

**PUJOTTELUHARJOITUKSEN VÄSYMYSVAIKUTUKSET  
SUKSILLA JA RULLALUISTIMILLA JUNIORI-  
ALPPIHIIHTÄJILLÄ**

Jacob Jungell

Valmennus- ja testausoppi

Pro gradu -tutkielma

Kevät 2015

Liikuntabiologian laitos

Jyväskylän yliopisto

Työn ohjaaja: Keijo Häkkinen

## TIIVISTELMÄ

Jungell, Jacob 2015. Pujotteluharjoituksen väsymysvaikutukset suksilla ja rullaluistimilla juniori alppihiihtäjillä. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto, pro gradu-tutkielma. 67 sivua.

Alppihiihdossa yhdistyy tekninen taito ja kova fyysinen kunto. On tärkeää että vuoden aikana on riittävästi harjoittelupäiviä suksilla, mutta laskettelumahdollisuuksien ollessa vähässä kuten kesällä, vaihtoehtoisia harjoitustapoja, kuten rullaluistelu, on otettava käyttöön. Rullaluistelun soveltavuudesta vaihtoehtoisena harjoitusmuotona löytyy kuitenkin rajoitettua tieteellistä näyttöä, minkä takia olisi tärkeää tutkia asiaa tarkemmin. Tämän tutkimuksen tarkoitus oli vertailla pujottelurataharjoituksen väsymysvaikutukset ja yhteys fyysiseen kuntoon suksilla ja rullaluistimilla juniorialppihiihtäjillä. Tutkimuksessa seurattiin myös kahta henkilöä 8 viikon harjoitusjakson aikana ja vertailtiin heidän kehitystä fyysisessä kunnossa ja rullaluisteluratasuorituksessa. Tutkimukseen osallistui 7 koehenkilöä (5 poikaa, 2 tyttöä) kahdesta eri seurasta. Kaksi ratatestiä suoritettiin, josta toinen suksilla ("Lumi"-testi) ja toinen rullaluistimilla ("Rullis"-testi). Tämän lisäksi suoritettiin yksi fysiikkatesti. Ratatesteissä mitattiin kevennyshyppyä (CMJ ennen + jälkeen), laktaattia (LA ennen + jälkeen), laskuaikaa sekä sykettä (HR) eri ajankohtina (lepo, 10, 20, 30, 40, 50 ja 60 min). LA-tuloksien tilastollisessa analyysissä käytettiin ainoastaan 5 koehenkilöä, siitä johtuen että kahdella koehenkilöllä oli epäluotettavat tulokset ratalaskua edeltävissä mittauksissa. Varsinaista ratalaskua oli yksi tunti ja rata koostui 21 käännöksestä. Fysiikkatesteissä suoritettiin jalkadynamometri-, CMJ-, 20 metrin nopeus- sekä nopeuskestävyystesti. Tapaustutkimus koostui näistä samoista testeistä ja kahdeksan viikon harjoitusjakson jälkeen suoritettiin vertaileva rullaluistelutesti sekä fysiikkatesti. Harjoitukset koostuivat alppihiihdolle ominaisesta harjoituksesta, ja koehenkilöiden henkilökohtaisista harrastuksista.

Ratatestien laskuajat erosivat toisistaan merkitsevästi ( $p < 0.05$ ). Kun ajat huononivat tasaisesti harjoituksen loppua kohti "Lumi"-testissä, vastakkainen reaktio oli havaittavissa "Rullis"-testissä. Ratatestien sykkeet eivät eronneet toisistaan merkitsevästi. Ratatestien CMJ-tuloksissa havaittiin tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.05$ ) ero "Rullis"-testin ratalaskua edeltävän ja jälkeisen mittauksen välillä, mutta sama ei ollut havaittavissa "Lumi"-testissä. Ratatestien edeltävien ja jälkeisten CMJ-tuloksien muutoksien vertailussa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa. Kummassakaan ratatesteissä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää muutosta veren laktaatin tasoissa ratalaskun seurauksena, eikä testien muutoksien vertailussakaan ollut tilastollisesti merkitsevää eroa laktaattituloksissa. Fyysisissä testeissä korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä CMJ:n ja nopeuden välillä ( $p < 0.01$ ) sekä CMJ:n ja dynamometritestin välillä ( $p < 0.05$ ). Ratatestien laskuajat levänneessä tilassa (lasku 1+2 keskiarvo) ja CMJ- sekä LA-tuloksien muutokset ratalaskun seurauksena eivät korreloineet fyysisten testien kanssa. Tapaustutkimuksessa ei havaittu oleellisia parannuksia missään fyysisissä testeissä harjoitusjakson seurauksena. Rullaluistelutestin laskuajat olivat keskimäärin nopeimpia toisessa rullaluistelutestissä, mutta väsyttävä vaikutus aikoihin oli samanlainen kuin ensimmäisessä testissä. Ensimmäisen koehenkilön sykkeet käyttäytyivät lähes samanlaisesti kaikissa testeissä, mutta toisen koehenkilön sykkeet ensimmäisessä rullaluistelutestissä poikkesivat kahdesta muusta testikerrasta selvästi.

Voidaan olettaa, että rataharjoituksen vaikutus väsymykseen on samanlainen suksilla ja rullaluistimilla, jalkojen räjähtävässä voimassa, veren laktaatti tasoissa sekä sykkeessä. Voidaan myös olettaa että asfaltti on sopiva harjoitusalue, koska se ei kulu harjoituksen aikana, eikä sillä tavalla vaikuta suoritukseen negatiivisesti. Rajoittavana tekijänä tutkimuksessa on kuitenkin ollut pieni otos, minkä takia on vaikeaa tehdä mitään vahvoja johtopäätöksiä.

Avainsanat: Alppihiihto, rullaluistelu, väsymys, juniori

# SISÄLTÖ

1. JOHDANTO.....	1
2. ALPPIHIIHDON OMINAISPIIRTEET JA HARJOITTELU.....	3
2.1 Lajin fysiologiset vaatimukset.....	3
2.2 Harjoittelu lumella.....	5
2.3 Fysiikkaharjoittelu.....	5
2.3.1 Voimaharjoittelu alppiihdossa.....	6
2.3.2 Kestävyysharjoittelu alppiihdossa.....	8
2.3.3 Voima- ja kestävyys­harjoittelun yhdistäminen alppiihdossa.....	9
2.3.4 Rullaluistelu tukevana harjoitusmuotona.....	10
3. HARJOITTELUN PERUSTEET JUNIORITASOLLA.....	12
3.1 Biologisen iän huomioiminen junioreilla.....	14
3.2 Juniori-ikäisten voima- ja kestävyys­harjoittelu.....	15
3.3 Alppiihtoharjoittelu junioritasolla.....	20
4. FYYSISEN HARJOITTELUN JÄLKEINEN VÄSYMYS.....	22
4.1 Voimaharjoittelun aiheuttama väsymys.....	23
4.2 Kestävyysharjoittelun aiheuttama väsymys.....	24
4.3 Alppiihtoharjoittelun aiheuttama väsymys.....	25
5. TUTKIMUSONGELMAT.....	27
5.1 Tutkimuksen tarkoitus .....	27
5.2 Tutkimusongelmat.....	27
5.3 Hypoteesit.....	27
6. MENETELMÄT.....	28
6.1 Koehenkilöt .....	28

6.2 Tutkimussuunnitelma.....	30
6.2.1 Mittaukset.....	31
6.2.2 Tapaustutkimuksen menetelmät.....	35
6.2.3 Analyysit.....	37
7. TULOKSET.....	38
7.1 Ratatestit.....	38
7.1.1 Laskuaika.....	38
7.1.2 Syke.....	39
7.1.3 Kevennyshyppy.....	40
7.1.4 Laktaatti.....	41
7.2 Fyysiset testit.....	42
7.3 Tapaustutkimus.....	45
8. POHDINTA.....	50
8.1 Päätulokset.....	50
8.2 Koehenkilöt.....	51
8.3 Laskuaika.....	51
8.4 Syke.....	53
8.5 Ratatestien kevennyshyppysuorituksen muutokset.....	54
8.6 Ratatestien laktaattimuutokset.....	55
8.7 Fyysisten- ja ratatestien yhteydet.....	56
8.8 Tapaustutkimuksen pohdintaa.....	57
9. JOHTOPÄÄTÖKSET JA KÄYTÄNNÖN SOVELLUKSET.....	59
LÄHTEET.....	60

## 1 JOHDANTO

Alppiihito voidaan jakaa tekniikka- ja vauhtilajeihin. Tekniikkalajeihin kuuluvat pujottelu, sekä suurpujottelu ja vauhtilajeihin supersuurpujottelu sekä syöksylasku. Kyseiset lajit vaihtelevat suorituksen kestolta, radan pituudelta sekä porttiväliden tiheydeltä. Näillä eri lajeilla on yhteistä se, että ne ovat ominaisuuksiltaan hyvin teknisiä, mutta vaativat urheilijalta myös hyvää fyysistä- sekä psyykkistä kuntoa pärjätäkseen huipputasolla. Alppiihtokilpailuissa voitto ratkaistaan useasti sadasosilla, minkä takia laskussa ei saisi tehdä yhtään aikaa vieviä virheitä. (Schaller 1984 s.64-89.) Laskettelussa keskeisiä fyysisiä ominaisuuksia ovat muun muassa lihasvoima, anaerobinen ja aerobinen kestävyys, koordinaatio, ketteruus, tasapaino, ja nopeus. Sekä lumi- että fysiikkaharjoittelun pitäisi keskittyä näiden tekijöiden parantamiseen (Neumayr ym. 2003, Turnbull ym. 2009). Laskettelu suoritetaan perustuen vauhdin ja suunnan vaihteluun. Laskettelijaan kohdistuu erilaisia voimia laskun aikana, jotka voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin voimiin. Sisäiset voimat ovat sellaiset, jotka laskija tuottaa lihaksilla joita käytetään kehonhallintaan eri asennoissa ja suksien kontrolloimiseen laskussa. Ulkoiset voimat sen sijaan vaikuttavat laskijaan kehon ulkopuolelta, kuten gravitaatio, kitka suksen ja lumen välillä sekä ilmanvastus. Näitä voimia voidaan hyödyntää laskun eri vaiheissa. (LeMaster 2010 s.8-9)

Suorituksen kesto vaihtelee 45 ja 150 sekunnin välillä tekniikkalajeissa ja vauhtilajeissa. Tämän seurauksena energiaa tuotetaan ensisijaisesti anaerobisen energiantuoton avulla, minkä takia anaerobinen kestävyys on tärkeässä asemassa itse laskussa. (Neumayr ym. 2003.) Alppiihtäjillä voi olla hyötyä korkeaintensiteettisestä harjoittelusta hyvän fyysisen kunnan kehittämisen kannalta (Breil 2010). Aerobinen energiantuotto on myös tärkeässä roolissa laskettelu suorituksessa (Turnbull ym. 2009). Aerobinen suorituskyky on tärkeässä roolissa muun muassa tyydyttääkseen hallitsevat energiavaatimukset kilpailuissa ja harjoituksissa, palautumisen edistämiseksi laskujen välillä ja jotta laskija kestäisi kilpailukauden aiheuttamaa stressiä (Neumayr ym. 2003). Isosta lihasmassasta on ehdotettu olevan hyötyä alppiihityksessä (Gorski 2014). Alppiihtosuorituksessa räjähtävä voima ala- ja keskivartalossa ovat keskeisessä asemassa. (Schaller 1984 s.95). Nopeusvoima on tärkeä osa suoritusta ja kehittämällä nopeutta ja räjähtävyyttä laskija voi kehittää kykyä suorittaa laskussa vaadittavat liikkeet mahdollisimman nopeasti kuten siirto käännöksestä toiseen (Schaller 1984 s.97).

Juniorivalmennuksessa on otettava huomioon tietyt asiat, kuten esim. tosiasia, että jokainen lapsi kehittyy omassa tahdissaan ja että kaikki sopeutuvat eri tavalla eri harjoituksiin. Tämä liittyy junioreiden kronologiseen sekä biologiseen ikään. Vaikka lapsi olisi kronologisesti tietystä iässä, ei se tarkoita että hän olisi biologisesti samassa iässä. Näin ollen ei voida olettaa, että lapsi pystyisi suorittamaan kaikki samat harjoitukset kuten aikuinen. Kypsyyteen liittyvät erot lasten kehonkoossa ja -koostumuksessa vaikuttavat heidän lihasvoimatasoonsa ja aerobiseen kuntoonsa. (Armstrong 2007 s.1-26.) Aikaisesti kypsyvät lapset ovat myöhäisesti kypsyviä voimakkaampia lapsuusiässä. Voimaharjoittelussa ja -testauksessa on todettu, että lapset eivät pysty tuottamaan maksimaalista voimaa isometrisissä suorituksissa. Tämän takia on järkevää harjoittaa voimaa dynaamisissa liikkeissä, jotka muistuttavat itse lajisuoritusta. (Armstrong 2007 s.56-59.) Lapset tuottavat vähemmän maitohappoa kuin aikuiset maksimaalisessa sekä submaksimaalisessa työssä ja heillä on parempi kyky vastustaa uupumusta toistuvissa lyhytkestoisissa, korkeaintensiteettisissä harjoitteluissa. (Armstrong 2007 s.87) Juniori-ikäisten harjoittelun suunnittelussa on otettava huomioon ns. herkkyykskaudet, jotta juniori saa harjoitettua oikeat ominaisuudet oikeaan aikaan (Skisport Finland 2009).

Alppihiihdon on ehdotettu rasittavan varsinkin alavartalon lihaksia, mutta myös sydäntä ja verenkiertoa. (Neumayr ym. 2003, Seifert ym. 2009, Hydren ym. 2013). Laktaattitasojen on ehdotettu nousevan merkittävästi (jopa 12-15 mmol/l tasolle) yhden kilpasuorituksen seurauksena (Neumayr ym. 2003, Tomazin ym. 2008), vaikka ristiriitaisia tuloksia asiasta löytyy (Seifert ym 2009). Yhden kilpalaskun seurauksena on ehdotettu, että ei tapahdu merkittäviä muutoksia polven maksimaalisessa ojennusvoimassa ennen ja jälkeen laskun. (Tomazin ym. 2008). Vapaaalaskuharjoittelun seurauksen on ehdotettu, että ei tapahdu merkittäviä muutoksia isometrisessä voimantuotossa, mitattuna ennen harjoitusta ja sen jälkeen, mutta isometrisessä kestävyudessa sen sijaan näyttäisi tapahtuvan merkittävä aleneminen (Seifert ym 2009).

Tutkimuksen tarkoitus oli vertailla yhden pujottelurataharjoituksen vaikutuksia väsymykseen suksilla ja rullaluistimilla juniorialppihiihtäjissä. Lisäksi oli tarkoitus tutkia onko fyysinen kuntotaso yhteydessä siihen miten paljon väsyä harjoituksen aikana. Tutkijalla oli myös mahdollisuus seurata kahta koehenkilöä kahdeksan viikon harjoitusjakson aikana ja vertailla heidän kehitystä fyysisessä kunnossa ja rullaluistelusuorituksessa.

## **2 ALPPIHIIHDON OMINAISPIIRTEET JA HARJOITTELU**

Alppihiihto koostu tekniikka- ja vauhtilajeista, joista ensin mainittuihin kuuluvat pujottelu (P) ja suurpujottelu (SP) ja jälkimmäisiin supersuurpujottelu (Super-G, SG) ja syöksylasku. Kyseiset lajit eroavat toisistaan muun muassa radan pituuden, käännettävien porttien määrän, suorituksen keston sekä tarvittavien välineiden osalta. Keskeistä on myös se, että tekniikkalajeissa on kaksi kilpalaskua, mutta vauhtilajeissa on vain yksi kilpalasku. (Schaller 1984 s.64-89.) Alppihiihdossa tekninen taito ja fyysinen kunto ovat laskijalle keskeisiä ominaisuuksia. Muita laskuun vaikuttavia tekijöitä ovat psyyke, taktiikka, välineistö (monot, sukset, sauvat jne.) sekä harjoitusalue. (Schaller 1984 s.90-93, Neumayr ym. 2003.) Huipputasoin alppihiihtäjille ominaista on suuri rasvaton kehonpaino, missä korostuvat alavartalon lihakset, jotka ovat jatkuvasti kovassa kuormituksessa laskun aikana, minkä takia hyvät voimatason niissä lihaksissa on tärkeää. (Neumayr ym. 2003, Gorski 2014).

### **2.1 Lajin fysiologiset vaatimukset**

Alppihiihdon keskeisimpiin fyysisiin ominaisuuksiin kuuluvat lihasvoima, anaerobinen ja aerobinen kestävyys, koordinaatio, ketteruus, tasapaino ja notkeus. Näitä ominaisuuksia on tärkeää harjoittaa ja kehittää monipuolisesti lumi- ja fysiikkaharjoittelukaudella. (Neumayr ym. 2003, Gorski 2014.) Koska kaikki lajisuoritukset alppihiihdossa kestävät 45 sekunnista ja 2,5 minuuttiin välillä, energiavaatimukset vaihtelevat hieman lyhyimmästä lajista (pujottelusta) pisimpään (syöksyyn) (Neumayr ym. 2003, Hydren ym 2013). Löytyy kuitenkin hieman ristiriitaista tietoa siitä, mikä energiasysteemi on dominoiva alppihiihdossa (Turnbull ym. 2009, Hydren ym. 2013). Anaerobinen kapasiteetti on keskeisessä roolissa energian saannissa harjoituksissa ja kilpailuissa, koska lihaksissa tuotetaan huomattavia määriä maitohappoa (Neumayr ym. 2003, Breil 2010).

Aerobinen suorituskyky on myös tärkeässä roolissa mm. jotta hallitsevat energiavaatimukset tulisivat tyydytettyä harjoituksissa ja kilpailuissa, jotta palautuminen olisi mahdollisimman hyvää laskujen välissä ja jotta voisi kestää kilpailukauden aiheuttamaa stressiä (Neumayr ym. 2003, Breil 2010). Myös Gorski ym. (2014) ehdottavat, että aerobisella kunnolla olisi tärkeä rooli laskettelussa jo urheilu-uran alusta asti. Tekniikkalajeissa anaerobinen aineenvaihdunta

näyttäisi olevan enemmän pääpainossa kun taas vauhtilajeissa aerobinen aineenvaihdunta on dominoiva. Mahdollisimman yksityiskohtainen ymmärrys anaerobisen ja aerobisen systeemin välisestä suhteesta suorituksessa määrittäisi, miten kyseisiä ominaisuuksia kannattaisi painottaa fyysisessä harjoittelussa (Turnbull ym. 2009.)

Aerobisen tehon tärkeydestä laskusuorituksessa löytyy kuitenkin ristiriitaisia tuloksia (Turnbull ym. 2009). Neumayr ym. (2003) on löytänyt vahvan yhteyden aerobisen tehon ja menestyksen välillä, kun he tutkivat itävaltalaisia huipputaso alppihiittäjiä. Kyseisen tutkimuksen perusteella on kuitenkin hieman vaikeaa määrittellä, onko aerobinen energianvarastointi tärkeää kilpailusuorituksessa vai onko se vain ison harjoitusmäärän seuraus (Neumayr ym. 2003). Turnbull ym. (2009) nostavat esille anaerobisen aineenvaihdunnan tärkeyttä alppihihdossa. Anaerobisen aineenvaihdunnan osuus suorituksesta vaihtelee 60 % paikkeilla, josta anaerobinen glykolyysi näyttäisi olevan hieman suuremmassa roolissa kuin fosfokreatiini. Aerobinen aineenvaihdunta on myös tärkeä osa laskusuoritusta ja sen osuus näyttäisi olevan noin 40 % kokonaisaineenvaihdunnasta (katso taulukko 1.). (Neumayr ym. 2003, Turnbull ym. 2009.)

TAULUKKO 1. Energiantuottojärjestelmien arvioituja osuuksia yhden ratalaskun jälkeen Saibene ym. (1985) ja Veicsteinas ym. (1984) mukaan (Mukaiillen: Turnbull ym. 2009)

Tekijä	Aerobinen energiantuotto	Anaerobinen glykolyysi	Fosfokreatiini
Saibene ym. (1985)	46,4 %	25,4 %	28,3 %
Veicsteinas ym. (1984)	30-35 %	noin 40 %	25-30 %

Fysiologiset muuttujat itsessään eivät yksin ole riittäviä taitavan laskijan tunnistamiseen, mutta voivat antaa näkemyksen siitä, miten erilaiset harjoitusärsykkeet vaikuttavat tutkittavaan ominaisuuteen. Olisi tärkeää tunnistaa kilpalasketteluun spesifisen fysiologisen kulutuksen ja aerobisten sekä anaerobisten harjoittelumenetelmien hyödyllisyys suhteessa toisiinsa. On ehdotettu, että pujottelulaskijoilla on syöksylaskijoita korkeampi maksimaalinen voimantuottokapasiteetti, mutta heillä näyttäisi olevan huonompi voimakestävyyskapasiteetti, mikä on havaittavissa laskuissa jotka kestävät yli 30 sekuntia. Tämä viittaa mahdollisesti siihen



että muun muassa anaerobisten testien pitäisi kestää pidempään kuin 30 sekuntia, jotta anaerobiset energiavarastot tyhjäntyisivät. (Turnbull ym. 2009)

## **2.2 Harjoittelu lumella**

Lumella tapahtuvan harjoittelun pitää keskittyä lajitaidon ja –tekniikan kehittämiseen. Nämä ominaisuudet kehittyvät kaikista tehokkaimmin vapaalaskuissa, joten pelkkää lajirataharjoittelua ei kannata painottaa liikaa. Kyseiset asiat korostuvat etenkin juniorilaskijoissa, kun luodaan pohjaa hyvälle tekniikalle. (Skisport Finland 2009.) Lumella harjoitellaan ympäri vuoden, mutta monissa maissa ongelmana on, että lunta on todella vähän tai sitä ei ole ollenkaan, minkä takia joutuu etsimään jäätiköitä, missä voi harjoitella (Neumayr ym. 2003).

Junioritasolla laskijat harjoittelevat yleensä kaikkia lajeja monipuolisesti mutta suurin piirtein teini-iässä laskijat erikoistuvat yhteen tai muutamaani lajiin, ja harjoittelevat tekniikkaa, taitoa ja fysiikka monipuolisesti kyseisiä lajeja varten. Laskukäännöksessä eksentrisen lihastyön on keskeisessä asemassa, ja kyseistä eksentristä taitavuutta on tärkeää harjoitella ja kehittää suksilla laskettelukauden aikana. Tukeva eksentrisen harjoittelu, kuten eksentrisen kuormitusharjoittelu voi tukea laskussa tarvittavan maksimaalisen ja räjähtävän voiman kehittymistä. (Hydren ym 2013)

## **2.3 Fysiikkaharjoittelu**

Alppihiihtoharjoittelu jaetaan yleisesti yhteen makrosykliin, koska kilpailut keskittyvät aina talvikaudelle. Tämä makrosykli voidaan jakaa neljään lyhyempään mesosykliin; ylimenokauteen, peruskuntokauteen, kilpailuun valmistavaan kauteen ja kilpakauteen. Läpi koko vuoden on tärkeää olla lumella mahdollisimman monta päivää vuodessa, mutta tämän rinnalla fyysistä harjoittelua pitäisi olla mukana tukemassa ja kehittämässä harjoittelua rinnakkain. (Hydren ym. 2013.) Ylimenokausi ja peruskuntokausi kutsutaan ”kuivaharjoittelukaudeksi”, koska siinä harjoittelu painottuu muualle kuin lasketteluharjoitteluun, eli fysiikan kehittämiseen. Ylimenokaudella pääpaino on aktiivisessa

palautumisessa, peruskuntokaudella taas pääpaino on ei-lajispesifisissä ominaisuuksissa, kuten aerobisen ja anaerobisen tehon, lihasvoiman, hypertrofian, motoristen taitojen sekä psyykkisten ominaisuuksien kehittämisessä. (Neumayr ym. 2003, Hydren ym. 2013). Tästä siirrytään kilpailuun valmistavaan kauteen ja harjoittelun pääpaino siirtyy enemmän voiman ja nopeusvoiman maksimoimiseen ja säilyttämiseen kilpailukautta varten. Myös anaerobista puskurointisysteemiä on tärkeää harjoittaa, jotta olisi huippukunnossa kilpakaudella. Kilpakaudella on yritettävä ylläpitää monipuolista fyysistä kuntoa ja saavuttaa huippukunto loppukilpailuja varten. (Hydren ym. 2013.) Jos fysiikkaharjoittelun mahdollisuudet jäävät vähille, niin synnynnäisellä lahjakkuudella voi olla erittäin tärkeä merkitys menestykselle (Turnbull ym. 2009)

Alppihiihdossa on vaikeaa tarkasti mitata, sekä laboratoriossa että lumella, tietyn harjoituksen tai harjoitusjakson vaikutusta itse lajisuoritukseen (Breil 2010). Suunniteltaessa lajispesifistä harjoitusohjelmaa alppihiihdolle on otettava huomioon seuraavat asiat. Harjoitteiden pitäisi muistuttaa itse lajisuoritusta mahdollisemman hyvin koskien dynaamista ja kinemaattista rakennetta. Tällä tavalla on mahdollista saada hermostollista adaptaatiota aikaiseksi, joka voi parantaa tekniikkaspesifisiä lihasaktivaatioita. Harjoitteiden kuormitusten pitäisi joko ylittää tai olla yhtä kuin lajisuorituksessa. Kuormitusten, kuten myös itse harjoitteiden pitäisi vaihtua harjoitusten aikana. Lajisuorituksen energiankäyttö on otettava huomioon, jotta harjoitteet kuormittaisivat kehoa samalla tavalla kuin kilpailuissa. Harjoitteiden sarjojen pitäisi aiheuttaa väsymystä, mutta tavoitteena pitäisi olla, että tekniikka säilyisi hyvänä loppuun asti. (Raschner ym.; Science and skiing 1997.) Gross ym. (2010) ehdottavat, että eksentrisen polkupyöräharjoittelu voi olla hyödyllinen harjoittelumuoto alppihiihtäjille, koska se aktivoi lihaksia vastaavanlaisella tavalla kuin laskussa ja voi myös edistää hypertrofiaa jaloissa.

