



Ona Andersson

Polvivammojen ennaltaehkäisy freestyle lumilautailussa

Opas valmentajille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

20.4.2022

Tekijä	Ona Andersson
Otsikko	Polvivammojen ennaltaehkäisy freestyle lumilautailussa – Opas
Sivumäärä	33 sivua
Aika	20.04.2022
Tutkinto	Fysioterapeutti (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Fysioterapian tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Yliopettaja Anu Valtonen Lehtori Ulla Härkönen
<p>Lumilautailu on urheilulajina kehittynyt nopeaan tahtiin ja siinä kilpaileminen on muodostunut jopa yhdeksi suosituimmaksi talviurheilulajiksi. Polvivammojen määrä ei näytä laskevan ja yleisin vamma eliittitason lumilautailijoilla on eturistisiteen (ACL) repeämä. Tämä voi vaikuttaa merkittävästi urheilu-uran etenemiseen.</p> <p>Vammamekanismina toimivat joko ilmapölystä hypystä kaatuminen tai alastulo tasaiselle alueelle, polven ollessa valgus kollapsissa ja/tai minimaalisesti koukistuneena sekä sääriluu sisäänpäin kiertyneenä. Kirjallisuudessa ei ole selkeitä lajispesifiä ohjeistusta fyysiseen harjoitteluun lumilautailua harrastaville, hyvin suunnitellut voima- ja kehonhuolto-ohjelma voisivat kuitenkin ennaltaehkäistä vammojen muodostumista. Laji vaatii erityistä huomiota iskuttavien voimien sietokykyyn korkean neuromuskulaarisuuden vuoksi. Nykyiset ACL vammojen ennaltaehkäisyohjelmat vaikuttavat tuottavan vain väliaikaisia tuloksia liikemallien parantamisessa, joka on liitetty ACL vammojen riskien alenemiseen.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on luoda polvivammoja ennaltaehkäisevät harjoitteluohjeet lumilautailun kilparyhmien valmentajien käyttöön. Tavoitteena on selvittää, millaisin keinoin polvivammoja voidaan ennaltaehkäistä lumilautailussa ja luoda sen mukaisesti vahvistavat ja huoltavat lajinomaiset harjoitusohjeet. Menetelminä toimivat kirjallisuuden hakeminen ja soveltaminen sekä oppaan suunnittelu ja tuottaminen.</p> <p>Motorisen oppimisen eri teorioita voidaan käytännössä hyödyntää liikkeen harjoittelussa sekä uudelleenharjoittelussa. Sen tavoitteena on urheilijoiden kyky ylläpitää hankkiman taidon optimaalista motorista kontrollia työskennellessä erilaisissa ympäristöissä, samalla minimoiden ACL vammautumisen riskin. Liikevaihtelevuuden lisäämisessä ja vähentämisessä tietyissä liikkeen vaiheissa voidaan mahdollisesti vaikuttaa ACL vammojen muodostumiseen. Multidirektionaalisella plyometrisella harjoittelulla pyritään tuottamaan yhdistelmiä vertikaalisista sekä horisontaalisista hypyistä, joiden on todettu johtavan parempiin tuloksiin sekä voimassa että tasapainossa, kuin niiden suorittamisesta erikseen. Alaraajojen eksentrisen voimantuoton ja sen nopeuden on todettu olevan vaikuttavia tekijöitä iskuttavien voimien vastaanottamiseen lumilautailussa. Räjähävällä voimaharjoittelulla alaraajoissa on vaikutusta hyppyjen kestoon sekä näin valmistautumiseen hypystä alastuloon ja ACL loukkaantumisen riskin alenemiseen. Liikkuvuusharjoittelulla voidaan myös vaikuttaa ACL vammojen muodostumiseen.</p> <p>Lopputuotoksena on harjoitteluopas, joka käsittelee uusia tapoja ennaltaehkäistä polvivammoja harjoittelun avulla, sisältäen teoriaa sekä harjoitteita ja sen tarkoituksena on olla informatiivinen.</p>	
Avainsanat	Lumilautailu, polvivammat, ennaltaehkäisy, liikevariaatio, multidirektionaalinen plyometrinen harjoittelu

Author	Ona Andersson
Title	Knee injury prevention in freestyle snowboarding – a guide
Number of Pages	33 pages
Date	20.04.2022
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Instructors	Anu Valtonen, Principal Lecturer Ulla Härkönen, Senior Lecturer
<p>As a discipline snowboarding has developed rapidly becoming one of the most popular winter sports to compete in. In snowboarding, knee injuries do not seem to decrease and the most common injury in elite snowboarding is a torn ACL. Which can have a major impact on one's career. Falling from a jump or landing onto a flat surface with the knee in valgus collapse and/or minimal flexion while tibia is internally rotated causes this injury. There are no sport specific training modalities for snowboarders in the literature, but it is recommended that a well-designed strength and mobility program could help prevent injuries. Training programs should concentrate on absorbing a large amount of ground reaction forces because snowboarding requires a high degree of neuromuscular acuity. Current ACL prevention programs appear to only produce temporary results in movement correction, which may influence injury risk reduction.</p> <p>The goal of the thesis is to create a guide for the coaches and athletes of the Finnish Snowboarding Association (FSA) to prevent knee injuries with strength and mobility training. The purpose of this thesis is to find out how knee injuries can be prevented in snowboarding and produces a sport specific training guide based on this knowledge. The methods of the thesis are a literature search and application, and the design and creation of a training guide. The end product is a training guide that aims to show new ways for preventing knee injuries through training. The guide consists of theory and training movements, and it is meant to be informative.</p> <p>Motor learning theories can be applied in movement training and retraining. The goal of motor learning is to achieve optimal motor control during movement, regardless of the environment, all the while reducing the risk of an ACL injury. Adding and reducing movement variability in different situations might affect the occurrence of ACL tears. Multidirectional plyometric training combines vertical and horizontal jumps, which has been shown to be more beneficial for both strength and balance than when they are performed separately. It is eccentric strength and power production in the lower limbs that determine the inability to absorb ground reaction forces during landing mechanisms in snowboarding. Lower limb power production influences jump duration and therefore preparation for landing as well as a reduction in ACL injury risk. Mobility training can influence the development of ACL injuries.</p> <p>The end product is a training guide that aims to show new ways for preventing knee injuries through training. The guide consists of theory and training movements, and it is meant to be informative.</p>	
Keywords	Snowboarding, knee injuries, prevention, movement variability, multidirectional plyometric training

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja menetelmät	3
3	Lumilautailun lajivaatimukset	5
3.1	Lumilautailusta kilpailulajina	5
3.2	Lumilautailun biomekaniikka	5
3.3	Lumilautailun fysiologia	7
4	ACL vammojen muodostuminen lumilautailussa	10
4.1	ACL vammojen muodostumisen teorialat	10
4.2	ACL vammamekanismit lumilautailussa	11
4.3	Riskitekijät loukkaantumiselle	14
5	ACL vammojen ennaltaehkäisy lumilautailussa	16
5.1	Ennaltaehkäisyn perusteet	16
5.2	Ennaltaehkäisy multidirektionaalisella plyometrisellä harjoittelulla	17
5.3	Motorisen oppimisen ja liikevariaation hyödyntäminen	18
5.4	Voimaharjoittelu ennaltaehkäisyssä	20
5.5	Liikkuvuusharjoittelun merkitys	22
5.6	Lämmittelyn merkitys ennaltaehkäisyssä	23
5.7	Ennaltaehkäisy muilla keinoilla	23
6	Harjoitteluopas	25
6.1	Harjoitteluoppaan tarkoitus, tavoite ja menetelmät	25
6.2	Harjoitteiden hyödyntäminen käytännössä	25
6.3	Progressiivisuuden huomiointi harjoittelussa	26
7	Pohdinta	28
	Lähteet	30

1 Johdanto

Lumilautailu kehittyi 1960-luvulla USA:ssa ja ensimmäiset lumilautailun World Cup kilpailut järjestettiin vuonna 1994. Lumilautailussa kilpaileminen on kehittynyt nopeaan tahtiin muodostaen eri alalajeja ja tullen jopa yhdeksi suosituimmaksi talviurheilulajiksi. Hyppyjen lisääntyminen lajissa on johtanut kaatumisiin ja loukkaantumisriskin kasvuun. Aiempien tutkimusten mukaan jopa 1/3 kaikista World Cup lumilautailijoista loukkaantuvat vakavasti pitkän kauden aikana. Hypyt ovat suuressa osassa freestyle lumilautailua ja siksi on ymmärrettävä potentiaaliset vammamekanismit, jotta voidaan muodostaa mahdollisia loukkaantumisten ennaltaehkäisystrategioita kuitenkin samalla kehittäen suorituskyyä. (Dann & Kelly 2021; Major, Steenstrup, Bere, Bahr, Nordsletten 2013; McAlpine, Kurpiers, Kersting, Determan, Borrani 2012; O'shea 2004.)

Yleisin vamma eliittilumilautailussa on eturistisiteen (ACL) repeämä (Wijdicks ym. 2013; Major ym. 2013; Sulheim, Holme, Rødven, Ekeland, Bahr 2011). Riippumatta siitä onko ACL repeämää korjattu kirurgisesti vai ei, on kuntoutuksen pääpointina etureisien lihaksiston vahvistaminen ja täyteen liikelaajuuteen palaaminen. Molempien tavoitteena on saada takaisin toiminnallisuus sekä ennaltaehkäistä tulevia vammoja. (Perry ym. 2022.) Nykyisten ACL vammojen ennaltaehkäisyohjelmistojen ongelmana vaikuttaa kuitenkin olevan tulosten väliaikainen vaikutus liikemallien parantamisessa, jotka on liitetty ACL vammojen riskien alenemiseen (Gokeler, Benjaminse, Seil, Kerkhoffs, Verhagen 2018). Koska ACL vamman riski on eliittilumilautailussa suurimmillaan, keskittyy opinnäytetyö ACL vammojen ennaltaehkäisyyn harjoittelun keinoin.

Tutkimuskirjallisuudessa ei ole annettu selkeätä kuvaa siitä, millaista lajispesifistä fyysistä harjoittelua sekä liikkeitä vapaa-ajan laskettelijoiden sekä lumilautailijoiden tulisi suorittaa vammojen ennaltaehkäisyä varten ennen kautta sekä sen aikana. Kuitenkin on todettu, että taitotaso sekä kokemus ovat kriittisiä tekijöitä vammojen ennaltaehkäisyn kannalta. (Hébert-Losier & Holmberg 2013.) Hyvin suunnitellut voima- ja kehonhuolto ohjelma saattaisivat auttaa vammojen ennaltaehkäisyssä lumilautailussa. Toisin kuin muissa urheilulajeissa, korkea neuromuskulaarinen edellytys ja lajin vaarallisuus vaativat erityistä huomiota iskuttavien voimien sietokykyyn. Eri tieteenalojen hyödyntäminen temppujen valinnoissa, neuromuskulaarisen kuormituksen seuraamisessa ja temppujen progression

viitekehysten muodostamisessa voivat alentaa loukkaantumisriskiä. (Dann & Kelly 2021.) Lajispesifeille fyysisille harjoitteille, joissa on otettu huomioon lumilautailijoiden taitotaso, on siis tarvetta.

