

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

Anna Tuominen ja Nita Heino

LUMILAUTAILUN LAJIANALYYSI

Opinnäytetyö 2016

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	LAJIANALYYSIN MÄÄRITELMÄ	7
3	TUTKIVAN KEHITTÄMISEN PROSESSI	10
	3.1 Tutkimissuunnitelman laatiminen	10
	3.2 Manuaalinen tiedonhaku	11
	3.3 Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymysten määrittäminen	13
	3.4 Alkuperäistutkimusten haku	14
	3.5 Alkuperäistutkimusten sisäänottokriteerit	16
	3.6 Alkuperäistutkimusten valinta	17
	3.7 Alkuperäistutkimusten luotettavuuden ja laadun arviointi	18
	3.8 Tulosten analysointi ja esittäminen	18
	3.9 Lopullisen aineiston kokoaminen	20
4	LUMILAUTAILUN LAJIANALYYSI	21
	4.1 Lumilautailun olympialajit	21
	4.2 Välineet	25
	4.3 Taito ja tekniikka	26
	4.3.1 Laskuasento	27
	4.3.2 Lumilautailun perustaidot	28
	4.3.3 Laskutekniikka alppilajeissa ja lumilautacrossissa	33
	4.3.4 Laskutekniikka freestyle-lajeissa	35
	4.4 Hermolihasjärjestelmän vaatimukset	37
	4.5 Energiantuoton vaatimukset	39
	4.6 Antropometria	44
	4.7 Ympäristön asettamat vaatimukset	46
	4.8 Biomekaniikka	47
	4.8.1 Lumilautailijaan kohdistuvat voimat käänöksissä	47
	4.8.2 Käänöksen aikaiset nivelkulmat	49

4.8.3 Lumilautailijaan kohdistuvat voimat hyppyissä	50
4.8.4 Hyppyjen aikaiset nivelkulmat	54
5 POHDINTA	57
5.1 Luotettavuuden arviointi	57
5.2 Tulosten arviointi	59
5.3 Johtopäätökset ja suositukset	61
LÄHTEET	63

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapatian koulutusohjelma

ANNA TUOMINEN

NITA HEINO

Opinnäytetyö

Työn ohjaaja

Toimeksiantaja

Huhtikuu 2016

Avainsanat

Lumilautailun lajianalyysi

67 sivua

Petteri Koski, D.N.

Eeva-Liisa Friland-Paavilainen, Yliopettaja, KT

KymiCare

snowboarding, physiological characteristics,
biomechanics, sport-specific analysis

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli muodostaa lumilautailua kuvaava lajianalyysi saatavilla olevan näyttöön perustuvan, tieteellisen tiedon pohjalta. Tarkoituksena oli kartoittaa lumilautailun olympialajeissa vaadittavia fysiologisia ominaisuuksia ja lajien urheilijoille asettamia biomekaanisia vaatimuksia.

Tässä opinnäytetyössä tutkimusmetodiksi valittiin tutkiva kehittämistyö, joka koostui Suomen kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen lajianalyysiohjeistuksesta, kirjallisuudesta, manuaalisesta tiedonhausta sekä systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta. Alkuperäistutkimusten haku kohdistettiin seuraaviin tietokantoihin: PubMed (Medline), ProQuest Central sekä SportDiscus. Lajianalyysiin valikoitui lopulta yhteensä 8 alkuperäistutkimusta systemaattisten hakujen tuloksena. Kaikkien eri tiedonhakuvaiheiden tulokset analysoitiin kuvailevaa synteesiä käyttäen, ja lopullisista tuloksista koottiin lumilautailun lajianalyysi.

Eniten tutkimustietoa löydettiin lumilautailun alppilajien ja lumilautacrossin fysiologisista vaatimuksista sekä näiden ominaisuuksien merkityksestä kyseisissä lajeissa menestymiseen. Tutkittaessa biomekaniikkaa eniten tutkimustietoa löydettiin nilkkaniveleen kohdistuvista voimista, voiman momenteista sekä nivelkulmista lumilautailun aikana. Tutkimusten perusteella voidaan todeta etenkin voimantuotto-ominaisuuksien sekä anaerobisen energiantuottojärjestelmän olevan merkityksellisiä ominaisuuksia lumilautailun alppilajeissa sekä lumilautacrossissa, kun taas lumilautailun freestyle-lajeissa menestymisessä näyttäisivät korostuvan taidolliset ominaisuudet. Lumilautailussa laskijaan voidaan todeta kohdistuvan suuria voimia sekä voiman momenteja etenkin hyppyjen alastuloissa sekä leikkaavissa käänöksissä. Lisäksi lumilautailussa nivelrakenteet altistuvat epätavallisille asennoille sekä liikesuunnille, mikä saattaa kasvattaa vammaariskää kilpatason lumilautailussa huomattavasti.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Naprapathy

ANNA TUOMINEN

NITA HEINO

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

March 2016

Keywords

Sport-Specific Analysis of Elite Snowboarding

67 pages

Petteri Koski, D.N.

Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, KT

KymiCare

snowboarding, physiological characteristics,
biomechanics, sport-specific analysis

The purpose of this bachelor's thesis was to collect evidence-based, scientific information about snowboarding as a competitive Olympic discipline and collect a sport-specific analysis with relation to the physiological and biomechanical demands placed on elite snowboarders.

The study method chosen for this bachelor's thesis was exploratory development project, partly instructed by Research Institute for Olympic Sports on making a sport-specific analysis, literature review, manual search and systematic review of literature data. The database search included the following sources: PubMed (Medline), ProQuest and SportDiscus. In this thesis, 8 original articles were included. Descriptive data analysis was used to analyze the results. Sport-specific analysis was gathered based on the results.

Most of the collected information addressed the physiological demands in alpine disciplines and snowboardcross. Considering information about biomechanics, most of the results addressed forces, moments and kinematics of ankle joint complex during snowboarding maneuvers. Based on scientific review, it can be stated that power output and anaerobic energy systems are involved in alpine disciplines and in snowboardcross, whereas skills and good riding technique are emphasized in freestyle disciplines. Forces and moments of great magnitude act on a snowboarder, especially in landing situations and in a carving turns. In addition, joints of the snowboarder are exposed to uncommon positions, which emphasizes the injury risk in snowboarding.

1 JOHDANTO

Lumilautailun juuret ovat 1960-luvun Yhdysvalloissa, jossa surffaajat ja skeittaajat etsivät lajeilleen vastinetta talvikaudeksi. Kansainvälinen hiihtoliitto (FIS, International Federation of Skiing) otti lumilautailun lajivalikoimaansa vuonna 1994 ja neljä vuotta myöhemmin lumilautailu otettiin mukaan talviolympialaisten ohjelmaan, jolloin laji vakiinnutti paikkansa urheilumaailmassa. Lajin kehitys marginaalisesta vapaa-ajan harrastuksesta kasainvälisen tason kilpaurheilulajiksi on ollut erittäin nopeaa. Suomessa lajin harrastajamäärät ovat 90-luvun loppupuolelta jopa kolminkertaistuneet, ja myös kiinnostus lajia kohtaan on noussut (Suomen kuntoliitto 2009 - 2010). Huolimatta lumilautailun kasvavasta suosiosta lajin tutkimus on ollut vähäistä ja keskittynyt lähinnä vammojen syntyyn sekä eri vammamekanismeihin. Dokumentoitua tutkimustietoa etenkin huipputasen lumilautailuajoista on vähän. (Platzer, Raschner, Patterson, Lambert 2009, 1427.) Tähän saattavat vaikuttaa toisaalta lajin nuori ikä sekä lumilautakulttuuriin liittyvä kurinalaisen kilpailullisuuden välttäminen.

Lumilautailussa vammariskin on osoitettu olevan jokseenkin korkeampi kuin esimerkiksi alppihiihdossa (Kim, Endres, Johnson, Ettliger & Shealy 2012, 772). Lumilautailun eri lajit sisältävät suuria nopeuksia, korkeita hyppyjä sekä vaativia temppeja, joiden yhdistelmän oletetaan kasvattavan vammariskiä etenkin lumilautailun freestyle-lajeissa sekä lumilautacrossissa. Toisaalta myös lajin kehitys yhä suurempien lumikourujen, suurempien hyppyreiden sekä vaativampien cross-ratojen suuntaan vaatii urheilijoilta entistä parempia fyysisiä ominaisuuksia. (Torjussen & Bahr, 2005, 6.) Harjoittelun tapahtuminen kylmissä alppiolosuhteissa korkealla merenpinnan yläpuolella luo myös haasteita lumilautailijoiden fysiologiselle järjestelmälle (Turnbull, Keogh, Kilding 2011, 2).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on koota lumilautailua kuvaava analyysi saatavilla olevan kirjallisuuden, tieteellisten artikkelien sekä systemaattisen kirjallisuuskatsauksen keinoin löydettyjen tutkimusten pohjalta. Lajianalyysin määrittelyn jälkeen kuvataan tiedonhakuprosessi lajianalyysin koostamista varten. Menetelmällisesti opinnäytetyö on tutkiva kehittämistyö, jonka tavoitteena on luoda lumilautailun lajianalyysi. Kartoittamalla lajin vaatimat fyysiset ominaisuudet sekä tutkimalla lajin biomekaniikkaa ja lajisuorituksen eri osia voidaan valmennuksessa

keskittyä lajin kannalta tärkeisiin ominaisuuksiin ja toisaalta myös pienentää urheilijan riskiä vammautua. Tässä opinnäytetyössä suoritukseen vaikuttavat psyykkiset tekijät rajattiin työn ulkopuolelle.

2 LAJIANALYYSIN MÄÄRITELMÄ

Meron, Nummelan, Keskinen ja Häkkisen mukaan (2004, 410) lajianalyysin tarkoitus on toimia pohjana tavoitteelliselle urheiluvalmennukselle. Heidän mukaansa kokonaisvaltainen lajianalyysi pitää sisällään lajin ominaispiirteet, urheilija-analyysin sekä harjoitteluanalyysin. Urheilija-analyysissä tutkitaan lajin huippu-urheilijan uraa kilpailu- sekä testituloksina, ja harjoitteluanalyysissä taas lajissa käytettäviä harjoitteita sekä harjoittelua kokonaisuutena. Myös lajin kansainvälisen menestyksen ja valmennusjärjestelmän toimivuuden arviointi ovat osa kokonaisvaltaista lajianalyysiä. Lajianalyysin sisältö perustuu valmennusopillisiin havaintoihin sekä tutkimusperäiseen tietoon fysiologiasta, biomekaniikasta ja psykologiasta yhdistettynä harjoitteluun, kilpailemiseen ja valmentamiseen.

Suomen kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus KIHU on teettänyt suomalaisille lajiliitoille ohjeistuksen lajianalyysin koostamisesta. Ohjeistuksen mukaan lajianalyysin koostamisessa tulee pyrkiä objektiiviseen raporttiin, joka sisältää kuvailun itse lajista, sen vaatimuksista, kilpailutoiminnasta ja erityispiirteistä. KIHUn ohjeistuksen mukaan lajianalyysissä urheilija- sekä harjoitteluanalyysi rajataan ulkopuolelle. Lajianalyysiä tulee myös päivittää, kun lajissa itsessään tai sen säännöissä tapahtuu lajin kilpaurheilutoimintaan vaikuttavia muutoksia. (Keränen, 2015.)

KIHUn ohjeistuksessa lajianalyysiin kuuluu erillisinä osioina lajin kuvailu sekä lajissa vaadittavat ominaisuudet. Lajin kuvailuun kirjataan faktatietoa lajissa mitatuista biomekaanisista, fysiologisista sekä urheilijaa kuvaavista muuttujista. Kuvailu pitää sisällään alakohdina kuvaukset lajin historiasta, luonteesta, energiantuoton vaatimuksista, hermolihasjärjestelmän vaatimuksista, psyyken vaatimuksista sekä erityispiirteistä (ks. taulukko 1). Tarkoituksena on kuvata lajisuoritusta sen akuutissa vaiheessa.

Taulukko 1. Lajin kuvailu lajiansalysissä Keränen (2015) mukaan.

<u>Lajiesittely</u>	Lajin esittely lyhyellä historialla, sen levinneisyys, lähimenneisyydessä tapahtuneet muutokset lajissa ja keskeiset säännöt, joilla on vaikutus harjoitteluun
<u>Lajin luonne</u>	Kilpailusuorituksen kesto, palautusajat ja teho
<u>Energiantuotto</u>	Energiankulutus ja energialähteet
<u>Hermolihasjärjestelmä</u>	Kuormittuvat lihasryhmät, lihastyötavat, tuotetut voimat, voimantuottoajat, voimantuottonopeudet ja nivelten liikelaajuudet
<u>Psykye</u>	Ei persoonallisuuspiirteitä vaan ominaisuuksia jotka tukevat lajisuuritusta ja tulevat esille lajisuurituksessa esim. rohkeus, kärsivällisyys...
<u>Lajin erityisvaatimukset</u>	Antropometria, kilpailuvälineet, kilpailuolosuhteet

KIHUn ohjeistuksessa lajissa vaadittavia ominaisuuksia kuvaavassa kohdassa fyysisen suorituskyvyn eri osa-alueet kootaan taulukkoon ja pisteytetään asteikolla yhdestä kymmeneen (ks. taulukko 2). Asteikolla 1 tarkoittaa liikuntaa täysin harrastamattoman suorituskykyä, kun taas 10 ominaisuuden maksimaalista suorituskykyä. Täten asteikon vaatimustaso on objektiivisesti suhteutettuna ”inhimillisen suorituskyvyn” koko mittasteikolle. Ne ominaisuudet, joiden merkitystä lajissa ei tunneta, jätetään pisteyttämättä. Pisteytyksen yksi tarkoitus on antaa kuvaa lajissa vaadittavien eri ominaisuuksien keskinäisestä suhteesta. (Keränen, 2015.)

Taulukko 2. Lajissa vaadittavien ominaisuuksien arviointi lajianalyysissä Keräsen (2015) mukaan.

Ominaisuus	Arvo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Voima	Maksimivoima										
	Kestovoima										
	Nopeusvoima										
Nopeus	Reaktionopeus										
	Räjätävä nopeus										
	Liikenopeus										
Kestävyys	Peruskestävyys										
	Vauhtikestävyys										
	Maksimikestävyys										
	Nopeuskestävyys										
Taito	Tasapainokyky										
	Reaktiokyky										
	Rytmikyky										
	Suuntautumiskyky										
	Eroittelukyky										
	Yhdistelykyky										
	Sopeutumiskyky										
Notkeus	Liikkuvuus										
Psykye	Päätöksenteko										
	Temperamentti										
	Sosiaalisuus										
	Suunnitelmallisuus										
Kognitiiviset taidot	Havainnointi										
	Ennakointi										
	Ratkaisunteko										
	Pelikäsitys										
Taktiikka	Yksilötaktiikka										
	Joukkutaktiikka										
Esittämistäidot	Ilmaisutaito										
	Esittäminen										
	Luovuus										
	Musiikin										
	ilmentäminen										

Lajianalyysi voidaan käsittää myös vaatimusanalyysinä tai vaatimusprofiilina. Ruotsin olympiakomitean vaatimusanalyysien koordinaattorin Märten Fredrikssonin mukaan vaatimusanalyysi koostuu kuuden pääosa-alueen analysoinnista. Nämä osa-alueet ovat lajin 1) kilpailullinen rakenne 2) fyysisten ominaisuuksien vaatimustaso 3) tekniikka 4) taktiikka 5) harjoitus- ja kilpailusuoritusten analysointi sekä 6) olympiatasolla kilpailemisen vaatimukset. Ruotsissa laji- ja vaatimusanalyysin teko on osa olympiakomitean huippulahjakuusohjelmaa (Topp- och talangprogram), jossa lajiliitot keräävät olympiakomitean asettaman mallin mukaisesti lajiaan kuvaavan kattavan analyysin. Koottua lajianalyysiä päivitetään jatkuvasti ajankohtaisemmaksi. (Ruotsin olympiakomitea 2014.)

3 TUTKIVAN KEHITTÄMISEN PROSESSI

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa lumilautailun lajianalyysi, joka toteutettiin suomen kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen (KIHU) lajianalyysiohjeistusta mukaillen (taulukko 1). Menetelmäksi valittiin tutkiva kehittämistyö, jossa tiedonhaku tehtiin sekä manuaalisella tiedonhauulla että systemaattisen kirjallisuuskatsauksen keinoin. Tutkivalla kehittämistyöllä tarkoitetaan prosessia, jonka tavoitteena on tuottaa uusia tai parantaa jo olemassa olevia palveluja, menetelmiä tai järjestelmiä (Heikkilä, Jokinen & Nurmela 2008, 55). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus on tieteellinen menetelmä, jonka tarkoituksena on koota valitusta aiheesta jo olemassa oleva tutkimustieto ja esittää se mahdollisimman kattavana kokonaisuutena (Pudas-tähkä & Axelin 2007, 46).

3.1 Tutkimissuunnitelman laatiminen

Tutkiva kehittämishanke koostuu eri vaiheista, jotka ketjuuntuneena muodostavat tavoitteellisen toimintakokonaisuuden ja joiden avulla lopulta saavutetaan tavoiteltu tulos (Heikkilä & al 2008). Tämä opinnäytetyö toteutettiin kolmessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa haettiin tietoa manuaalisesti eri kirjallisuuskatsauksista, lehdistä, lajiliittojen internet-sivuilta sekä kongressijulkaisuista. Näin hankittiin tietoa mm. lumilautailun historiasta, säännöistä, välineistä sekä harjoitusfysiologiasta. Toisessa vaiheessa suoritettiin systemaattinen tiedonhaku niistä lajianalyysin rungon aihealueista, joista manuaalisella tiedonhauulla ei löydetty riittävästi tietoa. Näistä aihealueista nousivat muodostetut tutkimuskysymykset, joiden perusteella valittiin systemaattisessa tiedonhaussa käytettävät hakutermit. Systemaattisella haululla löydetty tutkimukset luettiin ja arvioitiin asetettujen sisäänottokriteerien valossa ja lajianalyysin valitut alkuperäistutkimukset arvioitiin sekä analysoitiin. Kolmannessa vaiheessa sekä manuaalisella että systemaattisella tiedonhauulla hankittu tieto koottiin yhtenäiseksi lajianalyysiksi.

- 1) Manuaalinen tiedonhaku eri lähteistä → Aiheeseen perehtyminen sekä tiedonhaku
- 2) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus → Tieteellisten alkuperäistutkimuksien kattava haku sekä tulosten analysointi
- 3) Lajianalyysin koostaminen

Systemaattinen kirjallisuuskatsaus etenee vaihe vaiheelta aina katsauksen suunnittelusta alkuperäistutkimusten hakuun ja analysointiin sekä tulosten raportointiin. Kaikki työvaiheet raportoidaan tarkkaan katsauksen toistettavuuden ja virheettömyyden mahdollistamiseksi. (Johansson 2007, 5.) Suunnitteluvaiheessa määritetään aiheen rajaavat tutkimuskysymykset, valitaan alkuperäisten tutkimusten hakemisessa käytettävät menetelmät sekä määritellään alkuperäistutkimusten sisäänotto- ja poissulkukriteerit. Suunnitteluvaiheessa määritetään myös alkuperäistutkimusten laatuksiteerit sekä analysointimenetelmät. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 39.)

3.2 Manuaalinen tiedonhaku

Manuaalisella tiedonhauulla löydetty tutkimukset, artikkelit sekä julkaisut on esitelty taulukossa 3 ja käytetyt kirjalllähteet taulukossa 4. Näiden lisäksi tietoa hankittiin kansainvälisen hiihtoliiton sekä Suomen että Kanadan hiihdonopettajien Internet-sivuilta löytyvistä materiaaleista.

Taulukko 3. Manuaalisella tiedonhauulla löydetty tutkimukset, artikkelit sekä julkaisut.