### **2.3.1 Voimaharjoittelu alppihiihdossa**

Räjähtävä voima ala- ja keskivartalossa on erittäin tärkeä ominaisuus alppihiihtäjille (Schaller 1984 s.95, Gorski 2014). Räjähtävällä voimalla tai nopeusvoimalla tarkoitetaan suurinta kuormaa minkä pystyy siirtämään mahdollisemman lyhyessä ajassa (Nopeusvoima (P)= (Voima (F) x matka (D))/ Aika (T)) (Beunen & Thomis 2000, McArdle 2010 s.123-125). Voimalla ja alppihiihtomenestyksellä on löydetty vahva yhteys yhdessä tutkimuksessa (Neumayr ym. 2003). Alavartalon lihaksista pakara- ja reisilihakset ovat tärkeässä asemassa

laskussa, kehon koukistumisessa ja ojentumisessa (Neumayr ym. 2003, LeMaster 2010 s.75). Keskivartalon lihaksista lonkankoukistajat (erityisesti M. Iliopsoas), vatsalihakset ja ala-selän lihakset ovat keskeisessä roolissa hyvän laskuasennon pitämisessä (LeMaster 2010 s.62-63). Parantunut voima ja nopeusvoima edistävät laskijan kontrollia toistuvissa käännöksissä kovassa vauhdissa (Hydren ym. 2013, Axtell ym., Science and skiing 1997) ja niillä saattaa myös olla ennaltaehkäisevä vaikutus polvivammoihin (Axtell ym., Science and skiing 1997). Nopean suunnanvaihtelun takia korkea voimantuottonopeus on keskeistä. (Schaller 1984 s.97, Turnbull ym. 2009.) Harjoituksissa räjähtävillä liikkeillä pitäisi keskittyä alustalon eksentriseen vaiheeseen, räjähtävän konsentrisen vaiheen sijasta (Turnbull ym. 2009).

Monessa urheilulajissa, kuten alppiihhdossa, nopeusvoimaa voi harjoitella niin sanotun plyometrisen harjoittelun muodossa, joka on räjähtävän voimaharjoittelun harjoitusmuoto (Beunen & Thomis 2000, Philo ym. 2006, McArdle 2010 s.514-516). Plyometrinen harjoittelu koostuu erilaisista hyppyharjoitteista ja siten niin sanottu venymis-lyhenemis-sykli on aktivoitunut suorituksen aikana. Plyometrinen harjoittelu voi parantaa lihasten kykyä tuottaa voimaa ja sillä voi saada aikaiseksi spesifisiä hermostollisia adaptaatioita, kuten lisäys motoristen yksiköiden aktivaatiossa. Ensisijaisena polttoaineena tässä harjoitusmuodossa ovat välittömät energialähteet (ATP-CP). (McArdle 2010 s.123-125.) Plyometrisen harjoittelun myötä on mahdollista lisätä jänteiden jäykkyyttä, mikä mahdollistaa kehon elastisen energian varastoitumisen ja hyödyntämisen (Philo ym. 2006.). On näyttöä siitä, että plyometrinen harjoittelu voi edesauttaa muita fyysisiä ominaisuuksia, ja pari tutkimusta tukee sen myönteistä vaikutusta mm. juoksupuolteen (Paton ja Hopkins 2005, Philo ym. 2006).

Bosco ym. (1994) tutkivat voimaharjoittelun ja hyppyharjoittelun vaikutuksia, suhteessa perinteiseen aerobiseen harjoitteluun, lumiharjoittelujaksoa edeltävänä jaksena, sen aikana sekä sen jälkeen. Sama vertailu tehtiin viiden kuukauden kilpailukauden aikana, jolloin mitään varsinaista fyysistä harjoittelua ei suoritettu muualla kuin lumella. Voiman ja räjähtävyyden hermostolliset kapasiteetit paranivat huomattavasti harjoitusjakson aikana. Harjoittelun siirryttyä lumelle ja kilpailuihin kyseisissä hermostollisissa adaptaatioissa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia ja jopa marginaalinen paraneminen oli havaittavissa. Tämä viittaisi siihen, että laskettelu itsessään olisi riittävä harjoittelu räjähtävän voiman säilyttämiseksi läpi kilpailukauden. On kuitenkin otettava huomioon, että harjoitusohjelmissa, joissa harjoitellaan sekä maksimivoimaa että räjähtävä voimaa, maksimivoimaa ei saisi korostaa liikaa, koska molempien harjoitusmuotojen välillä pitää olla tietty tasapaino, jotta adaptaatiota tapahtuisi (Bosco, Science and skiing 1997).

### 2.3.2 Kestävyysharjoittelu alppiihdossa

Kestävyysharjoittelu on myös tärkeä osa fysiikkaharjoittelua alppiihdossa ja sitä harjoitellaan enimmäkseen kesäkaudella ja sen on ehdotettu vievän jopa 5-6 tuntia/ viikko muun harjoittelun ohella. Alppiihtäjien keskimääräisen hapenottokyvyn (VO<sub>2</sub>max) on yhdessä tutkimuksessa ehdotettu olevan 56 ml/kg/min naisilla ja 60 ml/kg/min miehillä. (Neumayr ym. 2003.) On ehdotettu, että laskettelu itsessään tarjoaa riittävää kardiorespiratorista harjoitusstimulusta ja että laskijat siten voivat kilpakauden aikana ylläpitää harjoituskaudella saavutettuja aerobisia adaptaatioita. Huipputasolla kilpakausi voi johtaa jopa parantuneeseen VO<sub>2</sub>max:iin ja submaksimaaliseen sykkeeseen. (Gross ym. 2009.) Alppiihdossa tarvitaan kestävyyttä peruskunnan parantamiseen mikä tukee laskussa tarvittavien muiden fyysisten ja motoristen ominaisuuksien kehittymistä (Schaller 1984 s.94). Kestävyyttä tarvitaan muun muassa, jotta jaksaa suorittaa täydellä teholla radan loppuun asti, kun väsymys yleensä tulee vastaan ja maksimaalinen syke saavutetaan (Neumayr ym. 2003). Kestävyysharjoittelu näyttäisi alentavan fosfokreatiinin hajoamista, parantavan ATP:n muodostumista ja maitohapon oksidatiivista kapasiteettia sekä parantavan antioksidantti-tasoa (Turnbull ym. 2009).

Nopeuskestävyysskapasiteetin on ehdotettu olevan mahdollisesti tärkein ominaisuus alppiihtäjillä (Bosco, Science and skiing 1997). Nopeuskestävyysharjoittelu on anaerobista lyhytkestoista (maksimissaan 60 sekuntia kestävä) kovatempoista harjoittelua, jota useasti harjoitellaan intervallinomaisesti, ja jossa polttoaineena toimii ensisijaisesti välittömän energiasysteemin ja nopean glykolyysin tuottama ATP. Tämän tyypisessä harjoituksessa veren laktaattitasot lähestyvät useasti maksimaalista kapasiteettiaan. On tärkeää harjoitella nopeuskestävyyttä mahdollisimman lajinomaisesti ja mieluiten harjoituksen lopussa, koska sen aiheuttama väsymys voi vaikuttaa negatiivisesti muihin suorituksiin. (McArdle 2010 s.479.) Nopeuskestävyysharjoittelun on ehdotettu johtavan parantuneeseen suoritukseen jatkuvassa intensiivisessä harjoituksessa ja suuriin parannuksiin kyvyssä suorittaa korkeaintensiivistä jaksottaista harjoittelua (Mohr ym. 2007).

Breil ym. (2010) olivat tietävästi ensimmäisiä, jotka tarjosivat näyttöä ”block training”:in tehokkuudesta alppiihdossa. Siinä käytettiin korkeaintensiivistä intervalliharjoittelua (high intensity intervall training - HIIT) 11 päivää joiden aikana suoritettiin 15 HIIT-harjoitusta. Harjoitukset suoritettiin polkupyöräergometrillä ja ne koostuivat 4 x 4 min suorituksista. Harjoituksesta seurasi 6 % parannus VO<sub>2</sub>max:issa. Harjoitusjakson jälkeen hyppytestitulokset

(kevennys- ja staattinen hyppy) kuitenkin huononivat, mikä herättää kysymyksen HIIT-harjoittelun mahdollisista vaikutuksista hyppysuorituksiin ja mahdollisesti räjähtävyyteen. Kirjoittajat ehdottavat, että lyhytkestoisen HIIT harjoituksen aikana, aerobinen energianvarastointikapasiteetti (VO<sub>2</sub>max) voi olla kriittinen suoritukselle. Koska laskut kestävät 60 - 150 sekuntia, laskijan aerobinen kapasiteetti voi vaikuttaa kilpasuoritukseen. (Breil 2010.) Neumayr ym. (2003) olivat aikaisemmin puhuneet korkeaintensiteettisen harjoittelun puolesta ja että sillä voi olla tärkeä rooli kehittäessä anaerobista kapasiteettiä ja laktaatinsietoa alppihiihdossa.

On paljon näyttöä siitä, että lyhytkestoisilla sprinttityyppisillä intervalliharjoituksilla on myönteisiä vaikutuksia kunnolle ja aineenvaihdunnalle, jotka ovat yhtä kuin tai vastaavanlaisia, kuin pidempikestoisissa perinteisissä kestävyysharjoituksissa (Gibala ym. 2006, Burgomaster ym. 2008, Iaia ym. 2008). Iaia ym. (2008) ovat ehdottaneet, että intervallityyppinen nopeuskestävyys harjoittelu voisi mahdollisesti tarjota riittävää ärsykettä tietyltä osin ylläpitämään kardiorespiratorista- ja lihaskuntoa, mitä kestävyys harjoittelulla on kehitetty. He ehdottivat myös, että korkeaintensiteettisellä harjoittelulla on mahdollista parantaa juoksutaloutta ja samalla ylläpitää saatuja adaptaatioita aiemmasta kestävyys harjoittelusta. Gibala ym. (2006) ovat tietävästi ensimmäisiä, jotka ovat todenneet viitteitä parantuneesta puskurointikapasiteetista neljän viikon harjoittelun jälkeen, joka koostui kuudesta pienivolyymisestä sprintti-intervalliharjoittelusta. Tekijät ehdottivat, että kyseinen parantuminen voi kertoa suhteellisen nopeasta lihasadaptaatiosta, joka edesauttaa harjoituskapasiteetin kehittymistä.

### **2.3.3 Voima- ja kestävyys harjoittelun yhdistäminen alppihiihdossa**

Kuten todettu niin alppihiihdossa sekä voima- että kestävyys harjoittelu on tärkeää alppihiihtosuorituksen kannalta, josta nopeusvoima ja -kestävyys ovat keskeisemmät ominaisuudet (Schaller 1984 s.95, Bosco, Science and skiing 1997, Gorski 2014). Tämän takia kyseisten ominaisuuksien yhdistäminen samaan harjoitukseen voisi ehdotettavasti olla käytännöllinen ratkaisu lajinomaisten harjoitusten suorittamisessa. Tukevana harjoitusmuotona lyhytkestoisella intervallityyppisellä nopeusvoima- ja nopeuskestävyys harjoittelulla on näyttänyt olevan myönteinen vaikutus lajisuoritukseen. (Paton ja Hopkins 2005, Philo ym. 2006, Iaia ym. 2008). Miehillä on todettu olevan parempi

nopeuskestävyys- ja nopeusvoimakapasiteetti kuin naisilla, mikä on liitetty miesten suurempiin testosteronitasoihin (Bosco, Science and skiing 1997). Nopeus- ja nopeusvoimaharjoittelun yhdistäminen on ehdotettu toimivan sopivana tukevana harjoitteluna tekniselle ja taktiselle harjoittelulle ja näyttäisi tietyltä osin auttavan lajisuorituksen paranemista, mikä on mm. alppihiihtäjille suotuisaa (Paton ja Hopkins 2005, Kerr 2013). Räjähävä voimaharjoittelu voi johtaa motoristen yksiköiden lisääntyneeseen syttymisfrekvenssiin ja siten suurempaan maksimaaliseen lihasvoimaan ja voimantuottonopeuteen (Paton ja Hopkins 2005).

Paton ja Hopkins (2005) totesivat yhdessä tutkimuksessa, että yhdistetty räjähtävä voimaharjoittelu ja korkeaintensiteettinen harjoittelu kuten nopeuskestävyys harjoittelu, on erittäin tehokas tapa edistää kilpapyöräilijöiden kestävyys- ja sprinttisuoritusta. Tutkimus antaa myös tukea sille, että kestävyysurheilijoilla harjoituksen aiheuttamat hermostolliset adaptaatiot eivät esty kokonaan jatkuvalla räjähtävällä voimaharjoittelulla ja kestävyys harjoittelulla. Tutkimuksessa ei havaittu kasvua harjoitetussa lihaksessa mikä viittaisi siihen ettei hypertrofiaa tapahdu merkittävästi räjähtävän voimaharjoittelun seurauksena lyhyen harjoitusjakson jälkeen. (Paton & Hopkins 2005.)

### **2.3.4 Rullaluistelu tukevana harjoitusmuotona**

Yleinen ongelma alppihiihdossa on lajitaidon ja tekniikan ylläpitäminen lumiharjoittelukauden ulkopuolella. Yleisesti käytetty, mutta vähemmän tutkittu menetelmä näiden ominaisuuksien harjoittamisessa kuivaharjoittelukaudella on rullaluistelu, mitä voidaan suorittaa radalla tai vapaalaskuna loivassa mäessä. (Ropret 2010.) Rullaluisteluharjoittelu mahdollistaa tekniikan ja taidon lisäksi mm. tasapainon, koordinaation sekä lajispesifisten lihasten harjoittamista (Ropret 2010, Muehlbauer ym. 2013). Rullaluistelun harjoittaminen on näyttänyt johtavan myös parantuneeseen alaraajojen räjähtävän voiman tuotantoon, mitattuna kevennyshypyillä 11-12 vuotiailla tytöillä ja pojilla (Muehlbauer ym. 2013).

On näyttöä siitä, että laskuasento on yleisesti kapeampi rullaluistelulaskussa kuin normaalissa pujottelulaskussa, mutta portin kohdalla laskuasento näyttäisi olevan suhteellisen samanlainen. Vartalon inkliinaatio, eli sisäänpäin nojaaminen, on merkittävästi suurempi pujottelulaskussa. Tämä todennäköisesti liittyy pujottelulaskun suurempaan suoritusnopeuteen, sekä suksen mahdollisuuteen leikata lumenpintaan mikä aikaansaa hyvin tehokkaan siirtymisen

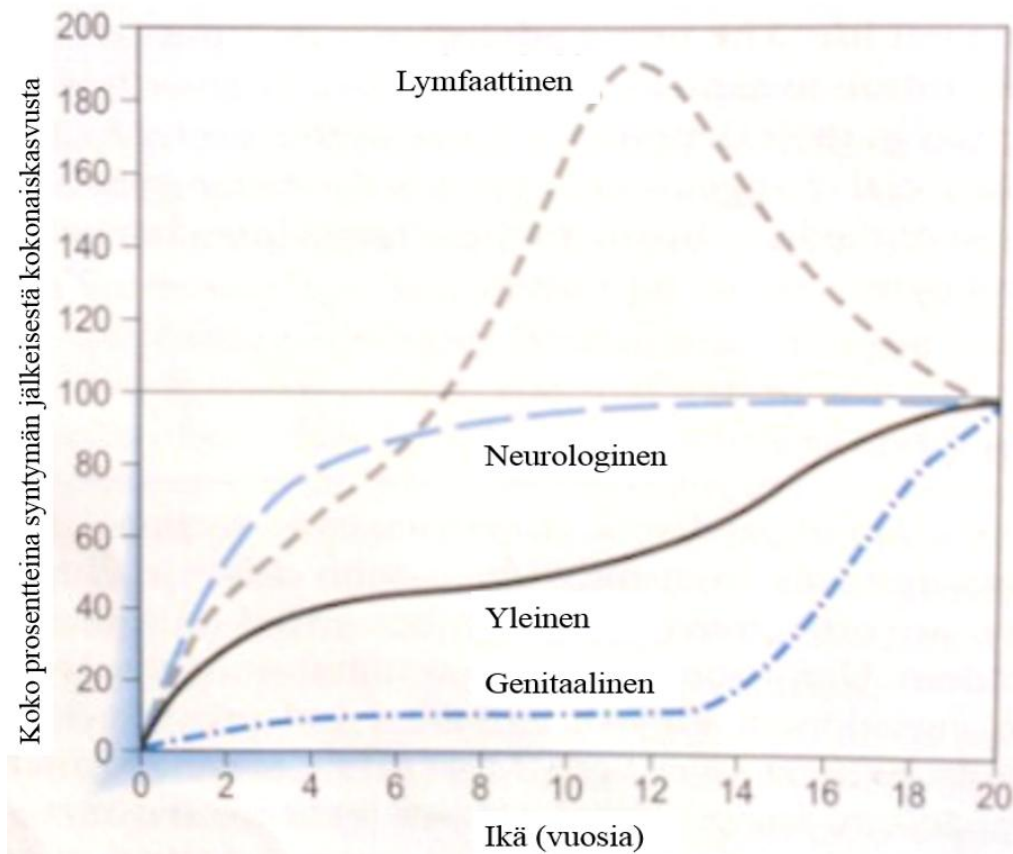
käännöksestä toiseen. Rullaluisteluradalla käännöksen poikkeamat eivät voi olla yhtä tiukkoja tai jyrkkiä koska rullaluistimeen ei voida laittaa yhtä paljon painetta työntäydyttäessä seuraavaa porttia kohti sen takia, että luistin voi helposti liukua alta. Vertailemalla suksella ja rullaluistimilla tehtyä harjoittelua on mahdollista saada arvokasta tietoa rullaluistelun soveltuvuudesta lasketteluharjoittelua tukevana harjoitusmuotona. (Ropret 2010)

### 3 HARJOITTELUN PERUSTEET JUNIORITASOLLA

Junioreita valmennettaessa on otettava huomioon lasten ja aikuisten väliset fysiologiset, psykologiset, emotionaaliset ja sosiaaliset erot. Lapset ovat yksilöitä jotka kasvavat, kypsyvät ja kehittyvät omassa tahdissaan. Kasvu, kypsyminen ja kehittymien tapahtuvat kaikki samanaikaisesti, mutta eivät välttämättä seuraa samaa aikajanaa. Eroja kehittämisessä ja kypsymisessä löytyy sekä junioreiden että sukupuolten välillä. Nuoret voidaan jakaa aikaisin, keskimääräisesti ja myöhäisesti kypsyviin yksilöihin. Kypsyminen on monen tekijän kohdalla nopeampaa tytöillä kuin pojilla puberteetti-ikään asti. Puberteetti alkaa tytöillä keskimäärin 2 vuotta poikia aikaisemmin ja tämän ajan he yleensä ovat pitempiä ja painavampia kuin pojat heidän omassa ikäluokassaan. Tytöillä tärkeä merkki kypsytydestä on kuukautisten alkaminen. Kehonosat kasvavat nuorilla eri tahdissa, minkä takia he voivat jossain vaiheessa kasvuikää olla motorisesti melko kömpelöitä. Kasvun ja kypsytyden säätely sisältää geenien, hormonien, ravintoaineiden ja fyysisen ympäristön monimutkaisen ja jatkuvan vuorovaikutuksen. (Armstrong 2007 s.1-26, Lloyd & Oliver 2012)

*Kasvu.* Kasvu seuraa neljää vaihetta; neurologinen-, genitaalinen-, yleinen- ja lymfaattinen kasvu (kuva 1). Neurologinen kasvu käsittää mm. aivojen ja pään kasvun, jotka kasvavat nopeimmin syntymän jälkeen. Genitaalinen kasvu liittyy sukuelinten kehittämiseen, yleisellä kasvulla tarkoitetaan mm. kehon ja sydämen kasvua, kun taas lymfaattinen kasvu liittyy lapsen immunologiseen kehittämiseen. Kasvu tapahtuu lapsuudessa ja puberteetti-ikässä distaaliseen proksimaaliseen, eli kasvu on ensin suurin käsissä ja jaloissa, josta se jatkuu kohti kehon keskipistettä. Kehonmassan kasvu on nopeaa vauva-ikäisestä aikaiseen lapsuuteen, minkä jälkeen se on tasaista lapsuuden keskivaiheessa, sitten se kiihtyy puberteetin aikana ja kasvaa sitten hitaasti aikuiseen ikään. Lapsilla 8-16 ikävuoden välillä poikien kehonmassa kasvaa noin 160 % ja tyttöjen noin 125 %. Lihassolujen poikkipinta-ala saavuttaa maksimaalisen aikuisen kokonsa tytöillä 10 vuoden iässä ja pojilla 14 vuoden iässä. Aikuisiän pituuden saavuttaneet miehet ovat keskimäärin 13 cm naisia pidempiä. (Armstrong 2007 s.1-26)





KUVA 1. Kasvun neljä vaihetta. (Mukaiillen: Armstrong 2007 s.4)

*Kypsyminen.* Kypsyminen voidaan jakaa kahteen komponenttiin; ajoitukseen ja tempoon (Beunen & Thomis 2000, Armstrong 2007 s.1-26). Ajoitus liittyy siihen milloin tietty kypsyminen prosessi tapahtuu (esim. häpykarvojen kasvu), tempo taas kuvastaa sitä miten nopeasti kyseinen prosessi tapahtuu. Kypsymistä on mahdollista arvioida muun muassa seuraamalla lapsen kasvukäyrää. Yleisimmin käytetty somaattinen virstanpylväs on ”age at peak height velocity” (APHV), eli ikä jolloin suurin kasvu pituudessa tapahtuu puberteetin aikana. Aikaisesti kypsyvät lapset ovat ne, joiden APHV tapahtuu enemmän kuin vuosi keskiarvoa aikaisemmin. Suurin kasvu pituudessa (PHV) tapahtuu tytöillä noin 12 ja pojilla noin 14 vuoden iässä (Armstrong 2007 s.1-26, Lloyd & Oliver 2012).

*Kehittyminen.* Kehittyminen kuvastaa sitä, miten lapsi oppii erilaiset käytännöt, jotka kuuluvat hänen elinympäristöönsä ja kulttuuriinsa. Kehittyminen voi myös liittyä biologiseen kasvuun ja silloin se kuvastaa kudosten ja elinjärjestelmien toiminnallista kehitystä (Beunen & Thomis 2000, Armstrong 2007 s.1-26). Nuorille suunniteltujen fyysisen kehittymisen malleilla pitäisi pystyä selittämään, milloin tiettyjä fyysisiä ominaisuuksia tulisi korostaa ja miksi

ominaisuuksia, kuten lihasvoimaa ja motorisia taitoja on tärkeää harjoitella nuoresta iästä asti. Harjoittelun yksilöllistyminen on otettava huomioon harjoitusohjelmien suunnittelussa kouluikäisille. Tekijät kuten kypsyysstatus ja harjoituskokemus on otettava huomioon. Nuorille on tärkeää painottaa sitä, että fyysisen aktiivisuuden pitää olla jatkuva osa elämää, jos haluaa pysyä terveenä ja hyvässä fyysisessä kunnossa (Lloyd & Oliver 2012). Voi olla järkevää yhdistää lasten voimaharjoittelu muuhun fyysiseen harjoitteluun, motivaation ja monipuolisuuden säilyttämisen kannalta (Faigenbaum ym. 2013 b).