2 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja menetelmät

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda polvivammoja ennaltaehkäisevät harjoitusohjeet lumilautaliiton kilparyhmien valmentajien käyttöön. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, millaisin keinoin polvivammoja voidaan ennaltaehkäistä lumilautailussa ja luoda sen mukaisesti vahvistavat ja huoltavat lajinomaiset harjoitusohjeet. Tavoitteena on soveltaa tutkittua tietoa muista urheilulajeista uusien keinojen etsimisessä polvivammojen ennaltaehkäisyä varten lumilautailussa.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii suomen lumilautaliitto. Suomen lumilautaliitolla on kaksi kilparyhmää, QKLS team ja QKLS rookies. QKLS teamissa on mukana 11 urheilijaa, jotka kilpailevat World Cupissa, X-Games:ssa, Olympialaisissa sekä muissa kilpailuissa, joissa on mukana maailman parhaimmat lumilautailijat. QKLS rookies ryhmässä on mukana 6 urheilijaa, jotka kilpailevat junior tasolla esimerkiksi World Rookie Tourissa sekä Junior World Cupissa. Kaikista urheilijoista muut ovat freestyle lumilautailijoita, paitsi kaksi kilpailevat cross lumilautailussa, joista toinen on para-urheilija. (Ski.fi.) Suurimman osan lumilautaliiton kilparyhmien urheilijoista ollessa freestyle lumilautailijoita, keskittyy opinnäytetyö tähän alalajiin.

Toimeksiantaja haluaa vahvistavat sekä huoltavat lajinomaiset harjoitusohjeet polvivammojen ennaltaehkäisyyn, sillä ”loukkaantumisia tapahtuu liikaa”. Pyyntönä on tutkia niveliin kohdistuvien liikkeiden harjoittelun vaikutuksia multidirektionaalisesta lähestymistavasta. Ajattelun pohjana on epäedullisten laskeutumisasentojen vahvistaminen loukkaantumisten ennaltaehkäisykeinona. Opinnäytetyö tuli olla kilparyhmille suunnattu, joten kohderyhmänä on lumilautaliiton valmentajat.

Opinnäytetyön menetelminä toimivat taustakirjallisuuden hakeminen sekä oppaan muodostaminen. Aihe rajautui toimeksiantajan yhdyshenkilön kanssa puhelimitse ja sähköpostitse käytyjen keskustelujen perusteella. Keskusteluiden tavoitteena oli kartoittaa nykyisiä polvivammojen ennaltaehkäisy menetelmiä sekä polvivammojen yleisyyttä. Erityisenä pyyntönä tuli selvittää multidirektionaalista lähestymistapaa polvivammojen ennaltaehkäisykeinona. Opinnäytetyön tiedonhaku tapahtui tietokannoista PubMed, PedPRO, Journal of Human Kinematics, Science Direct ja Google Scholar hakusanoilla: *snowboard*, *knee injury*, *ACL injury prevention* ja *ACL injury*. Artikkeleita löytyi muun muassa liikevariaatiosta, motorisesta oppimisesta sekä multidirektionaalisesta plyometrisestä harjoittelusta, jotka voisivat edistää polvivammojen ennaltaehkäisyä. Lumilautailusta ei vielä ole tehty tutkimuksia multidirektionaalisen plyometrisen harjoittelun hyödyistä, joten opinnäytetyöhön valittiin

muihin lajeihin sovellettuja tutkimuksia. Kriteereinä valituille tutkimuksille oli, että ne on toteutettu 2000-luvun puolella. Tutkimukset valikoitiin otsikoiden, abstraktin ja lopulta koko tekstin perusteilla.

Kirjallisuudessa hyödynnettiin useimmiten käsitettä eliittilumilautailija erottelemaan tavoitteelliset lumilautailijat vapaa-ajalla harrastavista, hyödynnetään opinnäytetyössä samaa termiä viittaamaan kilparyhmätasolla laskeviin lumilautailijoihin.

Englanninkieliselle termille ”movement variability” ei ole suoraa vastinetta suomen kielelle, joten opinnäytetyössä käytetään nimitystä liikevariaatio kuvaamaan tätä aihetta.

3 Lumilautailun lajivaatimukset

3.1 Lumilautailusta kilpailulajina

Lumilautailu on olympialaji, joka sisältää kaksi alalajiketta: freestyle, johon sisältyy half pipe, big air ja slopestyle sekä cross. Cross lumilautailussa neljästä kuuteen urheilijaa laskevat rataa alas minkä sisällä on erilaisia esteitä. Freestyle lumilautailu on taitopohjainen laji, joka vaatii erityistä kineettistä havaitsemista sekä erinäisten voimien tuottoa ja hallitsemista erilaisissa kehon asennoissa. Kaikki nämä lajit sisältävät variaatioita hyppimisestä. (Platzer, Raschner, Pattersson, Lemberg 2009; Olympic channel.)

Half pipessa laskut kestävät noin 20–30 sekuntia, joka sisältää 6–8 hyppyä milloin tempot suoritetaan. Slopestylessä urheilija lumilautaillee alas rataa, joka sisältää erilaisia esteitä kaiteista hyppyreihin. Pisteitä jaetaan ilmavuuden, luovuuden, laudasta otettavan otteen tyylin ja temppujen laadun perusteella. Big airissa urheilija suorittaa yhden massiivisen hypyn ja tempun hyppyristä, jonka koko vaihtelee eri kisoissa. (Platzer ym. 2009; Olympic channel.)

Major ja muut (2013) tutkivat World Cup kisoihin osallistuneiden eliittilumilautailijoiden loukkaantumismäärää kuuden vuoden ajalta. Mukana oli huippu-urheilijoita useista eri maista. Tutkimuksessa todettiin suurimmanosan vammoista liittyvän alaraajoihin ja useimmiten loukkaantunut kehonosa oli polvi. Naisten ja miesten välillä loukkaantuneen kehon osan välillä ei ollut eroja. Melkein yksi kolmasosa kaikista loukkaantumisista oli vakavia, johtaen yli 28 päivän taukoon. Tämän otoksen lumilautailijoista vakavat vammautumiset olivat yleisimpiä. Kaikista loukkaantumisista 28 % tapahtui kilpailuissa, 20 % virallisissa harjoituksissa kilpailuissa, 27 % normaaleissa lajiharjoituksissa ja 1,7 % lumen ulkopuolella tehtävässä perusharjoittelussa. (Major ym. 2013.)

3.2 Lumilautailun biomekaniikka

Lumilautailu vaatii lajina sekä fyysisiä että teknisiä ominaisuuksia. Pärjätäkseen lumilautailussa edellyttää se monen eri muuttujan kehittyntä yhteistyötä. Tietämys lihasvoimien sekä erilaisten vaikuttavien voimien vaikutuksista lumilautailussa on tärkeää, sillä se lisää ymmärrystä lajiharjoittelusta, suorituskyvyn lisäämisestä sekä vammojen ennaltaehkäisystä ja kykyjen tunnistamisesta. (Vernillo, Pisoni, Thiébat

2018.) Kehittyneemmällä tasolla ilmaantuvien monimutkaisten toiminnallisten alaraajavammojen biomekaanista ymmärrystä vaaditaan, jotta voidaan tehdä selkeäksi niiden ennaltaehkäisyyn vaadittavat toimenpiteet. (Wijdicks ym. 2013.)

Kääntyminen lumilaudalla voidaan jakaa kolmeen päävaiheeseen: aloittamiseen, kontrolloimiseen ja lopettamiseen. Kääntymiselle on erilaisia tapoja ja ne riippuvat maastosta, jossa kuljetaan sekä lumilautailijan taitotasosta. Kääntyminen lumilaudalla on ensimmäinen asia mikä lajissa opetellaan. Kun kääntyminen lumilaudalla on hallussa, voidaan siirtyä harjoittelemaan hyppyjä. (Phillip, Carey, Stubbs 2017.)

Hyppy voidaan jakaa neljään vaiheeseen lähestymiseen, ponnistukseen, lentovaiheeseen ja laskeutumiseen, nämä ovat visualisoitu kuvassa 1. Lähestymisvaiheessa säädellään vauhtia, kun taas ponnistusvaihe tapahtuu aktiivisesti. Lentovaiheessa suoritetaan temppu, jossa voi olla mukana kiertymistä etu- tai selänsuuntaisesti sekä lumilaudasta erilaisen otteen ottaminen. Laskeutuminen pyritään saamaan alas lumilaudan pohjalle kontrolloidusti. (Phillip ym. 2017.)



Kuva 1. Hypyn neljä eri vaihetta tempulle "720 Melon" (Kostanzo 2013).

Hyppyyn lähtiessä lumilautailija ponnistaa aktiivisesti ylöspäin. Ponnistuksen aikana on havaittu liikkeen ja alustan välisten kehoon vaikuttavien voimien olevan normaalia suuremmat. Etujalkaan vaikuttava voima on 930 N, takajalkaan sen ollessa 1080 N. Hyppyyn lähdössä on mitattu suurentunut plantaarifleksio (12°) molemmissa jaloissa,

etujalan sisäänpäin kiertymistä (41°) ja takajalan ulkokiertymistä (32°). Nämä aiheutuvat ylävartalon kiertymisen vuoksi. Hypyn aikana ilmavia liikkeitä tehdessä tuottaa se suhteellisia huippuarvoja etujalkaan kohdistuvan kuormituksen suhteen. Lentovaiheen lopussa lumilautailija pyrkii olemaan neutraalissa asennossa, jotta voidaan varmistaa turvallinen alastulo. Alastulon aikana lumilautailija nojaa kohti lumilaudan perää, joka aiheuttaa suurentunutta inversiota etujalalle (25°) kontrastina takajalan mitattuun eversioon (15°). (Krüger & Edelman-Nusser 2009.) Polvi ja nilkka pakotetaan koukistumaan ja fiksoitu siteiden asento sekä leveä jalkojen asento aiheuttaa alun alkaen sisäänpäin kääntyneen asennon subtalaarinivelessä. Tämä kestää koko hypystä laskeutumisen ajan ja johtuu vartalon kinematiikan kontrolloimisesta alastulon yhteydessä. (McAlpine ym. 2012; Fong, Blackburn, Norcross, McGrath, Padua 2011.) Alastulossa liikkeen ja alustan välinen voima on lisääntynyt takajalkaan suhteessa ponnistusvaiheen mittauksiin, sen ollessa etujalalle 920 N ja takajalalle 3020 N. (Krüger & Edelman-Nusser 2009.) Hypyn alastulossa kehoon vaikuttavat voimat voivat olla jopa kymmenkertaisia kehonpainoon nähden ja sitä on ehdotettu tärkeäksi muuttujaksi määritettäessä ACL:n kuormitusta sekä loukkaantumisriskiä (Fong ym. 2011). ACL repeämään vaaditaan ainakin 2000 N voima ja on todettu, että repeämiseen vaaditaan lisäksi kierteistä kuormitusta. (McLean, Su, Van Der Bogert 2003).

Ulkoinen kuormitus on huomattavaa hypystä laskeutuessa, kohdistuen lumilautakengän pohjaan. Tämän vuoksi nilkan nivelet kiertyvät alastulossa asentoihin, jotka ovat lähellä liikelaajuuksien rajoja (McAlpine ym. 2012). Suurentunut passiivinen liikelaajuus nilkan dorsifleksiossa on todettu aiheuttavan myös polven koukistumiskulman suurentumista. Tämä voi mahdollistaa liikkeen ja alustan välisen vaikuttavan voiman pienenemistä hypystä alastulossa. Nilkan plantaarifleksion joustavuudella sekä dorsifleksion liikelaajuuden lisäämisellä voidaan siis lieventää ACL vamman riskiä asettamalla alaraaja asentoon, joka johdonmukaisesti vähentää alaraajaan vaikuttavien kuormittavien voimien määrää hypystä alas tullessa. (Fong ym. 2011.)

