alppinaiset (n = 5)	Alppimiehet (n = 5)	Alppikoko (n = 10)	Freestyle (n = 8)
Antropometria				
Pituus	0,27	0,87	-0,49	0,35
Paino	0,08	0,83	-0,60	0,08
BMI	-0,25	0,49	-0,63	-0,31
Rasva%	-0,39	0,62	0,91***	0,05
Ffm	0,16	0,82	-0,75*	0,07
Hemoglobiini	0,21	-0,23	-0,75*	0,13
Hematokritti	-0,06	-0,37	-0,77**	0,10
Maksimivoima-, nopeus- ja hyppytestit				
Staattinen hyppy	0,68	0,51	-0,54	-0,14
Kevennyshyppy	0,91*	0,44	-0,48	-0,47
Kevennyshyppy 40kg	-0,79	0,55	-0,79*	-0,43
Elastisuus%	0,35	0,03	0,09	-0,89**
Maksimikyykky	-0,18	0,70	-0,74*	-0,49
Maksimikyykky/kehon paino	0,20	-0,15	-0,54	-0,82*
Vatsa	0,31	0,58	-0,36	-0,68
Vatsa/kehon paino	0,26	-0,06	0,29	-0,72**
Selkä	0,54	0,57	-0,66*	-0,24
Selkä/kehon paino	0,59	-0,21	-0,51	-0,63
Vatsa/selkä	-0,41	0,16	0,63*	-0,55
Nopeus 30m	,	,	,	0,65
Aitahyppy	,	,	,	0,35
Kestävyystestit				
pp-ergo (vo2max)	0,70	-0,49	-0,53	,
Vmax	0,32	0,05	-0,78**	-0,29
Lamax	0,58	0,36	-0,46	-0,44
V10mM	0,37	-0,10	-0,78**	-0,23
v7mM	0,46	-0,14	-0,75*	0,02
v5mM	0,44	0,30	-0,67*	0,10
v3mM	0,22	0,46	-0,74*	0,20
Penkkipunnerrustoistot	0,06	-0,15	0,61	,
Toistokyykky, Tehoindeksi	0,63	0,01	-0,82**	-0,23
Tehoindeksi/kehon paino	0,79	-0,61	-0,73*	-0,30
60-s hyppytesti, tehokesiarvo	0,23	0,03	-0,73*	,
Lihaskuntotestipisteet	-0,02	0,46	-0,64*	,

BMI = Kehon painoindeksi (kg/m²-m); Ffm = kehon rasvaton paino; Vmax = maksiminopeus (m/s); Lamax = maksimilaktaatti (mmol/l); V10Mm, V7Mm, V5Mm ja V3Mm = Vauhtitasot (m/s) laktaattitasoilla 10,7,5 ja 3 mmol/l. ; Tehoindeksi = toistokyykkytestin [vastus(kg) * toistot / toisto aika] * = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001

LIITE 6. Toukokuun 1998 testitulosten ja 1998 FIS-kokonaisrankingin välisiä korrelaatiokuvioita freestyle- ja alppihiihtäjäryhmillä.



Kuvassa freestylehiihtäjäryhmän (n=8) elastisuus prosenttin ja FIS kokonaisrankingin välinen korrelaatiokuvaio ($r = -0,89$; $p < 0,01$).



Kuvassa alppihiihtäjäryhmän (n=10) maksimilisteluvauhdin (Vmax) ja FIS kokonaisrankingin välinen korrelaatiokuvaio ($r = -0,78$; $p < 0,01$).

LIITE 7. FIS 1999 rankingin merkitsevät korrelaatiot kauden eri testituloksiin alppi- ja freestylehiihtäjämiehillä .

Alppimiehet	Lokakuu 1998 (n = 5)	
	Pujottelu ranking 99	FIS kokonaisranking 99
<u>Maksimivoima- nopeus- ja hyppytestit</u>		
Nopeus 30m	0,92*	
<u>Kestävyytestit</u>		
V10mM		-0,88*

V10Mm ja V5Mm = Vauhtitasot (m/s) laktaattitasoilla 10, 5 mmol/l. ; Tehoindeksi = toistokyykkytestin [vastus(kg) * toistot / toisto aika] * = p<0.05; ** = p<0.01.

Freestylemiehet	Toukokuu 1998	Lokakuu 1998	Toukokuu 1999
	FIS kokonaisranking99	FIS kokonaisranking99	FIS kokonaisranking99
<u>Antropometria</u>			
Rasva%			0,83*(7)
<u>Maksimivoima- nopeus- ja hyppytestit</u>			
Staattinen hyppy		-0,74*	
Elastisuus%	-0,87**		
Kyykky/kehon paino	-0,81*(7)		
Vatsa/kehon paino	-0,74*	-0,73*(9)	

* = p<0.05; ** = p<0.01; (9) = (n = 9); (7) = (n = 7)

LIITE 8. FIS 1999 rankingin merkitsevät korrelaatiot kauden eri testituloksiin koko alppihiittäjä ryhmällä (miehet + naiset).

Alppi kokoryhmä	Toukokuu 1998 ⁽⁸⁾	Elokuu 1998 ⁽⁹⁾	Lokakuu 1998 ⁽⁸⁾	Toukokuu 1999
	FIS kokonaisranking99	FIS kokonaisranking99	FIS kokonaisranking99	FIS kokonaisranking99
<u>Antropometria</u>				
BMI		-0,672*		
rasva%	0,919***	0,878**	0,886**	0,901** ⁽⁷⁾
Ffm		-0,670*	-0,750*	
Hemoglobiini	-0,716*	-0,841**	-0,713*	
Hematokritti	-0,789*	-0,830**		
<u>Maksimivoima-, nopeus- ja hyppytestit</u>				
Staattinen hyppy		-0,707* ⁽⁸⁾		
Kevennyshyppy			-0,746*	
Selkä		-0,701*		
selkä/kehon paino		-0,808**		
Aitahypyt		0,793* ⁽⁸⁾		0,981** ⁽⁵⁾
<u>Kestävyystestit</u>				
	<u>Toukokuu 1998⁽⁸⁾</u>	<u>Elokuu 1998⁽⁹⁾</u>	<u>Lokakuu 1998⁽⁸⁾</u>	<u>Toukokuu 1999</u>
	FIS kokonaisranking99	FIS kokonaisranking99	FIS kokonaisranking99	FIS kokonaisranking99
Vmax	-0,776*	-0,759*	-0,928***	-0,936** ⁽⁶⁾
V10mM	-0,792*	-0,704*	-0,929***	-0,952** ⁽⁶⁾
v7mM	-0,752*		-0,895**	-0,889* ⁽⁶⁾
v5mM			-0,833**	
v3mM	-0,775*		-0,902**	

BMI = Kehon painoindeksi (kg/m²-m); Ffm = kehon rasvaton paino; Vmax = maksiminopeus (m/s); V10Mm, V7Mm, V5Mm ja V3Mm = Vauhtitasot (m/s) laktaattitasoilla 10,7,5 ja 3 mmol/l.

(9) = (n=9), (8) = (n=8), (7) = (n=7), (6) = (n=6), (5) = (n=5); * = p<0.05; ** = p<0.01; *** = p<0.001