

**ERILAISTEN JÄÄHARJOITTEIDEN KUORMITTAVUUS KANSAINVÄLISEN
TASON JUNIORIJÄÄKIEKKOILJOILLA**

Pauli Rintamäki

Valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma

Liikuntatieteellinen tiedekunta

Jyväskylän yliopisto

Kevät 2024

TIIVISTELMÄ

Rintamäki, P. 2023. Erilaisten jääharjoitteiden kuormittavuus kansainvälisen tason juniorijääkiekkoilijoilla. Liikuntatieteellinen tiedekunta. Liikuntatieteellinen tiedekunta, Jyväskylän yliopisto, valmennus- ja testausopin pro gradu -tutkielma, 73 s, 2 liitettä.

Jääharjoittelun kuormittavuuteen vaikuttavien tekijöiden selvittäminen mahdollistaa paremman ymmärryksen erilaisten harjoitteiden ja harjoituskokonaisuuksien kuormittavuudesta. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa tietoa harjoitekohtaisesta jääharjoittelun kuormittavuudesta kansainvälisen tason juniorijääkiekkoilijoilla. Lisäksi tutkimuksen avulla pyrittiin selvittämään mahdollisia eroavaisuuksia suunnitellussa ja koetussa kuormittavuudessa.

Tutkimus toteutettiin yhteistyössä Suomen Jääkiekkoliiton ja Huippu-urheilun instituutin kanssa. Tutkimusaineisto kerättiin Suomen U17- ja U18 jääkiekkomaajoukkueiden harjoitusleireiltä kevään ja kesän 2022 aikana. Harjoitteet jaettiin erilaisiin kategorioihin niiden ominaispiirteiden, alueen koon ja pelaajamäärien mukaan. Harjoitteiden sisäistä kuormitusta mitattiin Polar Team Pro syke-seurantajärjestelmällä, koetun kuormituksen RPE kyselyllä ja valmiutta harjoitteluun selvitettiin TQRS-palautumiskyselyllä. Ulkoista kuormitusta mitattiin Wisehockey lähipaikkansijärjestelmällä.

Kamppailuharjoitteissa ja flow-harjoitteissa vietettiin merkittävästi suurempia osuuksia sykealueella 4 (80–89 %) kuin taito/tekniikkaharjoitteissa ($30,88 \pm 9,84$ & $28,86 \pm 3,76$ % vs. $7,72 \pm 2,21$ %). Myös RPE:n osalta kamppailuharjoitteissa raportoitiin merkittävästi suurempaa kuormitusta kuin taito/tekniikkaharjoitteista (7 ± 1 vs. 3 ± 0). Kokonaismatkat, kiihdytykset, jarrutukset, ja nopeusalueiden 3 (15–20 km/h), 4 (20–25 km/h) - ja 5 (> 25 km/h) matkat olivat suurimpia simuloiduissa otteluissa. Verrattuna pieneen alueeseen, suuren alueen harjoitteissa vietettiin enemmän aikaa sykealueella 5 (90-100 % HR_{max}) ($9,91 \pm 4,28$ % vs. $6,50 \pm 7,17$ %) ja kuljettiin suurempia matkoja nopeusalueilla 3, ($24,95 \pm 5,33$ % vs. $16,50 \pm 7,21$ %) 4 ($17,02 \pm 2,67$ % vs. $5,71 \pm 4,05$ %) ja 5, kuin pienen alueen harjoitteissa ($6,41 \pm 1,82$ % vs. $1,81 \pm 1,02$ %). Pienen alueen harjoitteissa liikuttiin puolestaan enemmän nopeusalueella 1 (0-10 km/h), kuin suuren alueen harjoitteissa ($62,61 \pm 20,58$ %, vs. $32,65 \pm 9,48$) Ainoastaan nopeusalueilla 1 & 2 kuljetuissa matkoissa havaittiin merkittäviä eroja < 3 ja > 5 pelaajan harjoitteiden välillä.

Pelinomaiset tekijät, kuten kamppailu ja pelin virtaus suurella alalla sekä peli/harjoitusalueen koon kasvattaminen puolikasta kenttää suuremmaksi näyttäisivät olevan kuormitusta lisääviä tekijöitä jääharjoittelussa. Pelaajien määrän vaikutus harjoittelun kuormittavuuteen oli minimaalinen. Oleellisempaa harjoitteiden ja harjoittelun suunnittelussa saattaakin olla alueen koko ja harjoitteen luonne/tavoitteet. Tulokset alleviivaavat molempien, sisäisen ja ulkoisen kuormituksen monitorointia harjoittelun seurannassa harjoituskuormituksen paremman kokonaiskuorman selvittämiseksi.

Avainsanat: Jääharjoittelu, pelialue, pelaajamäärä, harjoitekohtainen kuormitus

ABSTRACT

Rintamäki, P. Characteristics of different on-ice drills and drill properties in elite level junior ice hockey players. Faculty of Sport and Health Sciences, University of Jyväskylä, master's thesis in coaching and testing, 73 pp., 2 appendices.

Understanding factors affecting the training load of on-ice training is important for better load management, planning and implementation of on-ice training. The aim of this study was to produce valuable knowledge about the characteristics of different on-ice drills and drill properties. Additionally, an assessment of differences in planned vs. perceived training load was done.

This study was conducted in collaboration with Finnish Ice Hockey Association and Finnish Institute of High-Performance Sport. Data was collected during the training camps of Finland U17 and U18 national hockey teams. Different on-ice training drills were categorized according to the aim, characteristics, area size and number of players. Internal load was measured with Polar team pro system and RPE questionnaires. TQRS questionnaire was used to evaluate recovery and readiness for training. External load was measured with Wisehockey local positioning system. Additionally, coaches were asked to review the training load of the planned on-ice sessions for comparing the planned and perceived exertion.

Significantly larger portions of time in heart rate (HR) zone 4 (80–89% HR_{max}) was detected in battling drills and flow drills when compared to technical drills (30,88 ± 9,84 & 28,86 ± 3,76 % vs. 7,72 ± 2,21 %). Battling drills also had significantly higher rating of perceived exertion (RPE) than technical drills (7 ± 1 vs. 3 ± 0). Total distances, accelerations, decelerations, and portions of total distances travelled in speed zones 3 (15–20 km/h), 4 (20–25 km/h) and 5 (> 25 km/h) were highest in simulated games. Big area drills had significantly more time spent in HR zone 5 (90–100 % HR_{max}) (6,50 ± 7,17 % vs. 9,91 ± 4,28 %), distances travelled in speed zones 3 (24,95 ± 5,33 % vs. 16,50 ± 7,21 %), 4 (5,71 ± 4,05 % vs. 17,02 ± 2,67 %) & 5 (1,81 ± 1,02 % vs. 6,41 ± 1,82 %) , and less distances on speed zone 1 (0–10 km/h) (32,65 ± 9,48 vs. 62,61 ± 20,58 %) when compared to small area drills. Significant differences were only detected in speed zone 1 & 2 distances between >3 player drills and >5 player drills.

Game-related actions, such as battling and skating over a large area, as well as increasing the size of the game/training area beyond half a field, seem to be factors that increase the training load in on-ice training. The impact of the number of players on the training load was minimal. More important in planning exercises and training may be the size of the area and the nature/objectives of the drills. These results highlight the importance of monitoring both internal and external load when determining the overall training load of on-ice drills and training sessions in hockey.

Key words: On-ice training, playing area, number of players, drill-specific load

KÄYTETYT LYHENTEET

GPS	Global positioning system, maailmanlaajuinen paikannusjärjestelmä
LPS	Local positioning system, lähipaikannusjärjestelmä
RPE	Rating of perceived exertion, koettu kuormittavuus
sRPE	Sessional rating of perceived exertion, sessiokohtainen koettu kuormittavuus
TRIMP	Training impulse, kardiokuorma/harjoitusimpulssi
TRIMP/min	Training impulse per minute, kardiokuorma/harjoitusimpulssi minuuttia kohden
TQRS	Total quality of recovery scale, palautumisen taso- kysely

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	1
2	JÄÄKIEKON FYYSISET VAATIMUKSET.....	3
2.1	Biomekaniikka.....	4
2.2	Energia-aineenvaihdunta.....	6
3	VUOTUINEN HARJOITTELU JÄÄKIEKOSSA.....	8
3.1	Jääharjoittelu.....	8
3.2	Fysiikkaharjoittelu.....	10
3.3	Nuorten jääkiekkoilijoiden kasvu ja kehitys.....	10
4	KUORMITUKSEN MONITOROINTI.....	13
4.1	Ulkoisen harjoituskuormitus.....	14
4.2	Sisäinen harjoituskuormitus.....	17
4.3	Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välinen yhteys.....	19
4.4	Suunnitellun kuormituksen yhteys koettuun kuormitukseen.....	20
5	JÄÄHARJOITTELUN JA OTTELUIDEN KUORMITTAVUUS.....	23
5.1	Jääharjoittelun ja otteluiden kuorittavuuden erot.....	25
6	HARJOITEKOHTAINEN KUORMITTAVUUS.....	28
7	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA HYPOTEEESIT.....	32
8	TUTKIMUSMENETELMÄT.....	34
8.1	Tutkittavat.....	34
8.2	Tutkimusasetelma ja aineiston keruu.....	35
8.3	Mittaukset ja menetelmät.....	36

8.3.1	Sisäisen kuormituksen mittausmenetelmät.....	36
8.3.2	Ulkoisen kuormituksen mittausmenetelmät	38
8.3.3	Suorituskykymittaukset	39
8.4	Harjoitekategoriat, pelaajamäärät ja alueen koko.....	40
8.5	Tilastollinen analyysi.....	41
9	TULOKSET	43
9.1	Erialaisten harjoitteiden kuormittavuus	43
9.2	Pelialueen koon vaikutus harjoitusten kuormittavuuteen	46
9.3	Pelaajien määrän vaikutus harjoituksen kuormittavuuteen	49
9.4	Pelaajien kokemus vs. valmentajien arvioima harjoitusten kuormittavuus	51
10	POHDINTA.....	54
10.1	Erialaisten harjoitteiden kuormittavuus	54
10.2	Pelialueen koon vaikutus harjoitteen kuormittavuuteen.....	55
10.3	Pelaajien määrän vaikutus harjoituksen kuormittavuuteen	56
10.4	Pelaajien kokemus vs. valmentajan suunnittelema harjoitusten kuormittavuus	57
10.5	Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet.....	58
10.6	Tutkimuksen johtopäätökset.....	61
10.7	Käytännön sovellutukset	62
	LÄHTEET	64
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Fyysisellä harjoittelulla tarkoitetaan fysiologisen ja biomekaanisen stressin aiheuttamista jonkin harjoitusvasteen saavuttamiseksi (McLaren ym. 2018). Tällaisten stressitekijöiden summaa kutsutaan kuormitukseksi. Harjoittelun aiheuttama kuormitus jakautuu sisäiseen ja ulkoiseen kuormitukseen. Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan yksilön sisäisistä ominaisuuksista riippumatonta suunniteltua ja toteutettua fyysistä työtä (Halson 2014). Sisäiseen kuormitukseen sisältyy yksilöllisiä fysiologisia ja psykologisia vasteita ulkoiselle stressille (Impellizzeri ym. 2019). Sekä ulkoinen että sisäinen kuormitus ovat harjoittelun lopputulemaa määrittäviä tekijöitä, minkä vuoksi molempia kuormituksen osa-alueita on tarkasteltava, kun halutaan määrittää, selvittää tai tutkia harjoittelun kuormittavuutta (Halson ym. 2014).

Jääkiekkoa luonnehditaan nopeatempoiseksi intervallityyppiseksi lajiksi, jossa pelaajalta vaaditaan monipuolista voima, kestävyys- ja nopeusominaisuuksien ulosmittausta (Manners 2004; Nightingale & Douglas 2018.). Lajisuoritukset sisältävät toistuvaa matalan ja korkean intensiteetin luistelua (Hülka ym. 2014; Nightingale & Douglas 2018). Otteluissa noin 50 % aktiivisesta ajasta liikutaan korkealla intensiteetillä, minkä vuoksi anaerobinen energiantuotto on pääasiallinen energiantuottojärjestelmä jääkiekossa (Nightingale & Douglas 2018).

Otteluiden kuormituksen on havaittu olevan suurempaa kuin jääharjoittelun (Allard ym. 2020; Douglas ym. 2019; Rago ym. 2021). Erilaisten jääharjoitteiden kuormittavuutta koskeva tutkimustieto on toistaiseksi vähäistä. Jääharjoitteiden tavoitteena voivat olla esimerkiksi taitojen, suorituskyvyn ja joukkuepelaamisen kehittäminen, jolloin kokonainen harjoitus voi sisältää intensiteetiltään hyvin erilaisia harjoitteita. Jääharjoittelussa voidaan soveltaa erikokoisia pienpelejä, flow-harjoitteita, kamppailuharjoitteita, puolustus ja hyökkäysharjoitteita, taito/tekniikka-harjoitteita ja simuloituja tilanteita, joita voi tulla vastaan otteluissa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää erilaisten harjoitteiden, eri kokoisten harjoitusalueiden ja harjoitteeseen osallistuvien pelaajien määrän vaikutusta harjoitteen kuormittavuuteen. Muissa joukkueurheilulajeissa pelialueen koon suurentaminen ja pelinomaisuuden läsnäolo näyttäisivät nostavan harjoituksen ulkoista kuormitusta. Yksinään harjoitukseen

osallistuvien pelaajien määrän ei ole havaittu vaikuttavan merkittävästi etenkin ulkoisen kuormituksen muuttujiin (Castellano ym. 2015), mutta yhdistettynä pelaajien määrän vähentäminen ja pelivälineen hallintaa painottavat säännöt saattavat kasvattaa harjoittelun sisäistä ja ulkoista intensiteettiä. Pelaajien määrän vähentämiseen liittyen juuri suhteellisen pelialueen kasvattaminen saattaa olla harjoitteen intensiteettiä kasvattava tekijä (Hill-Haas ym. 2009; Hill-Haas ym. 2011).

Parempi ymmärrys erilaisten harjoitteiden ja harjoituskokonaisuuksien kuormittavuudesta antaisi työkaluja harjoittelun monitorointiin, suunnitteluun ja toteutukseen. Tällaisen tiedon lisääminen mahdollistaisi myös optimaalisen kuormittamisen suhteessa haluttuihin harjoittelun vastuksiin ja harjoittelun tavoitteisiin. Tässä opinnäytteessä tarkasteltiin myös pelaajien kokeman ja valmentajien arvioiman kuormittavuuden eroja. Aihetta on tutkittu erilaisissa joukkuelajeissa, mutta selkeää yhteyttä koetun kuormittavuuden ja suunnitellun kuormittavuuden välillä ei ole havaittu. Kuorma-vaste suhteen ja urheilijan kokeman kuormittavuuden ymmärtäminen on hyödyllistä kuormittavuuden yksilöllisyyden kannalta, sillä mitattu kuormitus voi ilmetä yksilöllisesti erilaisina kokemuksina.

2 JÄÄKIEKON FYYSISET VAATIMUKSET

Jääkiekko on luonteeltaan nopeatempoinen intervallityyppinen laji. Jääkiekossa liikkuminen sisältää paljon kiihdytyksiä, jarrutuksia, suunnan muutoksia ja vartalokontakteja. Jääkiekkoa voidaan luonnehtia fyysisesti vaativaksi lajiksi, sillä se vaatii monipuolisia voima- ja kestävyysominaisuuksia, joita ulosmitataan lajisuorituksissa toisinaan maksimaalisesti. (Manners 2004; Nightingale & Douglas 2018.)

Tyypillisesti jääkiekkjoukkueen pelaavaan kokoonpanoon kuuluu 20–22 pelaajaa, joista viisi kenttäpelaajaa sekä yksi maalivahti osallistuvat samanaikaisesti peliin. Pelin aikana kentällä oleva kokoonpano vaihtuu jatkuvasti ilman erillisiä katkoja, mikä mahdollistaa liikkumisen korkealla intensiteetillä. (Nightingale 2014.) Aikuisten virallinen jääkiekko-ottelu koostuu kolmesta 20 minuutin pituisesta erästä, joiden välissä on yleensä noin 15 minuutin pituinen erätauko (Brocherie ym. 2018). Otteluissa tapahtuu keskimäärin 15 vaihtoa eli työjaksoa pelaajaa kohden (Bracko ym. 1998; Nightingale 2014). Optimaalinen vaihdon pituus on Nightingalen (2014) mukaan noin 45 sekuntia. Yksittäiset vaihtojen pituudet voivat kuitenkin vaihdella 30–80 sekunnin välillä riippuen ottelun sisäisistä tekijöistä ja tilanteista. Työjaksojen välissä pelaajat viettävät aikaa vaihtopenkillä keskimäärin 3–5 minuuttia (Nightingale & Douglas 2018). Vaihdon aikana pelaajat liikkuvat arviolta 50 % ajasta korkealla intensiteetillä (Neeld 2018). Lisäksi riippuen pelipaikasta, pelaajat suorittavat korkean intensiteetin pyrähdyksiä noin 5–7 kertaa yhden vaihdon aikana ja ottelussa kuljettu kokonaismatka on keskimäärin 5160–7200 metriä (Brocherie ym. 2018).

Ammattilaistasolla pelaajien keskimääräinen aktiivinen aika otteluissa on noin 15–24 minuuttia riippuen pelipaikasta, taktisista tekijöistä ja otteluiden tapahtumista (Brocherie ym. 2018). Kansainvälisen tason miesjääkiekkoilijat liikkuvat Brocherien ym (2018) tutkimuksessa noin 18 % aktiivisesta ajasta korkealla intensiteetillä (>18 km/h). Lisäksi pelaajien keskimääräinen luisteluvauhti oli noin 14 km/h (Brocherie ym. 2018). Kansainvälisen tason ottelussa mitattuja aktiivisen ajan luistelun intensiteettiä on kuvattu taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Luistelumuuttujien osuus (%) aktiivisesta pelaajasta. (Brocherie ym. 2018)
Tulokset esitetty keskiarvoina \pm keskihajonta.

Erä	Matalan intensiteetin luistelu				Korkean intensiteetin luistelu		
	Paikallaan	Liukuen	Eteenpäin	Takaperin	Etuperin	Sprintti	Takaperin & sprintti
1	20,1 \pm 7.7	18,2 \pm 7.0	37,2 \pm 7.2	8,2 \pm 5.7	12,0 \pm 5.9	6,6 \pm 4.1	4,0 \pm 2.1
2	16,3 \pm 8.6*	27,0 \pm 13.9*	31,0 \pm 6.7	8,1 \pm 6.9	11,8 \pm 7.3	5,0 \pm 2.7	4,0 \pm 3.3
3	19,9 \pm 7.6#	23,9 \pm 15.2	31,4 \pm 4.5	9,8 \pm 9.6*	11,4 \pm 5.1	3,0 \pm 2.1**	2,2 \pm 1.6*

* = $p < 0.05$ & ** = $p < 0,01$, tilastollisesti merkitsevä ero erään 1. # = $p < 0,05$, tilastollisesti merkitsevä ero erään 2.

Taulukosta 1 on nähtävissä, että suurimpia osuuksia kokonaisajasta vietetään matalalla intensiteetillä ja etuperin luistellen. Myös paikallaanoloa ilmenee jääkiekko-otteluissa, mutta tällöin usein kyseessä saattaa olla kamppailutilanne, mitä on vaikeaa havaita ulkoisissa liikkumismuuttujissa. Takaperin luistelun osuus on melko pientä, mutta on huomioitava, että pelipaikkakohteisesti takaperinluistelua on todennäköisesti enemmän puolustajilla. Sprinttiluistelun määrä näyttäisi vähenevän pelin edetessä sekä etuperin, että takaperin luistellessa, mikä saattaa kuvastaa kumulatiivista kuormitusta ja väsymistä ottelun edetessä ja pelaajien kasvaessa.

2.1 Biomekaniikka

Jääkiekossa liikkuminen poikkeaa muista joukkueurheilulajeista, sillä luistelupotkun liike suuntautuu takaviistoon posterolateraaliseen suuntaan, toisin kuin esimerkiksi juoksuaskel. Tällainen liike vaatii voiman tuottoa etenkin lonkan ojennukseen, loitonnuksen- ja lähennykseen osallistuvilta lihaksilta, kuten isolta pakaralihakselta, keskimmaiselta pakaralihakselta ja lonkan koukistajalihaksilta. (Douglas ym. 2019.) Takaperin luistellessa potku puolestaan suuntautuu anterolateraaliseen suuntaan, mikä asettaa alaraajojen voimantuoton vaatimuksia etenkin lonkan ojennukseen, loitonnuksen ja ulkokiertoos osallistuville lihaksille, kuten isolle pakaralihakselle, keskimmaiselle pakaralihakselle sekä polven ojennukseen osallistuville lihaksille, kuten nelipäiselle reisilihakselle. (Nightingale 2014.) Luistelun fyysisten vaatimusten lisäksi

syöttäminen, laukaiseminen, taklaaminen ja taklausten vastaanottaminen vaatii myös ylä- ja keskivartalon lihasten, koordinaatiota ja voimantuottoa. Laukaiseminen ja kiekon käsittely sisältää laajaa liikettä olkanivelessä ja nopeita kierto liikkeitä kaula, rinta- ja lannerangan alueilla (Neeld 2018). Taklaaminen sekä taklausten vastaan ottaminen puolestaan vaatii ylä- ja alavartalon lihasten voiman lisäksi erityisesti keskivartalon lihasten voimaa ja koordinaatiota. Edellä mainittujen kuvausten perusteella voidaan todeta, että jääkiekon vaatimukset ovat hyvin monipuoliset. Koko vartalon lihaksilta vaaditaan voimaa, hallintaa ja tasapainoa ja lisäksi kestävyyskunnan tulee olla riittävän hyvällä tasolla, jotta aktiivisen jäällä olon välissä palautuminen on riittävää.

Voiman vaatimukset. Alaraajojen räjähtävän voimantuottokyvyn on havaittu ennustavan parempaa kokonaisvaltaista suorituskyyä jääkiekko-otteluissa ja luistelussa sekä lisäävän pelaajan potentiaalia menestyä. (Burr ym. 2008; Farlinger ym. 2007; Laaksonen & Vähälummukka 2016, 569.) Lisäksi räjähtävää voimaa vaativilla ylöspäin suuntautuvilla liikkeillä saattaa tutkimusten mukaan olla positiivisia vaikutuksia suorituskyyyn luistelussa (Farlinger ym. 2007; Nightingale ym. 2017). Alaraajoilta vaaditaan toistuvia räjähtävän voiman suorituksia muun muassa kiihdytyksissä, jarrutuksissa ja suunnanmuutoksissa. Etenkin suunnanmuutosten on havaittu vaativan suurta voimantuottoa verrattuna esimerkiksi suoraluisteluun riippuen suunnanmuutoksen jyrkkyydestä. (Vigh.Larsen ym. 2022)

Absoluuttinen ja suhteellinen voima ovat myös suorituskyyä parantavia tekijöitä jääkiekossa. Riittävä absoluuttinen ja suhteellinen voima voi olla merkittävässä roolissa kontaktitilanteissa, kiihdytyksissä, jarrutuksissa ja kaksinkamppailutilanteissa. Lisäksi absoluuttisen ja suhteellisen voiman kehittäminen on hyödyllistä nopeuden, taloudellisuuden ja vammojen ennaltaehkäisemisen kannalta. (Laaksonen & Vähälummukka 2016, 569.). Etenkin kehonpainoon suhteutetun voiman on havaittu olevan vahvasti yhteydessä räjähtävää voimaa vaativiin suorituksiin, kuten esimerkiksi luistelukiihdytykseen (Peterson ym. 2006). Nightingalen ym (2013) mukaan parempi suoriutuminen leuanvedon, jalkaprässin ja penkkipunnerruksen voimatesteissä ennustavat parempaa lajispesifiä suoriutumista otteluissa. Monenlaisia voimaominaisuuksia siis tarvitaan jääkiekossa, mutta on selvää, että voiman vaatimukset painottuvat enemmän alaraajoille kuin yläraajoille.

2.2 Energia-aineenvaihdunta

Jääkiekossa liikkuminen on luonteeltaan intervallityyppistä ja lajisuoritukset sisältävät toistuvaa matalan ja korkean intensiteetin liikkumista (Hülka ym. 2014; Nightingale & Douglas 2018). Pelaajat liikkuvat arviolta noin 50 % aktiivisesta jäällä olo ajasta korkealla intensiteetillä, minkä vuoksi anaerobisen kestävyyskunnan vaatimukset ovat merkittäviä. Jääkiekossa lyhyiden korkean intensiteetin suoritusten aikana pääasiallisena energiantuottojärjestelmänä toimii anaerobinen energiantuottojärjestelmä (Nightingale & Douglas 2018). Toisaalta kokonaisuudessaan otteluiden aikana suurin osa ajasta vietetään matalan intensiteetin alueella (alle ventilaatiokynnyksen), joten aerobisen energiantuoton merkitystä ei voi vähätellä, vaikkakin aerobisen energiantuoton on todettu täyttävän vain noin kolmanneksen lajin energiantuoton vaatimuksista (Leiter ym. 2015; Neeld 2018). Aerobisen energiantuottojärjestelmän merkityksen voidaan nähdä korostuvan etenkin vaihtojen välisessä palautumisessa ja sen tehokkuudessa (Stanula ym. 2014). Lisäksi runsaan ottelu- ja harjoitustahdin kannalta aerobisen energiantuottojärjestelmän vaikutukset palautumisessa ovat merkittäviä (Tiikkaja ym. 2016).