3.3 Lumilautailun fysiologia

Fyysiset vaatimukset lumilautailussa vaikuttavat olevan riippuvaisia alalajityypistä. Freestyle lumilautailu on nopeatempoista ja lyhytaikaista, jolloin harjoittelun vaikutukset ovat sitoutuneita pääsääntöiseen energiantuottojärjestelmään. Geneettisesti määräytyvien nopean tyypin lihassolujen prosentuaalinen määrä, tarve sekä kyky

hyödyntää anaerobista energiajärjestelmää, vaikuttavat olevan tärkein fysiologisesti vaikuttava tekijä kilpalumilautailussa. (Żebrowska, Żyła, Kania, Langfort 2012.)

Freestyle lumilautailu lajivaatimuksiensa vuoksi vaatii maksiminopeuden sekä -voiman harjoittamista. Tämän tyyppinen harjoittelu johtaa maksimaalisen anaerobisen voimantuoton kehittymiseen. Pääsääntöinen energia-aineenvaihdunnallinen järjestelmä on siis anaerobinen. Räjähävän sekä anaerobisen voiman ylläpidon on todettu olevan tärkeä elementti kilpailutilanteissa, ja suurentunut alaraajojen lihasvoima voi vähentää uupumusta ja täten myös alentaa vammautumisriskiä. (Żebrowska ym. 2012.)

Korkea aerobinen fyysinen kestävyys nopeuttaa palautumista toistuvista anaerobisista harjoittelujaksoista. Se voi lisäksi indikoida lihaskestävyyttä suorituksen aikana sekä kykyä sietää suuria harjoittelumääriä ja vähentää riskiä yliharjoittelulle. Hyvää aerobista pohjaa vaaditaan yleiseen palautumiseen pitkästä kaudesta (lokakuusta-maaliskuuhun), suuresta määrästä matkustamista, tiuhaan esiintyvistä harjoitteluleireistä sekä kilpailuista. Korkealla aerobisella kestävyydellä on vaikutusta suorituskyvyn ylläpidossa sekä on- että off-kaudella. (Żebrowska ym. 2012; Vernillo ym. 2018; Platzer ym. 2009; Turnbull, Keogh, Kilding 2011.)

Żebrowska ja muut (2012) tutkivat kymmentä puolalaisia eliittilumilautailijoita verraten näitä kontrolliryhmään. Lopputuloksena todettiin, että aerobinen kapasiteetti (VO_{2max}) ei eronnut merkittävästi ryhmien välillä, mutta eliittilumilautailijoilla näyttäisi olevan huomattavasti korkeampi kyky tuottaa anaerobista voimaa sekä kyky ylläpitää sitä. Lisäksi huomattiin merkittävä ero anaerobisessa voimantuotossa mies- ja naislumilautailijoiden välillä. (Żebrowska ym. 2012.)

Vaikka laboratorioissa suoritetuissa tutkimuksissa on yritetty määrittää pääasiallista energia-aineenvaihdunnanjärjestelmää erilaisten lihasaktivaatioiden aikana, on vain vähän tietoa siitä millaisia fysiologisia adaptaatioita lumilautailu voi lopulta aiheuttaa. Jatkuva sykkeen seuranta kilpailun laskuilla on osoittanut, että syke voi nousta jopa 92 %:iin ennustetusta iänmukaisesta maksimisykkeestä, viitaten näin anaerobisen energiajärjestelmän hallitsevuuteen. Kuitenkin sykettä tarkasteltaessa koko kilpailuiden ajan, todettiin keskimääräisen sykkeen olevan 140 bpm. Eli vaikka urheilijat hyödyntävät pääosin tekniikoita, jotka vaativat anaerobista aineenvaihduntaa, vaaditaan urheilijoilta myös suurta aerobista kapasiteettia. (Żebrowska ym. 2012; Vernillo ym. 2018.)

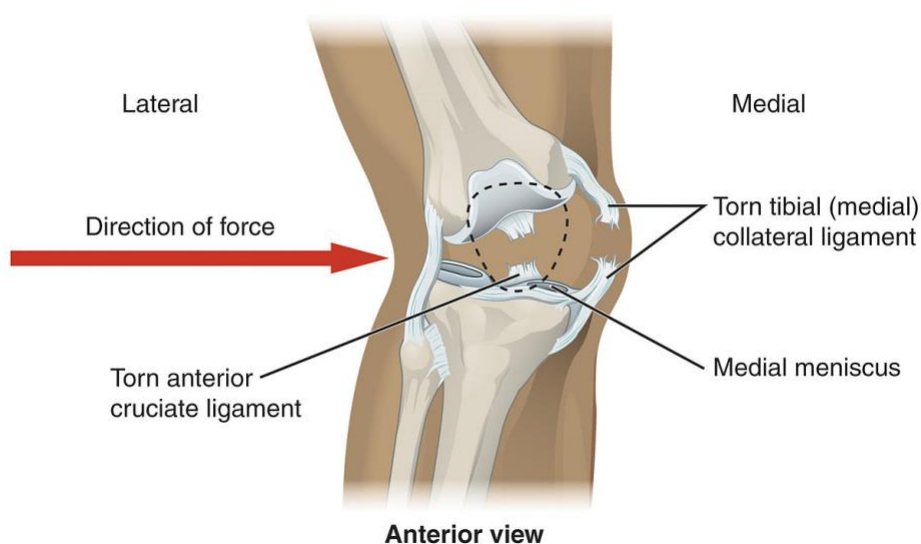
Koska lumilautailijoiden harjoitteluohjelmien määrä on jo ennestään korkealla, on todennäköistä, että taito- sekä rinneharjoittelun tuottamat ärsykkeet aiheuttavat riittävän adaptaation anaerobiseen sekä aerobiseen suorituskyyyn urheilijoiden pärjätäkseen kilpailutilanteissa. Harjoittelussa ei siis ole tarpeen erikseen huomioida fysiologisia vaatimuksia. (Dann & Kelly 2020.)

4 ACL vammojen muodostuminen lumilautailussa

4.1 ACL vammojen muodostumisen teorit

Ennaltaehkäistäkseen ACL vammojen muodostumista on ymmärrettävä liikkeen laatu, joka asettaa urheilijan loukkaantumisriskiin. Yleisimpänä ACL repeämän vammamekanismina on todettu hypystä alastulo (80 %), josta on kehitetty neljä eri teoriaa. 1) nivelsiteiden ylikuormituksen (polvi on valgus asennossa eli sisäänpäin kääntyneenä ja reisiluu lähennettynä sekä sisäänpäin kiertyneenä), 2) etureisien lihasten vallitsevuus (polvi on suorana, jonka lisäksi etureisien aktiivisuus suhteessa takareisiin on huomattava), 3) keskivartalon kontrollin puutteen sekä 4) jalan hallitsevuuden vuoksi (asymmetria). (Lopes ym. 2018; Perry ym. 2022; Hewett, Ford, Hoogenboom, Myer 2010.)

Nivelsiteiden ylikuormitusteoriassa lihakset eivät ole valmiita ottamaan vastaan liikkeen ja alustan aiheuttamaa rasitusta, jonka vuoksi nivelen ja nivelsiteiden tulee sietää suuria määriä voimia pienellä aikavälillä (kuva 2). Impulssin ollessa suurempi kuin kuormituksen sieto, voi se johtaa nivelsiteen repeämiseen. Tärkeänä vaikuttavana tekijänä on alaraajojen lihaskontrolli pakara-, takareisi- sekä pohjelihaksistoissa. Takaketjun suuren lihaksiston täytyy aktivoitua kunnolla voidakseen ottaa vastaan liikkeen ja alustan välistä kuormitusta tai muuten se kulkeutuu nivelten ja nivelsiteiden varaan. (Hewett ym. 2010.)



Kuva 2. Polven valgus asennon vaikutus nivelsiteisiin (OpenStax College 2013).

Eturaisien lihaksiston vallitsevuusteorialla viitataan tapaan stabiloida polvea pääsääntöisesti eturaisien lihaksiston avulla. Kun eturaiden lihakset supistuvat, vetävät ne sääriluuta eteenpäin reisivuuhun nähden, joka aiheuttaa suurentuneen kuormituksen ACL:lle. ACL taas pyrkii vetämään sääriluuta taaksepäin, ja jos polvea stabiloidaan eturaiden lihaksilla, aiheuttaa se etummaisen murtumarasituksen sääriluulle ja täten myös suurentuneen kuormituksen ACL:lle. Tämä on useimmin nähtävissä naisilla. (Hewett ym. 2010.)

Kaikissa aktiviteeteissa liikkeen ja alustan välisten voimien ja vastavoimien suunta on kohti kehon massakeskipistettä. Tässä keskivartalon kontrolli tulee avaintekijäksi. Jos keskivartalo nojaa toiseen reunaan, siirtyy massakeskipiste sen mukana, joka taas aiheuttaa polven vastakkaisen liikkeen tasapainottamaan asentoa. Tämä aiheuttaa polvelle suurentuneen valgus asennon, jolloin nivelsiteet ovat ottamassa suurta kuormitusta vastaan lihasten sijaan (kuva 2). (Hewett ym. 2010.)

Jokaiseen näistä vamman syntymekanismiin vaikuttavista suoritustekniikkavirheistä voidaan vaikuttaa kohdistetulla harjoittelulla. Urheilijaa tulee opettaa seuraamaan oikeata neuromuskulaarista kontrollia motorista taitoa suorittaessa. Keskivartalon ei tulisi liikkua sivulta sivulle liikkeen aikana, polven ei tulisi romahtaa mediaalisesti, takaketjun lihasten tulisi aktivoitua niin että polven asento on kontrolloidussa fleksiassa ja urheilijan tulisi käyttää oikeita lihaksia vastaanottaakseen iskuttavia voimia ja urheilijan täytyy hyödyntää alaraajojen lihaksia tasapainoisesti. (Hewett ym. 2010; Nessler, Denney, Sampley 2017.)

4.2 ACL vammamekanismit lumilautailussa

Kaatumiset, tapahtuivat ne rinteessä tai hypystä alastulossa, aiheuttavat noin 80–90 % kaikista vammoista. Loukkaantuminen hypystä alastulossa on yleisempää lumilautailijoilla kuin suksilla laskettelevilla. (Wijdicks ym. 2013.) Lumilautailijoilla kaatuminen tapahtuu joka viidennellä hypyllä alastulon yhteydessä (McAlpine ym. 2012; Kurpiers, McAlpine, Kersting 2017). Jalkojen joustaminen, lumen pehmeys sekä alastulon kulmaus ja lumilautailijaa eteenpäin vievä liike voivat selkeästi alentaa hypyn alastulossa vaikuttavia voimia (O'Shea 2004; McAlpine ym. 2012). Yleisesti ottaen loukkaantumisriski vaikuttaa olevan alhainen kontrolloiduissa hyppyjen alastuloissa. Kuitenkin kaatumiset ja ei-toivotut laskeutumisasennot aiheuttavat muutoksen tyypillisestä laskeutumisbiomekaniikasta kohti vaarallisempia tilanteita (McAlpine ym. 2012). Uupumus on myös yhdistetty ACL vammautumisriskeihin urheilijoilla. (Nessler ym. 2017).