Lapsuusiässä on hyvä mahdollisuus kehittää motorisia kykyjä ja edistää lihasvoimaa. Nuoret lapset eivät ole yhtä ujoja kuin puberteetti-ikäiset tekemään virheitä muiden edessä. On todettu, että lapsuusiässä monipuolisesti harjoitelleet lapset ovat muita lapsia paremmin valmistautuneita erilaisiin fyysisiin aktiviteetteihin myöhemmin elämässä. Voimaominaisuuksien ja motoristen kykyjen kehittyessä harjoitusohjelman kuorman ja vaikeusasteen tulisi heijastua harjoituskokemukseen, ikään, ja lapsen teknisiin kykyihin. Säännöllinen voimaharjoittelu kasvuiän aikaisessa vaiheessa voi olla erittäin tärkeää elinikäisen terveyden edistämiseksi (Faigenbaum ym. 2013 b).

### **3.1 Biologisen iän huomioiminen junioreilla**

Kronologinen ja biologinen ikä eivät aina kulje käsi kädessä. Tämän takia ei voida olettaa, että vaikka lapsi on fyysisesti todella kehittynyt, hän olisi biologisesti muita ikätovereitaan kypsempi. Tämän takia ei voida myöskään olettaa, että biologisesti kypsytynyt lapsi pystyisi suorittamaan kaikkia samoja harjoitteita ja tehtäviä mihin aikuinen pystyy (Armstrong 2007 s.1-26). On hyvä pitää muistissa, että kaikkia aikuiselle suunniteltuja harjoitusohjelmia ei saisi käyttää lapsilla (Faigenbaum ym. 2013 b).

Biologinen ikä voidaan määrittää mm. lapsen luustoiän sekä toissijaisten sukupuolitunnuspiirteiden perusteella (Beunen & Thomis 2000, Armstrong 2007 s.1-26). Kaksi suurpiirteistä kronologista ikävaihetta on otettava huomioon kasvuiässä; ensinnäkin 9-14 ikävuotta kun kypsytyteen liittyvät erot koossa ovat erityisen suuret, ja toiseksi noin 15-17 ikävuotta, kun myöhäisesti kypsyvät lapset rupeavat ottamaan kiinni ikätovereitaan kehityksessä ja kypsytyteen liittyvät erot hupenevat (Armstrong 2007 s.314). Aikaisesti kypsyvät lapset ovat muita ikätovereitaan pidempiä ja painavampia. Tämän lisäksi heillä on

isompi rasvaton kehonpaino, mikä korostuu varsinkin pojilla, sekä suurempi kehonrasvan määrä (Armstrong 2007 s.1-26). Koko ja fyysisuus ovat yhteydessä sekä genetiikkaan että biologiseen ikään. Aikaisesti kypsyvät lapset ovat yleensä isokokoisia ikäänsä nähden, kun taas myöhäisesti kypsyvät ovat pienikokoisia. Tämän takia biologinen ikä voi olla tärkeä tekijä nuorten urheilijoiden tunnistamisessa (Beunen & Thomis 2000, Armstrong 2007 s.312).

Lihastoiminnan kehittämisessä tärkeä huomioon otettava tekijä on sukupuolielinten kypsymisen endokriiniset adaptaatiot, kuten lisääntyneet testosteronitasot ja voiman kehittyminen puberteetti-iässä. Testosteronitasot nousevat kiihtyvästi noin nelinkertaisesta kasvusta puberteetin alkuvaiheessa noin 20 kertaiseen kasvuun puberteetin puolestavälistä sen loppuun asti. Puberteetti-iässä lihaskudoksen kasvu näyttäisi tapahtuvan ensin koossa ja sitten funktionaalisessa voimassa. Tyttöjen lihakset kasvavat noin 17 vuoden ikään asti kunnes ne ennemmin tai myöhemmin saavuttavat tasanteen, kun taas pojilla lihakset jatkavat kasvua kahdenkymmenen ikävuoden puoliväliin asti. (Armstrong 2007 s.47-69.)

Suurin kasvu voimassa puberteetti-iässä (peak strength velocity tai PSV) tapahtuu noin vuosi PHV:n jälkeen. Vaikka voiman ja iän välillä on todettu vahva yhteys, niin tämä liittyy todennäköisesti biologisen iän ja morfologisen kasvun yhteisiin tekijöihin, eikä niinkään pelkästään ikään. Lihassoimassa tapahtuvat kehitykset, jotka liittyvät ikään ja sukupuoleen yhdistettynä lihaskasvua tukeviin tekijöihin, vaikuttaisivat olevan lihasryhmä- ja lihasaktiiviteettispesifisiä. (Beunen & Thomis 2000, Armstrong 2007 s.47-69)

### **3.2 Juniori-ikäisten voima- ja kestävyys harjoittelu**

Ennen puberteetin alkamista useimmilla lapsilla löytyy kriittinen kohta, ”the trigger point”, jota ennen harjoitusvaikutukset ovat vähäisiä tai niitä eivät tapahdu ollenkaan. Tämän teorian mukaiset mekanismit liittyvät muutoksiin hormonaalisessa aktiiviteetissä lapsissa, mikä taas on yhteydessä puberteetin käynnistymiseen ja vaikuttaa myös toiminnalliseen kehittymiseen ja siihen liittyviin orgaanisiin adaptaatioihin (Armstrong 2007 s.223). Harjoittelun suunnittelu kronologisen iän perusteella ei välttämättä ole parasta lasten ja nuorten kehittymisen kannalta. Harjoittelun pitäisi perustua jokaisen urheilijan henkilökohtaiseen statukseen ottaen huomioon hänen omat tarpeensa. (Kerr 2013.)

Lapset ja puberteetti-ikäiset voivat parantaa voima- ja kestävyys suorituskykyään eri tavoin. On kuitenkin hieman epäselvää miten paljon. Voiman lisääminen ennen puberteetti-ikää näyttäisi tapahtuvan hermostollisesti koska lihassolut eivät näyttäisi kasvavan harjoituksen seurauksena tässä iässä (Kerr 2013, Armstrong 2007 s.47-69). Hypertrofiaa ei näyttäisi tapahtuvan ennen pubertetti-ikää (Armstrong 2007 s.218). Aerobisen kunnan kehittyminen kasvuiässä tapahtuu perifeeristen ja keskusverenkierron, lihastoiminnan ja solukapasiteetin ansiosta, joista jokaiseen voidaan vaikuttaa harjoittelulla. On kuitenkin olemassa ristiriitaisia tuloksia kestävyuden kehittämisestä lapsuudessa. Vaikka monesti ollaan sitä mieltä, että lapset voivat parantaa kestävyyttä harjoittelun avulla kasvun ja kypsymisen aikana, näiden adaptaatioiden mekanismit voivat vaihdella paljon biologisen iän takia (Kerr 2013).

*Voima.* Maksimaalisen voimaharjoittelun ajatellaan useasti olevan lapsilla riskialtista, mutta vielä ei ole tieteellisissä tutkimuksissa löydetty yhteyttä vammoilla ja yhden toistomaksimin (1 RM) testeillä tai raskailla voimaharjoittelukuormilla (Faigenbaum & Myer 2009). Niin ikään ei myöskään ole yhtään todisteita voimaharjoittelun negatiivisesta vaikutuksesta kasvuun lapsilla ja puberteetti-ikäisillä. Huonosti suunnitellut harjoitukset ja harjoitusohjelmat sekä huono tekniikka ovat kuitenkin tekijöitä, jotka saattavat johtaa vammoihin (Faigenbaum ym. 2013 b). Voimaharjoittelu on turvallista jo nuorena iässä, kunhan se on valvottua ja hyvin suunniteltua (Armstrong 2007 s.47-69, Lloyd & Oliver 2012, Kerr 2013). Se voi tukea muiden fyysisten tekijöiden kehittymistä, kuten koordinaatiokykyä, voimaa, voimantuottoa, suunnanmuutosnopeutta sekä juoksunopeutta. Lihasvoimatasot lisääntyvät kohtalaisesti lapsilla syntymästä puberteetti-ikään asti ilman, että he tarvitsevat tehdä minkäänlaista voimaharjoittelua. Tarkasti suunniteltu voimaharjoitusohjelma, jossa on sopiva kuorma, intensiteetti, volyyymi ja kesto, näyttäisi kuitenkin johtavan voimatason kasvuun normaalia enemmän nuorilla urheilijoilla (Kerr 2013).

On todettu, että lapset eivät pysty tuottamaan maksimaalista voimaa isometrisissä suorituksissa. Tämän takia heidän kannattaisi suorittaa dynaamisia voimaliikkeitä, jotka muistuttavat itse lajisuoritusta. Nuorella iällä käytännöllinen voima voi olla yhtä tärkeä kuin maksimivoima lajisuorituksen kannalta (Armstrong 2007 s.47-69, Lloyd & Oliver 2012). Voimaominaisuuksien tärkeys korostuu kasvu-iässä mm. hyppyissä, loikissa ja potkuissa, minkä takia ei saisi unohtaa voimaharjoittelua kun suunnittelee harjoitusohjelmia lapsille (Faigenbaum ym. 2013 b). Kun suoritetaan maksimaalinen voimamittaus lapsilla, on tärkeää että heillä on sopeutumiskausi, jolloin he pystyvät oppimaan kyseisen liikkeen, sekä

aktivoimaan oikeat lihakset oikealla tavalla. Motivaatio on myös tekijä, joka voi vaikuttaa tuloksiin paljon (Armstrong 2007 s.47-69).

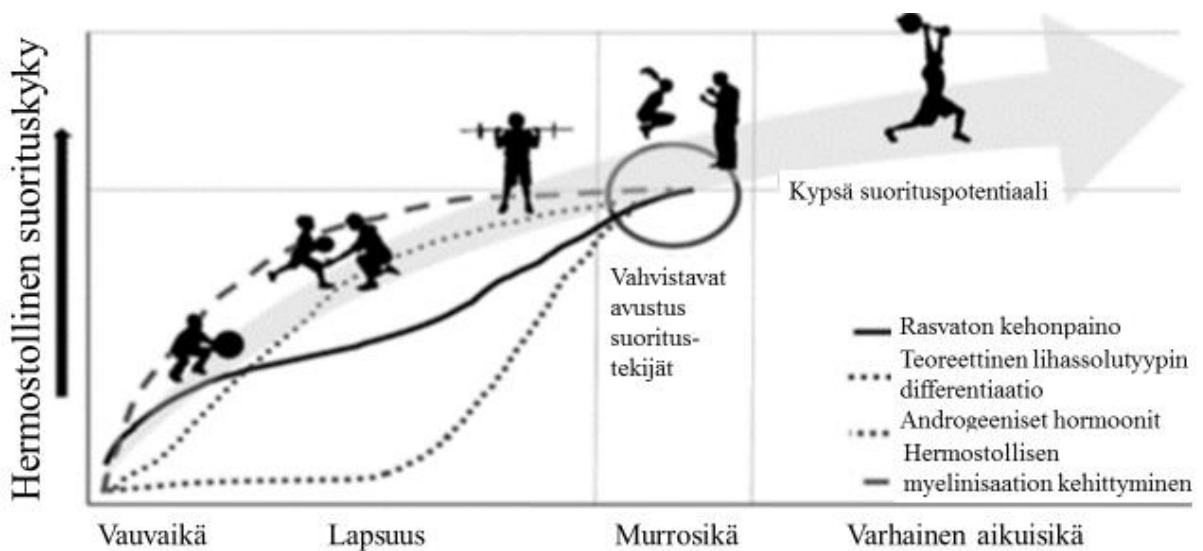
Suuren neuromuskulaarisen plastisuuden takia eli kyvyn muuttaa hermosolujen välisten synapsien vahvuutta ja määrää, on ehdotettu, että voimaharjoittelun pitäisi kohdistua lapsuuden aikaan, fyysisen kehittymisen tasojen edistymiseksi puberteetti-iässä (Lloyd & Oliver 2012). Voimaharjoittelu voi edistää voimaominaisuuksia ja motorista suorituskyykyä koulu-ikäisillä nuorilla. Voimaharjoittelun vaikutukset motoriseen suorituskyykyyn näyttäisivät olevan selvemmat lapsilla kuin puberteetti-ikäisillä (Faigenbaum ym. 2013). Voimaharjoittelu puberteetti-iässä voi olla yhteydessä parantuneeseen urheilusuoritukseen, mikä on varsin ilmeistä tytöillä (Emeterio & González-Badillo 2010, Kerr 2013).

On näyttöä siitä, että rasvaton kehonpaino, hormonaalinen vaste, neurologinen kehittyminen, ja lihassolutyypin differentiaatio liittyisivät voimakehittymiseen vaikuttaviin tekijöihin kasvuiässä (kuva 2). Nuorten kykyyn adaptoitua voimaharjoitteluun vaikuttaa organismin kyky muuttaa fenotyyppiä ympäristössä tapahtuviin muutoksiin jokaisessa kehitysvaiheessa kuten myös se, miten harjoittelu on suunniteltu. On ehdotettu, että lasten huonompi kyky aktivoida tyypin 2 motorisia yksiköitä selittyy eroilla lasten ja aikuisten lihasaktivaatiossa (Faigenbaum ym. 2013 b). Harjoittelun tuottama voimanlisäys selittyy enimmäkseen hermostollisella adaptaatiolla ja mahdollisilla lihastensisäisillä adaptaatioilla, hypertrofian sijasta (Granacher ym. 2011). Aktivoituneiden lihasten parantunut koordinaatiokyky moninivelliikkeissä saattaa myös olla osallisena voiman lisäyksessä. Hypertrofia näyttäisi kuitenkin olevan yleisempää nuorilla puberteetti-ikäisillä pojilla kuin tytöillä, koska testosteronin ja muiden hormonien vaikutukset ovat suurempia pojilla (Faigenbaum ym. 2013).

Maksimivoima ja nopeusvoima ovat tärkeitä hermostollisen suorituskyyvyn ominaispiirteitä ja muutoksia niissä tapahtuu kasvuiän aikana, varsinkin puberteetti-iässä (Beunen & Thomis 2000, Pääsuke ym. 2001, Emeterio 2010). Puberteettivaiheen läpikäyneet pojat näyttäisivät tuottavan merkittävästi parempia absoluuttisia tuloksia vapaaehtoisissa maksimaalisissa isometrisissä koukistuksissa ja voimantuottonopeuksissa verrattuna pre-pubertaalisiin poikiin (Pääsuke ym. 2001). Nopeuden ja nopeusvoiman kehittyminen kasvuiässä näyttäisi olevan seurausta keskushermoston kehittymisestä sekä lihasjänteen koosta, muodosta sekä toiminnasta. Harjoittelu biologisen kehittymisen aikana on näyttänyt vaikuttavan näihin tekijöihin. On näyttöä siitä, että nopeuden ja nopeusvoiman kehittymisen kannalta kasvuiässä kannattaisi käyttää osan ajasta, mikä on tarkoitettu aerobiselle kunnolle, räjähtävään nopeus- ja

nopeusvoimaharjoitteluun. Tällaista harjoittelua on ehdotettu olevan hyvä harjoitella 2-3 kertaa viikossa. Kovan harjoitusintensiteetin ja –volyymien sijasta on otettava huomioon yksilöllisyys, kehittyminen ja oikea tekniikka (Kerr 2013).

Tehokkain tapa kehittää nopeutta ja nopeusvoimaa ennen PHV:ta, on suorittamalla plyometrista harjoittelua ennen nopeusharjoittelua. PHV:n aikana harjoittelun pitäisi olla enemmän plyometriapainotteista ja sitten siirtyä kohti voimaharjoittelua. PHV:n jälkeen taas plyometria- ja voimaharjoittelun yhdistäminen yhdessä harjoitusjaksossa, voimaharjoittelujakson seuraamana, on suositeltavaa (Kerr 2013). Granacher ym. (2011) tukevat myös sitä ehdotusta, että nuorten voimaharjoitteluohjelmissa pitäisi esiintyä jonkinlaisia plyometrisia harjoitteita, jotta harjoittelun tuottama lisäys voimassa saataisiin siirrettyä enemmän lajispesifisempiin suorituksiin.



KUVA 2. Kuvassa on esitetty erilaiset vuorovaikutteiset fysiologiset tekijät, jotka liittyvät voiman ja suorituskyvyn kehittymiseen nuoresta iästä aikaiseen aikuisikään (Faigenbaum ym. 2013 b.).

*Kestävyys.* Verrattuna aikuisiin, lapsilla ja nuorilla on huonompi kyky kehittää aerobista kuntoa. Lasten kestävyys harjoittelua voi hankaloittaa se, että lapsia on yleisesti ottaen vaikeaa motivoitua harjoittamaan pidempikestoisia suorituksia (Armstrong 2007 s.157, 167). Kestävyys harjoitusohjelman seurauksena aikuisilla tapahtuu keskimäärin 15-30 % parannus VO<sub>2</sub>max:issa, kun se vastaavasti on noin 10 % alhaisempi lapsilla. Pojilla on noin 10 % korkeammat VO<sub>2</sub>max arvot kuin saman ikäisillä tytöillä, mikä selittyy poikien suuremmalla lyöntivolyymillä ja suuremmalla lihassmassalla, jotka saattavat kasvaa teinvuosisien aikana heidän korkean hemoglobiinikonsentraation seurauksena. Poikien suuri lihassmassa edistää

myös tehokasta hapenkäyttöä (Armstrong 2007 S.185, 174-175). Maksimaalinen hapenotto kyky kasvaa pojilla 8-16 ikävuoden välillä noin 150 % ja tytöillä noin 80 % (Armstrong s.167). Lapsilla on aikuisia korkeampi syke submaksimaalisissa harjoitteluissa, mikä voidaan huomata iästä riippumatta. Poikien ja tyttöjen välillä ei ole merkittäviä eroja maksimaalisessa sykkeessä (Armstrong 2007 s.155-157).

Maksimi-intensiteettisissä harjoitteluissa aerobisen energiametabolismin osuus on suurempi lapsilla kuin vanhemmilla. Lapsien on mahdollista saavuttaa huomattavia parannuksia aerobisessa kunnossa, kunhan harjoitusvolyymi on riittävä. Anaerobisen harjoittelun vaikutuksista lapsiin sen sijaan on vielä vähän epäselvyyksiä siitä, millä tavalla se vaikuttaa heihin pidemmän harjoitusjakson seurauksena (Armstrong 2007 s.71-97). Löytyy kuitenkin jotain viitteitä siitä, että korkeaintensiteettinen harjoittelu voi hidastaa kypsymisprosessia (Armstrong 2007 s.306). On todettu, että ATP varastot eivät vaihtele paljon lasten ja aikuisten välillä, mutta kreatiinifosfaatti- ja glykogeenivarastot lisääntyvät asteittain lapsuusiästä puberteetti-ikään. Maitohappoa erittyy vähemmän lapsilla maksimaalisessa sekä submaksimaalisessa työssä verrattuna aikuisiin (Armstrong 2007 s.71-97). On paljon näyttöä siitä, että lapsilla laktaattikynnys tulee vastaan suuremmalla prosentilla VO<sub>2</sub> max:ista (Armstrong 2007 S.184). Lapsilla on parempi kyky vastustaa uupumusta kuin aikuisilla toistuvissa, lyhytkestoisissa, korkeaintensiteettisissä harjoitteluissa joissa on riittävä palautuminen (Armstrong 2007 s.71-97, Kerr 2013). Tämä voi osittain selittyä lasten nopeammalla kreatiinifosfaatin uudelleenmuodostumiskyvyllä (Armstrong 2007 s.71-97).

Lasten parempaan väsymyksensietoon saattaa myös liittyä heidän pienempi lihassmassa, lihasmorfologia, aineenvaihdunnalliset tekijät sekä hermostollinen aktiiviteetti. Uuvuttava harjoittelu aiheuttaa pienemmän sympaattisen vasteen nuorilla kuin aikuisilla, mikä viittaisi siihen että lapsilla on alentunut anaerobinen kapasiteetti. On ehdotettu, että lapsilla, joilla puberteetti ei ole alkanut, on korkeampi oksidatiivinen entsyymiaktiiviteetti ja pienempi glykolyyttinen entsyymiaktiiviteetti kuin puberteetti-ikäisillä (Armstrong 2007 s.71-97). Yhdessä tutkimuksessa saatiin tulokseksi, että nuorten suurin anaerobinen kapasiteetti kasvaa iän myötä ja on lähes täydellisesti kehittynyt aikaiseen puberteettiin mennessä. Löytyy kuitenkin tuloksia jotka näyttävät, että nuoret ovat kyvyttömiä sietämään korkeita happamuusasteita ja siitä johtuen heidän lihassupistumiskykynsä heikentyy pH:n laskiessa (Axtell ym.: Science and skiing 1997).

### 3.3 Alppihiihtoharjoittelu junioritasolla

Alppihiihdon harjoittaminen valmennusryhmässä on sopivaa aloittaa 7-8 vuoden ikäisenä. Lapset ovat tässä iässä useasti tulleet suoraan hiihtokoulusta tai porttikoulusta seuratoimintaan. Tässä vaiheessa harjoittelua pitäisi tukea perusasioiden kehittämistä ja laskun hallitsemista vaihtelevissa olosuhteissa. Tärkeitä kehiteltäviä ominaisuuksia ovat muun muassa koordinaatiokyky, tasapaino, ketteryys, notkeus, liikkuvuus sekä nopeus. Perusasioiden kehityttyä noin 3-5 vuoden ajan voi laskija ruveta erikoistumaan muutamaani lajiin, unohtamatta monipuolista fysiikkaharjoittelua. Tässä iässä lajitaidon kehittäminen on keskeisessä asemassa ja tarkoitus on opetella harjoittelemaan tavoitteellisesti (Ski sport Finland 2013).

Lajisuorituksen kehittämisen kannalta, muualla kuin suksilla, junioreiden olisi hyvä suorittaa laskua muistuttavia dynaamisia voimaliikkeitä, varsinkin fysiikkaharjoittelussa ja kuivaharjoittelukaudella (Armstrong 2007 s.47-69). Toinen lajispesifisempi harjoitusmuoto kuivaharjoittelukaudelle on rullaluistelu, mitä jo nuoresta iästä asti on tärkeää harrastaa (Ropret 2010). Ennen puberteetti-ikää (<13 ikäiset) alppihiihtoa tavoitteellisesti harjoittavan lapsen pitäisi olla suksilla 60-110 päivää vuodessa ja vastaavasti puberteetti-ikäisenä (13-17 ikäiset) 100-150 päivää (taulukko 2). Näistä laskettelupäivistä suurimman osan tulisi olla valvottua harjoitusta ja pienempi määrä omaehtoista laskemista. Harjoittelua pitäisi ennen puberteetti-ikää olla 6-14 tuntia viikossa jaettuna 2-5 harjoituskertaan ja puberteetti-ikässä 12-20 tuntia viikossa jaettuna 3-6 harjoituskertaan (Ski sport Finland 2013).

TAULUKKO 2. Harjoittelun määrä yhden vuoden aikana eri ikäisillä. (Mukaillen: Skisport Finland 2013)

Liikuntaa sisältävien päivien lukumäärä/ vuosi	310- 365	310-345	310-340	310-330	320-340	320-330	Yksilöll
Kesälumileirit	0-1	1-2	1-2	2-3	3-4	3-6	Yksilöll
Lumipäivät ennen Suomen kauden alkua	0-5	0-15	5-20	15-30	20-35	25-40	Yksilöll
Lumipäivät ohjatuissa harjoituksissa kauden aikana ei sis. lukuja ennen kauden alkua	50-70	70-90	80-100	90-110	100-130	90-140	Yksilöll
Omat lumipäivät ilman valmentajaa	10-20	10-15	5-10	5-10	1-10	1-10	Yksilöll
Harjoitusmäärä tunnit / vko kaikki harjoittelu	6-10	8-14	12-18	15-20	<20	<20	Yksilöll
Lajiharjoitusmäärä kertaa / viikko	2-4	3-5	3-5	4-6	4-6	4-6	Yksilöll
Lumipäivät yhteensä	60-95	80-110	90-130	110-150	121-175	115-180	Yksilöll
Ikäluokat	6-10	11-13	13-15	15-17	17-19	19-	



Emeterio ja González-Badillo (2010) ovat ehdottaneet, että suurempi lihasmassan prosentti on tärkeässä asemassa alppihiihdon ranking-sijoituksissa pojilla, kun tutkittiin 13-16 vuotiaita. He ehdottivat, että pojilla löytyy yhteyksiä absoluuttisen ja suhteellisen voiman välillä. Toinen tutkimuksen perusteella tehty ehdotelma oli se, että voimaharjoittelu puberteetti-iässä, varsinkin tytöillä, voi parantaa urheilusuoritusta. Tästä johtuen voisi ajatella, että varsinkin puberteetti-ikäiset naislaskijat voisivat hyötyä lihasmassan lisäämisestä ja rasvamassan alentamisesta. Ehdotusta suuremman lihasmassaprocentin yhteydestä ranking-sijoitukseen tukee myös Gorski (2014) seurantatutkimuksessaan, jossa hän oli selvittänyt antropometrisiä ominaisuuksia nuorilla (12-21 vuotiaita) sveitsiläisillä alppihiihtäjillä vuosien 2004 ja 2011 välillä.