Tekijät, vuosi, tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tai julkaisun tarkoitus	Tutkimusmenetelmä
Argüelles, J., De la Fuente, B., Tarnas, J. & Dominguez-Castells, R. 2011. <i>First Section of the Course Performance as a Critical Aspect In Skicross Competition: 2010 Olympic & World Cup Analysis</i>	Tutkia miten johtoasema radan ensimmäisessä käänöksessä vaikuttaa lopulliseen maaliintulojärjestykseen skicrossissa	Havainnointitutkimus n(kilpailusuoritukset)=56
Connor, D. 2013. <i>Influence of Stance Position on Stress and Performance Factors During Snowboarding</i>	Verrata kuinka laskusento vaikuttaa lumilautailijan yleiseen stressivasteeseen sekä suorituskykytekijöihin	Kokeellinen kenttätutkimus n(naiset)=3 ja n(miehet)=10
Gurshman, G. 2005. <i>Modern Alpine Racing Technique.</i>	Havainnoida ja tutkia mailman parhaiden alppihiihtäjien laskutekniikassa ilmeneviä yhteisiä piirteitä	Asiantuntija-artikkeli
Kim, S., Endres, N., Johnson, R., Ettlinger, C. & Shealy, J. 2012. <i>Snowboarding Injuries - Trends Over Time and Comparisons With Alpine Skiing Injuries</i>	Tutkia lumilautailun tyyppivammoja ja vammamekanismeja sekä niissä tapatuneita muutoksia vuosikymmenien aikana sekä verrata lumilautailussa esiintyviä vammoja alppihiihdossa esiintyviin vammoihin	Tapaus-kontrollitutkimus n(lumilautailijat)=345 ja n(alppihiihtäjät)=400

Tekijät, vuosi, tutkimuksen nimi	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä
Kipp, R. 1998. <i>Physiological Analysis and Training for Snowboard's Halfpipe Event</i>	Tutkia miten sydämen syke ja veren laktaattitasot vaihtelevat yksittäisen laskusuorituksen sekä harjoituspäivän aikana halfpipessa	Kokeellinen kenttätutkimus n(miehet)= 3
Kirkpatrick, D., Hunter, R., Janes, P., Mastrangelo, J. & Nicholas, R. 1998. <i>The Snowboarder's Foot and Ankle</i>	Tutkia laskettelukeskuksista saatuja tietoja lumilautailussa tapahtuneista nilkan ja jalkaterän vammoista sekä tutkia niiden tyyppisiä ja jakaantumista	Prospektiivinen tutkimus n(raportit)=3213
McAlpine, P. 2010. <i>Biomechanical Analysis of Snowboard Jump Landings: A focus on the Ankle Joint Complex</i>	Väitöstyö, joka sisälsi viisi eri tutkimusta: 1) Tutkimus, jossa tutkittiin kehon liikkeitä sekä onnistuneissa että kaatumiseen johtaneissa hyppyjen alastuloissa 2) Tutkimus, jossa tutkittiin siteiden asetusten vaikutusta lumilautailijaan kohdistuviin kontaktivoimiin hypyn alastulossa 3) Tutkimus, jossa tutkittiin siteiden asetusten vaikutusta alaraajojen nivelten kinetiikkaan ja kinematiikkaan hypyn alastulossa 4) Tutkimus, jossa tutkittiin lumilautakengän (uusi/käytetty) vaikutusta alaraajojen kinetiikkaan ja kinematiikkaan hypyn alastulossa 5) Tutkimus, jossa tutkittiin hyppykorkeuden vaikutusta lumilautailijaan kohdistuviin kontaktivoimiin hypyn alastulossa	1) Havainnointitutkimus n(hypyt)=704, 2) Kokeellinen tutkimus n(hypyt)=12, 3) Kokeellinen tutkimus n(hypyt)=12, 4) Kokeellinen seurantatutkimus n(kenkäpari)=5 ja n(hypyt)=8, 5)
McAlpine, P. & Kersting, U. 2006. <i>Development Of a Field Testing Protocol For the Biomechanical Analysis of Snowboard Jump Landings - A Pilot Study</i>	Kehittää testausmenetelmä, jolla kerätää tietoa nilkanivelen liikkeistä sekä kinematiikasta oikeassa lumilautailuympäristössä	Pilottitutkimus, kokeellinen kenttätutkimus
O'Shea, M. 2004. <i>Snowboard Jumping, Newton's Second Law and the Force on Landing</i>	Soveltaa fysiikan lakeja hypystä alastuloon lumilautailussa sekä selittää, mitkä tekijät vaikuttavat laskijaan kohdistuvien voimien minimoimiseen	Asiantuntija-artikkeli
Torjussen, J. & Bahr, R. 2005. <i>Injuries among competitive snowboarders at the national elite level</i>	Tutkia kansallisen tason lumilautailijoilla esiintyviä vammoja sekä vammamekanismeja 1) keräämällä tietoa yhden kauden aikana kilpailuissa syntyneitä vammoja sekä 2) haastattelemalla kilpailuihin osallistuneita urheilijoita	1) Prospektiivinen tutkimus, n(urheilijat)=1465, 2) Retrospektiivinen tutkimus n(haastatellut urheilijat)=163
Turnbull, J., Keogh, J. & Kilding, A. 2011. <i>Strength and Conditioning Considerations for Elite Snowboard Halfpipe</i>	Kuvata huipputason halfpipe-suorituksen biomekaniikkaa sekä sen merkitystä urheilijan fyysiseen suorituskäyvyn kannalta	Asiantuntija-artikkeli

Taulukko 4. Tutkimuksessa käytetyt kirjallähteet

Tekijät	Teos, julkaisuvuosi	Otsikko
Canadian Assosiation of snowboard instructors	Reference Guide, 2012–2013	The Fundamental Snowboarding Skills
Häkkinen, K., Mäkelä, M. & Mero A.	Urheiluvalmennus, 2004	Voima
Keskinen, K.,	Urheiluvalmennus, 2004	Antropometria
Mero, A.	Urheiluvalmennus, 2004	Taito ja Tekniikka
Nummela, A.	Urheiluvalmennus, 2004	Energia- aineenvaihdunta ja Kuormitus
Nummela, A., Keskinen, K. & Vuorimaa, T.	Urheiluvalmennus, 2004	Kestävyys
Powers, S. & Howley, E.	Exercise physiology, 2015	Physiology of Exercise
Powers, S. & Howley, E.	Exercise physiology, 2015	Exercise and the Enviroment
Rusko, H. & Tikkanen, H.	Urheiluvalmennus, 2004	Vuoristoharjoittelu ja Alppimajaharjoittelu
Woolman, G. 2008	Routledge handbook of biomechanics and human movement science	The Biomechanics of Snowboarding

3.3 Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymysten määrittäminen

Suunnitteluvaiheessa määritetään tutkimuskysymykset, joihin tutkimuksessa etsitään vastauksia. Tutkimuskysymyksiä voi olla yhdestä kolmeen ja ne tulisi muotoilla mahdollisimman selkeästi. (Johansson 2007, 6.) Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella haluttiin tässä opinnäytetyössä selvittää fysiologisia sekä biomekaanisia vaatimuksia huipputasen lumilautailussa. Vaikka psyykkisten ominaisuuksien vaatimusten arviointi kuuluu lajiantalyysiin (Keränen 2015), ne rajattiin tässä opinnäytetyössä ulkopuolelle.

Koehakuvaiheessa eri fyysisille ominaisuuksille oli määritetty omat tutkimuskysymyksensä. Haettaessa tutkimuksia moniin eri tutkimuskysymyksiin samat tutkimukset kuitenkin toistuivat riippumatta siitä, mihin fyysisen suorituskyvyn

eri osa-alueeseen haku kohdistettiin. Tästä syystä lopullisessa työssä tutkimuskysymykset määräytyivät seuraavasti:

1. Mitä fyysisiä ominaisuuksia vaaditaan huipputason lumilautailussa?
2. Millaisia biomekaanisia vaatimuksia on huipputason lumilautailussa?

3.4 Alkuperäistutkimusten haku

Alkuperäistutkimusten haku tapahtuu sähköisesti eri tietokannoista. Tässä opinnäytetyössä haut kohdistettiin niihin tietolähteisiin, joista uskottiin löytyvän tutkimuskysymysten kannalta oleellista tietoa. (Kääriäinen & Lahtinen, 40.) Alkuperäistutkimusten haku perustuu hakustrategioihin, joiden tarkoituksena on löytää kaikki tutkimuskysymysten kannalta oleelliset tutkimukset. Hakustrategian tarkka noudattaminen kuuluu systemaattisen kirjallisuuskatsauksen prosessiin. Hakustrategia tulee dokumentoida tarkasti, jotta työ olisi tieteellisesti pätevä ja toistettavissa. (Pudas-Tähkä & Axelin, 49–50.) Hakustrategiassa tulee määritellä käytettävät tietokannat, vapaat tekstisanat sekä indeksoidut termit. Haut sekä niiden rajaukset määritellään kuhunkin tietokantaan erikseen, sillä jokaisessa tietokannassa on erilaiset hakustrategiat. (Kääriäinen & Lahtinen, 40.) Tässä opinnäytetyössä alkuperäistutkimusten haussa käytettiin seuraavia elektronisia tietokantoja: ProQuest Central, SportDiscus ja PubMed (ks. taulukko 4).

Taulukko 5. Tutkimuksessa käytetyt elektroniset tietokannat

Tietokanta	Kuvaus
PubMed (Medline)	Lääketieteen pää tietokanta, joka sisältää yli 24 miljoonaa lääketieteen sekä muiden terveystieteellisten alojen tieteellisten julkaisujen viitetiedot (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)
ProQuest Central	Tällä hetkellä suurin yksittäinen tietokanta, josta voi hakea samanaikaisesti lukuisista eri tietokannoista monilta eri tutkimusaloilta (http://search.proquest.com.xhalax-ng.kyamk.fi:2048/index)
SportDiscus (Ebsco)	Urheilun sekä urheilulääketieteen johtava tietokanta, joka yli 2 miljoonaa tallennetta, kuten kokotekstiartikkeleita, kirjoja, kirjojen kappaleita, konferenssijulkaisuja sekä lehtiartikkeleita https://www.ebscohost.com/academic/sportdiscus

Tässä opinnäytetyössä hakusanoiksi valittiin *snowboarding*, *biomechanics* ja *physiological characteristics*. Hakusanat pyrittiin valitsemaan siten, että ne kuvaisivat valittuja tutkimuskysymyksiä mahdollisimman kattavasti ja täsmällisesti.

Lokakuussa 2015 suoritettiin ensimmäiset koehaut valittuihin tietokantoihin. Tällöin tarkoituksena oli testata valittuja hakusanoja sekä tutustua tietokantoihin. Varsinaiset haut suoritettiin joulukuussa 2015. Ensimmäisenä varsinaiset haut tehtiin PubMed – tietokantaan seuraavilla valinnoilla:

- 1) Tarkennettu haku
- 2) Hakusanan *Snowboarding* hakualueeksi valittiin *title/abstract*
- 3) Hakusana *Snowboarding* yhdistettiin erikseen hakusanoihin *Physiological characteristics* ja *biomechanics*, joiden hakualueiksi valittiin *all fields*
- 4) Hakusanat yhdistettiin sanalla *AND*
- 5) Hakukoneella ei ollut mahdollista rajata tuloksia vain vertaisarvioituihin tutkimuksiin

Toiseksi varsinaiset haut tehtiin ProQuest – tietokantaan seuraavilla valinnoilla:

- 1) Tarkennettu haku
- 2) Hakusana *Snowboarding* hakualueeksi valittiin *abstract*
- 3) Hakusana *Snowboarding* yhdistettiin erikseen hakusanoihin *Physiological characteristics* ja *biomechanics*, joiden hakualueiksi valittiin *anywhere*
- 4) Hakusanat yhdistettiin sanalla *AND*
- 5) Haku rajattiin vain vertaisarvioituihin tutkimuksiin

Kolmanneksi varsinaiset haut tehtiin SportDiscus – tietokantaan seuraavilla valinnoilla:

- 1) Tarkennettu haku
- 2) Hakusana *Snowboarding* hakualueeksi valittiin *AB abstract*
- 3) Hakusana *Snowboarding* yhdistettiin erikseen hakusanoihin *Physiological characteristics* ja *biomechanics*, joiden hakualueiksi valittiin *TX All Text*
- 4) Hakusanat yhdistettiin sanalla *AND*
- 5) Haku rajattiin vain vertaisarvioituihin tutkimuksiin

Löydettyjen tutkimusten määrät eri hakusanoilla tietokannoittain on esitelty taulukoissa 6 ja 7.

Taulukko 6. Ensimmäisen tutkimuskysymyksen ”Mitä fyysisiä ominaisuuksia vaaditaan menestymiseen huipputason lumilautailussa?” käytetyt hakusanat ja tulokset

Tietokanta	Hakusanat	Tulokset
PubMed (Medline)	<i>Snowboarding AND Physiological characteristics</i>	3
SportDiscus	<i>Snowboarding AND Physiological characteristics</i>	1
ProQuest Central	<i>Snowboarding AND Physiological characteristics</i>	6

Taulukko 7. Toisen tutkimuskysymyksen ”Millainen on lumilautailun biomekaniikka?” käytetyt hakusanat ja tulokset tietokannoittain

Tietokanta	Hakusanat	Tulokset
PubMed (Medline)	<i>Snowboarding AND Biomechanics</i>	4
SportDiscus	<i>Snowboarding AND Biomechanics</i>	21
ProQuest Central	<i>Snowboarding AND Biomechanics</i>	11

3.5 Alkuperäistutkimusten sisäänottokriteerit

Systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen valittaville tutkimuksille tulee määritellä tarkat sisäänottokriteerit, jotka perustuvat tutkimuskysymyksiin. Kriteerit määritellään ennen tutkimukseen sisällytettävien tutkimusten valintaa. Niillä rajataan muun muassa alkuperäistutkimusten lähtökohtia, tutkimusmenetelmää ja -kohdetta, tuloksia sekä tutkimuksen laatutekijöitä. (Kääriäinen & Lahtinen, 41.) Tässä opinnäytetyössä sisäänottokriteerit ovat seuraavat:

1. Otsikosta tai abstraktista tulee käydä ilmi, että artikkeli käsittelee lumilautailun lajia, joka on edustettuna olympialaisissa tai sen lajisuorituksen osaa
2. Tutkimuksen tai artikkelin sisällön tulee olla opinnäytetyön kannalta olennainen
3. Tutkimuksen tai artikkelin tulee olla julkaistu englannin tai suomen kielellä
4. Sama tutkimus tai artikkeli otetaan mukaan vain kerran.

3.6 Alkuperäistutkimusten valinta

Alkuperäistutkimusten valinnassa tulee erityisesti kiinnittää huomiota siihen, että valitut tutkimukset ovat tutkimuskysymysten kannalta olennaisia. Hyväksyttävät sekä hylättävät alkuperäistutkimukset käydään vaiheittain läpi ja tarkastellaan, vastaavatko ne asetettuja sisäänottokriteereitä. Alkuperäistutkimuksista luetaan ensin otsikot, ja jos vastaavuus ei selviä otsikosta, valinta tehdään abstraktin tai koko alkuperäistutkimuksen perusteella. Myös alkuperäistutkimusten valinnassa jokainen vaihe raportoidaan systemaattisesti: hyväksytyjen ja hylättyjen alkuperäistutkimusten määrät sekä perusteet hylkäämiselle kirjataan ylös. (Kääriäinen & Lahtinen, 41.)

Taulukko 8. Ensimmäisen tutkimuskysymyksen ”Mitä fyysisiä ominaisuuksia vaaditaan huipputason lumilautailussa?” käytetyt hakusanat sekä hyväksytyt ja hylätyt tutkimukset tietokannoittain

Hakusanat	Tietokanta	Tulokset yhteensä	Otsikon ja/tai abstraktin perusteella hylätyt	Koko tekstin perusteella hylätyt	Päällekkäisyyden vuoksi hylätyt	Hyväksytyt
Snowboarding AND Physiological Characteristics	PubMed (Medline)	3	0	0	0	3
Snowboarding AND Physiological Characteristics	ProQuest Central	6	2	3	1	0
Snowboarding AND Physiological Characteristics	SportDiscus	1	0	0	1	0

Taulukko 9. Toisen tutkimuskysymyksen ”Millainen on lumilautailun biomekaniikka?” käytetyt hakusanat sekä hyväksytyt ja hylätyt tutkimukset tietokannoittain

Hakusanat	Tietokanta	Tulokset yhteensä	Otsikon ja/tai abstraktin perusteella hylätyt	Koko tekstin perusteella hylätyt	Päällekkäisyyden vuoksi hylätyt	Hyväksytyt
Snowboarding AND Biomechanics	PubMed (Medline)	4	0	2	1	1
Snowboarding AND Biomechanics	ProQuest Central	11	2	5	2	2
Snowboarding AND Biomechanics	SportDiscus	21	14	4	1	2

3.7 Alkuperäistutkimusten luotettavuuden ja laadun arviointi

Systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa luotettavuutta lisää valittujen alkuperäistutkimusten laadun arviointi. Tutkimussuunnitelmassa ja –kysymyksissä määritetään laadulle peruskriteerit, joita kuitenkin tarkennetaan vielä ennen lopullisten alkuperäistutkimusten valintaa. Alkuperäistutkimusten laadun arvioinnin suorittaa vähintään kaksi toisistaan riippumatonta arvioitsijaa. (Kääriäinen & Lahtinen, 41–42.) Tässä työssä hakuvaiheessa laadun arvioinnissa kiinnitettiin huomiota siihen, että valitut alkuperäistutkimukset olivat vertaisarvioituja tutkimuksia.

3.8 Tulosten analysointi ja esittäminen

Alkuperäistutkimusten haun ja laadun arvioinnin jälkeen tiedetään systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa käytettävien alkuperäistutkimusten määrä. Nämä valitut alkuperäistutkimukset muodostavat analysoitavan aineiston. Aineiston analyysin ja tulosten esittämisen tarkoituksena on saada mahdollisimman kattavat, objektiiviset sekä selkeät vastaukset asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Analysoitavan valintaan

vaikuttavat tutkimuskysymykset sekä alkuperäistutkimusten luonne, laatu, lukumäärä ja heterogeenisyys.

Alkuperäistutkimusten vähäisyyden vuoksi tässä opinnäytetyössä analyysimenetelmäksi valittiin kuvaileva synteesi. Lukumääräisesti pienten aineistojen sekä laadultaan eritasoisten alkuperäistutkimusten analysoinnissa on mielekästä käyttää kuvailevaa synteisiä. Siinä kuvataan tutkimuksen tulokset sekä ilmeiset yhtäläisyydet ja eroavaisuudet ylitulkintaa varoen. Tässä opinnäytetyössä synteessin suoritti kaksi toisistaan riippumatonta arvioitsijaa, mikä lisää synteessin luotettavuutta. (Kääriäinen & Lahtinen 43.)

Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla työhön pyrittiin löytämään tietoa lumilautailussa vaadittavista fyysisistä sekä fysiologisista ominaisuuksista sekä lumilautailun biomekaniikasta. Taulukossa 10 esitellään kuvailevan synteessin keinoin hakuprosessissa löydettyt relevantit alkuperäistutkimukset.

Taulukko 10. Opinnäytetyöhön hakujen perusteella hyväksytyt alkuperäistutkimukset

Tekijät, vuosi ja otsikko	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä
Zebrowska, A., Zyla, D., Kania, D. & Langfort, J. 2012. <i>Anaerobic and Aerobic Performance Of Elite Female and Male Snowboarders.</i>	Verrata puolalaisten huippulumilautailijoiden aerobista kapasiteettia sekä maksimaalista anaerobista tehoa kontrolliryhmään	Kokeellinen laboratoriotutkimus n(miehet)=5, n(naiset)=5
Platzer, H-P., Raschner, C., Patterson, C. & Lambert, S. 2009. <i>Comparison of Physical Characteristics and Performance Among Elite Snowboarders.</i>	Suorittaa eri fyysisiä ominaisuuksia mittaavia kuntotestejä huipputason lumilautailijoilla ja selvittää, miten kuntotestien tulokset korreloivat menestykseen eri lumilautailun lajeissa kansainvälisen hiihtoliiton sekä maailmancupin kisoissa	Kokeellinen laboratoriotutkimus, n(miehet)=21, n(naiset)=16
Vernillo, G., Pisoni, C. & Thiebat, G. 2015. <i>Physiological Characteristics of Elite Snowboarders.</i>	Suorittaa eri fyysisiä ominaisuuksia mittaavia kuntotestejä huipputason lumilautailijoilla ja selvittää, miten kuntotestien tulokset korreloivat testilaskusuoritukseen pujottelussa sekä lumilautacrossissa	Kokeellinen kenttä- ja laboratoriotutkimus, n(pujottelu)= 10, n(lumilautacross)=10
Klous, M., Müller, E. & Schwameder, H. 2014. <i>Three-Dimensional Lower Extremity Joint Loading in a Carved Ski and Snowboard Turn: A pilot study.</i>	Verrata alppihiihdossa ja lumilautailussa ohjaavan jalan nilkka- ja polviniveleen kohdistuvia voimia leikkaavan käännöksen aikana	Kokeellinen pilottitutkimus n(alppihiihtäjät)=3, n(lumilautailijat)=2

Tekijät, vuosi ja otsikko	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusmenetelmä
Klous, M., Müller, E. & Schwameder, H. 2007. <i>Lower Extremity Joint Loading In Carved Ski and Snowboard Turns.</i>	Verrata alppiihdossa ja lumilautailussa molempien jalkojen nilkka- ja polviniveliin kohdistuvia voimia leikkaavan käännöksen aikana	Kokeellinen kenttätutkimus n(alppiihtäjä)=2, n(lumilautailijat)=2
Funk, J., Srinivasan, S. & Crandall, J. 2003. <i>Snowboarder's Talus Fractures Experimentally Produced by Eversion and Dorsiflexion.</i>	Selvittää kadaveritutkimuksilla, millä nilkan liikesuunnilla (dorsifleksio & inversio, dorsifleksio & eversio) ja nilkaniveleen kohdistuvilla voimilla on yhteys taluksen processus lateralisen murtumiin lumilautailussa	Kokeellinen laboratoriotutkimus
Wijdicks, C., Rosenbach, B., Flanagan, T., Bower, G., Newman, K., Clanton, T., Engebretsen, L., LaPrade, R. & Hackett, T. 2013. <i>Injuries In Elite and Recreational Snowboarders.</i>	Selvittää lumilautailussa esiintyviä taitotasosta riippuvaisia sekä huippulumilautailijoilla esiintyviä vammoja sekä vammamekanismien biomekaniikkaa	Kirjallisuuskatsaus
Krüger, A. & Edelmann-Nüsser, J. 2009. <i>Biomechanical Analysis in Freestyle Snowboarding: Application of a Full-body Inertial Measurement System and a Bilateral Insole Measurement System.</i>	Soveltaa kahta eri mittausmenetelmää lumilautailun freestyle-lajeissa esiintyvien kineettisten ja kinemaattisten muuttujien sekä voimien mittaamiseen aidossa lumilautailuympäristössä	Kokeellinen kenttätutkimus, n=1
Delorme, S., Tavoularis, S. & Lamontagne, M. 2005. <i>Kinematics of the Ankle Joint Complex in Snowboarding.</i>	Tutkia nilkkanivelistössä tapahtuvia liikkeitä lumilautailun aikana ja selvittää, voiko mitatuilla liikkuvuuksilla selittää eroja vammojen esiintyvyydessä etu- ja takajalan tai erilaisia lumilautakenkiä käyttävien välillä	Kokeellinen kenttätutkimus, n=5

3.9 Lopullisen aineiston kokoaminen

Tässä opinnäytetyössä tutkivan kehittämistyön tavoitteena oli koota lumilautailun lajianalyysi. Kehittämistyössä käytettävä aineisto koostui manuaalisesta tiedonhausta,

tiedonhausta eri kirjallähteistä, KIHU:n lajianalyysiohjeistus sekä tutkimuksellisesta osasta, joka tässä opinnäytetyössä toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena.