Kurpiers ja muut (2017) tutkivat lumilautailijoiden hyppyjen kaatumisennusteita. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää hypystä kaatumisen vaikuttavia tekijöitä tekniikan, ympäristön sekä tehtyjen päätösten kannalta. Tutkimuksessa oletettavia vaikuttavia tekijöitä kaatumisen ennustamiseen olivat liikkeen tyyppi mikä suoritettiin ilmassa (oliko mukana kierrettä), ote laudasta hypyn aikana, kontrollin puutteet merkit lentovaiheen aikana, laskeutumisalusta, laudan kontaktipiste etu-takasuunnassa ja keskiviivan molemmiin puolin tarkasteltuna, sekä laudan kontaktikulma alustaan nähden. 21 % otoksen hypyistä johtivat kaatumiseen ja mittauksien mukaan kaatumiset johtuivat alastulon asennosta, liikkeen tyypistä ja kehon orientaatiosta laskeutumisessa. Laskeutumisalustalla oli suuri merkitys kaatumisriskiin. Laskeutuminen tasaiselle tai hyppyrin kulmaan aiheuttivat suurentuneen kaatumisriskin. Kun hypyissä oli mukana kierrettä, oli kaatumisriski kohonnut, mutta kiertymisasteen merkitystä ei pystytty määrittämään. Kiertymissuunnalla huomattiin kuitenkin olevan merkitys kaatumiseen. Selänsuuntaisesti kääntyvillä (kellon suuntaisesti niillä, jotka laskevat vasen jalka edessä) oli suurempi kaatumisprosentti (52 %) kuin etusuuntaisesti kääntyvillä (42 %). Lisäksi todettiin hypyn aikana laudasta tehdyn otteen olevan suojaava efekti kaatumiselta. Alastulon suunnalla huomattiin myös olevan merkitystä kaatumisen kanssa. Kun hypystä laskeuduttiin sivuttain suhteessa alastulon suuntaan, oli kaatumisriski suurentunut. Laskeutuminen takakantille nosti kaatumisriskiä verrattuna etukantille tai laudan pohjalle laskeutumiseen. Kaikista pienemmät kaatumisprosentit olivat, jos laskija laskeutui laudan pohjalle, takaosan ottaessa ensin kontaktin maahan. Tällainen hypystä alastulo on nähtävissä kuvassa 3. Tällainen alastulo aiheuttaa kuitenkin suurentuneen kuormituksen takajalalle. (Kurpiers ym. 2017.)



Kuva 3. Hypyn alastulo lumilaudan pohjalle takaosan ottaessa ensimmäisen kontaktin hyppyrin alastuloon. Tämä aiheuttaa suurentuneen kuormituksen takajalalle. (Red Bull content pool 2021.)

Eliittitason lumilautailijoilla yleisin vammamekanismi muodostuu alastulosta suuren ilmavan hypyn jälkeen. Alastulon aikana alaraajat ovat suuremmassa riskissä vammoille, sillä niiden pitää sietää suuria iskuttavia voimia. Kaiken kaikkiaan prosentuaalisesti alaraajavammat ovat isommassa riskissä eliittilumilautailijoilla, verrattuna harrastelumilautailijoihin. Lumilautailijoiden polvivammojen yleisyys liikkuu 6–8 %:ssa kun taas eliittilumilautailijoilla prosentti nousee 20 %:iin kaikista vammoista, muodostaen näin suurimman osan kaikista vammoista. (Wijdicks ym. 2013.)

Davies, Tietjens, Van Sterkenburg ja Meghan tutkivat lumilautailijoita ja heidän ACL vammautumismekanismeja jälkikäteen tehdyllä kyselyllä. Kaikki vammautumiset tapahtuivat hypystä alastulossa ja kaikki kuvasivat alastulon tapahtuvan tasaiselle alueelle. Noin 90 % tutkimukseen osallistuneista olivat eliittilumilautailijoita ja kaikilla muilla paitsi kahdella vammautui etujalka. Tutkimuksen todettu vammamekanismi oli, kun lumilautailija laskeutui hypystä tasaiselle polven ollessa minimaalisesti koukussa sekä sääriluun ollessa kiertyneenä sisäänpäin. (Davies ym. 2009.)

Useimmiten vammautuminen tapahtuu parkissa ja yksi ehdotettu vammamekanismi onkin laskeutuminen tasaiselle alueelle isosta hypystä. Tasaiselle alueelle alastulo tapahtuu, kun tapahtuu virhe hyppyyn lähdössä aiheuttaen liian korkean hypyn ja

laskeutumisen liian pitkälle alastuloon tasaiselle alueelle tai vastaavasti liian lyhyen hypyn laskeutuen hyppyrin ja alastulon väliselle tasaiselle alueelle. Tällaisessa alastulossa etureisillä on suurentunut eksentrisen supistuminen, joka taas aiheuttaa suurentuneen kuormituksen ACL:lle. (Wijdicks ym. 2013; Major ym. 2013; Sulheim ym. 2011; McNeil & McNeil 2009; Dann & Kelly 2021.)

Toinen ajateltu vammamekanismiteoria koostuu valgus-kollapsista eli nivelsiteiden ylikuormitusteoriasta. Polvi saattaa olla ehdollistettuna suurentuneelle valgus vääntömomentille, kun laskeutuminen tapahtuu tasaiselle alueelle. On ollut spekulatioita vaikuttaako siteiden fiksoitu asento (molemmat jalat ovat laudassa kiinni) suojaavasti kiertyneeseen polven asentoon vai lisääkö se riskiä laskeutua polvi valgus asennossa sekä sisäänpäin kiertyneenä. Tässä ajateltuna syynä olisi jalan kykenemättömyys korjata asentoa luonnollisesti lumilautaan nähden hypyn lentovaiheen aikana. (Wijdicks ym. 2013; Major ym. 2013; Sulheim ym. 2011.)

4.3 Riskitekijät loukkaantumiselle

Sisäisiä riskitekijöitä laskettelijoiden sekä lumilautailijoiden loukkaantumiselle ovat taitotaso ja kokemus, ikä, vanhat vammat sekä sukupuoli ja kansallisuus. Vähäinen taitotaso sekä kokemus lisäävät loukkaantumisriskiä merkittävästi. Ulkoisia riskitekijöitä laskettelijoille sekä lumilautailijoille ovat siteiden asetukset, kypärän käyttö, rinteiden profiili ja rannetukien käyttö lumilautailijoilla. (Hagel 2005; Sulheim ym. 2011.) Lumilautailijoilla loukkaantumisriski lisääntyy half pipessä verrattuna merkittäviin rinteisiin ja kovalla, jäisellä tai loskaisella maastolla verrattuna ajettuihin rinteisiin (Hagel 2005).

Aloittelevilla laskettelijoilla, lumilautailijoilla sekä ei-Pohjoismaisilla laskettelijoilla on suurin riski loukkaantua vakavasti. Miehet ovat taipuvaisempia loukkaantumisille, mutta naisilla on suurempi riski polvivammoille. Yli 20-vuotiailla aikuisilla on pienentynyt riski muodostaa potentiaalisesti vakavampia vammoja. Suurin riski polvivammojen muodostumiselle on naisilla, aloittelijoilla, alppihiihtäjillä ja ei-Pohjoismaisilla laskettelijoilla. (Sulheim ym. 2011.)

Riittämätön lihasvoima ja -kestävyys etureisien lihaksistossa voi nostaa vammautumisariskia kilpailutilanteissa, sillä ne joutuvat kestävänsä korkeaa kuormitusta pitkän aikaa. Vaikuttaa siis siltä, että suurien lihasvoimien ja -kestävyyden omaaminen alaraajoissa voisi olla etuna lumilautailussa. On myös ehdotettu, että lihasvoima on parempi ennuste lumilautailun suorituskyvyn paranemisesta, kuin VO2max. Tarkoittaen

lihasvoiman, -kestävyyden ja voimaräjähtävyyden merkitsevyyttä lumilautailukilpailuissa toimivina suorituskyvyn mittareina. (Vernillo ym. 2018.)

Lumilaudassa asento on epäsymmetrinen ja epäsymmetria jalkojen lihasvoimissa vaikuttaa suurentuneeseen tuki- ja liikuntaelimestön vammariskiin. Voiman epäsymmetria viittaa suhteelliseen eroon voiman tuoton kapasiteetissa alaraajojen välillä. Tämä voi olla hyödyllinen tapa erotella urheilijoita suurentuneen alaraajavamman riskin suhteen. Lumilautailussa etujalka joutuu usein kestäämään suurempaa kuormitusta rinnettä laskiessa alas, joka voi johtaa lihasten adaptaatioon. Olisi siis hyvä ottaa huomioon epäsymmetrian kehittymisen mahdollisuus harjoittelussa vammojen ennaltaehkäisemiseksi. (Vernillo ym. 2018.) On kuitenkin otettava huomioon, että freestyle lumilautailussa urheilijoiden on osattava helposti vaihdella etujalkaa toiseen sekä tehdä temppuja molemmin päin. Freestyle lumilautailijoilla ei ole todettu suurta eroa jalkojen välisissä voimissa. (Vernillo, Pisoni, Thiébat 2016.)

Yksi neljästä nuoresta urheilijasta, jotka ovat kärsineet ACL vammasta tulevat kärsimään myös toisesta ACL vammasta urheilu uransa aikana. Vaikka polvivammoista tehdään jatkuvasti lisää tutkimustietoa identifioidakseen vaikuttavia tekijöitä mahdollisiin loukkaantumisiin, vammoja tapahtuu jatkuvasti ja kuntoutus sekä ennaltaehkäisyohjelmamallit epäonnistuvat. Lopputuloksena polvivammoilla, erityisesti ACL repeämällä, on suuri vaikutus urheilijan tulevaisuuden suorituskykyyn. Täsmällistä funktionaalista työkalua ja väliintuloa vaaditaan, jotta voitaisiin saada aikaiseksi muutos polvivammojen tilastolliseen lukumäärään sekä identifioida muuttujia, joilla on vaikutusta urheilijoiden loukkaantumisiin. (Nessler ym. 2017.)

5 ACL vammojen ennaltaehkäisy lumilautailussa

5.1 Ennaltaehkäisyn perusteet

Aiemmin on kehitetty monia erilaisia harjoitusohjelmia ACL vammojen ennaltaehkäisyä varten, joiden tavoitteena on ollut vammatariskien vähentäminen. Näyttöä näistä löytyy paljon riskien alentuessa 52 %:a naisurheilijoilla ja 85 %:a miesurheilijoilla. (Nessler ym. 2017.)

Ikä	•Nuoremmat urheilijat hyötyvät ACL ennaltaehkäisyohjelmista enemmän kuin vanhemmat
Biomekaniikka	•ACL vammautumisariskiä lisää suurentunut polven valgus asento
Johdonmukaisuus	•Harjoittelun johdonmukaisuudella on suora vaikutus suorituskykyyn
Määrä	•20-30 minuuttia •Useampana kertana viikossa
Palaute	•Palaute vähentää riskiä ACL vammalle •Ulkoisen palaute vaikuttaisi olevan tehokkaampaa
Liikkeiden vaihtelevuus	•Liikkeiden monimuotoisuudella on suuri vaikutus vammatariskin alenemiseen

Kuva 4. Kuusi peruseriaatetta ACL vammojen vaikuttavaan ennaltaehkäisyyn (Nessler ym. 2017).