Maksimaalista hapenottokykyä on käytetty tutkimuksissa kuvastamaan pelaajien kestävyyskunnan suorituskykyä jääkiekossa. Stanula ym (2014) tutkivat maksimaalisen hapenottokyvyn (Vo_{2max}) merkitystä toistuvaa korkean intensiteetin luistelua mittavassa testissä Puolan maajoukkueen miesjääkiekkoilijoilla. Tulokset osoittivat, että aerobisten prosessien merkitys korostuu energiavarastojen palauttamisessa ja korkea aerobinen kapasiteetti mahdollistaa paremman palautumisen korkean intensiteetin suoritusten välillä. (Stanula ym. 2014) Lisäksi korkeamman maksimaalisen hapenkulutuksen on osoitettu ennustavan maalintekotilanteiden määrää yliopistotason miesjääkiekkoilijoilla (Green ym. 2006). Ferlandin ym (2021) mukaan Pohjois-Amerikassa eliittitasolla pelatakseen kehonpainoon suhteutetun maksimaalisen hapenkulutuksen minimivaatimukseksi on esitetty $55.9 \pm 5,2 \text{ ml/kg}^{-1}$. Tätä suuremmat lukemat hapenottokyvyssä eivät välttämättä kuitenkaan ole kokonaisvaltaisen suorituskyvyn kannalta oleellisia, sillä hapenottokyvyn ja kauden tilastojen välillä ei havaittu yhteyttä. Tämä alleviivaa sitä, että aerobinen kapasiteetti ja hapenottokyky ovat tärkeitä ominaisuuksia jääkiekossa sen intervallityyppisen liikkumisen takia, mutta eivät välttämättä ole yksinomaan suorituskykyä määrittäviä tekijöitä jääkiekossa, mikäli riittävä taso on jo saavutettu (Ferland ym. 2021). Liikkumisen

tehokkuuden ja nopeuden tärkeys korostuu nopeaksi luonnehdittavassa lajissa ja anaerobinen teho on myös jääkiekkoilijan suorituskyvyn kannalta tärkeä ominaisuus (Peterson ym. 2016).

Korkean intensiteetin luistelussa anaerobisen tehon merkitys korostuu ja kuten edellä on mainittu niin suuri osa aktiivisesta ajasta liikutaan korkealla intensiteetillä (Neeld 2018). Tuloksia tarkastellessa on oleellista huomioda se mitä menetelmiä anaerobisen tehon ja kapasiteetin mittaamiseen on käytetty, sillä Peterson ym. (2016) totesivat tutkimuksissaan, että ei-lajinomaisilla testeillä mitattu anaerobinen teho ei välttämättä kuvasta vastaavan ominaisuuden tasoa jäällä. Jäällä liikkuminen eroaa merkittävästi esimerkiksi juoksemisesta ja pyöräilystä luistelun biomekaanisten tekijöiden, kuten työtä tekevät lihasten, voimantuoton suuntien ja terän päällä tasapainottelun takia. Jääkiekossa, kuten muissakin palloilulajeissa liikkumisen ohessa päätöksenteko, kamppailu ja muut peliin sisältyvät tekijät vaikuttavat myös lajissa suoriutumiseen, jolloin yksinään kestävyyskunto tai sen eri osa-alueet eivät riitä määrittämään pelaajan suorituskykyä lajissa.

Vigh-Larsen ym (2020) havaitsivat tilastollisesti merkittäviä eroja ($p \leq 0.05$, ES, efektin koko = 0,8–1,0) eri tasoisten ja ikäisten pelaajien välillä jäällä toteutetussa maksimaalisessa jaksotaisen palautumisen jättestissä (Yo-Yo jättesti), jossa mitataan toistuvaa 20 metrin sprinttiluistelukykyä 10 sekunnin palautumisajoilla. Suomalaiset eliittitason pelaajat kulkivat 15 % ja 11 % pidempiä matkoja verrattuna tanskalaisiin eliittitason pelaajiin ja suomalaisiin alle 20-vuotiaisiin pelaajiin (Vigh-Larsen ym. 2020). Submaksimaalisen Yo-Yo jättestin on todettu olevan hyvä testi mallintamaan otteluiden luistelusuorituskykyä, mutta näyttö tästä on vielä vähäistä. Voidaan olettaa, että juuri lajinomaiset toistuvaa sprinttiluistelukykyä, nopeutta ja ketteryyttä mittaavat testit määrittävät mahdollisesti parhaiten jääkiekkoilijan suorituskykyä. Toisaalta myös ei-lajinomaisten testien on havaittu olevan yhteydessä lajinomaisissa testeissä suoriutumisen kanssa. Täten pelaajien tulisi täyttää tietty aerobisen ja anaerobisen kapasiteetin vaatimustaso ja omata sellaisia ominaisuuksia, jotka edesauttavat myös suoriutumista toistuvissa korkean intensiteetin pyrähdyksissä, jonka jälkeen harjoittelun fokusta voidaan siirtää enemmän pelin muihin vaatimuksiin. (Ferland ym. 2021; Vigh-Larsen ym. 2020)

3 VUOTUINEN HARJOITTELU JÄÄKIEKOSSA

Jääkiekkoilijan vuotuinen harjoittelu voidaan jakaa kolmeen pääjaksoon: kilpailuun valmistavaan kauteen, kilpailukauteen ja ylimenokauteen. Kilpailuun valmistava kausi kestää yleensä noin 3 kuukautta ja tällöin pyritään kehittämään kauden aikana tarvittavia fyysisiä ominaisuuksia, kuten voima, nopeus- ja kestävyysominaisuuksia. Kilpailukausi kestää joukkueen menestymisen mukaan 8–9 kuukautta ja ylimenojakso noin kuukauden. Kilpailukausi sisältää nimensä mukaan paljon ottelutapahtumia ja jääharjoittelua, joissa pyritään kehittämään pelin vaatimia fyysisiä, teknisiä ja taktisia ominaisuuksia. Jääharjoittelun ulkopuolella puolestaan pyritään kehittämään ja ylläpitämään kilpailuun valmistavalla kaudella harjoitettuja ominaisuuksia. (Nightingale 2014.) Kilpailukauden aikana jääharjoittelun määrä voi vaihdella, mutta Nightingalen (2014) mukaan kilpailukauden aikana jääharjoittelua on 1–4 kertaa viikossa riippuen aikatauluista, resursseista ja kauden eri vaiheista. Ylimenokaudella valmistaudutaan yleensä seuraavaan kilpailuun valmistavaan kauteen. Ylimenokausi sisältää myös usein lepojaksen, jolloin ohjattua harjoittelua ei ole.

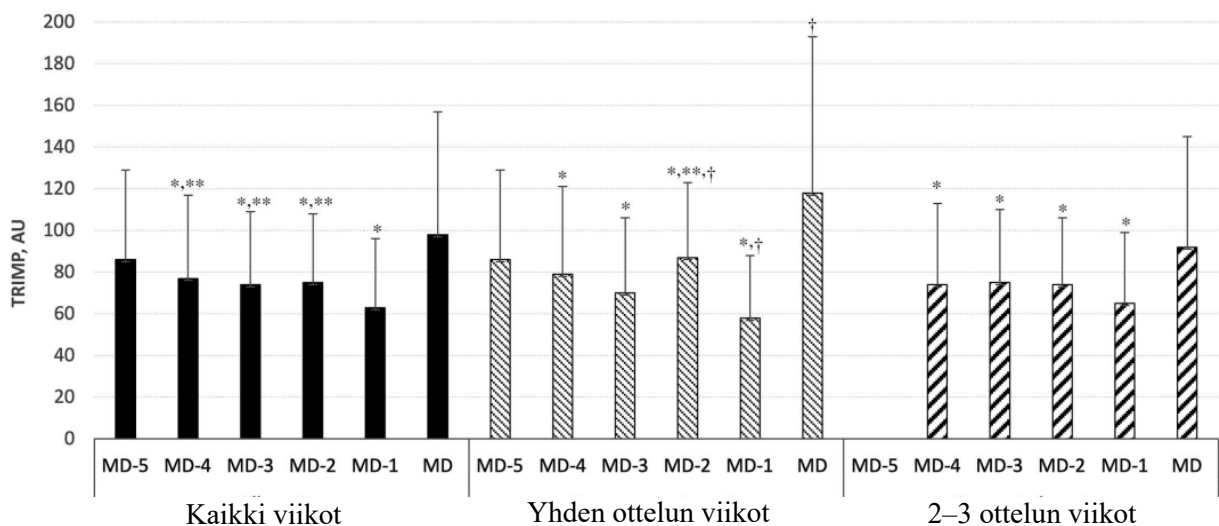
3.1 Jääharjoittelu

Tyypillisesti jääharjoittelussa sovelletaan erilaisia ja erikokoisia pienpelejä, flow-harjoitteita, kamppailuharjoitteita, puolustus ja hyökkäysharjoitteita, taito/tekniikkaharjoitteita sekä erilaisia simuloituja tilanteita, joita voi tulla vastaan otteluissa. Jääharjoittelussa tavoitteena voikin olla kestävyyskunnan parantaminen, kamppailutaitojen kehittäminen, pelisidonnaiset tehtävät, joukkueen taktiikka, taidot kiekottomana ja kiekollisena sekä pelipaikkakohtaiset tehtävät.

Kilpailuun valmistavan kausi sisältää usein jääharjoittelun lisäksi harjoitusotteluita, riippuen olosuhteista ja resursseista. Kilpailuun valmistavalla kaudella jääharjoittelun volyyymi on usein viikkotasolla pienempää kuin esimerkiksi kilpailukaudella. Tällöin harjoittelun painopiste siirtyy vahvemmin jääharjoitteluun ja sitä tukevaan fysiikkaharjoitteluun (Nightingale 2014). Kilpailuun valmistavalla kaudella jääharjoittelun tavoitteena on fyysisten ja teknisten ominaisuuksien kehittäminen, minkä vuoksi jääharjoittelun intensiteetti on usein korkeampaa, kuin esimerkiksi kilpailukauden aikana (Douglas ym. 2020). Kilpailuun valmistavan kauden aikana on

myös otollisinta kehittää lajin vaatimusten mukaisia fyysisiä ominaisuuksia fysiikkaharjoittelun avulla. (Nightingale 2014; Nightingale & Douglas 2018.) Etenkin kilpailukauden alkaessa harjoittelun tavoitteet liittyvät vahvasti jääharjoitteluun, jolloin fysiikkaharjoittelun painotus jää vähemmälle (Neeld 2018). Kilpailukauden aikana ottelu- ja harjoitusrytmi saattaa olla usein tiheää, mikä on myös osasyynä fysiikkaharjoittelun painotuksen laskemiselle tässä vaiheessa. Lisäksi kokonaiskuormitus on jo jääharjoittelun ja otteluiden takia korkealla, jolloin fysiikkaharjoittelun kuormittavuutta on vähennettävä. (Neeld 2018). Kilpailukaudella on priorisoitava suorituskykyä otteluissa. Tällöin harjoittelun pääpaino siirtyy jääharjoitteluun ja kilpailuun valmistavan kauden aikana hankittuja ominaisuuksien ylläpitämiseen (Nightingale 2014).

Kilpailukauden aikana harjoittelua voidaan ohjelmoida siten, että ottelutapahtuman lähestyessä harjoittelun volyyymia ja joissain tapauksissa myös intensiteettiä vähennetään kohti ottelutapahtumaa. Tällainen ohjelmointimalli käy ilmi esimerkiksi Bigg:n ym. (2021) tutkimuksissa (Kuva 1), jossa yliopistotason miesjääkiekkoilijoiden sisäistä kuormitusta seurattiin koko kauden ajan. Sisäisen kuormituksen todettiin olleen korkeinta, kun otteluun oli useita päiviä aikaa. Lisäksi harjoittelun sisäisen kuormituksen todettiin olleen alhaisinta ottelua edeltävänä päivänä ja ottelupäivän aamuharjoituksessa. (Bigg ym. 2021)



KUVA 1. Kardiokuorma (TRIMP) jääharjoittelussa ja otteluissa kauden eri vaiheiden aikana viikon mikrosykleissä. Muokattu lähteestä: Bigg ym. (2021). MD-5 = viisi päivää ennen ottelua, MD-4 = neljä päivää ennen ottelua, MD-3 = kolme päivää ennen ottelua, MD-2 = kaksi päivää ennen ottelua, MD-1 = ottelua edeltävä päivä, MD = ottelupäivä

3.2 Fysiikkaharjoittelu

Fysiikkaharjoittelun tavoitteina tulisi olla jääkiekon fyysisten vaatimusten ja menestymisen kannalta oleellisten ominaisuuksien kehittäminen. Kehittävän voimaharjoittelun pääpaino on kilpailuun valmistavalla kaudella. Kehitettäviä ominaisuuksia kilpailuun valmistavalla kaudella ovat maksimivoima, hypertrofia ja räjähtävä voima (Nightingale 2014). Näitä voiman osa-alueita voidaan ohjelmoida progressiivisesti esimerkiksi blokkiperiodisaatiomallin tai lineaarisen periodisaatiomallin mukaisesti, kuten Nightingale (2014) ja Neeld (2018) ovat esittäneet. Tällaiset periodisaatiomallit pätevät etenkin kilpailuun valmistavan kauden aikana, sillä tällöin jääharjoittelun volyyymi ja otteluiden määrä on usein kilpailukautta vähäisempää. Täten myös mahdollinen jääharjoittelun aiheuttama interferenssivaikutus on vähäisempää.

Kilpailukaudelle siirryttäessä fysiikkaharjoittelun tavoitteena on kilpailuun valmistavalla kaudella hankittujen voima, nopeus- ja kestävyysominaisuuksien ylläpitäminen. (Nightingale ym. 2014) Kilpailukaudella fysiikkaharjoittelun tulee tukea jääharjoittelua ja sen tavoitteita sekä mahdollistaa harjoittelusta palautuminen. Kilpailukauden aikana jääharjoittelun voidaan nähdä kuormittavan merkittävästi anaerobista energiantuottojärjestelmää ja tämän lisäksi nopeusominaisuuksia pyritään kehittämään etenkin lajinomaisesti jääharjoittelun sisällä. Tällöin voi olla suositeltavaa sisällyttää fysiikkaharjoitteluun voima- ja nopeusominaisuuksien ylläpidon lisäksi aerobista kestävyysharjoittelua sekä liikkuvuutta ja kehonhallintaa kehittäviä harjoitteita (Neeld 2018). Myös liikkuvuuden ja kehonhallinnan kehittäminen on vammojen ennaltaehkäisyn kannalta oleellista.

3.3 Nuorten jääkiekkoilijoiden kasvu ja kehitys

Nuorten kohdalla jää- ja fysiikkaharjoittelussa tulee huomioida kypsymisen, kasvun ja kehityksen vaikutukset suorituskykyyn. Kasvu ja kehitys on yksilöllistä ja etenkin nuoruudessa ja murrosiän aikaisessa kasvussa ja kypsymisessä on suurta yksilöllistä vaihtelua kronologisesti samanikäisillä nuorilla. (Leiter ym. 2016; Lloyd ym. 2018; Malina ym. 2020.) Lasten ja nuorten voimantuotto-ominaisuudet ovat aikuisia heikompia, johtuen kehon rakenteellisista ja antropometrisista eroista sekä lihas- jännekompleksin heikommasta aktiivaatiosta ja toiminnallisuudesta. Kestävyysominaisuuksiltaan lasten elimistö suosii luontaisesti aerobista energiantuottoa,

ja nuoret palautuvat korkean intensiteetin suorituksista aikuisia nopeammin. Lapset ja nuoret myös sietävät suorituksen aikaista väsymystä aikuisia paremmin. (Lloyd ym. 2018.) Murrosiän kasvupyrähdys aiheuttaa muutoksia ominaisuuksiin, kehon rakenteeseen, hermostoon ja koordinaatioon, minkä vuoksi kasvun ja kehityksen vaiheiden kartoitus ja seuranta on tärkeää (Leiter ym. 2016.). Harjoittelussa tulisi huomioida pituuskasvun ja painon sekä voima- ja kestävyysominaisuuksien kehitys nuorilla. Fyysisen harjoittelun suhteuttaminen nuorten kasvun ja kehityksen eri vaiheisiin vähentää myös vamma-riskiä (Towlson ym. 2021). Lisäksi on tärkeää pyrkiä kehittämään erilaisia ominaisuuksia silloin, kun niiden kehittyminen on optimaalisinta. (Leiter ym. 2016.) Esimerkiksi pituuskasvun huippuvaiheen aikana tulee välttää liiallista selkärunkaa ja polvia kuormittavaa harjoittelua ja keskittyä kehittämään vartalon hallintaa, tasapainoa sekä keskivartalon lihasten voimaa.

Leiter ym. (2016) tutkivat pituuden, painon ja voiman kasvua nuorilla 13–17-vuotiailla miesjääkiekkoilijoilla. Pituuden, painon ja voiman kehittymisen todettiin olleen suurinta ikävuo-
sien 13–15 aikana. (Leiter ym. 2016) Pituuskasvun huippuvaiheessa onkin oleellista huomioida pituuskasvun aiheuttamat mahdolliset haasteet tasapainolle, kehonhallinnalle ja koordinaatiolle sekä fysiikkaharjoittelussa että jääharjoittelussa. Lisäksi suuri vaihtelu kasvussa, kehityksessä ja kypsymisessä on otettava huomioon pelaajia vertailtaessa ja esimerkiksi kykyjen etsinnässä.

Hoff ym. (2005) tutkivat eliittitason miesjääkiekkoilijoiden ($24,2 \pm 4,7$ -vuotta) ja eliittitason juniorijääkiekkoilijoiden ($17,6 \pm 0,9$ -vuotta) eroavaisuuksia nopeus- ja kestävyysominaisuuksissa. Miesjääkiekkoilijat suoriutuivat paremmin yhden toiston maksimivoimatesteissä kyykyssä ($200,0 \pm 28,9$ vs. $140,3 \pm 19,5$ kg, $p < 0,01$) ja penkkipunnerruksessa ($100,8 \pm 12,8$ vs. $75,3 \pm 12,8$ kg, $p < 0,01$). Lisäksi miesjääkiekkoilijat olivat nopeampia 10 metrin juokсутestissä ($1,80 \pm 0,07$ vs. $1,88 \pm 0,08$ s, $p < 0,01$) ja hyppäsivät korkeammalle 50 kg lisäpainon kanssa ($27,2 \pm 3,2$ vs. $20,5 \pm 3,0$ cm, $p < 0,01$). Absoluuttinen maksimaalinen hapenottokyky oli myös miesjääkiekkoilijoilla suurempi ($4,8 \pm 0,6$ vs. $4,2 \pm 0,5$ l/min), mutta kehonpainoon suhteutettuna maksimaalisessa hapenottokyvyssä ei havaittu merkittäviä eroja ryhmien välillä. (Hoff ym. 2005). Szmatlan-Gabryś ym (2006) tutkivat eri ikäisten miesjääkiekkoilijoiden anaerobista kestävyyttä Wingate testissä. Alle 16- ja 18-vuotiaiden kokonaistehon (W_{tot}) ja tehontuoton huippuarvojen (P_{max}) todettiin olleen merkittävästi pienempiä ($p < 0,05$) verrattuna aikuisiin ja alle 20-vuotiaisiin (Szmatlan-Gabryś ym. 2006).

Edellä mainittujen tutkimusten tulokset indikoivat, että merkittäviä eroavaisuuksia on nähtävissä maksimivoimassa, teho-ominaisuuksissa ja nopeudessa juniori- ja miesjääkiekkoilijoiden välillä. On huomioitavaa, että kasvun ja kehityksen myötä voima, nopeus- ja tehontuotto ominaisuudet ja niiden harjoitettavuus kehittyvät nuoren urheilijan kypsyessä eikä näiden ominaisuuksien voi olettaa olevan eliittitason miesjääkiekkoilijan tasolla vielä 17–18-vuotiailla. Täten otollisinta on pyrkiä kehittämään voima- ja nopeusominaisuuksia etenkin niille optimaalisimman kasvun ja kehityksen vaiheen aikana (pituuskasvun huippuvaiheen jälkeen).

Voima- ja nopeusominaisuudet näyttäisivät olevan merkittävin kehityskohta fysiikkaharjoittelussa nuorelle jääkiekkoilijalle, mikäli tavoitteena on aikuisten eliittitasolla pelaaminen. Sen lisäksi on oleellista pyrkiä hyödyntämään nuorten urheilijoiden harjoittelussa esimerkiksi kestävyysominaisuuksien huippuvaihe, jonka voidaan nähdä alkavan samaan aikaan pituuskasvun huippuvaiheen alkaessa. Toki on huomioitava, että edellä mainituissa tutkimuksissa kyseisiä ominaisuuksia ei mitattu lajinomaisilla testeillä, joten tulokset eivät ole suoraan johdettavissa suorituskykyyn jäällä.

4 KUORMITUKSEN MONITOROINTI

Harjoituskuormituksella tarkoitetaan muuttujaa, jota manipuloimalla pyritään saamaan aikaiseksi haluttuja harjoittelun aiheuttamia vasteita ja vasteiden aiheuttamia adaptaatioita. (Impellizzeri et ym. 2019). Harjoittelun kuormittavuuden mittaaminen ja seuranta on tärkeää, koska se mahdollistaa paremman ymmärryksen yksilöiden vasteista ja adaptoituvuudesta tietynlaisen harjoituskuormituksen seurauksena. Kuormittavuuden mittaaminen ja seuranta on myös oleellista, jotta voidaan vähentää liiallisesta kuormituksesta aiheutuvia riskejä terveydelle, kuten ylikuormitustilaa, loukkaantumisia ja sairauksia. (Halson 2014) Harjoittelun kuormittavuuden seuranta antaa hyödyllistä tietoa valmennukselle harjoittelun yksilölle aiheuttamasta fysiologisesta, biomekaanisesta ja psykologisesta stressistä. Tällaisen tiedon kartuttaminen mahdollistaa optimaalisen harjoittelun ja harjoitusohjelmien suunnittelun ja toteutuksen. Lisäksi tieto erilaisien stressitekijöiden luonteesta, vaikutuksista ja määristä mahdollistaa urheilijoiden suorituskyvyn optimaalisen kehittämiseen, kun harjoittelun stimulus saa aikaan haluttuja adaptaatioita ja palautuminen on riittävää. (Halson 2014; Swallow ym. 2021) Menestyksessä harjoituskuormituksen mittaamisessa ja seurannassa oleellista on toiminnan muuttaminen monitoroinnin ja palautteen seurauksena, jotta kartutettu tietämys ja ymmärrys kuormittavuudesta voidaan tuoda käytäntöön (Halson 2014).

Harjoittelun aiheuttama kuormitus voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen kuormitukseen. Ulkoisella kuormituksella tarkoitetaan suunniteltua ja toteutettua fyysistä työtä, joka on riippumaton yksilön sisäisistä ominaisuuksista (Halson 2014). Sisäisellä kuormituksella puolestaan tarkoitetaan yksilöllisiä suhteellisia fysiologisia ja psykologisia vasteita ulkoisen kuormituksen aiheuttamalle stressille. (Impellizzeri ym. 2019) Sekä ulkoinen että sisäinen kuormitus ovat harjoittelun lopputulemaa määrittäviä tekijöitä, minkä takia harjoituskuormituksen luotettava monitorointi on erityisen tärkeää (Halson ym. 2014).

Harjoittelun tavoitteet, toteutus ja lopputulema linkittyvät vahvasti sisäisen ja ulkoisen kuormituksen määrään, ajoitukseen ja laatuun. Yksinään sisäisen tai ulkoisen kuormituksen monitorointi ei välttämättä anna riittävän kattavaa kuvaa yksilön kunnosta, väsymyksestä tai valmiudesta harjoitella. Lisäksi sisäiset vasteet ulkoiselle kuormitukselle voivat olla hyvin yksilöllisiä,

jolloin pelkästään ulkoisen kuormituksen muuttujien perusteella arvioitu harjoituskuormitus voi olla ongelmallista (McLaren 2018). Tämän takia olisi ihanteellista tarkastella molempia kuormituksen osa-alueita sekä useita muuttujia kerralla. (Burgess 2017; Halson 2014; McLaren ym. 2018)

Joukkue-urheilussa harjoittelu on usein monimutkaisempaa, kuin yksilöurheilussa, sillä harjoittelu sisältää voima- ja kestävyyskunnan harjoittamisen lisäksi usein joukkuelajien vaatimia taito- tekniikka- ja taktiikka harjoitteita, joissa toimitaan monen yksilön kanssa samanaikaisesti kohti yhteistä tavoitetta. Edellä mainitut ominaisuudet ovat myös usein yhdistettynä voimanopeus- ja kestävyysharjoitteluun, mikä asettaa eräänlaisia haasteita harjoituskuormituksen mittaamiselle ja seuraamiselle. Lisäksi lajitaidot ja lajinomainen harjoittelu sisältävät päätöksentekoa ja muita kognitiivisesti kuormittavia tekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa luotettavaan lajisuorituskyvyn arviointiin kuormittavuuden ohella. (Halson 2014.) Tämä ilmenee etenkin erilaisissa pienpeleissä tai muissa pelinomaisissa harjoitteissa, joissa liikkumisen ohella reagoidaan ympäröiviin kanssa- ja vastapelaajiin. Tällöin saman tyyppisissä harjoitteissa voi olla suuriakin eroja harjoitteen sisällä.