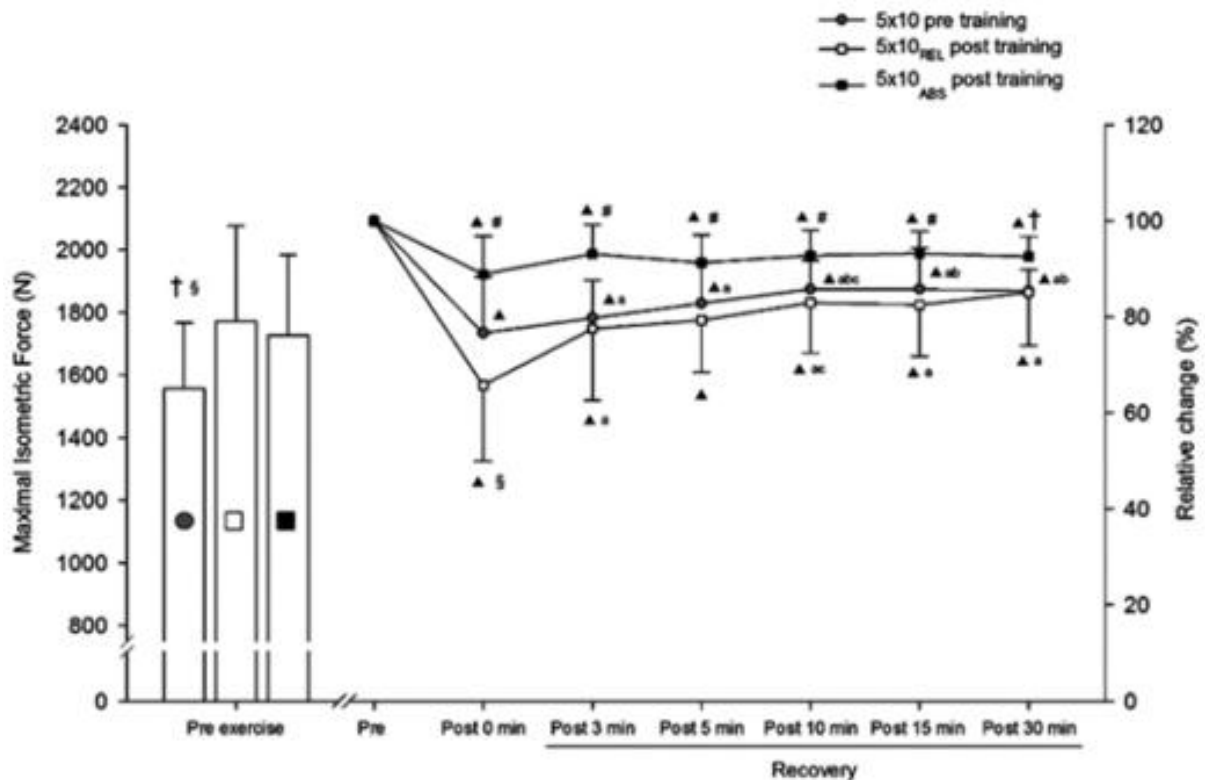
#### 4 FYYSISEN HARJOITTELUN JÄLKEINEN VÄSYMYS

Väsyminen voi tapahtua sentraalisten (ensisijaisesti aivoissa) tai perifeeristen mekanismien kautta (esim. hermo-lihasliitoksissa tai lihassoluissa). Väsymystä voidaan kuvailla heikentymisenä lihaksen jännityskapasiteetissa toistuvan stimuluksen seurauksena. Se käsittää myös vaikeuksia saavuttaa haluttu submaksimaalinen tai maksimaalinen harjoitustulos. Monet monimutkaiset tekijät voivat tuottaa väsymystä motorisissa yksiköissä. Väsyminen tapahtuu jos keskushermoston ja lihassolun tapahtumaketjun välillä tulee häiriö, kuten merkittävä lasku aktiivisten lihasten glykokeenitasoissa, hapenpuute tai lisääntyneet maitohappotasot lihaksissa ja veressä tai aktiopotentiaalinen epäonnistunut yritys siirtyä motoneuronista lihassoluun. (McArdle ym. 2010 s.392-393)

Pitkän submaksimaalisen harjoituksen jälkeen lihassolujen glykokeenin merkittävä väheneminen on merkki väsymisestä. Tämä väsyminen tapahtuu vaikka hapensaanti olisikin riittävä tuottamaan energiaa aerobisten reittien kautta. Lihäsväsymys lyhytkestoisen maksimaalisen harjoituksen jälkeen liittyy hapen puutteeseen sekä kohonneeseen veren- ja lihasten maitohappotasoon. Tämä johtaa huonontuneeseen supistumiskapasiteettiin merkittävän vetyioni (H<sup>+</sup>) määrän kasvun takia, mikä johtaa häiriöön solunsisäisessä ympäristössä. Tämä liittyy lihastensisäisten korkeaenergistien fosfaattien loppuun kuluttamiseen, heikentyneeseen glykolyttiseen energian kuljettamiseen, häiriöön sarkolemmen T-tubuluksen kyvyssä lähettää impulsseja solun läpi, sekä ioni epätasapainoon. Väsyminen voi myös tapahtua hermo-lihasliitoksessa, kun aktiopotentiaali epäonnistuu yrityksessä siirtyä motoneuronista lihassoluun. Tarkkaa mekanismia tähän ”hermostolliseen” väsymiseen ei tiedetä varmuudella. Väheneminen hermostollisessa aktiviteetissa maksimaalisen harjoituksen seurauksena tukee sitä olettamusta, että väsyminen on seurausta häiriöstä hermostollisessa tai myoneuraalisessa lähettämiskyvyssä (McArdle ym. 2010 s.392-39). Kuten aikaisemmin on mainittu, lapset pystyvät sietämään väsymystä aikuisia paremmin, mikä todennäköisesti liittyy lasten pienempään lihasmassaan, lihasmorfologiaan, aineenvaihduntaan ja hermostolliseen aktiviteettiin (Armstrong 2007 s.71-97).

#### 4.1 Voimaharjoittelun aiheuttama väsymys

Maksimaalisen voimaharjoittelun seurauksena voi havaita vähenemistä hermostollisessa aktiviteetissa, jolloin töissä olevat lihakset eivät väsymisen seurauksena enää jaksa tehdä vaadittavaa työtä halutulla intensiteetillä (McArdle ym. 2010 s.392-393). Izquierdo ym. (2009) tukevat tätä ehdotusta yhdessä tutkimuksessa, jossa erilaisten voimaharjoitusprotokollien seurauksena oli havaittavissa väsyminen EMG signaalissa. Kuvassa 3 on esitelty voimaharjoittelun akuutti vaikutus maksimaaliseen isometriseen voimantuottoon, jossa Izquierdo ym. (2009) tutkimustulokset osoittavat, että lyhyen voimaharjoitusjakson jälkeen parantuneen suorituskapasiteetin mekanismit ovat ensisijaisesti perifeerisiä luonteeltaan.



KUVA 3. Kuviossa esitetty kolmen eri voimaharjoituskerran (ennen harjoitusjaksoa ja sen jälkeen; suhteellisella (%) ja absoluuttisella (kg) kuormalla) akuutit vaikutukset maksimaaliseen isometriseen voimantuottoon ja miten siitä palautuu 30 minuutissa. Pre-harjoitus ja kahden muun harjoittelun välillä oli 7 viikon harjoitusjakso. Suhteellisen ja absoluuttisen kuormituksen harjoituksien välillä oli 7 päivää. (Izquierdo ym. 2009.)

Voimaharjoittelussa aktivoituu lihaskasvulle välttämätön entsyymi nimeltä ”mammalian target of rapamycin” (mTor), joka toimii proteiinisynteesin signalointireittinä. Harjoittelun jatkuessa

energiatasot laskevat, mikä johtaa lihasten ATP:n määrän vähenemiseen ja tästä seuraa mTor-signaalointireitin estyminen sekä heikentyminen lihaksen voimantuottokapasiteetissa (Hawley 2009). Määrätietoisien harjoituksen myötä, tietyn ajanjakson, lihas on suhteellisesti kykenevä tekemään enemmän töitä ja keräämään enemmän aineenvaihduntatuotteita ennen kuin uupumus tulee vastaan (Izquierdo ym. 2009). Tämä viittaisi parantuneeseen kykyyn suorittaa jokainen toisto intensiivisemmin yhden harjoitusjakson jälkeen, parantuneella uupumusasteella ja ATP:n vaihdolla. Tämä taas ehdottaisi sitä, että vaikkakin kyky tuottaa maksimaalista voimaa ja nopeusvoimaa parantuisi voimaharjoitteluohjelman seurauksena, on tärkeää ottaa huomioon harjoitusohjelmien tekemisessä se, että samanlainen kuormitus ennen harjoitusjaksoa ja sen jälkeen voi johtaa suuremman väsymysasteen ilmenemiseen, mikä puolestaan voi johtaa erilaisiin harjoitusvaikutuksiin (Izquierdo ym 2009).

#### **4.2 Kestävyysharjoittelun aiheuttama väsymys**

Pidempikestoisen kohtuukuormitteisen kestävyys harjoittelun aikana käytetään ensisijaisesti lihasten ja maksan glykogeeniä polttoaineena. Suorituksen jatkuessa maksan ja lihasten glykogeenitasojen laskiessa veren glukoosi muodostuu ensisijaiseksi hiilihydraattienergian lähteeksi ja rasvakatabolismien rooli energialähteenä lisääntyy. Ennen tai myöhemmin maksan glukoosin tuotto ei enää pysy mukana lihasten glukoosin käytössä ja silloin glukoosikonsentraatio laskee ja sen seurauksena myös verensokeritaso laskee. Glykogeenivarastojen tyhjentyessä voidaan havaita progressiivinen huonontuminen harjoitusintensiteetissä. Huonontuminen voimantuotossa on suoraan tulos suhteellisen hitaasta aerobisesta energiansaannista rasvahappojen oksidaatiosta, josta tulee ensisijainen energian lähde suorituksessa. Väsyminen tulee vastaan kun harjoittelu jatkuu siihen pisteeseen että lihasten ja maksan glykogeenivarastot tyhjäntyvät; tässä tilanteessa kestävyysurheilijoille tulee usein ”seinä vastaan” (McArdle ym. 2010 s.17). Pidempikestoisen kestävyystyyppisen harjoittelu voi myös johtaa tilapäiseen hermolihasjärjestelmän toiminnan heikkenemiseen. Tämä johtuu heikentyneestä motoristen yksiköiden rekrytoitumisesta ja syttymistiheydestä (McArdle ym. 2010 s.392-393).

Korkeaintensiteettinen harjoittelu johtaa laktaatin kerääntymiseen lihaksiin ja vereen, kuten myös lisääntyneeseen lihaksen happamuuteen. Korkeat laktaattitasot tämän tyyppisen harjoittelun seurauksena johtavat väsymiseen, kun keho ei enää pysty puskuroimaan

maitohapon sivutuotteita. Nämä merkittävät häiriöt lihasionihomöostaasissa korkeaintensiteettisen harjoittelujakson jälkeen, voivat johtaa adaptaatioihin lihasionikuljettajaproteiineissa (Mohr ym. 2007, Burgomaster ym. 2008).

### 4.3 Alppiihtharjoittelun aiheuttama väsymys

On ehdotettu, että lihaksiin kohdistuva rasitus laskussa olisi samanlainen jokaisessa alppilajissa (Neumayr ym. 2003). Laskettelu kuormittaa myös sydäntä ja verenkiertoa ja laskiessa syke näyttäisi lähestyvän noin 85 % maksimaalisesta sykkeestä (HRmax) (Seifert ym. 2009, Hydren ym. 2013). Huipputasolla laskun asettamat energiavaatimukset, alentunut verenvirtaus lihaksissa ja laskun kesto, johtavat suureen happivelkaan ja happokerääntymiseen. Tämän takia alppiihtäjien kannattaisi pyrkiä kehittämään laktaattikynnystä ja laktaatin sietoa esimerkiksi intervalliharjoittelun kautta, anaerobisella kynnyksellä tai sen yläpuolella. Tällainen harjoittelu ylläpitää VO<sub>2</sub>max:ia ja samalla maksimoi anaerobista kuntoa, mitä on tärkeää harjoitella, jotta pystyy vastustamaan väsymystä mahdollisimman hyvin. Puutteet anaerobisessa kunnossa on ensisijainen syy väsymiseen laskussa (Hydren ym. 2013). Myös glykogeenivarastojen tyhjenemisen on ehdotettu olevan yhteyksissä lihasväsymykseen laskettelussa. Seuraamalla glykogeenin tyhjentymistä lihaksista, on todettu että huipputaso alppiihtäjillä hitaat lihassolut väsyvät enemmän ja nopeat lihassolut vähemmän kuin huonompitasoisilla laskijoilla (Turnbull ym. 2009).

Huipputasolla yhden laskettelukisan jälkeen veren laktaattitasot voivat vaihdella 12-15 mmol/l välillä, riippuen alppilajista, suorituksen kestosta ja radan vaativuudesta (Neumayr ym. 2003). Tomazin ym. (2008) tulivat siihen tulokseen tutkiessaan kahdeksaa huipputaso alppiihtäjää yhdessä kilpalaskussa, että laktaattitasot nousivat  $1,6 \pm 0,6$  mmol/l:sta ennen laskua  $7,1 \pm 1,6$  mmol/l:aan viisi minuuttia sen jälkeen. Kokeneemmilla laskijoilla korkeiden veren laktaattitasojen on todettu olevan osasyynä lihasuupumukseen. Kevyt aktiivinen palautuminen harjoitteiden välillä mahdollistaa toistuvan maksimaalisen suorituksen ja viivästyttää väsymistä, ja sillä voi samanaikaisesti olla polvivammariskiä alentava vaikutus (Axtell ym., Science and Skiing 1997). Seifert ym. (2009) sai tulokseksi, että veren laktaattitasot eivät nousisi merkittävästi kolmen tunnin laskettelu seurauksena, ja että ne pysyisivät noin 2-3 mmol/l paikkeilla kolmen tunnin vapaalaskuharjoittelun aikana. Tässä tutkimuksessa

tutkittavina on kuitenkin ollut vain hyvätasoisia harrastelijoita, eikä kilpalaskijoita, eikä laskuja suoritettu radalla, mikä on voinut vaikuttaa tuloksiin.

Seifert ym. (2009) tutkimuksessa selvisi myös, että ei tapahtunut merkittäviä muutoksia maksimaalisessa isometrisessä voimassa pre- ja post-harjoitusmittauksissa, päinvastoin kuin isometrisessä kestävyudessa jossa sen sijaan tapahtui merkittävä aleneminen tuloksissa. Toinen tutkimus, jossa ei myöskään havaittu merkittäviä muutoksia alaraajojen maksimaalisessa voimassa pre-harjoituksesta post-harjoitukseen oli Tomazin ym. (2008) tutkimus. He tutkivat laskettelukilpailulaskun vaikutusta maksimaaliseen polvenojennusvoimaan, mutta eivät löytäneet tilastollisesti merkitsevää eroa laskua edeltävän ja sen jälkeisen mittauksen välillä (Tomazin ym. 2008).

Eksentrisen kuormitus, mistä mm. lasku koostuu, voi johtaa repeämiin lihasten aktiini-myosiini poikkisilloissa, mikä voi johtaa alentuneeseen suorituskyykyyn. Tämä voi johtua aineenvaihdunnallisesta stressistä, johon kuuluvat lihasiskemia, hypoxia sekä alentunut ionikonsentraatio ja substraattisaatavuus. Kehittämällä aineenvaihduntasysteemiä pystyy paremmin sietämään kyseisiä stressitekijöitä. On ehdotettu, että matalatehoista suurivolyymistä aerobista harjoittelua seuraava kapillarisaatio auttaa kestävämpään väsymystä aiheuttavia tekijöitä jatkuvissa eksentrisissä supistuksissa. Tänä päivänä ei kuitenkaan ole varmaa tietoa matalatehoisen suurivolyymisen aerobisen harjoittelun ja korkeaintensiteettiseen intervalliharjoittelun vaikutusten eroista lihasaineenvaihduntaan ja voimantuottoon alppihiihtäjillä (Turnbull ym. 2009).

## **5 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TUTKIMUSONGELMAT**

### **5.1 Tutkimuksen tarkoitus**

Tutkimuksen tarkoitus oli vertailla yhden pujottelurataharjoituksen vaikutuksia väsymykseen suksilla ja rullaluistimilla juniorialppihiihtäjillä. Lisäksi oli tarkoitus tutkia onko fyysinen kuntotaso yhteyksissä siihen, miten paljon väsyä harjoituksen aikana. Lisäksi oli mahdollisuus seurata kahta koehenkilöä kahdeksan viikon harjoitusjakson aikana ja vertailla heidän kehitystä fyysisessä kunnossa ja rullaluistelusuorituksessa.

### **5.2 Tutkimusongelmat**

1. Onko pujottelurataharjoituksen aiheuttama väsymys samanlainen suksilla ja rullaluistimilla tukittaessa jalkojen räjähtävyyttä, laktaattitasoa, sykettä ja laskuaikaa?
2. Onko yhteyttä rataharjoituksissa koetun väsymyksen ja fyysisen kunnan välillä?
3. Kehittyvätkö juniorialppihiihtäjät fyysisissä ominaisuuksissa ja rullaluisteluratasuorituksessa kahdeksan viikon harjoitusjakson aikana?

### **5.3 Hypoteesit**

1. Laskettelun ja rullaluistelun väsyttävät vaikutukset ovat samanlaiset hyppykorkeuteen, sykkeeseen ja laskuaikaan, mutta erilaiset laktaattitason osalta:
  - a. Hyppykorkeus huononee harjoituksen aikana (McArdle ym. 2010 s.392-393).
  - b. Syke tulee nousemaan harjoituksen aikana lähes samalle tasolle molemmilla laskutavoilla (Seifert ym. 2009, Hydren ym. 2013).
  - c. Nopeimmat laskuajat tullaan saavuttamaan harjoituksen alussa, jonka jälkeen ne hidastuvat tasaisesti harjoituksen loppua kohti sekä suksilla että rullaluistimilla.
  - d. Laktaattitasot tulevat nousemaan enemmän laskettelussa kuin rullaluistimilla harjoituksen aikana (Neumayr ym. 2003, Tomazin ym. 2008).
2. Ratatestien aiheuttaman väsymyksen ja fyysisen kunnan välillä on yhteys.
3. Molemmat alppihiihtäjät tulevat parantamaan fysiikkatestituloksiaan kahdeksan viikon harjoittelun seurauksena.

## 6 MENETELMÄT

### 6.1 Koehenkilöt

Koehenkilöiksi valittiin 12 vapaaehtoista junioria (kahdeksan poikaa ja neljä tyttöä) kahdesta eri seurasta; Kauniaisten GrIFK Alpine:sta sekä Hyvinkään slalomseurasta (Hyss). Yksi tyttö joutui lopettamaan tutkimuksen jo ennen ensimmäisten testien alkua, koska oli ollut pidemmän ajan sairaana. Neljä henkilöä jäi pois yhdestä kolmesta ensimmäisestä testistä, minkä takia heidät oli pakko jättää pois tuloksien analysoinnista. Tästä johtuen loppujen lopuksi viisi poikaa ja kaksi tyttöä osallistui tutkimukseen. Koehenkilöiden ikä vaihteli 12-15 vuoden välillä. Syy suureen ikähaitariin oli vaikeudet vapaaehtoisten koehenkilöiden löytämisessä. Koehenkilöiden pituus oli  $161,5 \pm 8,8$  cm ja paino  $53,6 \pm 10,4$  kg (taulukko 3).

TAULUKKO 3. Koehenkilöiden pituus, paino, BMI (Body Mass Index) ja ikä

Koehenkilö N=7	Pituus (cm)	Paino (kg)	BMI	Ikä
Mean	161.5	52.6	19.9	13.8
SD±	8.8	10.4	2.1	0.96
Min	150	36	16	12.27
Max	176.9	69.5	22	14.92

Suurin osa koehenkilöistä oli kansallisella tasolla oman ikäluokkansa parhaimmista ja muutama laskija oli jo päässyt kilpailemaan kansainvälisellä tasolla. Koehenkilöillä oli keskimäärin  $3.6 \pm 1.7$  vuotta kokemusta alppihiihdosta kilparyhmässä. Koehenkilöiden viikoittainen liikunta-aktiivisuus, sisältäen myös muuta kuin alppihiihtoa, oli  $6.9 \pm 2.1$  kertaa viikossa, josta alppihiihtoa oli  $9.3 \pm 0.8$  tuntia. Alppihiihtoharjoittelun osuudesta kuivaharjoittelukaudella ei tarkennettu, minkä takia edellä mainittu tuntimäärä todennäköisesti rajoittuu itse laskettelukauteen.

Kahdeksan viikon harjoitusjakson ajan seuratut kaksi koehenkilöä olivat pituudeltaan 150 cm ja 177 cm, ja painoltaan 36 kg ja 69.5 kg. Toinen oli 13 ja toinen 14 vuotias ja heidän ikäeronsa



oli viisi kuukautta. Toinen oli harjoittanut alppiihitoa kilparyhmässä noin kuusi vuotta, kun toisella oli vain kaksi vuotta kokemusta siitä. Koehenkilöiden viikoittainen harjoitustuntimäärä alppiihdon parissa oli lähes sama. Muita viikoittaisia harjoitustunteja toisella oli 5-7 kun toisella taas 10-12 tuntia, johon kuului muun muassa painonnostoa, pallopelejä sekä alppiihitoa tukevia lajeja (taulukosta 4 löytyy tarkempi kuvaus tästä).

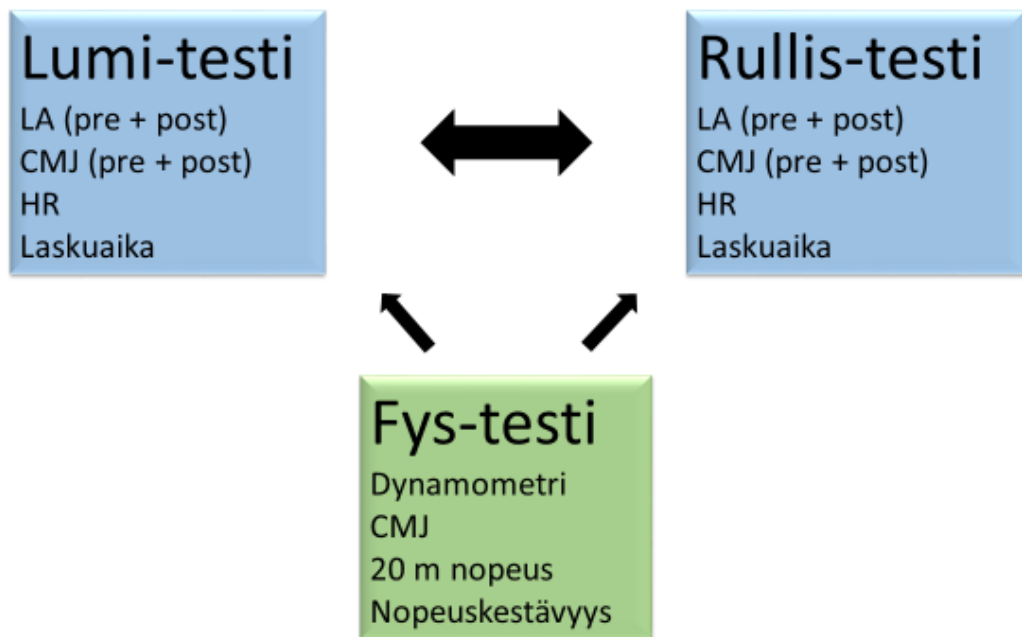
TAULUKKO 4. Tapaustutkimuksen koehenkilöiden liikunta-aktiivisuus.