Kuva 1. Lajianalyysin eri osat.

4 LUMILAUTAILUN LAJIANALYYSI

4.1 Lumilautailun olympialajit

Lumilautailu otettiin mukaan talviolympialaisten ohjelmaan Naganossa, Japanissa 1998. Tuolloin lumilautailussa kisattavat lajit olivat halfpipe sekä suurpujottelu. Suurpujottelu korvattiin seuraavissa olympialaisissa parisuurpujottelulla. Vuonna 2006 Torinossa kilpailulajeihin lisättiin lumilautacross ja myöhemmin vuonna 2014 Sotsissa mukaan tulivat vielä slopestyle sekä paripujottelu. Viimeisimpänä talviolympialaisten ohjelmaan lumilautailun lajeista hyväksyttiin big air, jossa tullaan kisaamaan Pyeongchangissa vuonna 2018. Olympialajit voidaan jakaa freestylelajeihin, alppilajeihin sekä lumilautacrossiin.

Freestyle-lajeihin kuuluvat halfpipe, slopestyle ja big air. Halfpipe eli lumikouru on nimensä mukaisesti lumesta rakennettu syvä ura (Kansainvälinen hiihtoliitto 2014, 111). Halfpipessa kilpailija laskee lumikourun läpi seinältä seinälle tehden temppuja ilmassa vertikaalisuuntaisilta seiniltä (Kipp 1998, 1). Riippuen tempusta laskija kiertyy eri akseleilla oman painopisteensä ympäri. Laskijan haasteina halfpipessa ovat toisaalta sekä mahdollisimman suuren vauhdin kerääminen ja täten hyppykorkeuden

maksimoiminen yksittäisessä hypyssä että mahdollisimman monen tempun tekeminen yhden laskusuorituksen aikana. (Turnbull, Keogh, Kilding 2011.) Slopestylella kilpailija laskee erilaisia esteitä sisältävän radan suorittaen valitsemiaan temppuja näitä esteitä hyväksikäyttäen. Slopestyle-rata saattaa sisältää esimerkiksi erilaisia reilejä ja pressibokseja, hyppyreitä, quarterpipeja sekä erilaisia seinämiä. Rata tulisi kuitenkin suunnitella siten, että sen laskemiseen kuluisi yli 20 sekuntia. (Kansainvälinen hiihtoliitto 2014, 153 - 160.) Big airssa laskettava rata koostuu nimensä mukaan yhdestä suuresta hypyristä, josta jokainen kilpailija laskee kisan aikana useamman kertasuorituksen. (Kansainvälinen hiihtoliitto 2014, 139).



Kuva 2. Halfpipe eli lumikouru (Turnbull & al. 2011, 2)

Freestyle-lajeissa laskijan suoritus arvostellaan kokonaisuutena, jossa tarkastellaan sekä yksittäisen hypyn korkeutta, temppujen vaikeusastetta ja alastulon puhtautta että koko suorituksen kulkua. Kaatumisista, epäonnistuneista laskeutumisista tai laskun keskeytymisestä vähennetään pisteitä. Yksittäisen tempun vaikeusasteen arviointiin vaikuttavat muun muassa rotaatioiden määrä, taso jonka suhteen rotaatio tapahtuu, rotaation suunta sekä tarttuminen laudan kantista rotaatioliikkeen aikana (grab). Laskun kokonaiskuvassa arvioidaan riskinottoa suorituksen aikana, radan monipuolista käyttöä sekä laudan ja radan täydellistä hallintaa. Suorituksen tulisi olla

mahdollisimman puhdas sekä kontrolloitu ja tehtyjen temppujen näyttää helpoilta.
(Kansainvälinen hiihtoliitto 2014, 111–160.)



Kuva 3. Rail-osuus slopestyle-radalla maailmancupin esikarsinnoissa Etelä-Koreassa Pyeongchangissa helmikuussa 2016 (Kansainvälinen hiihtoliitto, www.fis-ski.com)

Alppilajeihin kuuluvissa paripujottelussa sekä parisuurpujottelussa kaksi kilpailijaa laskee samanaikaisesti vierekkäisillä pujotteluradoilla rinteän alas. Radat pyritään rakentamaan maaston, rinteän kunnan sekä radan suhteen mahdollisimman identtisiksi. Sekä paripujottelussa että parisuurpujottelussa radalla on vähintään 18 porttia, joiden etäisyydet toisistaan riippuvat lajista. Parisuurpujottelussa laskettava rata on huomattavasti pidempi sekä rinne jyrkempi kuin paripujottelussa, jolloin portitkin sijoitetaan kauemmas toisistaan. (Kansainvälinen hiihtoliitto 2014, 96.)

Pujottelun karsintavaiheessa kilpailija laskee yhden laskun molemmilla radoilla. Ensimmäisen laskun jälkeen kummankin radan 16 nopeinta jatkaa seuraavaan karsintavaiheeseen. Toisessa karsintavaiheessa molempien ratojen laskuajat lasketaan yhteen, ja yhteenlaskettujen aikojen perusteella 16 nopeinta kilpailijaa jatkavat finaaleihin. Finaalissa kisataan pareittain toista laskijaa vastaan. Jokainen pari laskee finaalissa kaksi laskua, joiden välissä rataa vaihdetaan. Kahden laskun jälkeen nopein voittaa ja jatkaa kilpailussa. Neljä parasta laskijaa laskee yhteensä 10 laskua yhden kilpailun aikana. (Kansainvälinen hiihtoliitto 2014, 102.)



Kuva 4. Paripujottelun maailmancup Saksassa Winterbergissä maaliskuussa 2016
(Kansainvälinen hiihtoliitto, www.fis-ski.com)

Lumilautacrossissa osanottajien kokonaismäärästä riippuen joko 4 tai 6 kilpailijaa laskee yhtä aikaa kilpaa samalla radalla. Laskettavan radan pituus on 650–1200 metriä ja leveys vähintään 40 metriä. (Kansainvälinen hiihtoliitto 2014, 125–129.) Rata sisältää erilaisia esteitä, kuten hyppyreitää, portteja ja jyrkkiä käännöksiä, joiden takia törmäykset ovat tässä lajissa melko yleisiä (Platzer, Raschner, Patterson, Lambert 2009, 1427). Kilpailijat karsitaan finaaliin nopeimman laskuajan perusteella. Kierroksen kolme nopeinta laskijaa (jos kuusi lähtee samanaikaisesti) tai kaksi (jos neljä kilpailijaa laskee samanaikaisesti) etenevät aina seuraavalle kierrokselle. (Kansainvälinen hiihtoliitto 2014, 127.)



Kuva 5. Lumilautacrossin maailmancup Venäjällä Sunny Valleyssa helmikuussa 2016
(Kansainvälinen hiihtoliitto, www.fis-ski.com)

4.2 Välineet

Lumilautakengät on suunniteltu siten, että ne kiinnittävät laskijan jalat lumilautaan sekä avustavat laudan ohjaamisessa ja kantin hallinnassa. Verrattuna alppihiihdossa käytettäviin monoihin lumilautakengät sallivat nilkkanivelten huomattavasti vapaamman liikkeen. Lumilautakenkien valinta riippuu lumilautailun lajista sekä laskutyylistä. Pehmeät lumilautakengät sallivat suuremman nilkkanivelen liikelaajuuden, jota tarvitaan temppujen suorittamiseen esimerkiksi halfpipessa sekä erilaisissa hyppyissä. Jäykemmät kengät puolestaan rajoittavat enemmän nilkkanivelen liikettä, jolloin säären sekä nilkan liikkeet välittyvät lumilaudan kanttiin nopeammin. Jäykkiä lumilautakenkiä käytetäänkin useimmiten suurempia nopeuksia sekä pujottelutyypisiä käännöksiä vaativissa lajeissa. (Woolman 2008, 298.)

Lumilautakengän tyypillä ei näyttäisi olevan merkitystä nilkkavammojen esiintyvyyteen (Wijdicks, Rosenbach, Flanagan, Bower, Newman, Clanton, Engebretsen, LaPrade & Hackett 2014, Kirkpatrick, Hunter, Janes, Mastrangelo & Nicholas 1998). Kovien lumilautakenkien käyttö näyttäisi suojaavan nilkkaa murtumilta pehmeitä lumilautakenkiä paremmin, lukuun ottamatta telaluun processus lateralixen murtumaa (Kirkpatrick, Hunter, Janes, Mastrangelo & Nicholas 1998). Valtaosa lumilautailijoista käyttää pehmeitä lumilautakenkiä, ja niiden käytön on oletettu olevan yksi syy nilkkanivelten venähdysvammojen suurempaan

esiintyvyyteen lumilautailussa verrattuna alppihiihtoon (Delorme, Tavoularis & Lamontagne 2005, 394).

Siteet kytkevät laskijan molemmat jalat lumilautaan eivätkä ne aukea kaatumistilanteissa. Nämä molemmat ominaisuudet myötävaikuttavat nilkkanivelen sagittaalitasoon liikkeisiin siten, että laskijan tuottamat voimat välittyvät nopeammin laudan kanttiin. Siteitä on pääasiassa kahta eri tyyppiä: yleisimmin käytetyt strap- eli remmikiinnityksellä varustetut siteet sekä step-in -tyyppiset siteet.

Remmikiinnitteisissä siteissä lumilautakenkä yksinkertaisesti kiinnitetään muutamilla muovisilla remmeillä kiinni siteisiin, kun taas step-in-siteissä lumilautakengän pohja kiinnittyy suoraan siteeseen erityisellä lukitusmekanismilla. (Voolman 2008, 298.)

Jäykät lumilautakengät yhdistettynä step-in-siteisiin rajoittavat nilkkanivelistön liikkuvuutta huomattavasti verrattuna pehmeisiin lumilautakenkiin ja remmikiinnitteisiin siteisiin (Delorme & al. 2005, 402).

Lumilauta on noin 140–170 cm pitkä ja 20–30 cm leveä, rakenteeltaan eri materiaaleista kerroksittain tehty lauta (Voolman 2008, 299). Lumilaudan efektiivinen pituus kuvaa sitä osaa laudasta, joka on kontaktissa lumeen. Lumilaudan suurempi efektiivinen pituus lisää laudan stabiliteettia, mahdollistaa suuremmat nopeudet ja helpottaa lumilaudan kanttaamista (McAlpine 2010, 5). Pidempiä lumilautoja käytetäänkin suurempia nopeuksia ja loivempia käännöksiä vaativissa lajeissa. Lyhemmät lumilaudat soveltuvat ilmassa tehtäviin temppuihin sekä jyrkkiin käännöksiin, joita tarvitaan etenkin freestyle-lajeissa. (Voolman 2008, 299.) Lumilaudan jäykkyydellä on myös merkitystä. Jäykemmällä laudalla kantin kuormittaminen on helpompaa kuin joustavammalla laudalla, kun taas joustavan laudan ajatellaan myötäävän laskijaa paremmin vaikeissa maastoissa sekä hyppimisen aikana. (McAlpine 2012, 5.)

4.3 Taito ja tekniikka

Meron (2004, 241) mukaan taito ja tekniikka ovat tärkeimmät osatekijät urheilusuorituksessa. Taito voidaan jakaa yleistaitavuuteen sekä lajitaitavuuteen, joista jälkimmäinen voidaan vielä jakaa tekniikkaan ja tyyliin. Yleistaitavuudella tarkoitetaan kykyä oppia ja hallita eri suorituksia monipuolisesti. Lajitaitavuudella tarkoitetaan kykyä oppia ja tehdä lajinomaisia suorituksia mahdollisimman hyvin, kykyä korjata ilmeneviä tekniikkavirheitä sekä kykyä oppia nopeasti uusia tekniikoita.

Hyvän taidon omaaminen tarkoittaa kykyä käyttää hyvää tekniikkaa taloudellisesti, nopeasti ja tarkoituksenmukaisesti. Tyylillä puolestaan tarkoitetaan suoritustekniikassa ilmeneviä persoonallisia eroja, jotka ovat urheilijakohtaisia. (Mero 2004, 241.) Julkaistua tutkimustietoa lumilautailun laskutekniikasta on vain vähän. Laskutekniikka paripujottelussa sekä parisuurpujottelussa muistuttaa paljon alppihiihdon laskutekniikkaa, minkä vuoksi tässä kappaleessa on käytetty lähteinä myös alppihiihtoa koskevaa tutkimustietoa.

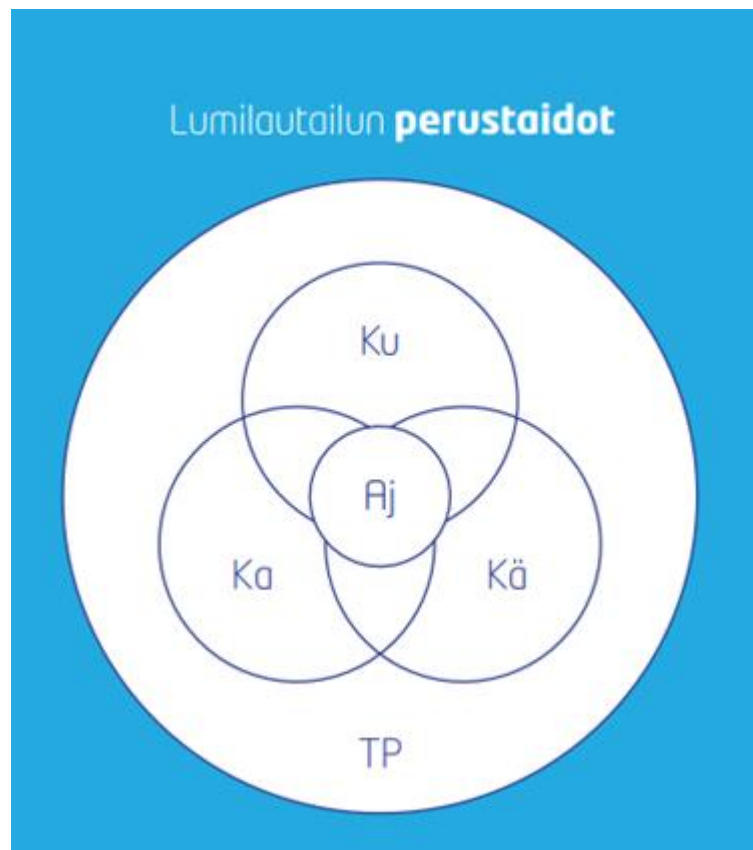
4.3.1 Laskuasento

Laskuasento eli stanssi määräytyy pitkälti yksilöllisen laskutyylin sekä lajin perusteella. Lumilautailija laskee joko vasen (*regular stance*) tai oikea jalka (*goofy stance*) edellä. Muuttujia eri stanssien välillä ovat edessä sekä takana olevien jalkojen kulmien suuruudet sekä stanssin leveys. Tavoitellessa suurempia nopeuksia molempien jalkojen kulmat asetetaan usein laskusuuntaa kohti, jolloin käännökset tapahtuvat suuremmissa kaarissa. Freestyle-lajeissa taas on tavallisempaa kääntää etummaista jalkaa 15–21 astetta eteenpäin ja taaimmaista jalkaa 15–21 astetta taaksepäin (*duck stance*), jolloin temppujen tekeminen helpottuu ja johtavan jalan vaihtaminen kesken laskusuorituksen mahdollistuu. (Woolman 2008, 299.) Kykyä laskea omaan ensisijaiseen laskuasentoon nähden vastakkainen jalka edellä (*switch stance*) vaaditaan etenkin lumilautailun freestyle-lajeissa, joissa laskija tekee alastulon erittäin usein switchinä (Connor 2013, 3). Koska molemmat jalat ovat kiinni lumilaudassa, laskijan lonkka-, polvi- sekä nilkkanivelten nivelakselit osoittavat kohtisuoraan lumilautaan nähden. Näiden nivelten fleksio- ja ekstensioliikkeillä voidaan laskea tai nostaa kehon painopistettä tai siirtää sitä kohti laudan etu- tai takakanttia. (Woolman 2008, 299–300). Stanssin leveyden valintaan vaikuttavat laskutyyli, laskijan kokemus, lumiolosuhteet. Leveä stanssi tekee laskemisesta vakaampaa, mutta myös vaikeuttaa kääntämistä. Leveälle asetettua stanssia käytetään erityisesti lumilautailun freestyle-lajeissa joissa tasapainon säilyttäminen pyritään optimoimaan. Niin sanottua ”set back” –asetusta, jossa siteiden välinen keskipiste sijoitetaan kohti laudan takaosaa laudan keskipisteeseen nähden, pidetään optimaalisimpana stanssina laskettaessa suurilla nopeuksilla tai pehmeällä lumella. (McAlpine 2010, 7.) Määrittävin tekijä stanssin valinnassa lienee kuitenkin kunkin laskijan henkilökohtaiset mieltymykset.

Lumilautailussa laskuasentoa kuvataan liikevalmiiksi perusasennoksi, jossa vartalon nivelet ovat laudan suuntaiset, paino jakautuu tasaisesti molemmille jaloille ja laskijan katse osoittaa menosuuntaan. Tukeva ja liikevalmis perusasento mahdollistaa liikeradat kaikkiin suuntiin sekä tasapainon ylläpitämisen muuttuvissa olosuhteissa. (Suomen hiihdonopettajat ry 2012, 14.)

4.3.2 Lumilautailun perustaidot

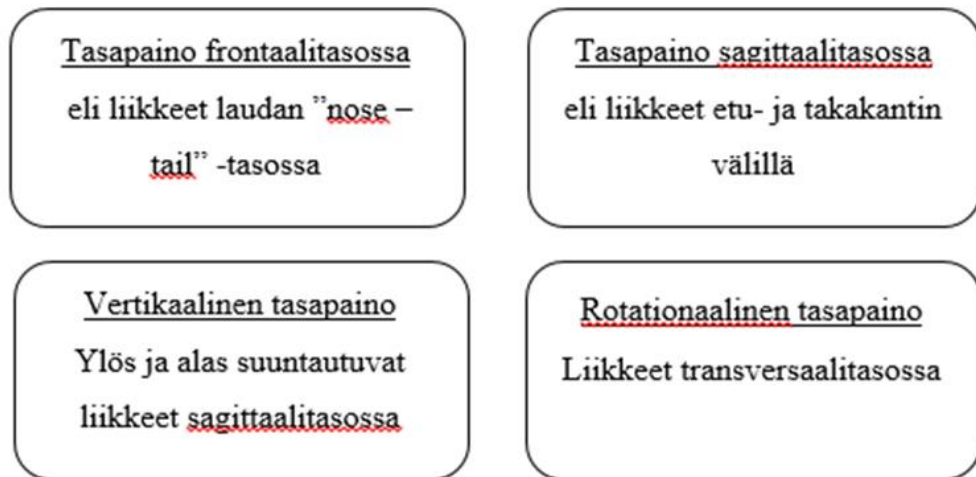
Lumilautailun perustaitoja ovat tasapaino, kanttaaminen, kuormittaminen, kääntäminen sekä ajoitus. Näiden perustaitojen ollessa tasapainossa laskemisesta tulee sujuvaa, vaivatonta ja näyttävää. (Suomen hiihdonopettajat ry 2012, 13.)