Vaikuttavissa ACL vammojen ennaltaehkäisyohjelmissa (kuva 4) harjoitteet voidaan jakaa kolmeen eri komponenttiin: plyometriseen harjoitteluun, neuromuskulaariseen harjoitteluun (hermottavaan) sekä voimaharjoitteluun. Plyometrisissä harjoitteissa keskittyminen tulisi suunnata oikeaan tekniikkaan sekä kehon mekanismeihin. Neuromuskulaarista harjoittelua sisältyy suurimpaan osaan vammojen ennaltaehkäisyohjelmista. Sen tarkoitus on kehittää optimaalista lihashermotusta, lisätä dynaamista nivelstabiliteettia ja suoriutua liikekontrolleista ja taidoista, jotka ovat välttämättömiä arkielämässä sekä urheilussa. Harjoitteet voivat sisältää tasapainoharjoitteita, yhden jalan stabiliteetti harjoitteita, dynaamisia nivelstabiliteetti harjoitteita, hyppyharjoitteita sekä plyometriikkaa ja lajispesifiä harjoittelua. Lihasvoimaharjoittelu on liitettyä kaikista vaikuttavimpiin ennaltaehkäisyohjelmiin,

mutta lihasvoiman harjoittaminen itsestään ei ole todettu vaikuttavan ACL vammojen ennaltaehkäisyyn. (Nessler ym. 2017.)

5.2 Ennaltaehkäisy multidirektionaalisella plyometrisellä harjoittelulla

Plyometristä harjoittelua voidaan suorittaa vertikaalisesti, horisontaalisesti tai näiden yhdistelmänä. Yhdistelmä vertikaalisia sekä horisontaalisia hyppyjä johtaa parempiin tuloksiin sekä voimassa että tasapainossa, kuin vertikaalisten tai horisontaalisten hyppysten suorittaminen erikseen. (Jlil ym. 2019.)

Plyometrinen harjoittelu näyttää johtavan parantuneeseen hermostolliseen herkkyyteen harjoittelun aikana. On ehdotettu, että parantuneet tulokset suorituskäytössä voisi heijastaa neuromuskulaarisia adaptaatioita. Adaptaatiot voivat vaikuttaa hermostollisen verkoston lisääntymisessä, lihaksen sisäisen koordinaation kehittämisessä, muutoksissa lihaskoossa sekä rakenteessa ja/tai muutoksissa mekaanisessa lihasjänne jäykkyydessä. Tasapainon ja stabiiliteetin haastaminen plyometrisen harjoittelun lomassa voi tuottaa tulosta ennakoimisessa, joka voisi parantaa sopivaa lihasaktivaatiota ennen hypystä laskeutumista. Tämä voisi nostaa suorituskäytössä ja vähentää vammautumisen riskiä. (Jlil ym. 2019.) Vammojen ennaltaehkäisyohjelmat, jotka sisältävät plyometrisiä sekä neuromuskulaarisia harjoitteita vaikuttavat loukkaantumisen riskien alenemiseen. Näiden harjoitteiden perustana ovat hypystä laskeutumiseen liittyvät vammamekanismiteoriat. (Lopes ym. 2018.)

Jlil ja muut (2019) tutkivat multidirektionaalisen plyometrisen harjoittelun vaikutuksia vertikaalisen hypyn korkeuteen, suorituskäytössä suunnanmuutoksissa ja dynaamisen ryhdin kontrolliin nuorilla jalkapallon pelaajilla. Kaksikymmentäkahdeksan nuorta jalkapalloilijaa jaettiin satunnaisesti koe- sekä kontrolliryhmiin. Koeryhmä suoritti kahdeksan viikon ajan multidirektionaalisen plyometrisen harjoitteluohjelman, joka tehtiin kauden sisällä kaksi kertaa viikossa, kun kontrolliryhmä jatkoi harjoittelua ilman muutoksia. Multidirektionaalinen harjoitteluohjelma sisälsi hyppyjä ja loikkia pystysuorasti etutakas suunnassa, sivuttaissuunnasta sekä etu-taka-sivuttaissuunnassa. Jalkakontaktia lisättiin progressiivisesti viidestäkymmenestä neljään sataan kahteenkymmeneen neljään per harjoitus. Hyppysten vaikeusastetta lisättiin progressiivisesti käyttämällä esimerkkiesteitä. Ne sisälsivät vaihtelevia hyppyjä vasemmalta oikealle ja toisin päin. Koeryhmä osoitti merkittäviä muutoksia vertikaalihypyn korkeudessa, suunnanmuutoksen suorituskäytössä sekä dynaamisen ryhdin kontrollissa (Jlil ym. 2019).

Vaikka tämä tutkimus tehtiin nuorilla jalkapalloilijoilla, olisi mielenkiintoista tuoda esille multidirektionaalinen plyometrinen harjoittelu lumilautailuun, koska molempien lajien vaatimuksiin kuuluu monisuuntaisten liikkeiden hallitseminen. Kehittyminen dynaamisen ryhdin kontrollissa voisi heijastaa joko kehitystä alaraajojen lihaksien motorisessa tuottamisessa ja/tai muutoksia proprioseptiikassa ja neuromuskulaarisessa kontrollissa. Lisäksi kehitystä voisi tapahtua esikevennyshypyn korkeudessa, joka reflektoi lisääntyneeseen voimantuottoon jalkojen ojentaja lihaksissa sekä antagonistilihaksiston aktiivisuuden vähenemisestä hypystä alastulon jarrutusvaiheen aikana. Nämä voisivat olla hyödyllisiä lumilautailijoilla myös vammautumiskannan alenemisen kannalta. Rajoitteena tämän tutkimuksen hyödyntämisessä on se, että se tuotettiin nuorilla urheilijoilla ja lisää tutkimuksia multidirektionaalisen plyometrisen harjoittelun hyödyistä aikuisilla vaaditaan (Jlilid ym. 2019).

5.3 Motorisen oppimisen ja liikevariaation hyödyntäminen

Motorisen oppimisen hyödyntämisen tavoitteena on se, että urheilijat kykenevät hankkimaan taidon ja ylläpitää optimaalista motorista kontrollia työskennellessään monimutkaisissa ympäristöissä, samanaikaisesti minimoiden ACL vammautumiskannan. Motorisen oppimisen peruseräperiaatteiden hyödyntämisellä voi olla potentiaalia ACL vammojen ennaltaehkäisyssä. Motorinen oppiminen on määritelty urheilijan kykynä hankkia motorisia taitoja, jolla on suhteellisen lopullinen mahdollisuus muuttua toiminnallisena harjoitteena. (Gokeler ym. 2018.)

Liikevariaatio on aiemmin nähty haitallisena tekijänä, mutta viime aikoina lähestymistapa on ollut enemmänkin toiminnallinen. Liikevariaatiolla voisi mahdollisesti olla vaikutuksia ympäristöllisiin adaptaatioihin, loukkaantumiskannan alenemiseen sekä liikemallien muutoksien edistämiseen. Liikevariaatio kehittää koordinaatiossa tapahtuvaa vaihtelevuutta ja antaa joustavuutta mukautua tehokkaasti muuttuvaan ympäristöön. Hypoteesina on se, että jos liike toistuu jokaisella kerralla samalla tavalla, on todennäköistä, että samat kudokset joutuvat toistuvasti maksimaalisen kuormituksen alle. Lisäämällä liikevaihtelevuutta voitaisiin kudoksien kuormitusta mahdollisesti muokata toistojen välillä vähentäen näin riskiä vammautumiselle. Liikevariaation lisääminen harjoitteluun voi myös mahdollisesti lisätä nivelten liikkuvuutta. Nivelliikkuvuuden ansiosta kehoon vaikuttavat iskuttavat voimat leviävät paremmin eri lihasten välille sekä pienentävät nivelsiteiden vastaanottamaa kuormitusta ja täten myös loukkaantumiskannan. (Bartlett, Wheat, Robins 2007; Orangi ym. 2021.)

Liikkeiden (uudelleen-)harjoittelu on vaikuttava menetelmä ACL vammojen ennaltaehkäisyssä. Liikkeiden (uudelleen-)harjoittelun tavoitteena olisi kehon kokonaisfleksion parempi hallitseminen, jolla voitaisiin vaikuttaa lihaksiston vastaanottavuuteen iskuttavassa kuormituksessa, sekä sivusuuntaisen liikesuunnan rajoittaminen, joka johtaa dynaamiseen polven valgus asentoon. Tämä liikkeiden (uudelleen-)harjoittelu vaatii tehokkaan motorisen oppimisen lähestymistavan. Motorista oppimista voidaan toteuttaa erilaisin tekniikoin muun muassa lineaarisen pedagogiikan, ei-lineaarisen pedagogiikan sekä differentiaalisen oppimisen kautta. Lineaarinen pedagogiikka keskittyy lähinnä liikkeen suoritukseen ja tulokseen, nähden liikevariaation ei-toivottavana ja on osa perinteisempää oppimismallia. Perinteiset oppimismallit tavoittelevat ideaalia liikemallia kaikille sivuuttaen yksilölliset erot ja oppimishistorian, käyttäen samoja ohjeita, palautetta ja toistoharjoittelua. Ei-lineaarinen pedagogiikka ja differentiaalinen oppiminen taas huomioivat liikevariaation funktionaalisena, differentiaalisen oppimisen vievän sen äärimmilleen korostamalla sekä suorituksen että lopputuloksen variaatiota, kun ei-lineaarinen pedagogiikka keskittyy ainoastaan variaatioon harjoittelussa. Ei-lineaarinen pedagogiikka ja differentiaalinen oppiminen korostavat liikevariaation olevan välttämätöntä oppimiselle, antaen suorittajalle mahdollisuuden löytää yksilöllisen tavan liikemalleille ja näin mahdollistaa jatkuvasti muokkaantuvaan ympäristöön adaptoitumisen. (Orangi ym. 2021.)

Orangi ja muiden (2021) tekemässä tutkimuksessa todettiin, että ei-lineaarisen pedagogiikan ja differentiaalisen oppimisen metodeja hyödyntämällä liikkeiden (uudelleen-)harjoittelussa, voidaan vaikuttaa nivelkulmien lisäämiseen. Löydökset osoittivat, että variaatio harjoittelussa antoi suorittajalle mahdollisuuden etsiä ja löytää parhaimman ratkaisun liikkeen suorittamiseen ja sen suhteuttamiseen ympäristöön lisäämällä henkilön adaptaatiota. Tämä joustavuus mahdollistaa henkilön paremmin valmistautumaan ja mukautumaan odottamattomiinkin ympäristön muutoksiin ja pystymään suorittamaan liikkeen paremmalla taidolla sekä sujuvuudella. (Orangi ym. 2021.)

Bacik ja muut (2020) tutkivat liikevariaation määrää Wildcat tempun lentovaiheen aikana lumilautailussa. Wildcat temppu tarkoittaa sivuvoltin tekemisestä, jonka yhteydessä kierrytään yhden kerran selänsuuntaisesti ympäri. Tutkimuksen johtopäätöksinä todettiin, että vakaan asennon hallitseminen hypyn kiertymisen yhteydessä nostatti myös suorituskykyä annetussa liikemallissa. Liikevariaation määrä riippuu täysin annetusta liikkeen tyypistä ja sen kinemaattisista muuttujista. (Bacik ym. 2020.) Kun hyppy on kokonaisuudessaan hallittu, on laskeutumisen onnistuminen

todennäköisempää. Vakaan asennon hallitseminen hypyn lentovaiheen aikana ja suorituskyvyn maksimointi vaikuttaa siis myös hallittuun alastuloon ja näin mahdollisesti vähentää loukkaantumisriskiä.