4.1 Ulkoinen harjoituskuormitus

Kuten aiemmin on mainittu, ulkoinen kuormitus on fyysistä työtä, joka on riippumatonta yksilön sisäisistä tekijöistä tai ominaisuuksista (Halson 2014). Ulkoisen kuormituksen mittaaminen perustuu siis fyysistä työtä mittaaviin objektiivisiin muuttujiin. Yleisesti käytettyjä muuttujia ulkoisen kuormituksen mittaamisessa (Taulukko 2) ovat esimerkiksi nopeus, kiihdytykset, jarrutukset, tehontuotto sekä muu paikannusjärjestelmillä ja kiihdytysantureilla kerätty data. (Bourdon ym. 2017.)

TAULUKKO 2. Valmentajien, ja asiantuntijoiden yleisesti käyttämiä ulkoisen kuormituksen muuttujia. Muokattu lähteestä Bourdon ym. (2017).

Muuttuja	Hinta	Validiteetti	Luotettavuus	Yksikkö/data
Aika	M	K	K	Ajan yksiköt
Harjoitusfrekvenssi	M	K	K	Lukumäärä
Matka	M	K	K	Matkan yksiköt
Liikemäärä	M	K	KT-K	Lukumäärä
Tehon tuotto	KT-K	K	K	W/kg, W
Nopeus	M-KT	K	K	m/s, m/min, km/h
Kiihdytys	M-KT	K	K	m/s ²
GPS data	KT	KT-K	KT	Nopeus, etäisyys, sijainti
Metabolinen teho	KT	M-KT	KT	Energiaekvivalentti
Liikeanalyysi data	KT-K	KT-K	KT	Nopeus, sijainti, kiihtyvyys
Kiihdytysanturidata	KT	KT-K	KT	x-y-z-g voimat

M = matala, KT = keskitaso, K = korkea, W = watti, W/kg = wattia/painokilo, m/s = metriä sekunnissa, m/min = metriä minuutissa, km/h = kilometriä tunnissa, m/s² = nopeuden muutos sekunnissa.

Ulkoisen kuormituksen muuttujat voidaan Vanrenterghemin ym. (2017) mukaan jakaa fysiologisiin muuttujiin, kuten metaboliseen tehoon ja kineettiseen energiaan sekä biomekaanisiin muuttujiin, kuten kontaktivoimiin ja kiihdytysten ja jarrutusten määrään ja intensiteettiin. Näiden muuttujien avulla voidaan määrittää urheilijaan kohdistuvia voimia ja niiden aiheuttamaa kuormitusta ja sitä kautta myös liikkumisen vaatimuksia urheilijoilla. (Vanrenterghem ym. 2017)

Ulkoisen kuormituksen mittaamiseen voidaan käyttää erilaisia mikroteknologiaa hyödyntäviä paikannusjärjestelmiä, kuten maailman laajuisia paikannusjärjestelmiä (GPS, Global positioning system) ja paikallisia paikannusjärjestelmiä (LPS, Local positioning system). Viime

vuosina joukkue urheilussa liikkumisdatan mittaamisessa GPS ja LPS järjestelmien käyttö on yleistynyt (Hoppe ym. 2018). Etuna näissä järjestelmissä on niiden helppokäyttöisyys ja mahdollisuus tarkastella liikkumista sekä harjoittelun aikana, että sen jälkeen. Lukuisat GPS järjestelmät on todettu luotettaviksi ja tarkoiksi etenkin lineaarisen liikkeen ja kuljettujen matkojen tallentamisessa. (Coutts & Duffield 2010 & Gray ym. 2010.) Ongelmia saattaa näissä järjestelmissä kuitenkin ilmetä yhtäkkisissä liikkeissä ja nopeissa suunnan muutoksissa (Gray ym. 2010). Lisäksi GPS järjestelmät eivät välttämättä toimi luotettavasti sisätiloissa. Tutkimusten mukaan LPS järjestelmät saattavat olla GPS järjestelmiä tarkempia liikkumismuuttujien mittaamisessa ja siten saattavat olla tulevaisuudessa lupaavin vaihtoehto joukkueurheilussa ulkoisen kuormituksen mittaamiseen. (Bastida-Castillo ym. 2018; Bastida-Castillo ym. 2019.) Toisaalta GPS järjestelmien kaltaisesta suunnan muutokset, nopeat kiihdytykset ja epälineaarinen liike aiheuttaa myös LPS järjestelmissä tarkkuuden heikkenemistä (Bastida-Castillo ym. 2019; Gamble ym. 2022; Luteberget ym. 2018; Pino-Ortega ym. 2020 & Stevens ym. 2014).

Taulukon 2 muuttujista jääkiekkoilijoiden ulkoisen kuormituksen mittaamiseen oleellisimpia mittareita ovat GPS/LPS datasta johdetut muuttujat, kuten nopeus, matka, kiihdytykset ja nopeusalueilla kuljetut matkat. Taulukon 2 muuttujien lisäksi jääkiekossa yleisesti käytetty harjoituskuormituksen muuttuja on pelaajakuorma (PL, Player Load,) joka muodostetaan esimerkiksi kiihtyvyyssanturidatasta johdettavien vektoreiden summasta (Allard ym. 2020). Pelaajakuorman käyttäminen ulkoisen kuormituksen muuttujana voi kuitenkin olla ongelmallista, johon tuen jääkiekkoilun ominaispiirteistä. Luistelu eroaa esimerkiksi juoksemisesta merkittävästi siinä, että kovatehoinenkin luistelu sisältää paljon liukumista. Lisäksi lajiliike on luonteeltaan ajoittaista ja vartalokontaktit ovat yleisiä. (Allard ym. 2020) Ylipäätään ulkoisen kuorman määrittäminen jääkiekossa vaatii lajin ominaispiirteiden huolellista läpikäyntiä. Parhaiten ulkoisen kuormituksen määrää voitaisiinkin mahdollisesti kuvata esimerkiksi luistelupotkujen määrällä ja teholla sekä kiihdytysten, suunnan muutosten- ja vartalokontaktien määrällä (Allard ym. 2020).

4.2 Sisäinen harjoituskuormitus

Sisäinen kuormitus kuvastaa yksilöllisiä suhteellisia fysiologisia ja psykologisia vasteita ulkoisen kuormituksen aiheuttamalle stressille (Impellizzeri ym. 2019). Sisäisen kuormituksen mittaamisen ja seurannan avulla voidaan määrittää harjoittelun yksilöllistä kuormittavuutta sekä kuormituksen aiheuttamia adaptaatioita. Lisäksi tietyissä aikaraameissa harjoittelun myötä kertyvä sisäinen kuormitus on merkittävästi harjoittelun lopputulemaa määrittävä tekijä. Tämän vuoksi sisäisen kuormituksen ja siihen vaikuttavien tekijöiden mittaaminen ja seuranta on tärkeää. (McLaren ym. 2018)

Sisäisen kuormituksen mittaamiseen voidaan käyttää subjektiivisia menetelmiä, kuten koetun kuormituksen arviointia ja erilaisia palautumisen arviointikyselyitä sekä objektiivisia menetelmiä kuten syke, sylki -ja veriarvoista johdettuja muuttujia. Joukkue-urheilussa sisäisen kuormituksen määrittämiseen käytetään yleensä yhtä tai useampaa edellä mainittua menetelmää. (Burgess 2017). Impellizzerin ym. (2019) mukaan monista metodeista huolimatta sisäisen kuormituksen määrittämisessä tulisi käyttää sellaisia metodeja, joista harjoituksen aikainen intensiteetti on johdettavissa. Tämän vuoksi erilaisia harjoittelun jälkeen toteutettuja kyselyitä tai hermolihasjärjestelmän väsymystä kuvaavia testejä ei tulisi yksinään käyttää sisäisen kuormituksen määrittämiseen, koska ne kuvastavat enemmänkin harjoituksen jälkeisiä vasteita sisäiselle kuormitukselle. (Impellizzeri ym. 2019) Yleisesti käytettyjä sisäisen kuormituksen muuttujia on esitelty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Valmentajien, ja asiantuntijoiden yleisesti käyttämiä sisäisen kuormituksen muuttujia. Muokattu lähteestä Bourdon ym. (2017).

Muuttuja	Hinta	Validiteetti	Luotettavuus	Yksikkö
RPE	M	KT-K	KT-K	AU
sRPE	M	KT-K	KT-K	AU
TRIMP	M	KT-K	KT-K	AU
Hyvinvointikyselyt	M	KT	KT-K	Arvio, AU, skaala
Palautumiskyselyt	KT-K	KT-K	KT-K	Arvio, AU, skaala
Sykemuuttujat	M-KT	K	KT-K	HR, HRV, HRR
Hapenotto	M-KT	K	K	VO ₂ , metaboliset ekvivalentit
Laktaatti	M-KT	K	K	Konsentraatio
Biokemialliset muuttujat		K	KT-K	Konsentraatio, vo-lyymi

M = matala, KT = keskitaso, K = korkea, AU = arbitrary units, yksittäinen mielivaltainen yksikkö; HR = heart rate, syke; HRV = heart rate variability, sykevälivaihtelu; HRR = heart rate recovery, sykkeen palautuminen; VO₂ = hapenkulutus, RPE = koettu kuormittuneisuus, sRPE = sessiokohtainen koettu kuormittuneisuus, TRIMP = kardiokuorma.

Joukkue-urheilussa yleisimpiä sisäisen kuormituksen mittaamiseen käytettyjä menetelmiä ovat erilaiset koetun kuormittavuuden kyselyt, kuten RPE (Rating of Perceived Exertion), sRPE (Session Rating of Perceived Exertion; RPE:n ja session keston tulo) POMS (Profile of Mood States), REST-Q (Recovery-Stress Questionnaire) ja TQRS (Total Quality Recovery Scale) sekä syke arvoista johdetut muuttujat, kuten syke (HR; heart rate) ja harjoitusimpulssia tai kardiokuormaa kuvaava TRIMP (training impulse), joka lasketaan harjoituksen keston ja intensiteetin perusteella. (Burgess 2017; Halson 2014). Lisäksi edellä mainittujen subjektiivisten ja objektiivisten metodien yhdistelmät, kuten sykkeen/laktaatin ja koetun kuormituksen suhde (HR/lactate to RPE ratio) voivat tuoda lisäarvoa yksilöllisen sisäisen kuormituksen määrittämiseen. (Halson 2014.)

4.3 Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välinen yhteys

Harjoittelun kuormittavuuden luotettava ja yksilöllinen määrittäminen vaatii sekä ulkoisen, että sisäisen kuormittavuuden mittaamista. Tieto ja ymmärrys ulkoisen ja sisäisen kuormituksen välisestä yhteydestä tarjoaa mahdollisuuden optimaalisempaan harjoittelun suunnitteluun, toteutukseen ja ohjelmointiin sekä urheilijoiden yksilöllisen suorituskyvyn kehittämiseen. (McLaren ym. 2018) Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen välistä yhteyttä joukkue–urheilussa on pyritty selvittämään lukuisissa tutkimuksissa viime vuosina.

McLarenin ym. (2018) meta-analyysissä pyrittiin tuottamaan arvioita sisäisen ja ulkoisen kuormituksen mittausmenetelmien välisistä yhteyksistä aiemmissa joukkueurheilun harjoittelun kuormittavuutta ja intensiteettiä koskevissa tutkimuksissa. Meta-analyysin tuloksista selvisi, että erilaiset sisäisen kuormituksen muuttujat kuten sRPE ja TRIMP olivat positiivisesti yhteydessä juoksemismuuttujien ja kiihtyvyyssantureista johdettujen muuttujien kanssa. Tuloksista huomattiin myös, että yhteyksien merkittävyys ja suuruus oli epävarmaa ja vahvasti riippuvaista käytetyistä muuttujista sekä harjoittelun luonteesta. (McLaren ym. 2018)

Svilar ym. (2018) vertasivat tutkimuksessaan ulkoisen- ja sisäisen kuormituksen muuttujia eliittitason mieskoripalloilijoiden harjoittelussa. Tulokset osoittivat merkitseviä yhteyksiä ($p < 0,01$) sRPE:n avulla määritetyn sisäisen kuormituksen ja ulkoisen kuormituksen muuttujien välillä. Vahvoja korrelaatioita ($r > 0,8$) havaittiin sRPE:n ja kaikkien pelaajakuormaa (pelaajien liikkumismuuttujat kolmessa ulottuvuudessa) kuvaavien muuttujien välillä. Lisäksi jarrutusten ja suunnanmuutosten kokonaismäärät osoittivat suurempia korrelaatioita sRPE:n kanssa, kuin kiihdytysten ja hyppyjen määrät. (Svilar ym. 2018) On kuitenkin huomioitava, että yksinään harjoituksen jälkeen mitattu koettu kuormitus ei välttämättä kuvasta suoranaisesti harjoituksen aikaista intensiteettiä, vaan harjoituksen jälkeistä sisäistä vastetta harjoituksen kuormittavuudelle, kuten aiemmin on mainittu (Impellizzeri ym. 2019). Toisaalta sRPE sisältää harjoituksen keston ($RPE \cdot$ session kesto) ja sen on todettu Halsonin ym. (2014) mukaan olevan validi ja luotettava tapa määrittää harjoituksen sisäistä kuormittavuutta.

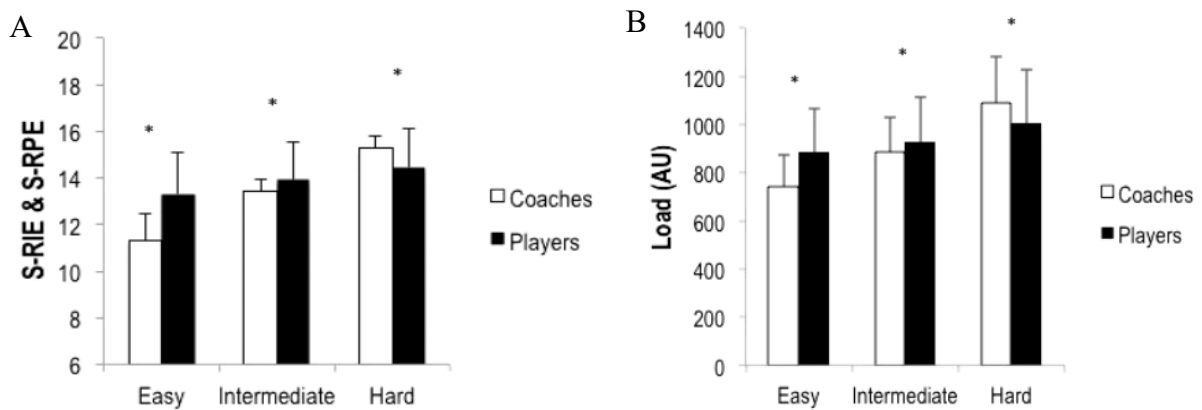
Tutkimuksissa on tarkasteltu myös paikannusjärjestelmädataa ja sen kykyä ennustaa koettua kuormittavuutta. Bartlett ym. (2017) tutkivat GPS järjestelmästä johdettujen liikkumismuuttujien ja RPE:n välistä yhteyttä eliittitason amerikkalaisen jalkapallon pelaajilla. Tulokset osoittivat, että liikkumismuuttujat ennustivat koetun kuormittavuuden tasoa tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$). Merkittävimpiä korrelaatioita havaittiin RPE:n ja korkean intensiteetin juoksemisen välillä ($r = 0,67 - 0,71, p < 0,001$) sekä RPE:n ja juostujen kokonaismatkojen välillä ($r = 0,75 - 0,79, p < 0,001$). (Bartlett ym. 2017) Jääharjoittelun sisäisen ja ulkoisen kuormittavuuden yhteyttä ei ole juurikaan tutkittu, mutta otteluissa koettu kuormittavuus (sRPE) ja harjoitusimpulssi/kardiokuorma (TRIMP) olivat positiivisesti yhteydessä ulkoisen kuormituksen määrää ja intensiteettiä kuvaavien muuttujien kanssa (Rantanen 2020).

Edellä mainitut tutkimustulokset osoittavat, että sisäisen- ja ulkoisen kuormituksen välistä positiivista yhteyttä on havaittu joukkueurheilua koskevissa tutkimuksissa. Huomioitavaa on kuitenkin se, että yhteyksien vahvuus on riippuvaista käytetyistä muuttujista, metodeista, olosuhteista, lajikohtaisista tekijöistä ja harjoittelun muodoista. Jääkiekko otteluissa subjektiivinen koettu kuormittavuus ja mahdollisesti myös kardiokuorma saattavat olla sisäisen kuormituksen lisäksi ulkoista kuormitusta kuvaavia muuttujia (Rantanen 2020). Toki luotettavamman kuormituksen seurannan edellytyksenä on sisäisen ja ulkoisen kuormituksen muuttujien tarkasteleminen yhdessä (McLaren ym. 2017). Edellä mainittujen metodien kohdalla on huomioitava luistelun biomekaniikka ja sen erilaisuus verrattuna esimerkiksi juoksemiseen. Luistelussa liikkumiseen vaadittavaa työtä tapahtuu ajoittain ja vauhdin ylläpito on helpompaa, kuin juoksussa. Täten ulkoisen kuorman intensiteettiä tarkasteltaessa samanlaisia yhteyksiä sisäisen kuormituksen muuttujiin ei välttämättä havaita, kun liikkumisen muotona on luistelu

4.4 Suunnitellun kuormituksen yhteys koettuun kuormitukseen

Valmentajien suunnittelemaa tai ohjelmoimaa harjoituskuormitusta ei parhaan tietämykseni mukaan ole tutkittu jääkiekossa. Muissa palloilulajeissa aiheutta on kuitenkin tutkittu. Tutkimustulokset ovat ristiriitaisia, sillä sekä kuormittavuuden yli- että aliarvioimista on havaittu erilaisissa harjoitteissa. (Lupo ym. 2020; Rabelo ym. 2016; Brink ym. 2014).

Rabelo ym. (2016) tarkastelivat ammattilaisfutsalpelaaajien koettua kuormitusta (RPE) ja vertasivat sitä valmentajien suunnittelemaan kuormittavuuteen kilpailukauden ajan. Tulokset osoittivat, että etenkin vaatimuksiltaan hyvin kuormittavissa ja kohtuullisen kuormittavissa harjoituksissa valmentajat yliarvioivat kuormittavuutta koko kilpailukauden ajan. Huomioitavaa tutkimuksen tuloksissa oli se, että kilpailukauden edetessä kohti sen loppua, suurimpia eroavaisuuksia havaittiin suunnitellun ja koetun kuormituksen välillä. (Rabelo ym. 2016) Brink ym. (2014) toteuttivat samankaltaista vertailevaa tutkimusta pelaajien kokeman kuormituksen (sRPE) ja valmentajien suunnitteleman kuormituksen välillä koko kilpailukauden ajan. Tulokset osoittivat, että pelaajien kokema kuormitus oli suurimmalta osin tilastollisesti merkitsevästi korkeampaa ($p < .0001$), kuin valmentajien suunnittelema kuormittavuus (KUVA 2 A & B).



KUVA 2. Valmentajien arvioima vs. pelaajien kokema kuormittavuus. (Brink ym.2014) A: Pelaajien koettu kuormittavuus (S-RPE, Session Rate of Perceived Excertion) & valmentajien suunnittelema kuormittavuus (S-RIE, Session Rate of Intended Excertion) B: Pelaajien & valmentajien arvioima harjoituskuorma (Load; intensiteetti x harjoituksen kesto), AU = Arbitrary units, mielivaltainen yksikkö. Easy = kevyt harjoitus; S-RIE <13, Intermediate = kohtalaisen raskas harjoitus; S-RIE 13-14, Hard = raskas harjoitus S-RIE >14.

Pelaajien kokemassa ja valmentajien suunnittelemassa kuormittavuudessa on havaittu eroavaisuuksia myös luonteeltaan erilasten harjoitteiden kohdalla. Lupon ym. (2020) tutkimuksessa naiskoripalloilijoiden koettu kuormittavuus erosi valmentajien arvioimasta kuormituksesta teknisissä harjoitteissa ja kestävyysharjoituksissa ($p \leq 0,05$). Pelaajat kokivat tekniset harjoitteet kuormittavammiksi, kuin valmentajat arvioivat. Kestävyysharjoitukset puolestaan koettiin kevyemmiksi, kuin valmentajat arvioivat. Voimaharjoittelun osalta merkittäviä eroavaisuuksia ei

havaittu. (Lupo ym. 2020.) Pelaajien arviot harjoitusten kuormittavuudesta olivat myös lähempänä mitattua sisäistä kuormitusta, kuin valmentajien.

Näiden tutkimusten tuloksista on havaittavissa, että palloilulajeissa eroavaisuuksia suunnittelussa ja koetussa kuormituksessa on havaittu. Selkeää trendiä suunnittelun ja koetun kuormituksen yli- tai aliarvioinnista ei ole nähtävissä, sillä tulokset ovat osittain ristiriidassa. Huomioitavaa kuitenkin on se, että eroavaisuuksia on tarkasteltava sekä intensiteetiltään, että luonteeltaan erilaisten harjoitusten kohdalla. Tällaisessa eroavaisuuksien tarkastelussa on hyvin tärkeää huomioida käytettävien menetelmien soveltuvuus sekä valmentajien että pelaajien kohdalla. Edellä mainituissa tutkimuksissa on pääasiassa käytetty jonkinlaista subjektiivisen koetun kuormittavuuden asteikkoa, kuten sRPE-asteikkoa, joka tutkimusten mukaan on validi ja luotettava tapa arvioida koettua sisäistä kuormittavuutta (Bourdon ym. 2017). Kuitenkin subjektiiviset sisäisen kuormituksen menetelmät ovat nimensä mukaan suhteessa mitattavan omaan käsitykseen ja tuntemukseen kuormittavuudesta, joten niitä ei voida pitää yhtä luotettavana menetelmänä, kuin esimerkiksi sykedatasta, hengityskaasuista tai veriarvoista johdettuja sisäisen kuormituksen menetelmiä. Toki jääkiekon kohdalla aiempi tutkimustieto on indikoinut juuri koetun kuormittavuuden olevan käyttökelpoinen ja sisäistä kuormittavuutta hyvin kuvaava menetelmä. Käytännön valmennuksen tueksi kuormittavuuden parempi hahmottaminen voidaan nähdä eduksi, sillä se mahdollistaa kuormittavuuden annos–vaste suhteen paremman hallinnan ja esimerkiksi viikkotasolla kuorman säätely on mahdollisesti optimaalisempaa.

5 JÄÄHARJOITTELUN JA OTTELUIDEN KUORMITTAVUUS

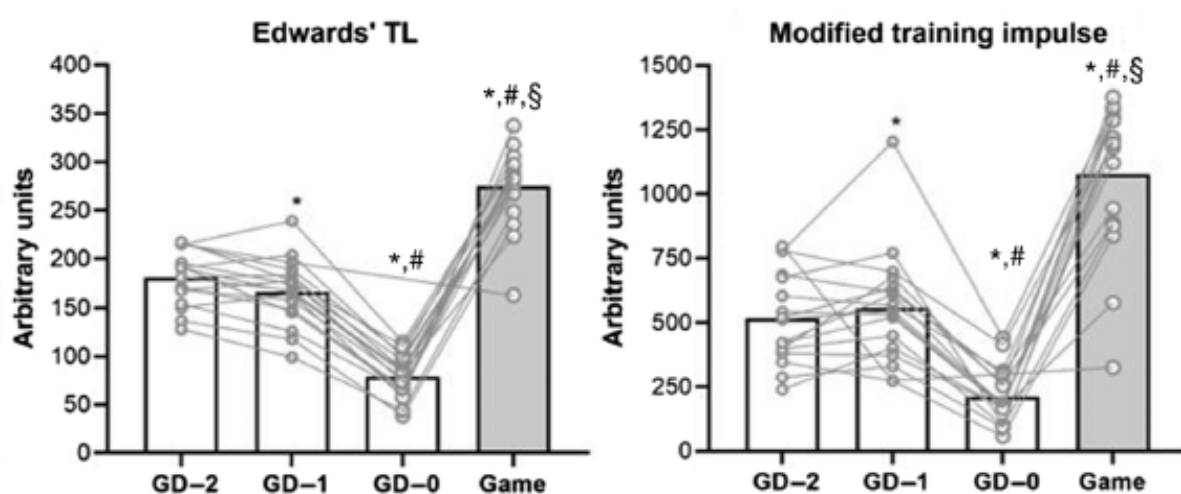
Tutkimustietoa jääharjoittelun ja otteluiden kuormittavuudesta on melko vähän. Viimeaikaisten tutkimusten perusteella jääharjoittelu näyttäisi olevan vähemmän kuormittavaa verrattuna otteluihin (Allard ym. 2020; Douglas ym. 2019; Rago ym. 2021). Samankaltaisia havaintoja otteluiden suuremmasta kuormittavuudesta on tehty muissakin palloilulajeissa, kuten jalkapallossa (Oliva-Lozano ym. 2020). Tutkimustieto jääharjoittelun ja otteluiden kuormittavuuden eroavaisuuksista mahdollistaa optimaalisemman harjoittelun ohjelmoinnin suhteessa otteluiden fyysisiin vaatimuksiin (Douglas ym. 2019). Lisäksi tällaisen tiedon avulla voidaan ohjelmoida kilpailukauden aikaista jääharjoittelun ajoitusta, intensiteettiä ja luonnetta ottelutapahtumien suorituskykyä tukevaksi.

Jääharjoittelu. Willett:n (2003, 2) mukaan tyypillinen jääharjoitus on aikoinaan koostunut lämmittelystä, hidastempoisista flow- harjoitteista, koko kentän joukkueharjoitteista ja kestävyyspainotteisista luisteluharjoituksista. Lisäksi jääharjoittelussa on hyödynnetty erilaisia alue- ja pienpelejä, kamppailuharjoitteita ja taito/tekniikkaharjoitteita Willett (2003,2). Jääharjoittelussa erilaisten harjoitteiden tavoitteena voi olla esimerkiksi teknisten ja taktisten taitojen, suorituskyvyn ja joukkuepelaamisen kehittäminen, jolloin kokonainen harjoitus voi sisältää intensiteetiltään hyvin erilaisia harjoitteita.