Kuva 6. Lumilautailun perustaidot ovat tasapaino, kanttaaminen, kuormittaminen, kääntäminen ja ajoitus (Suomen hiihdonopettajat ry 2012, 13)

Tasapaino. Tasapaino luo perustan kaikelle laskemiselle ja on yksi lumilautailun perustaidoista. Taitava laskija ylläpitää tasapainoaan yhdistelemällä oikea-aikaisesti muita perustaitoja (Suomen hiihdonopettajat ry 2012, 13–14.) Tasapainon säilyttäminen edellyttää, että kehon painopisteeseen kohdistuvat voimat kulkevat

tukipinta-alan eli lumilaudan läpi. Laskijan katsotaan olevan tasapainossa, kun kaikki laskijan kehoon kohdistuvat voimat ovat tasapainossa. (Canadian Association of Snowboard Instructors 2012–2013, 21–28.) Lumilautailun eri lajeissa vaaditaan etenkin dynaamista tasapainoa, eli kykyä asennon säilyttämiseen epävakaalla alustalla ja muuttuvissa olosuhteissa. (Suomen hiihdonopettajat ry 2012, 14.) Lumilautailussa vaadittava dynaaminen tasapainokyky voidaan eriyttää neljään eri komponenttiin.



Kuva 7. Perusasennon sekä dynaamisen tasapainon komponentit lumilautailussa (Canadian Association of Snowboard Instructors 2012-2013, 28)

Laskija voi kontrolloida tasapainoaan frontaalitasossa painonsiirroilla lumilaudan etu- ja takakärjen välillä. Painonsiirto tapahtuu lantion liikkeellä, jossa tarvitaan myös keskivartalon hallintaa ylävartalon stabiloimiseksi. Painonsiirron hallinta frontaalitasossa on välttämätöntä joidenkin temppujen suorittamisessa (esimerkiksi ollie & nose roll). Lisäksi siitä on hyötyä tasapainon säilyttämisessä ja vakauden lisäämisessä alastuloissa sekä laskijan lähestyessä hyppyrin reunaa. Sagittaalitasossa laskija voi kontrolloida tasapainoaan painonsiirroilla lumilaudan etu- ja takakantin (varpaiden ja kantapään) välillä. Painonsiirrot tässä tasossa ovat välttämättömiä yksinkertaisesti käännöksen suorittamisessa. Vertikaalista tasapainoa laskija kontrolloi siirtämällä kehon painopistettä pystysuunnassa. Laskija voi lisätä stabiiliteettiaan laskemalla kehon painopistettä esimerkiksi käännöksissä sekä laskettaessa vaihtelevassa maastossa. Rotationaalisen tasapainon avulla laskija kontrolloi vertikaaliakselin ympärillä vaikuttavia vääntäviä voimia. Rotationaalinen tasapaino korostuu tilanteissa, joissa laskijan on liikuttava pois keskilinjasta sekä takaisin keskilinjaan kontrolloidakseen voimia kaikissa liikkeen vaiheissa ja ylläpitääkseen tasapainon. Rotationaalisen tasapainon säilyttämiseksi vaaditaan keskivartalon voimaa

sekä laudan kantin hallintaa. (Canadian Association of Snowboard Instructors 2012–2013, 29.)

Platzer, Raschner, Patterson ja Lember (2009) tutkivat 27 huipputason lumilautailijan tasapainoa sekä sen yhteyttä menestymiseen. He suorittivat 30 sekuntia kestävän yhden jalan staattisen tasapainotestin. Testi suoritettiin molemmilla jaloilla ja tuloksista laskettua keskiarvoa pidettiin tutkimuksessa laskijan stabiliteetin mittarina. Hyvällä staattisella tasapainolla näyttäisi olevan yhteys menestymiseen ainoastaan naisten lumilautacrossissa, jossa vartalon stabiliteettia vaaditaan esteiden selvittämiseksi sekä kaatumisen välttämiseksi törmäystilanteissa. Se ei näyttäisi kuitenkaan olevan ratkaiseva ominaisuus menestymisen kannalta miehillä tai muissa lumilautailun lajeissa. (Platzer & al. 2009, 1429–1431.)

Kanttaaminen. Aina kun laskija haluaa muuttaa kulkusuuntaansa, hän joutuu kanttaamaan lumilautaa eli muodostamaan kulman laudan ja lumen välille. Tehokas ja tasapainoinen kanttaaminen tapahtuu nilkka-, polvi- ja lonkkanivelten liikkeillä kanttauskulman luomiseksi. Kanttauskulman suuruuteen vaikuttavia muuttujia ovat rinteiden jyrkkyys, lumiolosuhteet ja pinnanmuodot sekä käännöksen säde ja liikenoisuus. Tehokkaan ja tasapainoisen kanttaamisen osatekijöitä ovat laskijan kehon inkliinaatio- eli kallistusliikkeet sekä angulaatio- eli taivutusliikkeet. Inkliinaatiolla tarkoitetaan laskijan vartalon kallistusta kohti käännöksen keskipistettä ilman, että vartalon nivelissä tapahtuu merkittäviä kulmamutoksia. Angulaatiolla tarkoitetaan laskijan nilkka-, polvi- ja lonkkanivelten taivutusliikkeillä tapahtuvaa kanttauskulman luomista. Angulaatioliikkeiden aikana hartijalinjan tulisi säilyä mahdollisimman paljon rinteiden suuntaisena laskuvauhdista ja rinteiden kaltevuudesta riippuen. Tehokkaalla inkliinaation ja angulaation yhdistelemisellä saadaan aikaan jyrkempi kanttauskulma sekä tasapainoisempi käännös kuin pelkällä inkliinaatiolla. Angulaatioliikkeillä laskijan kehon painopiste siirtyy lähemmäksi lumilautaa, mikä lisää käännöksen stabiliteettia. Angulaation merkitys kantin hallinnassa korostuu jyrkässä rinteessä, kun taas loivassa rinteessä suurissa nopeuksissa laskija voi hyödyntää enemmän inkliinaatiota kantin hallinnassa. (Canadian Association of Snowboard Instructors 2012–2013, 32–33).



Kuva 8. Inklinaatio- eli kallistuskulma (punainen) sekä angulaatio- eli taivutuskulma (sininen) kanttauksen aikana (Canadian Association of Snowboard Instructors 2012–2013, 33)

Kuormittaminen. Kuormittamisella tarkoitetaan laskijan aktiivista tai pinnanmuotoja hyödyntävää paineensäätelyä lumen ja laudan välillä (Suomen hiihdonopettajat ry 2012, 16). Laskija voi säädellä painetta laudan etu- ja takaosan välillä, jalkojen koukistus- ja ojennusliikkeillä, muuttamalla kanttauskulmaa ja ohjauksen määrää tai yhdistelemällä näitä kaikkia. Lumilaudan oikea-aikainen kuormittaminen ja toisaalta myös keventäminen ovat taitoja, jotka näkyvät kokeneen laskijan laskutyylissä. Käännöksen aikaiset kevennys- ja kuormitusliikkeet voivat tapahtua joko laskijan kehon ylös- ja alaspäin suuntautuvilla liikkeillä tai näiden yhdistelmällä. Käännöksen alkuvaiheessa laskija lisää hetkellisesti lumilaudan ja lumen välistä painetta alaraajojen nopealla ojentamisella (ylöspäin keventäminen). Ojennusliikkeen pystysuuntainen liikenoisuus aiheuttaa puolestaan hetkellisen paineen keventymisen, jolloin kantinvaihto helpottuu. Mitä nopeammin ojennusliike tapahtuu, sitä enemmän painetta laskija luo laudan ja lumen välille, ja sitä voimakkaampi on myös ojennusliikkeen lopussa tapahtuva kevennys. Alaspäin keventäminen on ylöspäin keventämisen vastakohta, jossa laskija keventää laudan ja

lumen välistä painetta alaraajojen nopealla koukistamisella. Riittävän nopealla koukistusliikkeellä laskija voi eliminoida kaiken lautaan kohdistuvan paineen, jolloin laudan ja lumen välinen kontaktipinta häviää. Koukistusliikkeen pysähtyminen aiheuttaa vastaavasti hetkellisen paineen lisääntymisen lumen ja laudan välillä. (Canadian Association of Snowboard Instructors 2012–2013, 34–35.)

Ajoitus. Ajoituksella tarkoitetaan laskijan kykyä sitoa käännöksen tai tempun eri vaiheet toisiinsa (Suomen hiihdonopettajat ry 2012, 18). Taitava laskija reagoi jatkuvasti muuttuviin pinnanmuotoihin, lumitilanteeseen sekä liikenopeuteensa ja ajoittaa suorituksensa eri vaiheet oikea-aikaisesti tilanteen mukaan. Hyvän ajoitustaidon keskeinen osa-alue on hyvä koordinaatiokyky, jonka avulla laskija sitoo monet eri käännökset sekä temput toisiinsa siten, että laskeminen näyttää vaivattomalta ja sujuvalta. (Canadian Association of Snowboard Instructors 2012–2013, 37.)

Käännöksen tekeminen. Alppihiihdossa sekä lumilautailussa käännöksen tekeminen on monimutkainen tapahtuma, jonka seurauksena laskusuunta muuttuu oikealle tai vasemmalle. Käännöksen suorittamiseen vaikuttavia muuttujia ovat käännöksen säde, käännösten tiheys sekä liikenopeus suhteessa ulkoisiin muuttujiin, kuten laskettavan rinteeseen muotoon ja kaltevuuteen. (Vaverka & Vodickova 2010, 130). Yksinkertaisimmillaan käännöksen eri vaiheita ovat keventäminen, kantinvaihto sekä kuormittaminen. Onnistunut käännös vaatii siis kaikkia edellä kuvattuja perustaitoja. (Suomen hiihdonopettajat ry 2012, 18.)

Lumilautailussa on kaksi hallitsevaa käännöstyyppiä, liukuva käännös sekä leikkaava käännös. Liukuvassa käännöksessä laudan takaosan kääntösäde on suurempi kuin laudan etuosan. Leikkaavassa käännöksessä laudan takaosa taas seuraa koko käännöksen ajan laudan etuosaa, eikä laudan ja kulkusuunnan välille muodostu ohjauskulmaa. Tällöin lumeen piiryy terävä ja yksittäinen käännöksen säteen muotoinen laskujälki. (Canadian Association of Snowboard Instructors 2012–2013, 41.) Leikkaavalle käännökselle tyypilliset suuri suoritusnopeus sekä pieni kääntösäde aiheuttavat keskihakuvoiman kasvamisen sekä alaraajoihin kohdistuvan kuormituksen lisääntymisen (Klous, Müller & Schwameder 2014, 1).



Kuva 9. Leikkaava käänös, jolle tyypillistä on laudan takaosan seuraaminen laudan etuosaa koko käännöksen ajan sekä jyrkkä kanttauskulma (Canadian Association of Snowboarding Instructors 2012–2013, 41–84)

4.3.3 Laskutekniikka alppilajeissa ja lumilautacrossissa

Gurshman (2005) tutki maailman parhaiden alppihiihtäjien laskutekniikkaa parisuurpujottelussa sekä pujottelussa ja huomasi niissä paljon samankaltaisuuksia. Huippulaskijoiden laskutekniikassa ilmeneviä yhteisiä piirteitä ovat mm. crossover ja crossunder -tekniikka, suksien aikainen kanttaaminen sekä oikea-aikainen kuormittaminen laskijan tullessa oikolinjaan. Yhdistelemällä näitä kolmea tekniikkaa laskija onnistuu kiihdyttämään vauhtiaan siirtyessään käännöksestä seuraavaan. Lumilautacrossin laskutekniikkaa ei ole juurikaan tutkittu, mutta olemassa olevan tiedon perusteella mahdollisimman nopea kiihdyttäminen välittömästi lähtöportin auetessa on lopullisen sijoituksen kannalta merkityksellinen tekninen elementti (Argüelles, De la Fuente & Dominguez-Castells 2011; Platzer & al 2009).

Crossover ja crossunder. Massan keskipiste voidaan siirtää kahdella eri tapaa käännöksen puolelta toiselle. Crossover -tekniikassa massan keskipiste siirtyy suksien tai lumilaudan yli toiselle puolelle, kun taas crossunder -tekniikassa sukset tai lumilauta siirtyvät massan keskipisteen ali puolelta toiselle. Crossover -tekniikkaa käytetään etenkin jyrkillä rinneosuuksilla täydellisissä suurpujottelukäännöksissä. Crossunder -tekniikka soveltuu taas paremmin pujottelutyypisten käännösten suorittamiseen loivemmilla rinneosuuksilla, ja siihen yhdistyy useimmiten myös

suksen tai lumilaudan alaspäin keventäminen. Käytännössä molempien tekniikoiden voidaan todeta tapahtuvan yhden käännöksen aikana samanaikaisesti, jolloin massan keskipiste siirtyy sekä eteenpäin että sivulle. Käännöksen alussa laskijan suksiin kohdistama paine on pääosin suksen etuosassa ja käännöksen lopussa taas takaosassa. (Gurshman 2005.) Lumilautailussa tämä tarkoittaa sitä, että laskija kuormittaa käännöksen alkuvaiheessa enemmän laudan etuosaa ja käännöksen loppuvaiheessa taas laudan takaosaa.

Aikainen kanttaaminen. Suurpujottelussa sekä pujottelussa käännökset eivät ole täysin pyöreitä, vaan muistuttavat pikemminkin pitkää pilkkua. Suurin osa käännöksestä tehdään jo ennen oikolinjaan tuloa. Laskijan on vietävä sukset tai lumilauta kantilleen nopeasti jo hyvin aikaisessa vaiheessa käännöstä, jolloin laskijan on mahdollista kiihdyttää vauhtiaan poistuessaan oikolinjasta. Aikaisella suksien tai lumilaudan kanttaamisella laskijan on mahdollista suorittaa 70 % käännöksestä jo ennen portille tuloa.

Kuormittaminen oikolinjassa. Säilyttääkseen nopeutensa sekä kiihdyttääkseen nopeuttaan entisestään käännöksen loppuvaiheessa laskijan on kuormitettava suksia tai lumilautaa tullessaan oikolinjaan sekä laskiessaan sen läpi. Parhaat alppihiihtäjät keventävät suksiin kohdistamaansa painetta poistuessaan oikolinjasta. (Gurshman 2005.)

Nopea alku lumilautacrossissa. Argüelles, De la Fuente ja Dominguez-Castelles (2011) tutkivat skicross-kilpailijoiden sijoitusta radan ensimmäisen käännöksen kohdalla ja vertasivat sitä kilpailijan lopulliseen sijoitukseen. He arvioivat yhteensä 56 kilpailusuoritusta Vancouverin talviolympialaisissa sekä Sierra Nevadassa mm-kisoissa vuonna 2010. Suuri osa niistä kilpailijoista, jotka johtivat kilpailua ensimmäisessä käännöksessä, sijoittuivat lopulta kahden parhaan joukkoon ja etenivät seuraavalle kierrokselle (Olympialaisissa 87,5 % sekä miehissä että naisissa, MM-kisoissa miehistä 81,25 % ja naisista 87,5 %). Johdossa oleva kilpailija saa valita nopeimman ja parhaimman laskulinjan, mitä voidaan pitää merkittävänä etuna suhteessa jäljessä laskeviin kilpailijoihin. Johtoasema saavutetaan mahdollisimman nopealla kiihdyttämisellä heti lähtöportin auetessa. (Argüelles & al. 2011.) Maksimaalinen työntövoima lähtöportista on edellytys nopealle alulle ja korreloi vahvasti menestymiseen lumilautacrossissa naisilla. (Platzer & al. 2009, 1430–1431.)

Olemassa olevan tutkimustiedon valossa näyttäisikin siltä, että lumilautacrossissa hyvän laskutekniikan omaava laskija saavuttaa huippunopeutensa mahdollisimman nopeasti. Toisaalta saavutettu nopeus on myös pystyttävä säilyttämään radalla sijaitsevista käännoksistä ja esteistä huolimatta, mikä vaatii laskijalta kehon stabiliteettia sekä keskivartalon voimaa (Platzer & al. 2009, 1431).



Kuva 10. Lumilautacrossin alku maailmancupin kisoissa Sveitsissä Veysonnazissa maaliskuussa 2016 (Kansainvälinen hiihtoliitto, www.fis-ski.com)

4.3.4 Laskutekniikka freestyle-lajeissa

Freestyle-lajeissa suoritettavat temput vaativat sekä taitoa että tekniikkaa. Hyvän laskutekniikan voidaan ajatella koostuvan kolmesta osa-alueesta: mahdollisimman suuren hyppykorkeuden eli *amplitudin* saavuttamisesta, mahdollisimman haastavan tempun suorittamisesta sekä puhtaasta alastulosta (Turnbull & al. 2011, 3). Jokainen osa-alue linkittyy suoraan sitä seuraavaan vaiheeseen. Suuri hyppykorkeus maksimoi ilmassa vietetyn ajan, jolloin on mahdollista suorittaa haastavampi ja pidempi temppu, ja vastaavasti puhdas alastulo varmistaa suorituksen jatkuvuuden sekä kiihdyttämisen kohti seuraavaa hyppyä tai estettä.

Halfpipe. Yksi halfpipe-suoritus (*run*) kestää noin 20–30 sekuntia ja sisältää 6-8 hyppyä (*hit*). Halfpipessa teknisesti haastavaa on sekä ilmassa vietetyn ajan maksimoiminen että mahdollisimman monen hypyn suorittaminen yhden

kilpailusuorituksen aikana. Suorittaakseen ilmassa useampia rotaatioita puhtaasti, on laskijan massan keskipisteen saavutettava mahdollisimman paljon korkeutta yhden hypyn aikana. Laskija voi saavuttaa hyppykorkeutta esimerkiksi laskemalla horisontaalisesti alas lumikourun pohjalla, mutta tällöin laskija uhraa käytettävissä olevaa lumikourun tilaa ja vähentää mahdollisten *hittien* määrää. Mahdollisimman suuren amplitudin saavuttamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. laudan hallinta alastulossa, vaakasuuntaisen nopeuden säilyttäminen ja lisääminen sekä vaakasuuntaisen nopeuden muuttaminen pystysuuntaiseksi nopeudeksi etu-sivusuuntaisella lantion ”työnnöllä”. (*antero-lateral hip boost*) (Turnbull & al. 2011, 3.)

Tehokas laudan hallinta alastulossa varmistaa, että laskija pystyy valitsemaan hyvän laskulinjan lumikourun pohjalla. Kantin sekä laudan kulkusuunnan hallinta edellyttää epätavallisia kehon asentoja ja nivelten liikkeitä. Lautaan kohdistuvan paineen lisääminen vaatii voimakasta nilkkanivelten pronaatiota sekä suuria polvien valguskulmia, ja valmistautuminen spinneihin vaatii lanne- ja rintarangan merkittäviä fleksio- ja rotaatioliikkeitä. Toisin kuin esimerkiksi big airissa, mahdollistaakseen suorituksen jatkumisen halfpipessa laskijan on alastulossa pyrittävä säilyttämään mahdollisimman suuri osa nopeudestaan. Vähiten nopeutta menetetään laskijan liikeradan ollessa mahdollisimman paljon laskeutumispinnan suuntainen. Halfpipessa tämä tarkoittaa laskeutumista mahdollisimman ylös lumikourun seinällä, sillä laskija putoaa lumikourun seinälle kohtalaisen vertikaalisesti. Maksimoidakseen vaakasuuntaisen nopeutensa lumikourun pohjalla laskijan on alastulossa pyrittävä ”tallaamaan” (*stomp*) lumen pintaa; laskijan on siis pysyttävä mahdollisimman jäämäkkänä ja painettava lumen pintaa voimakkaasti, jotta lumen normaalivoima kiihdyttäisi laskijan nopeutta entisestään. Käytännössä tämä tapahtuu alaraajojen nopealla ja voimakkaalla ojennusliikkeellä. Lisätäkseen vertikaalisuuntaista nopeuttaan ponnistusvaiheessa laskijan on ensin kierrettävä lonkka- ja polviniveliään kohti laudan etuosaa ja tästä asennosta tuotettava taaemman jalan sekä lonkkanivelen nopea ekstensio (*antero-lateral hip boost*). Lisätäkseen nopeuttaan horisontaalitasossa laskijan on kierrettävä käsiään samanaikaisesti eteen ja ylös kohti laudan etuosaa (*latero-vertical arm thrust*). (Turnbull & al. 2011 3-5.)

Slopestyle ja big air. Tieteellistä tutkimustietoa slopestylen ja big airin

laskutekniikasta on vain vähän. Onnistuneen suorituksen edellytyksenä kuitenkin pidetään puhdasta alastuloa, joka varmistaa suorituksen jatkuvuuden (Turnbull & al

2011, 3) ja on myös yksi arviointikriteereistä (Kansainvälinen hiihtoliitto 2014, 111–160). laskeutumisen onnistumiseen vaikuttaa kohta johon laskeudutaan.

Laskeutumisen tekeminen hyppyrin nokan jälkeiselle tasaiselle alueelle (*flat*) tai alastuloa (*land*) edeltävälle harjanteelle kasvattavat kaatumisriskiä huomattavasti.