Motorisen oppimiseen liitetään usein myös sisäinen, että ulkoisen palauteen anto ja niiden vaikutus liikkeen suoriutumiseen ja liikevariaatioon. Ulkoinen palaute, joka keskittyy liikkeen lopputulokseen, on osoitettu olevan tehokkaampaa sisäiseen palautteeseen verrattuna, joka taas keskittyy enemmän liikkeen suoritukseen. (Gokeler ym. 2018.) Almonroeder, Jayawickrema, Richardson ja Mecker (2020) tekivät poikkileikkaustutkimuksen kuinka ulkoinen palaute vaikuttaa hypyn alastulon jäykkyyteen, viitaten laskeutumisessa tapahtuvaan suurentuneeseen polven ojennukseen. Tuloksien mukaan ulkoinen palaute vaikutti enemmän hypystä alastulon muutokseen lisäten polven koukistuskulmaa ja näin siirtäen kehoon vaikuttavat iskuttavat voimat nivelsiteiltä lihasten varaan. Myös sisäisen palautteen annolla saatiin positiivisia tuloksia aikaiseksi. (Almonroeder ym. 2020.)

Färber, Heinrich, Werner ja Federolf (2019) taas tutkivat ohjeistuksen vaikutusta takareisien aktivaatioon hypyn alastulossa alppihiihdossa. Tutkimukseen osallistuivat freestyle hiihtäjiä. Toinen ohjeistus keskittyi aktivoimaan erityisesti takareiden lihaksistoa hypyn aikana ja toinen taas ohjeisti lisäämään kokonaisaktivaatiota alaraajan yläosan lihaksistossa. Kontrolliryhmä suoritti hypyt normaalisti ilman lisäohjeistusta. EMG mittauksien perusteilla, ohjeistuksen avulla saatiin lihasaktivaatio lisääntymään hyppyjen alastuloissa. Merkittävin vaikutus oli ohjeistuksella, joka kehotti yleisesti lisäämään lihasaktivaatiota alaraajan yläosan lihaksistoissa. Koska kyseisen tutkimuksen tuloksella saatiin tietoisesti muutosta lihasaktivaatioon, vaikuttaisi olevan mahdollista, että lihasaktivaatiota hypyistä alastuloissa voitaisiin harjoittaa. (Färber ym. 2019.) Tätä voisi soveltaa myös lumilautailussa etureisien lihaksiston vallitsevuuden vähentämiseksi hypystä alastulossa.

5.4 Voimaharjoittelu ennaltaehkäisyssä

Alaraajojen eksentrisen voiman, voimantuoton nopeuden, etureisien ja keskivartalon voiman, pyörivän liikkeen sekä ei pyörivän liikkeen voiman sekä ylävartalon vetoliikkeen voiman on kaikkien todettu olevan olennaisia piirteitä voimantuotossa lumilautailijoilla (Dann & Kelly 2020).

Alaraajojen eksentrisen voimantuoton tulisi olla liitettynä merkittävänä osatekijänä lumilautailijan vammojen ennaltaehkäisyohjelmaa. Eksentrisellä voimalla voidaan

vaikuttaa hyppyjen alastulon mekaniikan kanssa ja kykyyn ottaa vastaan kehoon vaikuttavia iskuttavia voimia alastulojen yhteydessä. Lumilautailun alastulon fyysiset ominaisuudet voidaan liittää pudotushyppyyn sekä esikevennyshyppyyn. Lihasjänne jäykkyyden ja motoristen hermosyiden lisäämisellä on todettu olevan vaikutusta hyppäämisen suorituskykyyn. Nämä kudokset kehittyvät eksentrisen voimaharjoittelun myötä ja täten nostaa esille sen merkitsevyyden lumilautailun harjoitusohjelmistossa. (Dann & Kelly 2020.)

Eturaisien lihaksisto on tärkeässä roolissa eksentrisen voimantuoton siirrossa hypystä laskeutumisen yhteydessä, jonka lisäksi eturaisien on todettu olevan merkittävänä tekijänä siirtämässä kehoon vaikuttavia voimia lumilaudan kääntämisessä. Eturaisien lihasvoiman kehittäminen minimoi uupumusta lumilaudalla laskettelussa yleisesti ja mahdollistaa optimaalisen iskuttavien voimien vastaanottamisen lumilautailuun liittyviä hyppyjä tehdessä. (Dann & Kelly 2020.)

Nopeusvoimalla on suuri merkitys hyppyyn lähdössä sekä alastulossa, jonka lisäksi sillä on vaikutusta ilmassa tehdyn tempun sujuvuuteen. Voimantuoton nopeudella voidaan varmistaa kontrolloitu hyppyyn lähtö ja ponnistus jokaisen hypyn suhteen. Tämä voidaan saavuttaa opettamalla lumilautailijoita tekemään jokainen liike maksimaalisesti ja suorittamalla lyhyitä sarjoja, näin varmistaen jokaisen toiston laatu. Sarjojen lyhentäminen ja ymmärrys siitä miten tankoa voidaan liikuttaa tarkoituksenmukaisesti, voidaan edistää nopeita ja laadukkaita toistoja, jotka taas edistävät nopeusvoimantuottoa. Toinen tapa kehittää nopeusvoimaa on yhdistää nopeita plyometrisiä harjoitteita lämmittelyn yhteydessä jokaiseen voima- ja taitoharjoittelukertaan. Harjoitteita kuten loikat, yhden jalan loikat sekä pudotushyppy voidaan myös liittää alkulämmittelyn yhteyteen. Näiden tarkoituksena on valmistaa urheilijaa akuuttiin valmiustilaan sekä jänteet sekä nivelsiteet tulevaan harjoitteluun. (Dann & Kelly 2020.)

Räjähtävällä alaraajojen voimantuotolla voidaan lisätä hypyn korkeutta, pidentää aikaa ilmassa ja mahdollistaa vaikeampien temppujen suorittamisen. Nämä johtavat parempaan pisteytykseen kisasuorituksissa sekä mahdollisesti myös ennaltaehkäisevät vammojen muodostumista. (Dann & Kelly 2020.) Riittävä varautuminen mahdolliseen tilanteeseen, jossa on suuri riski loukkaantua, voi mahdollistaa urheilijalle tarpeenmukaisen ajan välttää vaaratilanne. Tilanteissa, jossa aikaväli on liian lyhyt, että voitaisiin välttää suuren loukkaantumisriskin tapahtuma, urheilijalla on silti mahdollisuus valmistautua tulevaan tapahtumaan. Tämä mekanismi voi olla tärkeä, sillä se antaa keskushermostolle aikaa aktivoida tarpeenmukaisen

lihaksiston ja esimerkiksi kontrolloida alaraajojen linjausta hypystä laskeutumisen aikana ja näin vähentää ACL vamman riskiä. (Gokeler ym. 2018.)

Yksi tärkeä huomionkohde lumilautailijoille on epätasaisen alustan hyödyntäminen harjoittelussa. Tämän tapainen harjoittelu on usein kuvattu yhdistävän voimaa ja voimantuottoa, lisäävän keskivartalon kontrollia sekä vähentävän vammautumiskärsiä yksittäisissä liikkeissä. (Dann & Kelly 2021.) Shultz, Silder, Malone, Braun ja Dragoo (2015) tutkivat voitaisiinko hypystä laskeutumisella epätasaiselle alustalle vaikuttaa etu-takareisi väliseen aktivaatiosuhteeseen. Löydöksenä todettiin, että urheilijoiden etureisien aktivaatio suhteessa takareisiin saatiin kyllä alennettua, mutta hyppy bosu pallon päälle alensi myös polven koukistuskulmaa alastulossa verrattuna lattialle laskeutuessa. (Shultz ym. 2015.) Voimantuoton kannalta epätasaisen alustan hyödyntäminen harjoittelussa verrattuna tasaiseen alustaan on jopa haitallisia vaikutuksia. Tämän perusteella ei siis tulisi keskittyä epätasaisella alustalla harjoitteluun vaan enemmänkin harjoittaa voiman- sekä nopeusvoimantuottoa. Lisäksi on todettu, että EMG mittauksissa plyometristen harjoitteiden tekeminen epätasaisella vähentää lihasaktivaatiota alastuloissa ja tämän vuoksi optimaalisen voimantuoton kehittäminen hyppyjen alastuloissa tulisi tehdä tasaisella alustalla vaikkakin tällä voi olla kehittävä vaikutus taitoharjoittelussa, proprioseptisessä harjoittelussa sekä vamman kuntoutuksessa. Epätasaisen alustan hyödyntäminen harjoittelussa saattaa kuulostaa järkevältä, ei kirjallisuudessa ole näyttöä tämän hyödyistä lumilautailussa. Epätasaisella alustalla harjoittelun tulisikin aina olla tavoitteellista ja selkeästi heijastaa haluttuun harjoittelun lopputulokseen. (Dann & Kelly 2021.)

5.5 Liikkuvuusharjoittelun merkitys

Kirjallisuudessa ei ole näyttöä liikkuvuusvaatimuksista lumilautailijoille, mutta liikkuvuusharjoittelu tulisi huomioida harjoitteluohjelmistoissa mahdollistaakseen riittävän nivelten liikelaajuuden lajispesifien vaatimuksien mukaisesti. Lumilautailijat tarvitsevat suuren voimantuottokyvyn nivelten liikelaajuuksien ääripäissä. Urheilijoiden tulee pystyä tekemään temppujen aikana erilaisia otteita laudasta, joka vaatii suuren liikelaajuuden ja erityisen loppupään voimantuottoa keskivartalon kierroissa sekä nilkka, polvi ja lonkkanivelissä. On siis suositeltavaa lisätä harjoitusohjelmiin liikkeitä, jotka vahvistavat loppupään voimantuottoa, nivelten liikelaajuutta, nivelsiteiden stabiiliteettia ja lihasaktivaatiomalleja, jotka urheilija kykenee siirtämään erilaisiin ympäristöihin. (Dann & Kelly 2020.)

5.6 Lämmittelyn merkitys ennaltaehkäisyssä

Alkulämmittelyn tarkoituksena on valmistaa kehoa tuleviin tapahtumiin, viitaten harjoitteluun tai kilpailuihin. Lämmittelyn ajatellut hyödyt perustuvat kohonneeseen hapenottokykyyn, nivelten ja lihasten toiminnanmukaisuuden lisäämiseen, anaerobisen aineenvaihduntajärjestelmän käynnistämiseen, luulihaksiston supistumisen suorituskyvyn ja hermostollisen herkkyyden nostattamiseen. Monet urheilijat eivät itse osaa määritellä optimaalista alkulämmittelyn intensiteettiä. (Sporer, Cote, Sleivert 2012.)

Kauden aikana freestyle lumilautailijat harjoittelevat paljon lumessa, tarkoittaen näin altistumista kylmille olosuhteille. Näissä olosuhteissa harjoittelu voi johtaa alentuneeseen ruumiinlämpöön. Vaikka nämä urheilijat ottavatkin osaa korkean intensiteetin aktiviteetteihin joutuvat he viettämään pitkiäkin aikoja inaktiivisesti hisseissä, videoita analysoidessa sekä odottaessa omaa vuoroa laskea. Tämä todennäköisesti johtaa alentuneeseen lihasten lämpötilaan, josta vuorostaan on näyttöä vammautumisriskin suurentumiseen sekä suorituskyvyn alenemiseen. Vaikka lämpimiin vaatteisiin pukeutuminen vaikuttaisi käytännölliseltä ratkaisulta, voi sillä olla vaikutusta liikkeen sujuvuuteen. Urheilijat näin ollen usein pukeutuvatkin vähempään määrään kerroksia. Ilman lämpötila, suorituskyvyn maksimoinnin vaativa pukeutuminen sekä pitkät inaktiiviset aikavälit suoritusten aikana aiheuttavat tilanteen, joka voi vähentää neuromuskulaarista suorituskkyä sekä lisätä vammautumisriskiä. Optimaalisen lämmittelyrutiinin löytäminen voisi edistää vammojen ennaltaehkäisyä tehostamalla fysiologista kapasiteettia, jota vaaditaan suorituskkyyn toimia lumessa. Kylmissä olosuhteissa tehdyn lämmittelyn tulee ottaa huomioon lämpötilan mahdollisesti aiheuttamat vaikutukset. (Crowhen 2017: 44–45.)