Koehenkilö	Liikunta krt/vko	Alppiihito h/v.	Muuta kuin alppiihitoa krt/vko	Vuosia kilparyhmässä
1	5-7 krt, 1.5h/krt	6-10h (riippuen onko leiri viikonloppu tai ei). Leireillä treenejä 20-28h	Jalkapallo 2-3 krt/vko, kuivaharjoittelu 2-3 krt/vko, painonnosto 1-2 krt/vko → Kevät, kesä, syksy	Noin 6 vuotta
2	10-12 krt	5 krt, 10h Leiriviikolla 12 krt ja 24h	Keskimäärin 5 krt; Painonnosto, sähly, pesäpallo, uinti, lenkkeily, pyöräily, tennis, rullaluistelu	2 vuotta

Tiedote tutkimuksesta lähetettiin jokaiselle osallistujalle noin kuukausi ennen tutkimuksen alkua. Tiedotteessa oli infoa mm. tutkimuksen tarkoituksesta, sisällöstä sekä mahdollisista hyödyistä ja haitoista. Tiedotteen mukana lähetettiin myös suostumuslomake ja esitietolomake, joka oli tarkoitus käydä läpi ja allekirjoittaa huoltajan kanssa. Jokaiselle koehenkilölle tehtiin selväksi, että osallistuminen on täysin vapaaehtoista. Tämän lisäksi pidettiin infotilaisuus molempien seurojen junioreille ja vanhemmille, jossa annettiin tietoa tutkimuksesta ja jossa kaikilla oli mahdollisuus esittää kysymyksiä. Molempien seurojen päävalmentajia oli pyydetty jo reilut kaksi kuukautta ennen tutkimuksen alkua mainitsemaan tutkimuksesta ryhmille ja siten herättämään kiinnostusta sitä kohtaan. Tutkimus sai Jyväskylän yliopiston eettiseltä toimikunnalta puoltavan lausunnon.

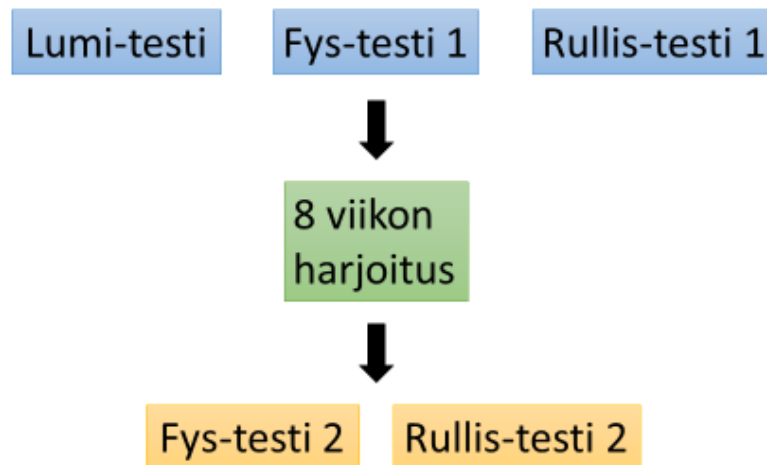
## 6.2 Tutkimussuunnitelma

Tutkimus on poikkileikkaustutkimus, jossa vertailtiin rataharjoittelua suksilla ja rullaluistimilla sekä miten fyysinen kuntotaso on yhteyksissä niihin. Tutkimuksen mittaukset suoritettiin kolmena päivänä huhtikuun 2014 puolivälissä (kuva 4). Mittaukset suoritettiin 3-4 päivän välein, jotta ne eivät vaikuttaisi toisiinsa merkittävästi.



KUVA 4. Tutkimuksen testit ja miten niitä on vertailtu keskenään. (LA = laktaatti, CMJ= kevennyshyppy, HR = syke, Dynamometri= alaraajojen maksimaalinen isometrinen ojennusvoima)

Tutkijalla oli myös mahdollisuus seurata kahta junioria (yksi molemmista seuroista) kahdeksan viikon harjoitusjakson aikana, ja heistä tehtiin tapaustutkimus. Tässä oli mahdollisuus vertailla kehitystä fyysisissä testeissä sekä rullaluistelu-ratasuorituksessa harjoitusjakson alussa ja lopussa (kuva 5).



KUVA 5. Tapaustutkimuksen testit ja harjoitusjakso

### 6.2.1 Mittaukset

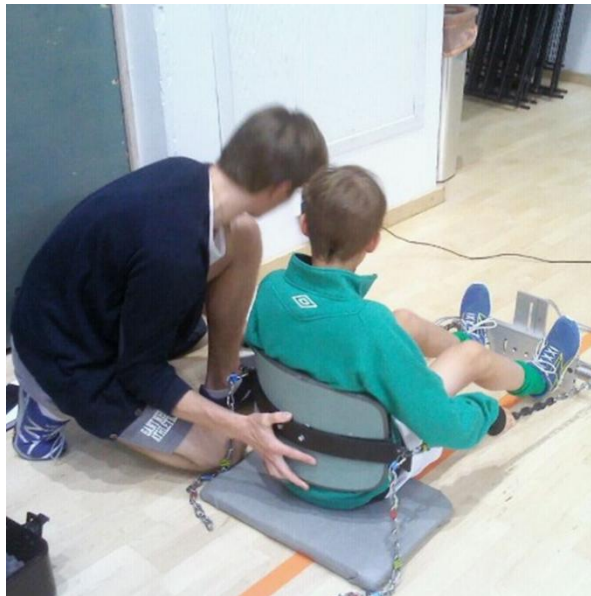
**Antropometria.** Jokaiselta koehenkilöltä mitattiin pituus ja paino. Pituus mitattiin mittanauhalla siten, että koehenkilö seiso paljasjaloin kantapäät seinää vasten. Paino mitattiin digitaalisella vaa’alla. Tämän yhteydessä mitattiin jokaisen henkilön sydämen toiminta EKG:llä (elektrokardiografia). Tutkimuksen vastuulääkäri analysoi tulokset ennen ensimmäisiä testejä ja täten pystyttiin varmistamaan, että henkilöt olivat terveitä ja kykeneviä osallistumaan tutkimukseen.

**Lämmittely.** Ennen jokaista testiä suoritettiin standardoitu lämmittely joka oli kestoaltaan 10 minuuttia. Lämmittely suoritettiin 20 m sukkulassa edestakaisin juosten. Lämmittely koostui juoksusta, sivuaskeleista, ristiaskelista, polvennostoista, kantapäännostoista, loikista sekä aukaisevista spurteista. Juoksun jälkeen suoritettiin vielä käsien ja jalkojen pyörittelyä sekä lyhyitä venytyksiä suorituksen kannalta tärkeimmille lihaksille.

**Fysiikkatestit.** Fysiikkatesti oli ensimmäinen tutkimuksessa suoritettava testikokonaisuus, jossa mitattiin alaraajojen ojentajalihasten maksimivoimaa ja nopeusvoimaa, nopeutta sekä nopeuskestävyyttä. Testikokonaisuuteen kuului seuraavat testit:

*Alaraajojen maksimaalinen isometrinen voima.* Mittaus suoritettiin jalkadynamometrillä ja se oli fysiikkatestien ensimmäinen mittaus. Dynamometri oli kannettava erikoismalli, jossa voimalevy yhdistyi ketjujen kautta selkänöjaan ja istuimeen (kuva 6). Jokaiselta testattavalta

mitattiin 105 asteen polvikulma ja säädettiin laitteen mitat sen mukaan, jotta ne olisivat samat jokaisessa testissä. EKG mittauksen yhteydessä koehenkilöt saivat tutustua laitteeseen ja kokeilla sitä ennen ensimmäistä testiä, jotta suoritus olisi tuttu ja tulokset mahdollisimman luotettavia. Suorituksessa koehenkilöitä ohjeistettiin istumaan selkä suorassa ja ottamaan kiinni ketjuista. Koska selkänoja tahtoi välillä liukua hieman alas, tutkija tuki sitä toisella kädellä, jotta se pysyisi oikeassa kohdassa suorituksen ajan. Koehenkilöiden oli tarkoitus painaa jalkoja voimalevyä vastaan mahdollisimman kovaa noin 3 sekunnin ajan, kuitenkin ilman nykäystä suorituksen alussa tai lopussa. Ketjuista vetäminen itseään kohti johti hyläytyyn suoritukseen. Ennen varsinaisen mittauksen alkua jokainen sai vuorotellen tulla suorittamaan kolme lämmittelysuoritusta, jossa oli tarkoitus valmistella koehenkilöä tulevaan suoritukseen. Tämän jälkeen jokainen tuli vuorollaan suorittamaan yhden maksimisuorituksen, mitä toistettiin kolme kertaa. Suoritusten välinen tauko jäi 4-5 minuuttiin.



KUVA 6. Fysiikkatestin erikoismallinen jalkadynamometri

*Nopeusvoima.* Nopeusvoimaa mitattiin kevennyshypyillä ja tämä oli fysiikkatestien toinen suoritus (kuva 7). Testissä mitattiin lentoaikaa (sekunneissa) ja testi suoritettiin kontaktimatolla (Digitest-1000). Koehenkilöt ohjeistettiin pitämään kädet lanteilla ja seisomaan lantionleveydessä haara-asennossa lähtötilanteessa ja sen jälkeen menemään nopeasti alas 90

asteen kulmaan, josta oli tarkoitus suorittaa räjähtävä hyppy suoraan ylöspäin. Jokaisen oli tarkoitus hypätä kolme kertaa, josta paras tulos laskettiin.



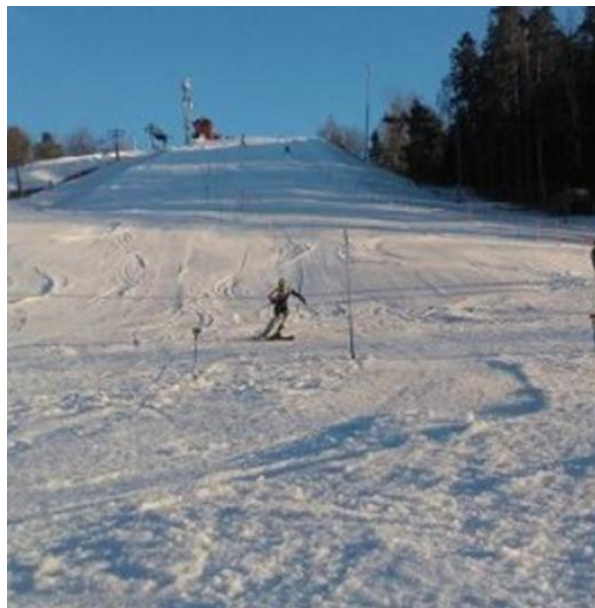
KUVA 7. Kevennyshypyn suoritus fysiikkatestissä

*Nopeus.* Nopeutta mitattiin valokennoilla (Newtest, Power timer) ja mitattava matka oli 20 metriä. Lähtö tapahtui pystystä siten, että ainakin toinen jalka oli 70 cm sisällä lähtöviivasta. Jokainen sai kolme yritystä, joista paras aika laskettiin.

*Nopeuskestävyys.* Nopeuskestävyyden mittaamiseen käytettiin 10 metrin sukkulajuoksua, jossa tarkoitus oli 45 sekunnin ajan juosta edestakaisin mahdollisimman monta kierrosta. Testin suorittivat aina kaksi koehenkilöä kerrallaan ja jokaisella suorittajalla oli pari, joka toimi kierrosten laskijana. Jokaiselta katsottiin tarkasti myös missä kohdassa sukkulaa suorittaja oli testin päättymishetkellä, jotta oli mahdollista mitata matka yhden metrin tarkkuudella. Suorituksen pituudeksi oli valittu 45 sekuntia, koska se kuvastaa pidempikestoista pujottelusuoritusta junioritasolla.

*”Lumi”-testi.* Tämä oli ensimmäinen pujotteluratatesti, jota suoritettiin Etelä-Suomen Kauniaisten hiihtokeskuksessa (kuva 8). Sää oli poutainen ja lämpötila noin +5 Celsius astetta. Rata oli GrIFK Alpinen päävalmentajan merkkama ja se koostui 21 käännöksestä. Ennen varsinaisen ratalaskun alkua jokaiselta koehenkilöltä mitattiin lepolaktaatti (pika-

analysaattorilla - EKF Diagnostic, Lactate scout) vasemman käden keskisormesta ja suoritettiin myös kevennyshyppyä samojen ohjeistuksien mukaan kuin fysiikkatestissä. Ratalaskua suoritettiin tavallisen pujotteluharjoituksen tavoin ja oli kestoaltaan yksi tunti. Sykettä mitattiin sormenpäänmittarilla (Choice 2 Finger Pulse Oximeter) levossa, 10, 20, 30, 40, 50 ja 60 minuutin kohdalla. Laskujen aika mitattiin digitaalisella ajanottolaitteella, joka antoi tulokset sadasosissa. Laskuja suoritettiin vuorotellen, ja niitä oli yhteensä 14 jokaista laskijaa kohti. Jokaisen laskun välillä oli noin 3-4 minuutin pituinen tauko, mikä meni hississä olemiseen ja jonottamiseen. Lopussa mitattiin vielä lepolaktaatti ja kevennyshyppy.



KUVA 8. ”Lumi”-testin suorituspaikka ja rata.

**”Rullis”-testi.** Kolmas ja viimeinen testi suoritettiin Hyvinkäällä rullaluistelupujotteluradalle tarkoitettulla asvaltoidulla alustalla, loivassa ala-mäessä (kuva 9). Lämpötila oli noin +10 Celsius astetta. Sää oli ollut päivällä sateinen, mutta muuttui aurinkoisemmaksi, jolloin rata-alusta ehti kuivua ennen testin alkamista. Testissä mitattiin samoja ominaisuuksia kuin ”lumi”-testissä ja testitilanne järjestettiin muistuttamaan sitä mahdollisemman hyvin, koskien mittausten suoritusjärjestystä, yhden laskun kestoja ja koko mittauksen kestoja. Laskuja kertyi 20 kappaletta tunnin aikana. Laskujen välissä oli reilun 2 minuutin pituinen tauko, mikä meni radan alkuun siirtymiseen sekä jonottamiseen. Kuten laskettelutesteissäkin, porttien lukumäärä oli 21.



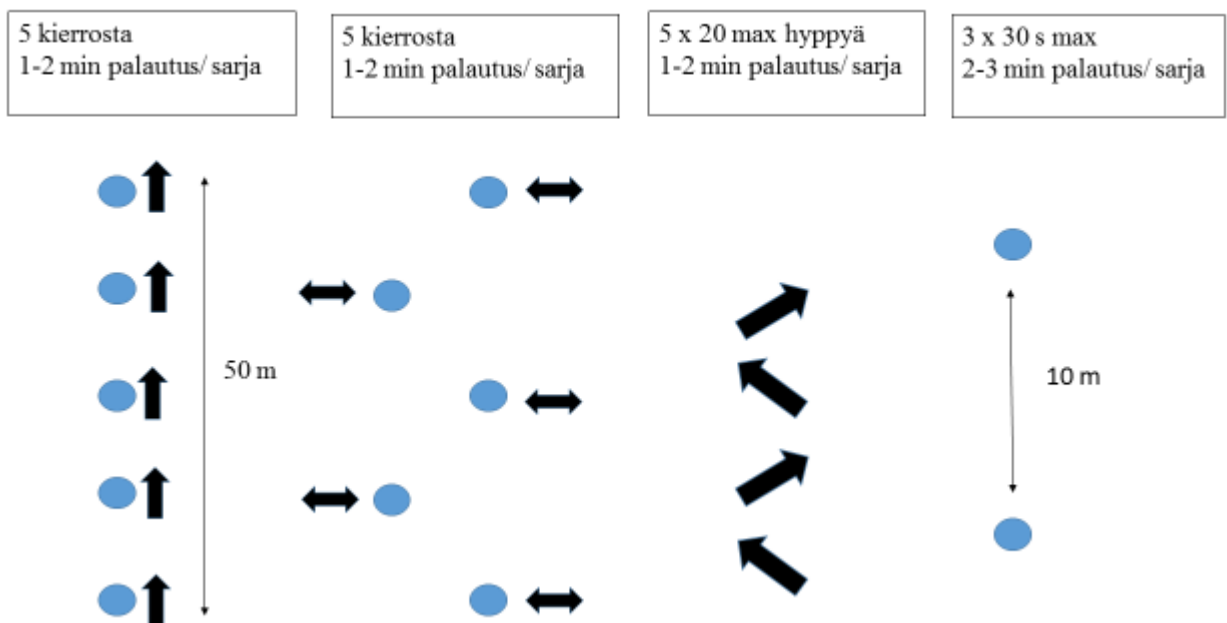
Kuva 9. ”Rullis”-testin suorituspaikka ja testin toteutus. Vasemmassa yläreunassa näkyy miten koehenkilöt siirtyivät lähtöpaikalle.

### 6.2.2 Tapaustutkimuksen menetelmät

Tapaustutkimuksessa testit ja niiden suoritustavat olivat samat kuin yllä kuvatussa poikkileikkaustutkimuksessa, mutta kahdeksan viikon jälkeen fysiikkatesti ja rullaluistelutesti suoritettiin uudelleen. Koehenkilöt harjoittelivat normaalisti oman seuransa kanssa kyseisen kahdeksan viikon harjoitusjakson aikana. Harjoituksia oli kolme viikossa ja koostui; 1) yhdistetystä nopeusvoima- ja nopeuskestävyys harjoittelusta, 2) keuhohallinnasta ja voimaharjoittelusta sekä 3) rullaluistelusta. Tutkija suunnitteli nopeusvoima- ja nopeuskestävyys harjoittelun, mutta ei puuttunut kahteen muuhun harjoituksien yksityiskohtien suunnitteluun muuten kuin antamalla suuntaa antavia ohjeita intensiteetistä, kestosta ja harjoitusesimerkeistä.

Kehonhallinta- ja voimaharjoituksessa pääpaino oli liikkuvuuden, tasapainon ja voiman kehittämisessä. Intensiteetin piti olla keskikovaa, volyyymi suuri ja kesto noin 1.5 tuntia. Rullaluistelussa pääpaino oli tekniikan ja lajitaidon kehittämisessä ja sen oli tarkoitus olla intensiteetiltään suhteellisen rauhallista ja kestoltaan myös noin 1.5 tuntia. Yhdistetty nopeusvoima- ja nopeuskestävyys harjoittelu koostui spurteista ja plyometrisestä hyppyharjoittelusta (kuva 10). Spurtit suoritettiin sekä suorilla matkoilla että

pujottelujuoksuradoilla. Harjoituksen lämmittely ja jäähdyttely oli standardoitu. Kyseinen harjoitus oli tarkoitus suorittaa kerran viikossa neljä ensimmäistä viikkoa ja 1.5 kertaa viikossa neljä viimeistä viikkoa, jolloin puolet nopeusvoima- ja kestävyysharjoittelusta integroitiin toiseen harjoituskertaan. Harjoitus koostui neljästä harjoitteesta, jossa kahdessa ensimmäisessä piti juosta 50 metrin matkan tiettyä rataa pitkin suorittaen erilaisia hyppyjä (räjähtävähypy suoraan ylöspäin ja luisteluhypy) kartioiden kohdalla, kolmannessa piti päästä mahdollisimman pitkälle 20:llä luisteluhypyllä ja viimeisessä juostiin 10 metrin sukkulassa mahdollisimman monta kierrosta 30 sekunnin ajan.



KUVA 10. Harjoitus 1-4, niiden kesto sekä palautukset. Sininen pallo kuvastaa kartiota jonka kohdalla hyppy tapahtuu. Paksu nuoli kertoo hypyn suunnan, mutta ensimmäisessä harjoituksessa hypyn suunta on kuitenkin suoraan ylös eikä suoraan eteenpäin.



### 6.2.3 Analyysit

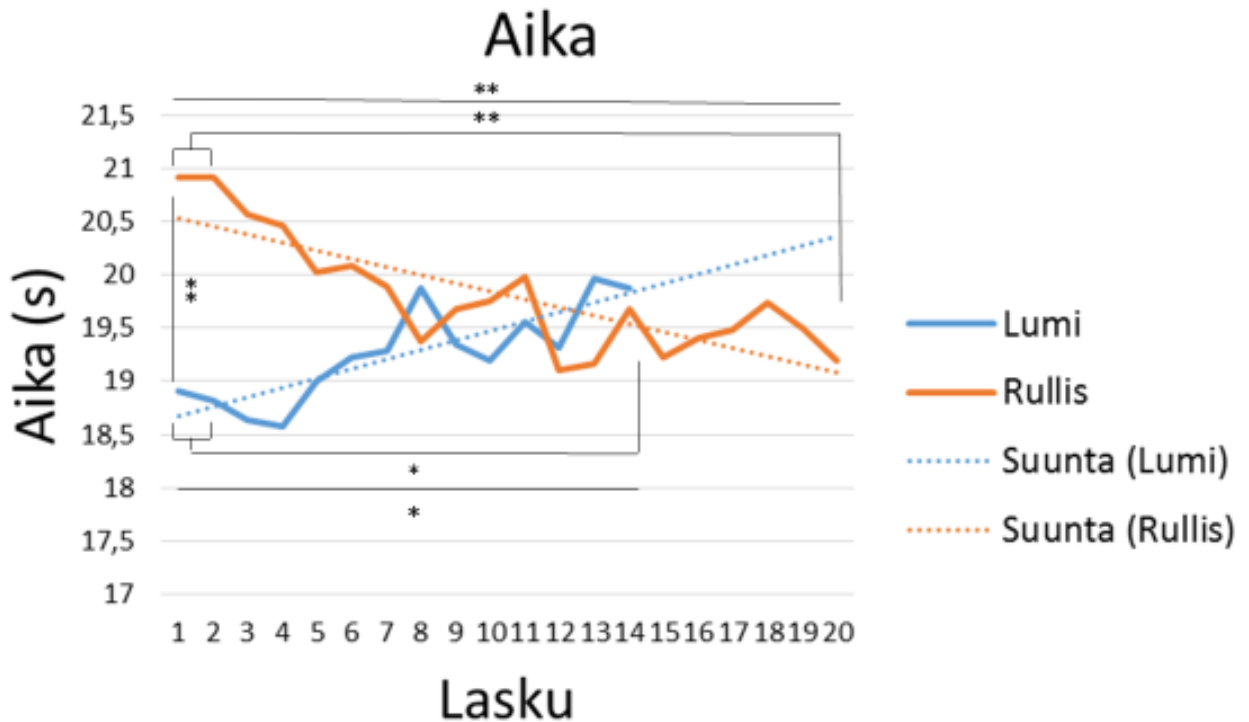
Tuloksien keskiarvojen ja keskihajontojen laskemiseen käytettiin Excel 2013 -ohjelmaa. Tilastollisia analyysejä varten käytettiin IBM SPSS statistics 22.0 -ohjelmaa. Pearsonin korrelaatiokertoimen ( $r$ ) avulla tarkasteltiin muuttujien välistä yhteyttä ja eri mittauskohtien vertailuun käytettiin verrannollisten parien testiä. Ryhmän sisäisten muuttujien analysoinnissa on käytetty ”Repeated measures ANOVA”. Tutkimuksen tilastollisen merkitsevyyden rajana oli  $p < 0.05$ . Laktaattituloksien vertailussa on käytetty vain viittä koehenkilöä siitä syystä, että yksi koehenkilö lumitestissä sekä toinen rullaluistelutesteissä sai epäluotettavia tuloksia harjoituksen edeltävissä mittauksissa.