Ensikontaktissa alustaan lumilaudan on oltava mahdollisimman paljon laskeutumispinnan suuntainen, jota vältetään kantin leikkaaminen kiinni alastulossa. Myös laskeutuminen laudan kantille lisää kaatumisriskiä alastulossa, koska tällöin tasapainon ylläpitäminen vaikeutuu. (McAlpine 2010, 64–66.)

Suoritettaessa spinnejä rotaation määrällä ei näyttäisi tutkimustiedon valossa olevan vaikutusta kaatumisriskiin, mutta rotaatioliikkeen suunnalla sen sijaan näyttäisi olevan. Taaksepäin suoritettu rotaatio (*backside spins*) näyttäisi lisäävän kaatumisriskiä verrattuna eteenpäin suoritettuihin rotaatioihin (*frontside spins*) Taaksepäin suoritettujen rotaatioiden kaatumisriskiä lisää todennäköisesti se, että kierretäessä kehoa taaksepäin laskeutumisalustaa ei pysty näkemään ja täten laskeutumista ennakoimaan täydellisesti. (McAlpine 2010, 65.)

4.4 Hermolihasjärjestelmän vaatimukset

Eri tutkimuksissa mitattuja huipputasen lumilautailijoiden fyysisen suorituskyvyn arvoja on esitetty kappaleen lopussa taulukoissa 11 ja 12.

Voima jaetaan kolmeen lajiin jotka ovat nopeusvoima, maksimivoima ja kestovoima. Nopeusvoimaa voidaan tuottaa joko kertasuorituksena jolloin voimantuotto voi kestää noin 0,1 sekunnista muutamaan sekuntiin tai toistuvina suorituksina niin, että kokonaissuorituksen kesto on noin 10 sekuntia. Maksimivoimassa tuotetaan suurin mahdollinen voima joko maksimaalisella isometrisellä supistuksella tai yhden toiston maksimisuorituksella. Kestovoiman tuottaminen on pitkäkestoista, jolloin yhden suorituksen kesto voi olla jopa useita minuutteja. (Häkkinen, Mäkelä, Mero 2004, 251–253.)

Lihassupistus voi tapahtua dynaamisesti tai isometrisesti riippuen siitä muuttuuko lihaksen pituus tehdyn työn aikana. Isometrisen lihassupistuksen aikana lihaksen jännitys kasvaa, mutta sen pituus ei muutu. Lihaksen isometrinen supistuspa on yleinen voimantuottotapa etenkin asentoa ylläpitävissä lihaksissa. Dynaaminen lihassupistus voidaan jakaa eksentriseen ja konsentriseen lihassupistukseen.

Eksentrisen lihassupistuksen aikana lihaksen pituus kasvaa kun taas konsentrisen lihassupistuksen aikana sen pituus lyhenee. (Powers, Howley 2005, 177.)

Keskivartalon ja yläraajan voimantuotto. Platzer & al. (2009, 1428–1429) mittasivat itävaltalaisien huipputasen mies- ja naislumilautailijoiden keskivartalon sekä yläraajan voiman yhteyttä menestymiseen FIS- ja maailman cupin kokonaispisteissä. Vartalon voimantuottoa mitattiin isokineettisesti tuottamalla konsentrisen lonkan koukistus ja ojennus. Mittauksista saadut kehonpainoon suhteutetut ojennus- ja koukistusvoiman arvot laskettiin yhteen. Yläraajan voimaa mitattiin isometrisellä penkkipunnerruksella ja penkillä tehtävällä kulmasoudulla voimalevyllä. Mittauksista saadut kehonpainoon suhteutetut arvot laskettiin myös yhteen. Lisäksi sisälle rakennetulla lumilautacrossin lähtöä simuloivalla mittarilla mitattiin paljonko voimia vasen ja oikea käsi pystyi tuottamaan kahvoihin. Tätä testiä ei suoritettu freestyle-kilpailijoille. Keskivartalon voimalla ei näyttänyt olevan menestymisen kannalta merkitystä muissa lajeissa kuin naisten lumilautacrossissa, jossa keskivartalon voiman merkitys korostuu esimerkiksi kontaktitilanteissa. Myös ylävartalon voimantuotolla oli merkittävä yhteys menestymiseen naisten lumilautacrossissa. Lumilautacrossissa mahdollisimman nopean lähtö on merkittävä tekijä loppusijoitusten kannalta ja juurikin tästä syystä ylävartalon ja keskivartalon posteriorisen lihastoimintaketjun voimantuotto ovat tärkeitä ominaisuuksia lumilautacrossissa.

Alaraajan voimantuotto. Platzer & al. (2009, 1428) mittasivat alaraajan voimantuottoa polven konsentrisessä ojennuksessa ja koukistuksessa. Voimantuottoa mitattiin isokineettisesti tuottamalla konsentrisen polven ojennus ja koukistus sekä vasemmalla että oikealla jalalla. Mittauksissa polvikulma asetettiin 85° – 120° kulmaan. Mittauksista saadut suhteelliset arvot (W/kg) laskettiin yhteen. Lisäksi urheilijat suorittivat kevennyshyppytestin jolla mitattiin hyppykorkeutta. Kevennyshypyn tulokset korreloivat FIS-pisteisiin miehillä halfpipessa. Naisilla puolestaan alaraajan voimantuotto korreloi FIS-pisteisiin alppilajeissa ja lumilautacrossissa sekä yleisesti maailmancupin kokonaispisteisiin kaikissa lajeissa, mutta kevennyshypyillä ei näyttänyt olevan yhteyttä menestymiseen.

Vernillo, Pisoni ja Thiebat (2015) tutkivat huipputasen mieslumilautailijoiden fysiologisten ominaisuuksien merkitystä paripujottelussa, parisuurpujottelussa sekä lumilautacrossissa. Urheilijat suorittivat kilpasuoritusta simuloivan laskun, jonka

suorittamisnopeuteen mitattuja fyysisiä ominaisuuksia verrattiin. Polven ojennusvoimaa mitattiin tuottamalla maksimaalinen isometrinen lihasjännitys. Mittaus suoritettiin urheilijan dominoivalla jalalla. Toistoja tehtiin kolme, joista paras huomioitiin. Lisäksi urheilijat suorittivat kolme erilaista hyppytestiä: staattinen vertikaalihyppy, kevennyshyppy ja toistohyppy. Staattisesta vertikaalihypystä ja kevennyshypystä mitattiin lentoajan perustella urheilijan tuottama huipputeho. Toistohypystä puolestaan arvioitiin lento- ja kontaktiajan perusteella alaraajojen jäykkyyttä ja elastisten ominaisuuksien hyödyntämistä. Isometrisellä polven ojennusvoimalla sekä alaraajan elastisuutta mittaavalla toistohyppytestillä oli merkittävä yhteys laskusuoritusnopeuteen kaikissa kolmessa lajissa. Vastoin odotuksia vertikaalihypyllä sekä kevennyshypyllä havaittiin vain pieni yhteys suoritusnopeuteen kaikissa lajeissa. Vernillon, Pisanin ja Thiebatin (2015, 14) mukaan lumilautailussa vaaditaan erityisesti toiminnallisesti räjähtävää voimantuottoa, jonka mittaamiseen staattisen vertikaalihypyn sekä kevennyshypyn on ajateltu olevan parhaita testisuorituksia. Isometrinen polven ojennusvoima korreloi laskunopeuteen kuitenkin merkittävästi paremmin kuin vertikaali- ja kevennyshyppy, mikä osoittaa myös alaraajojen voimantuoton olevan merkittävä tekijä etenkin lumilautailun alppilajeissa sekä lumilautacrossissa.

4.5 Energiantuoton vaatimukset

Lihassaa supistumiseen vaadittavan energian ATP:stä eli adenosiinitrifosfaatista, johon vapaa energia on sitoutunut. ATP:n määrä lihaksissa on hyvin pieni, minkä vuoksi sitä on jatkuvasti tuotettava lisää. (Nummela 2004, 97.) Lihassolut tuottavat ATP:tä käyttämällä kolmea eri energiantuottotapaa tai niiden yhdistelmää, jotka ovat 1) ATP:n muodostaminen pilkkomalla kreatiinifosfaattia (KP) 2) ATP:n muodostaminen glukoosista tai glykokeenistä (glykolyysi) 3) ATP:n muodostaminen hiilihydraateista, rasvoista sekä proteiineista. Energiantuotto kreatiinifosfaatista tai glykolyysin kautta ei vaadi happea, minkä vuoksi näitä kutsutaan anaerobisiksi energiantuottotavoiksi. Kolmatta energiantuottotapaa kutsutaan aerobiseksi energiantuottotavaksi, sillä tapahtuakseen se vaatii happea. Lyhytkestoisissa sekä intensiteetiltään korkeissa suorituksissa energiaa vaaditaan nopeasti jolloin anaerobinen energiantuotto on vallitsevaa, kun taas pidemmissä suorituksissa energiantuotto tapahtuu pääosin aerobisesti. (Powers & Howley 2005, 49-63.) Lyhytkestoisen suorituksen kannalta merkittävää on anaerobinen

energiantuottonopeus eli anaerobinen teho (kuinka nopeasti ATP:ta pystytään tuottamaan), sekä suorituksen edetessä maksimaalinen anaerobinen energiantuottokyky eli anaerobinen kapasiteetti. Pitkäkestoisessa suorituksessa puolestaan merkittävässä roolissa ovat aerobinen teho (VO₂max eli maksimaalinen hapenottokyky) sekä suorituksen keston pidentyessä taloudellisuus ja energiavarastojen koko. (Nummela 2004, 97.)

Anaerobinen energiantuotto. Lumilautailun eri lajeissa suoritukset ovat pääsääntöisesti lyhyitä. Esimerkiksi halfpipessa yhden laskun kesto on noin 30–60 sekuntia (Turnbull, Keogh, Kilding 2011, 9), lumilautacrossissa noin yhden minuutin (55.94 ± 2.6 sekuntia), paripujottelussa noin 36 sekuntia (36.81 ± 2.06 sekuntia) sekä parisuurpujottelussa 35 sekuntia (35.49 ± 1.73 sekuntia) (Vernillo & al. 2015, 11). Alle kaksi minuuttia kestävässä suorituksissa anaerobinen energiantuotto on vallitsevaa, ja sen osuus energiantuotosta kasvaa suorituksen lyhentyessä sekä intensiteetin kasvaessa. Tästä syystä voidaan olettaa, että lumilautailussa suorituksen aikana energiaa tuotetaan pääosin anaerobisesti. (Powers & Howley 2005, 63.) Esimerkiksi halfpipessa laskijan syke voi nousta jopa 92 % laskennallisesta maksimisykkeestä, kun laskusuorituksen kesto oli noin 10–15 sekuntia. (Kipp, 1998, 7-10).

Anaerobisen energiantuoton hallitsevuus lumilautailussa tuli esille myös kun Zebrowska, Zyla, Kania ja Langfort (2012, 81–88) vertasivat puolalaisten huipputasoinen mies- ja naislumilautailijoiden 30 sekunnin Wingate-testissä tuottamaa anaerobista huipputehoa saman ikäiseen kontrolliryhmään nähden. Maksimaalinen anaerobinen teho kehonpainoon suhteutettuna sekä koko suorituksen aikana mitatun tehon keskiarvo kehonpainoon suhteutettuna olivat merkittävästi paremmat lumilautailijoilla kuin kontrolliryhmillä niin naisissa kuin miehissäkin. Verrattaessa mies- ja naislumilautailijoita keskenään anaerobinen maksimiteho, kehonpainoon suhteutettu anaerobinen maksimiteho sekä kehonpainoon suhteutettu anaerobisen maksimitehon keskiarvo olivat kaikki merkittävästi parempia mieslumilautailijoilla. Mieslumilautailijoilla aerobisen kapasiteetin ei havaittu vaikuttavan anaerobisen tehon muuttujiin. Sen sijaan naislumilautailijoilla korkea suhteellinen anaerobinen maksimiteho korreloi negatiivisesti maksimaaliseen hapenottokykyyn.

Aerobinen energiantuotto. Kestävyyssominaisuuksilla on erityisen suuri rooli pidempikestoisissa suorituksissa, jotka kestävät yli kaksi minuuttia. Toisaalta kestävyyttä tarvitaan myös silloin, kun useita lyhytkestoisia suorituksia tehdään pidemmän ajan kuluessa. (Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2004, 333.)

Kestävyysuorituskykyyn vaikuttaa maksimaalisen hapenottokyvyn, pitkäaikaisen kestävyuden ja taloudellisuuden lisäksi myös lajille ominaisten hermo- lihasjärjestelmän voimantuotto-ominaisuudet. Tutkimuksissa on huomattu, että loppuun asti suoritettua maksimaalista hapenottokykyä testaavan testin lopussa mitattu nopeus tai teho kertoo urheilijan suorituskykyisyydestä kilpailusuorituksen aikana. (Nummela 2004, 68.)

Huipputason lumilautailijoiden kestävyssominaisuuksia tutkittaessa on huomattu, ettei maksimaalisella hapenottokyvyllä ole kovinkaan suurta merkitystä yksittäisen lajisuorituksen kannalta. Zebrowska & al. (2012, 83) eivät havainneet merkittävää eroa huippulautailijoiden ja verrokkiryhmien aerobisen kapasiteetin, absoluuttisen maksimaalisen hapenottokyvyn tai suhteellisen maksimaalisen hapenottokyvyn välillä. Mieslumilautailijoilla oli keskiarvallisesti huomattavasti naislumilautailijoita parempi maksimaalinen hapenottokyky. Lisäksi mieslumilautailijoilla anaerobinen kynnyksi tuli vastaan huomattavasti korkeimmilla tehoilla kuin naislumilautailijoilla. Myös Vernillo & al. (2015, 13) havaitsivat tutkiessaan hapenottokyvyn merkitystä laskusuorituksen nopeuteen, ettei maksimaalisella hapenottokyvyllä ollut yhteyttä suoritusnopeuteen alppilajeissa sekä lumilautacrossissa. Sen sijaan aerobisella ja anaerobisella kynnyksellä tuotettua tehon määrän havaittiin korreloivan laskusuoritusnopeuden kanssa.

Platzer & al. (2009, 1430–1431) tutki maksimaalista hapenottokykyä mittaavalla pyöräergometritestillä itävaltalaisien huippulautailijoiden viimeisellä loppuun asti suoritettulla kuormalla tuotettua tehoa sekä sen korrelaatiota menestymiseen sekä FIS-pisteisiin että maailman cupin kokonaispisteisiin. He huomasivat viimeisellä suoritettulla kuormalla tuotettua tehon korreloivan menestykseen naisten FIS-pisteissä pujottelussa ja lumilautacrossissa sekä maailmancupin kokonaispisteissä. Miehillä yhteyttä ei havaittu.

Kipp (1998, 7-10) tutki kolmen Yhdysvaltojen maajoukkueeseen kuuluvan mieslumilautailijan sykkeitä ja veren laktaattipitoisuuksia halfpipessa yhden

harjoittelupäivän aikana. Kipp nosti esille, että vaikka itse laskusuoritukset olivat lyhyitä ja niiden aikana urheilijoiden syke nousi jopa 92 prosenttiin laskennallisesta maksimisykkeestä, harjoituspäivät ja kilpailut sisältävät useita laskusuorituksia, mikä vaatii urheilijalta myös kestävyysominaisuuksia. Lisäksi urheilijan pitää jokaisen laskukerran jälkeen kivuta takaisin lähtöpisteelle kestävyysominaisuudet myös korostuvat.

Taulukko 11. Tutkimuksissa mitattuja mieslumilautailijoiden fyysisen suorituskyvyn arvoja.

	Vernillo & al. 2015	Platzer & al. 2009	Zebrowska & al. 2012
Tutkittu laji	Alppilajit ja lumilautacross	Alppilajit, lumilautacross, halfpipe, big air	Ei määritetty
Vo2max	Alppi: 49.7 ± 3.8 ml/kg/min Lumilautacross: 51.2 ± 4.5 ml/kg/min		48.1 ± 2.5 ml/kg/min
HRmax	Alppi: 191.3 ± 3.0 bts/min Lumilautacross: 189.3 ± 9.7 bts/min		192.8 ± 8.8 bts/min
Kevennyshyppy	Alppi: 70.6 ± 7.3 (W/kg) Lumilautacross: 68.5 ± 7.4 (W/kg)	32.5 - 48.9 cm	
Vertikaalihyppy	Alppi: 73.0 ± 3.7 (W/kg) Lumilautacross: 71.6 ± 7.1 (W/kg)		
Keskivartalon voimantuotto		Lonkan ekstensoreiden ja fleksoreiden isokineettinen voimantuotto: 4.5 - 6.51 W/kg	
Ylävartalon voimantuotto		Penkkipunnerruksen sekä kulmasoudun isometrinen voimantuotto: 25.11 - 32.69 N/kg	
Alaraajan voimantuotto	Polven ekstensoreiden maksimaalinen isometrinen voimantuotto: Alppi: 731.9 ± 181.9 (Nm) Lumilautacross: 680.1 ± 76.8 (Nm)	Polven ekstensoreiden ja fleksoreiden isokineettinen voimantuotto: 5.24 - 7.69 W/kg	
Aerobinen maksimiteho	Alppi: 383.1 ± 38.0 W, 4.6 ± 0.5 W/kg Lumilautacross: 339,7 ± 41,3 W, 4.5 ± 0.3 W/kg	3.8 - 5.33 W/kg	286 ± 26.1 W, 4.4 ± 0.4 W/kg
Anaerobinen maksimiteho			899.0 ± 77.9 W, 13.0 ± 1.0 W/kg

	Vernillo & al. 2015	Platzer & al. 2009	Zebrowska & al. 2012
Vo2max aerobisella kynnyksellä	Alppi: 35.7 ± 5,9 ml/kg/min Lumilautacross: 37.0 ± 5.4 ml/kg/min		
Tuotettu teho aerobisella kynnyksellä	Alppi: 196.0 ± 53.7 W Lumilautacross: 192.8 ± 24.3 W		190 W
Syke aerobisella kynnyksellä	Alppi: 150.9 ± 24.1 bts/min Lumilautacross: 151.6 ± 19.8 bts/min		
Vo2max anaerobisella kynnyksellä	Alppi: 42.9 ± 4.8 ml/kg/min Lumilautacross: 44.0 ± 4.9 ml/kg/min		
Tuotettu teho anaerobisella kynnyksellä	Alppi: 285.4 ± 60.6 W Lumilautacross: 280.4 ± 20.3 W		
Syke anaerobisella kynnyksellä	Alppi: 171.3 ± 12.6 bts/min Lumilautacross: 172.6 ± 12.4 bts/min		168.8 ± 8.5 bts/min
Laktaatti levossa			1.9 ± 0.3 mmol/L
Laktaatti max			14.1 ± 2.0 mmol/L

Taulukko 12. Tutkimuksissa mitattuja naislumilautailijoiden fyysisen suorituskyvyn arvoja.

	Platzer & al. 2009	Zebrowska & al. 2012
Tutkittu laji	Alppilajit, lumilautacross, halfpipe, big air	Ei määritetty
Vo2max		35.6 ± 29 ml/min/kg
HRmax		182.8 ± 2.9 bts/min
Kevennyshyppy	32.0-37.3 cm	
Ylävartalon voimantuotto	Penkkipunnerruksen sekä kulmasoudun isometrinen voimantuotto: 15.11-23.15 N/kg	
Keskivartalon voimantuotto	Lonkan ekstensoreiden ja fleksoreiden isokineettinen voimantuotto: 3.19-5.21 W/kg	
Alaraajan voimantuotto	Polven ekstensoreiden ja fleksoreiden isokineettinen voimantuotto: 4.46-6.54 W/kg	

	Platzer & al. 2009	Zebrowska & al. 2012
Aerobinen maksimiteho	3.48-4.70 W/kg	195 ± 30 W, 3.7 ± 0.5 W/kg
Anaerobinen maksimiteho		558.3 ± 87.6 W, 10.3 ± 0.2 W/kg
Tuotettu teho aerobisella kynnyksellä		130 W
Syke anaerobisella kynnyksellä		163 ± 12.7 bts/min
Laktaatti levossa		1.6 ± 0.3 mmol/L
Laktaatti max		11.9 ± 1.1 mmol/L

4.6 Antropometria

Antropometriassa pyritään mittaamalla arvioimaan ihmisen kehon koostumusta. Mitattavia ominaisuuksia ovat rasva-, lihas- ja luumassa, sekä niiden suhteelliset osuudet tutkittavassa henkilössä. Naisten ja miesten välisiä tuloksia ei tule vertailla keskenään, koska sukupuolella on oleellinen vaikutus kehon koostumukseen. Sukupuolen lisäksi iällä on merkitystä kehon koostumukseen, eikä tällöin lasten ja nuorten tuloksia tule verrata aikuisväestön tuloksiin. Kehonkoostumusta voidaan arvioida kehon massan ja seisomapituuden avulla laskettavan kehon massaindeksin avulla (BMI). Massaindeksi lasketaan jakamalla tutkittavan henkilön massa seisomapituuden neliöllä (kg/m^2). Kehon koostumuksen arviointiin on kehitetty myös mittareita, jotka erottelevat tarkemmin luu-, lihas ja rasvamassan osuudet kehossa. (Keskinen, 2004, 377.)