Jääharjoittelun ja otteluiden luonteet ovat erilaisia. Kuten aiemmin on mainittu, niin otteluiden kuormituksen on havaittu olevan suurempaa kuin jääharjoittelun. Jääharjoittelussa kamppailupelaamisen ja taklaamisen määrää ja intensiteettiä voi olla suositeltavaa pitää maltillisempana kuin otteluissa, sillä tällöin pystytään mahdollisesti välttämään loukkaantumisia ja vammoja (Allard ym. 2020). Lisäksi harjoittelu sisältää ohjeistuksista ja palautteen antamisesta muodostuvia taukoja (Douglas ym. 2019). Näiden tekijöiden johdosta jääharjoittelun kuormittavuus jää usein otteluiden kuormittavuutta pienemmäksi.

Jääharjoitusten ja otteluiden määrä voi olla viikkotasolla hyvinkin runsasta riippuen kilpailullisesta tasosta. Esimerkiksi Ragon ym. (2021) tutkimuksissa Tanskan pääsarjatason- joukkueen ohjelma sisälsi 23 harjoitusta ja 8 ottelua 29 päivän aikajaksolla kilpailukauden loppuvaiheessa. Täten yksittäisten jääharjoitusten kuormittavuuden on oltava ajoittain maltillista, jotta riittävä

palautumisen taso voidaan saavuttaa. Harjoittelun kuormittavuutta tuleekin säädellä siten, että otteluissa suorituskyyky on optimaalista. Rago:n ym. (2021) tutkimuksessa tarkasteltiin viikkotasolla muun muassa Edwardsin laskentakaavan mukaista harjoituskuormaa (Edward's TL), jossa sisäinen kokonaiskuorma sykealueilla tehdyn työn jakautumisen perusteella. Kyseinen muuttuja oli merkittävästi suurempi ($p = < 0.05$) otteluissa, verrattuna otteluita edeltäneisiin kahteen harjoituspäivään. Tyypillisesti harjoittelun kuormittavuutta vähennetään asteittain kohti pelitapahtumaa, kuten Ragon ym. (2021) (Kuva 3) ja Biggin ym. (2021) (Kuva 1) tutkimusten tuloksista on nähtävissä.



KUVA 3. Tyypillinen ammattilastason miesjääkiekkoilijoiden harjoittelun ja otteluiden kuormittavuus viikkotasolla. (Rago ym.2021) GD-2 = 2 päivää otteluun, GD-1 = 1 päivä otteluun, GD-0 = ottelua edeltävä päivä, Game = ottelupäivä. Edwards' TL = Edwardsin laskentakaavan mukainen harjoituskuorma, Modified training impulse = $_{\text{mod}}\text{TRIMP}$ sykkeen perusteella laskettu kardiokuorma. Pistekuviot kuvaavat pelaajien välisiä keskiarvoja sessioiden välillä.

Ottelut. Ottelutapahtuma on luonteeltaan hyvin erilainen jääharjoitteluun verrattuna. Kuten aiemmin on mainittu, niin otteluissa tapahtuu keskimäärin 15 vaihtoa eli työjaksoa pelaajaa kohden (Bracko ym. 1998; Nightingale 2014). Työjaksojen kestot voivat vaihdella 30–80 sekunnin välillä ja niiden aikana pelaajat liikkuvat keskimäärin 50 % jäällä oloajasta korkealla intensiteetillä (Neeld 2018). Työjaksojen väliset tauot puolestaan vaihtelevat 3–5 minuutin välillä. (Brocherie ym. 2018; Nightingale & Douglas 2018). Lisäksi riippuen pelipaikasta, pelaajat suorittavat korkean intensiteetin pyrähdyksiä noin 5–7 kertaa yhden vaihdon aikana ja

ottelussa kuljettu kokonaismatka on keskimäärin 5160–7200 metriä (Brocherie ym. 2018.) Otteluissa myös usein tapahtuu enemmän ja voimakkaampia kontakteja sekä kamppailua, jota harjoituksissa usein saatetaan jopa välttää.

5.1 Jääharjoittelun ja otteluiden kuorittavuuden erot

Otteluiden kuormittavuudessa on havaittu merkittäviä eroja harjoittelun kuormittavuuteen verrattuna. Otteluiden sisäistä ja ulkoista kuormittavuutta on tutkittu eri tasoisten jääkiekkjoukkueiden kohdalla. Otteluissa on havaittu enemmän korkean intensiteetin suorituksia, kuten kiihdytyksiä, jarrutuksia ja räjähtäviä suorituksia sekä korkeampia ulkoisen kokonaiskuorman määriä eliittitason nais- ja miespelaajilla suhteessa harjoittelun kuormittavuuteen. (Douglas ym. 2019 & Rago ym. 2021)

Douglasin ym. (2019) tutkimuksissa tarkasteltiin harjoittelun pelaajakohtaista kuormittavuutta ja intensiteettiä suhteessa otteluihin kansainvälisen tason naisjääkiekkoilijoilla. Harjoittelun todettiin olevan sekä kuormittavuudeltaan että intensiteetiltään alhaisempaa kuin otteluiden. Tämä saattaa johtua siitä, että otteluissa fyysisiä kontakteja ja kamppailutilanteita ilmenee jääharjoittelua useammin. Osasyynä voi olla myös otteluiden kilpailullisuus ja sen tuoma maksimaalisempi yritys sekä luistelussa että kamppailussa verrattuna esimerkiksi taito ja tekniikka harjoitteisiin tai muihin vähemmän pelinomaisiin harjoitteisiin, joita usein sisällytetään harjoituksiin. Jääharjoittelun havaittiin eroavan merkittävästi ($p < 0,001$) sekä puolustajien että hyökkääjien kohdalla ulkoisen kokonaiskuorman (PlayerLoad; kaikkiin liikesuuntiin tuotettujen voimien summa /100), kardiokuorman (TRIMP) ja räjähtävien suoritusten (Explosive efforts) kohdalla. Tulokset on esitetty taulukossa 4 (Douglas ym. 2019).

TAULUKKO 4. Jääharjoitusten ja otteluiden ulkoinen ja sisäinen kuorma. Muokattu lähteestä Douglas ym. (2019)

Pelipaikka	Tapahtuma	PL	PL/min	RS	TRIMP
Puolustajat	Jääharjoitus	128,15	2,09	162,26	101,80
	Ottelu	229,81 #	2,17 #	300,73 #	232,51 #
Hyökkääjät	Jääharjoitus	139,96 *	2,28 *	201,37 *	126,01 *
	Ottelu	239,06 #	2,28 *	343,64 #	343,64 # *

= $p < 0,001$ tilastollisesti merkitsevä ero jääharjoitusten ja otteluiden välillä, * = $p < 0,001$ Tilastollisesti merkitsevä ero pelipaikkojen välillä, PL = ulkoinen kuorma, PL/min = ulkoinen kuorma minuuttia kohden, RS = räjähtävien suoritusten määrä, TRIMP = kardiokuorma.

Rago ym. (2021) tutkivat viikoittaisen jääharjoittelun kuormittavuutta suhteessa otteluiden kuormittavuuteen Tanskan pääsarjatasoisen miesjoukkueella. Tutkimuksen tulokset (KUVA 3) osoittivat sen, että kuormittavimmillaankaan jääharjoittelu ei yltänyt otteluiden tasolle (Rago ym. 2021). Samassa tutkimuksessa vertailtiin harjoittelun kuormittavuutta suhteessa otteluiden vaatimukseen. Tulokset osoittivat harjoittelun sisäisen ja ulkoisen kuormittavuuden muuttujien jääneen alhaisemmiksi suhteessa otteluiden vaatimustasoon. (Rago ym. 2021)

Tutkimustietoa jääharjoittelun ja otteluiden kuormittavuudesta löytyy eri tasoisten pelaajien ja joukkueiden osalta ja onkin todettava, että tuloksien yhteen vetäminen eri tasoisten pelaajien kohdalla voi olla ongelmallista. Douglas ym. (2020) tutkivat maajoukkue-tason ja yliopistotason naisjääkiekkopelaajien ulkoista kuormitusta jääharjoittelussa ja harjoitusotteluissa kilpailukauden varmistavan harjoitusleirin aikana. Tulokset osoittivat, että eroavaisuuksia näiden kahden tason välillä löydettiin. Merkittävimmät eroavaisuudet pelipaikasta riippumatta havaittiin räjähtävien suoritusten määrässä ($p < 0,001$, ES, efektin koko = 1.64) ja luistelun intensiteetissä ($p < 0,001$, ES, efektin koko = 1.92) maajoukkuepelaajien hyväksi. On siis ilmeistä, että pelaajien taso voi vaikuttaa korkean intensiteetin suoritusten määrään siten, että eliittitasolla korkean intensiteetin liikkumista tapahtuu enemmän. (Douglas ym. 2020) Lisäksi edellä mainitun tutkimuksen tulokset indikoivat, että otteluissa korkean intensiteetin muuttujien lisäksi ulkoisen kokonaiskuorman havaittiin olevan eliittitason pelaajilla suurempaa. Yliopistotason pelaajilla

puolestaan havaittiin suurempia ulkoisen pelaajakuorman kokonaismääriä jääharjoittelussa. (Douglas ym. 2020.)

Mahdollinen selittävä tekijä eri tasoisten pelaajien eroista ulkoisessa ja sisäisessä kuormituksessa voi olla luistelemisen tekniikka ja taloudellisuus. Eri tasoisten pelaajien luistelemisen biomekaniikassa tekniikassa on havaittu eroavaisuuksia aiemmissä tutkimuksissa. Upjohn ym. (2008) tutkivat eri tasoisten pelaajien luistelemisen kinematiikkaa videoanalyysillä. Tulokset osoittivat korkeamman tason pelaajien luistelupotkujen olleen pidempiä ja toteutuvan paremalla liikelaajuudella liikenopeudella kuin alemman tason pelaajilla (Upjohn ym. 2008). Pidemmän luistelupotkun on puolestaan todettu tekevän luistelusta taloudellisempaa (Hong 2014, 319).

Buckeridge ym. (2015) havaitsivat korkeamman tason pelaajien luistelussa suurempaa nilkkaa ojentavien lihasten aktiivisuutta ja lonkan ojennuksen liikelaajuutta 3D kiihdytysanturidatan perusteella. Tämä löydös saattaa viitata siihen, että korkeamman tason pelaajat kykenevät tuottamaan suurempia voimia suuremmalla liikelaajuudella ja siten heidän luistelunsa on tehokkaampaa. Tällaiset eroavaisuudet voivat selittää eliittitason pelaajien pienempiä ulkoisen kokonaiskuorman määriä ja suurempaa korkean intensiteetin liikkumisen määrää jääharjoituksissa ja otteluissa. Lisäksi tuloksia tulkitessa on huomioitava mittausten ajankohta, sillä kilpailuun valmistavalla kaudella jääharjoittelu saattaa olla kuormittavampaa kuin esimerkiksi kilpailukaudella, kuten Bigg ym. (2021) & Neeld ym. (2018) ovat esittäneet tutkimuksissaan.

6 HARJOITEKOHTAINEN KUORMITTAVUUS

Erilaisten harjoitteiden sisäistä ja ulkoista kuormittavuutta koskeva tutkimustieto on vähäistä. Etenkin jääharjoittelua koskeva tutkimustieto erilaisten harjoitteiden sisäisestä ja ulkoisesta kuormittavuudesta ei ole toteutettu. Muissa palloilulajeissa eroavaisuuksia koetussa kuormituksessa, liikkumismuuttujissa ja intensiteetissä on kuitenkin havaittu (Bunn ym. 2021; Gonçalves ym. 2021).

Bunn ym. (2021) tarkastelivat naislacrosse pelaajien sisäistä ja ulkoista kuormitusta NCAA:n (National Collegiate Athletic Association) 1-divisioonan tason joukkueen viidessä erilaisessa harjoitteessa (mailankäyttö harjoitteet, pienpelit, yksilötaitoharjoitteet, kuntoa kehittävät harjoitteet ja joukkueharjoitteet). Suurimmassa osassa harjoitteista sekä ulkoisen, että sisäisen kuormituksen muuttujat selittivät harjoitteiden varianssia. (Bunn ym. 2021) Esimerkiksi, pienpelien varianssia selittivät ainoastaan kolme ulkoisen kuormituksen muuttujaa: kiihdytykset, kokonaismatkat ja keskinopeudet (Bunn ym. 2021). Tästä havainnosta voidaan tulkita, että erilaisten harjoitteiden kuormittavuutta määrittäessä sekä sisäisen, että ulkoisen kuormituksen muuttujien käyttäminen on tärkeää.

Vastaavia tuloksia on havaittu myös aiemmissa tutkimuksissa. Weaving ym. (2017) käyttivät samankaltaisia menetelmiä tutkiakseen taitoharjoitteiden ja fyysisen kunnan harjoitteiden yhteyttä sisäisiin (HREI: heart rate exertion index, kardiokuorma, sRPE, koettu kuormittavuus) ja ulkoisiin (PL: Player load; pelaajakuorma ja kuljettu matka korkealla intensiteetillä) harjoituskuormituksen muuttujiin ammattilais-tason rugby pelaajilla. Tulokset osoittivat, että yksittäiset ulkoisen- tai sisäisen kuormituksen muuttujat eivät olleet riittäviä kuvaamaan erilaisten harjoitteiden kuormittavuutta. (Weaving ym. 2017) Tämä alleviivaa sitä, että yksittäiset muuttujat eivät välttämättä myöskään kuvasta harjoitteiden kuormittavuutta jääkiekossa.

Gonçalves ym. (2021) tutkivat erilaisten harjoitteiden ulkoista kuormittavuutta ammattilaisjalkapalloilijoilla. Erilaiset harjoitteet kategorisoitiin lämmittelyihin, pienpeleihin, alue/pelipaikkakohtaisiin peleihin, simuloituihin peleihin, fysiikkaharjoitteisiin, ison alueen peleihin ja teknisiin harjoitteisiin. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että pelialueen koko ja pelinomaisuus

näyttäisi vaikuttavan harjoituksen ulkoisen kuormituksen muuttujiin siten, että suurempi alue ja pelinomaisuus olivat kuormitusta lisääviä tekijöitä. Simuloiduissa koko kentän peleissä havaittiin huomattavasti suurempia kokonaismatkoja, kuin lämmittelyissä ($d = 1,686$), teknisissä harjoitteissa ($d = 1,612$) ja fysiikkaharjoitteissa ($d = 1,505$) (Gonçalves ym. 2021). Lisäksi simuloiduissa otteluissa havaittiin merkittävästi suurempia korkealla intensiteetillä (19,8–24,9 km/h) juostuja matkoja, kuin lämmittelyissä ($d = 1,265$) ja teknisissä harjoitteissa ($d = 1,395$) sekä kohtalaisesti suurempia korkealla intensiteetillä juostuja matkoja, kuin pienpeleissä ($d = 0,827$), aluepeleissä ($d = 0,873$), fysiikkaharjoitteissa ($d = 0,891$) ja suuren alueen peleissä ($d = 0,818$). (Gonçalves ym. 2021)

Castillo:n ym. (2021) tutkimuksessa selvitettiin eroavaisuuksia pienpeleissä (100 m²) ja ison kentän peleissä (200m²) mitatuissa ulkoisen harjoituskuormituksen muuttujissa, kuten kuljetuissa matkoissa, sprinttien (>21 km/h⁻¹) määrässä, eri vahvuisissa kontakteissa, kiihdytyksissä ja jarrutuksissa. Tulokset osoittivat, että suuremman alueen peleissä havaittiin enemmän sprinttejä, suurempia maksiminopeuksia ja enemmän kontakteja. Samankaltaisia tuloksia havaittiin myös Castellanon ym. (2015) tutkimuksessa, jossa suurempi pelialue lisäsi kuormitusta kokonaismatkojen, työ-lepo suhteen, pelaajakuorman ja kohtalaisen korkean sekä korkean intensiteetin liikkumisen osalta.

Sekä harjoitteen pelinomaisuus että pelialueen koko näyttäisivät vaikuttavan ainakin ulkoisen kuormituksen muuttujiin. Suurempi pelialue näyttäisi lisäävän sekä kuljettuja kokonaismatkoja, että korkean intensiteetin juoksemista. Tämä selittyy todennäköisesti sillä, että suurempi alue mahdollistaa pidempien pyrähdysten tekemisen ja siten myös suurempien nopeuksien saavuttamisen. Lisäksi pelinomaisuus näyttäisi olevan ulkoista kuormitusta lisäävä tekijä, mikä johtunee pelille ominaisista kamppailutilanteista, suunnan muutoksista, kiihdytyksistä, jarrutuksista ja pelivälineen rytmittämästä liikkeestä koko kentän alueella. Tällaisten tapahtumien voidaan nähdä eroavan merkittävästi esimerkiksi teknisten harjoitteiden ja fysiikkaharjoitteiden liikkumisesta ja luonteesta.

Erikokoisten pelien kohdalla pelialueen koon lisäksi myös harjoitukseen osallistuvien pelaajien määrä näyttäisi vaikuttavan harjoituksen kuormittavuuteen siten, että vähempi pelaajamäärä

nosti sisäisen kuormituksen määrää ja pienensi korkean intensiteetin liikkumisen määrää. (Hill-Haas ym. 2009) Kyseisessä tutkimuksessa 2 vs. 2 pienpeleissä pelaajien sisäisen kuormituksen objektiiviset muuttujat (veren laktaattipitoisuus & sykemuuttujat) sekä subjektiivinen muuttuja (RPE) olivat korkeampia, kuin 4 vs. 4 ja 6 vs.6 pienpeleissä. Myös ulkoisen kuormituksen muuttujissa havaittiin eroavaisuuksia erikokoisissa pienpeleissä. Korkealla intensiteetillä kuljettuja matkojen todettiin olleen lyhyempiä 2 vs. 2 pienpeleissä verrattuna 4 vs.4 ja 6 vs. 6 pienpeleihin. (Hill-Haas ym. 2009.) Tämä johtuu todennäköisesti siitä, että pienemmille pelaajamäärille suhteutettu kentän koko ei mahdollista suurilla nopeuksilla juoksemista kovinkaan paljon, vaan enemmänkin lyhyempiä kiihdytyksiä ja suunnanmuutoksia.

Castellanon ym. (2015) tutkimuksissa pelialueen koon osoitettiin vaikuttavan enemmän harjoituksen liikkumismuuttujiin kuin pelaajamäärän. Kyseisessä tutkimuksessa juuri suhteellisen pelialueen suurentaminen oli kokonaismatkoja ja työ-lepo suhdetta merkittävästi lisäävä tekijä. (Castellano ym. 2015) Lisäksi pelaajien määrä yhdistettynä harjoituksen tavoitteisiin ja sääntöihin näyttäisi vaikuttavan merkittävästi sisäisen ja ulkoisen kuormituksen muuttujiin jalkapallon pienpeleissä (Castellano ym. 2013). Castellanon ym (2013) tutkimuksessa pelivälineen hallintaa painottavat pienpelit lisäsivät sekä ulkoisen että sisäisen kuormituksen määrää, kun taas pelaajien määrän vähentäminen vaikutti vain sisäisen kuormituksen muuttujiin. Juuri suhteellisen pelialueen suurentaminen ja harjoitteen tavoitteet/säännöt näyttäisivät olevan harjoitteen intensiteettiä kasvattava tekijä jalkapallon pienpeleissä. Samanlaisia havaintoja voidaan olettaa tapahtuvan jääharjoittelussa ainakin pelialueen koon puolesta, sillä suurempien vauhtien saavuttaminen vaatii myös luistelussa suurempaa tilaa.

Edellä mainittujen tutkimusten tulokset osoittavat sen, että erilaisissa palloilulajeissa luonteeltaan ja tavoitteiltaan erilaiset harjoitteet kuormittavat sekä sisäisesti, että ulkoisesti eri tavalla. Lisäksi jossain määrin harjoitukseen osallistuvien pelaajien määrä ja etenkin pelialueen koko vaikuttaa mitattuun sisäiseen ja ulkoiseen kuormitukseen. Onkin tärkeää ymmärtää harjoittelun kokonaiskuormituksen lisäksi erilaisten harjoitteiden vaikutus kuormitukseen. Harjoitteiden kuormittavuuden yksityiskohtaisempi tietämys mahdollistaa harjoittelun ohjelmoinnissa kuormittavuuden huomioinnin. Tällöin erilaisella tavalla kuormittavia harjoituksia voidaan ohjelmoida esimerkiksi viikkotasolla kuormituksen säätelyyn suhteessa ottelutapahtuman ajankohtaan tai yleisesti otteluiden kuormittavuuteen.

Pohdittaessa tulosten vertautuvuutta jääkiekkoon voidaan todeta, että samankaltaista harjoituskuormituksen suurenemista saatetaan havaita pelialueen suurenemisen ja pelaajamäärien pienenemisen takia etenkin ulkoisen kuormituksen muuttujien, kuten liikkumisen intensiteetin ja kokonaismatkojen osalta. Toisaalta liikkuminen jääkiekossa poikkeaa merkittävästi juoksemiin perustuvista palloilulajeista sisältäen luistelupotkujen lisäksi liukumista ja erilaisia käännöksiä, joissa vauhtia voidaan ylläpitää melko pitkienkin matkojen ajan. Täten yksinään esimerkiksi kokonaismatkat eivät anna riittävää kuvaa ulkoisesta kuormituksesta vaan voi olla oleellista tarkastella myös kiihdytysten ja jarrutusten määrää. Lisäksi sisäisen kuormituksen muuttujien kohdalla suurimpia sisäisen kuormituksen määriä ei välttämättä havaita sellaisissa harjoitteissa, joissa suuremmasta pelialueesta huolimatta pelinomaisia tapahtumia, kuten kappailutilanteita, kontakteja, kiihdytyksiä ja jarrutuksia on vähemmän. Täten suurempi pelialueen koko ei välttämättä ole yksiselitteinen sisäistä kuormittavuutta lisäävä tekijä, vaan tulee ottaa huomioon myös pelinomaisuus ja edellä mainitut lajinomaiset tapahtumat, jotka osaltaan myös lisäävät kuormittavuutta.

7 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA HYPOTEESIT

Tämän tutkimuksen tarkoitus on tuottaa tietoa harjoitekohtaisesta jääharjoittelun kuormittavuudesta sekä harjoitekohtaisten tekijöiden vaikutuksesta jääharjoittelun kuormittavuuteen kansainvälisen tason juniorijääkiekkoilijoilla. Lisäksi tutkimuksen avulla pyritään selvittämään mahdollisia eroavaisuuksia suunnitellussa ja koetussa kuormittavuudessa. Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa arvokasta tietoa käytännön jääkiekkovalmennuksen tueksi jääharjoittelun ja suunnitteluun ja ohjelmointiin sekä mahdollistaa parempaa ymmärrystä erilaisten jääharjoitteiden kuormittavuudesta ja kuormittavuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Tutkimuskysymys 1: Havaitaanko korkean intensiteetin liikkumisen määrässä eroja eri kokoisilla harjoittelualueilla?

Hypoteesi: Kyllä. Pelialueen koko vaikuttaa sisäisen ja ulkoisen kuormituksen muuttujiin liiksumuuttujien, intensiteetin ja pelaajien kokeman kuormittavuuden osalta. Suurempi pelialue mahdollistaa suuremmilla vauhdeilla luistelemisen ja siten liikkumisen korkeamman intensiteetin.

Perustelu: Eri kokoisten pelialueiden vaikutusta jääharjoittelun kuormittavuuteen ei ole parhaan tietämykseni mukaan tutkittu aiemmin. Jalkapallon pienpeleissä suurempi alue näyttäisi lisäävän korkean intensiteetin liikkumisen määrää (Castillo ym. 2021). Lisäksi pienemmän alueen harjoitteissa, kuten pienpeleissä ja teknisissä harjoitteissa on havaittu vähemmän liikkumista korkeilla nopeuksilla, kuin suuremman alueen peleissä (Gonçalves ym. 2021).

Tutkimuskysymys 2: Vaikuttaako harjoitteeseen osallistuvien pelaajien määrä jääharjoittelun kuormittavuuteen?

Hypoteesi: Ei. Harjoitteeseen osallistuvien pelaajien määrä ei itsessään ole harjoittelun kuormittavuuteen vaikuttava tekijä vaan yhdessä pelialueen koon ja harjoituksen muiden tekijöiden kanssa se voi vaikuttaa harjoituksen kuormitukseen.

Perustelu: Harjoitteeseen osallistuvien pelaajien määrän vaikutusta jääharjoittelun kuormittavuuteen ei ole parhaan tietämykseni mukaan tutkittu aiemmin. Jalkapallossa pienpeleissä harjoitteeseen osallistuvien pelaajien määrän vähentäminen yhdessä pelialueen suurentamisen kanssa näyttäisi olevan intensiteettiä kasvattava tekijä (Hill-Haas ym. 2009; Hill-Haas ym.

2011). Lisäksi pelaajien määrä yhdistettynä sekä suhteelliseen kentän kokoon (Castellano ym. 2015) että harjoituksen tavoitteisiin ja sääntöihin (Castellano ym. 2013) näyttäisi vaikuttavan merkittävästi sisäisen ja ulkoisen kuormituksen muuttujiin jalkapallon pienpeleissä. Etenkin ulkoisen kuormituksen osalta pelaajien määrä ei välttämättä vaikuta harjoituksen kuormittavuuteen jalkapallon pienpeleissä (Castellano ym. 2015).