Kombinaatio neuromuskulaarisesta harjoittelusta, dynaamisista aktivaatioista ja passiivisista uudelleenlämmittelyprotokollista on todettu olevan hyötyä lämmittelyssä kylmissä olosuhteissa. On yleisesti todistettu, että dynaamisella lämmittelyllä ennen harjoittelua on kriittisiä vaikutuksia huippu suorituskkyyn sekä loukkaantumisriskin alentamiseen. (Dann & Kelly 2020.)

5.7 Ennaltaehkäisy muilla keinoilla

Nykyiset lajispesifit vammojen ennaltaehkäisykeinot tutkimuskirjallisuudessa keskittyvät vapaa-ajalla harrastaviin laskettelijoihin sekä lumilautailijoihin. Lisäksi ne ottavat

lähinnä kantaa välineistön hyödyntämiseen, eikä niinkään fyysisten ominaisuuksien kehittämiseen. Laskettelon sekä lumilautailun biomekaaniset piirteet vaativat yksilöiltä sellaisia ominaisuuksia, missä pelkkien lasketteluvälineiden avulla ei voida ehkäistä tuki- ja liikuntaelin vammojen tapahtumista. (Hébert-Losier & Holmberg 2013.) Siteiden kulmauksella ja kengän jäykkyydellä näyttäisi kuitenkin olevan vaikutusta potentiaalisien vammariskien muovaamiseen hyppyjen alastulon aikana vaikuttamalla iskuttavien voimien, nivelten kinematiikan ja vääntömomenttien vaikutukseen nivelissä (McAlpine ym. 2012).

Yksi ACL vammojen ennaltaehkäisykeinona on kinesioiteippaus, Kinesioiteippauksella voidaan mahdollisesti lisätä lihasaktivaatioita polven valgus kollapsin sekä keskivartalon siirtymisen ehkäisyksi hypyistä alastulossa (Sheikhi, Letafatkar, Hogg, Naseri-Mobaraki 2021). Vaikka teippauksen hyödyistä ei paljoltikaan löydy näyttöä kirjallisuudesta, voi sillä olla yksilöllisiä vaikutuksia.

Urheilijoiden tulisi lisäksi huomioida riittävä palautuminen, unen laatu sekä oikeanlaisen ravinnon ja nesteytyksen saanti (Dann & Kelly 2021).

6 Harjoitteluopas

6.1 Harjoitteluoppaan tarkoitus, tavoite ja menetelmät

Työn lopputuloksena luodaan opas, joka käsittelee uusien näkökulmien lisäämistä polvivammojen ennaltaehkäisyyn harjoittelun keinoin. Valmentajien sekä urheilijoiden on tärkeä tietää kaikki aspektit polvivammojen muodostumisessa ja näin kyetä soveltamaan sekä hyödyntämään annettua tietoa vammojen ennaltaehkäisyssä. Tällöin voidaan mahdollistaa ammattuurheilijoiden uran jatkuminen pidempään ilman suurempia loukkaantumisia. Oppaan tarkoituksena on olla informoiva ja tuoda esille uusia tapoja harjoittelun soveltamiseen.

Lopputuotoksena toimivan oppaan tavoitteena on lisätä lumilautailiiton valmentajien tietoa polvivammojen ennaltaehkäisystä uusien harjoitusmuotojen keinoin. Oppaassa kerrotaan modernista tavasta soveltaa erilaisia harjoituksia polvivammojen ennaltaehkäisyn näkökulmasta.

Kun tietoa kerääntyi lisää, pohdittiin kirjallisen työn ohella oppaan sisältöä, ulkonäköä sekä toteutustapaa. Opas sisältää alkutekstin, jossa kerrotaan oppaan käyttötarkoitus sekä sovellusmekaniikka. Tämän jälkeen opas keskittyy eri osa-alueiden teorian ja käytännön yhdistämiseen. Opas pyrittiin pitämään selkokielisenä, jotta lukija pystyy helposti ymmärtämään mitä sillä haetaan takaa. Oppaan tarkoitus on olla selkeä, visuaalisesti miellyttävä ja informatiivinen sekä herättää mielenkiintoa ja ajatuksia tulevaisuuden sovelluksia varten. Selkeyttä haluttiin korostaa lisäämällä tarkoituksenomaisia kuvia mahdollistaakseen kokonaisvaltaisen ymmärryksen harjoitteista. Kuvat ovat otettu Tampereen Fysioksen tiloissa ja niissä esiintyy vapaaehtoinen malli. Opas on toteutettu graafisen suunnittelun alustalla (Canva) ja sitä voi hyödyntää joko virtuaalisena tai tulostettavana versiona. Harjoitteluoppaan olisi tarkoituksena olla kilpakauden ulkopuolella hyödynnettävissä oleva progressiivinen ohjelma. Tämän lisäksi harjoitteita voisi mahdollisesti käyttää kilpakaudella alkulämmittelyn osana.

6.2 Harjoitteiden hyödyntäminen käytännössä

Eliittilumilautailija harjoittelee 60 % lumella ja 40 % lumen ulkopuolella ja suurin osa lumen ulkopuolella tehdystä harjoittelusta liittyy taitoharjoitteluun kuten temppujen

harjoitteluun trampoliinilla, voimisteluun kuuluvan kaluston avulla tai rullalautailussa (Dann & Kelly 2021).

Kilpailukauden ulkopuolisen harjoittelun tulisi keskittyä yleiseen valmistautumiseen kilpailukaudelle kehittämällä fyysisiä perusvaatimuksia kuten lihasvoimaa, nopeusvoimaa sekä liikkuvuutta. Näiden adaptaatiot jatkossa muodostavat pohjan lajispesifille harjoittelulle. Kun kilpailukausi alkaa, tulisi harjoitteluohjelmaa muokata niin, että se keskittyy vain ja ainoastaan suorituskyvyn maksimoimiseen jokaiseen kilpailutilanteeseen erikseen. (Dann & Kelly 2020.) Liikkeitä ja taitoja tulisi siis (uudelleen-)harjoitella kilpailukauden ulkopuolella. Harjoitusohjelman rakenne tulisikin muodostaa voiman kehittämisestä nopeusvoimantuoton kehittämiseen ja edelleen räjähtävän voiman kehittämiseen ja tämä tulisi suorittaa elo-lokakuun aikana (Dann & Kelly 2020).

Optimaaliset oppimiskokemukset muodostuvat liikemalleista, jotka lähenevät tavoitteellista taitoa ympäristössä ja joka vastaa kilpailutilanteiden vaatimuksia. Lumessa sekä sen ulkopuolella tehtävien taitoharjoitteiden suorittaminen voi edistää motoristen taitojen siirtokykyä, teknillistä pätevyyttä, mielen varmuutta ja luovuutta, jota vaaditaan taitojen progressiivisuuteen. (Dann & Kelly 2021.)

6.3 Progressiivisuuden huomiointi harjoittelussa

Ilmavat temput ovat pääasiallinen vaikuttava tekijä neuromuskulaariseen kuormituksen sekä vammautumisen muodostumisessa. Kun urheilijat keräävät kokemusta, he suorittavat aina vain vaikeampia temppuja. Tämä temppujen vaikeusasteen nousu korreloi hyppyjen ilmavuuden kanssa, joka taas johtaa suurempiin iskuttaviin voimiin alastulon aikana. Lisäksi sillä on vaikutusta neuromuskulaariseen kuormitukseen sekä lisääntyneeseen vammautumisriskiin kaatumisen yhteydessä. Tämän vuoksi loukkaantumisen riskin alenemiseksi tulisi keskittyä tehokkaisiin alastulostrategioihin sekä oikeanlaiseen tekniikkaan, sen sijaan että vähennettäisiin tempun vaikeutta tai hypyn ilmavuutta. Lisäksi tulisi huomioida, että harjoitukset, joissa tehdään ilmavia hyppyjä, suoritetaan turvallisessa ympäristössä ja niissä priorisoidaan oikeanlainen alastulotekniikka. (Dann & Kelly 2021.)

Koska suurin osa loukkaantumisista tapahtuu hypystä kaatumisen yhteydessä, tulisi huomion keskittyä tämän kehittämiseen lumen ulkopuolella harjoittelussa. Harjoitteet kuten boksi hyppy, yhdelle jalalle tehdyt alastuloharjoitteet, pudotushyppy, yhdellä jalalla tehdyt sivuttaissuuntaiset loikat ja minitrampoliinilta lattialle hyppy voivat olla hyödyllisiä,

kun harjoitetaan kuivalla maalla alastulon mekanismeja. Tekniset ominaisuudet, joihin tulisi kiinnittää huomiota ovat laskeutuminen mahdollisimman pehmeästi, massakeskipisteen alentaminen, lonkkien liike taaksepäin ja näin riittävä koukistuminen ja tasainen painon jakautuminen jalkojen kesken. (Dann & Kelly 2021.)

7 Pohdinta

Yleisin vamma eliittilumilautailussa on eturistisiteen (ACL) repeämä (Wijdicks ym. 2013; Major ym. 2013; Sulheim ym. 2011). Jokaiseen ACL vamman syntymekanismiin vaikuttavista suoritustekniikkavirheistä voidaan vaikuttaa kohdistetulla harjoittelulla. Urheilijaa tulee opettaa seuraamaan oikeata neuromuskulaarista kontrollia motorista taitoa suorittaessa. Keskivartalon ei tulisi liikkua sivulta sivulle liikkeen aikana, polven ei tulisi romahtaa mediaalisesti, takaketjun lihasten tulisi aktivoitua niin että polven asento on kontrolloidussa fleksiossa ja urheilijan tulisi käyttää oikeita lihaksia vastaanottaakseen iskuttavia voimia, urheilijan täytyy hyödyntää alaraajojen lihaksia tasapainoisesti. (Hewett ym. 2010; Nessler ym. 2017.) Näillä perusteilla harjoitteluoppaan tekeminen kohdistettuna lajinomaiseen harjoitteluun voidaan käytännössä vaikuttaa ACL vammojen ennaltaehkäisyyn. Alaraajojen eksentrisen voiman, voimantuoton nopeuden, etureisien ja keskivartalon voiman, pyörivän liikkeen sekä ei pyörivän liikkeen voiman sekä ylävartalon vetoliikkeen voiman on kaikkien todettu olevan olennaisia piirteitä voimantuotossa lumilautailijoilla (Dann & Kelly 2020). Voimantuoton ollessa kunnossa on ACL vammariski alimmillaan. Polvivammojen ennaltaehkäisy suuren riskin lajissa on rajallista, mutta tutkitun näytön perusteella mahdollista. Harjoitteluopas keskittyi tuomaan tämän käytännössä ilmi kehittämällä voimaharjoittelua entisestään sekä ilmentämällä liikevariaation hyötyä harjoittelussa.