Huippulumilautailijoiden antropometrisia ominaisuuksia ja niiden yhteyttä lajisuoritukseen on tutkittu vähän. Kuitenkin useammassa tutkimuksessa, joissa huippulumilautailijoiden fyysisiä ominaisuuksia on mitattu, on tutkittavien urheilijoiden antropometriset ominaisuudet mitattu ja niiden yhteyttä fyysisiin ominaisuuksiin pohdittu. Taulukossa 13 on esitetty eri tutkimuksissa esiin tulleita lumilautailijoiden antropometrisia ominaisuuksia. Viitaten taulukkoon 3 näyttäisi siltä, että mieslumilautailijat ovat noin 177–180 cm pitkiä ja painavat noin 65–80 kg, jolloin BMI sijoittuu 20–24 välille. Naislumilautailijat ovat puolestaan noin 162–173 cm

pitkiä ja painavat noin 50–70 kg, BMI:n sijoituessa 18–24 välille. (Platzer & al. 2009, Zebrowska & al. 2004).

Vernillo & al. (2015, 11–13) tutkivat huipputasen mieslumilautailijoiden fyysisten ominaisuuksien yhteyttä lajisuorituksen nopeuteen. Kaikilta urheilijoilta mitattiin paino (kg), pituus (cm), 7 ihopoimun yhteen laskettu paksuus (mm) sekä rasvaprosentti. Kaikissa kolmessa lajissa laskijan painolla ja pituudella oli suuri negatiivinen korrelaatio laskusuorituksen nopeuteen, eli pituuden kasvaessa ja painon lisääntyessä laskusuoritukseen käytetty aika väheni. Puolestaan ihopoimuilla sekä rasvaprosentilla oli todella suuri positiivinen korrelaatio laskusuorituksen nopeuteen, eli ihopoimujen yhteenlasketun summan ja rasvaprosentin noustessa myös laskusuorituksen aika piteni. Yhteys antropometristen ominaisuuksien ja lajisuorituksen välillä korostaa fyysisten ominaisuuksien ja kehonkoostumuksen tärkeyttä lumilautailussa. Niin alppilajeissa kuin lumilautacrossissakin kyseiset ominaisuudet ovat eduksi kun lautailijan on tuotettava vääntömomenteja kovassa vauhdissa sekä hallittava vaatimuksia, jotka syntyvät nopeista ja vaativista käänöksistä sekä kantin vaihtamisesta. Lumilautacrossissa nämä ominaisuudet ovat myös tärkeitä esteiden selvittämisen kannalta ja kun törmäillään kanssakilpailijoihin.

Taulukko 13. Eri tutkimuksissa mitattuja huippulumilautailijoiden antropometrisia arvoja.

Tutkimus ja otos	Miehet paino (kg)	Miehet pituus (m)	Miehet BMI	Naiset paino (kg)	Naiset pituus (m)	Naiset BMI	Tutkittavien keski-ikä
Platzer & al (2009) n(miehet)=21, n(naiset)=16	75,4 ± 9,9	1,77 ± 0,06		59,7 ± 5,3	1,67 ± 0,05		Naiset 23,9 ± 4,8 Miehet 22,0 ± 3,9
Zebrowska & al (2004) n(miehet)=10, n(naiset)=10	71,8 ± 6,3	1,798 ± 0,063	22,2 ± 1,5	60,3 ± 9,0	1,688 ± 0,066	21,4 ± 2,6.	Naiset 22,2 ± 5,1 Miehet 20,0 ± 0,7
Vernillo & al (2015) n(pujottelu)=10, n(lumilautacross)=10	pujottelu 78,1 ± 12,1, lumilautacross 77,2 ± 9,2	pujottelu 1,784 ± 0,098, lumilautacross 1,81 ± 0,049					pujottelu 25,6 ± 4,4, lumilautacross 23,5 ± 4,3

4.7 Ympäristön asettamat vaatimukset

Mitä korkeammalle merenpinnan tasosta nousee, sitä pienemmäksi ilmanpaine laskee. Tällöin ilma on ohuempaa ja jokainen litra ilmaa sisältää vähemmän kaasumolekyylejä. Hapen, typen sekä hiilidioksidin sekoitussuhde ilmassa ei muutu korkeuserojen mukaan, vaan niiden osapaineet muuttuvat ilman kokonaispaineen muutoksien vuoksi. Noustessa korkeammalle hapen osapaineen (PO₂) laskulla on suora vaikutus ihmisen veren hemoglobiinipitoisuuteen sekä hapen kuljetukseen, mikä puolestaan vaikuttaa urheilusuoritukseen korkealla. Tätä alhaisempaa hapen osapainetta kutsutaan hypoksiaksi. Hapen osapaineen laskun lisäksi ilman lämpötila sekä ilmankosteus ovat korkeissa olosuhteissa alhaisempia, mikä myös vaikuttaa suoritukseen. Ilman ollessa ohuempaa myös ilmanvastus pienenee, jolloin suurempien nopeuksien saavuttaminen on mahdollista.

Korkeuserojen vaikutukset riippuvat urheilusuorituksen kestosta. Alle kaksi minuuttia kestävässä lyhyissä suorituksissa keho tuottaa energiaa lähinnä anaerobisesti, jolloin hypoksian ei teoriassa pitäisi vaikuttaa urheilusuoritukseen. Yli kaksi minuuttia kestävässä aerobisissa suorituksissa taas vaaditaan hapen tehokasta kuljetusta lihaksiin, jolloin pienemmällä hapen osapaineella on merkitystä urheilusuorituksen kannalta. (Powers & Howley 2005, 541- 542).

Lumilautailun eri lajeissa suoritukset ovat pääsääntöisesti lyhyitä. Tästä syystä vähäisemmän hapen osapaineen ei pitäisi vaikuttaa lumilautailussa ainakaan yksittäiseen suoritukseen. On kuitenkin huomioitava, että osa harjoittelusta sekä kilpailusta tapahtuu korkealla merenpinnan yläpuolella, jolloin korkeissa olosuhteissa vietetään pidempiä aikoja tehden useampia suorituksia. Suurin osa kilpailusta ja harjoittelusta tapahtuu kohtalaisella korkeudella vuoristossa 500–1300 metrin korkeudessa tai alempana. Etenkin alkusyksystä sekä loppukeväästä harjoittelu joudutaan kuitenkin toteuttamaan korkeissa alppiolosuhteissa ja jäätiköillä yli 3000 metrin korkeudessa.

Ihmiskehon sopeutuminen hypoksiaan sisältää sekä nopeita muutoksia (adaptoitumista) että hitaita muutoksia (akklimatisoitumista). Nämä vaikutukset riippuvat monista tekijöistä, kuten hypoksian voimakkuudesta ja kestosta, ja vaihtelevat suuresti eri yksilöiden välillä. Siirryttäessä korkeisiin olosuhteisiin veren plasmatilavuus pienenee nopeasti, jolloin veren hemoglobiinipitoisuus kohoaa ja

veren punasolujen muodostus luuytimessä kiihtyy erytropoietiinihormonin (EPO) erityksen lisääntyessä. EPO:n pitoisuudet alkavat laskea suhteellisen nopeasti hypoksiaan siirtymisen jälkeen jo 3-4 vuorokaudessa. Punasolujen kokonaismassa lisääntyy noin 4-6 viikon ajan hypoksisissa olosuhteissa, jonka jälkeen tahti hidastuu merkittävästi. Levossa oltaessa alhaisemman hapen osapaineen vaikutuksia pidetään yleisesti ottaen vähäisempinä kuin raskuuden aikana. Vuoristossa oleskelu saattaa kuitenkin aiheuttaa akuutiksi vuoristosairaudeksi kutsutun tilan, joka johtuu hapen puutteesta. Tavallisimpia oireita ovat päänsärky, pahoinvointi, oksentelu, hengenahdistus, levottomuus ja unettomuus. Vuoristosairauden syy on usein liian nopea nousu liian korkeisiin olosuhteisiin oireista huolimatta. Oireet häviävät usein muutamassa vuorokaudessa siirryttäessä takaisin merenpinnan tasolle. Sairaus on vaaraton, mutta häiritsee harjoittelua. (Rusko, Tikkanen 2004, 488–497.)

4.8 Biomekaniikka

4.8.1 Lumilautailijaan kohdistuvat voimat käännöksissä

Klous, Müller & Schwameder mittasivat kahdessa tutkimuksessaan (2007, 2014) alaraajoihin kohdistuvia voimia sekä voiman momentteja lumilautailussa sekä alppihiihdossa leikkaavan käännöksen aikana. Ensimmäisessä tutkimuksessa oli tarkoituksena mitata molempiin nilkka- ja polviniveliin kohdistuvia voimia lumilautailussa ja alppihiihdossa sekä verrata lajien välisiä eroja (Klous & al. 2007, 91). Toisessa tutkimuksessa tarkoituksena oli mitata ohjaavan jalan nilkka- ja polviniveliin kohdistuvia voimia lumilautailussa ja alppihiihdossa sekä verrata lajeja keskenään. Alppihiihdossa ulompi jalka ja lumilautailussa taaempi jalka on ohjaavassa roolissa. (Klous & al. 2014, 2.)

Nilkkaniveleen kohdistuvat voimat käännöksen aikana. Lumilautailussa taaemman jalan nilkkaniveleen kohdistuvat vertikaalisuuntaiset voimat leikkaavan käännöksen aikana olivat suunnilleen laskijan kehonpainon suuruisia (1BW) ja etu-takasuunnassa vaikuttavat voimat vielä tätäkin pienempiä. Vertikaalisuuntaiset voimat olivat lumilautailussa huomattavasti pienempiä kuin alppihiihdossa, jossa vertikaalisuuntaiset voimat ulommassa jalassa kohosivat jopa 2-3 kertaa kehonpainon suuruiseksi (2-3BW) kun käännöksestä oli suoritettu 60 prosenttia. Sivusuunnassa vaikuttavat voimat olivat samankaltaisia alppihiihdossa ja lumilautailussa käännöksen alkuvaiheessa, mutta käännöksen viimeisen kolmanneksen aikana suurempia

lumilautailussa. (Klous & al 2014, 5-10.) Lumilautailussa kuormitus jakautui huomattavasti tasaisemmin etumaisen ja taaimmaisen nilkkaniveleen välillä kuin ulomman ja sisemmän nilkkaniveleen välillä alppihiihdossa. Verrattaessa lumilautailua ja alppihiihtoa keskenään suurimpien voimien havaittiin kohdistuvan ulomman jalan nilkkaniveleen alppihiihdossa, mutta suurimpien voiman momenttien kohdistuvan taaempaan jalkaan lumilautailussa. (Klous & al. 2007, 93.) Leikkaavan käännöksen aikana nilkkaniveleen vaikuttivat pääasiassa ekstensio- ja abduktiomomentit sekä alppihiihdossa että lumilautailussa. Lumilautailussa nilkkaniveleen kohdistuva sisärotaatiomomentti sekä fleksio-ekstensiomomentti olivat kaikissa käännöksen vaiheissa suurempia kuin alppihiihdossa. Vaikka nilkkaniveleihin kohdistuvat voimat olivat lajien välillä samankaltaisia, voiman momentit olivat järjestään suurempia lumilautailussa koko käännöksen ajan, kun taas alppihiihdossa momenttien välillä tapahtui enemmän vaihtelua käännöksen sisällä. Nilkkaniveleen vaikuttavat suuret voiman momentit lumilautailussa saattavat liittyä pehmeiden lumilautakenkien käyttöön. Pehmeät lumilautamonot sallivat nilkkaniveleen nopeat kierto liikkeitä, jotka eivät ole mahdollisia jäykissä alppihiihtomonoissa. (Klous & al. 2014, 5-10.)

Polviniveleen kohdistuvat voimat käännöksen aikana. Lumilautailussa polviniveleihin kohdistuvat vertikaalisuuntaiset voimat ovat kohtalaisen pieniä, etenkin verrattuna alppihiihtoon. Lumilautailussa etumaiseen ja taaimmaiseen polviniveleen kohdistuvat voimat olivat samankaltaisia Klousin, Müllerin ja Schwamederin (2007, 93) ensimmäisessä tutkimuksessa koko käännöksen ajan. Lumilautailussa polviniveleihin kohdistui noin 0.5 kertainen voima (0.5BW) laskijan kehonpainoon nähden, kun alppihiihdossa ulomman jalan polviniveleen kohdistuvat voimat kohosivat jopa 3 kertaa kehonpainon suuruiseksi (3BW) kun käännöksestä oli suoritettu 60 prosenttia. Mitatut arvot olivat samankaltaisia myös tutkijoiden toisessa työssä, jossa lumilautailussa taaemman jalan polviniveleen kohdistuvat voimat vaihtelivat nollan molemmin puolin (0BW) ja alppihiihdossa ulomman jalan polviniveleen kohdistuvat voimat olivat noin 2 kertaiset kehonpainoon nähden (2BW). Vertikaali- ja sivusuunnassa vaikuttavat voimat ohjaavan jalan polvinivelessä olivat alppihiihdossa suurempia kuin lumilautailussa, ja etu-takasuunnassa vaikuttavat voimat olivat lajien välillä samankaltaisia. Lumilautailussa taaemman jalan polviniveleen kohdistuvat sivusuunnassa vaikuttavat voimat kasvoivat käännöksen aikana mediaalisuuntaan, kun käännöksestä oli suoritettu 50 prosenttia. Vaikka alppihiihdossa polviniveleihin kohdistuvat voimat olivatkin suurempia kuin lumilautailussa, olivat voiman momentit

jälleen suurempia lumilautailussa. Lumilautailussa käännöksen aikana etenkin fleksio-, adduktio- ja sisärotaatiomomentit vaikuttivat taaemman jalan polviniveleen koko käännöksen ajan. (Klous & al. 2014, 5.) Polviniveeliin kohdistuvat resultanttivoimat sekä voiman momentit jakautuivat lumilautailussa huomattavasti tasaisemmin etumaisen ja taaimmisen polviniveleen välillä kuin ulomman ja sisemmän polviniveleen välillä alppihiihdossa. (Klous & al. 2007, 93.)

4.8.2 Käännöksen aikaiset nivelkulmat

Nilkkanivelten nivelkulmat käännösten aikana. Delorme, Tavoularis ja Lamontagne (2005, 394–402) tutkivat nilkkanivelissä tapahtuvia liikkeitä käännösten aikana lumilautailussa viidellä koehenkilöllä. He mittasivat etumaisen ja taaimmisen jalan nilkkanivelissä tapahtuvia dorsi- ja plantaarifleksio-, inversio- ja eversio- sekä sisä- ja ulkorotaatioliikkeitä sekä pehmeillä että kovilla lumilautamonoilla suoritetuissa käännöksissä. He keräsivät tuloksia yhteensä 105 takakantilla suoritetusta ja 109 etukantilla suoritetusta käännöksestä. Kaikilla koehenkilöillä siteet asetettiin kohti laudan etuosaa 21° kulmaan etumaisessa ja 6° kulmaan taaemmassa jalassa.

Etumaisen ja taaimmisen jalan nilkkanivelten liikkeissä havaittiin merkittäviä eroavaisuuksia. Sekä etu- että takakantilla suoritetuissa käännöksissä taaemmassa nilkkanivelessä havaittiin tapahtuvan $10\text{--}12^\circ$ suurempi dorsifleksioilike kuin etumaisessa nilkkanivelessä. Mitattaessa nivelkulmia pehmeillä lumilautakengillä maksimaalinen dorsifleksioikulma ylemmässä nilkkanivelessä oli 3.6° (13.6°) etumaisessa ja 13.9° (25.4°) taaemmassa jalassa. Mitattaessa kovilla lumilautakengillä vastaavat arvot olivat 1.0° (8.6°) etumaisessa sekä 11.8° (21.2°) taaemmassa jalassa. (Delorme & al. 2005, 398–401.) Taaemmassa jalassa mitatut huomattavasti etumaista jalkaa suuremmat dorsifleksioikulmat liittyvät todennäköisesti taaemman jalan ohjaavaan rooliin lumilautailussa käännösten aikana (Klous & al. 2014, 2). Lisäksi etukantilla suoritetuissa käännöksissä molemmissa nilkkanivelissä tapahtui $12\text{--}14^\circ$ suurempi dorsifleksioilike kuin takakantilla suoritetuissa käännöksissä, mikä liittyy todennäköisesti laskijan aktiiviseen painonsiirtoon varvaslinjan yli kohti käännöksen keskipistettä. Sekä etu- että takakantilla suoritetuissa käännöksissä etumaisessa nilkkanivelessä tapahtui eversioilike ja taaemmassa inversioilike. Tämä liittyy todennäköisesti laskijan aktiiviseen painonsiirtoon kohti laudan etuosaa, jotta laudan

hallinta ja käännöksen ohjattavuus taaemmalla jalalla helpottuisi. (Delorme & al. 2005, 398.)

Lumilautakenkien sekä siteiden tyypillä havaittiin olevan merkitystä nilkkanivelten liikelaajuuksien kannalta. Kovat lumilautakengät sekä step-in – tyyppiset siteet rajoittivat etenkin ylemmän nilkkanivelen kokonaisliikelaajuutta dorsi- sekä plantaarifleksiosuunnissa verrattuna pehmeiden lumilautakenkien ja remmikiinnitteisten siteiden yhdistelmään. Lisäksi etukantilla suoritettujen käännösten aikana etumaisen jalan ylemmän nilkkanivelen maksimaalinen sekä keskiarvoinen dorsifleksioliike oli huomattavasti pienempi, kun käytössä olivat kovat lumilautakengät. Huolimatta merkittävistä eroista ylemmän nilkkanivelen kokonaisliikelaajuudessa sekä etumaisen jalan maksimaalisessa sekä keskiarvillisessa dorsifleksioliikkeessä etukantikäännöksen aikana, ei välineiden välillä havaittu statistisesti merkittäviä eroja ylemmän nilkkanivelen minimi-, maksimi- tai keskiarvillisessa dorsifleksioliikkeessä muissa tilanteissa. Välineiden väliset erot näkyivät myös alemman nilkkanivelen inversio- ja eversioliikkeissä etumaisessa jalassa, jossa kovat lumilautakengät rajoittivat sekä kokonaisliikelaajuutta että maksimaalista eversioliikettä huomattavasti verrattuna pehmeisiin lumilautakenkiin. Tutkimuksessa mitatut sisä- ja ulkorotaatioliikelaajuudet viittaisivat myös siihen, että kovat lumilautakengät rajoittavat pehmeitä lumilautakenkiä tehokkaammin nilkkanivelen ulkorotaatiota. (Delorme & al 2005, 401–402.)

4.8.3 Lumilautailijaan kohdistuvat voimat hyppyissä

Ensimmäisen alustakontaktin aikana hypystä alastulossa laskijan alaraajoihin kohdistuvia eri tutkimuksissa mitattuja vertikaalisuuntaisia kontaktivoimia, leikkaavia voimia sekä voimien momenteja on esitetty taulukossa 14. Laskijaan kohdistuvat vertikaaliset kontaktivoimat ovat huomattavasti etu-takasuunnassa sekä sivusuunnassa vaikuttavia leikkaavia voimia suurempia (McAlpine 2010, McAlpine & Kersting 2006). Hyppykorkeuden kasvaessa myös laskijaan kohdistuvat kontaktivoimat kasvavat (McAlpine 2010, 191). Koettuihin kontaktivoimiin vaikuttavat hyppykorkeuden lisäksi alaraajojen fleksion määrä, lumen laatu, alastulokulma sekä laskijan vaakasuuntainen nopeus (O'Shea 2004, 340) sekä myös siteiden asetukset ja käytetyt lumilautakengät (McAlpine 2010, 161–187). Tehokkaimmin iskutusta vaimennetaan alastulossa nivelten suurilla fleksiokulmilla sekä oikea-aikaisella

nivelten jäykistämällä, jolloin pehmytkudokset absorboivat kontaktivoimat (Turnbull & al 2011, 5-6). Fleksioliikkeen tulee kuitenkin ensisijaisesti tapahtua alaraajojen fleksioliikkeillä, sillä yläkehon liiaallinen fleksio aiheuttaa massan keskipisteen siirtymisen jalkaterien yli, jolloin tasapainon ylläpito vaikeutuu (O'Shea 2004, 336).

Taulukko 14. Eri tutkimuksissa mitattuja laskijan alaraajoihin kohdistuvia voimia sekä voiman momentteja eri liikesuunnissa: x-akseli kuvaa sivusuunnassa vaikuttavia voimia sekä momentteja, y-akseli etu-takasuunnassa vaikuttavia voimia sekä momentteja ja z-akseli vertikaalisuunnassa vaikuttavia voimia sekä momentteja.