Tutkimuskysymys 3: Eroaako suunniteltu kuormitus pelaajien kokemasta kuormituksesta?

Hypoteesi: Kyllä. Suunniteltu kuormitus eroaa koetusta kuormituksesta jääharjoittelussa.

Perustelu: Aihetta ei ole parhaan tietämykseni mukaan tutkittu jääkiekossa, mutta muissa palloilulajeissa valmentajien suunnitteleman kuormituksen on todettu poikkeavan objektiivisesti mitatusta ja pelaajien kokemasta subjektiivisesta kuormituksesta. Eroavaisuudet ovat riippuvaisia harjoitteiden luonteesta ja intensiteetistä. (Brink ym. 2014; Lupo ym. 2020; Rabelo ym. 2016).

8 TUTKIMUSMENETELMÄT

8.1 Tutkittavat

Tämän opinnäytetyön koehenkilöt ovat kansainvälisen tason miesjääkiekkoilijoita, jotka edustivat kahden eri ikäluokan maajoukkuetta kevään ja kesän 2022 harjoitusleireillä: U18 (n = 29, joista 4 oli maalivahteja, 10 puolustajia, ja 15 hyökkääjiä) ja U17 (n = 29, joista 4 oli maalivahteja, 10 puolustajia, ja 15 hyökkääjiä).

Tutkittavilta vaadittiin kirjallinen suostumus tutkimukseen osallistumisesta, sekä terveystietoja koskevan esitietolomakkeen täyttäminen. Lisäksi harjoitusleireille osallistuneet pelaajille suoritettiin Jääkiekkoliiton toimesta lääkärin tarkastus. Tutkimukseen osallistuminen oli vapaaehtoista, ja kaikilla tutkittavilla oli oikeus keskeyttää osallistumisensa milloin tahansa ja ilman erillistä syytä. Tutkimuksen kulku, toimenpiteet ja tarkoitus kerrottiin yhteisesti kaikille tutkittaville. Tutkittavien tietoja käsiteltiin anonymisti ja luottamuksellisesti. Tutkimusprojektille sai hyväksytyt Jyväskylän yliopiston ihmistieteiden eettisen toimikunnan lausunnon 357/13.00.04.00/2022. Tutkimuksen toteutus seurasi eettisiä käytänteitä ja periaatteita. Taulukossa (5) on esiteltyä tutkittavien antropometrisiä ja fysiologisia ominaisuuksia.

TAULUKKO 5. Tutkittavien keskimääräinen kehon koko, paino, rasvaprosentti, maksimisyke ja kehonpainoon suhteutettu maksimaalinen hapenottokyky.

Joukkue	U17 (n = 29)	U18 (n = 29)
Pituus (cm)	181,2 ± 5,3	185,8 ± 3,5
Paino (kg)	78,2 ± 8,2	78,0 ± 2,8
Rasva (%)	12,9 ± 2,9	12,4 ± 2,4
HR _{max} (bpm)	197 ± 8	191 ± 5
VO _{2max} (ml/kg/min)	53,7 ± 3,3	55,3 ± 1,9

HR_{max} = maksimisyke, VO_{2max} = maksimaalinen hapenottokyky.

8.2 Tutkimusasetelma ja aineiston keruu

Tutkimusaineisto kerättiin mittaamalla jääharjoittelun ulkoista ja sisäistä kuormitusta Suomen U17-, ja U18 jääkiekkomaajoukkueiden harjoitusleireiltä kevään ja kesän 2022 aikana. Tämä tutkimus on asetelmaltaan havainnoiva, sillä jääharjoitukset olivat joukkueiden valmennusryhmien suunnittelemissa ja toteuttamissa. Tutkimuksella ei ollut vaikutusta harjoitusleirien kulkuun, eikä harjoittelun suunnitteluun tai toteutukseen. Joukkueiden harjoitusleirien jääharjoitusten määrät sekä leirien aikataulut on esitelty taulukoissa 6 ja 7. Kaikki jääharjoitukset sisällytettiin tutkimusaineistoon. Yksittäisten harjoitteiden kohdalla luistelutestejä ei sisällytetty tähän tutkimusasetelmaan niiden lyhyen keston ja poikkeavan luonteen takia.

Tässä tutkimuksessa ei huomioitu jääharjoittelun ulkopuolella tapahtuvaa fyysistä harjoittelua, sillä sen ei koettu vaikuttaneen jääharjoittelun kuormitukseen. Jääharjoittelun ulkopuolinen harjoittelu koostui pääasiassa erilaisista alku- ja loppuverryttelyistä, mitkä toteutettiin aina joukkueiden fysiikkavalmentajien johdolla. Tämä tutkimus toteutettiin osana tutkimusprojektia yhdessä Suomen Jääkiekkoliiton, KIHU:n (Huippu-urheilun Instituutti, Jyväskylä, Suomi), sekä Jyväskeylän yliopiston kanssa. Tutkimusprojektin aineistoa käytettiin kahden jääharjoittelun kuormittavuutta käsittelevän opinnäytetyön tekemiseen.

TAULUKKO 6. U17 joukkueen harjoitusleirin aikataulu.

Ajankohta	Päivä 1	Päivä 2	Päivä 3	Päivä 4
Aamu	Fyysiset testit	Jäätetit + jääharjoitus 1	Jääharjoitus 3	Jääharjoitus 5
Iltta		Jääharjoitus 2	Jääharjoitus 4	

TAULUKKO 7. U18 joukkueen harjoitusleirin aikataulu.

Ajankohta	Päivä 1	Päivä 2	Päivä 3	Päivä 4
Aamu	Fyysiset testit	Pelipaikkakohtainen jääharjoitus 1	Pelipaikkakohtainen jääharjoitus 2	Jääharjoitus 3
Iltta		Jäätetit + jääharjoitus 1	Jääharjoitus 2	

8.3 Mittaukset ja menetelmät

Sisäisen kuormituksen mittausmenetelminä käytettiin Polar Team Pro sykeurantajärjestelmää (Polar Electro Oy, Kempele, Suomi), sRPE:tä, ja TQRS-palautumiskyselyä. Ulkoisen kuormituksen mittaamiseen käytettiin Wisehockey lähipaikannusjärjestelmää (Wisehockey Oy, Tampere, Finland), joka perustuu Quuppa Oy:n lähipaikannusjärjestelmän teknologiaan (Quuppa Intelligent Locating System TM, Suomi, Espoo). Hermostollisen väsymyksen mittaamiseen käytettiin valokennoilla mitattua 30 metrin sprinttiluistelutestiä 10 metrin väliajalla.

8.3.1 Sisäisen kuormituksen mittausmenetelmät

Sykemuuttujat. Sykettä mitattiin Polar Team Pro sykeurantajärjestelmän (Polar Electro Oy, Kempele, Suomi) avulla. Tutkimusprojektin tekijät ohjeistivat pelaajille sykesensoreiden käytön siten, että sykesensorin sisältävä sykevyö asetetaan rintalastan alaosaan ihoa vasten riittävän tiukalle. Jokaiselle pelaajalle oli määritetty henkilökohtainen sykesensori, jonka he hakivat Polar Team Pro telakasta ennen jääharjoitusta, ja palauttivat sensorit takaisin telakkaan jääharjoituksen päätyttyä. Sykeuraanta käynnistettiin aina hyvissä ajoin ennen jääharjoituksen alkua tutkimusprojektin tekijöiden toimesta, ja päätettiin aina jääharjoituksen loputtua. Syke-data käsiteltiin jälkikäteen Polar Team Pro järjestelmässä siten, että ajanjaksot ennen jääharjoituksen alkua ja jääharjoituksen jälkeen suodatettiin pois. Jokaiselle pelaajalle luotiin henkilökohtainen profiili Polar Team Pro järjestelmään, johon täydennettiin kunkin pelaajan syntymäaika, sukupuoli, pituus, paino, sekä $VO_2\max$ testistä määritetty maksimisyke. Maksimisyke päivitettiin uudestaan järjestelmään, mikäli jääharjoitusten aikana mitattiin jollekin pelaajalle uusi maksimisyke. Tämä edellytti sitä, että uusi mitattu maksimisyke näytti luontevalta jääharjoitusta koskevalla sykekäyrällä.

Sykkeestä johdettavia sisäisen kuormituksen muuttujia olivat mm. keskisyke, eri sykealueilla vietetty aika, sekä TRIMP. Eri sykealueilla vietettyä aikaa tarkasteltiin 5 eri sykealueen avulla (sykealue 1: 50–59 % HR_{\max} , sykealue 2: 60–69 % HR_{\max} , sykealue 3: 70–79 % HR_{\max} , sykealue 4: 80–89 % HR_{\max} , sykealue 5: 90–100 % HR_{\max}). Sykealueille laskettiin kullakin

sykealueella vietetty suhteellinen aika (% sykealueet 1–5). Polar Team Pro syke-seurantajärjestelmä laski TRIMP:n alkuperäisellä Banisterin TRIMP-kaavalla:

$$\text{TRIMP} = T \times [(\text{HR}_t - \text{HR}_{\text{rest}}) / (\text{HR}_{\text{max}} - \text{HR}_{\text{rest}})] \times 0.64e^{1.92[(\text{HR}_t - \text{HR}_{\text{rest}}) / (\text{HR}_{\text{max}} - \text{HR}_{\text{rest}})]},$$

jossa: HR_t = kuormituksen aikainen syke, HR_{rest} = leposyke, ja HR_{max} = maksimisyke (Polar Training Load Pro 2019) Original reference for formula here.

Koettu kuormitus. Koettua kuormitusta mitattiin CR-10 RPE-taulukon (liite 1) mukaisella RPE-kyselyllä. Kysely sisälsi jokaisen harjoituksen kokonaisuutena ja jokaisen yksittäisen harjoitteen. Tutkittavan arvion perusteella saadaan selville jokaisesta harjoitteesta ja harjoituksesta RPE-arvo, joka kuvastaa suorituksen keskimääräistä intensiteettiä. Kertomalla RPE harjoituksen kestolla, saadaan selville harjoituksen kokonaisuormitusta kuvaava sRPE-arvo, joka huomioi intensiteetin lisäksi harjoituksen keston (Haddad ym. 2017). Tässä tutkimuksessa sRPE laskettiin seuraavasti: $\text{RPE} (0-10) \times \text{aika (min)} = \text{sRPE}$. Pelaajat arvioivat yksilöllisesti kokemansa kuormittavuuden jokaisen harjoitteen ja harjoituksen kohdalla. Kyselyt toteutettiin pelaajien pukutilassa n. 15–30 minuuttia harjoituksen päättymisestä. Tällä pyrittiin siihen, että pelaajat pystyisivät arvioimaan jokaisen harjoituksen ja harjoitteen kokonaisuutena, eikä viimeisten harjoitteiden kuormittavuus vaikuttaisi koko harjoituksen tai muiden harjoitteiden arvioon (Rago ym. 2022).

Koettu palautuminen. Koettua palautumista arvioitiin TQRS-kyselyn (liite 2) avulla. Kysely toteutettiin siten, että kukin pelaaja kävi vastaamassa henkilökohtaisesti tämän tutkimusprojektin tekijöille TQRS-kyselyyn osoittamalla omaa koettua palautumista vastaavan numeron TQRS-taulukosta. Palautumiskysely toteutettiin harjoitusleirin jokaisena aamuna harjoitusleirin toisesta päivästä alkaen aina ennen päivän ensimmäistä harjoitusta.

8.3.2 Ulkoisen kuormituksen mittausmenetelmät

Ulkoista kuormitusta mitattiin Wisehockey lähipaikannusjärjestelmän (Wisehockey oy, Tampere, Suomi) avulla. Wisehockey älykiekkojärjestelmä perustuu Quuppa Real-Time Locating System lähipaikannusjärjestelmään (Quuppa oy, Espoo, Suomi), jonka toiminta perustuu pelaajien hartiasuojiiin kiinnitettyjen lähettimien lähettämään bluetooth yhteydellä toimivaan radiosignaaliin. Signaali välittyy jäähallin kattoon asennettuihin lokaattoreihin. Lokaattorit lähettävät lähettimistä kerätyn datan palvelimelle, jossa Wisehockeyn algoritmit määrittelevät paikannusdatan edelleen pelaajan liikkumista kuvaaviksi parametreiksi, kuten kokonaismatkaksi. Wisehockeyn lähipaikannusjärjestelmä käyttää 33 Hz keräystaajuutta, eli pelaajan sijainti kaukalossa päivittyy 33 kertaa sekunnissa. (Wisehockey 2020) Tämä järjestelmä on todettu validiksi järjestelmäksi ulkoisen kuormituksen mittaamiseen joukkueurheilussa (Figueira ym 2018).

Lähipaikannusjärjestelmästä kerätty liikkumisdata käsiteltiin jälkikäteen Wisehockeyn toimesta siten, että tallenteella olevat ajanjaksot ennen jääharjoituksen alkua ja jääharjoituksen jälkeen suodatettiin pois 10 sekunnin tarkkuudella. Kaikki jääharjoitukset tallennettiin myös videolle. Kaksi ensimmäistä nopeusaluetta yhdistettiin nopeusalueeksi 1 (0–10 km/h). Tällä nopeusalueella liikkuminen voidaan nähdä matalan tai erittäin matalan intensiteetin liikkumiseksi. Lähipaikannusjärjestelmän avulla kerätyt ulkoisen kuormituksen muuttujat on esitelty taulukossa 8. Ulkoisen kuorman muuttujista lopullisessa analyysissä käytettiin kokonaismatkoja, kokonaismatkoja eri nopeusalueilla, suhteellisia matkoja eri nopeusalueilla (matkan osuus kokonaismatkasta %) sekä kiihdytysten ja jarrutusten lukumääriä.

TAULUKKO 8. Lähipaikannusjärjestelmästä kerätyt ulkoisen kuormituksen muuttujat, sekä muuttujien raja-arvot.

Kuormitusmuuttuja	Yksikkö	Raja-arvot
Kokonaismatka	m	
Keskinopeus	km/h	
Huippunopeus	km/h	
Kiihdytykset	Määrä	> 0,5 m/s ²
Kovat kiihdytykset	Määrä	> 2 m/s ²
Jarrutukset	Määrä	< -0,5 m/s ²
Nopeusalue 1	Aika (s), matka (m)	0–10 km/h
Nopeusalue 2	Aika (s), matka (m)	10–15 km/h
Nopeusalue 3	Aika (s), matka (m)	15–20 km/h
Nopeusalue 4	Aika (s), matka (m)	20–25 km/h
Nopeusalue 5	Aika (s), matka (m)	> 25 km/h

8.3.3 Suorituskykymittaukset

Suorituskykymittaukset toteutettiin Vierumäen Urheiluopiston toimesta. Tässä tutkimuksessa toteutettiin lisäksi myös joukkueiden valmentajien toteuttamat 10 x 20 m luistelutestit sekä mittaajien toteuttamia 30 metrin sprinttiluistelutestejä 10 metrin väliajoilla, hermolihasjärjestelmän väsymyksen kuvaamiseen. Pelaajien rasvaprosentti mitattiin rasvapihdeillä 4 pisteen menetelmällä. Sekä juoksu- että luistelusprintit testattiin Jyväskylän yliopistolta lainatuilla valokennoilla siten, että lähtöpiste oli 70 cm ennen ensimmäistä ajan käynnistävää valokennoa. Ala- ja keskivartalon nopeaa voimantuottoa mittaava kuntopallon heitto toteutettiin siten, että testattava heitti 3 kg kuntopallon kehon sivulta vartalon kiertoa hyödyntäen suoraan eteenpäin mahdollisimman pitkälle. Käden maksimaalinen puristusvoima testattiin istuma-asennossa puristusvoiman mittaamiseen tarkoitettulla laitteella. Teoreettinen VO_{2max}, maksimiteho, sekä maksimisyke määritettiin uupumukseen asti tehdystä polkupyöräergometri testistä, jonka aikana mitattiin sykettä ja polkemistehoa. Maksimaalinen 10 x 20 m luistelutesti toteutettiin siten, että pelaaja luisteli mahdollisimman nopeasti tauotta edestakaisin 20 metrin matkan 10 kertaa.

8.4 Harjoitekategoriat, pelaajamäärät ja alueen koko

Erilaiset harjoitteet jaettiin seitsemään kategoriaan niiden ominaispiirteiden mukaan. Harjoitekategoriat ovat esiteltynä taulukossa 9. Jaottelu tehtiin tutkijan omaa harkintaa ja tulkintaa käyttäen. Lisäksi tukena kategorisointiin käytettiin videotallenteita ja Willet:n (2003, 17-40) harjoitepankkia. Joidenkin harjoitteiden sisältö kuului kahden tai useamman kategorian alle. Tällöin harjoite sijoitettiin siihen kategoriaan, jonka kuvauksen mukaista toimintaa harjoitteessa tavoiteltiin.

TAULUKKO 9. Harjoitekategoriat ja kuvaukset.

Kategoria	Tunnus	Kuvaus	N
Pienpelit	PP	Koko kenttää pienempi alue, vaihteleva pelaajamäärä normaalin pelin kaltaiset säännöt	8
Flow-harjoitteet	F	Harjoite jatkuu alueelta toiselle, tehtävä/pelaajien määrä voi vaihtua kesken harjoitteen	9
Aluepelit	AP	Koko kenttää pienempi alue, tehtävät ja pelaajien määrä voivat vaihtua kesken harjoituksen. Voi sisältää pelipaikkakohtaisia tavoitteita. Usein ali/ylimiehitys vastakkain	9
Pelipaikkakohtaiset harjoitteet	PPK	Pelipaikkakohtaisia suoritteita tai tehtäviä sisältävä harjoite, hyökkääjillä ja puolustajilla omansa	10
Kamppailu	KMP	1 vs. 1/2 vs. 2 kamppailua pelivälineestä tilasta tai alueesta	4
Simuloitu peli	SP	Koko kentän simuloitu peli, jossa normaalin ottelun kaltaiset säännöt	4
Taito/tekniikka	TT	Yksilön taitoja painottava harjoite, maalinteko, kiekonkäsittely, syöttäminen	3

Harjoitteet jaettiin pelialueen koon ja pelaajamäärän mukaan 3 erilaiseen kategoriaan. Kategoriat ja kuvaukset ovat esiteltynä taulukossa 10. Kategorioiden määrittämisessä käytettiin omaa harkintaa ja näkemystä siitä, minkälaisia pelaajamääriä ja alueita jääharjoittelussa usein käytetään.

TAULUKKO 10. Pelialueen koon ja pelaajien määrän kategoriat, kuvaukset ja tunnukset.

Alueen koko			
Kategoria	Tunnus	Kuvaus	N
Pieni alue	P	Alle puolet koko kentän pinta-alasta	25
Keskisuuri alue	KS	Puolet koko kentän pinta-alasta pitkittäis- tai poikittaissuunnassa	13
Suuri alue	S	Koko kentän alue	8
Pelaajien määrä			
Kategoria	Tunnus	Kuvaus	N
< 3 pelaajaa	A	Harjoitteet, joissa pelaajia samanaikaisesti vähemmän kuin 3	13
3–5 pelaajaa	B	Harjoitteet, joissa pelaajia samanaikaisesti 3–5	16
> 5 pelaajaa	C	Harjoitteet, joissa pelaajia samanaikaisesti enemmän kuin 5	18

8.5 Tilastollinen analyysi

Datan käsittelyyn käytettiin Microsoft Excel 2010 (Microsoft Corporation, Washington, Yhdysvallat) laskentataulukko-ohjelmaa. Tilastollisten analyysien tekemiseen käytettiin SPSS Statistics 26 -ohjelmaa (International Business Machines Corporation, New York, Yhdysvallat). Datan oletettavan epänormaaliuden vuoksi tutkimuksessa käytettiin nonparametrisiä testejä.

Sisäisen kuormituksen muuttujien eroja eri harjoitekategorioiden, pelaajamäärien kategorian ja pelialueen koon kategorioiden välillä testattiin riippumattomien otosten Kruskal–Wallisin testillä. Testillä pyrittiin ensin selvittämään ne muuttujat, jotka erosivat merkittävästi eri kategorioiden välillä. Näiden mahdollisten eroavaisuuksien jälkeen toteutettiin Dunnin testi, jossa

kutakin kategoriala verrattiin keskenään pareina, jotta saataisiin selville mahdollisten merkittävien erojen suunta. Useiden parien samanaikaisen vertailun takia tuloksissa käytettiin Bonferroni korjattuja p -arvoja, jotta vältyttäisiin tyypin 1 virheeltä. Kruskal-Wallis testin parivertailun tuloksissa esitetyt p -arvot ovat Bonferroni korjattuja arvoja. Pelaajien kokeman ja valmentajien arvioiman kuormittavuuden eroavaisuuksien testaamiseen käytettiin riippumattomien otosten T-testiä, jonka avulla pyrittiin selvittämään, mikäli eri sessioiden kohdalla suunniteltu ja koettu kuormitus erosivat toisistaan. Maalivahtien pienen lukumäärän ja ulkoisen kuormituksen tietojen puuttumisen vuoksi maalivahtit jätettiin pois tilastollisista testeistä. Tilastollisen merkitsevyyden rajaksi määritettiin $p < 0,05$.

9 TULOKSET

9.1 Erilaisten harjoitteiden kuormittavuus

Kruskall-Wallis:n riippumattomien otosten testissä sisäisen kuormituksen muuttujien osalta tilastollisesti merkitseviä eroja kategorioiden välillä ($p < 0,05$) havaittiin sykealueella 4 vietetyn ajan ($p = 0,05$) sekä RPE:n ($p < 0,001$) kohdalla. Sisäisen kuormituksen muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat ovat esiteltynä taulukoissa 11 ja 12.

TAULUKKO 11. Sykealueilla 1–5 vietettyjen osuuskien keskiarvot ja keskihajonnat eri harjoittekategorioissa.

Kategoria	HRZ1 (%)	HRZ2 (%)	HRZ3 (%)	HRZ4 (%)	HRZZ5 (%)
PP (n = 8)	8,07 ± 6,13	30,60 ± 8,28	26,64 ± 4,22	25,58 ± 6,72	6,53 ± 3,08
F (n = 9)	9,30 ± 4,99	24,42 ± 5,87	26,07 ± 5,93	28,86 ± 3,76*	9,09 ± 5,68
AP (n = 9)	12,68 ± 8,89	25,42 ± 6,82	26,58 ± 5,68	26,39 ± 8,45	6,08 ± 3,54
PPK (n = 10)	4,39 ± 5,41	23,64 ± 9,10	30,08 ± 5,10	31,57 ± 7,59	9,00 ± 4,70
KMP (n = 4)	7,50 ± 7,04	20,60 ± 11,70	21,94 ± 4,19	30,88 ± 9,84*	14,88 ± 13,39
SP (n = 4)	13,82 ± 6,41	30,22 ± 2,67	19,86 ± 2,40	23,54 ± 3,17	10,24 ± 4,18
TT (n = 3)	18,48 ± 2,02	38,65 ± 8,89	33,14 ± 10,73	7,72 ± 2,21*	0,28 ± 0,39

* = $p < 0,05$, HRZ1 = sykealue 1 (50–59 % HR_{max}), HRZ2 = sykealue 2 (60–69 % HR_{max}), HRZ3 = sykealue 3 (70–79 % HR_{max}), HRZ4 = sykealue 4 (80–89 % HR_{max}), HRZ5 = sykealue 5 (90–100 % HR_{max}), F = flow harjoitteet, AP = aluepelit, PPK = pelipaikkakohtaiset harjoitteet, KMP = kamppailuharjoitteet, SP = simuloidut pelit, TT = taito/tekniikkaharjoitteet

Parivertailun tulokset osoittivat, että taito/tekniikkaharjoitteissa aika sykealueella 4 oli merkittävästi pienempää kuin flow-harjoitteissa ($7,72 \pm 2,21$ % vs. $28,86 \pm 3,76$ %, $p = 0,002$) ja kamppailu harjoitteista ($7,72 \pm 2,21$ % vs. $30,88 \pm 9,84$ %, $p = 0,004$). RPE:n osalta kamppailuharjoitteet koettiin merkittävästi kuormittavammiksi kuin taito/tekniikkaharjoitteet (7 ± 1 vs. 3 ± 0 , $p = 0,013$) ja pelipaikkakohtaiset harjoitteet (7 ± 1 vs. 4 ± 1 , $p = 0,001$). Muita tilastollisesti merkittäviä eroja sisäisen kuormituksen muuttujissa ei havaittu eri harjoituskategorioiden välillä.

TAULUKKO 12. Kardiokuorman ja koetun kuormittavuuden keskiarvot ja keskihajonnat eri harjoitekategorioissa.

Kategoria	TRIMP/min	RPE	SRPE
PP (n = 8)	1,53± 0,19	6 ± 1	49 ± 13
F (n = 9)	1,57± 0,17	6 ± 1	69 ± 30
AP (n = 9)	1,45 ± 0,27	6 ± 1	76 ± 26
PPK (n = 10)	1,65 ± 0,21	4 ± 1**	75 ± 41
KMP (n = 4)	1,68 ± 0,44	7 ± 1*	51 ± 24
SP (n = 4)	1,48 ± 0,18	6 ± 1	94 ± 22
TT (n = 3)	0,96 ± 0,09	3 ± 0*	14 ± 7

* = $p < 0,05$, ** = $p \leq 0,001$, PP = pienpelit, F = flow-harjoitteet, AP = aluepelit, PPK = pelipaikkakohtaiset harjoitteet, KMP = kamppailuharjoitteet, SP = simuloitujen pelit, TT = taito/tekniikkaharjoitteet, TRIMP/min = kardiokuorma minuuttia kohden, RPE = koettu kuormittuneisuus, sRPE = sessiokohtainen koettu kuormittuneisuus.