Koska lumilautailu on nuori laji ja freestyle lumilautailu alalajina vieläkin uudempi löytyi hyvää tutkimuskirjallisuutta lumilautailusta suhteellisen vähän. Tämän vuoksi jouduttiin soveltamaan muiden urheilulajien tutkimuksia, joissa mahdollisesti voisi olla samoja piirteitä. Monet lumilautailusta löydetty tutkimukset viittasivatkin usein ristiin toisiinsa, jotka olivat jo omilta osiltaan rajallisia pienten otoskokojen ja muiden muuttujien vuoksi. Lisäksi koska pyyntönä oli toteuttaa harjoituksia ”perinteisten” kyykkyjen ohelle oli haasteena löytää uusia vaikuttavia keinoja ennaltaehkäistä ACL vammojen muodostumista. Opinnäytetyön teorian koostamiselle ei ollut tukevaa pohjaa, sillä mitään fyysisiä harjoittelusuosituksia ei ole tutkimuskirjallisuudessa muodostettu tavoitteellisesti harjoittelevien lumilautailijoiden suhteen (Hébert-Losier & Holmberg 2013).

Opinnäytetyö täytti asetetut tavoitteet hakemalla sekä soveltamalla tutkimuskirjallisuutta muista lajeista ja yhdistämällä tämän käytännössä lumilautailun fyysisten vaatimusten kanssa. Harjoitteluoppaasta muodostui selkeälukuinen ja visuaalisesti miellyttävä kokonaisuus sisältäen lajinomaisia harjoitteita sekä voima-,

kehonhuolto että taitoharjoitteluun liittyen. Liikevariaation lisäämisellä ja motorisen oppimisen eri metodeja hyödyntämällä pyritään tuomaan tuloksia suorituskyvyn kehittämisessä.

ACL vammojen ennaltaehkäisevällä harjoittelulla on näyttöä ja uusien keinojen lisääminen vaaditaan kehittyvän alan sekä lajin myötä. Vaikka tutkimustieto liikevariaation lisäämisestä ja multidirektionaalisen plyometristen harjoitteiden käytöstä dynaamisen tasapainon kehittämiseen ja niiden yhteydestä ACL vammoihin on vielä rajoittunutta, on tämä mielenkiintoista koittaa toteuttaa käytännössä ja katsoa mihin sillä voi mahdollisesti olla vaikutuksia. Kuitenkin tämän kirjallisuudesta saatavan tiedon valossa, on vaikeaa ennustaa aihealueen käytännön todellisia vaikutuksia. Tulevaisuudessa voisikin tutkia harjoittelun vaikuttavuutta polvivammojen ennaltaehkäisyssä.

Lähteet

- Almonroeder, Thomas Gus & Jayawickrema, Jithmie & Richardson, Carlee Tonia & Mercker, Kristin Leigh 2020. The Influence of Attentional Focus on Landing Stiffness in Female Athletes: A Cross-sectional Study. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 15(4). 510–518.
- Bacik, Bogdan & Kurpas, Wioletta & Marszalek, Wojciech & Wodarski, Piotr & Sobota, Grzegorz & Starzynski, Michal & Gzik, Marek 2020. Movement Variability During the Flight Phase in a Single Back Sideflip (Wildcat) in Snowboarding. *Journal of Human Kinetics*. 72(1). 29-38.
- Bartlett, Roger & Wheat, Jon & Robins, Matthew 2007. Is movement variability important for sports biomechanics? *Sports biomechanics*. 6(2). 224-43.
- Crowhen, Shane 2017. Warm-up Strategies in Freestyle Snow Sports: Effects of Extremely Cold Environments on Performance. Thesis. Master of Sport and Exercise. New Zealand: Auckland University of Technology.
- Dann, Rick A. & Kelly, Vincent G. 2021. Considerations for the Physical Preparation of Freestyle Snowboarding Athletes. *Strength and Conditioning Journal*. 1-11.
- Dann, Rick A. & Kelly, Vincent G. 2020. Evidence-Based Strength and Conditioning Plan for Freestyle Snowboarding Athletes. *Strength and Conditioning Journal*. 1-11.
- Davies, Hywel & Tietjens, Barry & Van Sterkenburg, Maayke & Mehgan, Andrew 2009. Anterior Cruciate Ligament Injuries in Snowboarders: A Quadriceps-induced Injury. *Knee Surgery, Sports Traumatology Arthroscopy*. 17(9). 1048-1051.
- Delorme, Sébastien & Tavoulari, Stavros & Lamontage, Mario 2005. Kinematics of the Ankle Joint Complex in Snowboarding. *Journal of Applied Biomechanics*. 21(4). 394-403.
- Fong, Chun-Man & Blackburn, J. Troy & Norcross, Marc F. & McGrath, Melanie & Padua, Darin A. 2011. Ankle-Dorsiflexion Range of Motion and Landing Biomechanics. *Journal of Athletic Training*. 46(1). 5-10.
- Färber, Sebastian & Heinrich, Dieter & Werner, Inge & Federolf, Peter 2019. Is it possible to voluntarily increase hamstring muscle activation during landing from a snow jump in alpine skiing? - a pilot study. *Journal of Sports Sciences*. 37(2). 180-187.
- Gokeler, Alli & Benjaminse, Anne & Seil, Romain & Kerkhoffs, Gino & Verhagen, Evert 2018. Using principles of motor learning to enhance ACL injury prevention programs. *Sports Orthopaedics and Traumatology*. 34(1). 23-30.
- Hagel, Brent. 2005. Skiing and Snowboarding Injuries. *Medical Sport Science*. 48. 74-119.

Hébert-Losier, Kim & Holmberg, Hans-Christer 2013. What are the Exercise-Based Injury Prevention Recommendations for Recreational Alpine Skiing and Snowboarding? A Systematic Review. *Sports Medicine*. 43(5). 355-366.

Hewett, Timothy E. & Ford, Kevin R. & Hoogenboom, Barbara J. & Myer, Gregory D. 2010. Understanding and Preventing ACL Injuries: Current Biomechanical and Epidemiologic Considerations – Update 2010. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. 5(4). 234-251.

Jlil, Mohamed C. & Razil, Ghazi & Coquart, Jeremy & Paillard, Thierry & Bisciotti, Gian Nicola & Khamari, Karim 2019. Multidirectional Plyometric Training: Very Efficient Way to Improve Vertical Jump Performance, Change of Direction Performance and Dynamic Postural Control in Young Soccer Players. *Frontiers in Physiology*. 10(1462). 1-9.

Kostanzo, Davide 2012. “720 Melon” by BadSwan.
<<https://wordpress.org/openverse/image/2290359c-e10e-4dfa-843d-6c9a2753b8c2>>.

Kurpiers, Nico & McAlpine, Paul & Kersting, Uwe G. 2017. Predictors of falls in recreational snowboard jumpings: An observational study. *Injury, Int. J Care Injured*. 48(11). 2457-2460.

Krüger, Andreas & Edelmann-Nusser, Jürgen 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.

Lopes, Thiago Jambo Alves & Simic, Milena & Myer, Gregory D. & Ford, Kevin R. & Hewett, Timothy E. & Pappas, Evangelos 2018. The Effects of Injury Prevention Programs on the Biomechanics of Landing Tasks: A Systematic Review with Meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*. 46(6). 1492-1499.

Nessler, Trent & Denney, Linda & Sampley, Justin 2017. ACL Injury Prevention: What Does Research Tell Us? *Current Review. Musculoskeletal Medicine*. 10(3). 281–288.

Major, D. H. & Steenstrup, S. E. & Bere, T. & Bahr, R. & Nordsletten, L. 2014. Injury rate and injury pattern among elite World Cup snowboarders: a 6-year cohort study. *British Journal of Sports Medicine*. 48(1). 18-22.

McAlpine, Paul & Kurpiers, Nico & Kersting, Uwe & Determan, Jeremy & Borrani, Fabio 2012. Biomechanical Analyses of Snowboard Jump Landings. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*. Melbourne. 105–108.

Olympic channel. Snowboard. Saatavissa osoitteessa:
<<https://olympics.com/en/sports/snowboard/#discipline-history-of>>. Viitattu 31.1.2022

OpenStax College 2013. Anatomy & Physiology.
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:918_Knee_Injury.jpg>.

Orangi, Behzad Mohammadi & Bahram, Rasoul Yaali Abbas & Aghdasi, Mohammad Taghi & Van der Kamp, John & Vanrenterghem, Jos & Jones, Paul A. 2021. Motor

learning methods that induce high practice variability reduce kinematic and kinetic risk factors of non-contact ACL injury. *Science Direct. Human Movement Science*. 78. 102805: 1-10.

O'Shea Michael 2004. Snowboard jumping, Newton's second law and the force on landing. *Physics Education*. 39(4). 335-341.

Phillip, Paul & Carey, Leo & Stubbs, Keith 2017. Snowboarding manual. Your guide to teaching & riding from beginner to advanced. SBINZ. Snowboard Instructors.

Platzer, Hans-Peter & Raschner, Christian & Pattersson, Carson & Lember, Sandra 2009. Comparison of physical characteristics and performance among elite snowboarders. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 23(5). 1427–1432.

Red Bull content pool 2021.

Sheikhi, Bahram & Letafatkar, Amir & Hogg, Jennifer & Naseri-Mobaraki, Esmaiel 2021. The influence of kinesio taping on trunk and lower extremity motions during different landing tasks: implications for anterior cruciate ligament injury. *Journal of Experimental Orthopaedics*. 8(1). 1-9.

Shultz, Rebecca & Silder, Amy & Malone, Maria & Braun, Hillary Jane & Cragoo, Jason Logan 2015. Unstable Surface Improves Quadriceps:Hamstring Co-contraction for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Strategies. *Sports Health*. 7(2). 166–171.

Ski.fi. Suomen lumilautaliiton verkkosivut. Saatavilla osoitteessa: <<https://www.ski.fi/lumilautaliitto/>>. Viitattu 31.1.2022

Sporer, Ben C. & Cote, Anita & Sleivert, Gordon 2012. Warm-Up Practices in Elite Snowboard Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 7(3). 295-297.

Sulheim, Steinar & Holme, Ingar & Rødven, Andreas & Ekeland, Arne & Bahr, Roald 2011. Risk factors for injuries in alpine skiing, telemark skiing and snowboarding – case-control study. *British Journal of Sports Medicine*. 45(16). 1303-1309.

Turnbull, Jonathan & Keogh, Justin & Kilding, Andrew 2011. Strength and Conditioning Considerations for Elite Snowboard Half Pipe. *The Open Sports Medicine Journal*. 5(1). 1-11.

Vernillo, Gianluca & Pisoni, Cesare & Thiébat, Gabriele 2018. Physiological and Physical Profile of Snowboarding: A Preliminary Review. *Frontiers in Physiology*. 9(770). 1-7.

Vernillo, Gianluca & Pisoni, Cesare & Thiébat, Gabriele 2016. Strength Asymmetry Between Front and Rear Leg in Elite Snowboard Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 26(1). 83-85.

Wijdicks, Coen & Rosenbach, Brandon & Flanagan, Troy & Bower, Gillian & Newman, Kelly & Clanton, Thomas & Engebretsen, Lars & LaPrade, Robert & Hackett, Tom 2014. Injuries in elite and recreational snowboarders. *British Journal of Sports Medicine*. 48(1). 11-17.

Żebrowska, Aleksandra & Żyła, Dorota & Kania, Damian & Langfor, Józef 2012. Anaerobic and Aerobic Performance of Elite Female and Male Snowboarders. *Journal of Human Kinetics*. 34(1). 81-88.