	Etumainen jalka						Taaimmainen jalka					
	N/BW			Nm/kg			N/BW			Nm/kg		
	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz	Fz	Fy	Fx	Mz	My	Mz
McAlpine 2010, keskiarvo	-0.85 (0.28)	-0.80 (0.45)	4.14 (1.63)	2.33 (1.36)	0.95 (0.44)	0.48 (0.30)	-0.56 (0.22)	-0.86 (0.44)	4.10 (1.66)	2.01 (1.57)	0.76 (0.39)	0.48 (0.39)
Krüger & Edelmann-Nüsser 2009			1.20						3.80			
McAlpine & Kersting 2006, voiman huippuarvot	1.45 (0.41) ja 1.33 (0.69)	1.77 (0.49) ja 1.13 (0.36)	4.79 (0.66) ja 3.74 (0.30)									

McAlpine (2010, 95–108) tutki väitöstyönsä toisessa osatutkimuksessa siteiden ulkokierron määrän vaikutusta koettuihin kontaktivoimiin hypyn alastulossa. Hän mittasi alaraajoihin kohdistuvia voimia kahdella eri stanssilla, joissa etu- ja takajalan siteet asetettiin symmetrisesti ulkorotaatioon rotaatioliikkuvuuden ääripäihin (24° & -24°, 6° & -6°). Sekä sivusuunnassa että etu- ja takasuunnassa vaikuttavista voimista mitattiin sekä positiivisia että negatiivisia arvoja, mutta vertikaalisuunnassa mitatut voimat olivat lähes yksinomaan positiivisia. Mitatuissa kontaktivoimissa ei stanssien välillä havaittu eroa, mutta voiman momenteissa sen sijaan havaittiin. 24° stanssissa jalkaterän paineen keskipiste havaittiin sijaitsevan huomattavasti mediaalisemmin vertikaalisen kontaktivoiman saavuttaessa huippuarvonsa. Tätä seurasi myös

molempiin jalkoihin kohdistuva suurempi inversiomomentti. McAlpinen (2010, 105–106) mukaan siteiden aiheuttamat muutokset jalkaterien asennossa muuttavat alaraajojen kinematiikkaa. Siteiden asettaminen 24° ulkorotaatioon näyttäisi pakottavan alaraajan nivelet epätavallisiin asentoihin, pakottaen paineen keskipisteen siirtymään mediaalisemmin sekä alemman nilkkanivelen liikkumaan voimakkaasti inversioon.

Väitöstyönsä kolmannessa osatutkimuksessa McAlpine (2010, 147–172) tutki edelleen siteiden ulkokierron vaikutusta koettuihin kontaktivoimiin, nilkkanivelten liikkeisiin sekä paineen keskipisteen sijoittumiseen hypyn alastulossa yhdeksällä koehenkilöllä. Tarkoituksena oli testata luonnollisempia siteiden asetuksia kuin väitöstyön toisessa osatutkimuksessa, jossa siteet asetettiin rotaatioliikkuvuuden ääripäihin. Tässä tutkimuksessa mittaukset suoritettiin kolmella eri stanssilla: 21° & -21° , 9° & -9° sekä kunkin koehenkilön itse valitsemallaan stanssilla. Itse, omien mieltymysten mukaan valittu stanssi sisällytettiin mukaan mittauksiin, sillä sen tuoman mukavuudentunteen uskottiin merkitsevän vähäisintä alaraajan kuormittumista sekä niihin kohdistuvaa vääntöä. Tulokset poikkesivat toisen osatutkimuksen tuloksista huomattavasti. Tässä tutkimuksessa siteiden asetuksilla havaittiin olevan merkitystä myös koettuihin kontaktivoimiin eikä ainoastaan voiman momentteihin. Suurimmat erot havaittiin vertikaalisten kontaktivoimien negatiivisissa arvoissa 21° sekä itse valittujen asetusten välillä. Taaempaan jalkaan kohdistui huomattavasti suurempi venytysvoima eli negatiivinen vertikaalinen kontaktivoima kun siteet oli asetettu 21° kulmaan, kun taas itse valituilla asetuksilla suuremmat venytysvoimat kohdistuivat etumaiseen jalkaan. Tulosten perusteella näyttäisi siltä, että verrattuna 21° asetukseen, itse valituilla asetuksilla ensikontaktin teko lumilaudan takaosalla helpottuisi. Koetut venytysvoimat syntyvät, kun laskija tekee ensikontaktinsa alastulossa joko laudan etu- tai takaosalla. Tällöin lumilauta taipuu keskikohdastaan kuormittaen kontaktipintaa lähempänä sijaitsevaa jalkaa sekä keventäen kauempaan sijaitsevaa jalkaa. Näin ollen etumaiseen jalkaan kohdistuva venytysvoima tarkoittaa alastulossa ensikontaktin tapahtumista laudan takaosalla, ja taaimmaiseen jalkaan kohdistuva venytysvoima puolestaan ensikontaktin tapahtumista laudan etuosalla. Ensikontaktin teko laudan takaosalla näyttäisi olevan ihanteellisin tapa laskeutua hypystä, sillä silloin tasapainon säilyttäminen helpottuu ja myös kaatumisriski pienenee. Laskettaessa itse valitulla stanssilla takajalkaan kohdistuvien vertikaalisuuntaisten kontaktivoimien integraali eli kokonaiskuorma oli suurempi

verrattuna 21° asetuksiin, mikä myös puoltaa ensikontaktin tekemisen helpottumista laudan takaosalla käytettäessä itse valittuja asetuksia. Käytettäessä itse valittua stanssia etujalkaan kohdistunut inversiosuuntainen voiman momentti oli huomattavasti suurempi kuin muissa asetuksissa, mutta tämäkin kuvastaa McAlpinen (2010, 172) mukaan edelleen alastuloa laudan takaosa edellä.

Väitöstyönsä neljännessä osassa McAlpine (2010, 173–187) tutki käytetyn lumilautakengän vaikutusta nilkkanivelissä tapahtuviin liikkeisiin sekä koettuihin kontaktivoimiin ja voiman momentteihin hypyn alastulossa yhdeksällä koehenkilöllä. Mittaukset suoritettiin sekä uudella että yhden kauden käytössä olleilla lumilautakengillä. Lumilautakengän iällä havaittiin olevan vaikutusta koettuihin kontaktivoimiin erityisesti etumaisessa jalassa, johon kohdistui huomattavasti suuremmat mediaalisuuntaiset leikkaavat voimat sekä vertikaaliset kompressio- ja venytysvoimat, kun käytössä olivat uudet lumilautakengät. McAlpinen (2010, 187) mukaan tämä kertoo mahdollisesti siitä, että uuden kengän jäykkyys sallii pienemmän liikkeen nilkkanivelessä, jolloin kuormituksen jakautumiseen kuluva aika lyhenee ja jalkaterään kohdistuvien voimien ja voiman momenttien suuruus kasvaa.

Kokonaisuudessaan McAlpine (2010, 199) ei löytänyt statistisesti merkittävää eroa taaimmisen ja etumaisen jalan kokemien kontaktivoimien, leikkaavien voimien tai voiman momentin suuruudessa alastuloissa, mutta taaimmisen jalan kokema voiman integraali eli kokonaiskuorma oli suurempi. Hänen mukaansa edessä ja takana olevien jalkojen kokemat voimat eivät ole symmetriset, muttei silti voida sanoa, kumpaan kohdistuu alastulossa enemmän kuormitusta. Väitöstyönsä ensimmäisessä osassa McAlpine (2010, 195) havaitsi, että 57 % laskijoista teki ensikontaktin alastulossa laudan takaosalla, mikä saattaa selittää takajalan kokeman suuremman kokonaiskuorman. Tämä selittää todennäköisimmin myös eroavaisuudet Krügerin ja Edelman-Nüsserin (2009, 20) tutkimuksessaan mittaamiin kontaktivoimien arvoihin, joissa taaempaan jalkaan kohdistui huomattavasti suuremmat vertikaaliset kontaktivoimat kuin etumaiseen jalkaan. He raportoivat koehenkilön tehneen alastulon nojaten voimakkaasti kohti laudan takaosaa.

Tarkasteltaessa leikkaavia voimia McAlpine (2010, 195) havaitsi laskijaan kohdistuvan ennen kaikkea mediaalisuuntaisia leikkaavia voimia alastulon aikana. Tämä selittyy todennäköisimmin hartioita leveämmällä siteiden asetuksilla, joka

pakottaa laskijan alastulossa painamaan jalkateriä voimakkaasti laudasta ulospäin. Mediaalisuunnassa vaikuttavat leikkaavat voimat näyttäisivät vaikuttavan voimakkaimmin etumaisessa jalassa. Tarkasteltaessa etu-takasuunnassa vaikuttavia voimia, havaittiin joko anteriorisessa tai posteriorisessa voiman suunnassa voimakas piikki riippuen siitä, tekikö laskija ensikontaktin etu- vai takakantilla. Ensikontaktin jälkeen havaittiin kuitenkin lähes poikkeuksetta laskijaan kohdistuvan anteriorisesti suuntautuva leikkaava voima, kun laskija siirsi painopistettään taaksepäin painautuessaan kyykkyy.

Halfpipessa laskijan kehoon alastulossa kohdistuvien voimien suuruus riippuu pitkälti laskijan asennosta suhteessa lumilautaan sekä siitä, mihin kohtaan lumikourun seinämää laskija tekee ensikontaktinsa. Vertaisarvioituja tutkimuksia laskijaan kohdistuvista kontaktivoimista halfpipen alastulossa ei ole tehty, mutta laskijaan voidaan olettaa kohdistuvan suuria kontaktivoimia alastuloissa myös halfpipessa. Mitä alemmas lumikourun seinällä laskija tekee ensikontaktinsa, sitä enemmän kontaktivoimia laskijaan voidaan olettaa kohdistuvan, ja sitä enemmän laskijalta vaaditaan kykyä sietää näitä voimia pystyäkseen puhtaaseen suoritukseen sekä välttääkseen loukkaantumisen. Laskijaan kohdistuvien voimien minimoimiseksi alastulon tuli tapahtua mahdollisimman korkealle lumikourun seinällä. (Turnbull & al, 2011, 3-6.)

4.8.4 Hyppyjen aikaiset nivelkulmat

Nilkkanivelten nivelkulmat hyppyjen aikana. Krüger ja Edelmann-Nusser (2009, 20) mittasivat laskijan nivelkulmia hypyn eri vaiheissa yhdellä koehenkilöllä. Lasketuessa kohti hyppyrin reunaa laskijan etumainen nilkkanivel oli 2-11° sisäkierrossa ja taaimmainen jopa 15° ulkokierrossa. Ponnistaessa hyppyrin reunalta molemmissa nilkkanivelissä tapahtui noin 12° plantaarifleksio. Ponnistusvaiheessa sekä etumaisen jalan sisäkierto että taaemman jalan ulkokierto kasvoivat ylävartalon rotaation seurauksena. Alastulon aikana laskija nojasi voimakkaasti kohti laudan takaosaa. Etumaisesta nilkkanivelestä mitattiin tällöin 4° dorsifleksio ja 25° inversio ja taaemmasta nilkkanivelestä 25° dorsifleksio ja 15° eversio.

Eri tutkimuksissa mitattuja nilkkanivelten nivelkulmia hypyn alastulojen aikana on esitetty taulukossa 15. McAlpine (2010, 202–203) havaitsi väitöstyönsä useammassa tutkimuksessa ensimmäisen alustakontaktin hypyn alastulossa tapahtuvan aina alempi

nilkkanivel inversiossa. Alastulon jatkuessa alemman nilkkaniveleen inversio lisääntyi entisestään. Etu- ja takajalan inversiokulmissa alastulon aikana ei näyttäisi olevan merkittäviä eroavaisuuksia. Suurimmat mitatut keskimääräiset inversiokulmat alastulon aikana olivat $31^{\circ} \pm 6^{\circ}$ etumaisessa jalassa ja $31^{\circ} \pm 9^{\circ}$ taaemmassa jalassa. Ensimmäisen alustakontaktin aikana taaemmassa nilkkanivelessä tapahtui dorsifleksio, mutta etumaisessa nilkkanivelessä havaittiin useimmiten tapahtuvan plantaarifleksio. Liikkeen jatkuessa alastulon aikana molemmat nilkkanivelet kuitenkin dorsifleksoituivat, taaemman nilkkaniveleen liikelaajuuden ollessa huomattavasti suurempi. Välittömästi ensimmäisen alustakontaktin aikana tapahtunut etumaisen jalan plantaarifleksio selittyi todennäköisesti alastulon tapahtumisella useimmiten laudan takaosalla. Suurimmat mitatut keskimääräiset dorsifleksio kulmat alastulon aikana olivat $12^{\circ} \pm 6^{\circ}$ etumaisessa jalassa ja $29^{\circ} \pm 5^{\circ}$ taaemmassa jalassa.

McAlpine & Kersting (2006, 79–82) mittasivat etumaisen jalan nilkkaniveleen kohdistuvia kontaktivoimia sekä nilkkanivelessä tapahtuvia liikkeitä hyppyjen alastulossa kahdella koehenkilöllä. Molemmilla koehenkilöllä havaittiin alustakontaktin aikana tapahtuvan nilkkaniveleen dorsifleksio sekä jalkaterän etuosan abduktio. Alustakontaktin jälkeen molempien koehenkilöiden jalkaterän etuosan abduktio lisääntyi entisestään. Molemmat koehenkilöt tekivät alastulon jalkaterä inversiossa. Alustakontaktin jälkeen havaittiin koehenkilöiden välillä eri liikemalli: Toisella koehenkilöistä nilkkaniveleen inversio lisääntyi ja toisella väheni.

Taulukko 15. Eri tutkimuksissa mitattuja nilkkaniveleen liikelaajuuksia hyppyjen alastuloissa

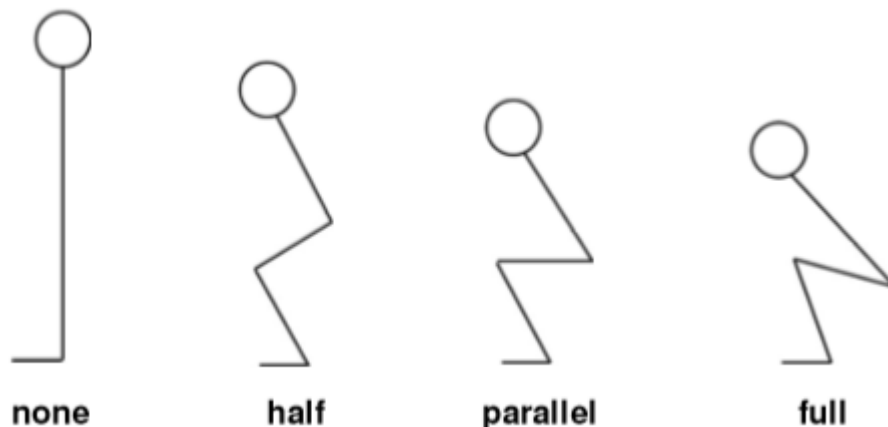
	Nilkkanivel, edessä			Nilkkanivel, takana		
	Dorsifleksio	Inversio	Ulkokierto	Dorsifleksio	Inversio	Ulkokierto
McAlpine 2010, keskiarvo	12 (6)	31* (6)		29 (5)	30* (9)	
Krüger & Edelmann-Nusser 2009, yksi alastulo	4	25	11	25	-15	8
McAlpine & Kersting 2006, kaksi koehenkilöä	13 (2.1) ja 15 (8.6)					

* Tutkimuksessa kätetty subtalaariniveleen malli kattoi sekä inversio/eversio että sisä/ulkokierto -liikesuunnat

Yksittäisen hypyn jälkeen ylemmässä nilkkanivelessä näyttäisi aina tapahtuvan dorsifleksio ja alemmassa nilkkanivelessä inversio. Nilkkaniveleen inversio

alustakontaktin aikana selittyy freestyle-lumilautailulle tyypillisellä hartioita leveämmällä stanssilla sekä jalkojen fiksaatiolla lumilautaan (McAlpine 2010, 202). Ylemmän nilkkanivelen dorsifleksion liikelaajuus näyttäisi olevan suoraan riippuvainen siitä, millä osalla lautaa laskija tekee alastulossa ensikontaktinsa. Tämä selittää erot etenkin takajalan dorsifleksion määrässä eri tutkimusten välillä, sillä Krügerin ja Edelman-Nüsserin (2009, 20) tutkimuksessa laskija teki ensikontaktinsa korostetusti laudan takaosalla.

Polvinivelen nivelkulmat hyppyjen aikana. Hypyn alastulossa molemmissa polvinivelissä tapahtuu fleksioliike, joka alkaa jo ennen ensikontaktin tekoa ja jatkuu entisestään ensikontaktin jälkeen läpi koko alastulon. Taaemman jalan polvinivelessä on ensikontaktin aikana suurempi fleksiokulma, ja se näyttäisi myös saavuttavan koko alastulon aikana suuremman maksimaalisen fleksiokulman kuin etumaisen jalan polvinivel. Taaemmasta jalasta mitattiin $57^\circ \pm 11^\circ$ ja etumaisesta jalasta $37^\circ + 9^\circ$ suuruiset maksimaaliset polvikulmat. (McAlpine 2010, 204.)



Kuva 11. Maksimaalisen polvinivelen fleksiokulman määrittäminen kyykkysyvyyden mukaan: Ei kyykkyä (none), puolikyykky (half), kyykky vaakatasoon (parallel) ja täyskyykky (full).

McAlpine (2010, 56-61) käytti vätöstyönsä ensimmäisen osan havainnointitutkimuksesta polvinivelten fleksiokulman mittarina laskijan saavuttamaa kyykkysyvyyttä ensikontaktin aikana alastulossa. Kyykkysyvyys jaettiin neljään osaan (kuva 2): Ei kyykkyä, puolikyykky, kyykky vaakatasoon sekä täyskyykky (kuva x). Useimmiten havaittu polvinivelkulma alastulossa oli puolikyykky (39%), jonka

jälkeen useimmiten toistuivat ei kyykkyä sekä kyykky vaakatasoon (27% ja 28%).

Vain 5% alastuloista ensikontakti tapahtui täyskyykyssä. Tasapainoin säilyttämiseksi alastulon aikana polven fleksiokulman pitäminen maltillisena saattaa olla hyödyllistä koska se rajoittaa massakeskipisteen hallitsematonta etu-takasuuntaista liikettä tukipinnan eli lumilaudan ulkopuolelle (McAlpine 2010, 204).

5 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muodostaa lumilautailua kuvaava lajianalyysi Suomen kilpa- ja huippu-urheilun tutkimuskeskuksen lajianalyysiohjeistuksen mukaisesti. Työn tavoitteena oli etsiä kaikki lajista saatavilla oleva tieteelliseen näyttöön perustuva tieto systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla sekä selvittää lajin historiaa, sääntöjä sekä esimerkiksi lajin perustaitoja sekä harjoitusfysiologian perusteita manuaalisella haulalla kirjallisuudesta sekä muista tieteellisistä lähteistä. Jo hyvin varhaisessa vaiheessa prosessia työn tekijöille selvisi, ettei lajia ole tieteellisessä mielessä tutkittu paljoakaan, ja haasteeksi alkoi muodostua kaiken toivotun tiedon löytäminen käytössä olevien tiedonhakumenetelmien kautta. Useimmista lajianalyysin osa-alueista löytyi systemaattisilla sekä manuaalisilla hauilla korkeintaan muutama tutkimus. Lopultakaan kaikista lajianalyysin osa-alueista ei löytynyt tieteellisiä julkaisuja. Näitä osa-alueita olivat muun muassa slopestylen ja big airin laskutekniikka ja fysiologisten ominaisuuksien vaatimukset sekä käännösten aikaiset polvinivelkulmat.

5.1 Luotettavuuden arviointi

Tieteen luotettavuuskäsitteitä ovat tutkimuksen reliabiliteetti (tutkimustulosten pysyvyys) ja validiteetti (oikeiden asioiden tutkiminen). Tämä opinnäytetyö oli metodiltaan tutkiva kehittämistyö, joka koostui monen menetelmän yhdistelmästä. Tällöin jokaisen menetelmän luotettavuutta tarkastellaan itsenäisesti niiden omilla luotettavuuskriteereillä. Luotettavan työn pohjana on kuitenkin aina tarkka dokumentaatio työn etenemisestä, jota tässäkin opinnäytetyössä noudatettiin. (Kananen 2012, 161–166.)

Tässä kehittämistyössä tutkiva osuus koostui systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta. Tarkasteltaessa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta on otettava

huomioon, että systemaattisten kirjallisuuskatsausten laatu vaihtelee, ja että virheitä voi tapahtua missä tahansa prosessin vaiheessa (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 43).

Tämän työn luotettavuutta lisäsi se, että alkuperäistutkimusten valinnan suoritti itsenäisesti kaksi toisistaan riippumatonta arvioitsijaa. Tämä vähentää ns. subjektiivisen valikoitumisharhan riskiä, eli tutkimuskysymysten kannalta irrelevanttien tutkimusten valikoitumista lopullisten alkuperäistutkimusten joukkoon. Haettaessa alkuperäistutkimuksia haettiin sekä englannin- että suomenkielisiä artikkeleita. Tämä puolestaan vähentää systemaattista kieliharhaa, mikä tarkoittaa tutkimuskysymysten kannalta relevanttien alkuperäistutkimusten rajautumista ulkopuolelle haettaessa tutkimuksia ainoastaan yhdellä kielellä.