Ulkoisen kuormituksen osalta tilastollisesti merkitseviä eroja havaittiin Kruskal-Wallis:n riippumattomien otosten testissä kokonaismatkojen ($p < 0,001$), kiihdytysten ($p < 0,001$), jarrutusten ($p < 0,001$) ja nopeusalueilla 1 ($p < 0,001$), 3 ($p = 0,002$), 4 ($p < 0,001$) – ja 5 ($p = 0,002$) kuljettujen matkojen kohdalla. Kokonaismatkojen, kiihdytysten ja jarrutusten keskiarvot ja keskihajonnat ovat esiteltynä taulukossa 13. Nopeusalueilla kuljettujen matkojen osuudet ovat nähtävissä kuvassa 4.

Pelipaikkakohtaisissa harjoitteissa havaittiin merkittävästi suurempia kokonaismatkoja kuin kamppailuharjoitteissa ($851,16 \pm 418,21$ m vs. $351,90 \pm 83,97$ m, $p = 0,019$) ja pienpeleissä ($851,16 \pm 418,21$ m vs. $465,14 \pm 129,57$ m, $p = 0,045$). Kokonaismatkat kamppailuharjoitteissa olivat myös merkittävästi pienempiä kuin aluepeleissä ($799,66 \pm 166,78$ m vs. $351,90 \pm 83,97$ m, $p = 0,041$). Kiihdytyksiä havaittiin merkittävästi enemmän pelipaikkakohtaisissa harjoitteissa verrattuna pienpeleihin (32 ± 8 vs. 26 ± 7 , $p < 0,001$) ja taito/tekniikkaharjoitteisiin (32 ± 8 vs. 8 ± 2 , $p < 0,001$). Taito/tekniikkaharjoitteissa havaittiin merkittävästi vähemmän kiihdytyksiä kuin simuloituissa peleissä (8 ± 2 vs. 24 ± 3 , $p = 0,0034$). Kamppailuharjoitteissa havaittiin merkittävästi enemmän jarrutuksia kuin pelipaikkakohtaisissa harjoitteissa (7 ± 1 vs. 4 ± 1 , $p <$

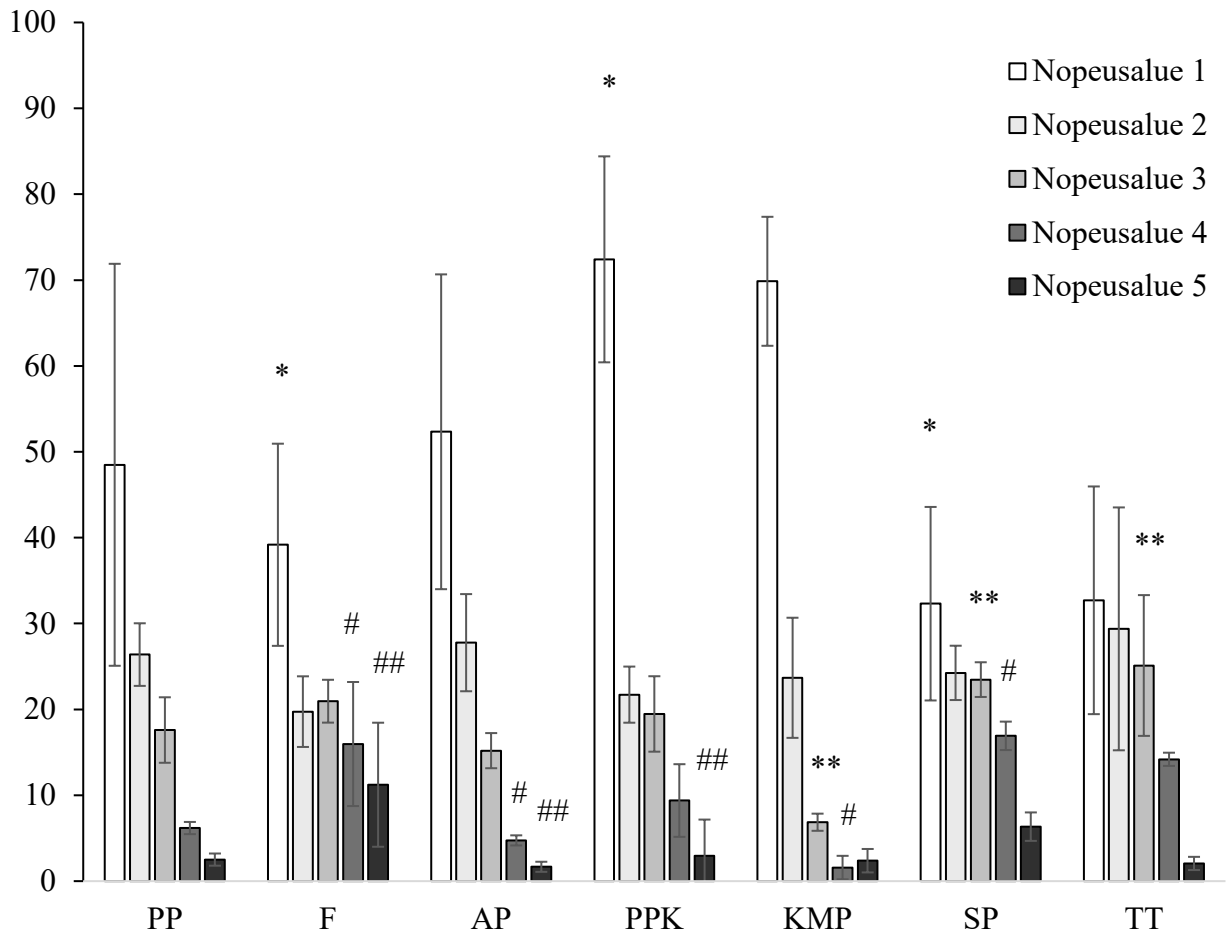
0,002). Pelipaikkakohtaisissa harjoitteissa havaittiin puolestaan merkittävästi vähemmän jarrutuksia kuin pienpeleissä (4 ± 1 vs. 6 ± 1 , $p < 0,001$).

TAULUKKO 13. Kiihdytysten, jarrutusten- ja kokonaismatkojen keskiarvot ja keskihajonnat eri harjoitekategorioissa.

Kategoria	Kiihdytykset (lkm.)	Jarrutukset (lkm.)	Kokonaismatka (m)
PP (n = 8)	$26 \pm 7^{**}$	$6 \pm 1^{**}$	$465,14 \pm 129,57^*$
F (n = 9)	$29 \pm 4^*$	6 ± 1	$773,44 \pm 218,81$
AP (n = 9)	26 ± 8	6 ± 1	$799,66 \pm 166,78^*$
PPK (n = 10)	$32 \pm 8^{**}$	$4 \pm 1^{**}$	$851,16 \pm 418,21^*$
KMP (n = 4)	31 ± 10	$7 \pm 1^*$	$351,90 \pm 83,97^*$
SP (n = 4)	$24 \pm 3^*$	$6 \pm 1^*$	$961,63 \pm 367,31$
TT (n = 3)	$8 \pm 2^*$	$3 \pm 0^*$	$344,69 \pm 93,46$

* = $p < 0,05$, ** = $p < 0,001$, PP = pienpelit, F = flow harjoitteet, AP = aluepelit, PPK = pelipaikkakohtaiset harjoitteet, KMP = kamppailuharjoitteet, SP = simuloitut pelit, TT = taito/tekniikkaharjoitteet

Parivertailussa havaittiin myös merkittäviä eroavaisuuksia nopeusalueilla 1, 3, 4- ja 5 kuljetuissa matkoissa. Pelipaikkakohtaisissa harjoitteissa kuljettiin merkittävästi suurempia osuuksia kokonaismatkasta nopeusalueella 1 verrattuna flow-harjoitteisiin ($72,4 \pm 12,0$ % vs. $39,2 \pm 11,8$ %, $p = 0,011$) ja simuloituihin peleihin ($72,4 \pm 12,0$ vs. $32,7 \pm 11,3$ %, $p = 0,047$). Kamppailuharjoitteissa puolestaan kuljettiin merkittävästi pienempiä osuuksia kokonaismatkoista nopeusalueella 3 verrattuna taito/tekniikkaharjoitteisiin ($6,8 \pm 4,9$ % vs. $25,1 \pm 3,6$ %, $p = 0,038$) ja simuloituihin peleihin ($6,8 \pm 4,9$ % vs. $23,5 \pm 5,5$ %, $p = 0,027$). Flow-harjoitteissa ja simuloituissa otteluissa kuljettiin merkittävästi suurempia osuuksia kokonaismatkoista nopeusalueella 4 kuin kamppailuharjoitteissa ($15,9 \pm 2,5$ % & $16,9 \pm 2,0$ % vs. $1,6 \pm 1,0$ % $p = \leq 0,02$), ja aluepeleissä ($4,7 \pm 2,0$ % vs. $15,9 \pm 2,5$ %, & $16,9 \pm 2,0$ %, $p < 0,05$). Myös nopeusalueella 5, flow-harjoitteissa kuljettiin merkittävästi suurempia osuuksia kokonaismatkoista ($11,2 \pm 7,2$ %), kuin aluepeleissä ($11,2 \pm 7,2$ % vs. $1,7 \pm 0,6$ % $p = 0,001$).



KUVA 4. Nopeusalueilla 1-5 kuljetut osuudet (%) eri harjoitekategorioissa. * = merkittävät erot nopeusalueen 1 osuuksissa, ** = merkittävät erot nopeusalueen 3 osuuksissa, # = merkittävä ero nopeusalueen 4 osuuksissa, ## = merkittävä ero nopeusalueen 5 matkoissa, PP = pienpelit, F = flow-harjoitteet, AP = aluepelit, PPK = pelipaikkakohtaiset harjoitteet, KMP = kampaipuliharjoitteet, SP = simuloidut pelit, TT = taito/tekniikkaharjoitteet

9.2 Pelialueen koon vaikutus harjoitusten kuormittavuuteen

Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat eri pelialueilla ovat esiteltyinä taulukossa 14 ja 15. Sisäisen kuormituksen muuttujien osalta tilastollisesti merkittäviä eroavaisuuksia kategorioiden välillä havaittiin Kruskal-Wallis:n riippumattomien otosten testissä sykealueella 3 ($p = 0,044$) ja 5 ($p = 0,011$) vietetyissä ajoissa. Muiden sisäisen kuormituksen muuttujien kohdalla ei havaittu merkittävää eroa eri kokoisilla pelialueilla.

TAULUKKO 14. Sisäisen kuormituksen muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat eri kokoisten pelialueiden kategorioissa.

Muuttuja	P (n = 25)	KS (n = 13)	S (n = 8)
HRZ1 (%)	10,65 ± 7,91	8,66 ± 5,95	11,54 ± 2,13
HRZ2 (%)	27,01 ± 9,48	25,92 ± 9,83	29,39 ± 4,29
HRZ3 (%)	27,83 ± 6,83	26,87 ± 5,72	21,64 ± 3,26
HRZ4 (%)	25,36 ± 10,01	28,06 ± 7,59	25,50 ± 3,54
HRZZ5 (%)	6,50 ± 7,17	8,59 ± 4,84	9,91 ± 4,28*
TRIMP/min	1,43 ± 0,32	1,55 ± 0,23	1,51 ± 0,17
RPE	5 ± 1	6 ± 1	6 ± 1
SRPE	62 ± 39	67 ± 28	84 ± 24

* = merkittävä ero ($p < 0,05$) pieneen alueeseen verrattuna, HRZ1 = sykealue 1 (50–59 % HR_{max}), HRZ2 = sykealue 2 (60–69 % HR_{max}), HRZ3 = sykealue 3 (70–79 % HR_{max}), HRZ4 = sykealue 4 (80–89 % HR_{max}), HRZ5 = sykealue 5 (90–100 % HR_{max}), TRIMP/min = kardio-kuorma minuuttia kohden, RPE = koettu kuormittuneisuus, sRPE = sessiokohtainen koettu kuormittuneisuus, P = pieni alue, KS = keskisuuri alue, S = suuri alue.

TAULUKKO 15. Ulkoisen kuormituksen muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat eri kokoisten pelialueiden kategorioissa.

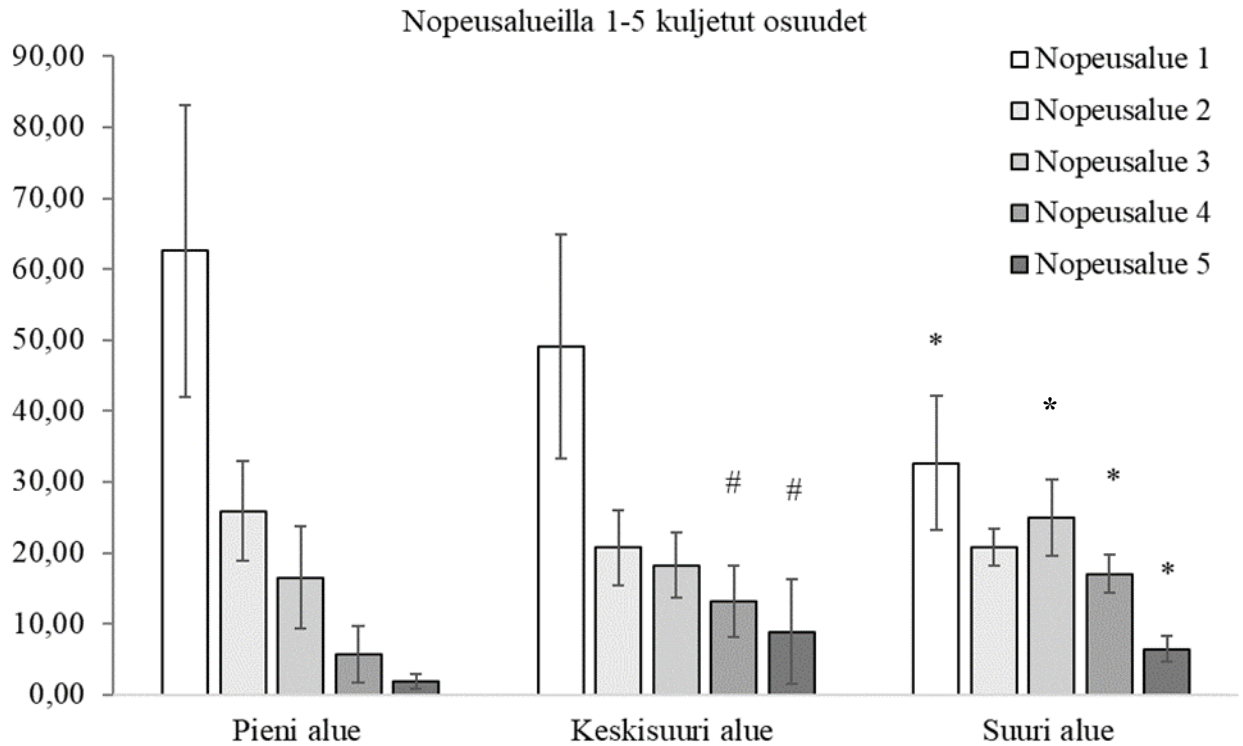
Muuttuja	P (n = 25)	KS (n = 13)	S (n = 8)
Kokonaismatka (m)	674,90 ± 374,91	674,11 ± 269,84	880,91 ± 307,02
Kiihdytykset (lkm.)	11 ± 9	11 ± 7	13 ± 5
Jarrutukset (lkm.)	8 ± 6	9 ± 5	13 ± 6
NA1 (%)	62,61 ± 20,58	49,10 ± 15,80	32,65 ± 9,48*
NA2 (%)	25,87 ± 7,05	20,75 ± 5,32	29,39 ± 2,63
NA3 (%)	16,50 ± 7,21	18,27 ± 4,58	24,95 ± 5,33*
NA4 (%)	5,71 ± 4,05	13,14 ± 5,10*	17,02 ± 2,67*
NA5 (%)	1,81 ± 1,02	8,86 ± 7,43**	6,41 ± 1,82*

* = merkittävä ero ($p < 0,05$) pieneen alueeseen verrattuna, NA1 = nopeusalueen 1 osuus kokonaismatkasta, NA2 = nopeusalueen 2 osuus kokonaismatkasta, NA3 = nopeusalueen 3 osuus kokonaismatkasta, NA4 = nopeusalueen 4 osuus kokonaismatkasta, NA5 = nopeusalueen 5 osuus kokonaismatkasta, P = pieni alue, KS = keskisuuri alue, S = suuri alue.

Ulkoisen kuormituksen osalta tilastollisesti merkitseviä eroja kategorioiden välillä havaittiin Kruskal-Wallis:n riippumattomien otosten testissä nopeusalueilla 1 ($p < 0,001$), 3 ($p = 0,008$), 4 ($p < 0,001$), – ja 5 ($p < 0,001$) kuljettujen matkojen kohdalla. Muiden ulkoisen kuormituksen muuttujien ei havaittu eroavan merkittävästi pelialueiden koon vaihdellessa.

Parivertailun tulokset osoittivat, että suuren alueen harjoitteissa vietettiin merkittävästi enemmän aikaa sykealueella 5 ($9,91 \pm 4,28$ % vs. $6,50 \pm 7,17$ %, $p = 0,017$) ja kuljettiin suurempia matkoja nopeusalueilla 3 ($24,95 \pm 5,33$ % vs. $16,50 \pm 7,21$ %, $p = 0,006$), 4 ($17,02 \pm 2,67$ % vs. $5,71 \pm 4,05$ % $p > 0,001$) ja 5 ($6,41 \pm 1,82$ % vs. $1,81 \pm 1,02$ % $p = 0,001$), kuin pienen alueen harjoitteissa. Pienen alueen harjoitteissa liikuttiin puolestaan enemmän nopeusalueella 1, kuin suuren alueen harjoitteissa ($62,61 \pm 20,58$ %, vs. $32,65 \pm 9,48$ % $p = 0,001$).

Pienen ja keskisuuren pelialueen välillä puolestaan havaittiin merkittäviä eroja nopeusalueella 4 ($5,71 \pm 4,05$ vs. $13,14 \pm 5,10$ %, $p = 0,002$) ja 5 ($1,81 \pm 1,02$ vs. $8,86 \pm 7,43$ %, $p < 0,001$) kuljetuissa matkoissa. Keskisuuren ja suuren alueen harjoitteissa ei havaittu merkittäviä eroja sisäisen tai ulkoisen kuormituksen muuttujissa. Nopeusalueilla 1–5 kuljettujen matkojen osuudet kokonaismatkasta eri kokoisilla pelialueilla on esitettyinä kuvassa 5.



KUVA 5. Nopeusalueilla 1-5 kuljettujen matkojen osuudet (%) eri kokoisilla harjoitusalueilla. * = merkittävä ero pienen ja suuren alueen välillä, # = merkittävä ero pienen ja keskisuuren alueen välillä.

9.3 Pelaajien määrän vaikutus harjoituksen kuormittavuuteen

Sisäisen ja ulkoisen kuormituksen muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat eri pelaajamäärillä ovat esiteltyinä taulukossa 16 ja 17. Sisäisen kuormituksen muuttujien osalta tilastollisesti merkittäviä eroavaisuuksia ei havaittu Kruskal-Wallis:n riippumattomien otosten testissä kategorioiden välillä. Ulkoisen kuormituksen muuttujien kohdalla ainoastaan nopeusalueiden 1 ($p = 0,036$) ja 2 ($p = 0,036$) osuudet kokonaismatkoista erosivat merkittävästi kategorioiden välillä.

TAULUKKO 16. Sisäisen kuormituksen muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat eri pelaajamäärien kategorioissa.

Muuttuja	A (n = 13)	B (n = 16)	C (n = 18)
HRZ1 (%)	8,58 ± 6,49	8,59 ± 5,58	12,56 ± 8,02
HRZ2 (%)	24,78 ± 11,51	25,25 ± 7,43	30,18 ± 6,81
HRZ3 (%)	28,29 ± 8,09	26,82 ± 3,28	24,91 ± 6,66
HRZ4 (%)	27,41 ± 10,04	28,45 ± 6,58	23,28 ± 8,05
HRZZ5 (%)	8,56 ± 9,53	8,92 ± 4,94	6,54 ± 4,15
TRIMP/min	1,5 ± 0,35	1,56 ± 0,20	1,39 ± 0,26
RPE	5 ± 2	6 ± 1	6 ± 1
SRPE	58 ± 34	74 ± 42	70 ± 29

HRZ1 = sykealue 1 (50–59 % HRmax), HRZ2 = sykealue 2 (60–69 % HRmax), HRZ3 = sykealue 3 (70–79 % HRmax), HRZ4 = sykealue 4 (80–89 % HRmax), HRZ5 = sykealue 5 (90–100 % HRmax), TRIMP/min = kardiokuorma minuuttia kohden, RPE = koettu kuormittuneisuus, sRPE = sessiokohtainen koettu kuormittuneisuus, A = <3 pelaajan harjoitteet, B = 3–5 pelaajan harjoitteet, C = >5 pelaajan harjoitteet.

Ainoastaan nopeusalueiden 1 ja 2 osuudet kokonaismatkoista erosivat merkittävästi ($p < 0,05$) eri pelaajamäärien kategorioiden välillä (taulukko 17). Parivertailua tarkasteltaessa alle 3 pelaajan harjoitteissa kuljettiin merkittävästi enemmän nopeusalueella 1, kuin yli 5 pelaajan harjoitteissa ($60,6 \pm 14,11$ vs. $45,58 \pm 23,66$ $p = 0,046$). Nopeusalueen 2 kohdalla puolestaan yli 5 pelaajan harjoitteissa kuljettiin merkittävästi suurempia matkoja kuin alle 3 pelaajan harjoitteissa ($26,95 \pm 6,95$ vs. $21,0 \pm 6,65$ $p = 0,019$). Merkittäviä eroja ei havaittu 3–5 pelaajan harjoitteissa verrattuna alle 3 tai yli 5 pelaajan harjoitteisiin.

TAULUKKO 17. Ulkoisen kuormituksen muuttujien keskiarvot ja keskihajonnat eri pelaajamäärien kategorioissa.

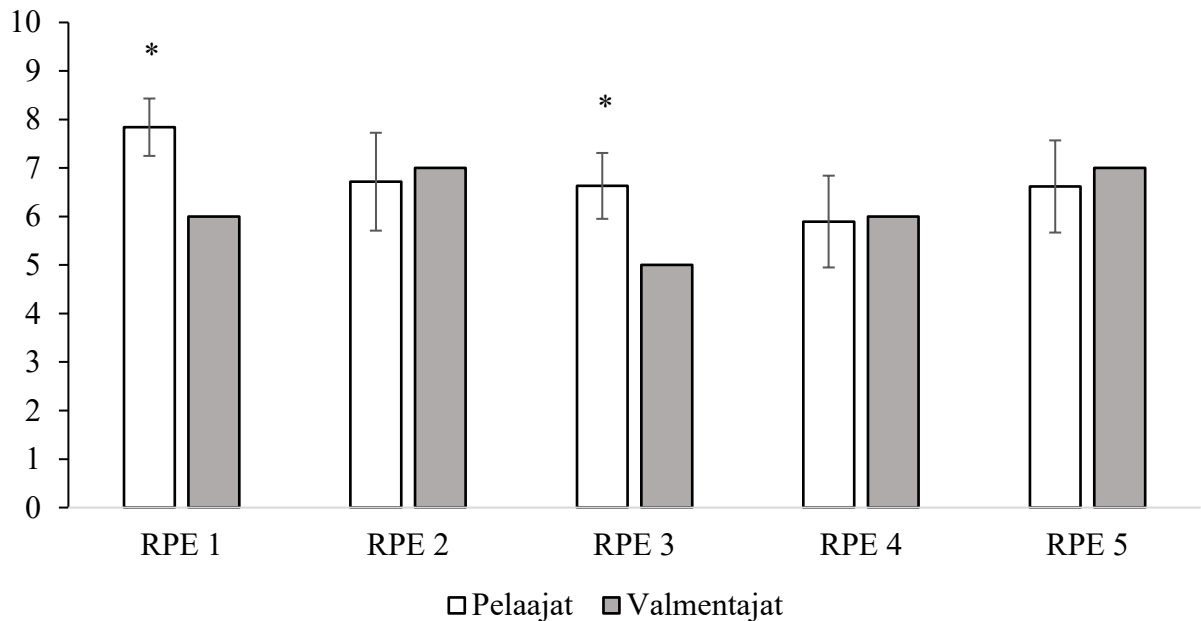
Muuttuja	A (n = 13)	B (n = 16)	C (n = 18)
Kokonaismatka (m)	593,2 ± 265,23	806,62 ± 427,51	718,41 ± 274,23
Kiihdytykset (lkm.)	12 ± 8	14 ± 11	9 ± 4
Jarrutukset (lkm.)	9 ± 5	11 ± 7	8 ± 5
NA1 (%)	60,6 ± 14,11	57,48 ± 18,95	45,58 ± 23,66*
NA2 (%)	21,0 ± 6,65	22,73 ± 3,20	26,95 ± 6,95*
NA3 (%)	17,5 ± 8,64	18,01 ± 5,48	19,62 ± 6,42
NA4 (%)	11,1 ± 6,67	9,88 ± 5,82	8,95 ± 6,00
NA5 (%)	5,92 ± 8,01	5,25 ± 3,90	3,25 ± 2,34

* = merkittävä ero ($p < 0,05$) verrattuna >3 pelaajan harjoitteisiin, A = <3 pelaajan harjoitteet, B = 3–5 pelaajan harjoitteet, C = >5 pelaajan harjoitteet, NA1 = nopeusalueen 1 osuus kokonaismatkasta, NA2 = nopeusalueen 2 osuus kokonaismatkasta, NA3 = nopeusalueen 3 osuus kokonaismatkasta, NA4 = nopeusalueen 4 osuus kokonaismatkasta, NA5 = nopeusalueen 5 osuus kokonaismatkasta.