## 7 TULOKSET

### 7.1 Ratatestit

#### 7.1.1 Laskuaika

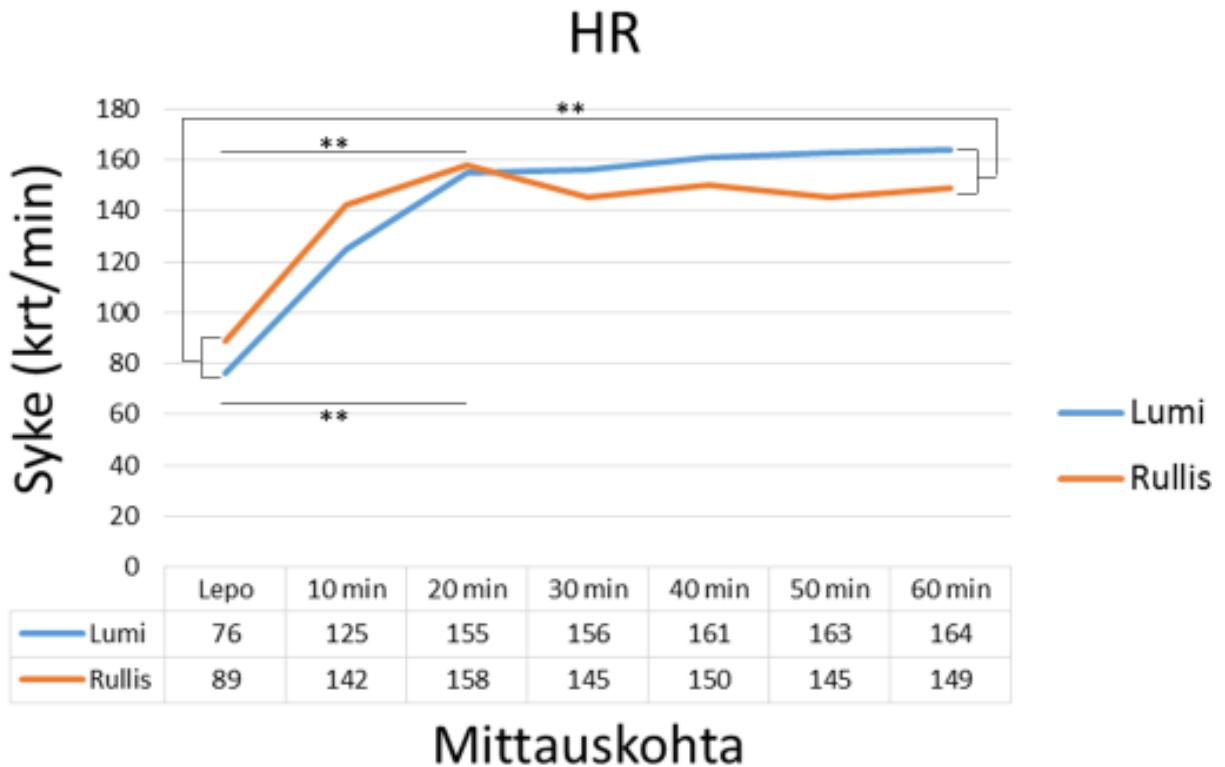
”Lumi”-testissä yhden laskun kesto oli keskimäärin  $19.21 \pm 0.47$  sekuntia ja ”Rullis”-testissä vastaavasti oli  $19.80 \pm 0.55$  sekuntia eli ero on noin 3 %. Ajat huononivat suksilla loppua kohti, kun taas päinvastainen suuntaus nähtiin rullaluistimilla. Nopeimmat ajat saavutettiin keskimäärin neljännellä laskulla suksilla ja rullaluistimilla keskimäärin vasta kahdennellatoista laskulla. Testien keskimääräiset ajat erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0.05$ ). ”Lumi”- ja ”Rullis”-testin ensimmäisten laskuaikojen keskiarvot erosivat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0.01$ ) (kuva 11). Viimeisten laskujen ajat sen sijaan eivät eronneet merkitsevästi. Ratatestien kahden ensimmäisen laskuajan (kuvastaa suoritusta levänneenä) keskiarvon (”Lumi”-testi;  $18.86 \pm 1.58$  s ja ”Rullis”-testi;  $21.07 \pm 1.75$  s) ja viimeisen laskuajan (”Lumi”-testi;  $19.87 \pm 2.36$  s ja ”Rullis”-testi;  $19.52 \pm 1.87$  s) välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero: ”Lumi”-testissä ( $p < 0.05$ ) ja ”Rullis”-testissä ( $p < 0.01$ ) (kuvio 2). Eli ”Lumi”-testissä ajat hidastuivat, kun ne ”Rullis”-testissä taas nopeutuivat merkitsevästi harjoituksen loppua kohti. Ratatestien ryhmän sisäisten aikojen vaihtelun analysoinnissa selvisi, että ajat erosivat merkitsevästi ”Lumi”-testissä ( $p < 0.05$ ) ja ”Rullis”-tesissä ( $p < 0.01$ ).



KUVA 11. Lumi- ja rullaluistelutestien aikojen keskiarvojen ja ryhmänsisäisten muuttujien vertailu. Katkoviiva havainnollistaa aikakäyrän suunta. \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$

### 7.1.2 Syke

Ratatesteissä keskisyke oli suksilla  $143 \pm 32$  krt/min ja rullaluistimilla  $140 \pm 23$  krt/min eivätkä ne eronneet tilastollisesti merkitsevästi. Suksilla saavutettiin harjoituksen aikana korkeampi syke (164 krt/min) kuin rullaluistimilla (158 krt/min). Tämä tapahtui suksilla harjoituksen lopussa (60 min kohdalla), kun se rullaluistimilla tapahtui harjoituksen alkupuolella (20 min kohdalla). Kuvasta 12 selviää, että syke nousi nopeimmin ”Rullis”-testissä 20 minuutin kohdalle saavuttaen korkeimman keskimääräisen sykearvonsa, jonka jälkeen ”Lumi”-testin syke ylitti sen hieman. Kuvasta näkyy kuitenkin se, että syke pysyy suhteellisen tasaisena molemmissa testeissä 20:stä minuutista harjoituksen loppuun asti. Kolmestakymmenestä minuutista eteenpäin syke oli hieman yli 10 krt/min suurempi lumitestissä jokaisessa mittauskohdassa.



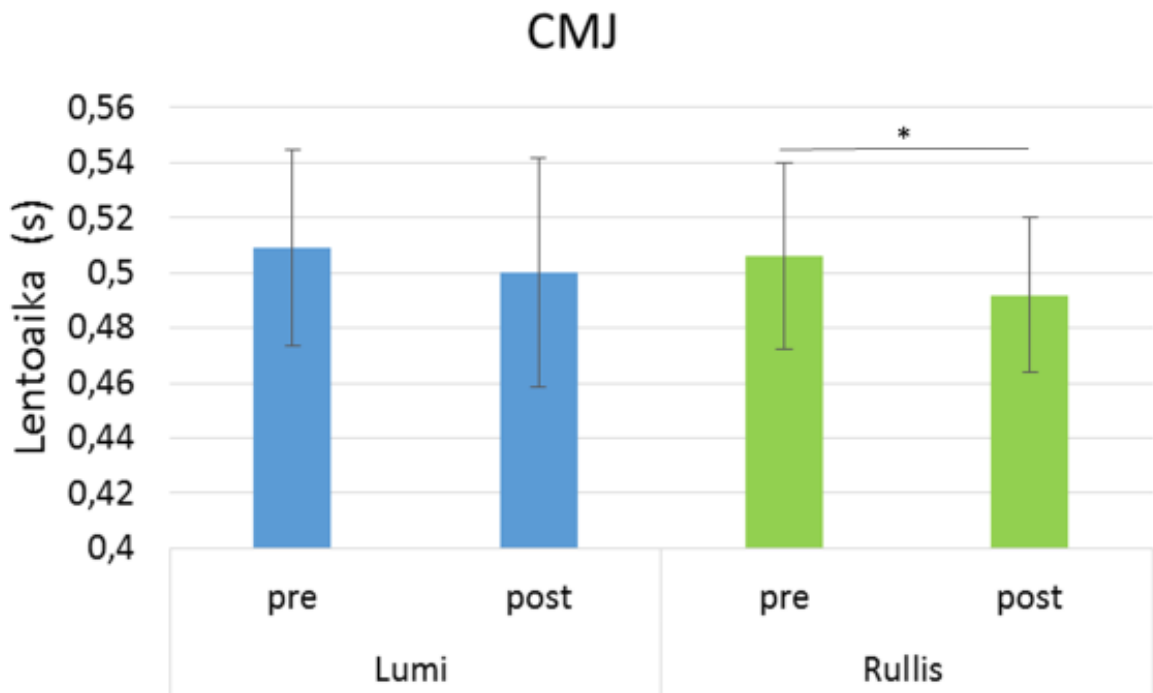
KUVA 12. Ratatestien keskisykkeiden (HR) käyrät sekä jokaisen mittauskohdan keskimääräiset sykearvot. Keskiarvojen ja ryhmänsisäisten muuttujien vertailu. \*\*P<0.01

Ratatestien välillä ei havaittu merkitsevää eroa lepo- tai loppusykkeissä. ”Lumi”- ja ”Rullis”-testin ryhmänsisäinen lepo- ja loppusyke (60 min) eroavat toisistaan merkitsevästi ( $p < 0.01$ ). Leposykkeen ja 20 min sykkeen välillä löytyi ryhmänsisäinen tilastollisesti merkitsevä ero: ”Lumi” -testissä ( $p < 0.01$ ) ja ”Rullis”-testissä ( $p < 0.01$ ). Ratatestien väliset sykkeet levosta kahteenkymmeneen minuuttiin asti eivät eronneet toisistaan merkitsevästi. Seuraavien mittauskohtien (20-60 min) sykkeiden välillä ei ollut merkitsevää eroa ryhmän sisällä eikä myöskään ratatestien välillä.

### 7.1.3 Kevennyshyppy

Suksilla suoritettuna rataharjoitusta edeltävän kevennyshyppyn tulos oli  $0.509 \pm 0.034$  sekuntia ja sen jälkeinen  $0.5 \pm 0.042$  sekuntia. Näiden tuloksien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Rullaluistelutestien ennen ja jälkeen harjoitusta mitatun kevennyshyppyn välillä sen sijaan

oli tilastollisesti merkitsevä ero ( $p < 0.05$ ), jolloin tulos ennen harjoitusta oli keskimäärin  $0.506 \pm 0.034$  sekuntia ja sen jälkeen vastaavasti  $0.492 \pm 0.028$  sekuntia, mikä vastaa noin 3 %:in erotusta (kuva 13). ”Lumi”- ja ”Rullis”-testien harjoitusta edeltävien ja jälkeisten kevennyshyppytuloksien keskiarvojen muutoksien vertailussa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa. Pelkästään harjoituksen jälkeisten tuloksien vertailtaessa ei löydetty tilastollisesti merkitsevää eroa ratatestien välillä eron ollessa vain noin 1.5 %.

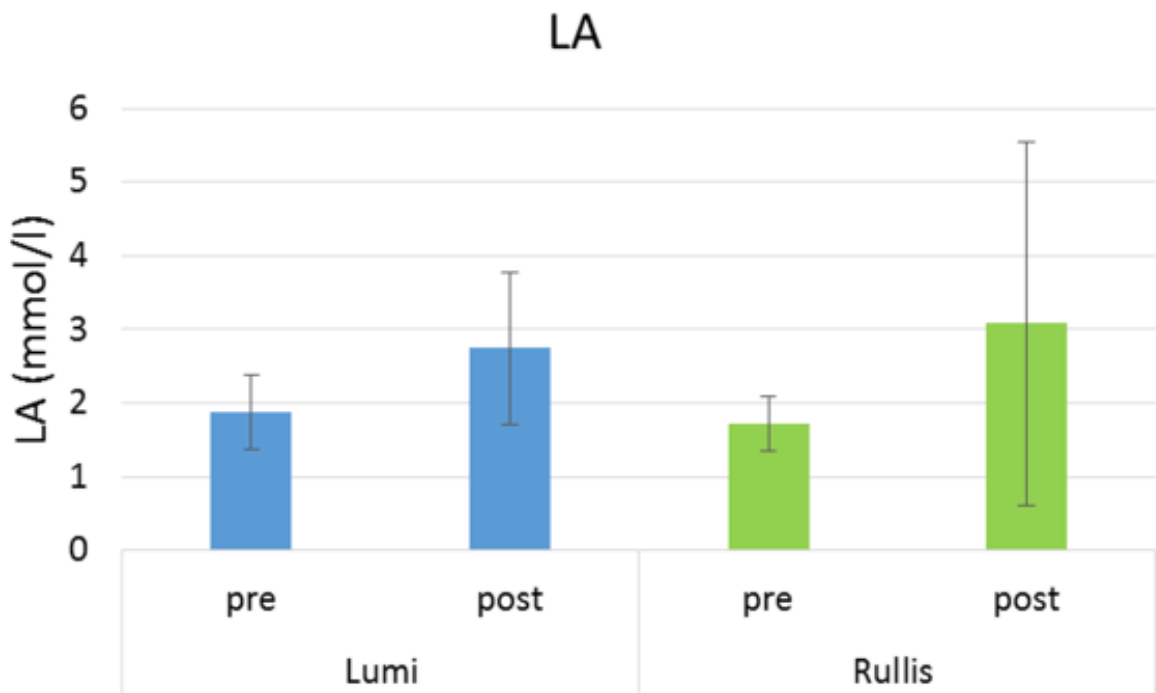


KUVA 13. Ratatestien kevennyshyppytulokset (CMJ) koko ryhmän keskiarvona  $\pm$  keskihajonta. \*  $P < 0.05$

#### 7.1.4 Laktaatti

Lumi-testin harjoitusta edeltävä laktaattiarvo oli  $1.88 \pm 0.51$  mmol/l ja jälkeistä  $2.74 \pm 1.04$  mmol/l. Vastaavat arvot ”Rullis”-testissä olivat  $1.72 \pm 0.36$  mmol/l ennen harjoitusta ja  $3.08 \pm 2.47$  mmol/l sen jälkeen. Harjoitusten edeltävien tai jälkeisten arvojen välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa. Ratatestien harjoitusten edeltävien ja jälkeisten laktaattituloksien keskiarvojen muutoksien vertailussa ei myöskään ollut tilastollisesti merkitsevää eroa (kuva 14). Yksittäisten ratatestien laktaattimittauksessa ero harjoitusta edeltävästä jälkeiseen arvoon oli keskimäärin noin 31 % ”Lumi-testissä” ja noin 44 % ”Rullis”-

testissä. Vaihtelu pienemmän ja suuremman harjoituksen jälkeisen laktaattiarvon välillä on erityisen suuri ”Rullis”-testissä (pienin arvo 2 mmol/l ja suurin arvo 7.5 mmol/l).



KUVA 14. Ratatestien laktaattiarvot (LA) koko ryhmän keskiarvona  $\pm$  keskihajonta.

## 7.2 Fyysiset testit

Alaraajojen maksimaalinen isometrinen voima oli  $198 \pm 70$  kg (taulukko 5). Kevennyshyppytestin keskiarvo oli  $0.533 \pm 0.029$  sekuntia. Nopeuskestävyys testissä juostu matka oli  $151 \pm 9$  metriä. Nopeustestissä tulos oli  $3.675 \pm 0.218$  metriä. Korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä kevennyshypyn ja nopeuden välillä ( $p < 0.01$ ) sekä kevennyshypyn ja dynamometritestin välillä ( $p < 0.05$ ) (taulukko 6). Nopeuskestävyysmuuttuja ei korreloinut fyysisten testien minkään muun muuttujan kanssa.

TAULUKKO 5. Fysiikkatestien tulosten keskiarvot, -hajonta ja pienin sekä isoin arvo. Dynamometri (Dyn), kevennyshyppy (CMJ), nopeuskestävyys (Nk) ja nopeus (20 m).

Fys. testi N=7	Dyn (kg)	CMJ (s)	Nk (m)	20 m (s)
Mean	198	0.533	151.3	3.675
SD±	70	0.029	8.9	0.218
Min	135	0.489	135	3.482
Max	334	0.567	165	3.975

TAULUKKO 6. Fyysisten testien tulosten korrelatiiviset yhteydet (CMJ = kevennyshyppy; Dyn = dynamometri; 20 m = nopeus; Nk = nopeuskestävyys). \* = P<0.05, \*\* = P<0.01, (N=7)

		CMJ (s)	Dyn (kg)	20 m (s)	Nk (m)
<b>CMJ (s)</b>	<b>r</b>	1	.836*	-.938**	.515
	<b>p</b>		.019	.002	.236
<b>Dyn (kg)</b>	<b>r</b>	.836*	1	-.659	.357
	<b>p</b>	.019		.108	.432
<b>20 m (s)</b>	<b>r</b>	-.938**	-.659	1	-.624
	<b>p</b>	.002	.108		.134
<b>Nk (m)</b>	<b>r</b>	.515	.357	-.624	1
	<b>p</b>	.236	.432	.134	

Vertailtaessa fyysisten testien ja ratatestien harjoitusta edeltävien ja jälkeisten tuloksien keskinäisien muutoksien korrelaatiota kevennyshypyn ja laktaatin osalta tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei ollut (taulukko 7). Tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ratatestien kahden ensimmäisen laskun keskiarvojen ja fyysisten testien välillä ei ollut.

TAULUKKO 7. Fyysisten testien korrelatiivinen yhteys ratatestien ("Lumi" ja "Rullis") kevennyshyppy- (N=7) ja laktaattituloksien (N=5) muutoksiin harjoitusta edeltävästä jälkeiseen mittaukseen sekä kahden ensimmäisen laskun keskiarvoon (N=7). (CMJ = kevennyshyppy; LA= Laktaatti; Dyn = dynamometri; 20 m = nopeus; Nk = nopeuskestävyys). \* = P<0.05, \*\* = P<0.01

		Lumi CMJ muutos (ennen- jälkeen)	Rullis CMJ muutos (ennen- jälkeen)	Lumi LA muutos (ennen- jälkeen)	Rullis LA muutos (ennen- jälkeen)	Lumi lasku 1+2 kesk. (s)	Rullis lasku 1+2 kesk. (s)
<b>CMJ (s)</b>	<b>r</b>	.195	-.570	.477	-.714	.290	-.220
	<b>p</b>	.676	.181	.416	.175	.528	.635
<b>Dyn. (kg)</b>	<b>r</b>	.266	-.365	-.113	-.616	.152	-.453
	<b>p</b>	.565	.421	.856	.268	.744	.307
<b>20 m (s)</b>	<b>r</b>	-.224	.504	-.436	.736	-.485	-.042
	<b>p</b>	.630	.249	.463	.156	.270	.929
<b>Nk (m)</b>	<b>r</b>	-.117	.038	-.060	-.155	.515	.442
	<b>p</b>	.802	.936	.924	.803	.237	.321

Tarkasteltaessa fyysisten testien ja ratatestien tuloksia yksilötasolla huomataan suuri vaihtelu sekä laskuajoissa että testituloksissa (taulukko 8). Kahdella ensimmäisellä koehenkilöllä oli lähestulkoon yhtä nopeita aikoja (koehenkilö 1;  $17.91 \pm 0.56$  ja koehenkilö 2;  $17.97 \pm 0.46$ ) "Lumi"-testissä, ja he olivat selvästi muita nopeampia. "Rullis"-testissä laskuajoista huomataan että koehenkilöiden välillä oli huomattava ero, jolloin koehenkilö 1 oli edelleen nopein laskija, mutta koehenkilö 2 toiseksi hitain. Muiden koehenkilöiden ajat eivät eronneet niin paljon ratatestien välillä, vaikka hieman hitaimmat keskimääräiset ajat ovat havaittavissa "Rullis"-testissä. Koehenkilö 1, jolla oli nopeimmat keskimääräiset ajat molemmissa ratatesteissä sai parhaat tulokset dynamometri- (334 kg) sekä kevennyshyppytestissä (0.567 sekuntia). Koehenkilöllä 3 oli selvästi parhaat tulokset nopeus- (3.482 sekuntia) ja nopeuskestävyystestissä (165 m), ja hän oli myös keskimäärin kolmanneksi nopein "Lumi"-



testissä sekä ”Rullis”-testissä. Molemmissa ratatesteissä keskimäärin hitaimmat ajat laskeneella koehenkilöllä (koehenkilö 7) oli yhdessä koehenkilön 2 kanssa huonoimmat fyysiikka testitulokset.

TAULUKKO 8. Koehenkilöiden yksilölliset tulokset fyysisissä testeissä sekä ratatestien keskiarvot  $\pm$  keskihajonta. Koehenkilöt on järjestetty taulukossa sen mukaan miten nopea on ollut ”Lumi”-testissä. (CMJ = kevennyshyppy; Dyn = dynamometri; 20 m = nopeus; Nk = nopeuskestävyys). \*= tyttö

Kh	Dyn (kg)	CMJ (s)	Nk (m)	20 m (s)	Lumi aika (s)	Rullis aika(s)
					Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
1	334	0.567	150	3.569	17.91 $\pm$ 0.56	17.31 $\pm$ 0.50
2*	135	0.489	150	3.975	17.97 $\pm$ 0.46	21.56 $\pm$ 0.65
3	247	0.551	165	3.482	18.33 $\pm$ 0.48	18.99 $\pm$ 0.89
4	172	0.513	154	3.836	18.99 $\pm$ 0.38	19.71 $\pm$ 0.48
5	180	0.526	150	3.638	19.05 $\pm$ 0.35	18.95 $\pm$ 0.71
6*	175	0.552	155	3.515	19.32 $\pm$ 0.49	20.08 $\pm$ 0.98
7	143	0.501	135	3.898	23.61 $\pm$ 1.00	22.85 $\pm$ 1.24

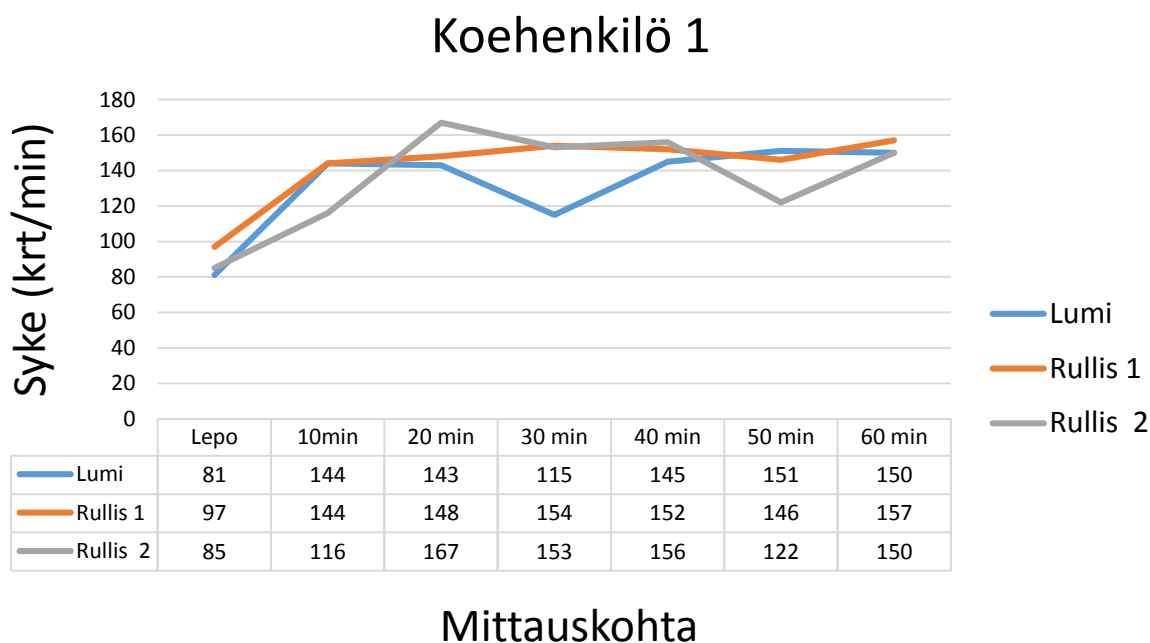
### 7.3 Tapaustutkimus

**Fyysiset testit.** Tapaustutkimuksessa seurattiin miten erilaiset fyysiset ominaisuudet ja rullaluistelutulokset paranivat kahdella koehenkilöllä, kahdeksan viikon harjoittelun aikana. Fyysisissä testeissä (taulukko 9) ainoastaan alaraajojen isometrisessä maksimivoimassa (dynamometri) voidaan havaita pieni parannus tuloksissa molemmilla koehenkilöillä (noin 2 %), mutta kaikissa muissa testeissä tulokset huononevat hieman tai pysyvät samana pre- ja post-mittauksissa.