Alkuperäistutkimusten hakuprosessi raportoitiin tarkasti, ja hyväksytyjen ja hylättyjen alkuperäistutkimusten määrät sekä perusteet hylkäyksille taulukoitiin. Tämä lisää työn toistettavuutta sekä myös luotettavuutta. Hakuprosessissa hyödynnettiin informaation asiantuntemusta, mikä myös lisää systemaattisen kirjallisuuskatsauksen luotettavuutta. (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 40–41.) Kaikki edellä mainitut seikat lisäsivät työn validiteettia.

Alkuperäistutkimusten laatu vaikuttaa systemaattisen kirjallisuuskatsauksen luotettavuuteen (Kääriäinen & Lahtinen 2006, 42). Tässä työssä yksittäisten alkuperäistutkimusten luotettavuutta heikentävät pienet otoskoot, jotka ovat toisaalta luonnollisia tutkittaessa huippu-urheilijoita. Pieni otoskoko vaikuttaa useimmiten tulosten yleistettävyyteen, mikä ei ole tarkoituksenmukaista tutkittaessa huippu-urheilijoita. Lumilautailua on tieteellisessä mielessä tutkittu hyvin vähän, eivätkä kaikki löydetty julkaisut sisältäneet tutkimusta, vaan osa julkaisuista oli asiantuntija-artikkeleita. Alkuperäistutkimusten laatu, otoskoot sekä käytetyt menetelmät vaihtelivat suuresti, mikä saattaa heikentää tulosten luotettavuutta. Koska aihetta on tutkittu vähän, katsottiin kuitenkin kaiken saatavilla olevan tutkimustiedon olevan tarpeellista sisällyttää työhön.

Manuaalisella tiedonhaulla haetut tutkimukset arvioitiin samoin kriteerein kuin systemaattisella kirjallisuuskatsauksella löydetty alkuperäistutkimuksetkin. Tämä lisää manuaalisen haun luotettavuutta. Tällöinkin arvioinnin suoritti kaksi toisistaan riippumatonta arvioitsijaa.

5.2 Tulosten arviointi

Lajianalyysiä varten koostetun tieteellisen tiedon valossa ei voida sanoa, millainen huipputason lumilautailija on antropometrisiltä tai fyysisiltä ominaisuuksiltaan. Fyysisten ominaisuuksien vaatimukset sekä teknisen että taidollisten ominaisuuksien merkitys kilpasuoritukseen näyttäisivät vaihtelevan suuresti sekä lumilautailun eri lajien että sukupuolten välillä.

Lumilautacross. Naisilla fyysisten ominaisuuksien merkitys näyttäisi olevan korostuneempi kuin miehillä lumilautacrossissa. Naisilla lumilautacrossissa menestyksen kanssa näyttäisi korreloivan hyvä tasapainokyky, maksimaalinen työntövoima lähtöportista, ala-, ylä- ja keskivartalon voimantuottokyky sekä polkupyöraergometritestin lopussa tuotettu suuri teho (Platzer & al. 2009). Samassa tutkimuksessa vastaavia tuloksia ei havaittu lumilautacrossissa miehillä. Tulokset olivat jokseenkin ristiriidassa Vernillon, Pisanin ja Thiebatin (2015) tutkimuksen kanssa, jonka mukaan polven ojennusvoimalla oli yhteys laskusuorituksen nopeuteen miesten lumilautacrossissa. Samassa tutkimuksessa myös alaraajojen jäykkyydellä ja elastisuus ominaisuuksien hyödyntämisellä sekä aerobisella ja anaerobisella suoritusteholla havaittiin olevan yhteys suoritussnopeuteen miesten lumilautacrossissa. Kevennyshyppytestillä ei puolestaan näyttänyt kummankaan tutkimuksen mukaan olevan yhteyttä menestymiseen tai laskusuoritusnopeuteen lumilautacrossissa miehillä tai naisilla. Lumilautailussa nopeat käännökset sekä kanttien vaihdot aktivoivat lihaksen venytysrefleksejä lihasspindelin kautta, mikä antaa suoritukseen lisävoimaa lihasaktiivisuutta lisäämällä ja säätelemällä lihasjäykkyyttä. Sama ilmiö näkyy toistohyppytestissä. Tämän takia on mahdollista, että toistohyppytesti on pujottelua sekä lumilautacrossia ajatellen kevennyshyppyä lajinomaisempi testi ja todennäköisesti korreloi paremmin suoritussnopeuteen lumilautacrossissa ja alppilajeissa kevennyshyppyä paremmin.

Platzerin & al. (2009) sekä Vernillon & al. (2015) tekemiä tutkimuksia ei voida suoraan verrata toisiinsa, sillä kuntotestien tuloksia verrattiin ensimmäisessä tutkimuksessa FIS- sekä maailmancupin pisteisiin ja toisessa puolestaan tutkimuksen yhteydessä mitattuun laskusuoritusnopeuteen. Lisäksi Vernillo & al. (2015) tutkivat ainoastaan mieslumilautailijoita, joten tutkimustieto naisten lumilautacrossista jäi vähäiseksi. Tulosten perusteella näyttäisi kuitenkin siltä, että naisilla fyysinen

suorituskyky ennustaa menestystä kohtalaisen hyvin. Maksimaalinen työntövoima lähtöportista sekä hyvät voimantuotto-ominaisuudet takaavat nopean lähdön, tasapainon säilymisen esteiden sekä käännösten aiheuttamissa häiriötiloissa sekä kontaktitilanteissa toisten kilpailijoiden kanssa. Miehillä voimantuotto-ominaisuuksissa on luultavasti lähtökohtaisesti vähemmän eroja, jolloin nämä ominaisuudet eivät välttämättä korostu menestystä ennustavina tekijöinä.

Alppilajit. Naisilla paripujottelussa sekä parisuurpujottelussa menestyksen kanssa näyttäisi korreloivan alaraajojen voimantuottokyky sekä polkupyöräergometritestin lopussa tuotettu teho (Platzer 2009, 1429). Samassa tutkimuksessa vastaavia tuloksia ei havaittu miehillä, joilla yksikään tutkimuksessa testattu fyysisen suorituskyvyn osa-alue ei korreloinut menestymiseen alppilajeissa. Tulokset olivat jälleen jokseenkin ristiriidassa Vernillon, Pisanin ja Thiebatin (2015) tutkimustulosten kanssa. He havaitsivat polven ojennusvoiman, alaraajojen jäykkyyden ja elastisten ominaisuuksien hyödyntäminen sekä aerobisen ja anaerobisen suoritustehon korreloivan suoritusnopeuteen miesten alppilajeissa. Edelleen eroavaisuudet käytetyissä mittareissa estävät tulosten suoran vertailun keskenään.

Pujottelutyypisissä leikkaavissa käännöksissä laskijaan kohdistuvien voimien sekä momenttien vastustamisen sekä suunnan muuttamiseen suurissa nopeuksissa voidaan katsoa vaativan urheilijalta etenkin alaraajojen voimantuottokykyä. Kyky tuottaa voimaa sekä tehoa näyttäisi olevan merkittävämpi ominaisuus lajisuorituksen kannalta kuin hyvä hapenottokyky tai aerobinen kapasiteetti sekä alppilajeissa että lumilautacrossissa (Vernillo & al. 2015, 13).

Anaerobisen energiantuoton merkitys lumilautailussa tuli esille myös Zebrowskan, Zylan, Kanian ja Langfortin (2012, 85–86) tutkimuksessa. Heidän tutkimiansa urheilijoiden edustamat lumilautailun lajit eivät tosin olleet tiedossa. Huipputasoinen mies- ja naislumilautailijat näyttäisivät pystyvän tuottamaan huomattavasti korkeamman maksimaalisen anaerobisen tehon kuin saman ikäiset kontrolliryhmän edustajat. Maksimaalisessa hapenottokyvyssä ei puolestaan huomattu suurta eroa lumilautailijoiden ja kontrolliryhmän välillä, mikä on myöskin linjassa muiden tutkimusten kanssa. Naislumilautailijoilla korkea suhteellinen anaerobinen maksimiteho korreloi negatiivisesti maksimaaliseen hapenottokykyyn, mutta samaa ei havaittu mieslumilautailijoilla.

Freestyle-lajit. Ainoa fyysisen suorituskyvyn mittari, jolla näytti tutkimustiedon valossa olevan merkitystä menestymiseen freestyle-lajeissa, oli kevennyshyppytesti mieslumilautailijoilla halfpipea (Platzer & al. 2009,1430). Yhdessäkään tutkimuksessa ei raportoitu olleen tutkittavana freestyle-lajeja edustavia naisurheilijoita, joten johtopäätöksiä fyysisten ominaisuuksien vaatimuksista tässä kategoriassa ei voida tehdä. Kevennyshyppytestin voidaan ajatella olevan lajinomainen testi halfpipea ajatellen, sillä ponnistaminen lumikourun reunalta tapahtuu käyttäen vartalon fleksioliikettä sekä lihasten elastista komponenttia. Mielenkiintoista oli, ettei kevennyshyppytesti korreloinut kuitenkaan menestymiseen big airissa, jossa ponnistamisen hyppyrin reunalta voidaan ajatella olevan merkityksellistä hyppykorkeuden sekä -pituuden saavuttamiseksi. Olemassa olevan tutkimustiedon perusteella freestyle-lajien fysiologisista vaatimuksista ei voida vetää johtopäätöksiä. Näissä lajeissa näyttäisi kuitenkin fysiologisten ominaisuuksien sijaan korostuvan taidolliset sekä lajitekniset ominaisuudet.

5.3 Johtopäätökset ja suositukset

Staattinen tasapainotesti ei näyttäisi korreloivan lumilautailussa muissa lajeissa kuin naisten lumilautacrossissa (Plazer & al. 2009, 1429–1431). Lumilautacrossissa naisilla fyysiset ominaisuudet korostuvat muutenkin enemmän kuin miehillä, mikä voi olla yksi selitys sille, että myös staattinen tasapaino nousi naisilla merkittäväksi tekijäksi. Lumilautacrossissa kilpailijat saattavat törmäillä keskenään jolloin tasapainoa tarvitaan, jottei kilpasuoritus keskeydy. Miehillä saattaa olla lähtökohtaisesti pienemmät erot fyysisässäsuorituskyvyssä, jonka vuoksi tasapaino ominaisuudet eivät nouse vaikuttaviksi tekijöiksi. Lumilautailun eri lajeissa vaaditaan etenkin dynaamista tasapainoa (Suomen hiihdonopettajat ry 2012, 13), joten staattinen tasapainotesti ei ehkä ole paras testi mittaamaan lajeissa vaadittavia tasapaino-ominaisuuksia

Koska kaikissa tutkimuksissa korostuu anaerobisen suorituskyvyn sekä voimantuoton merkitys tulisi harjoittelun pääpainon ainakin kilpailukaudella olla näitä ominaisuuksia kehittävä. Kaikissa tutkimuksissa ollaan kuitenkin oltu yhtä mieltä siitä, että myös aerobisen suorituskyvyn harjoittaminen on tärkeää, jotta urheilija suoriutuu pitkistä harjoittelu- ja kilpailupäivistä sekä palautuu yksittäisten suoritusten välillä. Liiallinen aerobinen harjoittelu näyttäisi kuitenkin heikentävän maksimaalisen

anaerobisen tehon tuottamista ainakin naislumilautailijoilla (Zebrowska & al. 2012, 86).

Alaraajan voimantuotto-ominaisuuksilla näyttäisi olevan merkitystä lumilautacrossissa ja alppilajeissa niin miehillä kuin naisillakin, joten näiden ominaisuuksien harjoittaminen voidaan katsoa suositeltavaksi tutkimustietoon perustuen. Erityisesti lumilautacrossissa naiset näyttäisivät hyötyvän koko kehon voimaharjoittelusta merkittävästi. Lumilautacrossissa nopean lähdön merkitys loppusijoituksen kannalta näyttäisi olevan suuri ja sen saavuttaminen vaatii suurta maksimaalista työntövoimaa lähtöportista. Lihasten kimmoisuudella ja elastisilla ominaisuuksilla näyttäisi olevan suoritusnopeuksiin hyvin suuri yhteys lumilautacrossissa ja alppilajeissa miehillä, joten näiden ominaisuuksien harjoittaminen näyttäisi olevan tutkimustiedon valossa perusteltua.

Lumilautailun freestyle-lajeissa taidollisten sekä lajitekniisten ominaisuuksien harjoittaminen näyttäisi olemassa olevan tutkimustiedon valossa perustellulta. Fyysisten ominaisuuksien voidaan ajatella olevan merkityksellisiä suorituksen kannalta, mutta ne eivät näyttäisi ratkaisevan loppusijoitusta tai menestystä freestyle-lajeissa. Enemmän tutkimustietoa aiheesta kuitenkin tarvitaan, jotta lopullisia johtopäätöksiä voitaisiin tehdä.

LÄHTEET

- Argüelles, J., De la Fuente, B. & Dominguez-Castells, R. 2011. First Section of the Course Performance as a Critical Aspect in Skicross Competition: 2010 Olympic Games & World Cup Analysis. *Portugese Journal of Sports Sciences* 11 (2), 969–972.
- Canadian Association of Snowboard Instructors 2012-2013. *Reference Guide*. Viitattu 17.11.2015. Saatavilla:
http://issuu.com/casintc/docs/casi_referenceguide_2012_en?e=5143400/2615395
- Connor, D. 2013. *Influence of Stance Position on Stress and Performance Factors During Snowboarding*. Thesis of Master of Science. Montana State University, Health and Human Development.
- Delorme, S., Tavoularis S. & Lamontagne, M. 2005. *Kinematics of the Ankle Joint Complex in Snowboarding*. *Journal of Applied Biomechanics* 21, 394-403.
- Funk, J., Srinivasan, S. & Crandall, J. 2003. *Snowboarder's Talus Fractures Experimentally Produced by Eversion and Dorsiflexion*. *The American Journal of Sports Medicine* 31 (6), 926-927.
- Gurshman, G. 2005. *Modern alpine racing technique*. Saatavilla:
http://www.youcanski.com/en/coaching/modern_technique.htm [viitattu 22.12.2015].
- Heikkilä, A., Jokinen, P. & Nurmela, T. 2008. *Tutkiva kehittäminen. Avaimia tutkimus- ja kehittämishankkeisiin terveysalalla*. WSOY Oppimateriaalit, 55–132.
- Häkkinen, K., Mäkelä, M., Mero, A. 2004. *Voima*. Teoksessa: Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 251–253.
- Johansson K. 2007. *Kirjallisuuskatsaukset. Huomio systemaattiseen kirjallisuuskatsaukseen*. Teoksessa: systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen, toim. Juhansson K., Axelin A., Stolt M., Ääri R. TURUN YLIOPISTO hoitotieteen laitoksen julkaisuja tutkimuksia ja raportteja sarja A51 2007, sivu 3-9

Kananen, J. 2012. *Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas*. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja –sarja, toimittanut Risto Heikkinen. 161–166.

Kansainvälinen hiihtoliitto (The International Federation of Ski, FIS), 2014. *The International Snowboard Competition Rules*. <http://www.fis-ski.com> 30.10.2014

Keränen, Tapani. 2015. *Lajianalyysiohjeistus lajiliittojen huippu-urheilujärjestelmän kehittämisen työvälineeksi*. Kilpailu- ja huippu-urheilun tutkimuskeskus.

Keskinen, K. 2004. *Antropometria*. Teoksessa: Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 377–380.

Kim, S., Endres N., Johnson R., Ettlinger C. & Shealy J. 2012. *Snowboardings Injuries - Trends Over Time and Comparison With Alpine Skiing Injuries*. American Journal of Sports Medicine 40 (4), 770-776.

Kipp, R. 1998. *Physiological Analysis and Training for Snowboard's Halfpipe Event*. Strength and Conditioning Journal 20.

Kirkpatrick, D., Hunter, R., Janes, P., Mastrangelo, J. & Nicholas, R. 1998. *The Snowboarder's Foot and Ankle*. American Journal of Sports Medicine 26 (2), 271-277.

Krüger, A. & Edelmann-Nüsser, J. 2009. *Biomechanical analysis in freestyle snowboarding: application of a full-body inertial measurement system and a bilateral insole measurement system*. Sports Technology 2 (1-2), 17–23.

Kyngäs, H. & Vanhanen, L. 1999. *Sisällön analyysi*. Hoitotiede 11 (1).

Kääriäinen, M. & Lahtinen, M. 2006. *Systemaattinen kirjallisuuskatsaus tutkimustiedon jäsentäjänä*. Hoitotiede 18 (1).

McAlpine, P. 2010. *Biomechanical Analysis of Snowboard Jump Landings: A Focus on the Ankle Joint Complex*. Thesis of Doctor of Philosophy. The University of Auckland.

McAlpine, P. & Kersting, U. 2006. *Development of a Field Testing Protocol for the Biomechanical Analysis of Snowboard Jump Landings – a Pilot Study*. XXIV ISBS Symposium 2006, Salzburg, Itävalta.

Mero, A. 2004. *Taito ja Tekniikka*. Teoksessa: Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 241–250.

Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen K. 2004. *Valmentaminen käytännössä*. Teoksessa: Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 410–438.

Nummela, A. 2004. *Aerobisen kestävyuden suorat mittausmenetelmät*. Teoksessa: Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. Liikuntatieteellinen Seura ry. Tammer-Paino Oy, 64-77

Nummela, A. 2004. *Energia-aineenvaihdunta ja kuormitus*. Teoksessa: Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 97–126.

Nummela, A., Keskinen, K. & Vuorimaa T. 2004. *Kestävyys*. Teoksessa: Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 333–363

Zebrowska, A., Zyla, D., Kania, D. & Langfort, J. 2012. *Anaerobic and Aerobic Performance of Elite and Male Snowboarders*. Journal of Human Kinetics 34, 81-88.

O'Shea, M. 2004. *Snowboard Jumping, Newton's Second Law and the Force on Landing*. Physics Education 39 (4), 335-341.

Platzer, H-P., Raschner, C., Patterson, C. & Lambert, S. 2009. *Comparison of physical characteristics and performance among elite snowboarders*. Journal of Strength and Conditioning Research 23 (5), 1427-1432.

Powers, S. & Howley, E. 2005. *Exercise physiology*. Theory and application to fitness and performance 7th edition.

Pudas-Tähkä, S-M. & Axelin, A. 2007. *Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen aiheen rajaus, hakutermit ja abstraktin arviointi*. Teoksessa: Johansson, K., Axelin, A., Stolt,

M. & Ääri, R-L. (toim.) Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. Tutkimuksia ja raportteja. A:51/2007, 46-57.

Ruotsalainen, Ilona. 2012. *Training and periodization in for snowboard cross, parallel slalom and parallel giant slalom*. Liikuntabiologian laitos, Jyväskylän yliopisto.

Ruotsin olympiakomitea (Sveriges Olympic Kommitte). 2014. *Kravanalys leder mot världstoppen*.

<http://www.sok.se/nyheter/nyheter/nyheter2009/kravanalysledermotvarldstoppen.5.3e28612b148c315595e1ecc8.html>. 12.5.2015.

Rusko, H. & Tikkanen, H. 2004. *Vuoristoharjoittelu ja alppimajaharjoittelu*. Teoksessa: Urheiluvalmennus. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 488-500.

Suomen hiihdonopettaja ry, Vuokatin urheiluopisto, 2012. *Lumilautailun opetusohjelma*.

Suomen kuntoliikuntaliitto. 2009 – 2010. *Kansallinen liikuntatutkimus*.
<http://www.sport.fi/tyoyhteisot/hyvat-kaytannot/tutkittua-tietoa/kansallinen-liikuntatutkimus>. 15.10.2014.

Torjussen, J. & Bahr, R. 2005. *Injuries among competitive snowboarders at the national elite level*. The American Journal of Sports Medicine 33 (3), 370-377.

Turnbull, J., Keogh J. & Kilding A. 2011. *Strength and conditioning considerations for elite snowboard halfpipe*. The Open Sports Medicine Journal 5, 1-11.

Vaverka, F. & Vodickova, S. 2010. *Laterality of the Lower Limbs and Carving Turns. Laterality of the lower limbs and carving turns*. Biology of Sport 27 (2), 129-134.

Wijdicks, C., Rosenbach, B., Flanagan, T., Bower, G., Newman, K., Clanton, T., Engebretsen, L., LaPrade R. & Hackett T. 2014 *Injuries in Elite and Recreational Snowboarders*. British Journal of Sports Medicine 48, 11-17.

Vernillo, G., Pisoni, C. & Thiebat, G. 2015. *Physiological Characteristics of Elite Snowboarders*. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 30, 1827-1928.

Woolman, G. 2008. *The Biomechanics of Snowboarding*. Teoksessa: *Routledge Handbook of Biomechanics and Human Movement Science*, 297-310.