9.4 Pelaajien kokema vs. valmentajien arvioima harjoitusten kuormittavuus

Pelaajien kokema harjoituksen kuormittavuus erosi merkittävästi valmentajan arvioimasta kuormittavuudesta riippumattomien otosten T- testissä U17 joukkueen kohdalla harjoituksessa 1 ja 3 (kuva 6). Pelaajat kokivat harjoitteet kuormittavammiksi kuin valmentaja olivat arvioinut sekä harjoituksessa 1 (pelaajat = 8 ± 1 ; valmentaja = 6) että harjoituksessa 3 (pelaajat: 7 ± 1 ; valmentaja = 5). Muiden harjoitusten kohdalla merkittäviä eroavaisuuksia ei havaittu.

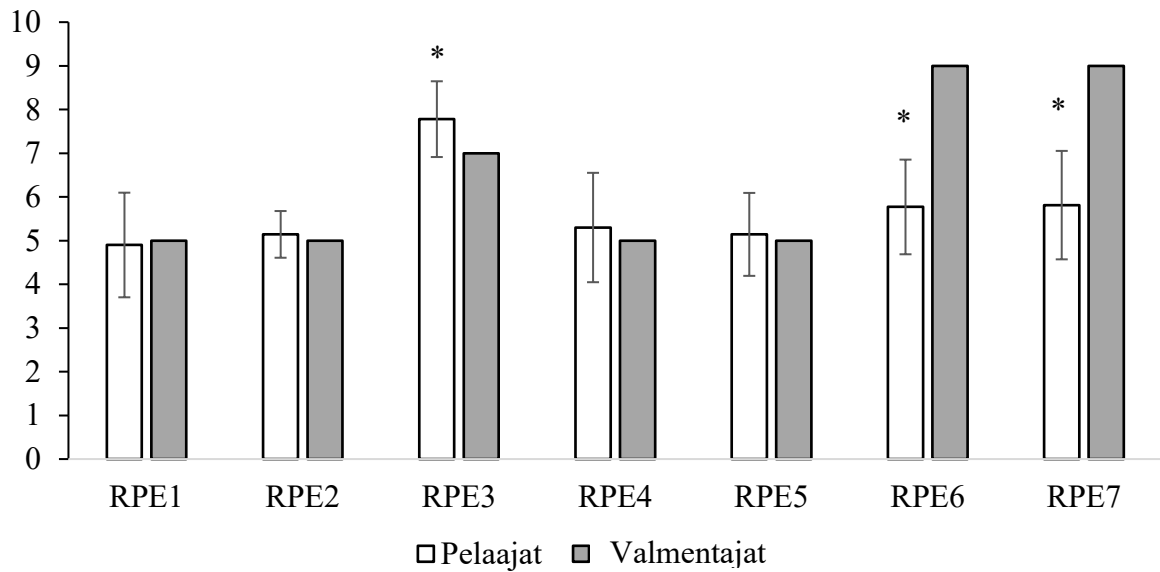
Pelaajien kokema ja valmentajan arvioima RPE (U17)



KUVA 6. Pelaajien kokema vs. valmentajan arvioima harjoitusten kuormittavuus U17 joukkueen harjoituksissa. * = $p < 0,001$, RPE 1 = ensimmäisen session koettu kuormittavuus, RPE 2 = toisen session koettu kuormittavuus, RPE 3 = kolmannen session koettu kuormittavuus, RPE 4 = neljännen session koettu kuormittavuus, RPE 5 = viidennen session koettu kuormittavuus,

U18 joukkueen pelaajien kokema kuormittavuus erosi valmentajan arvioimasta kuormittavuudesta riippumattomien otosten T- testissä harjoitusten 3, 6 & 7 kohdalla merkittävästi (kuva 7). Pelaajat kokivat harjoituksen 3 kuormittavammaksi, kuin valmentaja arvioi (pelaajat = 8 ± 1 ; valmentaja = 7). Kun taas harjoitusten 6 ja 7 kohdalla valmentaja arvioi harjoitusten olevan kuormittavampia, kuin miten pelaajat sen kokivat, (pelaajat = 6 ± 1 ; valmentajat = 9; pelaajat = 6 ± 1 ; valmentaja = 9). Selkeää trendiä valmentajien yli- tai aliarvioimisesta ei havaittu kummankaan joukkueen kohdalla.

Pelaajien kokema ja valmentajan arvioima RPE (U18)



KUVA 7. Pelaajien kokema vs. valmentajien arvioima harjoitusten kuormittavuus U18 joukkueen harjoituksissa. * = $p < 0,001$, RPE 1 = ensimmäisen session koettu kuormittavuus, RPE 2 = toisen session koettu kuormittavuus, RPE 3 = kolmannen session koettu kuormittavuus, RPE 4 = neljännen session koettu kuormittavuus, RPE 5 = viidennen session koettu kuormittavuus, RPE 6 = kuudennen session koettu kuormittavuus, RPE 7 = seitsemännen session koettu kuormittavuus.

10 POHDINTA

Harjoitekategorioiden osalta pelinomaiset tekijät, kuten kamppailu, pelin virtaus suurella alalla ovat näiden tulosten valossa joidenkin sisäisen ja ulkoisen kuormituksen muuttujien kohdalla kuormitusta lisääviä tekijöitä. Peli/harjoitusalueen koon kasvattaminen puolikasta kenttää suuremmaksi näyttäisi lisäävän korkean intensiteetin liikkumista. Pelaajien määrän vaikutus harjoittelun kuormittavuuteen oli minimaalinen.

10.1 Erilaisten harjoitteiden kuormittavuus

Harjoitteissa, joissa on pelinomaisia piirteitä kuten kamppailua, puolustajille/hyökkääjille spesifejä tehtäviä ja pelille ominaista pitkittäissuunnan luistelua, havaittiin korkeampaa sisäistä kuormitusta sykealueen 4 ja koetun kuormituksen kohdalla, kun niitä verrattiin taito/tekniikka-harjoitteisiin, joille ominaista on yksilöllisten taitojen kehittäminen, maalinteko & kiekon käsittely. Ulkoisen kuormituksen kohdalla suurempia korkean intensiteetin suoritusten määriä (matkat nopeusalueilla 3, 4 & 5, kiihdytykset ja jarrutukset) esiintyi enemmän pelinomaisemmissa harjoitteissa kuten flow-harjoitteissa, kamppailuharjoitteissa ja simuloituissa peleissä, kun niitä verrattiin yksilön taitoa korostaviin harjoitteisiin kuten taito/tekniikkaharjoitteisiin.

Kamppailuharjoitteiden korkeammat RPE:t sekä sykealueella 4 vietetyt ajat kuvastavat kamppailun fyysisiä vaatimuksia. Kamppailupelaamisessa liikkumisen lisäksi ominaista on juuri kamppailu muiden pelaajien voimantuottoa vastaan tilasta, positiosta tai pelivälineestä. Tällaiset tapahtumat eivät välttämättä aina näy ulkoisen kuormituksen muuttujissa, sillä tällöin mitattavaa liikettä jäällä ei välttämättä juurikaan tapahdu. Tämä alleviivaa sitä, että jääharjoittelun kuormittavuuden seurannassa olisi optimaalisinta hyödyntää sekä sisäisen, että ulkoisen kuormituksen mittausmenetelmiä. Gonçalvesin ym. (2021) mukaan pelinomaisuus saattaa olla ulkoista kuormitusta lisäävä tekijä jalkapallossa, kun vertailukohtana on esimerkiksi taito/tekniikkaharjoitteet. Tässä tutkimuksessa kaikkien kategorioiden voidaan nähdä sisältävän pelille ominaisia suorituksia, mutta etenkin simuloitujen koko kentän pelit ja pelinomaista virtausta sisältävät harjoitteet, kuten flow-harjoitteet ja näyttäisivät asettavan korkean intensiteetin luistelulle suurimpia vaatimuksia ulkoisesti.

Flow- harjoitteissa ja simuloituissa otteluissa puolestaan usein havaitaan luistelua kaukalon pitkällä alalla, mikä voi selittää suurempia osuuksia nopeusalueilla 4 ja 5 (>20 km/h). Mielenkiintoinen luistelutekninen seikka on se, ettei näissä harjoitteissa kuitenkaan havaittu poikkeavan suuria sisäisen kuormituksen tuloksia. Tähän osasyynä voi olla se, että jääkiekossa vauhdin ylläpitäminen liukuen on merkittävästi helpompaa, kuin vauhdin kerryttäminen tai suunnan muuttaminen (Vigh-Larsen ym. 2022) ja kuten Allard ym (2020) ovat esittäneet: luistelun asetamat vaatimukset voidaan luonnehtia ajoittaisina. Täten on myös oletettavaa, että osa nopeusalueiden 4 & 5 matkoista saattaa tapahtua liukuen, jonka aikana luistelun kuormittavuus ei ole suurta. Toki suuriin vauhteihin pääseminen vaatii pelaajalta suuren hetkellisen työmäärän.

Näiden havaintojen valossa harjoitteiden ominaispiirteistä siis tilasta ja pelivälineestä kamppailu ja pitkittäissuunnassa sekä laajemmalla koko kentän alalla saavutetut korkean intensiteetin luisteluvauhdit näyttäisivät olevan kuormituksen kannalta merkittävimpiä tekijöitä. On kuitenkin huomionarvoista, että jotkin harjoitteet havaittiin sisäisesti kuormittavammaksi, kuin toiset ja vastaavasti joidenkin muuttujien kohdalla ulkoinen kuormitus oli suurempaa, mutta sisäinen kuormitus ei. Esimerkiksi kamppailuharjoitteissa muutamien sisäisen kuormituksen muuttujien havaittiin olleen suurempia, kuin useissa muissa harjoitteissa, mutta samalla esimerkiksi kokonaismatkojen määrä oli selkeästi pienempää.

Erilaisten harjoitteiden kuormittavuus näkyi siis hyvin eri tavalla ja eri muuttujissa. Kategorioiden välillä havaittiin useita eroja parivertailussa, mutta kauttaaltaan merkittävästi eroavaa harjoitetyyppiä ei voida näiden tulosten perusteella esittää. Taito/tekniikkaharjoitteet erosivat monesta muusta harjoitteesta sekä ulkoisesti, että sisäisesti, mutta niin niiden, kuten kamppailuharjoitteiden, simuloitujen pelien ja taito/tekniikka harjoitteiden otoskoko jäi valitettavan pieneksi ja harjoitteiden sisäiset eroavuudet mahdollistavat ajoittain suuren vaihtelun.

10.2 Pelialueen koon vaikutus harjoitteen kuormittavuuteen

Tulokset osoittavat, että puolikasta kenttää suuremman alueen harjoituksissa liikuttiin korkeammalla intensiteetillä. Keskisuuren ja suuren alueen harjoitteet puolestaan eivät näyttäisi eroavan merkittävästi sisäiseltä ja ulkoiselta kuormitukseltaan. Tulokset ovat linjassa aiemman

joukkueurheilun kuormittavuutta käsittelevän tutkimuksen kanssa, sillä pelialueen suuremman koon on havaittu nostavan ulkoisen kuormituksen osalta liikkumisen intensiteettiä jalkapallon pienepeleissä. (Castillo ym. 2021: Castellano ym. 2015)

Pelialueen koon vaikutusta kuormitusmuuttujiin on kuitenkin tarkasteltava kriittisesti, sillä harjoitteiden tavoitteet ja luonne voivat olla keskenään hyvin erilaisia. Harjoitteita ei myöskään eritelty eri ikäluokkien joukkueiden välillä, jolloin harjoituksiin osallistuneet yksilöt vaihtelivat kategorioiden sisällä. Pelialueen koon suurentaminen näyttäisi kuitenkin lisäävän luistelun intensiteettiä, mikä voi olla seurausta siitä, että suuremmalla alueella luistelunopeutta pystytään kerryttämään pidemmällä matkalla. Toisaalta kovavauhtisen luistelemisen lisäksi kiihdytykset ja jarrutukset ovat ulkoista intensiteettiä lisääviä tekijöitä, mutta niiden määrän ei havaittu poikkeavan merkittävästi eri pelialueiden välillä. Luistelussa suunnanmuutosten on havaittu vaativan suurta voimantuottoa verrattuna esimerkiksi suoraluisteluun, ja voimantuoton vaatimukset kasvavat suunnanmuutoksen jyrkkyyden kasvaessa. (Vigh.Larsen ym. 2022) Täten suunnan muuttaminen jyrkästi on todennäköisesti epäedullisempaa, kuin suunnan muuttaminen loivemmin kaartamalla, jolloin suuremman alueen harjoituksissa näitä tapahtumia voi olla vähemmän. On myös oletettavaa, että pelaaja valitsee suuremmassa tilassa mieluummin vähemmän energiaa kuluttavan tavan suunnan muuttamiseen aina kun se on mahdollista. Suuremmalla alueella myös pelaajien väliset etäisyydet saattavat kasvaa, jolloin pelivälineen tai vastustajan liikkeen seuraaminen tai siihen vastaaminen ei välttämättä vaadi jyrkkiä suunnan muutoksia. Pienen alueen harjoituksissa puolestaan suunnanmuutoksen vauhti ei välttämättä ole riittävä sen rekisteröitymiseen. Matalammista vauhdeista suunnan muuttaminen on myös todennäköisesti taloudellisempaa kaartamalla, mikä on voinut vaikuttaa tuloksiin.

10.3 Pelaajien määrän vaikutus harjoituksen kuormittavuuteen

Harjoitukseen osallistuneiden pelaajien määrän vaikutus ei näyttäisi olevan mitattujen ulkoisen ja sisäisen kuormituksen muuttujien kohdalla merkittävää. Joitakin viitteitä havaittiin siitä, että hyvin matalan intensiteetin liikkumista ja paikallaanoloa (nopeusalue 1) ilmenee enemmän, kun pelaajia on harjoitteissa vähemmän. Huomioitavaa on se, että alle 3 pelaajan harjoitteista suuri osa (8/12) oli kamppailuharjoitteita tai pienen alueen kaksinkamppailuja mikä saattaa osittain selittää hyvin matalan intensiteetin liikkumisen suurempaa määrää. Toisaalta myös toiseksi

matalimman nopeusalueen liikkumista havaittiin yli viiden pelaajan harjoitteissa enemmän, kuin alle kolmen pelaajan harjoitteissa. Kyseinen havainto voi mahdollisesti kuvastaa pelialueen tai pelaajien välisten etäisyyksien kasvua harjoitukseen osallistuvien pelaajien määrän kasvaessa. Tällöin usein myös pelivälineen liike saattaa tapahtua isommalla alalla, jolloin pelaajien liike mahdollisesti myös lisääntyy. Liikkumisen intensiteetin ei kuitenkaan voida todeta kasvaneen merkittävästi tässä tapauksessa, sillä myös nopeusalueen 2 luisteluvauhti on melko matalaintensiteettistä.

Tulosten perusteella ei voida tehdä päätelmiä siitä, miten yksinään pelaajien määrä on vaikuttanut harjoitteen kuormittavuuteen tässä tutkimuksessa. Mahdollinen selittävä tekijä voi olla se, että eri pelaajamäärillä toteutetut harjoitteet saattoivat kuitenkin olla hyvin samankaltaisia tavoitteeltaan, ominaispiirteiltään ja harjoittelualueeltaan. Onkin todettava, että harjoitteeseen osallistuvien pelaajien määrän kategoriat eivät välttämättä olleet riittävästi harjoitteita erottava tekijä. Harjoitteen sisäiset tekijät, kuten tavoitteet, tehtävät ja harjoitusalueen koko saattavat vaikuttaa enemmän kuormittavuuteen. Aiempi tutkimus muissa lajeissa on myös osoittanut, että liikkumismuuttujissa ei välttämättä havaita merkittäviä muutoksia yksinään pelaajien määrän vaikutuksesta (Castellano ym. 2013; Castellano ym. 2015). Pelaajien määrä yhdistettynä sekä suhteelliseen kentän kokoon (Castellano ym. 2015) että harjoituksen tavoitteisiin ja sääntöihin (Castellano ym. 2013) näyttäisi vaikuttavan merkittävästi sisäisen ja ulkoisen kuormituksen muuttujiin jalkapallon pienpeleissä. Näiden tekijöiden yhteisvaikutus saattaisi olla myös jääkiekossa harjoittelun intensiteettiin vaikuttava tekijä.

10.4 Pelaajien kokema vs. valmentajan suunnittelema harjoitusten kuormittavuus

Selkeää trendiä kuormituksen yli- tai aliarvioimisesta valmentajan toimesta ei havaittu kummankaan joukkueen kohdalla. U17 pelaajat kokivat kaksi harjoitusta kuormittavammiksi kuin valmentaja oli arvioinut, mutta muiden harjoitusten kohdalla ei löydetty merkittävää eroa. U18 pelaajat kokivat yhden harjoituksen kuormittavammaksi sekä kaksi harjoitusta vähemmän kuormittavammaksi, kuin valmentaja oli suunnitellut. Tulokset ovat linjassa aiemman tutkimustiedon kanssa siinä määrin, että selkeää trendiä suunnitellun ja koetun kuormituksen yli- tai aliarvioinnista ei ole nähtävissä. (Brink ym. 2014; Lupo ym. 2020). Tuloksiin vaikuttavia

tekijöitä ovat saattaneet olla kuormittavuuden arvioinnin subjektiivisuus, sillä mikäli kuormittavuuden arviointi ei ole tuttua, se voi olla vaikeaa. On myös varteenotettavaa, että kuormitusarvot kerättiin muiden pelaajien läsnä ollessa, mikä saattaa joidenkin yksilöiden kohdalla vaikuttaa arvioon. Lisäksi mahdolliset pelipaikkakohtaiset erot harjoitusten kuormittavuudessa ovat voineet vaikuttaa koetun kuormituksen keskiarvoihin. Harjoittelu tämän tutkimuksen mitausten aikana tapahtui peräkkäisinä päivinä, mikä on myös otettava huomioon kuormittavuuden arvioinnissa.

Joukkue-urheilussa kuormittavuuden suunnittelu voi olla haastavaa, sillä yksilöllistä vaihtelua esimerkiksi erikokoisissa peleissä tapahtuu riippuen pelipaikasta, tehtävästä ja tavoitteista. Jääharjoittelussa pelaajilla saattaa olla erilaisia tehtäviä yhden harjoitteen sisällä esimerkiksi puolustajien ja hyökkääjien kesken. Palautumisen tasoa seurattiin tässä tutkimuksessa TQRS- kyselyn avulla ja hermostollista väsymystä sprinttiluistelutestien avulla. Sprinttiluistelun kohdalla viikon aikana ei havaittu merkittäviä muutoksia. Sprinttiluistelutestien toteutuksessa ja vakioinnissa oli kummankin joukkueen kohdalla käytännön ongelmia, mikä on voinut vaikuttaa niiden tuloksiin. U18 joukkueen kohdalla TQRS laski tilastollisesti merkittävästi harjoitusviikon edetessä, mikä voi viitata siihen, että pelaajien kuormittuneisuus oli kumulatiivista viikon aikana. Valmentajat kuitenkin yliarvioivat joko yksinään harjoituksen kuormittavuutta tai aiemman harjoittelun kumulatiivista kuormittavuutta viikon viimeisten kahden harjoituksen kohdalla. Samanlaista trendiä ei havaittu U17 joukkueen kohdalla.

Arvokasta lisätietoa toisi harjoitusten sisällön määrittäminen tiettyjen teemojen mukaisiksi, jotta saataisiin lisätietoa siitä minkälaisen joko intensiteetiltään tai tavoitteiltaan erilaisten harjoitteiden kohdalla mahdollista kuormittavuuden ali- tai yliarvioimista tapahtuu.

10.5 Tutkimuksen vahvuudet ja heikkoudet

Tämän tutkimuksen tuloksiin sisällytetyt harjoitteet kerättiin kunkin joukkueen harjoitusleirien aikana. Harjoitteen tyyppin, pelaajamäärän ja pelialueen koon kategorioiden sisällä on siis sekä eri joukkueiden harjoitteita, että harjoitteita kummankin joukkueen leirien eri harjoituspäiviltä. Lisäksi harjoittelun ajankohta vaihtelee kategorioiden sisällä, sillä joukkueiden harjoituksia

saattoi olla aamulla, päivällä ja illalla. Kaikki edellä mainitut tekijät lisäävät harjoitteiden sisäistä vaihtelua. Harjoittelun tavoitteet, aiemman harjoittelun kumulatiivinen kuormittavuus ja harjoittelun ajankohta ovat voineet vaikuttaa harjoitteiden kuormittavuuteen. Kuten Rago ym. (2021) ovat esittäneet harjoittelun kuormittavuutta pyritään usein säätelemään viikkotasolla suhteessa esimerkiksi ottelutapahtumiin ja vaikka tämän tutkimuksen joukkueet eivät pelanneet harjoitusleirien aikana otteluita, voidaan silti olettaa, että harjoitusleirien aikana on tarkoituksenmukaista keventää tai nostaa harjoituskuormitusta leirien eri vaiheissa.

Tutkimuksen tuloksia tulkitessa on arvioitava käytettyjen menetelmien luotettavuutta. Tässä tutkimuksessa käytettiin sisäisen kuormituksen määrittämiseen sekä objektiivisia, että subjektiivisia menetelmiä. Subjektiivisten menetelmien kohdalla virhelähteet ovat mahdollisia sillä ne perustuvat yksilölliseen arvioon kuormittavuudesta ja palautumisen tasosta. Menetelmät ovat kuitenkin tutkimusten mukaan luotettavia. (Bourdon ym 2017). Sykemuuttujien kohdalla jääkiekko ja jäähalliympäristö saattaa aiheuttaa haasteita luotettavuudelle. Sykesensorin kiinnittäminen oikeaan paikkaan, sen sijainti varusteiden alla ja lajille ominaiset kontaktitilanteet ovat mahdollisia luotettavuutta vähentäviä tekijöitä. Sykeseurannassa käytettiin myös kuntopyörällä määritettyjä maksimisykkeitä, jonka mukaan sykealueet muodostettiin. Luotettavuuden lisäämiseksi olisi optimaalisempaa määrittää sykealueet lajinomaisen testin avulla.

Ulkoisen kuormituksen määrittämiseen käytettiin Wisehockey lähipaikannusjärjestelmää, joka on suunniteltu nimenomaan käytettäväksi jääkiekossa. Järjestelmää käytetään kuitenkin pääasiassa otteluiden ulkoisen kuormituksen mittaamiseen eikä niinkään jääharjoittelun. Järjestelmän validiutta ja luotettavuutta ei ole tutkittu parhaan tietämykseni mukaan, mutta lähipaikannusjärjestelmät ovat tutkimusten mukaan luotettavia menetelmiä sisätiloissa käytettyinä. Mittausvirheet ovat kuitenkin olleet tässäkin järjestelmässä läsnä, eikä mitattuja arvoja voida pitää absoluuttisesti todenmukaisina. Etenkin nopeiden suunnanmuutosten ja kaukalon reunan läheisyydessä tapahtuvan liikkeen osalta järjestelmän luotettavuus on saattanut kärsiä. Luisteluliikkeen perusteella johdettujen muuttujien kohdalla on myös tärkeää ymmärtää luistelulle spesifi biomekaniikka. Luistelussa liukumisen takia liikkuminen ei aina vaadi jatkuvaa jalkojen työtä, vaan erilaisia vauhteja pystytään ylläpitämään melko pitkiäkin matkoja. On myös yksilöllistä, miten taloudellista erivauhtinen luistelu on.

Tutkimustuloksiin ja niiden tulkintaan on vaikuttanut myös moni jääharjoittelun sisäinen ja ulkoinen tekijä. Harjoittelu, sen tavoitteet ja suunnittelu oli täysin kunkin joukkueen valmennusryhmän määritettävissä, minkä takia harjoitteiden tavoitteissa, luonteessa ja toteutuksessa on väistämättä vaihtelua sekä harjoitteen, pelaajamäärän ja kentän koon kategorioiden sisällä, että joukkueiden välillä. Täten saman kategorian sisällä olevat harjoitteet ovat vaihdelleet kestoltaan, tavoitteeltaan ja intensiteetiltään. Toisaalta tällainen asetelma kuvastaa normaaleja harjoittelun olosuhteita ja siten antaa myös todenmukaisemman kuvan siitä, miten tämän ikäryhmän kansainvälisen tason eliittipelaajat harjoittelevat ja minkälaisia vaatimuksia harjoittelu edellyttää. Tulosten tulkinnassa ja niiden luotettavuutta arvioitaessa esille nousee myös melko alhaiset otoskoot tietyissä kategorioissa: esimerkiksi kamppailuharjoitteissa ($n = 4$), simuloituissa peleissä ($n = 4$) ja taito/tekniikkaharjoitteissa ($n = 3$) kategoriaan sisällytetyjä harjoitteita oli melko vähän.

Valmentajien arvioiman ja pelaajien kokeman kuormituksen kohdalla vastakkain ovat kaksi subjektiivista arvioita, mikä on huomioitava johtopäätöksiä tehtäessä. RPE menetelmää käytettäessä on tärkeää ymmärtää kuormitusta ja sen voimakkuutta. Tällaista menetelmää käyttäessä on siis varmistettava se, että koehenkilöt ymmärtävät käytettävän asteikon ja pyrkivät nojaamaan omiin kokemuksiinsa arviota tehdessä. Tästä seikasta lopullista varmuutta ei voida taata, mutta pelaajien kohdalla tutkimuksessa käytetty asteikko ja sen käyttö pyrittiin kouluttamaan yhteisesti kaikille koehenkilöille ennen varsinaista mittaamista.