TAULUKKO 9. Fysiikkatestien tulokset ennen ja jälkeen 8 viikon harjoittelujakson. K1= koehenkilö 1, K2= koehenkilö 2

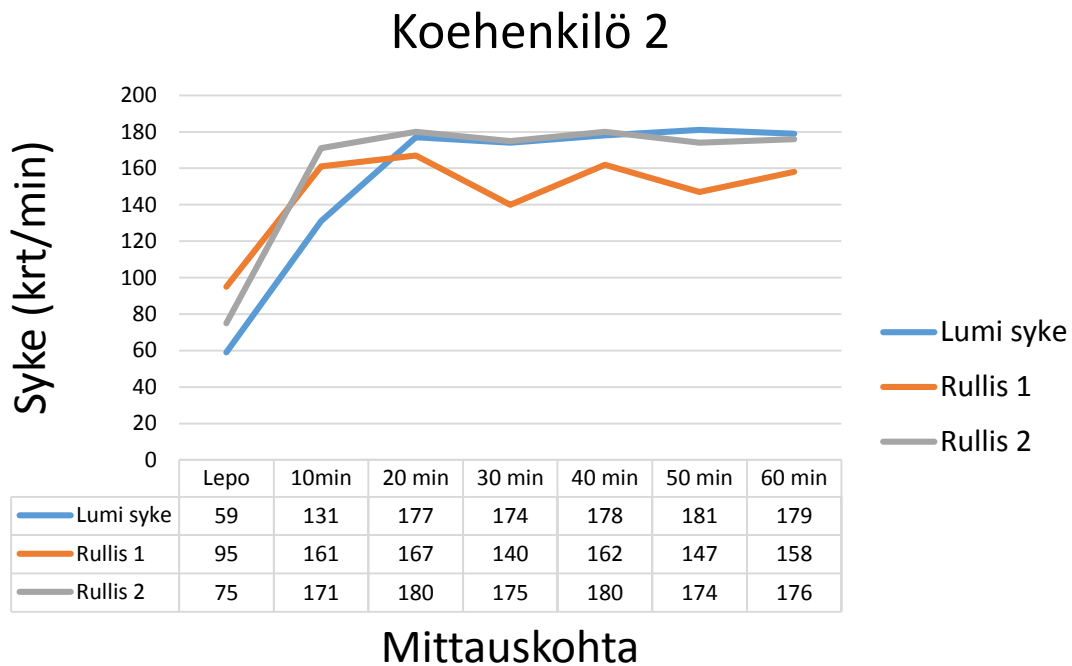
Testi	K1 pre	K1 post	K2 pre	K2 post
Dynamometri (kg)	172	176	334	340
Kevennyshyppy (s)	0.513	0.509	0.567	0.534
Nopeuskestävyys (m)	154	140	150	150
20 m nopeus (s)	3.836	4.04	3.569	3.732

**Syke.** Koehenkilöiden sykkeet molemmissa ratatesteissä on esitetty kuviossa 6 ja 7. Koehenkilöllä 1 näkyy paljon vaihtelua sykkeessä pitkin harjoitusta, kun vertailee ”Lumi”-testiä ”Rullis”-testiin (kuva 15). Yhteistä testeissä on kuitenkin se, että syke 60 minuutin kohdalla on joka kerta lähes samalla tasolla. ”Lumi”-testin ja ”Rullis 1”-testin sykkeet käyttäytyvät lähes samalla tavalla paitsi 30 minuutin kohdalla, jolloin ”Lumi”-testin syke putoaa huomattavan alhaiseksi (115 krt/min). ”Rullis 2”-testissä koehenkilön syke nousee muihin testauskertoihin verrattuna korkeammalle tasolle, mutta näyttäisi laskevan muiden testien sykekäyrien tasolle loppua kohti.



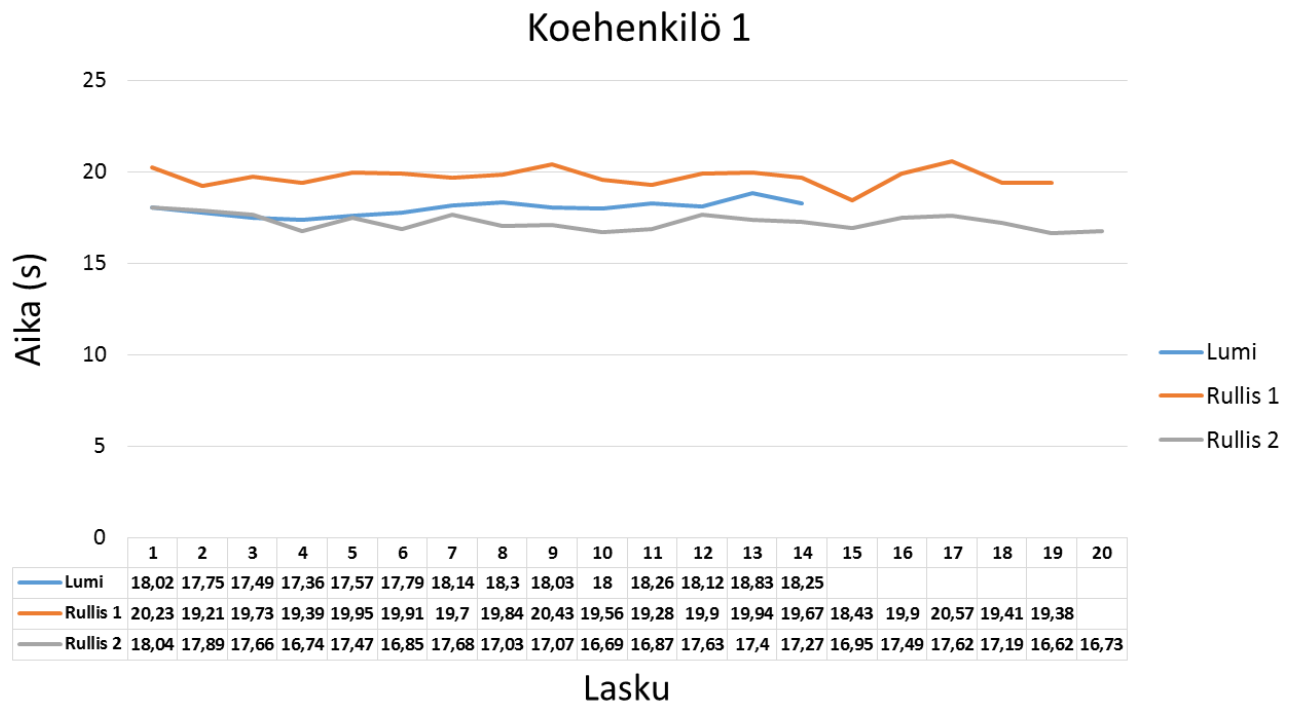
KUVA 15. Koehenkilö 1 syketulokset kaikissa kolmessa ratatestissä.

Koehenkilöllä 2 ”Lumi”-testin ja ”Rullis 2”-testin sykkeet käyttäytyvät lähes samanlaisesti noin 20 min harjoittelun jälkeen, vaikka syke lähtee jyrkempään nousuun rullaluistelutestissä (kuva 16). ”Rullis 1”-testissä on havaittavissa selkeä vaihtelu sykkeessä läpi koko harjoituksen ja loppusyke eroaa huomattavasti muista testikerroista.



KUVA 16. Koehenkilö 2 syketulokset kaikissa kolmessa ratatestissä.

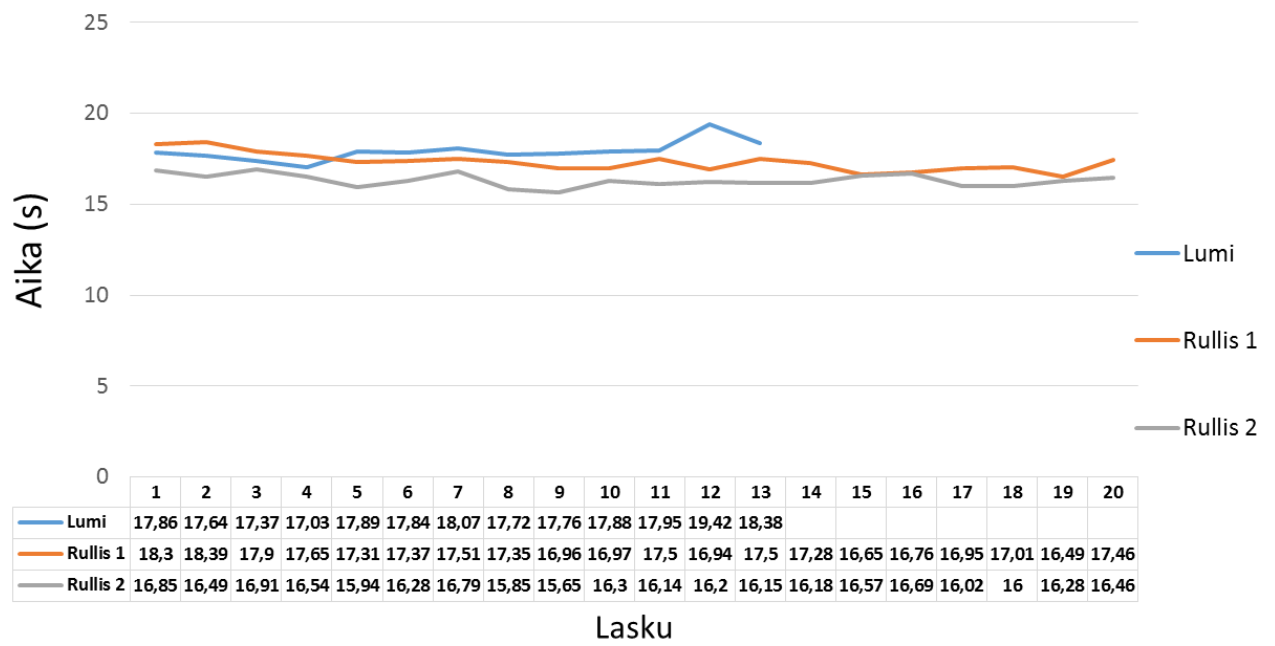
**Laskuajat.** Molempien koehenkilöiden aikoja seurattiin kaikissa kolmessa ratatesteissä. Koehenkilö 1 ratatestien aikojen keskiarvo ja –hajonta olivat seuraavat; ”Lumi”-testi  $17.99 \pm 0.38$  sekuntia, ”Rullis 1”-testi  $19.71 \pm 0.48$  sekuntia ja ”Rullis 2”-testi  $17.24 \pm 0.43$  sekuntia. Kuvan 17 perusteella nähdään, että ajat vaihtelevat toisistaan jonkin verran; ”Rullis 1”-testissä on selkeästi hitaimmat ajat. ”Lumi”- ja ”Rullis 2”-testin laskuajat käyttäytyvät samanlaisesti ensimmäisessä kolmessa laskussa, jonka jälkeen ”Lumi”-testin tulokset hidastuvat enemmän. Koehenkilö 1 saavutti nopeimman laskuaikansa ”Lumi”-testissä (17.36 sekuntia) neljännessä laskussa, ”Rullis 1”-testissä viidennessätoista laskussa (18.43 sekuntia) ja ”Rullis 2”-testillä yhdennessätoista laskussa (16.62 sekuntia).



KUVA 17. Koehenkilö 1 laskuaikoja jokaisesta ratatestistä.

Koehenkilö 2 keskiarvot ja -hajonnat ratatestien laskuaajoissa olivat seuraavat; ”Lumi”-testi  $17.91 \pm 0.56$  sekuntia, ”Rullis 1”-testi  $17.31 \pm 0.5$  sekuntia ja ”Rullis 2”-testi  $16.31 \pm 0.34$ . ”Lumi”-testissä ajat hidastuvat neljännen laskun jälkeen (kuva 18), jolloin nopein aika oli saavutettu (17.03 sekuntia). Ajat nopeutuvat loppua kohti ”Rullis 1”-testissä, mutta vain harjoituksen puoleen väliin ”Rullis 2”-testissä, jonka jälkeen ne hieman hidastuivat. Nopeimmat laskuajat koehenkilö on saavuttanut ”Rullis 1”-testissä yhdeksännessätoista laskussa (16.49 sekuntia) ja ”Rullis 2”-testissä yhdeksännessä laskussa (15.69 sekuntia).

## Koehenkilö 2



KUVA 18. Koehenkilö 2 laskuaikoja jokaisesta ratatestistä.

## 8 POHDINTA

### 8.1 Päätulokset

Tutkimuksen tarkoitus oli vertailla pujottelurataharjoituksen väsymysvaikutukset suksilla ja rullauistimilla juniori alppihiittäjillä. Tutkimuksen pienen koehenkilömäärän ( $n = 7$ ) takia, tulosten tulkinnassa on oltava varovainen. Ratatestien aikojen välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä ero ( $p < 0.05$ ). Tuloksista selviää, että laskuajat huononivat ensimmäisten laskujen jälkeen suksilla, mutta päinvastaista havaittiin rullauistimilla. Sykkeet olivat keskimäärin hieman korkeampia ”Lumi”-testissä, mutta käyttäytyivät lähes samalla tavalla nousemalla suhteellisen jyrkästi ensimmäisten 20 minuuttien aikana, jonka jälkeen ne tasaantuivat. ”Rullis”-testin sykkeet laskivat kuitenkin hieman ennen kuin ne tasaantuivat, ja pysyivät sen jälkeen matalampana kuin ”Lumi”-testissä. Kevennyshyppysuorituksen ero ei ollut merkitsevä ”Lumi”-testin harjoituksen edeltävän ja jälkeisen tuloksen välillä, mutta ”Rullis”-testissä ero sen sijaan oli merkitsevä ( $p < 0.05$ ). Molempien ratatestien kevennyshyppysuoritusten edeltävien ja jälkeisten mittauksen muutoksien keskinäisessä vertailussa ei löydetty tilastollisesti merkitsevää eroa. Tilastollisesti merkitsevää eroa ratatestien harjoituksen edeltävän ja jälkeisen laktaattiarvojen välillä ei löydetty eikä myöskään ollut muutoksien vertailussa. Laktaattitasot nousivat myös odotettua vähemmän. Fyysisten testien ja ratatestien kevennyshyppy- sekä laktaattituloksien harjoituksen edeltävien ja jälkeisten tuloksien muutoksien vertailussa ei löydetty tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Levänneessä tilassa (lasku 1 ja 2 keskiarvo) suoritettujen laskujen ja fyysisten testien välillä ei myöskään ollut tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota.

Tapaustutkimuksessa selvisi, ettei juuri mitään muutoksia tapahtunut mitatuissa fyysisissä ominaisuuksissa kahdeksan viikon harjoittelun seurauksena. ”Rullis 2”-testin laskuajat olivat molemmilla koehenkilöillä keskimäärin kaikista nopeimmat, mutta aikakäyrä käyttäytyi lähes samalla tavalla ”Rullis 1”-testissä, jopa hieman parannevan alusta loppuun asti. ”Lumi”-testissä ajat huononivat selkeämmin harjoituksen loppua kohti. Kaikkien kolmen ratatestien sykkeissä oli eroavaisuuksia käyrien vaihtelevuudessa, mutta koehenkilöllä 1 ”Lumi”- ja ”Rullis 1”-testin käyrät käyttäytyivät lähes samalla tavalla ja koehenkilöllä 2 vastaavasti ”Lumi”- ja ”Rullis 2”-testin käyrät.

## 8.2 Koehenkilöt

Koehenkilömäärä jäi tutkimuksessa varsin vähäiseksi ( $n=7$ ), koska poisjäävien osuus oli suuri. Näin ollen tuloksista ei voida tehdä mitään vahvoja tilastollisia johtopäätöksiä. Harmillista oli, että sukupuolijakauma oli epätasainen (viisi poikaa, kaksi tyttöä), minkä takia ei voitu tutkia sukupuolten välisiä tilastollisia eroja. Koehenkilöiden ikä vaihteli jonkin verran ( $13.8 \pm 0.96$ ), kuten myös pituus ( $161.5 \pm 8.75$ ) ja paino ( $52.64 \pm 10.36$ ), jonka takia koehenkilöiden väliset fyysiset lähtökohdat olivat hieman erilaiset. Tutkimuksessa ei siis erikseen ole huomioitu koehenkilöiden biologista ikää, jolla tietenkin on voinut olla vaikutus testituloksiin, kuten jos he ovat käyneet läpi PSV:tä (suurin kasvu voimassa puberteetti-iässä) tai miten kehittyneitä pojat olivat suhteessa tyttöihin (Beunen & Thomis 2000, Armstrong 2007 s.47-69). Koehenkilöiden taustoissa alppihiihdosta kilparyhmässä oli myös eroavaisuuksia ( $3.6 \pm 1.7$  vuotta), mutta taso oli suhteellisen tasainen lukuun ottamatta yhtä koehenkilöä, joka oli muita selvästi huonompitasoisempi laskija, mikä oli huomattavissa laskuajoissa (taulukossa 9 kyseinen asia havainnollistuu selvästi).

## 8.3 Laskuaika

Ratatestien keskimääräiset laskuajat erosivat toisistaan merkitsevästi, mutta mielenkiintoisin havainto oli kuitenkin se, että aikakäyrät kulkivat eri suuntiin (Kuvio 2), jolloin ”Lumi”-testin ajat hidastuivat ja ”Rullis”-testin ajat nopeutuivat loppua kohti. Oletuksena oli, että molemmissa testeissä olisi saavutettu nopeimmat ajat harjoituksen alussa ja, että ajat olisivat hidastuneet harjoituksen loppua kohti, vaikka ne absoluuttisesti eroaisivatkin toisistaan. On kuitenkin otettava huomioon se tosiasia, että tutkimuksessa suoritettu rullaluistelutesti oli testattavien ensimmäinen harjoitus rullaluistimilla, minkä takia oli odotettavissa, että ensimmäisissä laskuissa olisi hieman hitaimpia aikoja. Rullaluistelu on kuitenkin yleisesti käytetty harjoitusmuoto kuivaharjoittelukaudella (Ropret 2010), minkä takia se ei ollut täysin uutta koehenkilöille. Vaikuttava tekijä on myös voinut olla koehenkilöiden varovaisuus harjoituksen alussa, jolloin he vasta muutaman laskun jälkeen ovat uskaltaneet laittaa enemmän tehoa suoritukseen. Taulukossa 8 näkyy muun muassa se, miten hyvätasoinen laskija voi laskea selvästi hitaampia aikoja rullaluistimilla kuin suksilla, mikä osaltaan tukisi ehdotusta

jännittymisestä sekä epävarmuudesta rullaluistelusuorituksessa. Suksilla laskuajat käyttäytyivät odotetusti, saavuttaen nopeimman aikansa ensimmäisillä laskuilla. Tämä on kilpalaskettelu näkökulmasta tärkeää, koska parhaat mahdolliset laskut on suoritettava kahdessa kilpasuorituksessa (Schaller 1984 s.64-89, Neumayr ym. 2003).

Laskumäärät huomioiden voisi ajatella, että rullaluistelun 20 laskua kuormittaisi elimistöä enemmän kuin ”Lumi”-testin 14 laskua, ja siten johtaisi selvempään väsymykseen. On kuitenkin huomioitava se, että ajat paranivat rullaluistelutestissä, mikä päinvastoin viittaisi siihen, että väsymystä ei olisi ollut huomattavasti testin lopussa. ”Lumi”-testi sen sijaan voisi antaa viitteitä kyseisestä asiasta. Nopeimmat laskuajat suksilla saavutettiin keskimäärin neljännessä laskussa, jonka jälkeen ajat hidastuivat suhteellisen tasaisesti kertoen siitä, että jonkinlaiset väsyttävät tekijät ovat vaikuttaneet laskijoihin. Näitä tekijöitä voi olla useita ja niiden fysiologisesti vaikuttavia tekijöitä pohditaan tarkemmin tulevissa kappaleissa. Pelkästään ratatestien aikoja seuratessa voisi ehdottaa, että suksilla tapahtuva rasitus kuormittaa kehoa enemmän kuin rullaluistimilla, johtaen siihen, että tietyn ajan jälkeen ei enää jaksa tai pysty laskemaan yhtä nopeita aikoja tai yhtä hyvin. ”Lumi”-testin tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0.05$ ) laskuaikojen hidastuminen verrattuna ”Rullis”-testin tilastollisesti merkitsevään ( $p < 0.01$ ) laskuaikojen nopeutumiseen tukee tätä käsitystä. Laskuaikojen huononeminen suksilla voi olla yhteyksissä psyykkisiin tekijöihin kuten keskittymisen huononemiseen, mikä vuorostaan on voinut vaikuttaa negatiivisesti laskutekniikkaan (Schaller 1984 s.90-93, Neumayr ym. 2003).

Yksi tärkeä tekijä, mikä on voinut vaikuttaa laskuaikaan lumella, mutta ei rullaluistimilla, on harjoitusalueen kulumisen radalla harjoituksen kuluessa. Olosuhteet olivat hyvät (+5 astetta ja pouta), ja edellisinä päivinä oli ollut kylmiä öitä, jolloin oli hyvin onnistuttu kunnostamaan rinnettä. Lumen pinta oli tarpeeksi kova mutta ei kuitenkaan jäinen. Radalla monta laskua laskiessa, alusta kuluu ja uria sekä lumivalleja syntyy. Näitä yleisiä ongelmatekijöitä onnistuttiin hyvin minimoimaan vapaaehtoisilla radan kunnostajilla. Tästä huolimatta ei voida sulkea pois sitä tosiasiaa, että kuluneella radalla on vaikeampi laskea kovaa ja sillä voi jopa joutua tekemään enemmän töitä, jotta lasku säilyisi teknisesti hyvänä harjoituksen loppuun asti (Schaller 1984 s.90-93, Neumayr ym. 2003). Tätä ongelmaa ei tietenkään ole rullaluistimilla, kun lasketaan asfaltilla, mihin rullaluistimet eivät vaikuta juuri millään tavalla. Tämän perusteella voisi mahdollisesti olettaa, että rullaluistelurata tarjoaa optimaalisemman laskualueen (olettaen että se lähtökohtaisesti on tasainen ja hyvässä kunnossa), jossa pinnan kunto ei heikennä laskunopeutta harjoituksen aikana.



## 8.4 Syke

Ratatestien keskisykkeet korreloivat vahvasti ( $p < 0.01$ ) toistensa kanssa. Sykkeet käyttäytyivät lähes samalla tavalla testien aikana, vaikka ne ”Rullis”-testissä nousivat keskimäärin hieman nopeammin testin alussa saavuttaen korkeimman sykearvon 20 min kohdalla, kun taas ”Lumi”-testissä syke nousi hieman hitaammin alussa ja saavutti korkeimman arvon vasta harjoituksen lopussa (60 min kohdalla). Mielenkiintoista on, että vaikka laskuajat käyttäytyivät eri tavalla ratatesteissä, niin sykkeet käyttäytyivät lähes samalla tavalla. Toinen mielenkiintoinen havainto oli, että syke nousi suksilla 20 minuuttiin asti, jonka jälkeen se tasautui, ja siihen mennessä (neljännellä laskulla keskimäärin) nopein aika oli saavutettu. Näin ollen voisi todeta, että suksilla syke nousee nopeasti siihen saakka kunnes nopein aika on saavutettu, jonka jälkeen se tasautuu. Tämä saa osittain tukea Neumayr ym. (2003) tutkimuksesta, jossa todettiin että korkein sykearvo saavutetaan radan loppuosassa kilpalaskun aikana. Tämä yhteys ei kuitenkaan ollut havaittavissa rullaluistimilla.

Toinen mielenkiintoinen asia oli se, että ”Lumi”-testin sykkeet nousivat keskimäärin hieman korkeammalle tasolle ja tasaisesti loppua kohti, vaikka testissä oli kuusi laskua vähemmän tunnin harjoittelun aikana. On vaikea tarkasti sanoa, miten lähelle maksimisykettä (HRmax) koehenkilöt pääsivät, mutta aikaisemmin Seifert ym.(2009) ja Hydren ym. (2013) ovat ehdottaneet, että syke saavuttaisi aikuisilla noin 85 % HRmax laskettelon seurauksena. On kuitenkin ehdotettu, että lapsilla olisi korkeampi syke submaksimaalisissa kuormituksissa, minkä takia HRmax prosentti on voinut olla korkeampi joillakin koehenkilöillä (Armstrong 2007 s.155-157). Myös sykkeiden perusteella voisi olettaa, että radan kulumisen ”Lumi”-testissä on yhteyksissä sykkeen tasaiseen nousuun harjoituksen loppua kohti, jolloin radan haastavampi alusta on voinut vaatia enemmän fyysistä työtä suoriutumaan laskusta mahdollisimman nopeasti ja teknisesti.

”Lumi”-testissä tauot suorituksien välillä olivat ”Rullis”-testiin verrattuna noin minuutin pidempiä, mikä koostui jonottamisesta ja hississä olemisesta. Täten olisi ehkä odotettavissa, että sykkeet olisivat nousseet korkeammalle ”Rullis”-testissä, jossa laskijat itse siirtyivät ylös lähtöpaikalle ja jossa laskujen väli oli noin 3 minuuttia, 4 minuutin sijasta. Syy siihen, miksi syke nousi hieman enemmän ”Rullis”-testin alkuvaiheessa (20 min kohdalle) voi löytyä muista kuin fyysisistä tekijöistä, kuten stressistä tai jännityksestä. Kuten aikaisemmin mainittiin, niin

rullaluisteluharjoitukset olivat koehenkilöiden ensimmäiset kuivaharjoittelukauden aikana, joten tietty epävarmuus on voinut vaikuttaa heihin.