Tämän tutkimuksen vahvuudeksi voidaan nähdä sen ainutlaatuisuus, sillä jääharjoittelun kuormittavuuden tutkimus on toistaiseksi melko vähäistä. Jääharjoittelun harjoitekohtaisten tekijöiden kuormittavuudesta tuotettu tieto antaa myös hyödyllistä tietoa käytännön valmennuksen tueksi. Tutkimuksen kuvaileva ja havainnoiva asetelma puolestaan antaa todenmukaisen kuvan kansainvälisen tason juniorijääkiekkoilijoiden harjoitusleirien aikaisesta normaalista jääharjoittelusta.

10.6 Tutkimuksen johtopäätökset

Kansainvälisen tason juniorijääkiekkoilijoiden jääharjoittelussa pelinomaisuus, harjoitteiden virtaus pitkäaikaissuunnassa, kamppailutilanteiden määrä, ja puolikasta kenttää suurempi harjoittelualue näyttäisivät näiden tulosten perusteella olevan harjoitteiden kuormitusta lisääviä tekijöitä. Näiden tulosten valossa ei voida kuitenkaan yksityiskohtaisesti sanoa, miten merkittäviä kukin edellä mainittu tekijä on kuormituksen kannalta. Tutkimuksen tulokset osoittavat kuitenkin viitteitä siitä, että mikäli harjoittelun kuormitusta halutaan säädellä harjoitekohtaisesti niin kyseiset ominaispiirteet tulisi huomioida.

Alueen koon kohdalla tulokset osoittivat, että puolikasta kenttää suuremman alueen harjoituksissa liikuttiin korkeammalla intensiteetillä sekä sisäisen, että ulkoisen kuormituksen osalta. Aluetta suurentamalla voidaan siis mahdollistaa ulkoisesti korkeammalla intensiteetillä liikkuminen. Keskisuuren ja suuren alueen harjoitteet puolestaan eivät näyttäisi eroavan merkittävästi sisäiseltä ja ulkoiselta kuormitukseltaan. On siis ilmeistä, että tällä tutkimusjoukolla ja näissä olosuhteissa eroavaisuuksia kuormituksessa havaittiin vain merkittävällä kentän koon muuttamisella.

Pelaajien määrän vaikutus ei ollut lähes minkään kuormitusmuuttujan kohdalla merkittävää, mikä on myös todettu aiemmassa tutkimuksessa (Castellano ym. 2013; Castellano ym. 2015). Yksinään pelaajien määrän vaihtelu harjoitteissa ei todennäköisesti ole kuormituksen kannalta merkittävää ainakaan tämän tutkimuksen raja-arvoilla. Oleellisempaa harjoitteiden ja harjoittelun suunnittelussa on huomioida kuormituksen kannalta merkittävämmät tekijät, kuten alueen koko ja harjoitteen luonne.

Selkeää trendiä kuormituksen yli- tai aliarvioimisesta valmentajien toimesta ei havaittu kummankaan joukkueen kohdalla. Jonkinlaista viitettä viikkokuorman aliarvioimiseen ilmeni, mutta tätä löydöstä ei voida pitää kovin merkittävänä. On kuitenkin ilmeistä, että myös jääharjoittelun ulkopuolinen fyysinen kuorma on huomioitava, mikäli esimerkiksi viikkotasolla kuormitusta halutaan keventää tai lisätä suhteessa ottelutapahtumaan. Valmennuksen kannalta harjoittelun kuormittavuuden parempi arvioiminen voi mahdollistaa kokonaisuudessaan

harjoittelun kuorman paremman hallinnan ja ymmärtämisen. Kuitenkaan näyttöä jääharjoittelun kokonaisuuksien ali- tai yliarvioimisesta ei havaittu, joten tärkeämpää voi olla isompien kokonaisuuksien hahmottaminen ja jääharjoittelun tavoitteiden täyttämiseen pyrkiminen.

Jääharjoittelun kuormituksesta toteutettu tutkimus on vielä melko vähäistä. Aiheen tutkimus myös jatkossa olisi tärkeää, sillä parempi ymmärrys kuormitukseen vaikuttavista tekijöistä eri ikäisillä ja tasoisilla pelaajilla mahdollistaisi optimaalisen harjoittelun sekä jäällä että sen ulkopuolella. Tutkimustieto jääharjoittelun ja otteluiden kuormittavuuden eroavaisuuksista mahdollistaa optimaalisemman harjoittelun ohjelmoinnin suhteessa otteluiden fyysisiin vaatimuksiin (Douglas ym. 2019). Pidempi ajanjakso tarjoaisi luotettavamman tiedon harjoitekohtaisesta kuormituksesta ja kuormituksesta harjoittelun kuormittavuudesta kauden eri vaiheiden aikana. Lisäksi tieto pelaajakohtaisista eroavaisuuksista esimerkiksi pelipaikkokohtaisesti tarjoaisi yksilöllisemmän harjoitusvasteen huomioimisen harjoittelussa ja sen suunnittelussa. Jääharjoittelun kuormittavuuden seurannan kannalta on myös tärkeää tunnistaa ne muuttujat, joiden avulla saadaan luotettavaa dataa kokonaiskuormituksen kannalta. Täten näitä muuttujia voidaan käyttää kuormituksen seurannassa ja tehdä myös siihen perustuvia valintoja jopa harjoitekohtaisesti jääharjoittelussa. Niin harjoittelun kuormituksessa, kuin tulevaisuuden tutkimuksissakin sekä sisäistä, että ulkoista kuormitusta on suositeltavaa tarkastella, mikäli halutaan saada tarkempaa tietoa jääharjoittelun kuormittavuudesta.

10.7 Käytännön sovellutukset

Suunniteltaessa jääharjoituksia ja harjoitteita voidaan näiden havaintojen valossa varmistua jossain määrin suuremmasta luistelun intensiteetistä hyödyntämällä suurempaa harjoittelualuetta. Suurentamalla harjoittelualuetta voidaan mahdollistaa ulkoisesti suuremman intensiteetin liikuminen. Pelin/harjoitteen virtaus pitkittäissuunnassa, pelivälineen laajempi liike ja kamppailutilanteet ovat myös kuormitusta lisääviä tekijöitä, joita lisäämällä voidaan harjoituksen tai yksittäisen harjoitteen kuormittavuutta nostaa. Mikäli jääharjoittelussa halutaan tavoitella otteluiden kaltaisia vasteita, on valittava harjoitteita, joissa edellä mainitut tekijät ilmenevät todennäköisimmin. Yksilön taitoa korostavia harjoitteita ja erilaisia taito/tekniikkaharjoitteita voidaan puolestaan käyttää taidon harjoittamisen lisäksi harjoituskuorman säätelyssä keventävinä

harjoitteina. On kuitenkin huomioitava muut harjoitteen kuormittavuuteen vaikuttavat tekijät, kuten sen tavoitteet ja halutut harjoitusvaikutukset.

Harjoittelun suunnittelussa tulee huomioida myös kokonaisuuksien kuormittavuus ja harjoitteiden järjestys. Kuormittavampia harjoitteita voidaan yhdistää joko vähemmän tai enemmän sisäisesti ja ulkoisesti kuormittaviin harjoitteisiin, riippuen ajankohdasta suhteessa otteluihin sekä muuhun kuormitukseen.

Vaikka pelipaikkakohtaisia eroja ei tässä tutkimuksessa tarkasteltu, niin pelipaikan merkitys jääharjoittelun kuormittavuudessa ja sen suunnittelussa on myös varteenotettavaa. Etenkin maalivahtien hyvin erilainen jääkuorma tulisi huomioida ja pyrkiä selvittämään, jotta saadaan tietoa siitä, miten erilaiset jääharjoitteet kuormittavat heitä.

LÄHTEET

- Allard, P., Martinez, R., Deguire, S. & Tremblay, J. (2020). In-season Session Training Load Relative to Match Load in Professional Ice Hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Feb 1;36(2):486-492. doi: 10.1519/JSC.0000000000003490.
- Bartlett, J. D., O'Connor, F., Pitchford, N., Torres-Ronda, L. & Robertson, S. J. (2017). Relationships Between Internal and External Training Load in Team-Sport Athletes: Evidence for an Individualized Approach. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 12 (2), 230–234. doi: 10.1123/IJSPP.2015-0791
- Bastida-Castillo, A., Gómez Carmona, C. D., De la Cruz Sánchez, E., & Pino Ortega, J. (2018). Accuracy, intra- and inter-unit reliability, and comparison between GPS and UWB-based position-tracking systems used for time-motion analyses in soccer. *European Journal of Sport Science*, 18(4), 450–457. doi: 10.1080/17461391.2018.1427796.
- Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., De la Cruz-Sánchez, E., Reche-Royo, X., Ibáñez, S. J., Pino Ortega J. (2019). Accuracy and Inter-Unit Reliability of Ultra-Wide-Band Tracking System in Indoor Exercise. *Applied Sciences*. 9(5):939. doi: 10.3390/app9050939
- Bigg, J. L., Gamble, A. S. D. & Spriet, L. L. (2021). Internal Load of Male Varsity Ice Hockey Players During Training and Games Throughout an Entire Season. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 17 (2), 286–295. doi: 10.1123/ijsp.2021-0089
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gatin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 12, S2-161-S2-170. doi: 10.1123/IJSPP.2017-0208.
- Bracko, Mike & Fellingham, Gilbert & Hall, L.T. & Fisher, A.G. & Cryer, W. (1998). Performance skating characteristics of professional ice hockey forwards. *Research in Sports Medicine: An International Journal*. 8. 251-263. doi: 10.1080/15438629809512531.
- Brocherie, F., Girard, O., & Millet, G. P. (2018). Updated analysis of changes in locomotor activities across periods in an international ice hockey game. *Biology of sport*, 35(3), 261–267. doi: 10.5114/biolport.2018.77826.

- Buckeridge, E., LeVangie, M. C., Stetter, B., Nigg, S. R., Nigg, B. M. (2015). An On-Ice Measurement Approach to Analyse the Biomechanics of Ice Hockey Skating. *PLoS One*.14;10(5). doi: 10.1371/journal.pone.0127324.
- Bunn, J. A., Myers, B. J. & Reagor, M. K. (2021). An Evaluation of Training Load Measures for Drills in Women & Collegiate Lacrosse. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(6), 841–848. doi: 10.1123/ijsp.2020-0029.
- Brink, M.S., Frencken, W. GP., Jordet, G., Lemmink, K.A. (2014). Coaches' and players' perceptions of training dose: not a perfect match. *Int J Sports Physiol Perform*. 9(3):497-502. doi: 10.1123/ijsp.2013-0009.
- Burr J.F., Jamnik R.K., Baker J., Macpherson A., Gledhill N., McGuire E.J. (2008). Relationship of physical fitness test results and hockey playing potential in elite-level ice hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Sep;22(5):1535-43. doi: 10.1519/JSC.0b013e318181ac20.
- Burgess, D. (2017). The Research Doesn't Always Apply: Practical Solutions to Evidence-Based Training-Load Monitoring in Elite Team Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 12 (2), 136–141. doi: 10.1123/ijsp.2016-0608.
- Castellano, J., Casamichana, D., Dellal, A. (2013). Influence of Game Format and Number of Players on Heart Rate Responses and Physical Demands in Small-Sided Soccer Games. *Journal of Strength and Conditioning Research* 27(5):p 1295-1303. doi: 10.1519/JSC.0b013e318267a5d1
- Castellano J, Puente A, Echeazarra I, Casamichana D. (2015). Influence of the number of players and the relative pitch area per player on heart rate and physical demands in youth soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Jun;29(6):1683-91. doi: 10.1519/JSC.0000000000000788.
- Castillo D, Raya-González J, Yanci J, Manuel Clemente F. (2021) Influence of Pitch Size on Short-Term High Intensity Actions and Body Impacts in Soccer Sided Games. *Journal of Human Kinetics*. Mar 31; 78:187-196. doi: 10.2478/hukin-2021-0037.
- Coutts, A. J., & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of science and Medicine in Sport*, 13(1), 133-135. doi: 10.1016/j.jsams.2008.09.015.
- Douglas, A., Rotondi, M. A., Baker, J., Jamnik, V. K. & Macpherson, A. K. (2019). On-Ice Physical Demands of World-Class Women's Ice Hockey: From Training to

- Competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 14 (9), 1227–1232. doi: 10.1123/ijsp.2018-0571.
- Douglas, A. S., Rotondi, M. A., Baker, J., Jamnik, V. K., Macpherson, A. K. (2020) A Comparison of On-Ice External Load Measures Between Subelite and Elite Female Ice Hockey Players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 36(7):1978-1983. doi: 10.1519/jsc.0000000000003771.
- Farlinger, C. M., Kruisselbrink, L. D., & Fowles, J. R. (2007). Relationships to skating performance in competitive hockey players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 915–922. doi: <https://doi.org/10.1519/R-19155.1>
- Ferland, P-M., Marcotte-L'Heureux, V., Roy, P., Carey, V., Charron, J., Lagrange, S. (2021). Maximal Oxygen Consumption Requirements in Professional North American Ice Hockey. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 35, 1586–1592. doi: 10.1519/JSC.0000000000003966.
- Gamble, A., Bigg, J. L., Pignanelli, C., Nyman, D., Burr, J. F., & Spriet, L. L. (2022). Reliability and validity of an indoor local positioning system for measuring external load in ice hockey players. *European journal of sport science*, 20:1–8. doi: 10.1080/17461391.2022.2032371.
- Gonçalves, L., Camões, M., Lima, R., Bezerra, P., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., Knechtle, B. & Clemente, F. (2021). Characterization of external load in different types of exercise in professional soccer. *Human movement*, 23(1), 89–95. doi: 10.5114/hm.2021.104190.
- Gray, A. J., Jenkins, D., Andrews, M. H., Taaffe, D.R., & Glover, M. L. (2010). Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field-based team sports, *Journal of Sports Sciences*, 28:12, 1319–1325. doi: 10.1080/02640414.2010.504783.
- Green, M. R., Pivarnik, J. M., Carrier, D. P., Womack, C. J. (2006). Relationship between physiological profiles and on-ice performance of a National Collegiate Athletic Association Division I hockey team. *Journal of Strength Conditioning Research* 20: 43–46. doi: 10.1519/r-17985.1.
- Halson S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports medicine* 44, 139–147. doi: 10.1007/s40279-014-0253-z.

- Hill-Haas, S. V., Dawson, B. T., Coutts, A. J., & Rowsell, G. J. (2009). Physiological responses and time–motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of sports sciences*, 27(1), 1-8.
- Hill-Haas S. V., Dawson B, Impellizzeri FM, Coutts AJ. (2011) Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Medicine*. Mar 1;41(3):199–220. doi: 10.2165/11539740-000000000-00000
- Hoff, J., Kemi, O. J., Helgerud, J. (2005). Strength and endurance differences between elite and junior elite ice hockey players. The importance of allometric scaling. *Int Journal of Sports Medicine*. 26(7):537–41. doi: 10.1055/s-2004-821328.
- Hong, Y. (2014). *Routledge handbook of ergonomics in sport and exercise*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Hoppe, M. W., Baumgart, C., Polglaze, T., Freiwald, J. (2018). Validity and reliability of GPS and LPS for measuring distances covered and sprint mechanical properties in team sports. *PLoS ONE* 13(2). doi: 10.1371/journal.pone.0192708.
- Hůlka, K., Bělka, J., Cuberek, R., Schneider, O. (2014). Reliability of specific on-ice repeated-sprint ability test for ice-hockey players. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. Gymnica*. 44. 8-15. doi: 10.5507/ag.2014.007
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Internal and External Training Load: 15 Years On. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 14(2), 270–273. doi: 10.1123/ijsp.2018–0935.
- Laaksonen, A & Vähälummukka, M. (2016). Jääkiekon lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi: Fyysinen näkökulma. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Kalaja, S. & Häkkinen, K. (toim.) *Huippu-urheiluvallennus: Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa*. PAINOS. Lahti: VK-Kustannus Oy, 564–579
- Lee, C., Lee, S, Yoo, J. (2014). The effect of a complex training program on skating abilities in ice hockey players. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(4):533-7. doi: 10.1589/jpts.26.533.
- Leiter, J., Cordingley, D., Zeglen, A., Carnegie, G., Macdonald, P. (2016). The Size and Strength Development in Elite Youth Ice Hockey Players. *International Journal of Kinesiology and Sports Science* 4. 54-62. doi: 10.7575/aiac.ijkss.v.4n.3p.54.
- Lloyd, R. S., Radnor, J. M., Moeskops, s., Meyers, R. W., Read, P. J & Oliver, J. L. (2018). Applying strength and conditioning practices to young athletes. Teoksessa Turner, A.

- (toim.) Routledge Handbook of Strength and Conditioning: Sport-Specific Programming for High Performance. New York: Routledge, 23–38.
- Lupo, C., Ungureanu, A. N., Frati, R., Panichi, M., Grillo, S. & Brustio, P. R. (2020). Player Session Rating of Perceived Exertion: A More Valid Tool Than Coaches' Ratings to Monitor Internal Training Load in Elite Youth Female Basketball. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 15 (4), 548–553. doi: 10.1123/IJSPP.2019-0248.
- Luteberget, L. S., Spencer, M., & Gilgien, M. (2018). Validity of the Catapult ClearSky T6 Local Positioning System for Team Sports Specific Drills, in Indoor Conditions. *Frontiers in physiology*, 9, 115. doi: 10.3389/fphys.2018.00115.
- Malina, R., Koziel, S., Kralik, M., Chrzanowska, M., Suder, A. (2020). Prediction of maturity offset and age at peak height velocity in a longitudinal series of boys and girls. *American Journal of Human Biology*. 33(6). doi: 10.1002/ajhb.23551.
- Manners, T. W. (2004). Sport-Specific Training for Ice Hockey, *Strength and Conditioning Journal*, 26(2), 16-21.
- McLaren, S. J., Macpherson, T. W., Coutts, A. J., Hurst, C., Spears, I. R., & Weston, M. (2017). The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports medicine* 48(3), 641–658. doi: 10.1007/s40279-017-0830-z.
- Neeld, K. (2018). Preparing for the Demands of Professional Hockey, *Strength and Conditioning Journal*: 40. 1. doi: 10.1519/SSC.0000000000000374.
- Nightingale, S. C. (2014). A Strength and Conditioning Approach for Ice Hockey. *Strength and conditioning journal* 36 (6), 28–36. doi: 10.1519/SSC.0000000000000107.
- Nightingale, S. C., Miller, S., Turner, A. (2013). The Usefulness and Reliability of Fitness Testing Protocols for Ice Hockey Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 27/6 .1742-1748. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182736948.
- Nightingale, S. & Douglas, A. (2018). Ice Hockey. Teoksessa Turner, A. (toim.) Routledge Handbook of Strength and Conditioning: Sport-Specific Programming for High Performance. New York: Routledge, 157–177.
- Oliva-Lozano, J., Gómez-Carmona, C., Pino-Ortega, J., Moreno-Pérez, V. & Rodríguez-Pérez, M. (2020). Match and Training High Intensity Activity-Demands Profile during a Competitive Mesocycle in Youth Elite Soccer Players. *Journal of Human Kinetics* 75(1) 195-205. doi: 10.2478/hukin-2020-0050

- Peterson B.J., Fitzgerald J.S., Dietz C.C., Ziegler K.S., Baker S.E., Snyder E.M (2016). Off-Ice Anaerobic Power Does Not Predict On-Ice Repeated Shift Performance in Hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Sep;30(9):2375-81. doi: 10.1519/JSC.0000000000001341.
- Pino-Ortega, J., Bastida-Castillo, A., Gómez-Carmona, C. D., & Rico-González, M. (2020). Validity and reliability of an eight antennae ultra-wideband local positioning system to measure performance in an indoor environment. *Sports biomechanics*, 1-11. doi: 10.1080/14763141.2020.1830162.
- Rabelo, F. N., Pasquarelli, B. N., Gonçalves, B., Matzenbacher, F., Campos, F. A., Sampaio, J. & Nakamura, F. Y. (2016). Monitoring the Intended and Perceived Training Load of a Professional Futsal Team Over 45 Weeks: A Case Study. *Journal of strength and conditioning research* 30 (1), 134–140. doi: 10.1519/JSC.0000000000001090.
- Rago, V., Muschinsky, A., Deylami, K., Mohr, M. & Vigh-Larsen, J. F. (2021). Weekly Training Load in Elite Male Ice Hockey: Practice Versus Competition Demands. *International journal of sports physiology and performance* 1;17(2):270-277. doi: 10.1123/ijsp.2021-0188.
- Rantanen, A. (2020). Sisäisen ja ulkoisen fyysisen kuormituksen yhteydet jääkiekon peleissä. *Jyväskylän yliopisto. Liikuntabiologian laitos. Pro gradu -tutkielma. Viitattu 18.2.2022.* <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/70989/URN%3aNBN%3afi%3ajyu-202006305173.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Szmatlan-Gabryś, U., Langfort, J., Stanula, A., Chalimoniuk, M., Gabrys, T. (2006). Changes in Aerobic and Anaerobic Capacity of Junior Ice Hockey Players in Response to Specific Training. *Journal of Human Kinetics* 15. 75-82.
- Stanula, A., Rocznik, R., Maszczyk, A., Pietraszewski, P. Zajac, A. (2014). The role of aerobic capacity in high-intensity intermittent efforts in ice-hockey. *Biology of Sport*. 31. 193-199. doi: 10.5604/20831862.1111437.
- Stevens, T. G. A., de Ruiter, C. J., van Niel, C., van de Rhee, R., Beek, P. J., Savelsbergh, G. J. P. (2014). Measuring acceleration and deceleration in soccer-specific movements using a Local Position Measurement (LPM) system. *International Journal of Sports Physiology and Performance* (9):446-56. doi: 10.1123/ijsp.2013-0340.

- Svilar, L., Castellano, J. & Jukić, I. (2018). Load Monitoring System in Top-Level Basketball Team: Relationship Between External and Internal Training Load. *Kinesiology* 50 (1), 25–33. doi: 10.26582/k.50.1.4.
- Swallow, W. E., Skidmore, N., Page, R. M., & Malone, J. J. (2021). An examination of in-season external training load in semi-professional soccer players: considerations of one and two match weekly microcycles. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 16(1), 192–199. doi: 174795412095176. 10.1177/1747954120951762.
- Tiikkaja, J., Arvaja, M., Laaksonen, A., Mustonen, P., Savolainen, K. & Vähälummukka, M. (2016). Jääkiekon lajiansalyysi ja valmennuksen ohjelmointi. Teoksessa A. Mero, A. Nummela, S. Kalaja & K. Häkkinen (toim.) *Huippu-urheiluvallmennus – Teoria ja käytäntö päivittäisvalmennuksessa*. 1. Painos. Lahti: VK-Kustannus Oy, 564–579.
- Towson, C., Salter, J., Ade, J. D., Enright, K., Harper, L. D., Page, R. M., Malone, J. J. (2021). Maturity-associated considerations for training load, injury risk, and physical performance in youth soccer: One size does not fit all. *Journal of Sport & Health Sciences* 10(4):403-412. doi: 10.1016/j.jshs.2020.09.003.
- Upjohn T, Turcotte R, Pearsall DJ, Loh J. (2008). Three-dimensional kinematics of the lower limbs during forward ice hockey skating. *Sports Biomechanics* 7(2):206–2. doi: 10.1080/14763140701841621.
- Vanrenterghem, J., Nedergaard, N. J., Robinson, M. A., & Drust, B. (2017). Training Load Monitoring in Team Sports: A Novel Framework Separating Physiological and Biomechanical Load-Adaptation Pathways. *Sports medicine* 47(11). doi: 10.1007/s40279-017-0714-2.
- Vigh-Larsen, J. F., Haverinen, M. T., Panduro, J., Ermidis, G., Andersen, T. B., Overgaard, K., Krstrup, P., Parkkari, J., Avela, J., Kyröläinen, H., & Mohr, M. (2020). On-Ice and Off-Ice Fitness Profiles of Elite and U20 Male Ice Hockey Players of Two Different National Standards. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(12), 3369-3376.
- Vigh-Larsen, J.F & Mohr, M. (2022). The physiology of ice hockey performance: An update. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 1-14. doi:10.1111/sms.14284
- Weaving, D., Jones, B., Marshall, P., Till, K., Abt, G. (2017). Multiple Measures are Needed to Quantify Training Loads in Professional Rugby League. *International Journal of Sports Medicine*. 38(10):735-740. doi: 10.1055/s-0043-114007.

Willett, P. (2003). The hockey coaches guide to small-area games. A practical Guide to Implementing Small-Area Games in Practices. Paul Willett. International LLC, Delano, Minnesota.

LIITTEET

LIITE 1. CR-10 RPE taulukko

KUORMITTAVUUS

0	Lepo
.....	
1	Erittäin, erittäin kevyt
.....	
2	Kevyt
.....	
3	Kohtalainen
.....	
4	Hieman kuormittava
.....	
5	Kuormittava
.....	
6	
.....	
7	Erittäin kuormittava
.....	
8	
.....	
9	
.....	
10	Maksimaalinen

PALAUTUMINEN

0 **Erittäin huono**

.....

1

.....

2

.....

3 **Huono**

.....

4 **Kohtalainen**

.....

5

.....

6

.....

7 **Erittäin hyvä**

.....

8

.....

9

.....

10 **Maksimaalinen**