### **8.5 Ratatestien kevennyshyppysuorituksen muutokset**

”Lumi”-testin harjoitusta edeltävän ja jälkeisen kevennyshyppytuloksien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa, kun taas ”Rullis”-testissä oli ( $p < 0.05$ ). On kuitenkin nostettava esille tosiasia, että ero ei käytännössä ollut huomattava. Ratatestien harjoitusta edeltävän ja jälkeisen mittauksen muutos oli ”Lumi”-testissä noin -2 % ja ”Rullis”-testissä noin -3 %, ja näiden muutoksien vertailussa ei löydetty tilastollisesti merkitsevää eroa. Tämän perusteella voisi ehdottaa, että molempien harjoitusmuotojen vaikutus alaraajojen räjähtävyyteen yhden tunnin harjoittelun jälkeen olisi lähes samanlainen. Syy siihen että harjoitusten edeltävien ja jälkeisten tuloksien erot olivat niin pienet voi löytyä siitä, että vaikka suoritus olikin korkeatehoinen, niin sen kesto oli niin lyhyt (keskimäärin 19 sekuntia) suhteessa palautukseen (keskimäärin 3.5 minuuttia), jolloin koehenkilöt ehtivät palautua suorituksen välissä (Armstrong 2007 s.71-97). Tosin Tomazin ym. (2008) ja Seifert ym. (2009) tutkimustulokset viittaavat siihen, että merkittäviä muutoksia maksimaalisissa voimaominaisuuksissa laskettelen seurauksena ei ilmene. Kummassakaan tutkimuksessa ei kuitenkaan mitattu räjähtävää voimaa, minkä takia on vaikeaa suoraan vertailla tuloksia kyseisen tutkimuksen tuloksiin. Mielenkiintoista oli kuitenkin se, että molemmissa tutkimuksissa laskuaika oli keskimäärin noin 45 sekuntia, minkä seurauksena olisi ehkä voinut odottaa suurempia eroja harjoituksen jälkeisessä väsymyksessä voimantuottokapasiteetin osalta.

Koska laskuajat huononivat ”Lumi”-testissä loppua kohti, olisi voinut odottaa, että jonkin asteista väsymystä olisi tapahtunut ensisijaisesti alaraajoissa, mikä osaltaan vaikuttaisi laskusuorituksen räjähtävään voimaan. Muutama tutkimus tukee kyseistä oletusta, jonka mukaan vartalon sisäänpäin nojaaminen on suurempi suksilla kuin rullaluistimilla, mikä on yhteyksissä nopeampaan vauhtiin, jolloin enemmän painetta voidaan laittaa suksiin ja siten tuottaa enemmän voimaa käänöksessä (Schaller 1984 s.97, Turnbull ym. 2009, Ropert 2010). Ristiriidassa tämän kanssa on kuitenkin se, että ”Lumi”-testin kevennyshyppysä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa suorituksessa harjoituksen edeltävän ja jälkeisen mittauksen välillä. Tästä johtuen tämän tutkimuksen perusteella ei voida todeta, että väsymys yhden lasketteluharjoituksen jälkeen olisi peräisin hermostollisista tekijöistä.

Tavallaan päinvastaista tapahtui rullaluistimilla, jossa ajat paranivat loppua kohti, mutta kevennyshyppytulokset alenivat tilastollisesti merkitsevästi ( $p < 0.05$ ). On kuitenkin muistettava ettei tuloksien ero käytännössä ollut niin suuri. Tämän perusteella voi pohtia sitä, jos kohdistunut kuormitus alaraajojen räjähtävän voimantuottokapasiteettiin, on kuitenkin ollut suurempi rullaluistimilla kuin suksilla, vaikka laskuajat eivät juuri hidastuneet harjoituksen loppua kohti. Tämän takia voisi olettaa, että ei ole pystytty tuottamaan saman verran voimaa, kuin ennen harjoituksen alkamista. Tähänkin asiaan on voinut vaikuttaa se, että koehenkilöt joutuivat itse siirtymään lähtöpaikalle, jolloin heidän fyysinen aktiivisuutensa oli suurempi kuin ”Lumi”-testissä.

## 8.6 Ratatestien laktaattimuutokset

Laktaattiarvoissa ei löydetty taistollisesti merkitsevää eroa ”Lumi” tai ”Rullis”-testin harjoitusta edeltävän ja jälkeisen mittauksen välillä. Ratatestien harjoitusten edeltävien ja jälkeisten mittausten muutoksien vertailussa ei myöskään löydetty mitään tilastollisesti merkitsevää eroa. Löydöstä, että laktaattitasot eivät juurikaan nousseet kummassakaan ratatestissä harjoituksen aikana, voidaan pitää hieman yllättävänä, koska aikaisemmin on ehdotettu että laktaattitasot voisivat olla jopa 12-15 mmol/l huipputason alppihiittäjillä yhden kilpalaskun jälkeen (Neumayr ym. 2003). Myös Tomazin ym. (2008) ehdottavat laktaattitasojen nousevan huomattavasti (ennen  $1.6 \pm 0.6$  mmol/l ja jälkeen 5 min  $7.1 \pm 1.6$  mmol/l) yhden kilpalaskun jälkeen. Syy siihen, miksi laktaattitasot eivät nousseet voi, kuten kevennyshypyn osalta olla siinä, että suoritukset olivat suhteellisen lyhyitä (Lumi  $19.23 \pm 0.51$  ja Rullis  $19.8 \pm 0.55$ ) ja tauot laskujen välillä oli suhteessa aika pitkiä, minkä takia laktaattia ei ole merkittävästi ehtinyt muodostua veressä.

Toinen syy voi olla se tosiasia, että maitohappoa erittyy kuormituksen aikana vähemmän lapsilla kuin aikuisilla, ja siihen että lasten laktaattikynnys tulee vastaan korkeammalla prosentilla VO<sub>2</sub>max:ista (Armstrong 2007 s.184). Tulokset saavat kuitenkin tukea Seifer ym. (2009) tutkimuksesta, jossa laktaattitulokset olivat lähes samanlaiset (keskimäärin 2-3 mmol/l), eivätkä nousseet merkittävästi harjoituksen aikana, vaikka harjoituksen kesto olikin 3 tuntia. On kuitenkin muistettava, että siinä tutkimuksessa koehenkilöinä oli harrastelijoita ja että laskuja ei suoritettu radalla vaan vapaalaskuina. Ratatestien laktaattituloksista on vaikea varmuudella sanoa mitään, koska tilastolliset analyysit tehtiin vain viidellä henkilöllä. Jos

katsoo pelkästään ”Lumi”- ja ”Rullis”-testien keskimääräisiä laktaattiarvoja ennen ja jälkeen harjoitusten, huomaa etteivät ne eroa toisistaan paljoakaan, jolloin voisi olettaa, että molempien laskettelumuotojen vaikutus yhden harjoituksen jälkeen olisi enemmän tai vähemmän samanlainen.

## **8.7 Fyysisten- ja ratatestien yhteydet**

Fyysisten testien tuloksissa löytyi tilastollisesti merkitsevä korrelaatio alaraajojen räjähtävyyden (kevennyshyppy) ja alaraajojen isometrisen maksimivoiman ( $p < 0.05$ ) sekä alaraajojen räjähtävyyden ja nopeuden välillä ( $p < 0.01$ ). Mahdollisimman luotettavien tuloksien saamiseksi fysiikkatesteissä olisi hyvä, jos koehenkilöillä olisi ollut sopeutumiskausi, jolloin varsinkin maksimivoimatestin suoritusta olisi voinut harjoitella. Tällä tavalla he olisivat voineet oppia kyseisen liikkeen suorittamisen ja pystyneet aktivoimaan oikeat lihakset oikealla tavalla, ja samalla oppia motivoitumaan paremmin testiä varten (Armstrong 2007 s.47-69). Koehenkilöillä oli kuitenkin mahdollisuus tutustua jalkadynamometriin EKG mittauksien yhteydessä, jolloin polvikulma mitattiin ja tehtiin muutama submaksimaalinen koesuoritus.

Fyysisten testituloksien ja ratatestien harjoitusten edeltävien ja jälkeisten (laktaatti sekä kevennyshyppy) muutoksien välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Niin ikään ei löydetty yhteyttä levänneessä tilassa suoritettun laskusuorituksen ja fyysisten testien välillä. Tämä tuskin tarkoittaa sitä, ettei fyysisen kunnon ja ratasuorituksen välillä olisi yhteyttä, mutta pikemminkin sitä, ettei tässä tutkimuksessa mitatuilla fyysisillä ominaisuuksilla ole yhteyttä harjoituksen aiheuttamaan väsymykseen alaraajojen räjähtävyydessä, veren laktaattitason nousemisessa tai miten nopeasti pystyy laskemaan. Tässä yhteydessä ei siis voida esimerkiksi sanoa, että hyvät tulokset fyysisissä testeissä olisi yhteyksissä suureen tai pieneen muutokseen harjoituksen edeltävän ja jälkeisen mittauksen välillä kevennyshypyssä tai laktaatissa. Ei myöskään voida varmuudella todeta, että nopeat laskuajat olisivat yhteydessä hyvään fyysiseen kuntoon, ainakaan tutkimuksessa käytettyjen testien perusteella. Yksilötasolla tarkastettuna voidaan kuitenkin havaita, että nopeimmalla laskijalla sekä ”Lumi”- että ”Rullis”-testissä oli parhaat tulokset voimatesteissä (Dyn ja CMJ) ja että hän kuului myös ryhmän nopeimpiin juoksutestissä. Kun tarkastelee taulukkoa 10 niin huomaa, että ”Lumi”-testissä keskimäärin toiseksi nopeimmalla koehenkilöllä oli kaikista huonoimmat tulokset fyysisissä testeissä.

Vaikka kyse on yksittäisestä tapauksesta, niin tämä viittaa siihen, että fyysinen kunto ei ainakaan junioritasolla suoraan määritä sitä miten hyvä laskija voi olla.

## 8.8 Tapaustutkimuksen pohdinta

**Fyysiset testit.** Fyysisissä testeissä ei havaittu juuri mitään eroja 8 viikon harjoitusjakson seurauksena. Ainoastaan dynamometritestissä havaittiin pieniä parannuksia molemmilla koehenkilöillä. Suuret erot dynamometritestin tuloksissa saattaa liittyä koehenkilöiden kokosekä maturiteettieroihin (Pääsuke ym. 2001). Muissa testeissä ei ollut eroa tai tulos oli jopa hieman huonontunut harjoitusjakson jälkeen. Tähän asiaan voi vaikuttaa moni asia, joista ensimmäisenä voi nostaa esille harjoittelun määrä tämän 8 viikon jakson aikana. Molemmat koehenkilöt harjoittelivat monta kertaa viikossa, ja myös muuta kuin alppiihitoon liittyvää, kuten pallopelejä ja painonnostoa, mikä on voinut johtaa väsymykseen ja mahdollisesti alentuneeseen suorituskykyyn testitilanteessa, jos lepoa ei ole ollut tarpeeksi (Armstrong 2007 s.47-69, Lloyd & Oliver 2012, Kerr 2013). On myös pohdittava miten ahkerasti koehenkilöt ovat käyneet alppiihitoharjoituksissa, joissa fyysisissä testeissä mitattavia ominaisuuksia on harjoiteltu harjoitusjakson aikana. Heidän osaltaan laskettelukausi on päättynyt, jonka jälkeen he mahdollisesti ovat mieluummin keskittyneet enemmän mm. kesäurheilulajeihin. Toinen asia mitä ei myöskään voi unohtaa on, että he ovat joillain tapaa harjoitelleet väärin, eikä kehitystä sen takia ole tapahtunut tarpeeksi tai ollenkaan.

**Syke.** Sykkeissä näkyy jonkin verran vaihtelevuutta ratatesteissä molemmilla koehenkilöillä. Koehenkilö 1 sykkeet vaihtelivat paljon testien aikana, jossa kuitenkin ”Lumi”- ja ”Rullis 1”-testin sykkeet ovat lähes samanlaisia. Koehenkilö 2 sykkeet ”Lumi”- ja ”Rullis 2”-testissä käyttäytyivät lähes samalla tavalla vaikka rullaluistelutestin syke nousi jyrkemmin testin alussa. Molempien koehenkilöiden ”Rullis 2”-testissä saavutetut korkeimmat sykearvot voivat olla seurausta harjoitusjakson aikana suoritetusta rullaluisteluharjoituksesta, jossa enemmän itseluottamusta on kehittynyt ratasuorituksessa, mikä on voinut mahdollistaa sen, että koehenkilöt ovat uskaltaneet ottaa enemmän irti itsestään suorituksessa.

**Laskuajat.** Molemmilla koehenkilöillä aikakäyrien suunnat olivat samanlaiset rullaluistelutesteissä, jossa ”Rullis 1”-testissä nopein laskuaika saavutetaan harjoituksen viimeisissä laskuissa, ja siihen asti ajat ovat parantuneet suhteellisen tasaisesti. ”Rullis 2”-

testissä sen sijaan voidaan huomata, että vaikka nopein aika tässäkin saavutettiin harjoituksen loppupuolella, niin laskuajat olivat jo harjoituksen alussa olleet melkein yhtä nopeita. Molemmilla koehenkilöillä havaittiin, että nopeimmat ajat saavutettiin ”Rullis 2”-testissä. Tämä voisi ehdotettavasti olla yhteydessä harjoitusjakson rullaluisteluharjoitteluun, jossa koehenkilöt ovat mahdollisesti saaneet enemmän taitoa ja itseluottamusta ratasuoritukseen. Ainoastaan ”Lumi”-testissä on selkeästi havaittavissa se, että nopeimman ajan saavutettua harjoituksen alkupuolella ajat huononevat loppua kohti. Tähän asiaan vaikuttava tekijä voi mahdollisesti olla aikaisemmin mainittu radan kuluminen.

**Harjoitusjakso.** Harjoitusjakson seurauksena olisi ehkä ollut odotettavissa parempia tuloksia fyysisissä testeissä. Bosco ym. (1994) ja Paton ja Hopkins (2005) tutkimukset tukevat sitä käsitystä, että voima- ja hyppyharjoittelu parantaa räjähtävyyttä ja voimantuottoa määrätietoisen harjoitusjakson seurauksena. Voidaan todeta ettei kyseinen 8 viikon mittainen harjoitusjakso ollut riittävä johtamaan parannuksiin fyysisissä ominaisuuksissa näillä kahdella koehenkilöllä. Ainoastaan rullaluistelusuorituksen kohdalla voidaan todeta, että harjoittelu on johtanut nopeampiin laskuaikoihin. Kun tarkastellaan aikoja (kuva 17 ja 18), niin huomataan ettei väsymys rullaluistelurataharjoituksessa suuresti vaikuta siihen miten nopeasti lasketaan.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KÄYTÄNNÖN SOVELLUKSET

Voidaan olettaa, että pujottelurataharjoituksen vaikutus väsymykseen alaraajojen räjähtävyydessä ja mahdollisesti myös veren laktaattitasoissa on samanlainen suksilla ja rullaluistimilla. Tämä antaa tukea alppihiihto-piireissä yleisesti hyväksytylle oletukselle, että rullaluistelu on hyvä lajia tukeva harjoitusmuoto. Laskuajat eivät näyttäisi huononevan yhtä paljon rullaluistimilla kuin suksilla harjoituksen aikana. Tämän perusteella voisi ehdottaa, että asfaltti on harjoitusalueena optimaalinen, koska se ei kulu harjoituksen aikana, jolloin se ei myöskään vaikuta negatiivisesti laskun laatuun, mitä taas lumella enemmän tai vähemmän tapahtuu. Tutkimuksessa ei löydetty mitään yhteyttä lasketteluharjoituksen väsyttävän vaikutuksen jalkojenräjähtävyyteen tai laktaattitasoihin ja fyysisten testin tuloksien välillä. Tämän perusteella ei kuitenkaan voida todeta, ettei fyysinen kunto olisi yhteydessä, siihen miten paljon väsyä yhden harjoituksen aikana. Rajoittavana tekijänä tässä tutkimuksessa on ollut varsin pieni otos (N= 7), ja sen takia ei voida tehdä mitään vahvoja johtopäätöksiä. Tulevaisuudessa olisi hyvä tehdä samanlainen vertailu harjoitusmuotojen vaikutuksesta väsymykseen suuremmalla otoksella, jotta voisi tehdä tarkempia johtopäätöksiä. Tarkempien tuloksien saavuttamiseksi harjoituksen ja yhden laskun kesto voisi olla pidempi ja mittauksia voisi myös olla enemmän.

Rullaluistelua pujotteluradassa voidaan tämän tutkimuksen perusteella olettaa olevan sopiva pujottelua tukeva harjoitusmuoto, ainakin laskutapojen väsymysvaikutuksien samankaltaisuuksien suhteen. Tutkimus lisää alppihiihtovalmentajien tietoisuutta, siitä miten keho väsyä harjoituksen aikana suksilla ja rullaluistimilla pujotteluradassa lyhyissä rinteissä, ja voi siten auttaa heitä harjoituksien suunnittelemisessa.

## LÄHTEET

- Armstrong N., 2007, Advances in sport and exercise science series. Paediatric exercise physiology, Churchill Livingstone Elsevier, 378 s.
- Axtell, S., Rinehardt, K., Finn, J., Stofan, J. & Martens, D., Physiological indices of elite junior-I alpine skiers. Science and skiing, 1997, s.470-478
- Beunen, G & Thomis, M. 2000, Muscular strength development in children and adolescents. Pediatric Exercise Science, vol.12, s.174–197
- Bosco, C., Evaluation and planning of conditioning training for alpine skiers, Italia. Science and skiing,1997, s.229-250
- Bosco, C., Cotelli, F., Bonomi, R., Mognoni, P. & Roi, G., 1994, Seasonal fluctuations of selected physiological characteristics of elite alpine skiers, Italia. European Journal of Applied Physiology, nro. 69, s. 71-74
- Breil, F., Weber, S., Koller, S., Hoppeler, H. & Vogt, M., 2010, Block training periodization in alpine skiing: effects of 11-day HIT on VO<sub>2</sub>max and performance. European Journal of Applied physiology, 109:1077-1086
- Burgomaster, K., Howarth, K., Phillips, S., Rakobowchuk, M.; MacDonald, M., McGee, S. & Gibala, M., 2008, Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. Journal of Physiology, 586: 151–160.
- Emeterio, C. & González-Badillo, J., 2010, The physical and anthropometric profiles of adolescent alpine skiers and their relationship with sporting rank. Journal of Strength and Conditioning Research, vol. 24, nro. 4, 1007–1012
- Faigenbaum, A. & Myer, G., 2009, Resistance training among young athletes: safety, efficacy and injury prevention effects. British Journal of Sports Medicine, vol. 44, s.56–63
- Faigenbaum, A., Farrell, A., Fabiano, M., Radler, T., Naclerio, F., Ratamess, N. & Myer, G., 2013 a), Effects of detraining on fitness performance in 7-year-old children. Journal of strength and conditioning research, vol. 27, nro. 2, 323–330



- Faigenbaum, A., Lloyd, R. & Myer, G., 2013 b), Youth Resistance Training: Past Practices. New Perspectives, and Future Direction, Pediatric Exercise Science, vol.25, nro. 4, s. 591-604
- Gibala, M., Little, J., Van, M., Wilkin, G., Burgomaster, K., Safdar, A., Raha, S. & Tarnopolsky, M., 2006 Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *Journal of Physiology*, 575: 901– 911.
- Gorski, T., Rosser, T., Hoppeler, H. & Vogt, M., 2014 An Anthropometric and Physical Profile of Young Swiss Alpine Skiers Between 2004 and 2011. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Sveitsi, nro. 9, s. 108 -116
- Granacher, U., Goesele, A., Roggo, K., Wischer, T., Fischer, S., Zuerny, C., Gollhofer, A. & Kriemler, S., 2011 Effects and Mechanisms of Strength Training in Children. Georg Thieme Verlag KG Stuttgart, New York, *International Journal of Sports Medicine*; vol. 32, nro. 5, s. 357-364
- Gross, M., Breil, F., Lehmann, A., Hoppeler, H. & Vogt, M., 2009, Seasonal Variation of VO<sub>2</sub>max and the VO<sub>2</sub>–Work Rate Relationship in Elite Alpine Skiers. *American college of sports medicine*, Sveitsi, vol. 41, nro. 11, s.2084-2090
- Hawley, J., 2009, Molecular response to strength and endurance training: Are they incompatible? *Applied Physiology of Nutrition Metabolism.*, vol. 34, s. 355–361
- Hydren, J., Volek, J., Maresh, C., Comstock, B. & Kraemer, W, 2013, Review of Strength and Conditioning for Alpine Ski Racing. *Strength & conditioning journal*, Connecticut, osa 35, nro. 1, s. 10-29
- Iaia, F., Hellsten, Y., Nielsen, J., Fernstrom, M., Sahlin, K. & Bangsbo, J., 2009, Four weeks of speed endurance training reduces energy expenditure during exercise and maintains muscle oxidative capacity despite a reduction in training volume. *Journal of Applied Physiology* 2009, 106: 73–80.
- Izquierdo, M., Ibañez, J., Calbet, L., González-Izal, M., Navarro-Amézqueta, I., Granados, C.,

- Malanda, A., Idoate, F., González-Badillo, J., Häkkinen, K., Kraemer, E., Tirapu, I. & Gorostiaga, M., 2009, Neuromuscular Fatigue after Resistance Training. *International Journal of Sports Medicine*, vol. 30, nro. 8, s. 614-623
- Kerr, A., 2013, The role of strength and conditioning in training programs for young athletes, *SportEX Dynamics*, vol. 38, s.8-11
- LeMaster, R., 2010, *Ultimate skiing, Master the techniques of great skiing. painos 1*, USA: Blue Sky, Inc., 211 s.
- Lloyd, R & Oliver, J., 2012, The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development. *Strength and conditioning journal*, vol. 34, nro. 3, s. 1524-1602
- McArdle, W., Katch, F. & Katch, V., 2010, *Exercise physiology – energy, nutrition, and human performance, 7. painos*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.1038 s.
- Mohr, M., Krstrup, P., Nielsen, J., Nybo, L., Rasmussen, M., Juel, C. & Bangsbo, J., 2007, Effect of two different intense training regimens on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative, Comparative, Physiology*, vol. 292, s.1594–1602.
- Muehlbauer; T.; Kuehnen; M. & Granacher U. 2013, Inline skating and strength promotion in children during physical education. *Perceptual & Motor Skills: Exercise & Sport, Saksa*, vol. 117, nro. 3, s. 665-681
- Muller, E., Schwameder, H., Kornexel, E. & Raschner, C., 1997, *Science and skiing, painos 1.*, Chapman & Hall, UK, 641 s.
- Neumayr, G., Hoertnagl, H., Pfister, R., Koller, A., Eibl, G. & Raas, E., 2003, Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing. *Journal of sports medicine, Itävalta*, vol. 24, s. 571-575
- Paton, C. & Hopkins, W., 2005, Combining explosive and high-resistance training improves performance in competitive cyclists. *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol 19, nro.4, s. 826–830
- Paavolainen, L., Häkkinen, K., Hamalainen, I., Nummela, A. & Rusko, H., 1999, Explosive-

- strength training improves 5-km running time by improving running economy and muscle power. *Journal of Applied Physiology*, vol. 86, nro. 5, s. 1527–1533.
- Pääsuke, M., Ereline, J. & Gapeyeva, H., 2001, Knee extensor muscle strength and vertical jumping performance characteristics in pre-and post-pubertal boys. *Pediatr Exer Sci* 13: 60–69
- Raschner, C., Muller, E. & Schwameder, H., Kinematic and kinetic analysis of slalom turns as a basis for the development of specific training methods to improve strength and endurance, *Itävalta. Science and skiing (1997)*, s.251-261
- Ropret, R., 2010, The application of rollerblades in alpine skiers training. *Physical culture*, vol. 64, nro. 1, s.72-77
- Saunders, P., Telford, R., Peltola, E., Cunningham, R., Gore, C. & Hawley, J., 2006, Short-term plyometric training improves running economy in highly trained middle and long distance runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 20, nro. 4, s. 947–954.
- Schaller, L., 1984, *Skiing – techniques and training*, Steiger Verlag, Saksa, 152 s.
- Seifert; J.; Kröll; J.; Müller; E., 2009, The relationship of heart rate and lactate to cumulative muscle fatigue during recreational alpine skiing. *Journal of Strength and Conditioning Research, USA*, vol. 23, nro. 3, s. 698-704
- Skisport Finland, Alppihihtovalmennuksen perusteet, <http://www.skisport.fi/alppihihto/>, versio 1.1, päivitetty 8.9.2009
- Tomazin, K., Dolenc, A. & Strojnik, V., 2008 High-frequency fatigue after alpine slalom skiing. *European Journal of Applied Physiology*, vol. 103, s.189–194
- Turnbull; J., Kilding, A. & Keogh; J., 2009, Physiology of alpine skiing. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, Uusi-Seelanti*, vol. 19, nro. 2, s.146-155